

materia

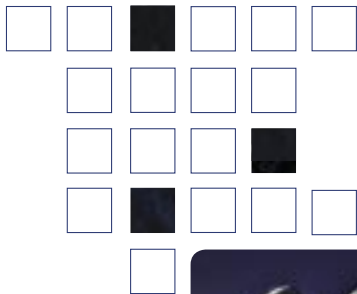
3-2005

Geologia & Kaivos- ja prosessiteknikka & Metallurgia & Materiaalitekniikka



**Patria kokoaa 50 NH90-helikopteria
Jämsässä. Toimitukset vuosina 2005–
2011. Sivut 4–5.**

OUTO KUMPU



Kunnioita luontoa – pääse huipulle. Valitse Outokumpu-tekijä.



Katso ympärillesi niin näet ruostumatonta terästä. Metallia, joka kestää korroosiota, on kaunis ja hygieeninen sekä sataprosenttisesti kierrätettävää. Ruostumaton teräs on tämän päivän ja huomisen metalli.

Tämä ainutlaatuinen materiaali yhdistettynä Outokumpun asiantuntemukseen ja vastuuseen ympäristöstä antaa asiakkaillemme kilpailuedun. Se on lupauksemme, johon voi luottaa ja vahvuus, joka auttaa menestymään – Outokumpu-tekijä.

Outokumpu on kansainvälinen ruostumattomaan teräkseen ja teknologiaan keskittyvä yhtiö. Visionamme on olla kiistaton ykkönen ruostumattomassa teräksessä ja perustaa menestyksemme toiminnalliseen erinomaisuuteen. Useilla eri aloilla toimivat asiakkaamme ympäri maailmaa käyttävät metallituotteitamme, teknologiaamme ja palvelujamme. Niiden avulla autamme asiakkaitamme saavuttamaan kilpailuetua. Kutsumme tätä lupauksemme Outokumpu-tekijäksi.

www.outokumpu.com

**OUTO
KUMPU**

VAPISE KIVI!



The face of innovation



COP 3038 edustaa Atlas Copcon uusinta tuotekehitystä

- tunkeutuu 50 % nopeammin kuin edeltäjänsä, COP 1838 ME, säilyttäen silti porakaluston keston entisellään
- sisältää vähemmän komponentteja kuin COP 1838, mistä johtuen huoltoaika on lyhyempigeological
- taajuus 100 Hz, tuplarekyylivaimennin
- testattu jo vuosien ajan erilaisissa geologisissa olosuhteissa yhteensä yli 900 000 m
- suunniteltu Atlas Copcon Rocket Boomer -tuoteperheen 2-, 3- ja 4-puomisiin porauslaitteisiin

COP 3038 antaa sinulle loistavan mahdollisuuden lisätä tuottavuutta ja alentaa kustannuksia.

COP 3038 – Atlas Copcon supernopea 30 kW hydraulinen porakone

Lisätietoa COP 3038:sta ja muista tuotteistamme: www.atlascopco.com

Oy Atlas Copco Louhintatekniikka Ab

Tuupakankuja 1, 01740 VANTAA

Puh. 09 296 442, fax 09 2964 218

www.atlascopco.fi, louhinta@fi.atlascopco.com

Atlas Copco

Materia-lehti kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessitekniikka ja metallurgia sekä materiaalin valmistus ja materiaalitieteiden erilaiset sovellutukset. Lehden alkuosa painottuu alan ja yritysten ajankohtaisiin asioihin. T&K-osa keskittyy tutkimuksen ja kehitystyön tuloksiin.

Materia magazine covers all areas of technology in the mining and metallurgical field, from geology and geophysics to mining, process technology, metallurgy, manufacturing and various materials technology applications. The first part of the magazine focuses on what's happening in the field and the companies involved while the R&D section concentrates on the results of research and development.

PÄÄTOIMITTAJA/ Editor in chief

Prof. Jouko Härkki, jouko.harkki@oulu.fi
Oulun Yliopisto, Prosessimetallurgian laboratorio,
08-553 2424 fax 08-553 2339, 040-521 5655

TOIMITTAJAT, T&K / Editors, R & D

DI Harri Lehto, harri.lehto@tkk.fi
TKK, Mekaaninen prosessi- ja kierrätystekniikka
09-451 2786 fax 09-451 2795, 050-555 2786
DI Arni Kujala, arni.kujala@nokia.com
Nokia Corporation
07180-36279 fax 07180-37290

TOIMITUSNEUVOSTO/Editorial Board

DI Pekka Purra, pj/chairman
pekka.purra@eu.omgi.com
OMG Finland Oy
09-4393 3752 fax 09-4393 3720, 050-1477
Prof. (emer.) Veikko Lindroos,
veikko.lindroos@hut.fi
TKK, Materiaalitekniikka
09-451 2673 fax 09-451 2677, 050-550 2673
DI Kauko Ingerttilä, kauko.ingerttila@gtk.fi
GTK, Mineraalitekniikka
0205505801 fax 013-557 557
DI Erja Kilpinen, erja.kilpinen@nordkalk.com
Nordkalk Oyj Abp
0204 55 3993 fax 0204 55 3901, 0400-814 156
Prof. Juhani Orkas, juhani.orkas@hut.fi
TKK, Mechanical Engineering
09-451 3515
DI Matti Palperi, Ulvilantie 11b D 1008,
00350 Helsinki, 09-565 1221
FL Mikko Tontti, mikko.tontti@gsf.fi
Geologian tutkimuskeskus
020 550 2382 fax 020 550 12

TOTEUTTAVA TOIMITUS/Editorial staff

L & B Forstén Öb Ay, l-b.forsten@co.inet.fi
Bo-Eric Forstén, Leena Forstén (tulkoasu)
PL 45, 10601 Tammisaari
019-2415604 fax 019-2415453

ILMOITUSMARKKINOINTI/Advertising Marketing

Västra Nyland Ab, Nina Melén,
Torikatu 1-3, 10300 Karjaa,
019-278801, fax 019-230240

OSOITTEENMUUTOKSET/Changes in address

Ulla-Riitta Lahtinen, 0400-456 195
ulla-riitta.lahtinen@vuorimiesyhdistys.fi

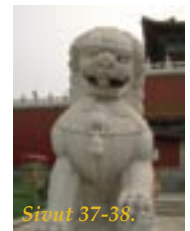
PAINO/Printing house

Tammisaaren Kirjapaino Oy, Tammisaari
Levikki 2900 kpl, 4 numeroa vuodessa, 61.
vuosikerta ISSN 1459-9694

ILMESTYMISAIKATAULU / Coming out

	deadline	postitus
4/2005	12.10.	17.11.

- 03 Olli Saarela: Mistä on iso Airbus tehty
04 Bo-Eric Forstén: Ilmaa ja avaruutta Patrian liiketoiminnassa; Vinkan jalanjäljissä; Patrian ensimmäinen helikopteri ilmassa
06 Jukka Raunio: Vinka – alkeiskoulukoneen eliniän jatko
08 Tuomo Tiainen: Metallivaahdot – tulevaisuuden rakennemateriaalit
13 Bo-Eric Forstén: T&K on investointi tulevaisuuteen – MOT; T&K on kannattava käytännössäkin; Teknologijahtajan keskeiset teesit
17 Bo-Eric Forstén: Tekes vauhdittaa metalliteknologian uusiutumista;
19 Bo-Eric Forstén: Metallurgia osasi käyttää mahdollisuutensa; NewPro-ohjelma kesäkuussa 2005; Rahaa löytyy hyville hankkeille
22 Bo-Eric Forstén: Uusi Ovako aloittanut toimintansa; Toinen kerta toden sanoo; Käytännönläheinen metallurgi ja talousmies
24 Peter Walker: Fennoscandia – a Junior's Perspective
26 Pekka A. Nurmi, Risto Pietilä: Malminetsinnän uusi aika – turvaavatko juniorit kaivosteollisuutemme?
33 Joachim von Schéele, Per Vesterberg, Lauri Nevalainen: Suurempi teräksen kuumennuskapasiteetti pienemmällä polttoainemäärällä ja vähemmällä päästöillä
37 Topi Ikäheimonen: Vaihtotutkijana Tohokun yliopistossa



Tiede & Tekniikka 39-51

- 40 Marja Riekkola-Vanhanen: Bioleaching of Talvivaara black schist ore
47 Maarit Saresma, Veli-Pekka Salonen: Aijalan, Orijärven ja Makolan kaivosympäristöjen oksidiset pigmentit
52 Kirja-arvostelu Outo malmi JALO TERÄS – Veikko Lindroos: Outokummun tie ruostumattomaan teräkseen
53 Antti J. Niemi: Tanner-muisteluksia
55 Vapaa kynä: Mihin unohtui Tornion toinen tukijalka



Alan Maailma 56

- 56 Tekniikan edistämissäätiö jakoi apurahoja ja palkintoja

Alan Akatemia 57-58

- 57 Suomessa enemmän pallokiviä kuin missään muualla
58 TKK:ssa julkaistu 2000 väitöskirjaa

Inside Out 59-62

- 59 Antero Hakapää: Pääsihteerien vahdinvaihto
60 Seija Aarnio: Vuorinaisten kevätretki Omenakaupunkiin Lohjalle Osa I
61 Katja Sahala: Geologijaoston syysekskursio Ruotsiin
61 Harri Lehto; Sami Hindström: Rikastus- ja prosessijaoston kuulumisia
62 Vuorimiesyhdistyksen toimihenkilöitä 2005
62 Ulla-Riitta Lahtinen: Uusia jäseniä
63 Palveluhakemisto
64 Joukko Tosikkoja



Mistä on iso AIRBUS tehty?

Lentokoneiden ulkonäkö on säilynyt vuosikymmenet hyvin samankaltaisena. Tämä ei tarkoita, että kehitys olisi polkenut paikoillaan: Matkustajakoneiden polttoaineen kulutus istuinpaikkaa kohden on pudonnut kolmasosaan suihkukonekauden alkua ajoista. Koneiden luotettavuus, ympäristöystävällisyys, matkustusmukavuus ja ylläpidettävyys ovat samalla huomasti parantuneet. Merkittävä osa kehityksestä on saatu aikaan uusilla rakennemateriaaleilla ja -ratkaisuilla.

Lentokoneiden perinteinen rakennemateriaali on alumiini, jonka osuus on suuri uusissakin koneissa. Käytettävät seokset ovat pääosin karkenevia ja rakenteet kootaan niittaamalla. Vuosien mittaan on kehitetty uusia seoksia ja lämpökäsittelyprosesseja tavoitteena erityisesti väsymiskestävyyden ja sitkeyden parantaminen. Kehitystyön tuloksena materiaalien kuormitustasoa on voitu nostaa rakenteiden turvallisuudesta tai eliniästä tinkimättä. Käyttöön on otettu myös alumiini-litium -seoksia, jotka ovat perinteisiä seoksia kevyempiä, jäykempiä ja lujempia. Hitsattavien alumiinien ja niiden hitsausprosessien käyttöönotolla on saavutettu kustannussäästöjä.

Suurin materiaalitekninen muutos on alumiinirakenteiden korvautuminen komposiiteilla. Näistä tärkeimpiä ovat hiilikuitulujitetut epoksit. Tyypillisesti hiilikuitukomposiiteilla saavutettava painonsäästö on ollut 10...15 % vastaavaan alumiinirakenteeseen verrattuna. Valmistustekniikoiden kehittymisen myötä on saavutettu myös selkeitä kustannussäästöjä, minkä lisäksi rakenteiden ylläpidettävyys on helpottunut. Airbus-yhtiön uudessa A380-koneessa komposiittien osuus rakennemassasta onkin jo yli 20 %. Kehitteillä olevassa Boeing 787 -koneessa vastaava luku on 40...50 %. Tämä tarkoittaa sitä, että koneen siipi- ja runkorakenteetkin ovat suurelta osin komposiittisia.

Metallien ja komposiittien yhdistelmiä eli ns. hybridi-rakenteita on myös otettu käyttöön. Näistä

tunnetuin on alumiini- ja lasikuitu/epoksi-kerroksista muodostettu Glare, josta valmistetaan osa A380-koneen rungon pintalevyistä.

Alumiinia jäykempiä ja lujempia rakennemetalleja käytetään lähinnä tilakriittisissä ja/tai kuumissa kohteissa kuten laskutelineissä, erilaisissa kiinnityskorvakkeissa ja moottoreissa. Yleisimpiä ovat suurlujuusteräiset, titaani-seokset sekä rauta-, koboltti- ja nikkelipohjaiset kuumalujat seokset. Seokset ja materiaalien prosessointi ovat kehittyneet alumiinien tapaan.

Lentokonerakenteille on tyypillistä materiaalivalinta kohteen asettamien vaatimusten mukaisesti. Väsymiskriittisissä kohteissa painotetaan materiaalin väsymisominaisuuksia, väsymiselle vähemmän alttiissa kohdissa tärkeämmiksi nousevat staattiset lujuusominaisuudet. Kaikissa tapauksissa vaatimuksena on hyvä ympäristökestävyys sekä hyvä vaurion kesto ja vaurion sieto, jotka saavutetaan oikeilla materiaalivalinnoilla ja rakennerratkaisuilla. Myös korjattavuus on oleellinen materiaalivalintaa ja rakennesuunnittelua ohjaava tekijä. Rakenteiden tasalaatuisuus varmistetaan tarkkoilla materiaali- ja valmistusspesifikaatioilla.

Suomessa lentokonerakenteiden suunnittelu ja valmistus on keskittynyt Patrian Jämsän tehtaalle, jonka tämänhetkisenä päätuotteena ovat A380-koneen komposiittiset spoilerit. Myös operaattoreilla on oltava hyvä materiaalien ja rakenteiden tuntemus. Suurin siviilipuolen operaattori Finnair vastaa pitkälti itse kalustonsa rakenteiden ylläpidosta. Ilmavoimat tukeutuvat suuremmissa huolloissa Patriaan. Rakenteiden tutkimus- ja kehitystyötä tehdään pääasiassa Teknillisen korkeakoulun Kevytrakennetekniikan laboratoriossa, VTT:n lentokonerakenteet-yksikössä ja Patrialla. Teknisten yliopistojen ja VTT:n muut yksiköt avustavat yrityksiä omilla erikoisalueillaan.

Materiaalikehitys jatkuu kiihtyvällä tahdilla. Tärkeäksi valmistuskustannusten alentaminen. Tämä on ymmärrettävää, sillä liikennelentokoneessa valmiin rakenteen kilohinta on 1 000 euron luokkaa.

Metallien ennustetaan kehittyvän lähinnä uusien ja mtiukemmin määriteltyjen seosten ja lämpökäsittelyprosessien kautta. Alumiinirakenteisiin liittyy oleellisesti hitsattavien seosten ja hitsausmenetelmien kehitys ja laajempi käyttöönotto. Myös valuseoksia ja -menetelmiä kehitetään rakenteiden valmistuskustannusten alentamiseksi.

Komposiittirakenteissa trendinä on jatkuvilla kuiduilla lujitettujen kestonuovien lisääntyvä käyttö ja rakenteiden valmistuskustannusten alentaminen uusilla puolivalmisteilla ja valmistustekniikoilla. Myös uusia hybridirakenteita kehitetään, esimerkkinä Glaren kaltaiset titaani- ja hiilikuitu/epoksi-kerroksista koostetut laminaatit. Muita mainittavia kehityskohteita ovat uudet pinnoitteet ja pinnoitusmenetelmät.

Lentokonemateriaalien ja -rakenteiden kehitystyössä luokitellaan haasteita pitkälle tulevaisuuteen. On kuitenkin huomattava, että turvallisuus on lentotekniikassa aina etusijalla. Uuden materiaalin tai valmistustekniikan täytyykin olla tarkoin määritelty ja saavutettavat ominaisuudet hyvin tunnetut ennen kuin se pystytään hyödyntämään. Materiaalikehitys vaatii tällöin aikaa, rahaa ja kärsivällisyyttä. Hyvinä esimerkkinä on vasta nyt laajempaan käyttöön otettu Glare, jonka kehitys aloitettiin jo 1980-luvulla. Tällä hetkellä kehitysvaiheensa alkutaipaleella oleva materiaali saattaa vastaavasti päästä tosikäyttöön vasta 2020-luvulla. ▀



Jorma Wiitakorpi (vas.) ja Jukka Holkeri kertovat Patrian ilmailubisneksistä.

”Ilmailubisneksellä on oma erityisasema Patrian toiminnassa. Siinä missä muut toimialamme pääasiallisesti keskittyvät ajoneuvojen, asejärjestelmien, osien ja laitteiden valmistamiseen Aviation asettaa oman osaamisensa suoraan asiakkaittensa käyttöön”, toteaa Patria Oyj:n toimitusjohtaja Jorma Wiitakorpi.

Teksti ja kuva Bo-Eric Forstén

Ilmaa ja avaruutta Patrian liiketoiminnassa

Tämä tapahtuu tuotenimikkeellä ”*lentokaluston elinkaaren hallinta*”. Nämä palvelut kattavat paitsi tavanomaiset huollot ja korjaustoiminnot, myös muutostyöt, uusien järjestelmien kehittämisen sekä lentäjäkoulutuksen.

Patria Aviation vastaa noin viidesosasta konsernin liikevaihdosta mutta jalostusarvolla mitattuna sen merkitys on huomattavasti suurempi.

Patrian toimialoista Aviation ei yksin tähyä ilmaan. Advanced Solutions-toimialan puitteissa Patrian materiaali- ja tekniikkaosaaminen on saavuttanut merkittävää tunnustusta. Patria oli siivellä mukana kun maailman suurin matkustajakone Airbusin superjumbo A380 suoritti ensilentonsa toukokuussa. Patria toimittaa koneeseen siipispoilerit. Augusta SpA:n kanssa Aerostructures on taas solminut sopimuksen NH90-helikopterien takarunkojen valmistuksesta.

”Yhteistyömme Airbusin kanssa lähti käyntiin jo ennen kuin EADS’ista (European Aeronautic Defense and Space Company), joka omistaa 80 % Airbusista, tuli myös Patrian osamistaja (26,8 %) Suomen valtion rinnalle”, huomauttaa Jorma Wiitakorpi.

Patrialla on myös kehittyneitä ratkaisuja avaruutta varten. Tulevaisuuden tavoitteena on päästä osalliseksi kaupallisen tietoliikennejärjestelmän rakentamisen ympärille kasvavaan bisnekseen. Patria on erikoistunut aurinkopaneelirakenteiden valmistukseen. Ensimmäisestä toimituksesta on tehty sopimus.

Patrian aurinkopaneelirakenteet tullaan asentamaan Pleiades-satelliittiin

Patria Aviation on kuitenkin konsernin kirkkain käyntikortti ilmailualalla.

Suomen Ilmavoimat on jo vuosikymmenien ajan teettänyt lentokalustonsa kaikki isommat huollot sekä varustusten ja laitteiden päivitys- ja uudistustyöt Patrialla. Yhteistyö kehittyi koko ajan ja on sisällöltään laajentunut. Patria ja Suomen ilmavoimat sopivat 29.7.2005 Ilmavoimien Vinka-kalustolle tapahtuvan peruskoulutuksen ja siihen liittyvän teknisen tuen siirtämisestä Patrialle.

Puolustusvälineiden osuus konsernin liikevaihdosta on yli 80 prosenttia ja Suomen Puolustusvoimat on Patrian tärkein yhteistyökumppani.

”Hyvä yhteistyökumppani onkin.

Suomen Puolustusvoimat erottuu kansainvälisessä kustannustehokkuusvertailussa edukseen. Keskittyminen omaan ydintehtäväänsä ja oheispalvelujen ulkoistaminen ovat Suomen Puolustusvoimille luonnollinen asia. Monessa muussa maassa ne ovat vielä uusi tai peräti vieras ajatus”, sanoo Jorma Wiitakorpi.

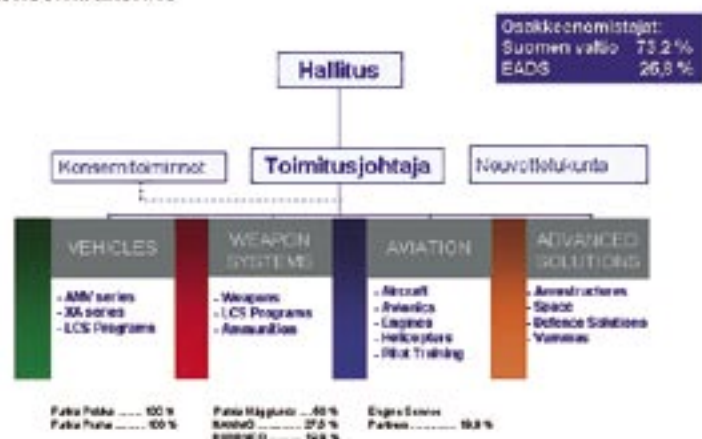
Hänen mukaansa Patrian menestys perustuu pitkälti siihen, että konsernin keskeisimmät yhteistyökumppanit, Suomen Puolustusvoimat ja Ruotsin Puolustusmateriaalilaitos, ovat ennakkoluulottomasti ja määrätietoisesti kehittäneet ratkaisuja, jotka auttavat heitä pitämään toimintakustannuksensa kurissa.

”Yhteistyö on pisimmällä ilmailussa, mutta myös maavoimien ja merivoimien kanssa meillä on merkittäviä yhteishankkeita. Tällä hetkellä tilanne koko yhteistyörintamalla on erikoisessa vaiheessa. Puolustusbudjettien leikkaukset Suomessa ja Ruotsissa johtanevat

joidenkin projektien siirtymiseen ehkäpä vuosillakin. Määrärahojen supistuminen näkyy henkilöstövähennyksinä, jotka oletettavasti kasvattavat paineita toimintojen ulkoistamiseen. Suomessa poliittinen johto on lisäksi julistanut, että armeijan tulee panostaa yhä enemmän kansainväliseen toimintaansa. Kun resurssit ovat niukilla, on selvää, että jostain pitää karsia. Patrian kannalta tilanne on mielenkiintoinen”, kommentoi Jorma Wiitakorpi.

Patria ei ole pelkästään Suomen puolustusvoimien hovihankkija. Konserni on yhteistyökumppaniensa kautta hyvin esillä myös muissa Pohjoismaissa. Patrian tavoitteena onkin laajentaa toimintansa kattamaan koko Itämeren alue. Esimerkiksi yhteistyö puolalaisten kanssa on lähtenyt hyvin liikkeelle.

Konsernirakenne



Patrian ensimmäinen helikopteri ilmassa

Patria suorittaa viidenkymmenen NH90-kuljetushelikopterin loppukoonpanon Jämsän Hallissa ranskalaisen Eurocopter S.A.S:n alihankkijana. Ensimmäinen näistä, KH-202, teki onnistuneen neitsytlennon 13.7.2005. Lennon suoritti Eurocopterin koelentotiimi, joka oli tyytyväinen kokemaansa.

Päätös kokoonpanolinjan sijoittamisesta Jämsään tehtiin vuonna 2001. Nyt koelentonsa suorittaneen KH-202:n pääkomponenttien liitosvaihe valmistui lokakuussa 2003, laiteasennukset tehtiin vuoden 2004 aikana ja järjestelmätastukset aloitettiin tammikuussa 2005. Kyseinen helikopteri tullaan toimittamaan Suomen puolustusvoimille.

Hallin kokoonpanolinjalla on tällä hetkellä 5 helikopteria. Sopimuksen mukaan Patria kokoaa 50 kopteria. Näistä 38 toimitetaan Suomen, ja Ruotsin puolustusvoimille, loput 12 muille asiakkaille. Toimitukset ajoittuvat vuosille 2005-2011.

NHIndustriesin osakkuusyhtiöt Eurocopter Ranska, Eurocopter Saksa, Fokker Hollanti ja Augusta Italia toimittavat helikoptereiden pääkomponentit.

Patriassa projekti työllistää tällä hetkellä 75 henkilöä ja tulevina vuosina 100 henkilöä.▲

”Olemme kiinnostuneet entisistä itäblokin maista, jotka nyt NATO-jäseninä ovat rakentamassa omaa puolustustaan kuntoon. Meillä on tietoa ja kokemusta siitä miten vanhaa itäkalustoa pystyy modernisoimaan”, sanoo Jorma Wiitakorpi.

Hän toteaa, että Venäjällä tästä osamisesta voisi myös olla hyötyä, mutta että Venäjän puolelta otetut kontaktit ovat jääneet kyselyasteelle.

”Eivät ne myöskään kuulu meidän prioriteettilistamme kärkipäähän”.

Kysymykseen minkälainen vaikutus Suomen mahdollisella NATO:n jäsenyydellä olisi Patrian liiketoiminnalle, Jorma Wiitakorpi on vastannut ennenkin:

”En usko, että yksikään kauppa olisi mennyt meiltä ohi suun, vaikka olisimme kuuluneet NATOon. Sen sijaan on vaikeaa arvioida mistä me olemme jääneet paitsi siksi, ettemme ole jäsenenä”.

NATOa ajankohtaisempi asia on hänen mielestään mihin leiriin EU tulevaisuudessa sijoittaa Kiinan.

”Ranska ja Saksa ovat ahkerasti lobanneet sen puolesta, että asevientä Kiinaan sallittaisiin. Jos se menee läpi, avautuu meille muillekin erittäin mielenkiintoinen markkina-alue”, toteaa Jorma Wiitakorpi.▲

Vinkan jalanjäljissä

”Ilman Vinkaa Hawkit, Hornetit, Airbusit ja NH-kopterit olisivat lentäneet ilman meitä”, toteaa Jukka Holkeri, joka toimialajohtajana vastaa Patria Aviationin liiketoiminnasta.

Patria rakensi 1970-luvulla Suomen ilmavoimille 30 Vinka-koulutuskonetta. Seuraavalla vuosikymmenellä koneesta tehtiin kaupallinen sovellutus, Redigo. Koneita myytiin Meksikoon ja Eritrean, mutta kysyntä hiipui 1990-luvulle tultaessa ja koneen valmistusoikeus myytiin Italiaan.

”Vinkassa ilmavoimat saivat sellaisen koneen kuin halusivat ja me vuoroimme saimme korvaamatonta oppia siitä mitä lentokoneiden valmistus on. Kaikissa lentävissä koneissa pätevät samat peruseräatteen. Siitä lähtien kun ensimmäinen Vinka tuli valmistukseen, olemme askel askeleelta kehittäneet omaa osaamistamme ja valmiuksiamme. Sen tuloksena kokoamme tänään helikoptereita ja rakennamme osia siivikoneisiin”, sanoo Jukka Holkeri.

Ilmavoimat sai Hawk-hävittäjänsä 1980-luvun alussa ja siitä lähtien koneiden huolto on ollut Patrian käsissä.

1990-luvun puolivälissä alkoi suihkuharjoituskoneissa ilmetä merkittäviä rakenteen väsymisestä johtuvia vaurioita. Sen sijaan, että koneiden valmistaja olisi vaihtanut kaikki tarvittavat osat, Ilmavoimat valitsi vaihtoehdon, jossa Ilmavoimat, Patria Aviation, VTT ja Teknillinen korkeakoulu yhteistyössä kehittivät rakenteiden hallinnan analyysiympäristön. Mallintamisen antamien tietojen perusteella tehtiin tarvittavat korjaukset samalla kun tehtiin ennaltaehkäiseviä muutoksia vaurioalttiisiin kohtiin. Uuden tekniikan avulla pystytään tarkkaan seuraamaan koneiden kuntoa. Koneille pystyttiin suhteellisen pienin panostuksin takamaan 10-11 vuotta lisää elinaikaa.

Projekti valmistui tämän vuoden kesäkuussa kun viimeinen modifioitu kone luovutettiin ilmavoimille.

”Sovellamme järjestelmää myös Hornet-hävittäjien huoltamisessa. Patria toimii yhteistyössä sekä Hornetin valmistajan, Boeingin että Hawkin valmistajan BAE Systemsin kanssa. Pyrimme myymään osaamistamme myös muille ko. konetyyppien käyttäjille. Euroopassa Hornet’ja on Sveitsissä ja Espanjas-

sa. Hawkien kohdalla kaupanteko voi olla vaikeampaa, eräiden käyttäjämaiden ollessa ei-vientiluvallisia maita”, toteaa Jukka Holkeri.

”Helikopterien osalta uskomme lujaasti kehittämäämme konseptiin. Idea on, että kehitämme kokoonpanossa työvälineitä, joita myöhemmin voidaan käyttää koneita huollettaessa, ja mikä tärkeintä, kokoonpanossa koulutamme tulevaa huoltohenkilökuntaa. Kun ensimmäinen kopteri luovutetaan Ilmavoimille, meillä on valmiina 50 miestä, jotka hallitsevat koneen tekniikan. Pyrimme myös markkinoimaan tätä osaamista muille operaattoreille”.

”Yleinen trendi on, että ulkoistaminen tälläkin alalla lisääntyy. Tuntuu luonnolliselta, että koptereista on silloin helppo aloittaa ja meiltä löytyy tarvittava valmius”.

Aviation panostaa myös pilottikoulutukseen sekä liikenne- että sotilaspuolella. Malminkentällä Aviationin Pilot Training järjestää alkeiskoulutusta liikennealentäjille. Kursseja on 2-3 vuodessa. Viime vuonna näillä suoritettiin yhteensä 76 tutkintoa.

Patria tulee 29.7.05 solmitun sopimuksen mukaan antamaan Tikkakoskella vastaanotuksen peruslentokoulutuksen Ilmavoimien lentäjille. Kalustona on Ilmavoimien Vinkat. Eduskunta on äskettäin näyttänyt vihreää valoa hankkeelle.

Aviation on myös mukana Suomen ilmavoimien projektissa saada kansainvälinen koulutuskeskus Kauhavalle. Yhteiseurooppalainen koulutusjärjestelmä korvaisi suihkukoneohjaajien kansalliset koulutusjärjestelmät. Hankkeessa on mukana 12 EU-maata.

”Me tähtäämme siihen, että vastaisimme oheistoiminnasta, siis kaikesta muusta kuin itse lentämisestä. Askel kohti tätä pitkän aikavälin tavoitetta on Suomen ilmavoimien, puolustusministeriön ja Patrian yhteinen koulutuskonsepti, Nordic Pilot Training Centre. Se tarjoaa NATO-yhteensopivia koulutusohjelmia, joiden jälkeen koulutettavat ovat valmiit aloittamaan varsinaisen hävittäjälentokoulutuksen omien ilma-voimiensa hävittäjäkalustolla”, sanoo Jukka Holkeri ja jatkaa:

”Vinkasta on puhuttu paljon, mutta kaikki alkoi jo vuonna 1921 Ilmavoimien Lentokonetehasta Suomenlinnassa. Vinka on kahdeksastoista (18.) Patrian ja sen edeltäjien suunnittelema konetyyppi”.▲



Valmet L-70 Vinka (kuva J. Laukkanen).

Patria Aviation Oy huolehtii Suomen ilmavoimien pääkaluston elinkaaren tukipalveluista. Lentokonerakenteiden saralla on saatettu loppuun laajat Hawk-suihkuharjoituskoneen muutos- ja korjaustyöt sekä kehitetty Hornet-hävittäjän analyysi- ja korjausvalmiutta. Oman tuotteen, Vinkan elinikää jatkettiin 40 % minimaalisin kustannuksin.

Jukka Raunio, Patria Aviation Oy,
Lentoteknisen suunnittelun päällikkö

Vinka - alkeiskoulukoneen eliniän jatko

Vinka-alkeiskoulukone suunniteltiin Valmetissa 1970-luvulla. Prototyyppi lensi vuonna 1975 ja 30 koneen sarjatoimitukset Ilmavoimille alkoivat vuonna 1980. Perinteistä kokometallista levyrakennetapaa noudattavan koneen elinikäsi laskettiin ja tositettiin 5 000 lentotuntia. Käytön rasittavuus eli käytöspektri muotoiltiin Vinkan edeltäjän, Saab Safirin, sekä suihkuharjoituskone Fouga Magisterin käyttökokemusten perusteella. Alkeiskoulukoneen rakennetta, erityisesti siipeä ja siipi-runkoliitosta, rasittavat pääasiassa liikehtelyssä syntyvät kuormitusmonikerkojen vaihtelut ("G-voimat").

Rasitukset määritettiin mittauslennoin

Kaksi koneyksilöä varustettiin G-laskureilla, jotka rekisteröivät kuormitus- tasojen ylitykset. Rekisteröinti paljasti, että koneita rasitettiin huomattavasti suunniteltua enemmän (kuva 1). Myös merkkejä rakenteen rasittumisesta (löysiä niittejä) alkoi ilmaantua siipeen ja korkeusvakauttimen kiinnitysalueille. Tätä taustaa vasten Ilmavoimat antoi vuonna 1995 Patrialle (tuolloin Finavitec Oy) tehtäväksi selvittää, voidaanko Vinkoilla saavuttaa 5 000 tunnin elinikä ennakoitua suuremmista rasituksista

huolimatta sekä voidaanko koneen rakenteen elinikää mahdollisesti jatkaa.

Työ aloitettiin laitimalla Vinkasta koko rakenteen lujuusopin elementtimalli. Väsymiselle alttiit rakenneyksityiskohdat mallinnettiin tarkemmin. Koneen puolikkaan mallissa on noin 37 000 elementtiä ja 34 000 solmua. Lisäksi siipi-runkoliitoksesta laadittiin tarkempi malli, johon tuli 92 000 elementtiä ja 115 000 solmua (kuva 2).

Vinkan rakenteiden kuormittuminen määritettiin sen suunnitteluvaiheessa käsinlaskuin ja tuulitunnelikokeisiin perustuen. Näitä vanhoja tuloksia ei pidetty tarkoitukseen käyttökelpoisina, sillä monet elinikää suuresti kuluttavat lentoliikkeet ovat lyhyitä dynaamisia tapahtumia. Rakenteiden rasitukset päätettiin määrittää lentomittauksin. Yksi Vinka varustettiin yhteistyössä VTT:n kanssa 29 venymäliuskalla, kolmella lentotietosensorilla ja tarvittavalla tiedonkeruulaitteistolla. Koelentojen ohjelma suunniteltiin Ilmavoimien esikunnan ja Ilmasotakoulun toimittamien lento-ohjelmien perusteella. Konservatiivinen käytöspektri määritettiin toistamalla koulutusohjelman lentoliikkeitä. Lentoja kertyi 11 ja lentotunteja noin 10. Spektristä rajattiin FE-mallin avulla pois lento-osuudet, joiden vaikutus eliniän kulutukseen oli vähäinen.

Lopputuloksena oli hyvässä sopusoinnussa edellä mainittujen kahden rekisteröintilaitteella varustetun koneyksilön keräämien tietojen kanssa.

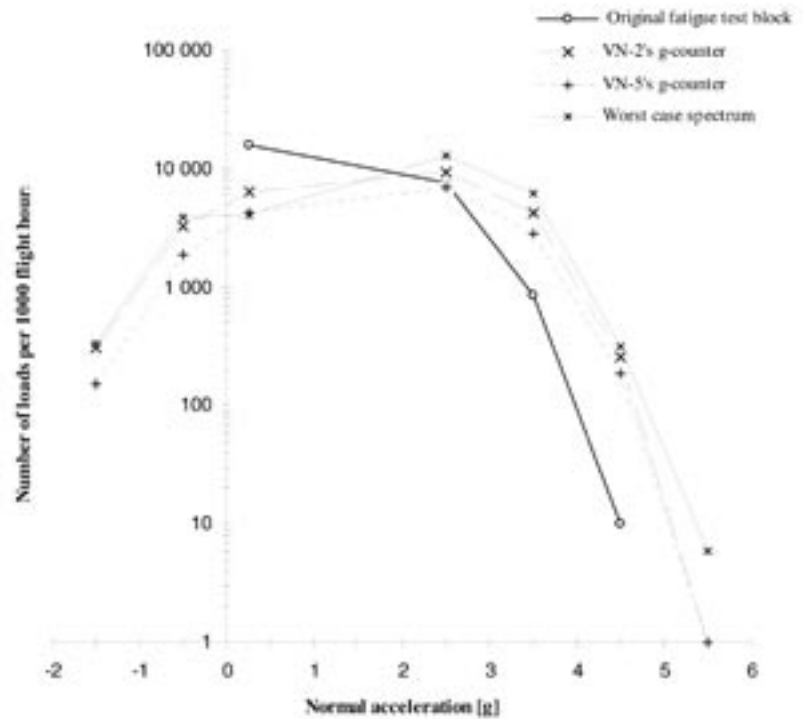
Analyysit ja väsytysoike

Kriittiset rakenneyksityiskohdat määritettiin alkuperäisen täysimittaisen väsytysoikeen tulosten, käyttökokemusten ja analyysien perusteella. Ne olivat siipi-runkoliitos (kuva 3) sekä korkeusvakauttimen kiinnitys. Siivet liittyvät rungon keskipalkkiin monipulttiliitoksella teräksisten "veitsien" avulla. Veitsien materiaalina on Aubert & Duval FDMA (30 NCD 16) ja siipisalon paarteiden vastinpinna alumiini-seos 3.1254. T6 (2014-T6). Venymäliuskoilla mitatusta tiedosta muodostettiin veitsien ja paarteen pultinreikien paikalliset rasitus-spektrit FE-mallin avulla. Elinikälaskelmat teetettiin Patrian lisäksi Teknillisen korkeakoulun Kevytrakennetekniikan laboratoriossa ja SAAB AB:lla Ruotsissa. Näin saatiin useampi toisistaan riippumaton arvio. Tulokset olivat kohtuullisen yhteneväiset, mutta materiaalidatan epävarmuus aiheutti hajontaa. Loppupäätelmäksi tuli, että 5 000 lentotunnin eliniästä ei ollut täyttä varmuutta, vaan tilanne piti varmistaa kokeellisesti.

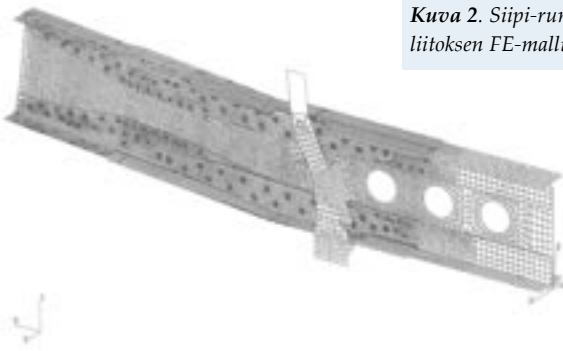
Rakenteesta suunniteltiin ja valmistettiin koekappaleet, jotka väsyttiin mitatulla spektrillä VTT:llä. Väsytykskokeissa rikkoutui yhteensä yhdeksän parretta ja kaksi paria veitsiä. Veitsien eliniäksi tuli 5 000 ja alapaarteen eliniäksi 6 000 lentotuntia hajontaker-toimella neljä. Kokeet tukivat aiempia laskelmia siinä määrin, että rakenteen eliniäksi voitiin luvata 5 000 lentotuntia todellista käyttöä. Myös eliniän jatka-minen noin 2 000 tunnilla näytti mah-dolliselta vähäisin kustannuksin.

Yksinkertainen muutostyö

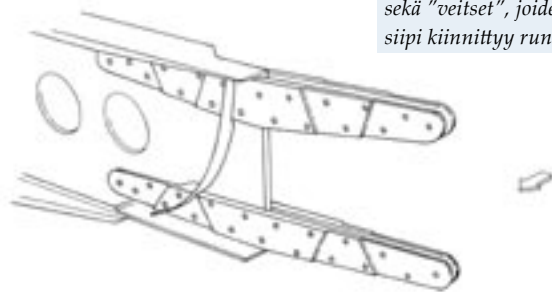
Väsytykskokeiden jälkeen Patriassa aloitettiin muutostyöt (kuva 4). Mahdollisesti ydintyneet säröt kalvettiin pois vaihtamalla siipi-runkoliitoksen 10 mm pultit 11 mm paksuisiksi. Tarvittavaksi ylikokovaraksi määritettiin 11,5 mm. Lisäksi joitakin käytössä ja väsytyksko-keessa löytyneitä niittejä uusittiin ja siipisalon uumaan lisättiin pystyjäy-kisteitä lommahtelun ehkäisemiseksi. Samalla korkeusvakauttimen levyra-



Kuva 1. Alkuperäinen 1000 lentotuntia kohden määritetty g-spektri verrattuna VN-2 ja VN-5:n g-laskureiden avulla sekä projektissa määritettyyn g-spektriin.



Kuva 2. Siipi-runko-liitoksen FE-malli.



Kuva 3. Osa rungon keskipalkista sekä "veitset", joiden välityksellä siipi kiinnittyy runkoon.

kenteinen kiinnitys vaihdettiin koneis-tetuksi käyttökokemusten perusteella.

Muutostyöt rytmitettiin kaluston tehdashuoltoihin niin, että ensimmäinen aloitettiin kesällä 2002 ja viimeinen luovutettiin vuoden 2004 lopulla. Siipi-runkoliitoksen pultinreiät tarkastettiin NDT-menetelmin ennen niiden kalva-mista suuremmiksi. Säröindikaatioita ei muutostöiden kuluessa pitkään aikaan löytynyt, mikä aiheutti epäilyjä toimen-piteen tarkoituksenmukaisuudesta. Aivan muutostöiden loppuvaiheessa kahdesta koneesta löytyi sitten säröjä, jotka olivat jo liian suuria kalvamalla poistettaviksi ja alapaarteet oli vaihdet-tava. Kyseiset koneet olisivat säröistä huolimatta kestäneet 5 000 lentotuntia, mutta jos suurempi osa kalustosta olisi saanut säröytyä näin pitkälle, eliniän jatko olisi ollut paljon kalliimpi.

Vinkan muutostyö oli siis tarpeelli-nen ja tehtiin viime tipassa. Sillä saatiin jatkettua rakenteen elinikää 2 000 tun-tia, mikä vastaa yli kymmenen vuoden

keskimääräistä käyttöä Ilmavoimissa. Neljäkymmenen prosentin lisäys len-totunneissa maksoi selvästi alle 10 % uuden alkeiskoulukoneen hinnasta pois lukien uuden tyypin huolto- ja koulutusjärjestelmän aiheuttamat lisä-kustannukset. Vinkasta on näin tulossa

Ilmavoimia kautta aikojen pisimpään palvelleet konetyyppi.▲

Lähde: *Reassessment of the fatigue life of Valmet Vinka primary trainer using the actual flight spectrum.* Jouni Pirtola, ICAF Symposium 2001.

Kuva 4. Rungon keskipalkissa olevien siiven kiinnitysreikien halkaisija kasvatettiin 10 mm:stä 11 mm:iin.





CV - Tuomo Tiainen is currently Professor of Materials Technology at the Institute of Materials Science of Tampere University of Technology, where he received his M.Sc degree in 1973 and his Doctor of Technology degree in 1980. He was appointed as Acting Associate Professor of Physical Metallurgy in Oulu University in 1980-1982 and as Associate Professor of Materials Science in Tampere University of Technology in 1983. He was a Long-term Visiting Staff Member in Los Alamos National Laboratory during the years 1986-1987 and a Research Engineer and Senior Researcher in Outokumpu Research Oy during the years 1989-1991. His current position in Tampere University of Technology he received in 1996. He was the Head of the Department of Materials Engineering in 1996-2003. Since 2003 he is the second Vice Rector of the university.

His current research interests are alloy development, deformation processing and joining of metals, long-term durability of adhesive joints and sandwich structures, metal foams and foundry technology.

METALLIVAAHDOT

– tulevaisuuden rakennemateriaalit

Metallivaahdot vastaavat rakenteeltaan jo pitkään tunnettuja solustettuja polymeerimateriaaleja eli kansanomaisesti kutsuttuna vaahtomuoveja. Metallivaahdoissa solujen väliset seinämät koostuvat kuitenkin kiinteästä metallimateriaalista ja tämä antaa metallivaahdoille poikkeuksellisia ominaisuusyhdistelmiä. Metallivaahtojen tutkimus on Suomessa ollut toistaiseksi vähäistä. Maailmalla intensiivistä tutkimusta on tehty viitisentoista vuotta ja myös kaupallisia sovelluksia alkaa olla näköpiirissä. Tämän artikkelin tarkoituksena on luoda katsaus metallivaahtojen nykytilanteeseen, niiden valmistusmenetelmiin, ominaisuuksiin ja potentiaaliin käyttösovelluksiin.

Mistä metalleista vaahtoja voidaan valmistaa?

Metallivaahdoilla tavoitellaan muun muassa keveyden, lujuuden ja jäykkyyden ominaisuusyhdistelmiä. Metallivaahtoja on valmistettu lähes kaikista metallimateriaalien ryhmistä, joskin suurin tutkimusintressi on toistaiseksi kohdistunut alumiinipohjaisiin vaahtoihin. Vaahtoja on kuitenkin valmistettu myös sinkistä ja sinkkiseoksista, tinas-

ta ja tinaseoksista, kuparista ja kupari-seoksista, sekä niukkaseosteisista että ruostumattomista teräksistä, nikkelistä, titaanista jne. Lähestulkoon jokaiselle metallimateriaalien ryhmälle on löydettävissä sille soveltuva vaahtojen valmistusmenetelmä. Vaahtoja on myös valmistettu mm. keraamisista materiaaleista ja hiilestä /1/.

Millainen rakenne metallivaahdoilla on?

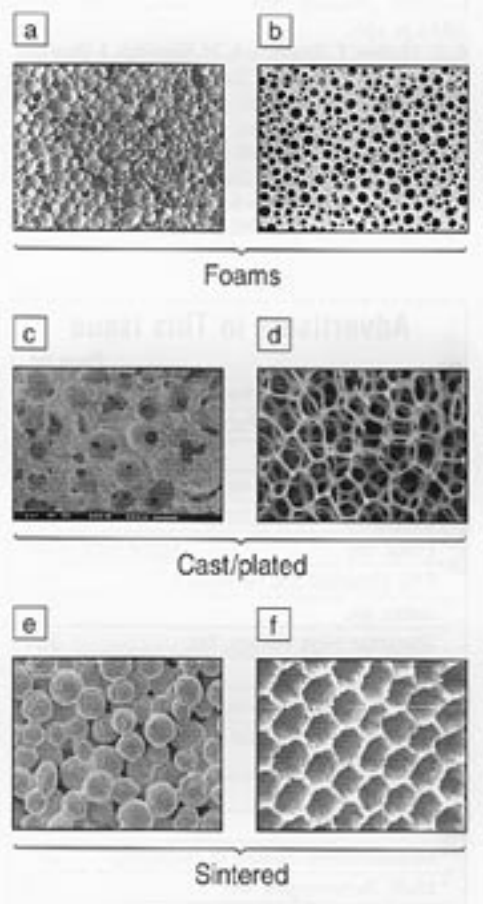
Metallivaahdot voivat olla rakenteeltaan joko suljetun tai avoimen huokoisuuden vaahtoja. Suljetun huokoisuuden vaahtojen jokainen solu on oma umpinainen kokonaisuutensa eikä neste tai kaasun virtausta solusta toiseen voi tapahtua. Avoimen huokoisuuden vaahtojen solujen välillä on virtauksen mahdollistavia aukkoja ja nesteet sekä kaasut liikkuvat solurakenteen sisällä suhteellisen vapaasti. **Kuvassa 1** on esitetty erilaisia metalleista valmistettuja vaahtorakenteita /2/.

Miten metallivaahtoja voidaan valmistaa?

Metallivaahtoja voidaan valmistaa sekä

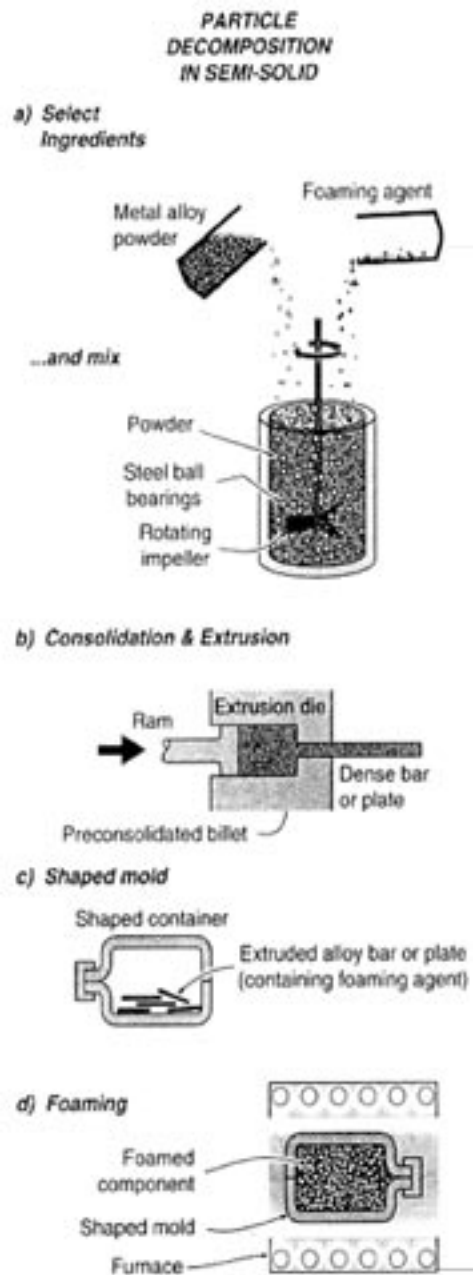
sulateitse että kiinteän tilan prosesseja käyttäen. Suljetun huokoisuuden metallivaahtoja voidaan valmistaa sekoittamalla sulaan joko kaasua tai sulan lämpötilassa hajaantuvaa, kaasua muodostavaa vaahtotusainetta ja antamalla muodostuvan vaahtojen jäähmettyä. Hajaantuvana vaahtotusaineena voi alumiiniseosten tapauksessa toimia titaanihydridi (ns. Alporas-prosessi /3/); terästen tapauksessa voidaan vaahtotusaineena käyttää metallikarbonaatteja tai -nitridejä. Kaasun sekoittaminen sulaan on yleensä taloudellisin menetelmä (esim. alumiinin tapauksessa Cymat- ja Hydro-prosessit). Tässä menetelmäryhmässä sulan koostumus ja viskositeetti ovat ratkaisevia, jotta muodostuva vaahto pysyisi stabiilina jäähmettymisensä saakka.

Avoimen huokoisuuden metallivaahtoja voidaan valmistaa joko tarkkuusvalua muistuttavalla menetelmällä valmistamalla keraaminen muotti avoimen huokoisuuden polymeerivaahdon päälle. Muotin sintrausvaiheessa polymeeri hajaantuu ja jäljelle jäävät kuitumaiset muottiontelot, jotka voidaan täyttää sulalla metallilla (ns. ERG Duocel-prosessi). Sulan jäähmettymisen jälkeen keraaminen muotti rikotaan vaahtora-



Kuva 1. Eri menetelmin metalleista valmistettuja solustettuja rakenteita: a) suljetun huokoisuuden alumiinivahto (Fraunhofer-tai Alulight-prosessi), b) Lotus-rakenne kuparissa, c) infiltraatiotekniikalla valmistettu alumiinivahto, d) pinnoitustekniikalla (INCO) valmistettu avoimen huokoisuuden nikkelivahto, e) sintrattu pronssipulveri, f) pulverimetallurgisesti valmistettu suunnatun huokoisuuden solurakenne [2].

Kuva 2. Pulverimetallurgisen vaahdotusmenetelmän eri vaiheet [3].



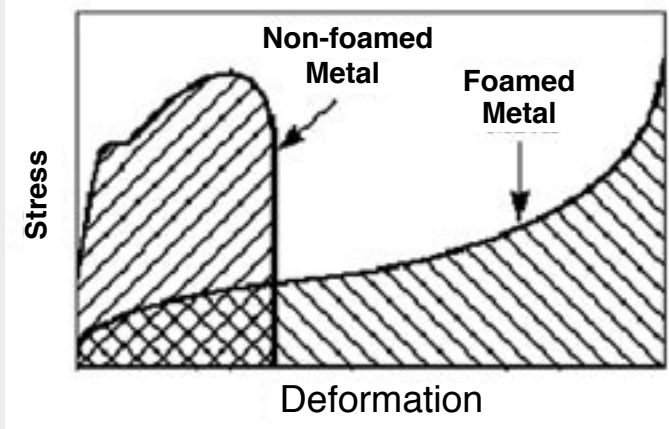
kenteen ympäriltä. Samantapainen on menettely, jossa avoimen huokoisuuden polymeerivahto (Inco-prosessi) tai polymeeripallot pinnoitetaan metallilla CVD-menetelmää käyttäen ja vaahdorakenne muodostetaan sintraamalla. Sintrausvaiheessa polymeeri hajaantuu ja poistuu rakenteesta. Inco-prosessissa jäljelle jäävät ontot metallisäikeet tiivistyvät umpinaisiksi sintrauksessa [3].

Kiinteän tilan prosesseista merkittävintä on pulverimetallurgiaan pohjautuva metallivaahdotus. Siinä lähtöaineena käytettävä metallipulveri ja pulverimaisessa muodossa oleva vaahdotusaine (alumiinin tapauksessa titaanihydridi, osuus 1-2 p%) sekoitetaan ja seos kompaktoidaan esim. kuu-

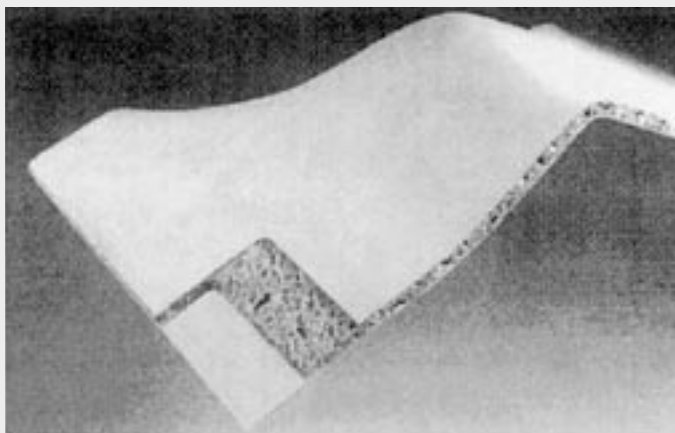
mapuristusta tai -pursotusta käyttäen haluttuun muotoon. Sen jälkeen vaahdotus suoritetaan lämpökäsittelyn avulla (ns. Fraunhofer- ja Alulight-prosessit) [3], [4]. Suorittamalla vaahdotus muuttuu saadaan aikaan halutun muotoisia vaahdokappaleita. **Kuva 2** esittää pulverimetallurgisen vaahdotusmenetelmän vaiheita [3].

Ns. syntaktisia metallivaahdotuksia saadaan aikaan valmistamalla halutusta metalliseoksesta onttoja tai umpinaisia mikropalloja esim. spraykuivausta, atomisointia tai pulssimikrovalokaaritekniikkaa käyttäen ja sintraamalla näistä vaahdorakenne joko ilman sideainetta tai sideainetta käyttäen. Sideainetta voi olla joko polymeeri tai metalli.

Syntaktiset vaahdot ovat rakenteeltaan avoimen ja suljetun huokoisuuden metallivaahdoten välimaastossa riippuen matriisimateriaalin määrästä ja jakautumisesta. Mahdollinen vaahdon valmistusmenetelmä on myös metallipulverin ja liukenevan pulverin (esim. sopiva suola) kompaktointi kuumapuristamalla ja liukenevan komponentin liuottaminen. Samoin sulkeamalla korkeapaineista kaasua metallin huokosiin HIP-prosessissa ja paisuttamalla kaasu lämpökäsittelyn avulla saadaan aikaan suljetun huokoisuuden metallivaahdot. Liuottamalla kaasua sulaaan metalliin ja erkauttamalla se sopivasti ohjatussa jähmettymisprosessissa saadaan aikaan ns. Lotus-rakenteisia vaahdot,



Kuva 3. Havainnollinen esitys kiinteän metallin (vetokuormitus) ja metallivaahdon (puristuskuormitus) jännitys-venymäkäyristä ja muodonmuutokseen absorboituvasta energiasta [6].



Kuva 4. Pulverimetallurgisesti valmistettu muotoon taivutettu kerroslevy [3].

joissa huokoisuus on orientoitunutta [5].

Millaisia ominaisuuksia metallivaahdoilla on?

Metallivaahtojen suhteellinen tiheys (tiheys verrattuna vastaavan kiinteän metallin tiheyteen) vaihtelee tyypillisesti välillä 0.02-0.35. Absoluuttinen tiheys on metalliseoksesta ja vaahdon tyypistä riippuen välillä 0.07-0.57 Mg/m³ eli selvästi veden tiheyttä pienempi; suljetun huokoisuuden metallivaahdot ovat "kelluvia" [3]. Matalasta tiheydestä on seurauksena hyvä lujuus/painosuhte samoin kuin jäykkyys/painosuhte tai-vutuskuormituksen yhteydessä. Metallivaahtojen hyvä leikkauslujuus ja murtumislujuus tekevät niistä hyviä kerroslevyrakenteiden ydinmateriaaleja. Alumiinisilla kerroslevyrakenteilla on raportoitu olevan jopa kymmenen kertaa parempi ominaisjäykkyys teräk-

seen verrattuna.

Metallivaahdoille tyypillinen piirre on niiden kyky absorboida energiaa plastiseen muodonmuutokseensa. Kuva 3 esittää havainnollisesti kiinteän metallirakenteen ja metallivaahdon jännitys-venymäkäyrää [6]. Käyrän alle jäävä varjostettu pinta-ala edustaa plastiseen muodonmuutokseen sitoutuvaa energiaa. Metallivaahdon tapauksessa energia-absorptio tapahtuu kiinteään metalliin verrattuna laajemmalla muodonmuutosalueella ja lähes vakiojännitystilanteessa. Vaahtorakenteen kokoonpuristumisen jälkeen muodonmuutokseen tarvittava jännitys alkaa kasvaa jyrkästi. Kuvatun kaltaisella energia-absorptiokäyttäytymisellä on hyvät sovellusmahdollisuudet esim. henkilöautojen turvakorirakenteissa. Vaahdon tiheyden kasvaessa myös sen kokonaisenergia-absorptiokyky kasvaa.

Mekaanisten värähtelyjen vaimennuskyky on metallivaahdoilla jopa

kymmenkertainen vastaavaan kiinteään metalliin verrattuna. Levymäisellä vaahtopanelilla ominaisvärähtelytaajuus on selvästi korkeampi kuin vastaavan neliömassan omaavalla kiinteällä metallilevyllä. Hyvä vaimennuskyky tekee metallivaahdoista potentiaalisia äänieristyslementtien materiaaleja.

Metallivaahtojen lämmönjohtavuus on hyvä johtuen suuresta lämmönsiirtopinta-alasta sekä metallisten soluseinämien hyvästä lämmönjohtavuudesta. Sama ominaisuusyhdistelmä tekee metallivaahdot myös paloa hidastaviksi materiaaleiksi. Esim. alumiinin tapauksessa pinnan hapettuminen ja pintaan muodostuva oksidikerros yhdessä hyvän lämmönjohtavuuden kanssa saavat aikaan sen, että vaahto on syttymätön suoralla liekillä kuumennettaessa. Suuri pinta-ala/tilavuussuhde tekee metallivaahdot potentiaalisiksi elektrodimateriaaleiksi elektrolyysi-prosesseissa sekä katalyytikantajiksi katalyysiin perustuvissa prosesseissa. Bioyhteensopivan titaanin tapauksessa vaahtorakenne tarjoaa hyvän kudosten kasvualustan implant-sovelluksissa. Metallimateriaalien kyky kestää korotettuja lämpötiloja tekee avoimen huokoisuuden ja kontrolloidun huokoskoon metallivaahdot soveltuviksi esim. korkeiden lämpötilojen suodatussovelluksiin.

Miten voidaan valmistaa metallivaahtoytimisiä kerroslevyrakenteita ja muotokappaleita?

Metallivaahtoytimisiä kerroslevyrakenteita voidaan periaatteessa valmistaa kolmella tavalla. Etukäteen valmistettu levymäinen metallivaahtoydin voidaan liittää metallisiin pintalevyihin liimamalla. Sulateitse tapahtuvassa vaahtodotusprosessissa muodostunut, vielä jähmettymätön vaahto voidaan johtaa metallisten pintalevyjen väliin. Tällöin on mahdollista saada jähmettymisvaiheessa oleva ydinmateriaali liittymään metallurgisella liitoksella pintalevyihin. Nämä menetelmät soveltuvat parhaiten tasomaisten kerroslevyrakenteiden valmistamiseen. Kaarevia muotoja voidaan saada aikaan pulverimetallurgisin menetelmin: esikompaktoitu pulveri/vaahtodotusainesekoitus sijoitetaan pintalevyjen väliin ja paketti kompaktoidaan esim. kuumavalssaamalla. Kompaktoitu levypaketti on ohut ja sitä voidaan jossakin määrin muovata haluttuun muotoon ennen vaahtotusta. Vaahtotuslämpökäsittelyssä ydinaine vaahtoutuu ja tuottaa kerroslevylle halutun paksuuden. Halutun muodon säilyttämiseksi on vaahtotuskäsittely turvallisinta suorittaa muotissa. Kuva 4 esittää tällä menetelmällä

valmistettua kerroslevyrakennetta /3/. Metallivaahtoytimisten muotokappaleiden valmistamiseksi voidaan kappaleen ontto pintakuori valmistaa joko valamalla tai levynmuovausta ja liittämistekniikkaa käyttäen; vaahtoydin voidaan tämän jälkeen valmistaa esim. pulverimetallurgisesti valmistetuista esikompaktoiduista aihioista (kuva 2). Koska metallivaahtoydin itsessään on kevyt, luja ja jäykkä, on tällaisella kerroslevyllä mahdollista saavuttaa poikkeuksellisen hyviä keveys-, lujuus- ja jäykkyyshdistelmiä verrattuna esim. polymeeripohjaisella ydinmateriaalilla varustettuun vastaavaan kerroslevyrakenteeseen.

Millaisia ovat metallivaahtojen potentiaaliset käyttösovellukset?

Metallivaahtojen hinnan saaminen laajan käytön mahdollistavalle tasolle edellyttää teollisuusmittakaavaisten tuotantomenetelmien käyttöönottoa. Tämä vaihe näyttää olevan käynnistymässä /7/. Laajamittaisinta käyttöä voitaneen ennustaa metallivaahtoytimisille kerroslevyille ja muotokappaleille keveinä ja jäykkinä kuori- ja kotelorakenteina. Potentiaalisia sovelluskohteita on runsaasti mm. laivanrakennus- ja venetöissä sekä ilmailu-, avaruus- ja maankuljetuskalustoa valmistavassa teollisuudessa.

Metallivaahtorakenteiden energiaabsorptiokyky on hyödynnettävissä törmäyssuojina henkilöautoissa. Laiva-, rakennus- ja autoteollisuudessa on käyttöä metallivaahtojen palonesto-ominaisuuksille palon leviämistä estävissä ja rajoittavissa rakenteissa. Melun ja värähtelyjen vaimennusominaisuudet ovat hyödynnettävissä samoissa käyttökohteissa. Nopeakäyntisissä roboteissa ja tarkkuusasemointilaitteissa voidaan hyödyntää metallivaahtoytimisten rakenteiden poikkeuksellisia keveys-, lujuus- ja jäykkyyshdistelmiä.

Muita potentiaalisia käyttökohteita ovat mm. korkean lämpötilan suodattimet, katalyytin kantajarakenteet esim. palokaasujen katalyyttisessä puhdistuksessa sekä elektrolyysipohjaisten prosessien elektrodimateriaalit.

Valimotekniikassa metallivaahtot soveltuvat täysmuottikaavauksen mallimateriaaleiksi. Metallivaahtoja voidaan hyödyntää myös implant-komponenttien ja proteesien rakennemateriaaleina.

Metallivaahtojen tutkimus Suomessa

Metallivaahtojen tutkimus Suomessa on toistaiseksi ollut vähäistä. Tampereen

teknillisen yliopiston Materiaaliopin laitoksella on tutkittu pulverimetallurgista reittiä alumiinivaahtojen valmistuksessa sekä tarkkuusvalupohjaista valmistusmenetelmää teräs- ja nikkelipohjaisten avoimen huokoisuuden metallivaahtojen valmistamiseksi. Teknillisen korkeakoulun Valimotekniikan laboratorioissa on suoritettu alustavia kokeita sulapohjaisilla alumiinin vaahtotusmenetelmillä. Metallivaahtojen laajamittainen hyödyntäminen edellyttää tutkimustyötä mm. metallivaahtoytimisten kerroslevyjen valmistusmenetelmien ja niille soveltuvien muovaus-, leikkaus- ja liittämismenetelmien kehittämiseksi.

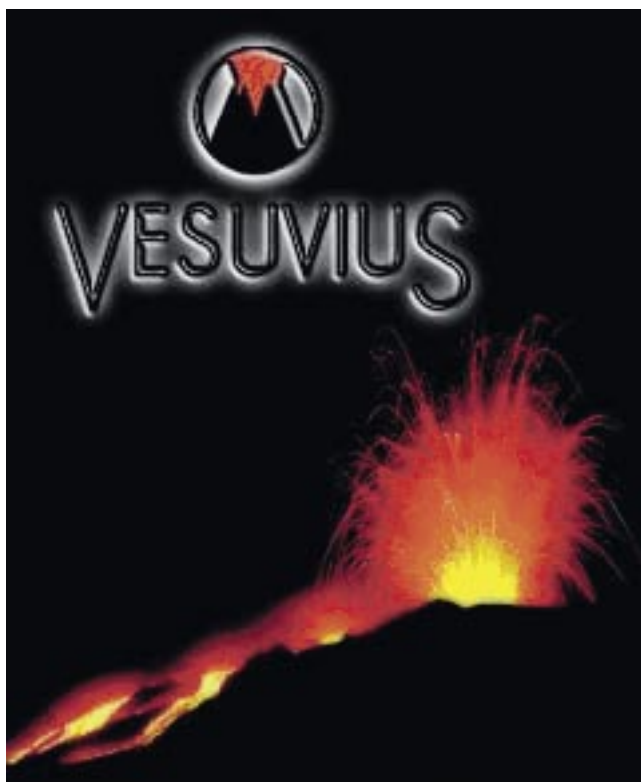
Yhteenveto

Metallivaahtoilla ja niistä valmistetuilla rakenteilla on ominaisuuksiensa perusteella erittäin potentiaalisia sovelluskohteita monilla Suomelle tärkeillä teollisuuden aloilla, kuten laivanrakennus-, kuljetuskalusto- ja koneenrakennusteollisuudessa. Tämänhetkisten näkymien mukaan tulee vähitellen tapahtumassa oleva massatuotantomenetelmien käyttöönotto johtamaan 10-15 vuoden aikajänteellä metallivaahtojen käytön voimakkaaseen yleistymiseen. Tähän kehitykseen varautuminen edellyttää myös meillä panostusta sekä materiaalien että niitä hyödyntävien rakenteiden valmistusmenetelmien tutkimus- ja kehitys-

työhön. Tutkimusta ja tietoa tarvitaan materiaaliominaisuuksista, vaahtojen käyttävien rakenteiden suunnittelusta, kerroslevymateriaalien valmistuksesta ja käyttöominaisuuksista sekä rakenteiden valmistusmenetelmistä. ▀

Lähdekirjallisuus

1. D.M. Spradling and R.A. Guth: Carbon Foams, *Advanced Materials and Processes* 161 (11), 29-31 (November 2003).
2. J. Banhart: Aluminum Foams: On the Road to Real Applications, *MRS Bulletin* 28 (4), 290-295 (April 2003).
3. M. Ashby et. al.: *Metal Foams: a Design Guide*, Butterworth-Heinemann, London 2000.
4. C.-J. Yu, H.F. Eifert, J. Banhart & J. Baumeister: Metal Foaming by a Powder Metallurgical Method: Production, Properties and Applications, *Mat.Res. Innovat* 2, 181-188 (1998).
5. H. Nakajima, T. Ikeda and S.K. Hyun: Fabrication of Lotus-Type Porous Metals and Their Physical Properties, *Advanced Engineering Materials* 6 (6), 377-384 (2004).
6. K. Staudhammer: Energy Absorption, Internet-artikkeli ([http://www-emtd.lanl.gov/TD/Prevention/Metal-Foams.html](http://www.emtd.lanl.gov/TD/Prevention/Metal-Foams.html)) (referoitu 11.1.2005).
7. H.-W. Seeliger: Aluminium Foam Sandwich (AFS) Ready for Market Introduction, *Advanced Engineering Materials* 6, 448-451 (2004).



What do sharks and our tubes and fittings have in common?



Unbeatable performance in harsh environments!

Outokumpu Stainless is a core business within Outokumpu, a dynamic metals and technology group, operating worldwide and marketing its metals, metal products, technology and services to customers in a wide range of industries. By focusing on the Group's core competence, that is, extensive knowledge of metals processing, Outokumpu's aim is to be leader in its core businesses.

Outokumpu Stainless Tubular Products offers a wide range of stainless tubes, pipes, fittings and flanges for extreme conditions.

Our large resources and decades of experience ensure products of the highest quality at short lead-times and reliable deliveries.

Our product range includes:

Process pipes, hygienic tubes, construction tubes, heat-exchanger tubes, decorative tubes, automotive tubes, spiral-welded tubes, welded fittings, threaded fittings and flanges.

Contact us for more information!

OUTOKUMPU

www.outokumpu.com

Improving Your World



OM Group, Inc. on maailman johtava metallipohjaisten erikoiskemikaalien ja pulvereiden tuottaja. Koboltin tuottajana ja jalostajana OMG on maailman suurin, nikkelin tuottajana suurimpien joukossa.

OMG Kokkola Chemicals Oy
OMG Harjavalta Nickel Oy



Lisätietoja osoitteesta
www.omgi.com



Outokumpu Copperin teknologiajohtaja Jussi Asteljoki on tutkimus- ja kehitystoiminnan harras puolestapuhuja. Hänen pääsanomansa on, että johdon tulisi hyväksyä tutkimus- & kehitystoiminta keskeisenä osana yrityksen strategiaa. Yrityksien tulisi irtaantua kustannusajattelusta ja nähdä panostukset T&K:een investointeina. Aiheen ajankohtaisuus korostuu päivä päivältä maamme teollisuuden hioessaan globaalia kilpailukykyään. Seuraavassa joitakin Jussi Asteljoen esittämiä ajatuksia.

Teksti Bo-Eric Forstén Valokuvat Leena Forstén

T&K on investointi tulevaisuuteen - MOT

Mihin T&K-toimintaa tarvitaan?

Tutkimus- ja kehitystoiminta on yritykselle tehokas ja välttämätön työväline yrityksen strategian toteuttamisessa, sekä lyhyellä että pitkällä tähtäyksellä. Kehittämällä uusia ja kilpailukyky-

Jussi Asteljoki haluaa nostaa T&K-toiminnan statusta.



sempiä teknologioita ja menetelmiä sekä parantamalla olemassa olevia, yritys pystyy varmistamaan kustannus- ja laatukilpailukykyä jatkuvuuden. T&K-toiminnassa etsitään ja tutkitaan jatkuvasti uusia ideoita ja vaihtoehtoja. Käyttökelpoiset jalostetaan uusiksi

valmistusmenetelmiksi, tuotteiksi tai palveluiksi.

Tuotekehitystoiminta antaa yritykselle mahdollisuuden syventää ja lujittaa yhteistyötä asiakkaitensa kanssa. Tuotteiden uusien sovelluskohteiden kehittäminen lähtee asiakkaan tarpeista ja työ toteutetaan monesti yhteistyönä. Prosessissa tuotetaan lisäarvoa, joka on molemmille osapuolille hyödyksi.

T&K on yritykselle myös työväline, jonka avulla toiminnan ympäristömyötäisyys, henkilöstön terveys ja turvallisuus sekä tuotteiden oikea käyttö pystytään varmistamaan.

Tutkimus- ja kehitystoiminnassa koulutetaan osajia. Uusien asioiden

oivaltaminen ja ymmärtäminen leviää yrityksen muihin toimintoihin ja koko henkilöstön osaamistaso nousee.

T&K:n merkitystä aliarvostettu liiketoiminnassa

Monessa yrityksessä T&K:n merkitys valitettavasti tunnustetaan vain puheissa. Sanotaan mielellään, että T&K on yrityksen avaininvestointi tulevaisuutta varten. Käytännössä sitä kuitenkin tarkastellaan kuluna muiden joukossa. Tuloslaskelmassa se esiintyy kulueränä. Terminä käytetään usein R&D Costs tai R&D expenditures.

Paha asia on, että säästökuurien aikana leikkuri heiluu hyvin herkästi T&K-panostusten osalta. Muiden investointien toteuttaminen jätetään harvoin kesken. Juustohöylä on T&K-toiminnan osalta tehokas tappopase.

Pääsyyinä T&K:n merkityksen aliarvioimiseen on, ettei T&K:ta ole riittävässä määrin liitetty osaksi yrityksen strategiaprosessia. Tämä taas on mitä suurimmassa määrin kiinni yrityksen johtamiskulttuurista ja johdon asenteista.

T&K on monivaikutteinen investointi

T&K täyttää kaikki investointitoiminnan kriteerit. Se on panostus, jonka tulosten odotetaan tuottavan lisää kannattavuutta sekä uusia kannattavia tuotteita. Panostuksen kannattavuuden odotusarvo voidaan arvioida ja panostuksen toteutunut kannattavuus on mitattavissa.

T&K-toiminnan taloudellisen kannattavuuden arviointi - tuotekehitys

- KARKEASTI:** Kunkin vuoden T&K-panostuksen tulisi saada aikaan uutta myyntiä, jonka volyymi on vähintään samansuuruisen kuin ao. panostus. Ts. Uuden tuotteen kehitykseen kannattaa panostaa ao. tuotteen vuosittaisen myynnin suuruinen rahamäärä.
- Peraate**
 - Käsitteiden T&K-panostuksen tulisi tuottaa kassavirtaa, jonka nykyarvo on suurempi tai vähintään yhtä suuri kuin ao. panostus
- Tuotekehitys**
 - Jos WACC on 8 %, 5 vuoden kassavirran nykyarvo on n. 4 kertaa vuotuisen kassavirran
 - Jos oletamme, että liikevoitto on 20 % myynistä, vuotuisen kassavirran on 0,2 x myynti, jonka nykyarvo on 4 x 0,2 x myynti
 - Jos investointia ei tarvita laihityksen jälkeen kaupallistamiseksi, syntynyt kassavirran nykyarvo on NPV x 0,8 myynti eli talokas syntynyt uuden myynnin on oltava > 1,25 x T&K-panos
 - Jos kaupallistamiseen edellyttää investointia, kerron on teknologisesti suoritettui.

OUTO
KOMPU

Oleellisin ero fyysisiin investointeihin verrattuna on, että mittavimmissa T&K-hankkeissa riski saattaa olla suurehko.

T&K-panostuksen vaikutus ei rajoitu pelkästään itse investointikohteeseen. Panostuksen tuloksena saadaan uusi tuote, sovellus tai valmistusmenetelmä, ja lisäksi investoinnin toteuttaminen tuo mukanaan uutta osaamista ja pätevyyttä, ja vaikuttaa henkilöstön asenteisiin ja palveluvalmiuteen. Oikein käsiteltyä panostuksella saattaa olla positiivinen imagovaikutus yrityksen pörssiin.

Miten paljon kannattaa satsata?

Kun kysymys on tuotekehityksestä, T&K-toiminnan taloudellisen kannattavuuden arvioinnille on seuraavanlainen peukalosääntö:

Kunkin vuoden T&K-panostuksen tulisi saada aikaan uutta myyntiä, jonka volyymi on vähintään samansuuruisen kuin ao. panostus. Toisin sanoen, uuden tuotteen kehitykseen kannattaa panostaa ao. tuotteen vuosittaisen myynnin suuruinen rahamäärä.

Prosessikehityksen osalta vastaava perussääntö kuuluu:

Jos kehitystyöllä voi saavuttaa 5 prosentin kustannusten alenemisen, T&K:een voi tämän saavuttamiseksi karkeasti panostaa vähintään 10 prosenttia vastaavan liiketoiminnan volyyymistä.

Perusteknologiastategiat

Jotta yritys pystyisi käyttämään T&K:ta taloudellista kehitystään tukevana toimintana mahdollisimman tehokkaasti, panostuskohteet on valittava yrityksen teknologiastategian mukaisesti.

Yrityksen T&K-toiminta määräytyy yrityksen teknologiastategian mu-

kaan. Kannattavan T&K-toiminnan perusedellytyksenä on, että panostukset tehdään yrityksen valitseman linjan mukaisesti. Teknologiastrategialle on joitakin perusvaihtoehtoja, jotka määrittävät yrityksen yritys-kulttuurin, toimintatavan ja osaamis-pohjan mukaan.

T&K-toiminnan taloudellisen kannattavuuden arviointi - prosessikehitys

- KARKEASTI:** Jos kehitystyöllä voidaan saavuttaa 5 %:n kustannusten alenemisen, voidaan karkeasti panostaa T&K:een tämän saavuttamiseksi vähintään 10 % (jopa 25 %) vastaavan liiketoiminnan volyyymistä
- Tuotantokustannusten aleneminen**
 - Oletamme edelleen, että myynnin tuottama kassavirta on 20 %
 - Kustannukset ovat lähtien 0,8 x myynti
 - Jos pyrimme alentamaan kustannuksia 5 %, on kustannusten alenema ei laihitynyt kassavirta 0,04 x myynti
 - Kun WACC on 8 % ja oletamme tarkastelujaksoksi 10 v, on lähtökäynnin kassavirran nykyarvo 6,7 x 0,04 x myynti = 0,27 x myynti
 - Tämän saavuttamiseksi voimme panostaa kehitykseen (ja tarvittaviin investointeihin) 0,27 x vuotuisesta myynnistä vastaava rahamäärä
 - Esim. jos myynti on 10 MEUR, voimme panostaa 2,7 MEUR kehitykseen (ja investointeihin)
 - Jos tarkastelujaksoksi oletamme vain 3 vuotta, on vastaava luku vielä 1 MEUR

OUTO
KOMPU

Perinteisesti puhutaan neljästä pääryhmästä, joista neljäs, kutsunanimeltään Luopuja ei ole kiinnostava T&K:n kannalta. Muut kolme ovat:

Johtaja (Technology leadership)

Tähän ryhmään kuuluvat yritykset, jotka satsaavat voimakkaasti tutkimukseen ja kehitykseen. Panostuksissa on paljon riskiä, mutta onnistuessa voitot voivat olla huomattavat (High risk – high reward). Tässä ryhmässä yrityksen ydinteknologiat on kehitetty omin resurssein. Yritykset pyrkivät myös suojaamaan saavuttamansa T&K-tulokset.

Nopea seuraaja (Fast follower / early adapter)

Yrityksen strategia edellyttää tekno-

logian kehityksen tarkkaa seuranta ja valmiutta nopeisiin reaktioihin. T&K-toiminnassa on edelleen huomattavia riskejä ja T&K-panostukset on tarkoin valikoitava.

Voimakas seuraaja (Strong follower / smart adopter)

Oman teknologian kehittämisessä otetaan opiksi muiden, edelläkävijöiden virheitä. Tavoitteena on karsia virhekustannukset nolllaan. "Get it right first time".

Kehitysporfolion sisältö ja rakenne

Kannattavan T&K-toiminnan takeena on, että yrityksen kehitysporfolio on asiakas- ja liiketoimintalähtöinen sen lisäksi, että se on tasapainoinen ja että yrityksen T&K-resurssit on mitoitettu oikein.

Mitä kaikkea voi sisältyä menestyvän yrityksen kehitysporfolioon:

Perustutkimus

Tyypillistä on, että tämä tehdään yliopistoissa ja korkeakouluissa. Yritys

voi olla mukana yhteistyöpartnerina. Riskit ovat alhaiset ja kustannukset kohtuulliset. Tuottona on tiedon ja osaamisen lisääntyminen.

Hakeva tutkimus

Tämän tyyppinen T&K-toiminta suoritetaan sekä yrityksissä että korkeakouluissa ja yliopistoissa. Yleensä yritys on mukana tavalla tai toisella. Etsitään, kokeillaan ja tutkitaan uusia ideoita ja mahdollisuuksia. Alhainen riski ja kohtuulliset kustannukset. Luodaan kuva eri mahdollisuuksien potentiaalista ja saadaan käyttökelpoiset hyötykäyttöön.

Läpimurtoteknologioiden kehitys

Tällainen kehitystoiminta suoritetaan yrityksissä. Yleensä kallis toiminta, jo-

hon liittyy melkoisia riskejä. Toisaalta tulos voi olla erittäin tuottava.

Jatkuva kehittäminen

Ongelmat ratkaistaan pienin askelein. Usein kysymys on pullonkaulojen avaamisesta. Riskitaso on alhainen ja suhteellinen kannattavuus erinomainen. Tulokset pystytään nopeasti hyödyntämään ja takaisinmaksuaika on lyhyt.

Tuotekehitys

Tuotekehitys tapahtuu pääsääntöisesti yrityksissä. Yliopistojen ja korkeakoulujen palveluja ja mahdollisuuksia käytetään tarvittaessa. Riskitaso on alhainen ja kannattavuus arvioitavissa. Kaupallistamisen onnistuminen on riippuvainen asiakkaista ja heidän tarpeistaan.

Käyttösovellusten kehittäminen

Luodaan omille tuotteille uusia markkinoita tai kehitetään nykyisiä tuotteita vastaamaan uusia sovellusmahdollisuuksia. Jalostusarvo nousee ja asiakassuhteet syvenyvät. Kannattavuus arvioitavissa.

Laadukas T&K-toiminta

Yrityksen tutkimus- ja kehitystoiminta voidaan luokitella eri kriteerien perusteella. Seuraavassa World Class -tason tuntomerkit:

* Korkeatasoinen johtajuus. Yrityksen johto mieltää T&K:n keskeiseksi strategiseksi voimavaraksi.

* T&K on synkronoitu täysin yrityksen strategiaprosessiin. Tämä edellyttää, että T&K-organisaatio tuntee yrityksen ja yksiköiden strategiat, tavoitteet ja arvot.

* Markkinointi ja tuotanto ovat täysin kytkeytyneet mukaan T&K-toimintaan

Teknologia-johtajan keskeiset teesit

T&K on erittäin kannattava investointi.

T&K-panostusten leikkaaminen on onneton tapa säästää.

Viisaasti T&K:een investoiva yritys menestyy.

T&K on keskeinen osa yrityksen strategiaa.

Johdon asenne ja toiminta määräävät T&K:n tuloksellisuuden.▲

ja yhteistyö on kiinteää.

* Tiedonkulkua on varmistettu niin vertikaalisesti kuin horisontaalisestikin.

* Asiakkaiden tarpeet ja vaatimukset tunnetaan ja uudet osataan ennakoida. T&K-henkilöstö tuntee asiakkaat.

* T&K-prosessi on vaikuttava, tehokas ja nopea.

* T&K-toiminnan onnistumista mitataan jatkuvasti

* Yrityksessä on asenne hyvän laadun tekemiseksi ja täydelliseen asiakastytyväisyyteen pyrkimiseksi

* Korkeatasoinen ihmisten johtaminen. T&K:ta ja sen henkilöstöä arvostetaan.

* Yrityksellä on osaamisvarantonsa hallinnassa ja kehittää sitä asiakkaiden muuttuvien tarpeiden ja oman tavoitteidensa mukaisesti.

Johto ratkaisee

T&K perustuu mitä suurimmassa määrin loogiseen ajatteluun ja panostus seläiseen ei yleensä mene hukkaan. Yritykselle T&K on erittäin kannattava investointi, kun yrityksen projektiportfolio on huolellisesti mietitty ja panostus tukee yrityksen strategiaa ja tavoitteita. Tämä edellyttää, että T&K-johdon sama tieto portfolion ja osaamisrakenteen kehittämiseksi on relevanttia. Kommunikaatio johdon, T&K:n, myynnin, markkinoinnin ja tuotannon kesken pitää olla avoin ja toimiva.

Vasta yrityksen johdon vankan osallistumisen ja sitoutumisen myötä T&K:sta tulee osa yrityksen kehitys- ja suunnitteluprosessia, jolloin siitä saadaan yrityksen kannalta kaikki hyöty irti.▲



T&K on kannattava käytännössäkin

Jussi Asteljoella on esittävä vaikuttavia esimerkkejä kannattavista T&K-panostuksista sekä omasta takaa että muualta maailmassa. Seuraavassa kaksi, made by Outokumpu Copper.

Toinen koski nauhavalun laadun parantamista Finspångin tehtaalla.

Projekti lähti käyntiin liian suuresta romutusprosentista. Romutuksen syynä oli, että ohuessa nauhassa esiintyi reikiä. Tavoitteeksi asetettiin romutusprosentin alentaminen neljästä kahteen.

Panostus hankkeeseen oli 4,5 miestyövuotta, mikä rahaksi muutettuna on 450 000 euroa. Kun tavoite vuonna 2002 saavutettiin, oli noin 900 tonnia enemmän lopputuotetta. Tämä antoi noin 2 miljoonan euron lisän vuotuisen liikevoittoon.

Toinenkin hanke koski nauhan valmistusta. Työnimenä oli TFX-Induktiivinen nauhan hehkutusmenetelmä.

Projektin tavoitteena oli kehittää aiempia kustannustehokkaampi menetelmä ja se toteutettiin yhteistyössä englantilaisen yrityksen kanssa.

Menetelmä löydettiin ja sen seurauksena investoitiin noin 3,5 miljoonaa euroa hehkutuslaitteeseen Zutphenin tehtaalla Hollannissa.

Investoinnin avulla saavutettiin tavoiteltu 50 prosentin kapasiteetin lisäys. Uusi, aiemman kaltainen hehkutuslaite olisi maksanut noin 10 miljoonaa euroa.

Sama menetelmä on sittemmin otettu käyttöön Malesian ja Delawaren tehtailla.▲



Uusi Ruukki on enemmän kuin Rautaruukki, Rannila, Fundia, Gasell ja Asva yhteensä.

Yhdistimme viiden vahvan metalliosaajan ammattitaidon ja kokemuksen yhden yhtenäisen nimen alle. Uusi Ruukki toimii asiakkaansa vahvana lenkinä hänen prosesseissaan jo suunnittelusta aina pitkälle vietyihin kokonaisratkaisuihin saakka.

Meidät tullaan jatkossa tuntemaan huippulaatuisista metalliratkaisuista, joita toimitamme rakentamiseen sekä konepaja- ja metallituoteollisuudelle. Toimimme yli 20 maassa noin 12 000 ammattilaisen voimin. Tavoittemme on jatkaa hyvässä vauhdissa olevaa kehitystämme yhdeksi alan merkittävimmistä toimijoista Euroopassa.

RUUKKI
more with metals

Tekes vauhdittaa metallitekniologian uusiutumista

Teksti Bo-Eric Forstén Kuvat Leena Forstén

NewPro käynnistyi loppuvuodesta 2004. Tämä asiakaslähtöinen teknologiaohjelma kestää vuoteen 2009 asti. Ohjelman laajuus on 20 miljoonaa euroa, josta arviolta puolet on Tekesin rahoitusta. NewPro on arvokkaassa seurassa. Tammikuussa käynnistyi nanotekniologian kehittämiseen ja hyödyntämiseen tähtäävä ohjelma FinNano. Sen kokonaisbudjetti on 70 miljoonaa euroa, josta 43 miljoonaa tulee Tekesiltä. Toinen tammikuussa käynnistynyt teknologiaohjelma keskittyy tehostamaan mallinnus- ja simulointitekniikoiden siirtymistä yritysten käyttöön. Tähän MASI-ohjelmaan Tekes satsaa 46 miljoonaa euroa. Ohjelman kokonaiskustannukset arvioidaan 92 miljoonaksi euroksi.

NewPro vauhtiin

Metallitekniologian ystävät ovat kuitenkin kiittolisuudella ottaneet NewPron omakseen. Toukokuun alussa pidettyyn ohjelman ensimmäiseen vuosiseminaariin osallistui yli 150 henkilöä. Yleisön kokoonpanosta päätellen metallitekniologian kehittämällä on laaja kannatus. Salissa olivat edustettuna ylineljäkymmentä erisuuruista yritystä. Lisäksi paikalla oli, paitsi kaikkien alalle merkittävien yliopistojen, myös joidenkin ammattikorkeakoulujen ja muiden oppilaitosten edustajia sekä tutkimuslaitosten ja alan järjestöjen asi-

Sakari Tamminen (vas.) ja Peter Sandvik.



antuntijoita. Päivän juontajina toimivat Outokummun teknologia- ja ympäristöjohtaja *Jorma Kemppainen*, aamupäivän puheenjohtajana ja Rautaruukin tutkimus- ja kehitysjohtaja *Peter Sandvik* iltapäivän puheenjohtajana. Outokummun johtaja *Juho Mäkinen* lausui päätöksen. Kemppaisen ja Mäkinen juontojen välillä kuunneltiin yhteensä yksitoista mielenkiintoista esitelmää.

Materiaalitekniologia mukana Tekesin listoilla

Metallitekniologian kestävän kehityksen kannalta merkittävimmän puheenvuoron piti Tekesin pääjohtaja *Veli-Pekka*



Saarnivaara. Hän aloitti toteamalla, että samalla kun T&K, innovointi ja koulutus ovat osoittautuneet tehokkaiksi apuvälineiksi yhä kovenesssa globaalissa kilpailussa ovat suomalaisten yritysten T&K-rahastukset huolestuttavasti vähenemässä, tai ainakin kasvu on niiden osalta pysähtynyt. Emme saa antaa Suomen kansainvälisissä vertailuissa keräämien kehujen hämätä meitä, itsetyytyväisyys on paha tauti.

Hän kiitti valtioneuvoston pari viikkoa aikaisemmin julkitullutta päätöstä kehittää maan tutkimusjärjestelmän rakennetta. Ohjelman pääteemoina ovat valikoivuus, relevanssi ja kansainvälinen yhteistyö.

Kommentoidessaan ohjelman pääkohtia pääjohtaja Saarnivaara totesi mm.: "Emme voi olla kaikessa parhaita, mutta meidän tulee pystyä siihen niillä sektoreilla, joissa olemme parhaita".

Kilpailu Tekesin suosiosta ja rahoituksesta on kova eri teollisuudenalojen kesken. Metallinjalostajat lähtevät tähän kilpailuun melko haasteellisista asetelmista. Edustaahan Metallin ainakin ulkopuolisten silmissä vanhaa vankkaa osaamista, kun taas Tekes rahoittajana tuntuu mielellään tukevan haasteita ja riskejäkin tarjoavia uusia aloja. Näiden osaamisen kehittämiseen saattaa kulua vuosikymmeniä. Tätä taustaa vasten Tekesin teknologiaohjelmaa, NewPro – Uusiutuva metallitekniologia – uudet tuotteet, on pidettävä merkittävänä tunnustuksena metallinjalostajien kehitystyölle ja uusiutumishalulle.

Hän huomautti, että sektoritutkimuksessa, so. valtion avulla toimivat tutkimuslaitokset, on parantamisen varaa. Tehdyt analyysit ovat osoittaneet, etteivät resurssit kaikilta osin ole kohdallaan, eivätkä tavoitteet aina optimaalisesti asetettuja.

Saarnivaaran mukaan ohjelma luo myös yliopistoille melkoisia haasteita – nykyinen hallintorakenne ei ole paras mahdollinen.

Ohjelman toteuttamiseen liittyviä toimenpiteitä on jo valmisteilla eri työryhmissä KTM:ssä.

Pääjohtaja Saarnivaaran selvitystä siitä miten Tekes valitsee painopistealueensa toiminnassaan seurattiin korva tarkkana ja toteamus, että materiaalitekniologia on Tekesin painopistealueiden joukossa, otettiin mieliihin vastaan.

Metallinjalostajille Veli-Pekka Saarnivaaralla oli selvä resepti:

*Luokaa lisäarvoa palveluihin, uudista-
kaa tuotteistonne, kehittäkää lisää ympä-
ristömyönteisiä ja energiaa säästäviä val-
mistusprosesseja ja pyrkikää vähentämään
sivutuotteiden määrää.*

Asiakkaat fokuksessa

Rautaruukin toimitusjohtaja *Sakari Tamminen* loi esitelmässään "Metallien jalostuksen näköaloja" katsauksen eurooppalaisen ja suomalaisen metallien jalostuksen nykytilanteeseen ja tulevaisuuden näkymiin. Loppusanoissaan hän painotti, että NewPro-ohjelma on merkittävä myös alan asiakaskunnalle. Ohjelman avulla metallinjalostajat





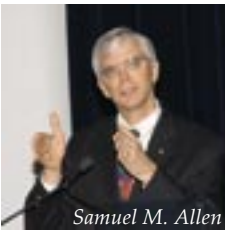
Jorma Kemppainen

pyrkivät vahvistamaan nykyisiä asiakassuhteita ja luomaan uusia.

Outokumpun Jorma Kemppaisen otsikkona oli *European Steel Technology Platform*. Esityksessään hän selvitti miten eurooppalainen terästeollisuus on valmistautunut kohtaamaan ympäristönsuojelun, terveydenhuollon ja työturvallisuuden haasteita. Parhaana yleislääkkeenä tässä yhteydessä ovat turvallisten, puhtaiden, kustannustehokkaiden ja vähän pääomaa vaativien teknologioiden kehittäminen.

Terveisiä USA:sta

Professori Samuel M. Allen, Massachusetts Institute of Technology, kertoi tutkimustoiminnan ja tutkijakoulutuksen rakenteesta USA:n yliopistoissa. Hän kertoi pulveriteknologian käytöstä valmistusmenetelmänä sekä arvioi mihin suuntaan tutkimus on menossa USA:ssa. Hän mainitsi neljä eri aluetta, joiden merkitys kasvaa



Samuel M. Allen

jatkuvasti: nanoteknologia, bioteknologia, tietoteknologia ja erinäiset makrosysteemit, jotka palvelevat kestävää energiankäyttöä.



Kari Tähtinen

Kari Tähtinen, silloisen Imatra Steel Oy Ab:n toimitusjohtaja, arvioi teknologi- aohjelmien merkitystä metallien jalostajien kehitykselle. Tärkeinä seikkoina hän piti kykyä ottaa oppia muiden toiminnasta ja nähdä toimitus/arvoketju kokonaisuutena, oppia kuuntelemaan asiakkaiden viestejä samalla kun antaa materiaali-osaamisensa asiakkaiden käyttöön.



Harri Natunen

Boliden Kokkola Oy:n toimitusjohtaja Harri Natunen esitti Boliden Suomen yksiköt ja niiden kehitystoiminnan painopisteet. Ilmeni, että kupariin keskittynyt Boliden Harjavalta Oy ostaa kiinteällä vuosisopimuksella suurimman osan kehityspanoksestaan

Outokumpu Research Oy:ltä. Sen sijaan sinkkiä valmistava Boliden Kokkola Oy:llä on oma vahva tutkimus- ja kehitysosasto.

Tämän jälkeen syvennyttiin itse ohjelmiin. Ensiksi johtaja Kimmo Halme, Advansis Oy, esitti näkemyksensä Metallurgian mahdollisuudet -ohjelmasta, jonka jälkeen NewPro:n ohjelmapäällikkö Jouko Lassila antoi uutta ohjelmaa koskevan tilanneraportin.

Ruostumaton, Moppaus ja UKRA

Päivän päätteeksi tutustuttiin asiantuntevassa opastuksessa yhteen tutkimushankkeeseen ja kahteen yritys-hankkeeseen.

Tutkimushankkeessa "Ruostumaton" selvitetään ja kehitetään valmistusmenetelmiä ruostumattoman teräksen uusille sovelluksille kuljetusvälineissä ja prosessilaitteissa.

Outokumpu Stainless Oy:n tutkimusjohtaja Jussi Yli-Niemi toimi seminaarissa hankkeen puhemiehenä.



Jussi Yli-Niemi

Moppaus tarkoittaa ohjelmamurteella *Monimuotoisten ohutlevytuotteiden pikavalmistusta numeerisella painomuovauskoneella*.

Tuotekehityspäällikkö Mika Alm, Sheet Metal Innovations SMI Oy Ltd, sai yleisönsä vakuuttuneeksi siitä, että moppaus on taitolaji, vaikkakin ainutlaatuinen kone on käytettävissä.

Lopuksi UKRa:n, eli *Ultralujat kuumavalssatut ratkaisut painokriittisiin sovelluksiin*, maailma avautui Rautaruukki Oyj, Ruukki Productionin tuotekehityspäällikkö Jukka Kömin opastuksella.



Mika Alm saa teknistä apua Hannamari Hankaniemeltä (Outokumpu Technology Oy).

Juho Mäkisen kontolle tuli kiitosten esittämisen suuntaan jos toiseenkin. Hän muistutti, että NewPro-ohjelman tavoitteena on erikoistuotteiden osuuden kaksinkertaistaminen vuoteen 2009 mennessä metallinjalostajien tuotannossa. Tavoite tarkentuu kun erikoistuotteiden osuus metallinjalostajien laskutuksesta vuonna 2004 saadaan määritellyä.

Seuraava NewPro vuosiseminaari on suunniteltu pidettäväksi syksyllä 2006.▲



Jukka Kömi



Juho Mäkinen



Tekesin NewPro-ohjelman ensimmäisessä vuosise-minaarissa sulateltiin myös menneiden vuosien saavutuksia. Tekes teettää aina teknologiaohjelmistaan ulkoisia arviointoja. Niinpä Advansis Oy:n Kimmo Halme kertoi seminaariväelle miltä teknologiaohjelman, Metallurgian Mahdollisuudet 1999-2003, toteutus ja tulokset näyttivät ulkopuolisen silmissä. Hyvältähän ne näyttävät, ainakin tämän ammattiarvostelijan esittämistä havainnoista päätellen.

Teksti Bo-Eric Forstén Kuva Leena Forstén



Metallurgia osasi käyttää mahdollisuutensa



Seminaarin pitohetkellä toukokuun alussa arviointityö oli vielä loppusilauksella, mutta keskeiset arviointitulokset olivat jo selvillä.

Teknologiaohjelman toteuttamiseen osallistuneiden kokemukset ja mielipiteet ovat dokumenttianalyysin ohella muodostaneet arviointityön pohjan. Ohjelmassa oli yhteensä 17 yrityshanketta ja 11 tutkimushanketta. Jokaisen hankkeen kohdalla on haastateltu ainakin kahta henkilöä. Tämän lisäksi ohjelman johtoryhmän jäsenien, projektipäälliköiden ja asiakasedustajien ajatukset on taltioitu haastattelujen ja kyselytutkimusten avulla.

Kimmo Halme esitti kyselytulosten perusteella tehdyn neliosaisen graafisen yhteenvedon hankkeiden onnistumisesta. Tässä vapaamuotoinen tulkinta pylvädiagrammeista.

Ensimmäinen koski hankkeiden haastavuutta. Selvä enemmistö koki hankkeet melko haastaviksi tai erittäin haastaviksi. Suurin haastavuus löytyi teknologian puolelta.

Tavoitteiden saavuttamisesta oltiin pöytätyöisempiä. Yleisin käsitys oli kuitenkin, että tavoitteet saavutettiin täysin tai suurelta osin. Tavoitteiden soveltamisessa ja hyödyntämisessä nähtiin eniten puutteita.

Tutkimuksessa kysyttiin myös miten hankkeen olisi käynyt, jollei se olisi ollut osana ohjelmaa. Moni oli sitä mieltä, ettei hanke todennäköisesti olisi käynnistynyt lainkaan, ja melkein yhtä monta, että se olisi toteutunut pienemmässä mittakaavassa tai joskus myöhemmin. Yhtä mieltä oltiin siitä, ettei hanke olisi erillisenä saanut vastaavaa näkyvyyttä.

Kokonaisarviosta ilmeni, että ohjelmaa pidettiin yleisesti melko onnistuneena. Hankkeiden onnistumisen suhteen "erittäin onnistunut" oli yleisin arvosana.

Hankkeiden onnistumista edesauttoivat mm. sisään ajatut yhteistyökuviot, henkilöiden osaaminen ja innostus, määritellyt selkeät tavoitteet ja käytännön soveltajien osallistuminen kehitystyöhön.

Erikoiskäsitöksen sai ohjelman koordinaattorin *Jorma Rekolan* aktiivisuus ja toimintatapa.

Suurimman kritiikin kohteena oli liiketoimintajohdon heikko sitoutuminen hankkeisiin.

Ulkoisen arvioijan näkemykset Kimmo Halme esitti erilaisina havaintoina.

Ohjelman tavoitteet

Kimmo Halme luonnehti ohjelmaa erittäin tavoitteelliseksi. Läpimenoaika ja sen puolittaminen ovat ohjelman poikkeuksellisen konkreettinen tavoite. Ohjelmassa on kuitenkin toteutettu myös hankkeita, joiden merkitys läpimenoaikaan on välillinen. Läpimenoajan lyhentäminen on toiminut eräänlaisena viitekehystenä.

Ohjelman kattavuus

Ohjelmaa rakennettiin pitkälti Metallinjalostajien jäsenien tutkimustarpeiden pohjalta. Tämän seurauksena teollisuuden sitoutuminen on ollut poikkeuksellisen voimakasta. Ohjelmaan sitoutuneet tahot ovat pääasiallisesti edustaneet teknologiajohtoa tai ylintä johtoa. Liiketoimintajohdon vähäisempi sitoutuminen

on näkynyt joidenkin hankkeiden toteuttamisessa.

Ohjelma suuntautui lähinnä alan suurten yritysten prosessien kehittämiseen, pk-yritykset olivat substanssiosaimisen puutteessa harvassa. Voidaan kysyä olisiko ohjelma voitu suunnata niin, että mukaan olisi saatu enemmän pk-yrityksiä.

Ohjelman toteutus

Ohjelman infrastruktuuri oli hyvin rakennettu ja toteutettu. Ohjelmakoordinaattorin toimintatapaa on pidetty erittäin hyvänä. Hän on omalla toiminnallaan tuonut projekteihin kokonaisnäkemystä ja tietoa ohjelmasta yleensä. Kehittämistarve on tullut teollisuudesta, mutta ratkaisumallit ja ideat ovat usein olleet tutkimussyntyisiä. Tutkijoilla on ollut riittävä vapaus, ja ohjaus on ollut joustavaa. Tärkeänä asiana on pidetty sitä, että johtoryhmät ovat edustaneet laajaa asiantuntemusta.

Yhteistyö

Yhteistyö teollisuuden ja korkeakoulujen välillä on ollut poikkeuksellisen tiivistä. Osallistujien välistä synergiaa on luotu kokoamalla hankkeet yhteisten tutkimusongelmien ympärille.

Sen sijaan hankkeiden välillä yhteistyö on ollut vähäistä ja ohjelmaston synergia siten jäänyt heikoksi. PK-yritysten rooli on vaihdellut ja yhteistyön merkitys on tältä osin ollut vähäinen. Käytännön soveltajien osallistumisen kautta tutkijat ovat saaneet arvokasta palautetta ratkaisujen toimivuudesta.



Tavoitteiden saavuttaminen

Hankekohtaiset tavoitteet ovat suurimmassa osassa projekteja saavutettu, osassa jopa ylitetty. Ohjelman aikana on saavutettu merkittäviä parannuksia läpimenoaikoihin. Tulokset näkyvät mm. kasvaneena kapasiteettina, hylkäysten määrän pienenemisenä ja uusina teknologioina mahdollisuuksina.

Ohjelman tulokset ja vaikutukset

Ohjelman myötä metallinjalostusteollisuus on vahvistanut mallintamisen hyödyntämistä keinona valmistusprosessinsa parantamistyössä. Yhteistyöverkko on ollut ennestään olemassa, mutta ohjelman kautta on luotu yksittäisiä

kontakteja metallurgisen ja muun alojen tutkimuksen välillä. Tutkimusyksiköissä koetaan, että teollisuuden luottamus tutkimustoiminnan teolliseen ja taloudelliseen hyödyllisyyteen on edelleen lisääntynyt. Korkeakouluissa teollisuuden sitoutuminen on nähty ensiarvoisen tärkeänä. Se on mahdollistanut toiminnan jatkuvuuden edesauttamalla rahoituksen hankintaa.

Osaaminen sekä korkeakouluissa että yrityksissä on vahvistunut. Erikoistuminen ja työnjako teollisuuden ja korkeakoulujen välillä tutkimus- ja kehittämistoiminnassa on lisääntynyt. Korkeakouluissa tehtävän pitkäjänteisen tutkimuksen ja alan osaajien tuottamisen merkitys korostuu.

Hyvin toteutettu teknologiaohjelma, toteaa Kimmo Halme.▲

NewPro-ohjelma kesäkuussa 2005

Tutkimushankkeet (5 hanketta, yhteensä noin 2,3 milj.€)

Hot-Link tuotelähtöinen sulametallurgia (Hot-Link) Valusta ja sulametallurgiasta on suora yhteys tuotteisiin ja asiakkaisiin. Projektissa kehitetään uusia laskennallisia työkaluja terästen tuoteominaisuuksien ja laadun parantamiseksi. Tavoitteena on ilmiöiden kuvaaminen, mallintaminen sekä erityyppisten mallien liittäminen yhteen. Projektin tuloksia käytetään uusien teräslajien ja tuotteiden kehittämiseen.

Toteuttajat: TKK, Metallurgian laboratorio, prof. Lauri Holappa, TKT Seppo Louhenkilpi, TKK Materiaalien valmistustekniikka, VTT Prosessit, OY Prosessimetallurgia, JY Tietotekniikka Kolme osallistujayritystä.

1.1.2005 - 31.12.2007 Panostus 875 000 €

Hot-Link USA Hot-Link-hanketta tukeva hanke, johon, DI Sami Vapalahti osallistuu University of Illinois'in vierailijana tutkijana. Vierailu kestää 30.9.2006 saakka ja tähän osaan on varattu 60 000 euroa.

Metallilevyn integroitu ohutkalvoaurinkokenno (MePV) Projektissa selvitetään kupari- ja teräsvälyvyn integroidun ohutkalvoaurinkokennon valmistamista. Tarkasteltavana on kaksi vaihtoehtoa: kuparikalkopyriittipohjaiset kennot (CIS-CuT-kennot) ja titaanioksidipohjaiset nanoranteiset väriaineherkistetyt kennot (DSSC-kennot). Ensimmäisenä vuonna selvitetään edellytykset kelalta kelalle -prosessin toteuttamiseksi demonstroimalla valmistuksen kriittisiä vaiheita laboratoriomittakaavaisilla kokeilla.

Toteuttajat: TKK Materiaalitiede, prof. Simo-Pekka Hannula, DI Eero Haimi, TKK Energiateknologiat. Neljä osallistujayritystä.

1.1.2005 - 31.12.2005. 200 000 €

Ruostumattoman teräksen uudet tuotesovellukset kuljetusvälineissä ja prosessilaitteissa (Ruostumaton) Tavoitteena on määrittää ruostumattomien terästen käytön teknistaloudelliset perusteet prosessiteollisuuden laitteissa ja kuljetusvälineissä. Projektissa kehitetään nykyisiä ja kartoitetaan uusia sovelluksia sekä luodaan työkalu ruostumattomien teräsrakenteiden teknistaloudelliseen arviointiin. Projektissa selvitetään: erilaisten käyttökohteiden asettamat tuotteen valmistusprofiilit, optimaalisen käytön esteenä olevat tekniset ongelmat, puutteet nykyisessä tietämyksessä materiaalien ominaisuuksista sekä eri valmistustekniikat ja näiden vaikutukset lopputuotteen ominaisuuksiin. Tutkittavat materiaalit ovat austeniittisiä, ferriittisiä ja austeniittis-ferriittisiä ruostumattomia teräksiä.

Toteuttajat: VTT Tuotteet ja tuotanto, prof. Risto Karppi, DI Mika Sirén, LTY Konetekniikka, TKK Materiaalitekniikka. Seitsemän osallistujayritystä. Tutkijanvaihto TNO:n kanssa.

1.1.2005 - 31.12.2007. 680 000 €

Uudet metallituotteet ja valmistustekniikat (NewMet) Ruostumattoman teräksen, alumiinin, magnesiumin ja titaanin käyttö kasvaa myös kuluttajatuotteissa. Kustannustehokas tuotanto asettaa vaatimuksia tuotekehityksen ja valmistuksen yhteistyölle. Tuotteiden elinkaaret lyhenevät – uusien tuotteiden markkinoille tuloa voi nopeuttaa virtuaalisella tuotekehityksellä. Virtuaalisuunnittelun edellytyksenä on spesifikaatio materiaalin jännitys-venymä-käyttäytymisestä, rikkoutumiskriteereistä ja epähomogeenisuudesta – numeerisissa muodoissa. Projektissa tutkitaan ruostumattoman teräksen rullaoikaisun mallintamista ja ohutlevytuotteiden mittatarkkuutta sekä tasomaisuutta. Toisessa vaiheessa tutkitaan ruostumattoman teräksen, alumiinin, magnesiumin ja titaanin muovavuutta. Tuloksena saadaan tarkemmat materiaallimallit, ja rikkoutumiskriteerit sekä kehittyvät virtuaalivalmistus.

Toteuttajat: VTT Tuotteet ja tuotanto, Tkt Riikka Virkkunen, TKT Jari Larkiola, TKK Muokkaus- ja muovaustekniikka, OY Konetekniikka. Neljä osallistujayritystä. 1.1.2005 - 31.12.2007. 514 000 €

Yrityshankkeet (14 hanketta yhteensä noin 14 milj. €):

Vaativien terästuotteiden valmistus modernilla sulametallurgialla (Vaativa) Yhteisen projektin tavoitteena on mahdollistaa yritysten tuotestrategioiden mukaisten uusien ja vaativien terästuotteiden valmistus hyödyntämällä modernia sulametallurgiaa.

Rautaruukki Oyj; Jarmo Lilja, Kari Helelä, Ruukki Production Raaha, Oy Ovako Ab Koverhar, Outokumpu Stainless Oy, Oy Ovako Ab Imatra - TKK Metallurgian laboratorio, Oy Prosessimetallurgian laboratorio ja Säätötekniikan laboratorio, JY Matematiikan laitos. 2 868 000 €

Kuparielektrolyysin tuotteiden jalustusasteen nostaminen lisäarvon tuottamiseksi asiakkaalle (Elli) Boliden Harjavalta Oy Kuparielektrolyysi Petteri Pesonen, Veli Salmi. 525 000 €

Uuden sukupolven sinkitty ohutlevyteräksiset (Usino) Projektin tavoitteena on kehittää sinkityn terästen tuotantoa ja tuotteita siten, että asiakkaat saavat laadultaan kilpailukykyisiä tuotteita nykyisiin ja uusiin käyttökohteisiin.

Rautaruukki Oyj, Ruukki Production Hämeenlinna, Arimo Lankila – VTT Tuotteet ja tuotanto, Oy Materiaalitekniikka, TTY Materiaalioppi, TKK. 1 280 000 €

Ultralujat kuumavalssatut ratkaisut painokriittisiin sovelluksiin (UKRa) Kehityshankkeen avulla Ruukin on tarkoitus nousta maailman ykköstoimittajaksi erittäin lujissa kylmänkestävissä kuumavalssatuissa teräksissä ja niistä kehitetyissä ratkaisuisissa.

Rautaruukki Oyj, Ruukki Production Raaha, Jukka Kömi, David Porter. Useita asiakasyrityksiä Steel Polis, VTT Tuotteet ja tuotanto, OY Materiaalitekniikka, LTY Teräsrakenteet. 2 920 000 €

Uudet korkeapiireräksiset auto- ja koneteollisuuteen (Korkeapii) Projektissa kehitetään joukko piieseosteisia mikrooseostokoteräksiä, hiiletysteräksiä ja läpikarkaistuja teräksiä.

Oy Ovako Ab Imatra, Vesa Ollilainen. 607 000 €

New cold forming steels for the future automotive applications (Necofa) Projektissa kehitetään uusi kylmämuovattavuuden ja kylmätussäätävyyden mittaumenetelmä sekä kriteerit valssilangan kylmämuovattavuusominaisuuden arvioimiseksi. Oy Ovako Ab Wire, Jarkko Partinen – TTY Materiaalitekniikka. 711 000 €

Kuonapuhauteltaan vaativien tuotteiden valmistus (Kupu)

Projektin tarkoituksena on luoda valmistusvalmius kuonapuhauteltaan vaativille tuotteille, yleisesti ja erityisesti valitulle joukolle nuorrutus- ja hiiletysteräksiä, mikrooseosteräksiä ja kuulalaakeriteräksiä.

Oy Ovako Ab Imatra, Martti Veistaro. 998 000 €

Monimuotoiset ohutlevytuotteiden pikavalmistus numeerisella painomuovauskoneella (Moppaus) Projektin tarkoituksena on mahdollistaa uuden painomuovausteknologian tuomat uudet tuotekonseptit ja valmistustekniset ratkaisut eri ohutlevytuotteiden käyttäjille.

Sheet Metal Innovations SMI Oy Ltd, Heikki Kinnunen, Mika Alm. 250 000 €

Ominaisuusmallien soveltaminen loppukäyttäjien tarpeisiin (Oslo) Projektissa rakennetaan järjestelmä, jonka mallien avulla ennustetaan lopputuotteen tärkeimmät ominaisuudet valmistusprosessissa, jatkojalostusta ja asiakasta ajatellen.

Rautaruukki Oyj, Ruukki Production Paavo Ruha – OY Tietokonetekniikan laboratorio Capricode Oy. 543 000 €

Tehokkaampaa betoniteknologiaa uusilla materiaaleilla (Betonova) Projektin tarkoituksena on löytää uusia, nykyisiä kullutuskestäviä materiaaleja betoniteollisuuden kulutusosiin.

Elematic Oy Ab, Leena Raukoka. 800 000 €

Materiaalin tarkastuslaitteiden hyödyntäminen tuotannonohjauksessa ja laadunhallinnassa (MATTa) Projektin tavoitteena on suunnitella ja kehittää tuotannonohjauksen ja laadunhallinnan apuyökalu, jolla voidaan tarkastella materiaalin sopivuutta tilaukselle. Outokumpu Stainless Oy, Päivi Usiskylä, Oulun Yliopisto. 201 000 €

Menetelmäkehitys kupariseosten rakenteiden hallintaan (ADEV) Tavoitteena on koota yhteen kupariseosten termodynaaminen tietämys sekä ottaa se käyttöön käytännön valmistusprosessien suunnittelussa ja ohjauksessa.

Outokumpu Poricopper Oy, Sarita Hernesniemi, Tuomas Parviainen. Outokumpu Research, TKK. 1 799 000 €

Superprofiilit sähkötekniisissä sovelluksissa Tavoitteena on kehittää puolivalmisteita, jotka soveltuvat keveiden, laadukkaiden ja ominaisuuksiltaan ylivoimaisten, kuparituotteiden valmistamiseen.

Outokumpu Wasacopper Oy, Ulla Laalo, Mikael Svenlin, Wasapower Oy, TTY. 159 000 €

Uusiutuva metalliteknologia – uudet tuotteet – teknologiaohjelman koordinoituprojekti (NewPro) Projektin tavoitteena on metallinjalostajien asiakasyritysten ja tutkimusyhteisön yhteisen viisivuotisen teknologiaohjelman käynnistys ja johtaminen.

Outokumpu Oyj, Jorma Kempainen, Metallinjalostajat, Jouko Lassila, Rautaruukki Oyj, Oy Ovako Ab, Boliden AB. 460 000 €

Jouko Lassila on toiminut vuoden NewPron ohjelmapäällikkönä. Hän on aikaisemmin hoitanut vastaavaa tehtävää kahdessa teknologiateollisuuden ohjelmassa. Kysyimme häneltä NewProsta ja teknologiaohjelmatoiminnasta yleensä.

Teksti Bo-Eric Forstén Kuva Leena Forstén

Rahaa löytyy hyville hankkeille

Mikä on ollut ohjelmajohtajan haastavin tehtävä ensimmäisen vuoden aikana?

JL: Nyt ylösajovaiheessa vaikeinta on ollut saada aikaan kattava ohjelmakokonaisuus. Suurin työ on ollut hankkeiden kokoamisessa ja käynnistämässä.

Miten NewPro eroaa Metallurgian mahdollisuudet -ohjelmasta?

JL: Uudessa ohjelmassa on tehty ainakin 60 asteen käännsä asiakkaiden suuntaan. Pyrimme saamaan asiakkaat mukaan ohjelmaan omilla hankkeillaan. Asiakkaat ovat avainasemassa myös metallinjalostajien hankkeissa. Heidän tarpeistaan kaikki lähtee.

Tähän mennessä ohjelmaan on hyväksytty 5 tutkimushanketta ja 14 yrityshanketta. Miten kauan uusia hankkeita otetaan mukaan?

JL: Ohjelma ulottuu vuoteen 2009 saakka ja hankkeita käynnistetään vielä ohjelman loppupuolellakin. Tutkimushankkeet ovat usein pitkäkestoisia ja yksi vuosi on jo kulunut. Niiden osalta ohjelma on etupainoinen. Uudet tutkimushankkeet on mitoitettava jäljellä olevan ajan mukaan. Sen sijaan yrityshankkeet ovat laajuudeltaan ja kestoltaan yleensä pienempiä. Vielä ohjelman lopulla saattavat tutkimushankkeet poikia erilaisia yrityshankkeita ja yleensä matkan varrella törmätään ideoihin, jotka ovat oman hankkeen arvoisia.

Löytyykö rahaa uusille hankkeille?

JL: Joka vuodelle on tehty budjetti, jonka puitteissa hankkeet hyväksytään. Tähän mennessä tutkimushankkeisiin on satsattu 2,3 miljoonaa euroa ja yrityshankkeisiin 14 miljoonaa euroa. Tutkimushankkeiden osalta ensimmäisen vuoden budjetti on kulutettu, mutta ensi vuonna on käytettävissä uutta määrärahaa.

Jouko Lassila toimii teknologiaohjelma NewPron ohjelmapäällikkönä.



Miten suhde Tekesin ja yritysten rahoituksen välillä määräytyy?

JL: Rahoituksen myöntämisestä tekee Tekes aina hankekohtaisen päätöksen. Tutkimusprojekteissa Tekesin osuus vaihtelee 60-80 % riippuen hankkeen laadusta ja osallistujista.

Jääkö rahaa yrityshankkeisiin?

JL: Tekesin käytännön mukaan suurten yritysten projekteja voidaan rahoittaa 25 tai 35 prosentin osuudella riippuen siitä miten paljon tutkimuspalveluja ostetaan. Jos on kysymys perusteknologian kehittämisestä, osuus voi nousta 50 prosenttiin, mutta se on harvinaista. Tässä ohjelmassa Tekes on monessa yritysprojektissa mukana 35 prosentin osuudella.

Minkälaista on tulla ulkopuolisena mukaan tällaiseen kehittämissyöhön?

JL: Ainakin toistaiseksi uskon pysyvänä näkemään ympäristöni tuorein silmin. Minulla ei ole valmiita mielipiteitä tai mielikuvia siitä miltä asioiden pitäisi näyttää.

Miten näet yhteistyön yritysten ja yliopistojen välillä?

JL: Tunnen aika hyvin sekä yliopistojen tarjonnan että yritysten intressit. Niiden yhteensovittamisessa ei pitäisi olla suuria ristiriitoja.

Osaako teollisuus käyttää yliopistojen palveluja?

JL: Kyllä. Kontaktipinnat ovat laajat ja kasvavat koko ajan. Tämän ohjelman toteuttamiseen osallistuu joukko alalle uusia professoreita. Tutkimushank-

keissa Otaniemi, Oulu, Lappeenranta ja Jyväskylä ovat edustettuina samoin VTT. Tampere on vielä toistaiseksi joutokosta pois. Kaikilla mainituilla teknisillä korkeakouluilla ja yliopistoilla sen sijaan on tutkimusalihankintaa yrityshankkeissa.

Miten tästä eteenpäin?

JL: Ohjelma elää koko ajan. Uusia hankkeita on tulossa mukaan. Jollei hyvälle hankkeelle löydy tällä hetkellä meidän puolestamme rahoitusta, sitä pyritään järjestämään muita kanavia pitkin. Kehityskelpoiset tutkimushankkeet eivät saa kaatua rahoitukseen. Hyville ideoille löytyy aina käyttöä!▲

Jouko Lassila, 51, vuonna 1978 Tampereen Teknillisestä Korkeakoulusta valmistunut DI, pääaineinaan koneasuunnittelu ja teollisuustalous. Aloitti työuransa kotipaikkakunnallaan Hämeenlinnassa Suomen Autoteollisuuden palveluksessa. Yhtyneiden Paperitehtaiden Jylhävaaran konepajan, Ahlströmin Varkauden Seulalevytehtaan ja Ahlströmin Konepajateollisuuden kautta Metalliteollisuuden Keskusliiton palvelukseen vuonna 1994 Hiisi-teknologiaohjelman päälliköksi ja neljä vuotta myöhemmin myös Kenno-teknologiaohjelman vetäjäksi. Näiden ohella asiamiehenä vastuuna liiton toimialaryhmät Tuulivoima-alan toimittajat ja Alumiinituotteet. Sen jälkeen Mikkelin teknologiakeskuksen kehitysjohtajana ja 1.6.2004 lähtien Metallinjalostajien NewPro-teknologiaohjelman päällikkönä. Toimisto Outokumpu Oyj:n pääkonttorissa Espoossa.

Kolmen aikuisen lapsen isä, joka harrastaa matkapurjehdusta, golfia, vanhoja autoja ja moottoriyhtiä.▲

Uusi Ovako aloittanut toimintansa

Suomalaisruotsalaisena yhteishankkeena syntynyt Oy Ovako Ab aloitti toimintansa 10.5.2005 saatuaan kaikki tarvittavat viranomaisluvut. Rautaruukki omistaa uudesta yhtiöstä 47 %, SKF 26,5 % ja Wärtsilä 26,5 %.

Teksti Bo-Eric Forstén

Uusi Ovako on Euroopan johtava pitkien terästuotteiden valmistaja. Vuonna 2004 yhtiön pro forma liikevaihto oli 1,3 miljardia euroa ja sen palveluksessa oli 5 200 henkilöä. Yhtiöllä on teräksen valmistusta neljällä paikkakunnalla. Yhteinen terästuotanto on noin 2 miljoonaa tonnia vuodessa. Tuotantoyksiköitä on kaikkiaan seitsemäntoista: Ruotsissa yhdeksän, Suomessa kolme, Hollannissa kaksi sekä Ranskassa, Italiassa ja Skotlannissa kussakin yksi.

Yhtiön johtoryhmä on toimitusjohtaja Jarmo Tonterin johdolla kevään ja kesän aikana hionut yhtiön organisaation valmiiksi. Toiminta on jaettu kolmeen pääryhmään: Tanko, Lanka ja Jatkojalostus.

lostus. Ajoneuvoteollisuus ja konepajateollisuus ovat yhtiön tärkeimmät asiakasryhmät. Eurooppa on yhtiön kotimarkkina-alue. Myynnistä 35 % menee Pohjoismaihin ja loput muualle Eurooppaan.

Liiketoimintaryhmät ja jatkojalostusyksiköt toimivat itsenäisinä tulosyksiköinä.

Johtoryhmä

Yhtiön johtoryhmän muodostavat toimitusjohtaja Jarmo Tonteri, talousjohtaja Seppo Sahlman, Bengt Lindahl ja Kari Tähtinen, jotka toimivat toimitusjohtajan neuvonantajina integraatiovaiheen aikana, sekä lankaryhmän johtaja Anders Moliis-Mellberg ja tankoryhmän johtaja Kimmo Väkiparta. Johtoryhmän työskentelyyn osallistuvat ulkopuolisi- na kehitys- ja hallintojohtaja Sven Bäckström ja controlleri Ketil Fjelleng.

Hallitus

Oy Ovako Ab:n hallituksen puheenjohtajana toimii Risto Virrankoski. Hallituksen muut jäsenet ovat Tore Bertilsson, Sven Berlin, Lars Hellberg, Mikko Hiitanen, Heikki Rusila ja Kaj Thorén.▲

Helmikuussa Jarmo Tonteri nimitettiin perustettavana olevan pitkien erikoisterästuotteiden valmistukseen keskittyvän yhtiön toimitusjohtajaksi. Tänä päivänä Oy Ovako Ab on ottanut haltuunsa paikan Euroopan johtavana pitkien erikoisterästuotteiden valmistajana. Uuden yhtiön käyntiinlähtö on tapahtunut niin ripeästi, että se on jäänyt ulkopuolisilta melkein huomaamatta. Toimitusjohtajan vastauksista kysymyksiimme voidaan päätellä, ettei uuden Ovakon menestys jää pelkästään onnistuneeseen starttiin.

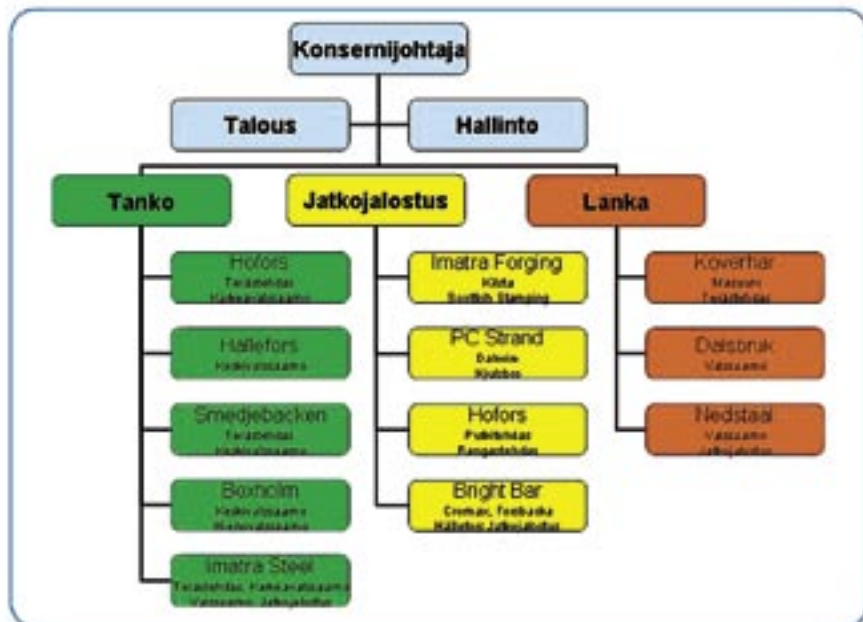


Kokoonpanoltaan uusi Ovako muistuttaa kovasti Ovako Steel-konsernia, jonka puiteissa yritettiin 1980-luvulla yhdistää naapurimaiden, Ruotsin ja Suomen, pitkät teräsket. Liiton päättyminen vuonna 1991 sai enemmän julkisuutta kuin kuusi vuotta aikaisemmin tapahtunut käyntiinlähtö. Mikä takaa, ettei historia toista itseään?

JT: Ajat ovat muuttuneet. Paperiteollisuus on osoittanut, että pohjoismaiden yhteistyö on hyvinkin tuloksellista, jos tahtoa löytyy. Eikä valmistus herätä enää samanlaisia kansallistuntoja kuin kaksikymmentä vuotta sitten. Omistajille teräksen valmistus ei ole enää mikään itseisarvo. Tänä päivänä omistajat keskittyvät omaan ydintoimintaansa ja teräksen valmistaja on yksi toimittaja muiden joukossa.

Edellisellä kerralla teräksen valmistuskapasiteetin oikea hyödyntäminen liiketoiminnassa osoittautui pahaksi kompastuskiveksi. Onko tämä vaara eliminoitu?

JT: Kyllä on. Tankoryhmässä meillä on kolme terästehdasta, jotka tuotantovarustukseltaan täydentävät toisiinsa mainiolla tavalla. Ideana on, että ohjaamme vaativimpien laatu- ja valmistuksen Hoforsiin, jossa on valan- nevalua. Imatralla teelmät valssataan



Toinen kerta toden sanoo

Teksti ja kuva Bo-Eric Forstén



Jorma Tonterin mukaan uusi yhtiö on valmis tosi toimiin.

jatkuvaaletuista bloomeista ja siellä tullaan tuotevalikoima jalostamaan vaativampaan suuntaan. Kolmantena tekijänä on Smedjebacken, joka on tehokas ja luotettava volyymiterästen valmistaja. Näiden kolmen lisäksi meillä on lankaryhmän terästarpeesta vastaava Koverhar, jonka prosessi on malmipohjainen.

Miten terästehtaiden työnjako näkyy käytännössä?

JT: Meidän suurin laakeriteräsasiakkaamme SKF on hyväksymässä ajatuksen, että laakerit voitaisiin valmistaa myös teelmistä. Tähän saakka raaka-aineksi on kelvannut ainoastaan valannevalettu teräs. Tämä merkitsee, että kuulalaakeriterästen valmistus voidaan siirtää Hoforsista Imatralle. Täten Hoforsissa vapautuu kapasiteettia sellaisten vaativien terästen valmistukseen, joita olemme aikaisemmin joutuneet ostamaan ulkoa. Imatralta taas voimme siirtää joidenkin vähemmän vaativien laatujen valmistuksen Smedjebackeniin.

Miten uuden yhtiön muodostaminen vaikuttaa Koverharin asemaan?

JT: Koverhariin tehtiin suuria investointeja vuosikymmenen alussa. Niiden ansiosta pystyttiin ratkaisevasti

muuttamaan tehtaan tuotevalikoimaa. Tänäpäin Dalsbruk ja Nedstaal käyttävät suurimman osan Koverharin tuotannosta. Nedstaalilla, kuten Koverharilla ja Dalsbrukilla, on oma satama, ja se toimii tänään erinomaisena porttina Eurooppaan Dalsbrukin ja Koverharin tuotteille. Lankabusinessissä on hyvät ajat. Tilanne on aivan erilainen kuin 1990-luvun toisella puoliskolla.

Miltä näyttää tulevaisuus jatkojalostuksen puolella?

JT: Hyvältä. 40 % myynnistämme on jatkojalostettuja tuotteita. Kromatuissa tangoissa olemme Euroopassa markkinajohtaja, ja aiomme pitää keulapaikatamme kiinni. Tankoryhmässä järjestelyt tarkoittavat mm. sitä, ettei Hoforsin putkitehdas ole enää naimisissa oman terästehtaansa kanssa. Tämä voi avata uusia mahdollisuuksia.

Jollei tuotannosta löydy päällekkäisyyttä, niin mistä sitten?

JT: Tankopuolen myyntiorganisaatio aiheuttaa meille eniten päänvaivaa. Meillä on Englannissa, Saksassa ja Ranskassa kussakin maassa kolme myyntikonttoria. Ne on yhdistettävä niin, että meillä on yksi yhteinen myyntiorganisaatio maata kohden. Tämä työ on vielä kesken. Periaatteenamme on,

Käytännönläheinen metallurgi ja talousmies

Jarmo Tonteri on metallurgi Otaniemmen vuoriosastolta. Sen lisäksi hänellä on maisterin paperit Kauppa-korkeakoulusta.

”Molemmista on ollut ja on hyötyä”, hän kommentoi tutkintojansa. Hän luonnehtii itseään perusmetallimieheksi.

”Aloitin Outokummun palveluksessa. Siirryin sieltä Kuusakoskelle. Sitten seurasi muutama vuosi USA:ssa Lokomo Steelin leivissä. Rautaruukkiin Gasellin johtajaksi Trelleborgiin tulin vuonna 1992. Siltä ajalta perheemme koti on edelleen Falsterbossa, jossa lapsemme ovat varttuneet. Fundian toimitusjohtajaksi tulin vuonna 2000”.

Johtamistyylilään hän kuvaa kertomalla vieroksuvansa konttorissa istumista ja mieluummin liikkuvansa siellä missä tapahtuu.

Vapaa-ajallaan hän seuraa samaa kaavaa.

”Minusta on mukava tehdä kaikkea sellaista mitä voi tehdä käsin, nikkaroin ja rakennan. Sellaisesta löydän tasapainoa työlle. En pelaa golfia. Kaivan mieluummin oja, kun muut kiertävät peltoa”, toteaa Jarmo Tonteri.▲

että kukin tehdas vastaa omasta myynnistään. Myyntikonttorien tehtävänä on palvella tehtaita puitteiden luomisessa. Jokaisella tuotteella tulee olla oma asiantuntijansa. Systeemi, jossa jokainen myy kaikkea ei toimi käytännössä.

Miten henkilöstö on ottanut uudistukset vastaan?

JT: Käsitteksiin mukaan ilman nuri-noita. Jos sellaisia olisi esiintynyt, olisin niistä kuullut.

.. ja miten kilpailijat?

JT: Edustajamme suuressa alan konferenssissa yllättyivät positiivisesti kun järjestäjät virallisen ohjelman puitteissa ilmoittivat, että Eurooppaan on syntynyt merkittävä tekijä pitkissä tuotteissa.▲

FENNOSCANDIA

- a Junior's Perspective

Scandinavian Gold Ltd is a Canadian company with headquarters in Toronto and listed on the Toronto Stock Exchange. It has been active in Finland since 2000, when it acquired the mineral rights to the Keivitsa nickel-copper-PGE property in Finnish Lapland. I am very pleased to have this opportunity to explain why a small Canadian exploration company has decided to focus 100% of its activities on Finland.

Demonstrated potential for viable deposits

Finland has a long mining history and a number of major mines have operated or are still operating. These include the famous Outokumpu base metal mine, the Kemi chrome mine and the Siilinjärvi phosphate mine. Numerous other mines have also operated for metals such as iron, gold and nickel. Such examples show that deposits can be found in Finland that can be profitably mined.

Highly prospective geology, under-explored

Finland has highly fertile geological terrain, similar to well-known mining areas such as eastern Canada, west Africa and western Australia. However, prior to Finland joining the EU in 1995, foreign companies were not permitted to hold mineral rights. Thus, exploration was concentrated in the hands of the state i.e. the state-controlled companies of Outokumpu and Rautaruukki, together with the Geological Survey. Thus, with so few organisations engaged in exploration, it is not surprising that much geological potential remains unexplored. I would add here that the great majority of new mines worldwide are found by junior companies. The presence of such juniors accounts, I believe, for the big increase in exploration in Finland today.

Extensive, high-quality geological database

Over the years the Geological Survey developed a large database of geological, geochemical, geophysical and other information. It is to Finland's great credit that upon joining the EU, this huge database was placed on the internet, where it could be accessed free of charge. This enables a small company such as ours to get focussed very quickly on particular areas. In other words, companies do not have to generate baseline geological data at huge cost, as would be the case in many less developed areas of the world.

Well-developed infrastructure

Practically everywhere in Finland is accessible by road and power and water are usually readily available. This constitutes a huge advantage over countries where basic infrastructure has to be established, usually at significant cost. The climate, in comparison with other northern areas, is relatively benign, so that exploration can be carried out year-round.

Pro-mining government & local communities

Exploration and mining companies in Finland are not faced with the opposition that is met with so often elsewhere. The government is very supportive of mining

and this positive attitude is generally reflected in the views of local communities. In summary, the Finns welcome mining and see it as a valuable source of jobs and economic activity, especially in the north, where there are few other industries.

Highly skilled workforce

We see the Finnish people as very highly educated, with a high level of technical skill and highly motivated. Practically all of Scandinavian Gold's technical work is done in Finland by Finnish contractors. In fact, I can say that the quality of Finnish technical work, and the data it produces, are some of the best quality work that we at Scandinavian Gold have ever seen.

Political & economic stability

Finland has a stable political and economic system. Consequently, it has a much better risk profile for a mining company than many other countries. Above all, we see Finland as being a very honest country, thankfully lacking the corruption that is so common in many other mining countries.

Favourable mining legislation

Finland has a clear and, in our opinion, very fair mining law that is very well administered by the Ministry for Trade & Industry.

Clear security of title

The single most important thing for an exploration or mining company is security of title. Such security of ownership is very clear in Finland, so that a company can be confident that it can keep and develop what it finds.

has led the way in this with its “Mining Matters” campaign. Such an effort should start in the schools to make students aware of the importance of mineral products in our society, not least in the things that matter to young people e.g. metals in consumer electronics and motor vehicles.

to see how this situation can be handled, let alone reversed.

Turning to metal markets, the era of cheap resources is well and truly over: years of under-investment in exploration has led to fewer new mining projects. At the same time, we are seeing greatly increased consumption of metals, especially in China and other Asian countries, resulting in greatly increased prices. For example, nickel has gone from less than \$4,000 per tonne in 2001 to over \$16,000 per tonne today. Such markets offer an outstanding investment opportunity, both in existing mining companies and in those developing new projects.

This brings me to the third challenge that we face – money. Exploration and mining is a capital-intensive business. To date, our company has not raised one cent in financing from Finnish investors, despite our having one of the world’s largest undeveloped nickel deposits.

Scandinavian Gold Ltd.

Challenges

- > shortage of trained people
- > environmental legislation
- > where’s the Finnish money ?

Finland: a major user of metals

One other factor that adds to Finland’s attractions as a mining country is that it is a major consumer of metals. It has smelters and refineries for copper, nickel and zinc; it also has one of the world’s largest stainless steel plants (consuming chrome and nickel) and one of the world’s largest nickel and cobalt chemicals plants. This means that downstream processing capacity is available to treat the output of new mines, instead of concentrates having to be exported to more distant markets.

In a generally positive situation, therefore, what are the challenges that Finland faces?

The first is an impending shortage of skilled people. As I have remarked earlier, the level of Finnish technical skills in mining, geology and metallurgy is very high. However, many of today’s workforce are due to retire in the next 5 to 10 years. Meanwhile, the number of students entering universities to study mining-related disciplines continues to drop. Finland is by no means alone in this: a similar situation prevails in most other mining countries, especially Canada, the USA and Australia. Today’s students prefer subjects such as law, marketing, business studies or the media. Unless the Finnish mining industry can encourage bright students to enter the industry, we shall be faced with a critical shortage of key skills in the near future. Indeed, there are already signs that it is becoming difficult to recruit necessary personnel for new operations. It is, therefore, crucial that the industry works hard to encourage young people to consider exploration, mining and metallurgy as a worthwhile and exciting career. Canada

knowledge of the industry they are regulating. Such ill-informed legislation is damaging to our industry. Examples are the original proposal which intended to classify mining waste under the European Landfill directive or, more recently, the proposed classification of ores and concentrates as hazardous materials. The mining industry must be alert to such ill-considered legislation and seek to challenge it at the earliest opportunity. In my opinion, the Finns have been regulating their own mining industry perfectly well for many years – they do not need interference from unqualified Eurocrats in Brussels. Strong words, perhaps, but I think the point needs making.

As far as exploration is concerned, it is a pity that large areas of Finland, especially in the north, have been classified as Natura 2000 areas. I know that, legally speaking, it is possible to explore and even to mine in such areas. However, investors are generally very reluctant to invest money in exploration or mining in environmentally sensitive areas – they will simply prefer to back projects elsewhere. Thus, we consider it a great pity that extensive areas of geologically fertile ground have, in effect, been “sterilised” by Natura 2000 legislation. It is difficult

The second challenge is an increasingly difficult environmental regime within Europe. Often, new environmental and other legislation is proposed by Brussels-based bureaucrats with little or no

Scandinavian Gold Ltd.

Why Fennoscandia ?

- > Demonstrated potential for viable deposits
- > Highly prospective geology, under-explored
- > Extensive, high-quality geological database
- > Well developed infrastructure
- > Pro-mining government & local communities
- > Highly skilled workforce
- > Political & economic stability
- > Favourable mining legislation
- > Clear security of title

Neither, to my knowledge, do we have a single Finnish shareholder. Other foreign companies have had similar experience. I know that there are efforts under way to create a Finnish mining fund and this is an encouraging sign. However, we in the mining industry still have much to do to make Finnish investors and investment companies aware of the huge opportunity that now exists to make very profitable investments in raw materials.

I would like to finish by mentioning how I see the future for the Finnish mining industry. Simply put, it is very promising. Recent years have already seen a number of new discoveries or developments of old ones. There are several new projects approaching production or being developed. Provided that the challenges I have mentioned can be addressed, then the future is bright.▲▲

MALMINETSINNÄN UUSI AIKA

- turvaavatko juniorit kaivosteollisuutemme?



Pekka A. Nurmi



Risto Pietilä

Kaivostoiminta ja vuoriteollisuus ovat olleet merkittävässä asemassa maamme teollisessa kehityksessä. Suomessa on 1500-luvulta alkaen toiminut lähes 300 metallikaivosta ja lukuisa joukko teollisuusmineraalilouhoksia. Metallikaivosten lukumäärä oli suurimmillaan 1970-luvulla, jolloin 20 kaivoksesta nostetun malmin yhteismäärä ylitti 10 milj. tonnia vuodessa. Perusmetallien, kuparin, nikkelin ja sinkin lisäksi tärkeitä metalleja maamme vuoriteollisuudessa ovat olleet rauta, kromi, koboltti, kulta ja vanadiini. Teollisuusmineraaleista on karbonaattien lisäksi tuotettu apatiittia, talkkia, kvartseja ja wollastoniittia

Lainsäädäntö rajoitti malminetsinnän ja kaivostoiminnan kotimaisen teollisuuden yksinoikeudeksi vuoteen 1994 asti, ja toimintaa harjoittivat meillä vuoriteollisuusalan valtionyhtiöt, Geologian tutkimuskeskus (GTK) ja muutama pienempi yksityinen yhtiö. Etsinnän painopiste määräytyi metallisulattojen ja muun kotimaisen teollisuuden raaka-ainetarpeella. Vaikka metallien jatkojalostusteollisuutemme alun perin

syntyikin kotimaisten malmien varaan, teollisuuden kapasiteetin kasvu ja toisaalta kotimaisten kaivosten ehtyminen johtivat merkittävään raaka-aineiden tuontiin maailman markkinoilta ja ulkomaisista kaivoksista. Samalla panostus kotimaiseen malminetsintään väheni merkittävästi.

Vuodesta 1994 alkaen malminetsinnän kenttä Suomessa on täysin muuttunut samalla kun kaivosteollisuus ja jatkojalostusteollisuus ovat vähitellen siirtyneet ulkomaiseen omistukseen. Artikkelissa luomme katsauksen malminetsinnän kehitystrendeihin ja tulevaisuuden näkyymiin Suomessa.

Rajat avautuvat – Suomea vallataan

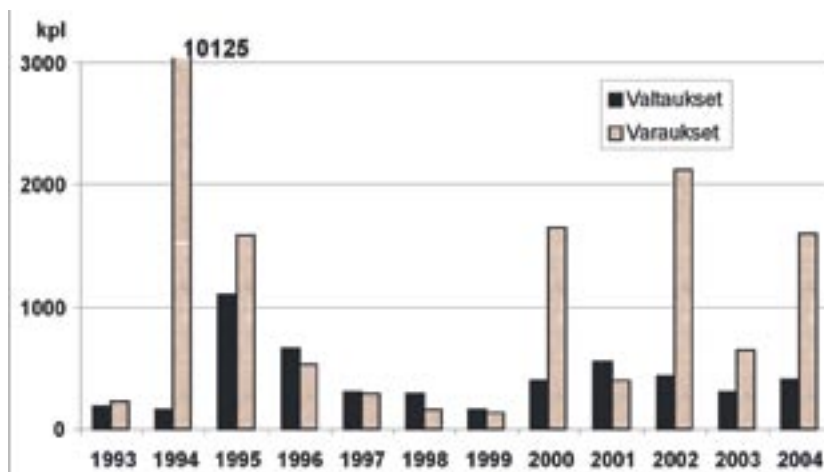
Lainmuutokset, jotka olivat seurausta liittymisestä Euroopan talousalueeseen vuonna 1993, avasivat rajat ulkomaisille malminetsijöille maassamme. Tämä johti välittömästi radikaaleihin muutoksiin. Vähitellen hiipuva, auringonlaskun toimialaksi

mainittu malminetsintä heräsi kertaheittolla horroksestaan, ja Suomi oli yhtäkkiä globaalin teollisuuden uusi fokusalue.

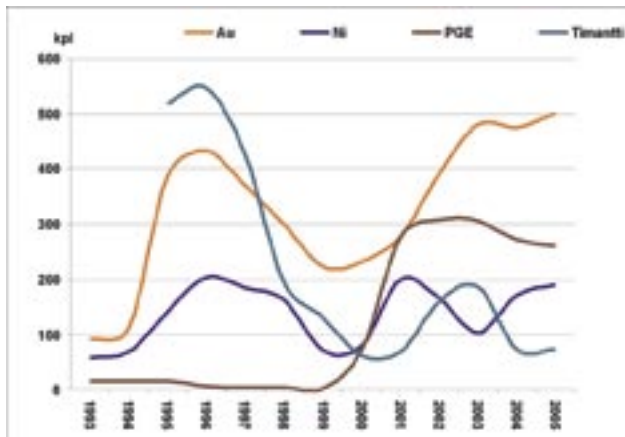
Tilannetta havainnollistaa **kuva 1**, jossa on esitetty uusien valtausvarausten ja valtausten lukumäärät vuosina 1993-2004. Malminetsintäbuumin alku näkyy varausten yli 40 kertaa suurempana lukumääränä vuonna 1994 edelliseen vuoteen verrattuna. Suomen kansainvälisesti verrattuna kalliista valtausmaksuista johtuen malminetsijät tekevät yleensä ensin laajempia valtausvarauksia, jotka antavat vuoden aikaa suorittaa alueellista etsintää ja kohdentaa sitten itse valtaukset tarkemmin. Laajimmillaan varaukset peittivät Itä-Suomen arkeiset alueet lähes kokonaan, kun Rio Tinto aktivoitui timanttien etsintään Suomessa.

Valtausten määrässä hypähdys näkyy vuonna 1995, jolloin myönnettiin yli seitsemän kertaa enemmän valtauksia kuin edellisenä vuonna. Tämän jälkeen volyymissä on ollut suurta vaihtelua. Alkuinnostus hiipui malminetsinnän globaalin laskusuhdanteen myötä 1990-luvun lopulla, mutta vuosituhannen vaihtuessa alkoi malminetsinnän uusi ja entistä voimakkaampi nousukausi.

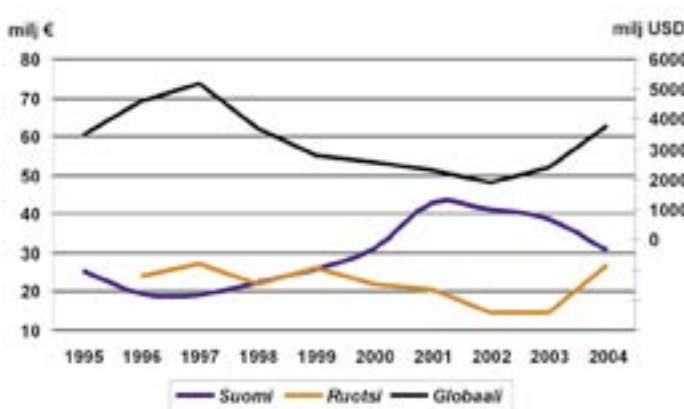
Valtaustilaston perusteella voidaan malminetsintäyhtiöiden kiinnostuksen vaihtelua tarkastella raaka-aineittain, koska Suomessa valtaajan on ilmoitettava hakemuksessaan, mitä hän otaksuu valtausalueeltaan löytyvän. Vuonna 1994 alkanut etsintäbuumi kohdistui erityisesti timantteihin ja kultaan (**kuva**



Kuva 1. Vuosittain malminetsintään myönnetyt valtaukset ja varaukset Suomessa 1993-2004 (lähde: Kauppa- ja teollisuusministeriö, kaivosrekisteri).



Kuva 2. Malminetsintään myönnetty valtaukset jaoteltuina kaivoskivennäisten mukaan vuosina 1993-2005 (lähde: Kauppa- ja teollisuusministeriö, kaivosrekisteri).



Kuva 3. Panostus malminetsintään Suomessa ja Ruotsissa (milj. €) sekä maailmanlaajuisesti (milj. USD) vuosina 1995-2004 (lähteet: Kauppa- ja teollisuusministeriö, Sveriges geologiska undersökning ja Metals Economics Group).

2). Uusia timanttivaltauksia myönnettiin 1995 yli 500 kappaletta ja kultavaltauksia lähes sama määrä. Sen jälkeen timanttivaltausten kokonaismäärä on vaihdellut sadan molemmin puolin, mutta kultavaltaukset ovat saavuttaneet notkahduksen jälkeen ennätysellisen yli 500 kappaleen tason tänä vuonna. Platinametallien etsintää ei juurikaan tehty ennen vuosituhannen vaihdetta, jolloin alkoivat suurimittakaavaiset projektit Pohjois-Suomen kerrosintruusioilla. Nikkelivaltausten lukumäärä nousi 1990-luvun jälkipuoliskolla parin sadan tuntumaan, mutta putosi sen jälkeen nopeasti Outokumpu Miningin ajettua alas toimintaansa. Nikkelin hyvä hinta näkyy etsinnän selvänä piristymisenä viime vuosina. Kupari- ja sinkkivaltausten määrässä vaihtelut ovat olleet vähäisempiä. Teollisuusmineraalien etsintään myönnettujen valtausten kokonaismäärä on pysynyt koko ajan melko alhaisena, mikä johtuu alan teollisuuden vähäisestä kiinnostuksesta malminetsintään.

Panostusta malminetsintään on Suomessa tilastoitu vuodesta 1995 alkaen. Etsinnän volyyymi on 2000-luvulla ollut maassamme Euroopan suurin, 30-40 milj. € vuodessa (kuva 3). Ruotsin taso ylitettiin jo viisi vuotta sitten, joskin viime vuonna toiminta naapurimaassamme piristyi selvästi. Malminetsintäkairauksen määrä on samanaikaisesti

lisääntynyt melko tasaisesti reilusta 100 km lähes 200 km vuodessa.

Gloobaalissa malminetsinnässä tapahtui pitkää laskua seurannut käänne vuonna 2002. Metallien kulutuksen voimakas kasvu veti perusmetallien hinnat nousuun, minkä seurauksena suuret kaivosyhtiöt lisäsivät merkittävästi panostustaan malminetsintään. Myös riskisijoittajien kiinnostus heräsi uudelleen lähinnä kullan hinnan nousun myötä. Tämän seurauksena alalle on nopeasti syntynyt uusia malminetsintäyhtiöitä.

Miksi Suomi kiinnostaa?

Malminetsintä on globaalia toimintaa, ja monilla yhtiöillä on tuloksiltaan vaihtelevia kokemuksia latinalaisessa Amerikasta, Kaukoidästä, Afrikasta ja entisen Neuvostoliiton alueelta. Näihin alueisiin verrattuna Suomi koetaan turvalliseksi toiminta- ja investointiympäristöksi, jossa vallitsee edelleen malminetsintäsektoria tukeva mielipideilmasto, ja jossa on hyvä potentiaali uusien esiintymien löytämiseksi. Suomessa on myös saatavilla poikkeuksellisen kattava ja korkealaatuinen geologinen tietoaineisto, mikä olennaisesti edistää nykyaikaista malminetsintää. Meillä on tarjolla alan asiantuntemusta sekä palveluita, ja kehittynyt infrastruktuurimme helpottaa toimintaa. Jatkojalostus-

teollisuus ja keskeisten markkinoiden läheisyys luovat edellytyksiä kannattavalle kaivostoiminnalle.

Suomi kuuluu Fennoskandian kilpialueeseen, joka on geologialtaan samankaltainen kuin perinteiset kaivosalueet Kanadassa, Afrikassa ja Australiassa. Euroopassa Fennoskandian kilpi muodostaa ainutlaatuisen alueen, jonka malmipotentiali on kansainvälisesti vertaillutuna korkea. Suomen malmimahdollisuudet ovat edelleen puutteellisesti tutkittu. Meillä malminetsintäjien määrä on ollut perinteisesti vähäinen eikä täällä ole juurikaan tapahtunut aiheiden kiertoa yhtiöltä toiselle eikä sen mukanaan tuomaa esiintymien jatkojalostusta.

Suomen kallioperän malmipotentiali on Fennoskandian kilvellä ehkä kaikkein monipuolisin, koska täällä esiintyy sekä arkeisia että proterotsooisia kivilajeja laajoina ja moninaisina geologisina muodostumina. Arkeinen kallioperä on osoittautunut meillä, kuten muillakin mantereilla, potentiaaliseksi mm. kullan, nikkelin ja timanttien suhteen, kun taas proterotsooisissa muodostumissa on perusmetalleja, kultaa, platinametalleja ja harvinaisempia high tech -metalleja kuten litiumia ja tantaalia. Metallien lisäksi Suomessa on hyviä mahdollisuuksia löytää kannattavia teollisuusmineraaliesiintymiä. Kiinnostavat uudet löydöt ja kehittämisprojektit sisältävät mm. talkki-, kalssi- ja ilmeniitiesiintymiä.

Tänä päivänä olennaisesti kehittyneet malminetsintämenetelmät, tutkimuksen luomat täysin uudet malminetsintämallit ja digitaalisessa muodossa oleva monipuolinen geologinen tietoaineisto antavat aivan uudet lähtökohdat modernille malminetsinnälle. Uusia esiintymiä löytyy vielä peitteisen kallioperämme pintaosistakin huomattakaan pintaan puhkeamattomista malmeista. Malminetsinnällisen tiedon taso jo parin sadan metrin syvyydellä on edelleen hyvin vähäistä, vaikka viime vuosien geotieteellinen tutkimus ja erityisesti laaja, seisminen heijastusluotaus onkin luonut aivan uuden käsityksen kallioperämme suurrakenteista ja kehityshistoriasta.

Kahtiajakautunut toimijakenttä

Suomessa toimii tällä hetkellä jo yli 40 malminetsintää harjoittavaa yritystä, joista vain muutamaa pienyritystä voidaan pitää täysin kotimaisena (taulukko 1). Äskettäin kauppa- ja teollisuusministeriön tekemän arvion mukaan malminetsintä työllisti vuonna 2004 Suomessa noin 400 henkilöä.

Malminetsintä- ja kehitysyritykset (Juniors)

Agricola Resources Plc	Uraani
Akkerman Exploration B.V.	Nikkeli, platinametallit
Belvedere Resources Ltd	Kulta, sinkki
Björkdalsgruvan AB	Kulta
Conroy Diamonds and Gold Plc	Kulta
Endomines Oy	Kulta
Ezybond (UK) Ltd	Kulta
Gondwana Investments S.A.	Timantit
Ilmari Exploration Oy (European Diamonds)	Timantit
Kalvinit Oy	Ilmeniitti
Karelian Diamond Resources Plc (Conroy)	Timantit
Karhu Mining Company Oy (European Diamonds)	Timantit
Keliber Resources Ltd Oy	Litium
Kuhmo Nickel Plc (Vulcan & Cambrian Mining)	Nikkeli
Kylylahti Copper Oy (Vulcan)	Kupari
Lapp Plats Plc	Nikkeli, platinametallit
Nordic Diamonds Limited	Timantit
North American Gold Ab	Kulta
Northern Lion Gold Corporation	Kulta
Riddarhyttan Resources Oy	Kulta
Scandinavian Gold Ltd	Nikkeli, platinametallit, kulta
Sunrise Diamonds Plc	Timantit
Suomen Nikkeli Oy	Nikkeli
Talvivaara Projektit Oy	Nikkeli, kupari, sinkki
Taranis Resources Inc.	Kulta
Tertiary Minerals Plc	Kulta, timantit, tantaali
TOM Exploration Oy	Platinametallit
Trans-International Mineral Exploration	Kulta
Troy resources NL	Kulta
Vulcan Resources Ltd	Kupari, koboltti, nikkeli

Suuret kaivosyritykset (Majors)

Anglo American Exploration B.V.	Nikkeli
BHP Billiton World Exploration	Perusmetallit
Gold Fields Arctic Platinum Oy	Platinametallit
Inco Ltd	Nikkeli
Talc de Luzenac (Rio Tinto)	Talkki

Kaivosyritykset

Agnico Eagle Mines Ltd	Kulta
AREVA	Uraani
Lapp Plats Plc (MinMet Plc)	Nikkeli, platinametallit
Mondo Minerals (Ormya)	Talkki
Polar Mining Oy (Dragon Mining)	Kulta
Pyhäsalmi Mine Oy (Inmet Mining)	Sinkki, kupari
ScanMining Ab	Kulta

Taulukko 1. Malminetsintää harjoittavat ja kaivostoimintaa kehittävät yritykset Suomessa (kesäkuu 2005).

Pääosa yhtiöistä on puhtaasti malminetsintään tai tunnettujen aiheiden kehittämiseen keskittyviä, riskirahoituksesta toimivia ns. junior-yhtiöitä. Näiden rahoitus tulee yleensä ulkomaisista pörssistä Torontosta, Vancouverista, Lontoosta, Sydneystä ja Tukholmasta, mutta joukossa on muutama täysin yksityiselläkin rahoituksella toimiva yritys. Junioreiden kiinnostuksen kohteena ovat erityisesti kulta- ja timanttimalmit, joskin viime vuosina myös kiinnostus perusmetalleihin on lisääntynyt.

Junior-yhtiöillä on tärkeä rooli alan tutkimus- ja kehittämistoiminnassa, ja ne ovatkin löytäneet valtaosan merkittävistä uusista malmeista maailmassa. Junioreiden strategiana on löytää uusia malmiaiheita tai kehittää entuudestaan tunnetuille kohteille lisäarvoa, jolloin yrityksen pörssikurssi saadaan nou-

suun ja omistajat tyytyväisiksi. Parhaassa tapauksessa toiminta johtaa kaivosteollisuutta kiinnostaviin malmeihin, jotka sitten tyypillisesti myydään varsinaisille kaivosyrityksille. Joskus juniorit voivat myös itse kasvaa kaivosyhtiöiksi ja osa junioreista keskittyykin kehittämään esiintymistä kaivoksia.

Junioreiden toiminta on nopeampaa ja lyhytjänteistä. Hyvää etsintä- tai kehittämisideaa, joskus reilusti yliampuvaakin, markkinoidaan tehokkaasti riskisijoittajille, joiden rahoituksella rakennetaan nopeasti projekti. Juniorin menestyksen edellytyksenä on hyvä idea tai malmiaihe sekä geologiaa, malminetsintää, yhtiönjohtamista ja rahoitusalaan tunteva tiimi, joka muodostaa yhtiön ytimen. Käytännön etsintätoiminnassa käytetään konsultteja, projektityöntekijöitä ja urakoitsijoita.

Juniorin elämä ei ole helppoa, sillä

yleensä yhtiöillä ei ole kassavirtaa, ja projektien jatkuvuus riippuu täysin sijoittajien halukkuudesta antaa lisärahoitusta. Riskisijoittajat odottavat nopeaa arvonnousua, ja pörssikurssin kehittäminen edellyttää uusien positiivisten tulosten julkistamista muutama kuukauden välein.

Toisen ryhmän malminetsinnän toimijoita muodostavat yhtiöt, joilla on yksi tai useampia toimivia kaivoksia jossakin päin maailmaa. Malminetsintää voidaan pitää näiden yhtiöiden T&K-panostuksena. Joukossa on maailman mittakaavassa toimivia suuryhtiöitä (ns. major yhtiöt), kuten Anglo American, BHP Billiton, Gold Fields ja Inco (taulukko 1). Suuryhtiöiden toiminta on pitkäjänteisempää kuin junior-yhtiöiden ja niillä on globaali etsintästrategia. Toiminnan tavoitteena on sellaisten maailman luokan malmien löytäminen tai ostaminen, jotka lisääisivät merkittävästi yhtiön malmivaroja ja vuosituotantoa. Yhtiöt seuraavat aktiivisesti junioreiden hankkeita ja tekevät yhteistyösopimuksia kiinnostavista projekteista. Monikansalliset suuryhtiöt eivät yleensä tarvitse junioreiden kaltaista julkisuutta ja niillä on itsellään mittava etsintä- ja kaivososaaminen.

Lisäksi toimijoina on pieniä - keski-suuria kaivosyhtiöitä, kuten australialainen Dragon Mining NL (Suomessa Polar Mining Oy), kanadalainen Inmet Mining Corp. (Pyhäsalmi Mine Oy) ja ruotsalainen Scan Mining Ab (Pahtaavaaran kaivos). Tällaiset yhtiöt pyrkivät omalla etsintätoiminnallaan lisäämään malmivarojaan. Kiinnostuksen kohteena ovat ensisijaisesti keski-suuret esiintymät ja rikkaat pienemmät malmit lähellä toimivia tuotantolaitoksia.

Malminetsintä- ja kehitysyrityksillä on tällä hetkellä Suomessa useita kymmeniä aktiivisia malminetsintäprojekteja, joista parikymmentä keskittyy kultaan eri puolilla Suomea (kuva 4). Nikkelin rajua hinnannousua ja toisaalta Suomen hyvä nikkelpotentiaali näkyvät vilkkaana toimintana myös tällä sektorilla. Pohjois-Suomen kerrosintruusioiden houkuttelevat yhtiöitä etsimään platinametalleja ja niihin liittyviä perusmetalleja. Puolisen tusinaa junioria etsii Itä-Suomen arkeisesta kallioperästä timantteja. Lisäksi muutama projekti kohdistuu kupariin, sinkkiin ja teollisuusmineraaliesiintymiin lähinnä Väli- ja Etelä-Suomen alueella.

GTK:n muuttunut rooli

Geologian tutkimuskeskus on karttoitus- ja tutkimustoimintansa lisäksi perinteisesti osallistunut malminetsin-

Gold

1. Iso-Kuotio - Riddarhyttan Resources Ab
2. Suurikuusikko - Riddarhyttan Resources Ab
3. Harhima - Polar Mining Oy (Dragon Mining NL)
4. Kettukuusikko - Taranis Resources Inc.
5. Tepsa - Scandinavian Gold Prospecting Ab
6. Pahtavaara - Scan Mining Ab
7. Kaarenselkä - Tertiary Gold Ltd
8. Kolari - Northland Resources Ab (North American Gold Inc.)
9. Kuusamo - Polar Mining Oy (Dragon Mining NL)
10. Kuusamo - Belvedere Resources Oy
11. Vähäjoki - Tertiary Gold Ltd
12. Ojaniemi - Troy Resources NL and Riddarhyttan Resources Ab
13. Kiannaniemi - Polar Mining Oy (Dragon Mining NL)
14. Laivakangas - Endomines Oy
15. Kopsa - Belvedere Resources Oy
16. Hosko - Endomines Oy
17. Pampalo - Polar Mining Oy (Dragon Mining NL)
18. Haveri - Northern Lion Gold Corp.
19. Orivesi - Polar Mining Oy (Dragon Mining NL)
20. Jokisivu - Polar Mining Oy (Dragon Mining NL)
21. Ritakallionmaa - GTK
22. Kaapelinkulma - Polar Mining Oy (Dragon Mining NL)

Palladium & Platinum

23. Keivitsa - Scandinavian Gold Prospecting Ab
24. Arctic Platinum - Gold Fields Ltd

Base Metals

25. Inari Ni - Inco Ltd
26. Puju Ni - Anglo American Exploration B.V.
27. Peura-aho, Hietaharju Ni - Kuhmo Metals Oy (Vulcan Resources Ltd)
28. Arkala Zn - Belvedere Resources Oy
29. Talviavaara Ni-Zn-Cu - Talviavaara Project Ltd
30. Kyyliähti Co-Cu-Au - Kyyliähti Copper Oy (Vulcan Resources Ltd)

Diamond

31. Kuusamo - Sunrise Diamonds P.L.C.
32. Lentisa - Kaavi - European Diamonds P.L.C.
33. Kuhmo - Karelian Diamond Resources P.L.C.
34. Kaavi - Kuopio - Nordic Diamonds Oy
35. Kaavi - Pudasjärvi - Gondwana Investments S.A.

Industrial Minerals

36. Sokli Nb, Ta, apatite - Kemira Oy
37. Alanen talo - Talco de Luzenac
38. Läntä lithium - Kaliber Resources Ltd Oy
39. Koivusaarenneiva liemenite - Kalivint Oy
40. Hyytiäinen calote - Ormy Oy
41. Rosendal tantalum - Tertiary Minerals P.L.C.



Kuva 4. Meneillään olevat malminetsintäprojektit ja uudet malmilöydöt sekä valtaustilanne 2.6.2005 (lähteet: yhtiöiden tiedotteet sekä Kauppa- ja teollisuusministeriön kaivosrekisteri).

tään. Toiminta on ollut menestyksellistä ja johtanut monien merkittävien kaivostemme löytämiseen. Aiemmin GTK:n strategia oli etsiä lähinnä kotimaisen teollisuuden tarvitsemia raaka-aineita, ja löydöt tarjottiinkin ensisijaisesti valtionyhtiöille.

Rajojen auettua kansainväliselle teollisuudelle on myös GTK:n roolia aktiivisesti muutettu ottamaan huomioon entistä paremmin teollisuuden ja koko yhteiskunnan tarpeet. Nyt GTK:ta kehitetään maankamaran luonnonvarojen ja niiden kestävä käytön eurooppalaisena huipputasaajana ja kansallisen geotietokeskuksena, joka turvaa geologisen tiedon saatavuuden ja edistää sen monipuolistuvaa käyttöä. GTK:n keskeisenä tehtävänä on selvittää Suomen maankamaran luonnonvarojen määrää, sijaintia ja käyttökelpoisuutta, sekä ylläpitää ja kehittää niitä koskevia valtakunnallisia rekistereitä lyhyen ja pitkän aikavälin raaka-ainevarojen

saatavuuden varmistamiseksi. Tehokas promootiotoiminta, jolla kerrotaan Suomen malminetsintämahdollisuuksista alan kansainväliselle teollisuudelle, on osoittautunut tehokkaaksi keinoksi ulkomaisen riskirahan houkuttelemisessa maahamme. Palvelusektorilla GTK täydentää merkittävällä tavalla alan yksityistä tarjontaa tuottamalla geotieteen lisäksi korkeatasoisia asiantuntijapalveluita sekä kemiallisia ja mineraalitekniisiä laboratoriopalveluita.

Tutkimustoiminnassaan GTK keskittyy luonnonvarojen esiintymisen kannalta tärkeiden geologisten muodostumien, niiden ominaisuuksien ja syntyprosessien pitkäjänteiseen tutkimukseen. GTK:n lähiaikojen tärkeimpänä uuden teknologian soveltamisprojektina tulee olemaan korkean resoluution heijastusseisminen tutkimus useissa malmipotentialisissa kohteissa. Moderneilla mallinnusmenetelmillä tulkittavan aineiston odotetaan tuovan

aivan uutta, yksityiskohtaista tietoa malmivyyöhykkeiden rakenteesta maan pintaosista aina muutaman kilometrin syvyydelle. Mittausurakointi rahoitetaan osana Venäjän velan maksuohjelmaa Suomelle.

GTK:n toiminta perustuu pitkäjänteiseen strategiaan, joka ottaa kuitenkin huomioon teollisuuden oman etsintäaktiiviteetin. GTK pyrkii suuntaamaan toimintansa uusille alueille ja uusiin malmityyppisiin. Monipuoliseen osaamiseen ja geodataan nojautuva geologisten muodostumien malmipotentialin arviointi ja toiminta malminetsinnan ensi vaiheen riskin ottajana on edelleen tärkeää, koska vain harvat yhtiöt tekevät itse ruohonjuuritason malminetsintää. GTK:n toiminta tuottaa vuosittain uusia malmiaiheita Kauppa- ja teollisuusministeriön järjestämään kansainväliseen tarjouskilpailuun, jolla kohteet siirretään teollisuudelle jatkoselvityksiä varten. Maahamme on tällä tavoin saatu useita kansainvälisiä etsintä- ja kaivostoimintaa harjoittavia yhtiöitä.

Onko kaivosteollisuudella tulevaisuutta high tech Suomessa?

Globalitalouden näkymät

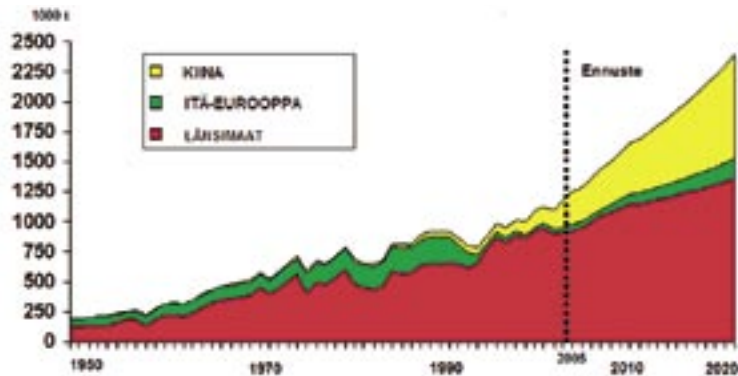
Hyvinvoinnin kasvu perustuu tänä päivänä suurelta osin luonnonvarojen lisääntyvälle hyödyntämiselle. Kestävä kehityksen periaatteen mukaisesti geologisten raaka-ainevärien kulutusta ja tarvetta tulisi kuitenkin pystyä hillitsemään korvaavilla tuotteilla ja materiaalien kierrätyksellä. Kierrätyksellä pystytäänkin tyydyttämään pieni osa materiaalitarpeesta kehittyneissä maissa, mutta elintason nopea nousu ja siihen liittyvä raaka-ainevärien kulutuksen voimakas kasvu erityisesti väkirikkaissa maissa, kuten Kiina ja Intia, ylittää monin verroin saavutetun säästön. Talouden noususuhdanne voi ylläpitää voimakasta rakentamista ja teollisuuden kehitystä vielä pitkään, ja eräiden arvioiden mukaan geologisten luonnonvarojen globaali tarve kaksinkertaistuu seuraavan 30 vuoden aikana. EU on suurimpia metallien kuluttajia, mutta tuottaa itse vain murto-osan tarvitsemistaan raaka-aineista. EU:n teollisuus onkin useimpien metallien suhteen lähes täysin riippuvainen tuonnista ja samalla haavoittuvainen maailmankaupan häiriötilanteissa.

Raaka-ainevärien hinnat ovat olleet pitkään alhaiset, mutta viime vuosina alkanut kehitys viittaa siihen, että hinnat metallipörssissä tulevat pysymään pitkään korkealla. Esimerkiksi öljyssä

paluuta alhaiseen hintasoon ei ole näköpiirissä. Kaivosyhtiöiden kannattavuus oli viime vuonna poikkeuksellisen hyvä ja niiden pörssikurssit korkealla. Luonnonvarasektori maailman pörseissä on nopeasti vahvistunut.

Tärkeistä metalleista erityisesti nikkelin hinnan ennustetaan pysyvän lähellä nykyistä huipputasoa, koska varastot ovat vähäiset eikä lähivuosina merkittäviä esiintymiä ole tulossa tuotantoon (kuva 5). Lateriittisissa nikkeliesiintymissä on tosin globaalisti merkittävä nikkelivaranto, mutta tarvitaan vielä prosessiteknologista kehittämistä, jotta tuotanto olisi taloudellisesti kannattavaa.

Korkeat metallien hinnat suuntaavat kulutusta säästävempää käyttöä kohti ja korvaavien aineiden innokkaampaan etsintään. Toisaalta voimakkaasti konsolidoitunut kaivosteollisuus pystyy kyllä vastaamaan lisääntyneeseen kysyntään. Vaikka malminetsintä ei olekaan pystynyt löytämään uusia esiintymiä siinä määrin kuin malmeja on louhittu, suuria hyödyntämättömiä mineraalivarantoja tunnetaan ja nousevien hintojen aikana tuotantoa voidaan merkittävästi lisätä useimpien metallien osalta.



Kuva 5. Nikkelin kulutusennuste vuoteen 2020 (lähde: Macquarie Research, September 2004).

Suomesta Euroopan suurin kullantuottaja

Suomessa on vireillä viitisentoista eri vaiheessa olevaa kaivoshanketta (kuva 6). Projekteissa tehdään kannattavuusarvointia, hankitaan toimintaan tarvittavia lupia sekä kehitetään prosesseja ja mineraalivarantoja. Suurimittakaavaiselle kaivostoiminnalle näyttäisi olevan parhaat mahdollisuudet nikkelissä ja paltinametalleissa, mutta eniten kehityshankkeita kohdistuu kuitenkin

kultaesiintymiin. Suomessa tullaankin avaamaan lähi vuosina useita kulta-kaivoksia.

Australialainen Dragon Mining ilmoitti äskettäin aloittavansa kullan tuotannon Vammalan rikastamolla vielä tänä vuonna. Malmin louhinta aloitetaan ensin Oriveden kaivoksen Sarvisuon malmiosta ja kahdesta pienestä avolouhoksesta Huittisten Jokisivulla, jossa siirrytään maanalaiseen louhintaan 18 kuukauden kuluttua. Vammalan syötteen kultapitoisuuden on arvioitu olevan 8-11 g/t, tuotantokustannusten 250-270 USD/tonni ja täyden mittakaavan vuosituotannon 80.000 unssia. Yhtiöllä on myös alustavia suunnitelmia Ilomantsin Pampalon esiintymän avaamisesta.

Kittilän Suurikuusikon kultaesiintymää voidaan pitää erinomaisena esimerkkinä pitkäjänteisestä etsintä- ja kehittämistyöstä, jossa yhdistyy GTK:n perustyö, junioryhtiön määrätietoinen kehittämispanostus ja kaivosyhtiön mukaan tulo kehittämisprojektiin loppuvaiheessa. GTK paikansi malmiaiheen monivuotisen alueellisen etsinnän tuloksena, suoritti esiintymän alustavan arvioinnin ja raportoi sen Kauppa- ja teollisuusministeriölle tarjouskilpailua varten vuonna 1997. Tässä vaiheessa mineraalivarannoksi arvioitiin 1,5 milj. tonnia keskipitoisuudella 5,9 g/t kultaa. Mineralisaation todettiin jo silloin olevan osa useita kilometrejä pitkää malminmuodostus- ja muuttumisvyöhykettä, joka tarjoaisi hyvän etsintä-potentiaalin. Varjopuolena oli kullan esiintyminen lähes kokonaan vaikeasti rikastettavassa muodossa arseeni- ja rikkikiisun hilassa, joskin GTK:n teettämät laboratoriomittakaavan testit osoittivat, että malmi olisi rikastettavissa hyvällä saannolla bakteeriliotusmenetelmällä.

Tarjouskilpailun perusteella Kauppa- ja teollisuusministeriö myi mal-



Kuva 6. Kehitteillä olevat kaivosprojektit 2005.

miaiheen ruotsalaiselle Riddarhyttan Resources Ab:lle vuonna 1998. Yhtiö on määrätietoisella malminetsinnällään kasvattanut Suurikuusikon tunnetut malmivarat yli kymmenkertaisiksi ja samanaikaisesti kehittännyt rikastusprosessia sekä hankkinut kaivostoimintaan tarvittavat luvat. Rikastusprosessina on kiisurikasteen jatkokäsittelyä varten selvitetty myös paineliuotusta bakteeriliuotuksen ohella. Malmin kultasäilytö ylittää jo 3 milj. unssia, mikä tekee siitä maailman mittakaavassakin kiinnostavan kultaesiintymän. Malmia on 17,7 milj. tonnia pitoisuuden vaihdella 5,8 g/t 4,5 g/t varmuusluokasta riippuen. Geologisen mallin perusteella malmi voi olla huomattavasti suurempikin, eikä esiintymää ole vielä rajattu. Syvimmät lävistyksiset ovat nyt yli 700 m syvyydellä, mutta monin paikoin myös vyöhykkeen pintaosat on puutteellisesti tunnettu. Riddarhyttanin rahallinen panostus Suurikuusikon tutkimuksiin on tähän mennessä ollut noin 150 milj. SEK.

Kanadalainen Agnico Eagle Mines, joka louhii Kanadan suurinta kulta-kaivosta, tuli Riddarhyttanin pääosakkeenomistajaksi vuonna 2003. Agnico Eagle jätti äskettäin ostotarjouksensa, jonka rahallinen arvo on 150 milj. USD, lopuistakin Riddarhyttanin osakkeista. Kaivospäätöstä odotellaan alkusyksystä. Hankkeella olisi suuri alueellinen vaikutus, sillä se synnyttäisi Kittilään noin 150 suoraa teollista työpaikkaa sekä kerrannaisvaikutuksina satoja muita työpaikkoja jopa useiksi kymmeniksi vuosiksi.

Suuret nikkeliavarannot

Talvivaara Projekti Oy tutkii yksityisellä kotimaisella rahoituksella Sotkamon Talvivaaran alueella sijaitsevien aikanaan GTK:n löytämien mustaliesiintymien liittyvien monimetalliesiintymien hyödyntämistä. Ne sisältävät yli 300 miljoonaa tonnia malmia ja ovat ehkä Euroopan suurimmat sulfidiset nikkeliyesiintymät. Outokumpu Oyj on selvittänyt esiintymien hyödyntämisen kannattavuutta useaan otteeseen 1970-1990 luvuilla, mutta kehittynyt teknologia ja korkeat hinnat antavat nyt aivan uudet mahdollisuudet kaivostoiminnan kehittämiseksi. Malmin rikastus suunnitellaan tehtäväksi liuottamalla ja projekti selvittää kolmea vaihtoehtoista rikastusmenetelmää. Kemiaallinen liuotus voidaan tehdä joko paineliuotuksena tai bioliuotuksena kasoissa tai kallioon louhituissa altaissa. Lopputuotteina syntyy nikkeliä, sinkkiä, kuparia sekä kobolttia sisältäviä metallirikas-

teita, jotka kuljetetaan jatkokäsittelyyn jollekin jalostuslaitokselle. Metallien tuotanto on suunniteltu aloitettavaksi vuonna 2009.

Scandinavian Gold on tehnyt vuodesta 2000 alkaen kannattavuusarviointia niinikään GTK:n löytämästä Keivitsan platinametallipitoisesta nikkeli-kupariyesiintymästä. Se sisältää osoitettuja mineraalivarantoja yli 100 milj. tonnia ja oletettuja varantoja yli 300 milj. tonnia. Viimeaikaiset kairaukset ovat osoittaneet, että esiintymässä on myös osia, joiden metallisisältö on kaksinkertainen pääesiintymään verrattuna. Yhtiöllä on kaksi tuotantoskenaariota: pienimuotoinen kaivostoiminta, joka hyödyntäisi esiintymän rikkaimpia osia, ja 15 milj. tonnin vuosituotantoon perustuva mittava kaivostoiminta. Junioriyhtiön tavoitteena on aloittaa kaivostoiminta vielä tällä vuosikymmenellä.

Milloin Ranualla platinametallikaivos?

Eteläafrikkalainen Golf Fields kiinnostui muutama vuosi sitten Outokummun 1980-luvulla löytämistä Tornio - Näränkäväära kerrosintruusiovyöhykkeen platinametalliesiintymistä. Malminetsintä aloitettiin yhteistyössä Outokumpu Mining Oy:n kanssa vuonna 2000, mutta Outokummun luovuttua kaivostoiminnastaan, Gold Fields jatkoi projektia yksin. Hanke on ollut eräs Suomen mittavimmista malminetsintäprojekteista, johon Gold Fields on tähän mennessä käyttänyt 90 milj. dollaria. Kannattavuusarviointiin liittyvien lukuisten rikastuskokeiden ja muiden selvitysten lisäksi on tehty laajoja geofysikaalisia mittauksia ja näytteenottoa. Syväkairausta on tehty noin 200 km.

Sekä Ranualla, että muualla Pohjois-Suomessa toiveet olivat korkealla kaivoksen avaamisen suhteen. Viime kevät toi kuitenkin huonoja uutisia Gold Fieldsin julkistettua vetäytymispäätöksensä Ranuan kaivoshankkeesta. Tausalla on monta tekijää. Palladiumin, joka on esiintymän päämalmimetalli, hinta on romahtanut takavuosien huipulukumista. Vaikka platinan unssihinta on ennätyskorkea (yli 800 dollaria), palladiumin hinta näyttää juuttuneen alle 200 dollarin tason. Koska Ranuan esiintymien palladiumpitoisuudet ovat alhaiset, aiheuttaa epävarmuus hintojen noususta pitkän miinuksen riskianalyysissä. Tämän lisäksi dollarin heikkous suhteessa euroon laskee esiintymien kannattavuutta.

Nyt kuitenkin tiedämme, että Suhangon esiintymässä on 86 milj. tonnia

(indicated resource) mineralisoitunutta kiveä, jossa on keskimäärin 2,06 g/t jalometalleja (palladium+platina+kulta) sekä 0,24 % kuparia ja 0,09 % nikkeliä. Koko Portimon kerrosintruusiokompleksin, johon Suhankokin kuuluu, tunnettu mineraalivaranto on 168 milj. tonnia (2,33 g/t jalometalleja, 0,2 % kuparia ja 0,083 % nikkeliä). Kyseessä on merkittävä esiintymä, joka ei tämän hetken palladiumin hinnalla ole ekonominen malmi ainakaan suunnitellussa tuotantomittakaavassa. Platina- metallien hintarakenteen muuttuessa suunnitelmat ovat kuitenkin valmiina laajamittaisenkin kaivostoiminnan käynnistämiseksi.

Litiumia ja kobolttia high tech -teollisuudelle

Litiumkarbonaatin käyttö on kasvavassa voimakkaasti valmistettaessa akku- ja paristokemikaaleja, kuten litiumkobolttioksidia. Kobolttin viime aikainen hinnannousu on puolestaan perustunut lähinnä erikoismetalliseosten kasvavaan tarpeeseen esimerkiksi lentokoneiteollisuuden moottoreiden valmistuksessa. Suomessa Vulcan Resources -yhtiön omistama Kylylahti Copper Oy on selvittämässä uudelleen Outokumpu-yhtiön löytämän ja 1990-luvulla alustavasti arvioiman Polvijärven Kylylahden koboltti-kupari-kultaesiintymän kannattavuutta. Tutkimus sisältää mm. metallurgisen prosessin edelleen kehittämisen ja esiintymän mineraalivarannon kasvattamisen. Äskettäin julkistetut uudet kairaustulokset ovat kasvattaneet esiintymän jo yli kaksinkertaiseksi.

Keliber Resources Ltd Oy on puolestaan kehittänyt uuden tuotantoprosessin, jolla saadaan spodumeeni-mineraalista litiumkarbonaattia, joka on litiumin yleisin kaupallinen kemikaali. Yhtiö suunnittelee litiumkaivostoimintaa Ullavan Länttään, jossa tunnetaan useita litiumpegmatiittiesiintymiä. Keliberin kehittämä prosessi soveltuu nimenomaan Keski-Pohjanmaan spodumeenipegmatiiteille. Tuotteeksi saadaan hyvällä saannilla erittäin puhdas litiumkarbonaatti, joka syntyy suoraan yhdessä prosessissa, toisin kuin muilla tuottajilla. Prosessissa tarvitaan bio-kaasua, jonka sisältämät metaani ja hiilidioksidi hyödynnetään. Biokaasun raaka-aineina on suunniteltu käytettäväksi mm. karjalouden ja turkistarhauksen lantoja, jätevesipuhdistamoiden lietteitä ja muita biojätteitä, joita Keski-Pohjanmaalla on helposti saatavilla. Laitoksen toteuttajaksi suunniteltu Lassila&Tikanoja Oyj onkin etsinyt täl-

laisille jätteille järkevää hyötykäyttöä. Mikäli kaikki menee suunnitelmien mukaan, niin maailman puhtainta litiumkarbonaattia valmistetaan Kaustisella parin vuoden päästä.

Tulevaisuuden näkymät

Suomen kaivosteollisuuden tulevaisuus on luonnollisesti riippuvainen alan globaaleista kulutus- ja hintatrendeistä. Jatkuuko globaali kasvu ja metallien lisääntyvä kysyntä sekä niiden seurauksena korkea hintataso? Toisaalta keskeisessä asemassa ovat suomalaisen yhteiskunnan luomat edellytykset alan kehittymiselle. Kaivostoiminta on aina paikkaan sidottua toimintaa ja sitä voidaan harjoittaa vain siellä, missä on taloudellisesti kannattava mineraalirikastuma. Pystyykö lainsäädäntömme ottamaan huomioon alan erityisvaatimukset ja voidaanko luonnonsuojelliset ja kaivostoiminnan ristikkäiset maankäyttöintressit sovittaa yhteen tulevaisuuden Suomessa?

Tällä hetkellä kehitteillä olevat kaivosprojektit perustuvat kaikki jo aiemmin löydettyihin esiintymiin tai malmi-aiheisiin. Uudet toimijat ovat aktiivisesti kehittäneet esiintymien mineraalivarantoja ja hyödyntämisteknologiaa.

Malmi-etsintä on kaivostoiminnan tulevaisuuden kannalta keskeinen tekijä. Uusia malmilöytöjä tarvitaan, jotta Suomi säilyttäisi asemansa kiinnostavana etsintä- ja investointikohteena. Tarvitaan myös jatkuvasti parantuvaa geologista perustietoa, uusia malmimalleja, etsintäkohteita ja innovaatioita esiintymien hyödyntämisteknologiassa sekä niiden aktiivista markkinointia alan kansainväliselle teollisuudelle. Malmi-etsintän volyyymi tulee varmasti vaihtelevaan Suomessa suhdanteiden mukana, ja vain onnistumiset voivat taata korkean panostuksen alalle tulevaisuudessa.

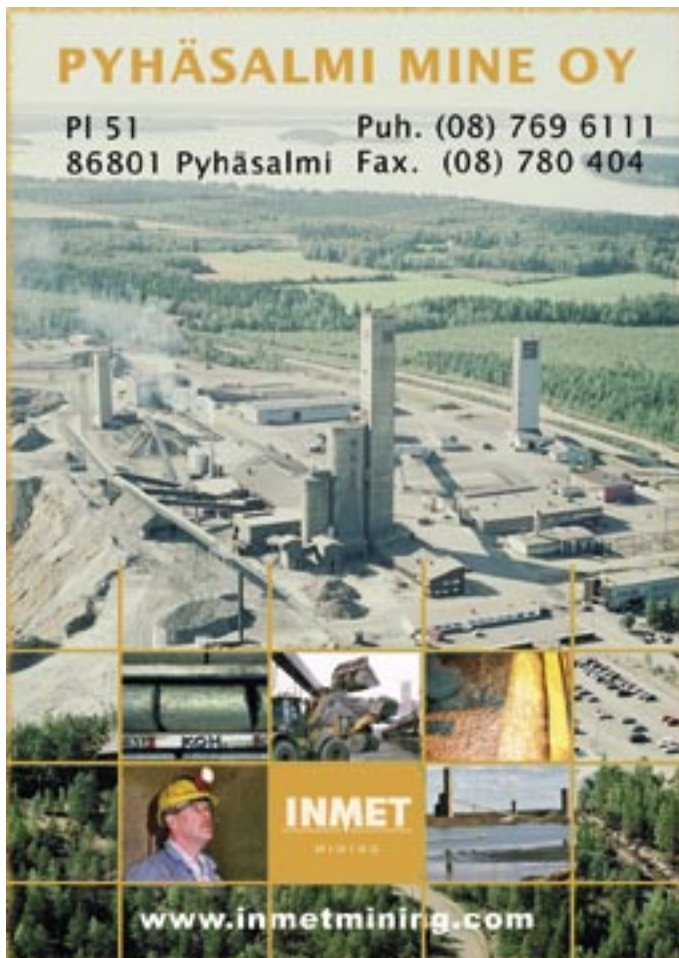
Keskeisenä pullonkaulana malmi-aiheiden kehittämisessä kaivoksiksi on rahoitus. Suomessa ei ole traditiota riskirahan sijoittamisesta malmi-etsintään tai kaivosprojekteihin, eikä meillä ole pörssissä alan kehitysyhtiöitä. Vaikka valtaosa riskirahasta tulee nykyään ulkomailta, olisi kotimaisten sijoittajien mukaan saaminen tärkeää. Suomen Teollisuusijoitus on parhaillaan kehittämissä Fennoskandian alueella toimivaa kaivosrahastoa, joka sijoittaisi pääomia alan kehityshankkeisiin. Synnyessään rahasto olisi tervetullut pääntien kehittämiselle kaivosalalle.▲

SUMMARY

A new era in Finnish mineral exploration – are junior companies the driving force of future mining?

Mineral exploration and mining were restricted exclusively to Finnish companies until 1994, when Finland joined the European Economic Area. Exploration had traditionally been undertaken by a few large metallurgical and mineral companies and the Geological Survey of Finland (GTK). Since 1994, the situation has changed completely and there are now more than 40 companies active in exploration and mine development. The players mostly come from abroad and comprise mainly junior companies tog ending in Finland has fluctuated in recent years between EUR 30 and 40 million, which is the highest figure in Europe. There are active exploration projects located throughout the country, and current activities are concentrated on gold, diamonds, nickel and PGEs. Finland is regarded as a safe operating and investment environment, where mining legislation and the common opinion support business. Finland can also provide business with excellent geodata and the country has a good infrastructure. The mineral potential is comparable with other shield areas and is considered very much under-explored with regard to many commodities. The GTK plays an active role in promoting the mining business in Finland. In addition to its basic functions of mapping and maintaining geodata, the Geological Survey of Finland actively studies and evaluates the ore-potential of geological formations and offers exploration services to the industry. All discoveries made by the GTK are tendered at an early stage to the private sector through the Ministry of Trade and Industry.

There are currently over a dozen active mine development projects in Finland mostly run by junior companies. These include a number of gold deposits, such as the Suurikuusikko deposit which contains three million ounces and is being developed by Agnico Eagle Mines and Riddarhyttan Resources, and the multi-million ounce PGE-base metal deposits at Suhanko, which has been evaluated by Gold Fields. The Keivitsa (Scandinavian Gold) and Talvivaara (Talvivaara Project) deposits are the biggest sulphide nickel occurrences in Europe with both having a low-grade inferred mineral resource of about 300 million tonnes. Other deposits of interest include reserves of calcite, cobalt-copper, ilmenite, lithium, nickel and talc. The active promotion of exploration opportunities and new success stories are necessary if Finland wishes to remain the focus of international exploration and mining.▲



Teräs kuumennetaan valun jälkeen jatkokäsittelyjä varten uudelleen keskimäärin kahdesti, ennen kuin sen lopullinen muoto ja ominaisuudet saavutetaan. Kuumennukseen kuuluu huomattavia määriä lämpöenergiaa. Kuumennus- ja hehkutusuuneissa käytettävä REBOX® oxyfuel -polttajärjestelmä mahdollistaa huomattavat polttoainesäästöt, ympäristölle haitallisten hiilidioksidin- ja typpioksidipäästöjen minimoinnin sekä uunin kuumennuskapasiteetin huomattavan parannuksen. Tästä on kyse, kun kuulet ihmisten puhuvan ”uudesta ja mullistavasta kuumennusmenetelmästä”, josta on hyötyä niin terästeollisuudelle, asiakkaille kuin ympäristöllekin.

Joachim von Schéele, Dr in metallurgical technology, Linde AG, Per Vesterberg, MSc in mechanical engineering, Linde AG, Lauri Nevalainen, MSc in metallurgy, Oy Aga Ab



Joachim von Schéele



Per Vesterberg



Lauri Nevalainen

Suurempi teräksen kuumennuskapasiteetti

pienemmällä polttoainemäärällä ja vähemmällä päästöillä

Vuonna 2004 terästeollisuuden tuotanto ylitti miljardi tonnia ja saavutti näin kaikkien aikojen ennätyksensä. Valun jälkeen teräs toimitetaan valssaamoihin ja takomoihin jatkojalostettavaksi, jolloin teräs kuumennetaan jatkokäsittelyn vaatimaan lämpötilaan. Teräksen lämpötila on valssausta, takomista tai hehkutusta varten nostettava 1200°C:n tasolle. Näin ollen, kun jokainen valettu terästonni kuumennetaan keskimäärin kahdesti uudelleen ennen valmiiksi tuotteeksi valmistumistaan, kaikkiaan yli kaksi miljardia terästonnia kulkee kuumennus- ja hehkutusuunien läpi.

REBOX® oxyfuel -järjestelmät voivat olennaisesti pienentää teräksen jatkokäsittelyjen vaatiman kuumennuksen kuluttamaa valtavaa energiamäärää. Järjestelmä perustuu prosessiin, jossa teollinen happi sekoitetaan minkä tahansa nestemäisen tai kaasumaisen polttoaineen kanssa siten, että happi ja polttoaine reagoivat toistensa kanssa ja palaminen tapahtuu täydellisesti, ts. typpi ei osallistu reaktioon toisin kuin ilman osallistuessa palotapahtumaan. Tämä paitsi optimoi polttoreaktion ja samalla polttoaineen energian hyödyntämisen, samalla myös typpiyhdistepäästöt vähenevät, ja kaikkiaan uunien tuotantokyky (kuumennuskapasiteetti) kasvaa.

Teollista happea on käytetty teräsentuotannon eri vaiheissa jo yli 50 vuoden ajan. Alun perin happea alettiin

käyttää konverttereissa ja myöhemmin mm. eri sulatusmenetelmissä (kuten sähköuuneissa), masuunien puhallusilman rikastamiseen hiilenkulutuksen pienentämiseksi sekä parantamaan poltotehokkuutta käsittelyastioiden esilämmityksessä. Aiemmin ei valssaamoissa ja takomoissa ole käytetty lainkaan – tai käytettiin hyvin vähän – happea kuumennukseen; kuumennus- ja hehkutusuuneissa käytettiin polttoaine-ilmapolttimia. Sitten polttoaine-ilmapolttimia on varustettu käytetyn polttoilman esilämmittimillä, joissa lämmönlähteenä olivat uunin savukaasut.

Polttoaineiden hinnannousu 1970-luvulla synnytti ensimmäiset uudet ideat kuumennus- ja hehkutusuunien polttoaineenkulutuksen pienentämiseksi. Tälle pohjalle perustuu myös valssaamojen ja takomien Oxyfuel-järjestelmien kehitys. 1980-luvun puoliväissä AGA aloitti ensimmäisten happirikastuksella varustettujen polttajärjestelmien toimitukset kuumennusuuneihin. Toimitetuissa järjestelmissä polttoilman happipitoisuutta oli nostettu 23-24 prosenttiin ja tulokset olivat rohkaisevat: Polttoaineenkulutus pieneni ja kapasiteetti (tonnia tunnissa) kasvoi. Vuonna 1990 AGA muunsi ensimmäisen uunin käyttämään ilman sijaan polttimissaan 100% happea, ts. täysin polttoaine-happilämmitteiseksi.

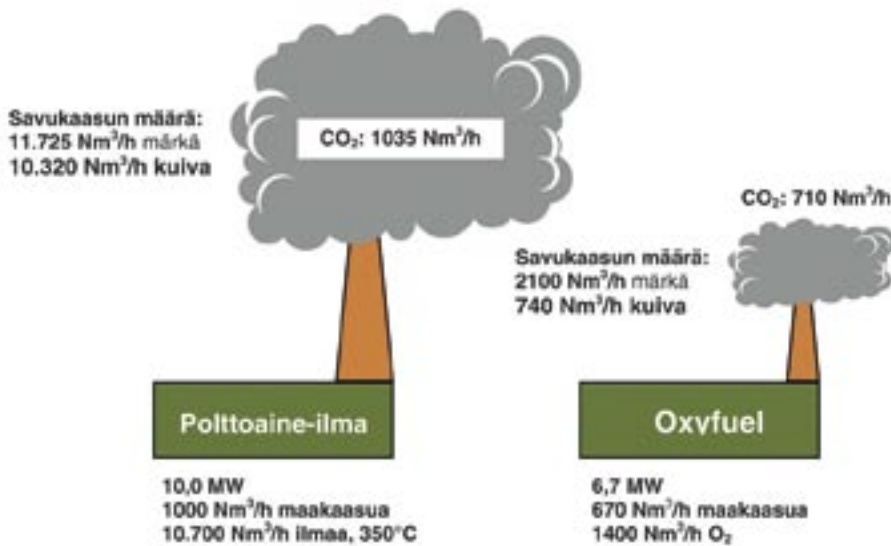
Typestä aiheutuvan lisäkuorman välttäminen

Palotapahtuman alkamiseen tarvitaan vain kolme asiaa: Polttoaine, happi ja syttymiseen vaadittava energia. Palotapahtuma on tehokkaimmillaan, kun polttoaine ja happi pääsevät reagoimaan esteittä. Juuri näin käy Oxyfuel-järjestelmässä, jossa polttoon käytetään ilman sijaan teollista happea reagoimaan minkä tahansa nestemäisen tai kaasumaisen polttoaineen kanssa.

Käytännön kuumennuslaitteissa on myös lämmön siirtyminen otettava huomioon. Esimerkki: Jos puhtaaseen happeen sekoitetaan 78% typpeä ja 1% argonia (kuten hengittämässämme ilmassa), eivät olosuhteet ole optimaaliset palotapahtumalle eikä lämmönsiirrolle. Lisähaittana on typen turha kuumentaminen palotapahtumassa. Jollei typen kuumentamiseen käytettyä energiaa (polttoainetta) haluta hukata, on käytettävä kalliita lämmön talteenottomenetelmiä, esim. rekuperaattoreita, lämmönvaihtimia tms. hukkalämmön hyödyntämiseksi esilämmityksessä.

Ilman korvaaminen hapella aikaansaa monenlaisia muutoksia palotapahtumassa ja lämmönsiirtoprosesseissa:

- Parempi palamisreaktion hyötysuhde.
- Pienempi palamisreaktion tuotu ja siitä poistettu kaasutilavuus.



CO₂-päästöjen vertailu käytettäessä Oxyfuel-menetelmää polttoaine-ilmapolttimien (esilämmitetty ilma) sijasta samoissa olosuhteissa.

- Suurempi lämpöä säteilevien kolmiatomisten kaasujen (H₂O ja CO₂) osapaine.

Mainituilla muutoksilla on suuri myönteinen vaikutus uunin kuumennustehoon ja -ominaisuuksiin, mikä lopulta näkyy positiivisesti myös uunin käyttökustannuksissa. Tärkeimmät Oxyfuel-järjestelmän edut kuumennuksessa ja hehkutuksessa ovat:

- Lämpimenomäärän (kuumennettua terästonnia tunnissa) kasvaminen ja samalla toiminnan joustavuuden lisääntyminen.
- Pienempi polttoainekulutus.
- Lämpöarvoltaan matalampien, paikallisten polttoaineiden käyttömahdollisuus.
- Pienemmät CO₂-päästöt.
- Pienemmät NO_x-päästöt.
- Hilseilyn väheneminen (ohuempi ja laadultaan parempi pintakerros).
- Uuniatmosfäärin parempi säädeltävyys.
- Pienet pääomakustannukset.
- Helppo jälkiasennettavuus ja vähäinen huoltotarve.

15 vuoden kokemus Oxyfuel-järjestelmistä

AGA on ollut viimeisten 15 vuoden aikana edelläkävijänä tuomassa Oxyfuel-järjestelmiä valsaamoihin ja takomoihin. Kaikki alkoi vuonna 1990 amerikkalaisen laakeriteräsvalmistajan Timkenin hehkutuskuoppauunin muunnostyöstä. Sen jälkeen Linde on asentanut Oxyfuel-järjestelmän yli 90:een kuumennus- ja hehkutusuuniin. Eri Oxyfuel-järjestelmät on koottu yhteen REBOX®-tuoteperheeksi. Keskeinen, kehitystä eteenpäin vievä voima on edelleen asiakkaan tuotantoprosessien ja terästeollisuuden tulevien haasteiden syvä tuntemus.

Eräs ensimmäisistä Oxyfuel-järjestel-

män hyödyntäjistä oli Outokumpu Stainless, jossa menetelmää käytettiin pääosin tuotannon kasvattamiseen. Vuonna 1992 aloitettiin ensimmäisen uunin muuntaminen pelkästään happea varsinaisen polttoaineen lisäksi käyttävään Oxyfuel-järjestelmään. Uutta teknologiaa asennettiin verrattain suureen teräksen hehkutukseen käytettyyn kuoppauuniin Ruotsin Degerforsissa. Mainittu tehdas onkin erinomainen esimerkki Oxyfuel-teknologian kehityksestä. Vuoteen 1995 mennessä Degerforsin Oxyfuel-kuoppauunien lukumäärä oli noussut kahdeksaan, ja kaksi panos-hehkutusuuneista oli muunnettu samalla tavalla. Jatkossa otettiin käyttöön kaksi suurta Oxyfuel-uunia lisää: uusi, pyörivällä arinalla varustettu uuni vuonna 1998, ja askelpalkkiuunille tehtiin muutostyö 2003. Jälkimmäisessä käytetään liekitöntä Oxyfuel-teknologiaa.

Oxyfuel-polttotekniikalla varustettujen uunien käytössä saavutettuja etuja ovat mm. läpimenoajan lyhentyminen, mikä lisää tuotantokapasiteettia, sekä pienentynyt polttoainekulutus. Poltto-

aineenkulutuksen pienentäminen vähentää ympäristövaikutuksia, kuten CO₂- ja NO_x-päästöjä. Pienet investointikustannukset, olemassa olevien uunien helppo muunnettavuus ja laitteistojen vähäinen huollontarve ovat myös olleet edesauttamassa Outokumpu Stainlessin Oxyfuel-uunien lukumäärän lisäämistä.

”Uuden teknologian käyttöönoton avulla saavutettu kasvu on ollut jännittävä prosessi”, kertoo Outokumpu Stainlessin Nybyn valsilaitoksen tekninen johtaja *Sten Ljungars*. ”Kehitystyö on luonnollisesti ollut haastavaa, mutta ottamalla käyttöön uusia Oxyfuel-sovelluksia olemme saavuttaneet erinomaisia tuloksia ja toteuttaneet ”Best in Stainless”-visiotamme.

Tällä hetkellä Outokumpu Stainlessin Ruotsin laitoksella on käytössä neljän eri sukupolven REBOX® oxyfuel-teknologiaa:

- Panos-hehkutusuuni, joka on varustettu perinteisillä vesijäähdytteisillä polttimilla (1995).
- Usealla lämpövyöhykkeellä ja ke-raamisilla polttimilla varustettu pyöriväarinuuni (1998).
- Riippukuljettimella ja Oxyfuel-polttimilla varustettu DFI-uuni (Direct Flame Impingement) (2002).
- Liekittömällä Oxyfuel-polttimilla varustetut askelpalkki- ja riippukuljetinuunit (2003).

Oxyfuel – äärimmäisen palkitseva haaste

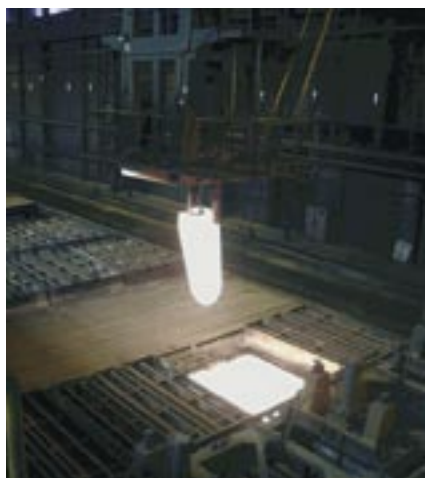
”Oxyfuel-teknikan käyttö on melkoisen vaativaa, mutta myös erittäin palkitsevaa”, kertoo Ovakon *Lars Arvidsson*. Oxyfuel-teknikan ansiosta uuneja voidaan ajaa huomattavasti suuremmalla kapasiteetilla kuin perinteisiä, ilmapolttimilla varustettuja uuneja. On myönnettävä, että uuniolosuhteita on valvottava huomattavasti tarkemmin:

Kuvassa on ruotsalainen askelpalkkiuuni, joka on muunnettu Oxyfuel-järjestelmään käyttäen 26:ta liekitöntä Oxyfuel-poltinta.



uuniatmosfääriin paine sekä polttoaineen ja hapen virtaamat on kyettävä pitämään vakiona, jos poltinjaerjestelmän teho halutaan pitää optimaalisena. Sama ongelma esiintyy myös ilmapolttimia käyttävissä järjestelmissä, mutta happea käyttävissä Oxyfuel-poltinjaerjestelmissä tarkka säätö on kriittisempi.

Tähän mennessä Ovakon Ruotsin laitokset, jotka ovat johtavia laakeri- ja erikoisterästen tuottajia, ovat muuntaneet 75% uuneistaan käyttämään Oxyfuel-polttimia. Ensimmäinen muutosasennus tehtiin 1994 ja nyt Oxyfuel-uuneja on käytössä 42, joista osa varustettiin jo alkujaan optimaalisen tuotantotehon varmistavilla Oxyfuel-polttimilla. Myös



Ovakon tehtaalla teräs kuumennetaan 1200°C lämpötilaan Oxyfuelille muunnetuissa kuoppauuneissa ennen kuumavalssausa. Tämä on tuonut 35 % alennuksen polttoaineen ominaiskulutukseen ja tehostanut tuottavuutta 35 %.

Ovakon kanssa vastaavia terästuotteita valmistavat Yhdysvaltain Timkerin ja Ranskan Ascométalin laitokset ovat siirtyneet käyttämään AGA:n Oxyfuel-tekniikkaa kuumennusuuneissaan.

Kustannussäästöjen avain

Eri terästuottajilla on omat syynsä REBOX®-järjestelmien asennuttamiseen kuumennus- ja hehkutusuuneihinsa. Polttoainekustannusten nousu on nykyään yhä tärkeämmäksi muodostuva tekijä. Lisäksi CO₂-päästöjen määrä on muodostunut Euroopassa yhä tärkeämmäksi kysymykseksi ja se tuokin lisäsyyn Oxyfuel-tekniikkaan siirtymiseen. Eräiden romua raaka-aineenaan käyttävien teräksentuottajien CO₂-päästöistä 70% on peräisin jatkokäsittelyihin tarvittavista kuumennusuuneista. NO_x-päästöjä koskevan lainsäädännön tiukentuminen toimii lisäylykkeenä uusien ratkaisujen käyttöönotolle. Myös tuotantokapasiteetin kasvuun

liittyvät seikat ovat osatekijänä. Useat teräksentuottajista ovat kasvattamassa tuotantoaan, mutta on myös niitä, jotka aikovat säilyttää tuotantokapasiteettinsa ennallaan samalla kun pyrkivät vähentämään uuniyksiköiden määrää tai keskittämään toimintaa entistä harvemmille tuotantopaikkakunnille. Kaikilla edellä mainituilla toimenpiteillä pyritään tehostamaan sidotun pääoman tuottoa sekä vähentämään huolto- ja henkilöstökustannuksia.

Yleistäen voidaan todeta, että terästeollisuudella on nykyisin käytössään hyvin rajoitetusti investointipääomia. REBOX®-järjestelmien hyödyntäminen huomioi tämän ongelman tarjoamalla mahdollisuuden nykyisten tuotantolaitosten tuotannon kasvattamiseen ilman, että olemassa olevia uuneja olisi suurennettava, tai että päästökaasujen puhdistusjärjestelmien kapasiteettia olisi kasvatettava.

Joissakin tapauksissa tehokkaampaan Oxyfuel-poltteknikkaan siirtyminen on pienentänyt valssamoissa, hehkutuslinjoilla ja takomoissa tuotannon vaatimien työvuorojen määrää ja alentanut henkilöstökustannuksia – jotka muodostavat huomattavan osan tuotannon kokonaiskustannuksista – ja parantanut näin kustannusrakennetta.

Kustannusten pienemisen rinnalla myös laadun parantaminen on mahdollista hilseilyn vähentyessä sekä hilsekerroksen ominaisuuksien ja uudelleen kuumennetun teräksen pinnanlaadun parantunutta. Jälkikäsittelylämpötilan ja käsiteltävän teräksen laadun ohella kuumennusaika on tärkeä hilseilyn määrään vaikuttava tekijä. Oxyfuel-poltteknikan käyttö mahdollistaa kuumennusajan olennaisen lyhentämisen. Outokumpu Stainlessin Nybyn laitoksella tämä johti eräiden aiemmin välttämättömien jälkikäsittelyvaiheiden jättämiseen pois tarpeettomina. Nybyn Sten Ljungarsin mukaan ainoastaan tuotantokapasiteetin kasvattamiseksi tarkoitettu Oxyfuel-järjestelmän käyttöönotto johti tavoitteensa lisäksi myös uusiin kustannussäästöihin useiden jälkikäsittelyvaiheiden jäädessä pois.

Lisäesimerkkejä REBOX®-asennuksista

Voimme esittää lukuisia esimerkkejä siitä, miten asiakkaamme ovat hyötynet REBOX®-järjestelmien käyttöönotosta. Seuraavassa muutamia esimerkkitapauksia.

Böhler-Uddeholm käyttää Ruotsissa tätä menetelmää liikkuva-arinaisessa taosaihoiden kuumennusuunissaan. Saavutettu säästö polttoainekustannuksissa on yli 50%, ja kuumennusaika

lyheni 25-50%. Lisäetuna saavutettiin mittatoleranssien ja pinnanlaadun parantaminen.

North American Forgemasters Yhdysvalloissa muunsi kaikki uuninsa käyttämään Oxyfuel-poltteknikkaa. Päämääränä olleet yli 50% säästöt sekä polttoaineen kulutuksessa että NO_x-päästöissä saavutettiin.

Aivan toisenlainen sovellus toteutettiin Buderuksen Saksan laitoksella, jossa työntöuuniin asennettiin "Oxyfuel-boosting"-nimellä tunnettu järjestelmä. Sovelluksessa uunin entisten polttoainetilapoltinten rinnalle asennettiin neljä Oxyfuel-poltinta. Tavoitteena oli pie-nehkö kapasiteetin nostaminen. Oxyfuel-poltinten asennuksen jälkeen tuotanto kasvoikin 10% ja polttoainekulutusta laski saman 10%.

Näkyviä tuloksia näkymättömällä liekillä

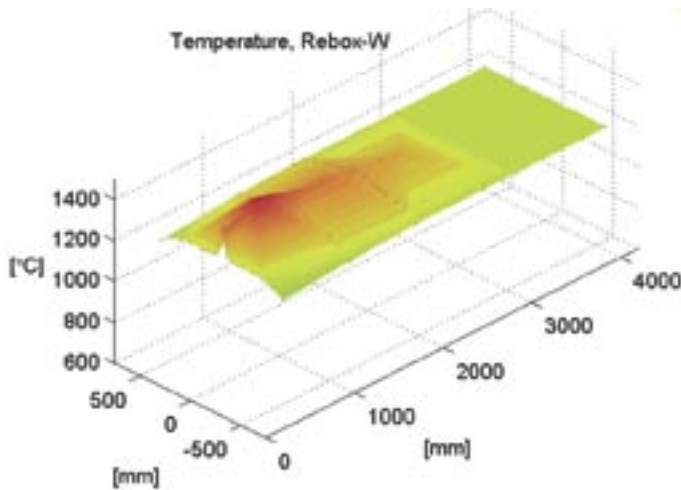
Eräs uusista uuneihin asennetuista Oxyfuel-poltteknikkasovelluksista on menetelmä, jota kutsutaan nimellä flameless combustion (liekitön palaminen). Kyseessä on polttotekniikka, jossa kaasu palaa liikkueessaan kuumen hiukkaspatjan läpi. Liekit hajaantuvat savukaasuihin ja ovat lähes näkymättömiä (ilmiötä kutsutaan tieteessä tilavuuspalamiseksi). Hajaantuminen alentaa liekkien lämpötilaa, jonka ansiosta myös NO_x-päästöt pienenevät huomattavasti. Hajaantuneet liekit tuottavat yhä yhtä paljon lämpöenergiaa, mutta laajemmalle alueelle levinneinä kuumentavat uunia tasaisemmin.

Vaikka normaalissa Oxyfuel-poltteknikassa käytetään polttokaasuissa ilman sijasta vain happea, uunissa syntyy liekkien korkean lämpötilan ja ilmapuotojen johdosta typen oksideja. Toisaalta liekittömässä Oxyfuel-poltossa NO_x-yhdisteiden syntyminen voidaan rajoittaa minimiin, vakaan uuniatmosfääriin ja vähäisten ilmapuotojen tapauksessa jopa pienemmäksi kuin 25 mg/MJ.

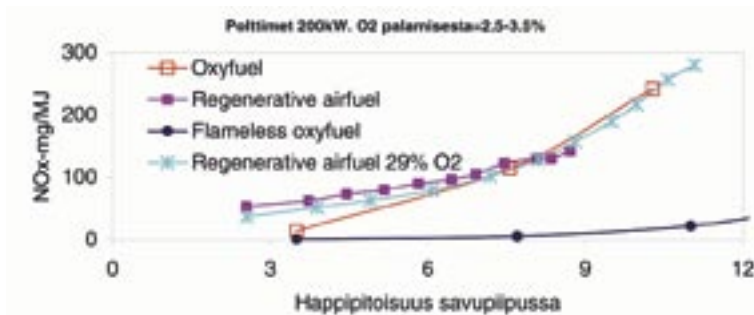
Liekittömän Oxyfuel-poltton edut ovat niin huomattavat, että useimpiin uusiin kohteisiin valitaan juuri tämä menetelmä, jossa normaalin Oxyfuel-poltteknikan etuihin yhdistyy myös tasaisempi kuumennus ja pienemmät NO_x-päästöt. Jälkimmäinen tekijä on yleensä erityisen tärkeä suurille, jatkuvatoimisille uuneille, mutta hyödyllinen myös muissa kuumennusprosesseissa, kuten senkköjen esikuumentuksessa.

Nopea kuumennus rajoitetussa tilassa

Direct Flame Impingement (DFI), jossa kuumennus tapahtuu suoraan uunin



Liekitön Oxyfuel, tässä REBOX-W-polttimessa, antaa matalamman ja tasaisemmin jakautuvan lämpötilan ilman lämpöpiikkejä, mikä auttaa alentamaan NO_x-päästöjä ja edesauttaa materiaalin tasaista lämpenemistä. Lähde: Royal Institute of Technology, Ruotsi



Oxyfuel-polttonenettelyn NO_x-päästöt ovat verrattavissa regeneratiivisten polttoaine-ilmapolttimien arvoihin, kun taas liekitöntä Oxyfuel-polttimet ovat lähes tunteettomia ilmapuodoille. Lähde: Royal Institute of Technology, Ruotsi

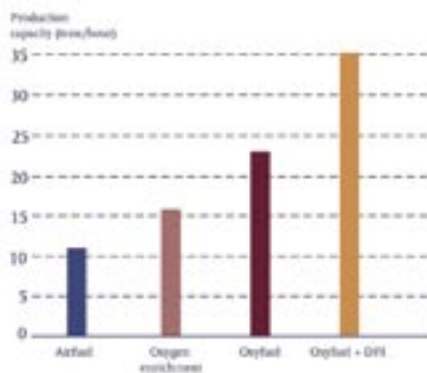
läpi kulkevan metallin pintaan kohdistetulla Oxyfuel-polttimen liekillä, on osoittautunut tehokkaimmaksi tavaksi lämmönsiirron parantamiseksi (mitattuna kW/m²). Periaate on sama kuin hitsattavien metallipintojen esilämmityksessä hitsauspolttimella.

Ensimmäinen AGA:n toimittama mainitun tyyppinen laitteisto on mainio esimerkki menetelmän eduista. Asiakkaan tavoitteena oli parantaa jo aiemmin Oxyfuel-polttimilla varuste-

tun riippukuljetinuuninsa tuotantokapasiteettia 50 prosentilla uunin pituutta kasvattamatta. Tavoitteen täyttämiseksi uunin syöttöaukon yhteyteen lisättiin kompakti DFI-polttinysikkö, joka koostui neljästä 30 Oxyfuel-polttinta käsittävästä kasetista. 120:n pienpolttimen yhteenlaskettu teho oli 4 MW. Esimerkitapaus osoittaa, että DFI-menetelmää voidaan käyttää monenlaisiin sovelluksiin ja uunityyppihin, ei ainoastaan teräsrainan kuumennukseen.

Kolmas vallankumous

Vuodesta 1990 lukien, jolloin Linde esitelti ensimmäisen Oxyfuel-sovelluksensa valssaamoille ja takomoille, on asennettu yli 90 Oxyfuel-polttinlaitteistoa kuumen-



nus- ja hehkutusuuneihin lisäämään tuotantokapasiteettia ja alentamaan polttoainekustannuksia sekä pienentämään päästöjä. Toisin sanoen happipolttiset REBOX®-polttimet ovat "uudistaneet uudelleenkuumennuksen". Tämä koskee uutta liekitöntä Oxyfuel-polttonenettelmää, jonka avulla suurissa jatkuvatöissäkin uuneissa on saavutettu erinomaiset kuumennusolosuhteet ja pienet NO_x-päästöt.

Eräs mielenkiintoinen Oxyfuel-polttonenettelyn piirre on mahdollisuus käyttää heikompileattuisia polttoaineita, jolloin lämpöarvoltaan huonojakin polttoainelaatuja hapella polttamalla saavutetaan taloudellisesti kohtuullisen korkea liekin lämpötila. Tällöin kyseeseen tulevat monenlaiset polttoaineet, esimerkiksi rauta- ja terästuotannon savukaasut masuuneista ja konverttereista korvaamassa maakaasua, öljyä tai propaania teräksen kuumennusuuneissa. Lisähyötynä saavutetaan samanaikainen CO₂-päästöjen pieneminen.

Tulevaisuutta hahmottaessamme voimme oikeutetusti väittää, että Oxyfuel-polttonenettelyn hyödyntäminen on vasta alussa. Kokemusten karttuessa kiinnostus menetelmää kohtaan on jatkuvasti kasvanut. Usein kuulee sanottavan, että terästuotanto kävi läpi kaksi vallankumousta 1900-luvulla – hapen käyttö konvertterissa sekä jatkuvavalu. Ilman näitä keksintöjä teräksen tuotanto maailmassa olisi todennäköisesti jäänyt alle puoleen nykytasostaan.

Kolmas vallankumous, joka on hapen käyttö ilman sijasta polttokaasuna kuumennus- ja hehkutusuunien Oxyfuel-polttimissa, näyttää olevan vaikutukseltaan samaa suuruusluokkaa kuin edeltäjänsäkin. Kolmas vallankumous alkoi Ruotsissa, jossa menetelmää edelleen hyödynnetään kaikkein laajimmin. Tätä kirjoitettaessa puolet maan kuumennusuuneista on muunnettu käyttämään Oxyfuel-polttonenettelmää. Huomionarvoista on myös, että Oxyfuel-polttonenettelmää hyödynnetään terästuotannossa kohti masuunissa tai tuotettua terästuotannossa kohti konvertterissa.

REBOX® on Linde AG:n rekisteröity tavaramerkki. Lisätietoja: www.linde-gas.com/rebox

Kaavio esittää tuotantokapasiteetin kasvun, jonka Oxyfuel-ratkaisujen kolme sukupolvea mahdollistavat tälle asiakkaalle. Happirikastuksen käyttöönoton jälkeen tehtiin täydellinen muutos Oxyfuel-tekniikkaan ja lopulta asennettiin DFI-polttinysikkö (Direct Flame Impingement) tuotantokapasiteetin kasvattamiseksi edelleen.

Vaihtotutkijana Tohokun yliopistossa



Topi Ikäheimonen ja professori Shoji Taniguchi oikolukemassa konferenssiesitelmää Tohokun yliopiston ympäristöopin tutkijakoulun laboratoriossa.



Tohokun yliopisto sijaitsee Sendain kaupungissa Japanin pääsaaren Honsun koilliskulmassa. Samassa kaupungissa on muutakin suomalaisaktiivisuutta vasta avatun Finland-Sendai hyvinvointikeskuksen toimesta. Keskukseen tarkoituksena on viedä suomalaista vanhustenhoidon osaamista, -käytänteitä ja -teknologiaa Japaniin.

Teksti Topi Ikäheimonen

Lähtöpamaus vaihtotukijavuodelle laukaistiin viime syksynä Oulun yliopiston allekirjoittaessa yhteistyösopimuksen Tohokun yliopiston kanssa. Piakkoin sopimuksen allekirjoitusseremonioiden jälkeen yliopistomme Prosessimetallurgian laboratoriossa vieraili sikäläinen prosessimetallurgian professori *Mitsutaka Hino*. Esiteltäessä hänelle TEKES rahoitteista tutkimushankettamme sähkömagneettisten aineiden käsittelyn perusteista, hän suositteli vierailua Tohokun yliopistoon professori *Shoji Taniguchin* laboratorioon.

Meille kohtalaisen tuntemattoman aineiden sähkömagneettisen käsittelyn eli EPM:n tutkimus on ollut käynnissä Japanissa jo yli 30 vuotta. Professori Taniguchin vastatessa myöntävästi vierailukyselyyn ja TEKES:n positiivinen suhtautuminen tutkijavaihtoon mahdol-

listivat sen, että jo tammikuussa olin matkalla kohti Japania.

Kuluva vuosi on tarjonnut erinomaisen mahdollisuuden tutustua alan tutkijoihin, tutkimuskenttään ja luonnollisesti imeä alan uusinta tietoa suoraan sieltä missä sitä tuotetaan. Vaihto-ohjelman puitteissa osallistuin myös Shenyuangissa Kiinassa järjestettyyn EPM-työpajaan, josta laajempi raportti jäljempänä.

EPM-työpaja järjestettiin Key laboratory of EPM:n tiloissa Northeastern yliopistolla Shenyuangissa Kiinassa 23-25. toukokuuta 2005 ja sen virallinen nimi oli *The 2nd Asian Workshop on Electromagnetic Processing of Materials, Asian-EPM2005*. Nimensä mukaisesti työpaja oli järjestyksessään toinen. Edellinen työpaja pidettiin Tokiossa vuonna 2004. Vuotuisen työpajan tar-

koituksena on kertoa alan uusimmista ideoista, tutkimustuloksista, -tekniikoista sekä saattaa yhteen alan tutkijoita ja tutkimusryhmiä. Tänä vuonna siihen osallistui 101 tutkijaa pääasiassa Kiinasta ja Japanista.

Keskeisimmiksi työpajan teemoiksi voisi nostaa metallien ominaisuuksien muokkaamisen voimakkaalla magneettikentällä (yli 10 T) ja magneettikenttiä hyödyntävät sovellukset metallien prosessoinnissa. Esitelmiä oli yhteensä 58 ja niiden aiheet vaihtelivat sähkömagneettisesta alumiinin valusta sähkömagneettisiin sekoittajiin, ja kiteytymisen hallinnasta korkealla magneettikentällä teollisiin sovelluksiin, kuten sähkömagneettiseen teräsnauhan värähtelyn minimoimiseen galvanoinnissa.

Hyvän katsauksen alalla tapahtuvaan tutkimukseen antoivat työpajaan

kutsutut luennoitsijat. Professori *Shigeo Asai* esitteli Nagoyan yliopiston uusia tutkimuksia, joka on keskittynyt sähkömagneettisiin venttiileihin, faasi-muutosten havainnointiin ja kiteiden suuntaamiseen. Heidän ryhmänsä mielenkiintoisimmat havainnot olivat johtamattomaan partikkeliin aiheutettu Lorentz-voima vastakkaissuuntaisilla sähkö- ja magneettikentillä ja sähkömagneettisella venttiilillä tuotettu seisova virtaus, jota aikaisemmin on pidetty mahdottomana.

Tian-Sen Su Kiinan metallintuottajien yhdistyksestä kertoi Kiinan terästuotantajien strategiasta alkaneelle vuosisadalle. Kiinassa on päätetty panostaa voimakkaasti ohutaihioaluun, automaatioon ja informaatioteknologian hyötykäyttöön terästuotannossa. Sun visiona oli, että tulevaisuudessa tehtaiden tuotanto aikataulutetaan minuutilleen, jopa sekunnilleen prosessivaiheiden välillä. Tällä hetkellä Kiinan terästuotannosta 15 % tuotetaan ohutaihioaluina. Vuonna 2004 ohutaihioalua käytti 40 tuotantolaitosta.

Ehkä mielenkiintoisimman esitelmän piti professori *Gunter Gerbeth* Turvalisusteknologian instituutista Dresdenistä Saksasta. Hänen luentonsa käsittelee magneettikenttien hyötykäyttöä alumiinin vahamallivalussa ja heidän kehittämäänsä ultraäänen perustuvaa virtausmittausta. Vahamallivalussa magneettikentillä hallittiin valun virtausnopeuksia hidastamalla virtausta valun alussa ja nopeuttamalla sitä sähkömagneettisella pumpppauksella valun lopussa. Näillä toimenpiteillä pystyttiin vähentämään virtauksen mukana kulkeutuvia ilmakuplia ja nopeuttamaan valua sen loppuvaiheessa. Ultraäänen doppler-ilmiöön perustuva nopeusmittari (UDV) mahdollistaa sulan virtauksen nopeuden mittaamisen myös seinämien läpi. Laitetta voidaan käyttää etenkin numeerisen mallinnuksen tulosten varmentamiseen kokeellisesti.

Professori *Taniguchi* Tohokun yliopistosta esitteli kaksiaksoosiaalisen sähkömagneettisen sekoittajan. Kyseisellä ratkaisulla voidaan vähentää perinteisen sähkömagneettisen sekoituksen aiheuttaman metallin pinnan huojuntaa voimakkaissakin sekoitusolosuhteissa. Kaksiaksoosiaalisen sekoittajan perimmäisenä ajatuksena on muokata sulavirtauksia siten, että sulassa olevat sulkeumat ajautuisivat sulapatjan keskelle, eikä reunoille kuten perinteisillä sekoittajilla tapahtuu.

Osakan yliopistossa Japanissa leijutussulatusta tasa- ja vaihtovirtaisilla magneettikentillä tutkineen professori *Hideyuki Yasudan* luento lähenteli jo

tieteiskirjallisuutta. Tasa- ja vaihtovirtallisen magneettikentän yhdistelmällä voidaan leijutussulatus suorittaa ilman haitallista sulan värähtelyä. Lisäksi kontaktiton sulatuksen hallinta mahdollisti uuden tavan tutkia faasiin, kiteiden sekä sähköisten- ja magneettisten ominaisuuksien muutoksia jähmettymisen yhteydessä.

Ranskan Grenoblesta EPM Mady-lam-instituutista kutsuttu professori *Yves Fautrelle* luennoi eri tyyppisten magneettikenttien vaikutuksesta jäähtyvän metallin puuroalueen virtauksiin ja komponenttien erottumiseen. Kokeilla varmentetun numeerisen simuloinnin tuloksena oli, että virtauksen muokkaaminen muuttaa faasiin erkautumiskäyttäytymistä. Mallin mukaan vaikutus syntyy puuroalueen ja sulan metallin rajapinnan virtausten muutoksista ja muutoksista jähmettymisrintaman painejakaumaan.

Professori *Joonpyo Parkin* luento käsittelee sähkömagneettisen sekoituksen hyödyllisyyttä alumiinilastujen sulatusprosessissa.

Etelä-Korean RIST-instituutista saapunut *Park* osoitti, että sähkömagneettisella sekoituksella saavutettu kontaktiton sulan sekoitus vähensi uunin yläosasta polttimilla lämmitetyn

sulapatjan ylä- ja alapinnan lämpötilaeroa jopa 200 astetta. Lämpötilaeron pieneneminen johtui suoraan taloudellisempaan sulatukseen.

Seuraavat alan kansainväliset konferenssit ovat kesäkuussa 2005 ja loka-kuussa 2006. Ensimmäinen konferenssi on Riikassa pidettävä *Joint 15th Riga and 6th PAMIR International Conference on Fundamental and Applied MHD* ja sitä seuraa tutkimuskentän laajin konferenssi *The 5th International Symposium on Electromagnetic Processing of Materials (EPM 2006)*. EPM 2006 -konferenssin pitopaikka on Sendai ja sen järjestelytoimikunnan puheenjohtajana toimii professori *Taniguchi*. Edelleen vuonna 2007 järjestetään sitten jo seuraava Aasian EPM työpaja, *The 3rd Asian Workshop on Electromagnetic Processing of Materials*, tällä kertaa Etelä-Koreassa.

EPM-tutkimuskenttä on laaja ja siitä kiinnostuneiden tutkijoiden joukko kasvaa päivä päivältä. Vaikka tutkijoiden usko sovellusten hyödyllisyyteen on vahva, todellinen tappajasovellus antaa vielä odottaa itseään. Asian-EPM2005 osoitti kuitenkin, että sähkömagneettinen aineiden käsittely voi tarjota hyviä työkaluja puhtaampien, tehokkaampien tai kokonaan uusien prosessien kehittämiseen. ▀

TALVIVAARA

creating

Best Available Technologies

Talvivaaran Kalvososakeyhtiö
Polttimonkatu 4
33210 Tampere
Finland
Puhelin +358 3 273 1107
Telefax +358 3 273 1107

Talvivaara Projekti Oy
Polttimonkatu 4
33210 Tampere
Finland
Puhelin +358 3 273 1107
Telefax +358 3 273 1107

www.talvivaara.com

Tiede & Tekniikka



Uudenkaupungin kesä. Kuva Bo-Eric Forstén

Marja Riekkola-Vanhanen, M.Sc., Chief Technology Officer at Talvivaaran Kaivososakeyhtiö: Bioleaching of Talvivaara black schist ore. Sivut 40-45.

FM Maarit Saresma, Insinööri-toimisto Pohjatekniikka Oy ja prof. Veli-Pekka Salonen, Helsingin Yliopisto: Aijalan, Orijärven ja Makolan kaivosympäristöjen oksidiset pigmentit. Sivut 47-51.



CV – **Marja Riekkola-Vanhanen**. Before Talvivaara she worked over thirty years at Outokumpu, most recent as Senior Research Metallurgist – Biohydrometallurgy at Outokumpu Research Oy. Her main fields of interest are bioleaching of base metals in heaps and reactors, treatment of acid mine drainage, industrial waste water and bottom sediments using sulphate reducing bacteria, environmental affairs in mining and metallurgy and best available techniques in non-ferrous metals industry. She is co-author to several international refereed publications and scientific articles.

BIOLEACHING of Talvivaara black schist ore

Introduction

Talvivaara multi-metal deposits in Sotkamo, Finland, are the largest sulphidic nickel deposits in Europe with over 300 million tons of low-grade ore with about 7 % of sulphur and 0.3 % of nickel as the most valuable metal. As the occurrence is situated at the surface with practically no overburden and can easily be mined as an open pit, economical exploitation is possible in spite of the relatively low content of valuable metals.

It was quickly apparent from the ore dressing tests that

a saleable nickel concentrate was not achievable due to the complexity of the minerals. This meant that the material could not be treated in the normal way of flotation and smelting of the concentrate. A hydrometallurgical process to treat the material was developed at Outokumpu at the end of 1970's [1]. The decision to start processing was postponed because of the low nickel prices at that time.

Bioleaching, which is suitable especially for low-grade ores, has become an acceptable alternative to the conventional metallurgical operations. The capital and operating costs of bioleaching are significantly lower than those of conventional metallurgical operations. The potential of bacterial leaching of Talvivaara black schist has been extensively studied as early as 1980's. Bioleaching has been tested and found amenable at Outokumpu Research Oy, Helsinki University, Tampere University of Technology and several other Universities e.g. in Umeå, Luleå, Hamburg and Ohio.

Talvivaara ore

Talvivaara (see **Figure 1**) ore contains pyrrhotite (Fe_1-xS), pyrite (FeS_2), sphalerite (ZnS), pentlandite [$(\text{Ni},\text{Fe},\text{Co})_9\text{S}_8$], violarite [$(\text{Ni},\text{Fe},\text{Co})_3\text{S}_4$], chalcocopyrite (CuFeS_2) and graphite. The main silica containing

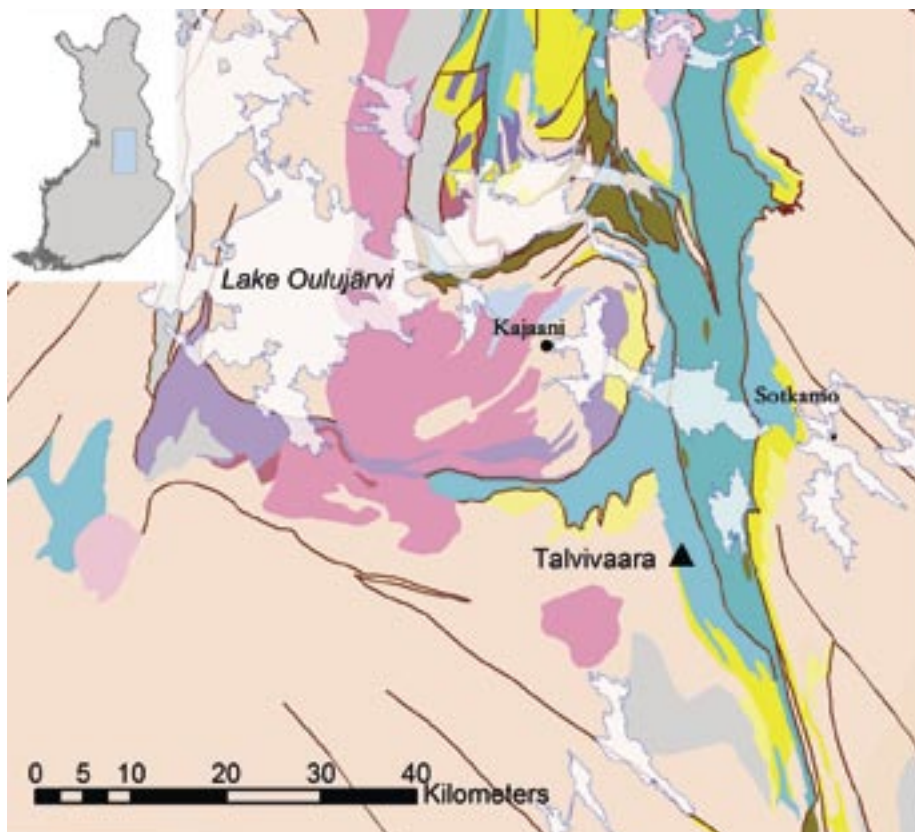


Figure 1. Location of Talvivaara orebody.

phases are quartz, mica, anorthite and microcline. The average content of the ore is about 0.27 % Ni, 0.56 % Zn, 0.14 % Cu, 0.02 % Co, 10.3 % Fe, 8.4 % S, 7.2% C and about 50 % SiO₂. Pentlandite contains 90 % of nickel, the rest is in the pyrite and pyrrhotite. Cobalt is distributed in pyrite and in Ni-containing minerals. Zinc is in sphalerite and copper in chalcopyrite.

Microbial cultures

In the tests a mixed culture of iron- and sulphur- oxidising bacteria has been used. The bacterial consortia has been produced by combining several mine water enrichment cultures from the site of the orebody and has then been maintained with the ore as the sole substrate. It has been established that they contained active Fe²⁺, elemental S- and FeS₂-oxidising bacteria capable of growing at pH values 1 - 4. *Acidithiobacillus* has been the main constituent.

Development of new methods has made it possible to characterize the bacteria in the cultures. Microbial community analysis by FISH (fluorescent in situ hybridization) has shown the presence of *Acidithiobacillus ferrooxidans* in the inoculum used in the ongoing column tests. Over 50 % of the cells hybridized with the *At. ferrooxidans* specific probe. Based on the DGGE (denaturing gradient gel electrophoresis) of polymerase chain reaction amplified 16S rRNA genes, the inoculums contained species related to *Acidithiobacillus ferrooxidans* and *Leptospirillum ferrooxidans*

Species related to *Acidithiobacillus caldus*, *Thiomonas* sp. NO115 and gram-positive iron oxidizing acidophile SLC66 were detected in the column effluents after some months from the column start-up. The microbial communities were analyzed from the liquid effluents and do not necessarily reflect the microbial proportions in different columns. They do however show the types of species that are at least present in the columns. Historically, the research on the biooxidation of sulphidic minerals has been focused on the use of *Acidithiobacillus ferrooxidans* and later also *Leptospirillum ferrooxidans* [2]. The role of novel *Thiomonas* sp. and gram positives in the oxidation of iron and sulphur in mining environments has only been recently recognized [2,3].

The visualization of the ore particles from the column experiments with Scanning Electron Microscopy showed a large number of microbes attached to the cracks and pores of the ore (Figure 2).

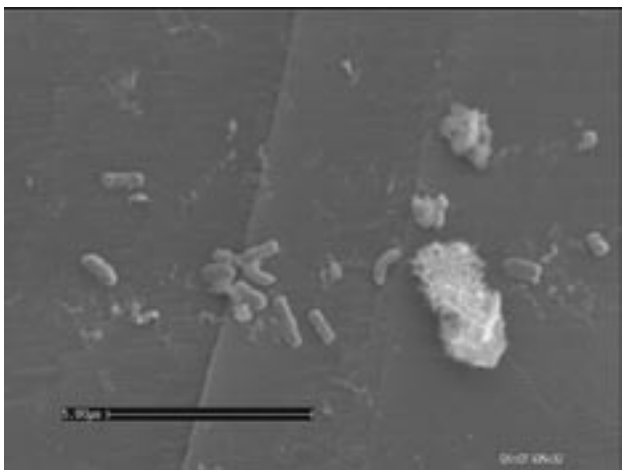


Figure 2. Bacteria on the surface of an ore particle from a bioleaching column.

Metal recoveries in various experiments

The research work has shown the presence of mineral oxidizing microbial community in the surroundings of the mineral deposit [4], effective dissolution of valuable metals using suspension leaching methods [5,6] with percolator systems simulating heap leaching [6,7] and preliminary column and other experiments [8-11].

Many bioleaching tests of the black schist ore have been made both in shake flasks and agitated reactors. In most tests the temperature was about 30°C and the grain size 85% -0.074 mm. In 7 - 21 days 99% Ni, 100% Zn, 90% Co and 30-40% Cu were dissolved depending on the pulp density used. According to these experiments, bioleaching of nickel from the black schist ore seemed to be easy.

Several percolation tests have been made by using different conditions. The leaching rates have been, however, quite slower than from the fine grain size, about 90 % nickel have been leached in 500 days. The amount of ore used in these tests has varied from 5 to 900 kg. The nickel recoveries of the tests done are summarised in Table 1.

Material size (mm)	Time (days)	Ni recovery (%)
0.074	20	99
0.149	17	99
0.1 - 0.5	180	95
0.5 - 2.0	450	92
0.6 - 5.0	1100	90
8 - 12	550	90
7 - 80	1100	80

Table 1. Summary of nickel recoveries in bioleaching tests.

These results show that it is possible to reach 90 % recoveries of nickel and zinc and 60 % recoveries of copper and cobalt from Talvivaara black schist using bioleaching. A consensus view today is that it is not possible to get over 30 % copper recoveries from chalcopyrite below 50°C. It is, however, interesting to note that in these experiments copper recoveries rise with increasing leaching time.

Leaching residues

Samples from completely leached columns were washed with water and air dried. All samples appeared to be identical. The amount of sulphide minerals was so small that they could not be identified in the x-ray diffractograms. Gypsum CaSO₄, iron hydroxysulphate Fe₃(SO₄)₂(OH)₅*2H₂O and jarosite appeared as secondary precipitates. The gangue material consisted of quartz, graphite and various hydrated silicates: SiO₂, C, KAlSi₃O₈, KMg₃(Si₃AlO₁₀)(OH)₂ and Ca₅Si₆O₁₆(OH)₂*8H₂O. When the polished specimens were examined with an optical microscope it could be seen that nearly all remaining nickel sulphides were inside silicate particles, where the leaching solution could not gain entrance. In the polished specimens all metals were practically inert.

Effect of pH on the bioleaching

Bacterial oxidation of sulphide minerals is one of the primary mechanisms of dissolution of metals in heap leaching processes. Within the acid pH range of biologically mediated leaching processes, bacterial oxidation rates of different sulphide minerals greatly vary in response to the environmental conditions. The pH of the bulk solution is an important parameter in bioleaching processes. The acidic pH range 1.5-3 is normally considered to be non-selective against any specific Fe- and S-oxidizing acidophiles that may be potentially useful in biological leaching systems.

The oxidative leaching of sulphide minerals is associated with acid production (*e.g.*, pyrite) or acid consumption (monosulphides) /11/. Sulphide ores invariably contain accessory non-sulphide minerals some of which may be recalcitrant (*e.g.*, quartz), or they may be susceptible to partial dissolution (*e.g.*, micas, carbonate minerals) and may thereby influence the pH without the involvement of a redox reaction. Associated with these reactions are the acid-consuming oxidation of Fe^{2+} and the subsequent acid-producing hydrolysis of Fe^{3+} . Thus, the net acid consumption or acid production in bioleaching processes is the sum of several concurrent dissolution, precipitation, oxidation, and reduction reactions.

The bacterial leaching rates of the Talvivaara ore have been determined in bioreactor tests at pH range 1.5 – 3.0 using 10 % ore suspensions and 80 % -74 μm grain size /11/. The solubility of ferric iron species is limited in acid sulphate solutions at $\text{pH} > 2.5$ /12/. Thus at higher pH values, Fe^{2+} -species are the predominant fraction of dissolved iron. Because of the limited solubility of ferric iron and the higher fraction of ferrous iron of the total dissolved Fe, the redox potential level was somewhat lower at the higher pH. High redox potential values in biologically active

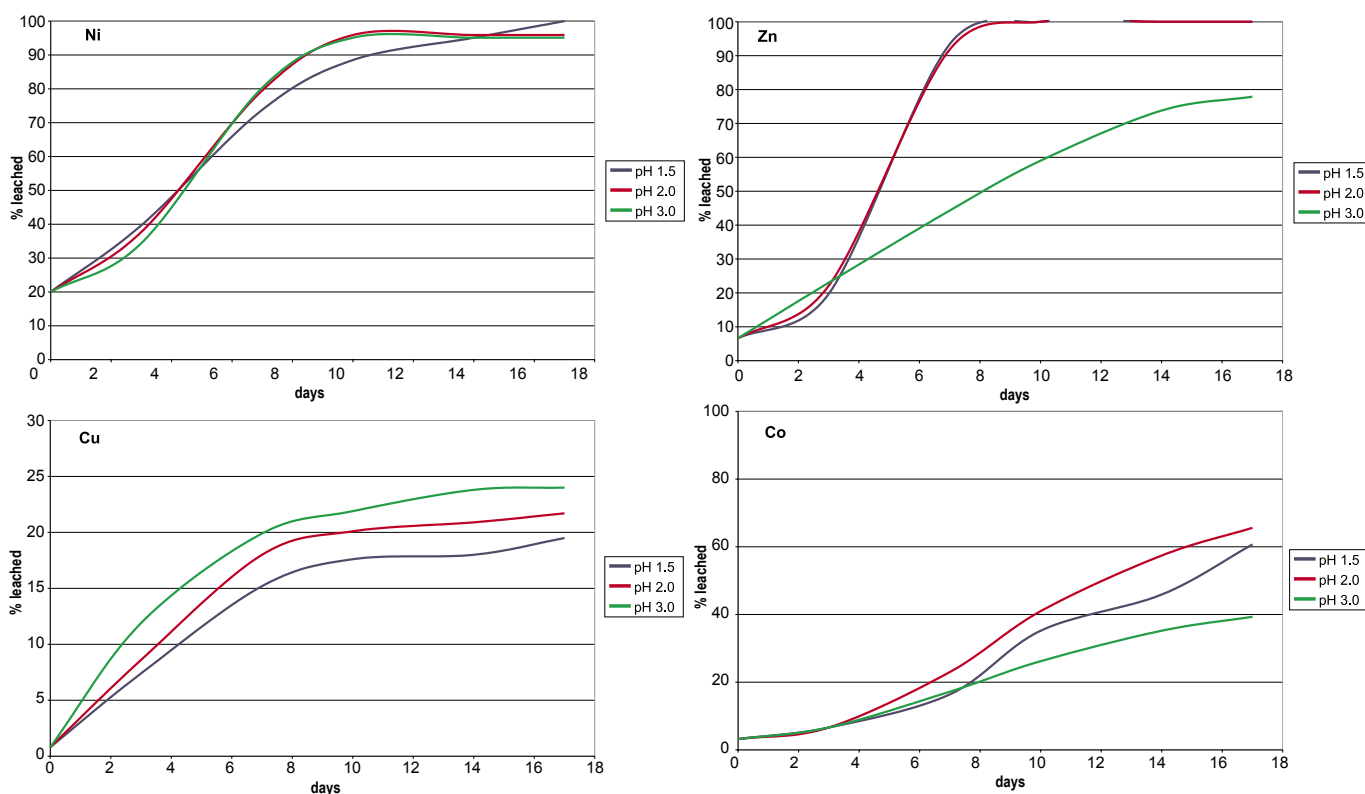
leaching systems can be readily reached under conditions where ferric iron saturation conditions and phase diagrams favour soluble Fe^{3+} -species and the formation of jarosites as solid phases /12/. In the abiotic control experiment the redox potential remained low due to the lack of bacterial iron oxidation.

The 1.5-3 pH range had little effect on Ni solubilization (Figure 3). Over 90 % of Ni was leached in two weeks, representing the dissolution of the two major Ni-containing phases, namely pyrrhotite and pentlandite. The release of Ni from pyrrhotite dissolution is faster compared with pentlandite solubilization /12/, and the dissolution of both minerals is faster and less sensitive to pH as compared with the bioleaching of pyrite and chalcopyrite. In the electrochemical series, pyrrhotite and pentlandite have lower electrode potentials and are preferentially leached when compared with the electrochemical properties of pyrite and chalcopyrite /6/.

The dissolution of zinc, representing sphalerite leaching, was suppressed at high pH values (Figure 3). Electrochemically, the sphalerite potential ranks intermediate between that of pyrrhotite and pentlandite /6/. All three minerals, pyrrhotite, pentlandite and sphalerite, would be expected to behave anodically and leach preferentially relative to the higher electrode potential minerals chalcopyrite and pyrite.

Chalcopyrite leaching was slightly enhanced at pH 3.0 (Figure 3). The slight enhancement may be a kinetic effect related to the slow leaching of sphalerite at $\text{pH} > 2.5$ and kinetic enhancement of anodic dissolution of the chalcopyrite. Chalcopyrite was slightly protected through galvanic coupling during the leaching of the lower electrode potential minerals pyrrhotite, pentlandite, and sphalerite at pH 1.5-2.0. Ferric-iron mediated oxidative dissolution was deemed unimportant at pH 3.0 range because of negligible solubility of Fe^{3+} .

Figure 3. Dissolution of metals in bioreactor experiments (pH 1.5 blue, pH 2.0 red, pH 3.0 green).



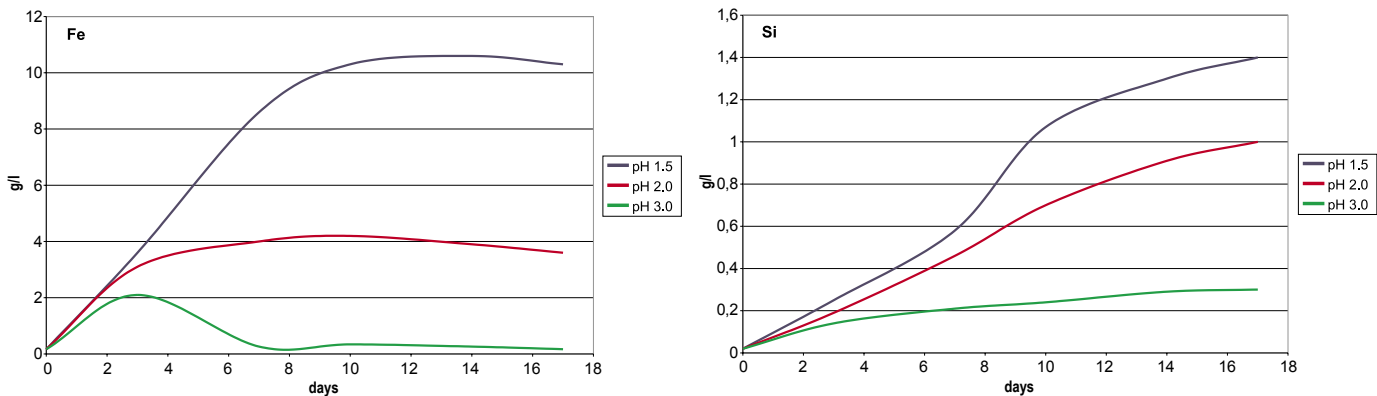


Figure 4. Dissolution of iron and silicon in bioreactor leaching experiments (pH 1.5 blue, pH 2.0 red, pH 3.0 green).



Figure 5. Column bioleaching tests with 60 kg of ore.

Many previous studies with chalcopyrite concentrates have demonstrated that chalcopyrite bioleaching is normally enhanced at low pH in the absence of major amounts of other sulphide minerals. Galvanic coupling between chalcopyrite and pyrite favours Cu dissolution because the pyrite potential is higher than that of chalcopyrite. This was also apparent from the oxidation of pyrite, partially measured as Co dissolution (Figure 3).

About half of the Co-content was distributed in pyrite, which is cathodic with respect to chalcopyrite but would be oxidized faster than chalcopyrite. The rest of the Co was associated with Ni-containing minerals which leached at rates relatively independent of the pH of the bulk solution.

The concentration of dissolved iron was greatly dependent on solution pH conditions (Figure 4). At pH 3.0 range the concentration of the dissolved iron remained low because active bacterial oxidation of Fe^{2+} and subsequent precipitation of Fe^{3+} . The dissolution of Si was also enhanced at low pH values (Figure 4). Excessive Si dissolution may create solution flow barriers by formation of amorphous, gelatinous precipitates. At pH 2 and 3, a concurrent mica weathering mechanism involved the precipitation of jarosite, causing partial alteration of phlogopite because K was released from interlayer positions in phlogopite and incorporated into jarosite [6].

Studies going on for Talvivaara Project

The studies done before starting the Talvivaara project did not aim at the optimization of the bioleaching process for the sequential recovery of metals. Especially the presence of soluble Fe interferes with the recovery of valuable metals using sulphide precipitation.

Laboratory and bench scale tests

A Tekes project "Heap Leaching of a complex sulphide ore in boreal conditions" was started in autumn 2004. The bioleaching research work is being conducted at the Institute of Environmental Engineering and Biotechnology at the Tampere University of Technology and at Outokumpu Research Oy. The specific aim of the laboratory and bench scale experiments (see Figure 5) are:

- Confirm the temperature-dependency of the heap leaching process
- Corroborate the effect of ore particle size and the need of agglomeration and optimize these parameters for maximum metal yields
- Confirm process parameters including aeration, quantity of leach liquor, and possible nutrient supplementations.

Bioleaching in the bench scale pilot started without a lag phase. The highest approximate leaching yields obtained in six months are 60 % Ni, 55 % Zn, 18 % Co and 90 % Cu. In earlier column experiments with Talvivaara ore, approximately 40 % of Ni and Zn, and approximately 10 % of Cu and Co were leached during eight months.

The leaching rates are higher with the pH of the recycling solution at 2.2 – 2.9. The regular reinoculation of the columns did not improve the metal leaching rates. This showed, that an adequate amount of microorganisms was provided to the columns already in the start-up phase.

Crib test

The European Union research project BIOSHALE began in autumn 2004. It aims at evaluating biotechnologies for the safe, clean and viable beneficiation of black schist ores and at designing an innovative model for development of the mining activities. The black schist ores investigated are Talvivaara in Finland, Lubin in Poland and Mansfeld in Germany.

In this project Geological Survey of Finland started a crib test at Outokumpu town. The 3 x 3 x 8 m crib (Figure 6) was built outdoors in February 2005 during the coldest time of Finnish winter. The material was agglomerated and inoculated and is being leached using the best knowledge available. The crib has been built in such a way that it



Figure 6. The crib in Outokumpu in the beginning of March 2005.

Figure 7. General lay-out of the Talvivaara Mine Project.



is possible to get measuring information and solution samples from the bottom of the crib and from three and six meters heights.

Demonstration plant

In the Tekes project a demonstration plant will be started in summer 2005. The basement of the experimental site will be designed and constructed to meet the environmental requirements. The plant will involve a 50 000 ton ore heap with the following dimensions: height 8 m, width 50 m and length 100 m. The irrigation rate will be 5 -10 l/m²/h. Detailed heap design and construction will be based on the results of the laboratory and bench scale column experiments.

Conclusions

Laboratory, bench and pilot scale experiments have shown the amenability of Talvivaara black schist ore to bio-leaching with high metal recoveries. The results from the column tests simulate the real heap leaching conditions. The expected leaching time in heaps is from one to three years, if enough bacteria are present and the pH value of the leaching solution is carefully controlled. According to the column experiments, the leaching yields will be over 95 % for nickel and zinc and about 60 % for copper and cobalt.

The black schist ore can be bioleached at pH values of approximately three, where silicates do not dissolve and cause inconveniences by jelling the material, metal leaching is relatively fast and iron can be precipitated inside the heap without interfering with the leaching. Sulphuric acid is needed for decreasing the pH to the suitable range for bioleaching.

All results show, that Talvivaara black schist ore can be effectively bioleached in heaps. Therefore Talvivaara Project has chosen to bioleach the ore in heaps. **Figure 7** represents the general lay-out of the Talvivaara Mine Project.▲

REFERENCES

1. Fugleberg , E. Nermes, S. Heimala, V. Hintikka, S-E. Hultholm., J. Järvinen, A. Lilja, B. Nyman, J. Poijärvi, L. Rosenback and M. Saari, Processing of a black schist ore by leaching and flotation, in: Gedim (Ed.), XVth International Mineral Processing Congress, tome III, Reboul Imprimerie, St-Etienne,1985.
2. Johnson, B., Nicolau, P.B., Okibe, N., Yahya, A. Hallberg, K.B., in: Ciminelli, V.S.T., Garcia, Jr. O. (eds.), Proceedings of the 14th International Biohydrometallurgy Symposium, Part A, Elsevier, Amsterdam (2001), 461-470.
3. Coupland, K., Battaglia-Brunet, F., Hallberg, K.B., Dictor, M.-C., Garrido, F., Johnson, D.B., in: Tsezos, M., Remou-

daki, E., Hatzikioseyan, A., (eds.), Proceedings of the 15th International Biohydrometallurgy Symposium, Athens, Greece, (2003), paper 69.

4. Puhakka, J.A., Hiltunen, P., Tuovinen, O.H., Syst. Appl. Microbiol., 6 (1985), 302-307.

5. Puhakka, J.A., Tuovinen, O.H., Acta Biotechnologica, 6 (1986), 345-354.

6. Puhakka, J.A., Tuovinen, O.H., Acta Biotechnologica, 6 (1986), 233-238.

7. Puhakka, J.A., Tuovinen, O.H., Appl. Microbiol. Biotechnol., 24 (1986), 144-148.

8. Riekkola-Vanhanen, M., Heimala, S., in: Torma, A.E., Wey, J.E., Lakshmanan, V.I. (eds.), Proceedings of the 10th International Biohydrometallurgy Symposium, TMS Warrendale, Pennsylvania (1993), 561-570.

9. Niemelä, S.I., Riekkola-Vanhanen, M., Sivelä, C., Viguera, F., Tuovinen, O.H., Appl. Environ. Microbiol., 60 (1994), 1287-1291.

10. Riekkola-Vanhanen, M., Heimala, S., in: Amils, R., Ballester, A. (eds.), Proceedings of the 13th International Biohydrometallurgy Symposium Part A, Elsevier, Amsterdam (1999), 533-542.

11. Riekkola-Vanhanen, M., Sivelä, C., Viguera, F., Tuovinen, O.H., in: Ciminelli, V.S.T., Garcia, O. (eds.), Proceedings of the 14th International Biohydrometallurgy Symposium Part A, Elsevier, Amsterdam (2001), 167-174.

12. Ahonen, L., and O.H. Tuovinen, in C.N. Alpers and D.W. Blowes (Eds.), Environmental Geochemistry of Sulfide Oxidation. American Chemical Society, Washington, D.C., 1994, pp. 79-89.

SUMMARY

Talvivaara multi-metal deposits in Sotkamo, Finland, are the largest sulphidic nickel deposits in Europe with over 300 million tons of low-grade ore with about 7 % of sulphur and 0.3 % of nickel as the most valuable metal. As the occurrence is situated at the surface with practically no overburden and can easily be mined as an open pit, economical exploitation is possible in spite of the low content of valuable metals.

Laboratory, bench and pilot scale experiments have shown the amenability of Talvivaara black schist ore to bioleaching with high metal recoveries. The expected leaching time in heaps is from one to three years, if enough bacteria are present and the pH value of the leaching solution is carefully controlled. According to the column experiments, the leaching yields will be over 95 % for nickel and zinc and about 60 % for copper and cobalt.

The black schist ore can be bioleached at pH values of approximately three, where silicates do not dissolve and form gelatinous precipitates that hinder the dissolution of metals, metal leaching is relatively fast and iron can be precipitated inside the heap without interfering with the leaching. Sulphuric acid is needed for decreasing the pH to the suitable range for bioleaching.▲

OUTOKUMPU OYJ:N SÄÄTIÖ

Outokumpu Oyj:n Säätiö, jonka tarkoituksena on edistää maamme metallien valmistuksen ja jalostuksen, metalli- ja kivisteknologian, malmigeologian ja niiden liiketoiminnan tutkimusta ja opetusta yliopistoissa, julistaa haettavaksi seuraavat apurahat vuodeksi 2006.

1. Opiskelija-apurahat

- Eero Mäkisen muistorahastosta stipendejä á 800 euroa Säätiön toimialaa koskevia opintoja varten korkeakouluissa ja yliopistoissa opintomenestyksestä riippuen vähintään 80-100 opintoviikkoa (120-150 opintopistettä) suorittaneille opiskelijoille.

2. Tutkija-apurahat

- Ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneille lisensiaattityön tai väitöskirjan tekemiseen 1-3 vuodeksi 14.000 euroa vuodessa.
- Tutkimusryhmille Säätiön toimialalla suoritettavia suurehkoja useampivuotisia tutkimusprojekteja varten.
- Apurahoja post-doctoral -tutkimuksiin.

3. Kansainvälistymistä edistävät apurahat

- Opintojen loppuvaiheessa oleville opiskelijoille erikoisopintojen, diplomityön tai laudaturtyön tekemiseen ulkomaisessa korkeakoulussa tai yliopistossa.
- Ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneille erikoisopintojen, lisensiaattityön tai väitöskirjan tekemiseen ulkomaisessa korkeakoulussa tai yliopistossa.
- Matka-apurahoihin ja julkaisukuluihin.

4. Professori-apuraha

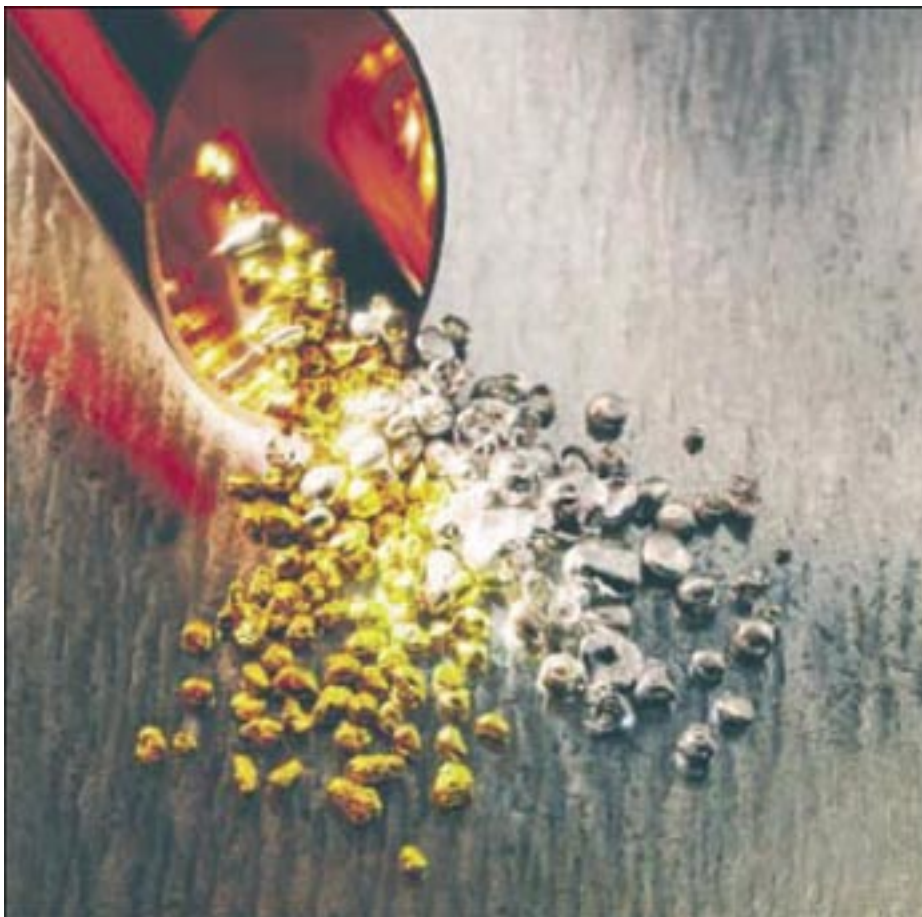
- Apuraha, jonka suuruus on 10.000 euroa, myönnetään virassa olevalle professorille hakemuksen perusteella. Apurahalla on tarkoitus kannustaa uusien tutkimusprojektien aloittamista sekä antaa tunnustusta mm. aktiivisesta tutkimusryhmien ja väitöskirjatöiden johtamisesta.

Hakemukset, jotka on tehtävä Säätiön hakemuslomakkeelle, on osoitettava Säätiön hallitukselle. Hakemusten on oltava perillä viimeistään **30. syyskuuta 2005 ennen klo 16.00** Outokumpu Oyj:n Säätiöllä, PL 143, 02201 Espoo. Tietoja Outokumpu Oyj:n Säätiön toiminnasta ja apurahojen hakemuslomake löytyvät Säätiön kotisivulta <http://www.outokumpu.com/careers/foundations>. Hakemuslomakkeita voi tilata puh. (09) 421 2122 tai sähköposti riitta.tolonen@outokumpu.com. Lähempiä tietoja antaa Outokumpu Oyj:n Säätiön asiamies Markku Kytö, Outokumpu Technology Oy, puh. (09) 421 2410 tai 0400-598 466.

Miranet

MINING DRILLING EXPLORATION

PUH. +358-(0)9-801 9671
www.miranet.fi



Boliden Harjavalta Oy kuuluu Boliden AB -konserniin, joka on yksi maailman johtavista kaivos- ja sulattoyhtiöistä. Suomen lisäksi Boliden AB:llä on toimintoja Ruotsissa, Norjassa ja Irlannissa.

Boliden Harjavalta Oy toimii Harjavallassa kuparin jalostajana ja nikkelirikasteiden sulattajana sekä Porissa kuparikatodien tuottajana. Yhtiön kaupalliset toiminnot ovat Espoossa.

Päätuotteemme on korkealaatuinen katodikupari. Muita tärkeitä tuotteitamme ovat kulta, hopea ja rikkihappo.

BOLIDEN

www.boliden.com



CV – Maarit Saesma. FM Maarit Saesma työskentelee ympäristögeologina pohjarakennus-suunnitteluun erikoistuneessa Insinööri-toimisto Pohjatekniikka Oy:ssä. Hänen vastuualaansa ovat pilaantuneiden maa-alueiden tutkimus ja kunnostus.

CV – Veli-Pekka Salonen. Professori Veli-Pekka Salonen opettaa ympäristö- ja kvartaarigeologiaa Helsingin yliopiston geologian laitoksella. Hänen tutkimusalojansa ovat glasiaaligeologia, maaperän kuormittuminen, järvisedimentit sekä pohjavesivarat ja niiden suojeleminen. Salosella on kokemusta kaivosten ympäristövaikutusten tutkimisesta mm. Hiturasta, Kangasjärveltä, Orijärveltä ja Aijalasta.



Aijalan, Orijärven ja Makolan kaivosympäristöjen

OKSIDISET PIGMENTIT

Johdanto

Käytöstä poistettujen sulfidimalmikaivosten hoitamattomat rikastushiekka- ja raakkukivialueet muodostavat Suomessa moninaisia ympäristöongelmia. Niiden tärkeimpänä syynä ovat malmijätteissä käynnistyvät hapettumisreaktiot sulfidimineraalien joutuessa kosketuksiin ilman hapen ja veden kanssa (esim. Mustikkamäki 2000). Reaktioita katalysoivat alhaisessa pH:ssa bakteerit *Thiobasillus ferrooxidans* ja *Thiobasillus thiooxidans*, pH-alueella 6,0-8,0 hapettumista nopeuttavat *Thiobasillus thioparus* -lajin bakteerit. Merkittävimmät happokationeja tuottavat sulfidimineraalit ovat rikkikiisu ja magneetikiisu. Hapettuneet sulfidit synnyttävät hapanta kaivosvaluntaa, mistä aiheutuen kaivosalueelta

Kuva 1. Aijalan suljetun Cu-S-kaivoksen rikastushiekka-alue.
Figure 1. Tailings area of the abandoned Aijala Cu-S mine.



lähtevät purot ja joet ovat usein hyvin happamia. (Blowes ym. 1998, Shaw ym. 1998). Ympäristökuormitusta lisäävät hapettuneisiin hydroksidi-, oksihydroksidi- ja sulfaattiosumiin pidäytyneet raskasmetallit, kuten Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , jotka usein myös päätyvät vesistöihin (Carlson & Kumpulainen 2001).

Sulfidikaivosten happamien jätteiden hyödyntäminen on osoittautunut vaikeaksi, vaikka Ruotsin Falunissa on kuparimalmin rikastusjätteissä muodostuneista sekundaarimineraaleista valmistettu punamultapigmenttiä jo 1600-luvulta lähtien (Kjellin 1999). Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin sulfidikaivosjätteiden mahdollista hyötykäyttöä pigmenttinä analysoimalla kolmen kaivosalueen rikastushiekkojen ominaisuuksia ja valmistamalla niistä punamultapigmenttejä. Tutkimuksessa selvitettiin löytyykö Suomesta Falunin kaivosjäterapautumien veroisia oksidisten pigmenttien raaka-aineita.

Tutkimuskohteiksi valitut Aijalan ja Orijärven kaivokset ovat malmityypiltään samankaltaisia kuin Falunin sulfidimalmikaivos. Voidaan olettaa, että myös punamultapigmenttien valmistukseen tarvittava jättehiekka on tällöin samankaltaista. Kohteiden valintaan vaikuttivat myös kaivosten koko, ikä sekä se, että niille ei juuri ole tehty jälkihoitotoimenpiteitä (kuva 1). Lisäksi tutkittiin Makolan nikkeli-kaivoksen hapettuneen rikastushiekka-alueen pigmenttiominaisuuksia. Kyseisten kaivosten rikastushiekat ovat lojuneet vuosikymmeniä luonnossa alttiina ilman hapelle ja vedelle, ja alueiden ympäristövaikutuksista on olemassa aikaisempaa tutkimustietoa (Sipilä & Salminen 1995, Salonen ja Tuovinen 2001).

Sulfidikaivosten rikastushiekan mineralogia

Sulfidikaivosjäte koostuu primaarisista ja sekundaarisista mineraaleista, joista primaarisia ovat jäännössulfidit

kuten rikkikiisu, magneetikiisu, sinkkivälke, lyijyhohde ja kuparikiisu sekä silikaatit, joiden koostumus vaihtelee kaivosalueen yleisestä mineralogiasta riippuen. Jättekasan primaariset mineraalit, etenkin sulfidimineraalit, ovat yleensä pahoin rapautuneita alueilla, joilla kaivos on ollut pitkään suljettuna ja rikastushiekka saanut vuosien ajan vapaasti hapettua luonnossa.

Sekundaaristen mineraalien, jarosiitin, schwertmanniitin, ferrihydriitin ja götiitin, syntyyn, kuten myös sulfidien hapettumiseen vaikuttavat liuoksen pH, ilman lämpötila, kosteus, saostuvan ionin koko ja bakteeritoiminta (Kumpulainen 2000, Loukola-Ruskeeniemi 2000, Carlson & Kumpulainen 2001). Happamissa olosuhteissa (pH < 2,5) saostuu sulfaattipitoista jarosiittia $KFe_3(OH)_6(SO_4)_2$, joka on helposti tunnistettavissa mineralogisin menetelmin (Carlson & Kumpulainen 2001). Yleinen kaivosympäristöissä esiintyvä mineraali schwertmanniitti $Fe_8O_8(OH)_6SO_4$ vaatii syntyäkseen jarosiittia kosteammat olosuhteet, ja sitä tavataan happamissa, sulfaattipitoisissa vesissä. Schwertmanniitti on hyvin hienorakeinen ja huonosti kiteytynyt ja siksi mineralogisesti vaikeasti tunnistettavissa. Mineraali adsorboi anioneja, sulfaattia ja arsenaattia, jotka puolestaan sitovat metalleja (Bigham ym. 1994). Merkittäviä määriä kationeja adsorboi myös ferrihydriitti $Fe_5OH_8 \cdot 4H_2O$, jota tavataan sulfidikaivosympäristöissä vain, jos sivukivet tai esimerkiksi kalkitus neutraloivat happamia kaivosvesiä. Ferrihydriitti kiteytyy neutraaleissa olosuhteissa (pH > 5) (Carlson & Schwertmann 1981, Carlson & Kumpulainen 2001). Stabiili, hyvin kiteytynyt raudan oksihydroksimineraali götiitti $\alpha\text{-FeOOH}$ esiintyy pieninä määrinä kaivosympäristöissä. Götiitin esiintymisen pH-alue on laaja, sitä voidaan tavata jopa hyvin happamat olosuhteet vaativan jarosiitin yhteydessä. (Kumpulainen 2000, Carlson & Kumpulainen 2001).

Tutkimusmenetelmät

Aijalan, Orijärven ja Makolan jätealueiden rikastushiekan hapettuneesta pintaosasta otetuista edustavista kokoomänäytteistä analysoitiin raekoko, mineralogia ja geokemia. Raekokoanalyysiä varten näytteet löyhdyttiin ultraäänihajottimella ja analysoitiin Coulter LS 200 -hiukkasmittarilla, jossa asetuksina ajon pituus oli 60 s, pumpun voimakkuus 75 % ja ajonesteenä vesi. Näytteiden mineralogia selvitettiin sekä röntgendiffraktiolla (laajakulmagoniometri, monokromaattori, 2 θ -kulmaväli 5-75°, mittausaika kesto 1 s 0,05° 2 θ -kulmavälein) että optisella mikroskoopilla. Näytteiden kemiallinen koostumus analysoitiin typpihappoliuotuksen (EPA3051) jälkeen ICP-AES:llä.

Pigmentin valmistusta varten tutkimuskohteiden rikastushiekasta lietettiin erilleen hienojakoinen raefraktio. Saatu hienoaines alipainekylmäkuivattiin, ja siitä tehtiin raekoko- ja geokemialliset analyysit kuten edellä.

Aijalan, Orijärven ja Makolan rikastushiekan hienoainesfraktiosta valmistettiin punamultapigmenttejä kalsinoimalla materiaali nostamalla sen lämpötila 900°C:seen vähitellen kahden tunnin aikana. Värimuutosten havainnoimisek-

si tutkimusmateriaalista tehtiin kuumennussarjat. Näytteitä kuumennettiin 200, 400, 600, 800 ja 1000°C lämpötilassa aina kussakin kaksi tuntia. Lisäksi pigmenttien käyttökelpoisuutta maalintuotantoon tutkittiin valmistamalla niistä keittomaalit.

900°C:ssa kalsinoiduista pigmenteistä selvitettiin mineralogia röntgendiffraktioanalyseilla ja geokemia ICP-AES:llä typpihappoliuotuksen sekä heikkohappo- ja sadevesiuuttojen jälkeen. Kaikki tutkimuksen analyysit lukuun ottamatta GTK:n Geopalvelukeskuksessa teetettyjä ICP-AES-analyysijä tehtiin Helsingin yliopiston Geologian laitoksella.

Rikastushiekan koostumus

Aijalan rikastushiekanäyte on raekokoanalyysin mukaan huonosti lajittunutta silttistä hiekkää ($d_{50} = 67 \mu\text{m}$), Orijärven vastaava huonosti lajittunutta savista hiekkää ($d_{50} = 125 \mu\text{m}$) ja Makolan näyte lajittunutta hienohiekkää ($d_{50} = 188 \mu\text{m}$). Raejakaumat ovat bimodaalisia siten, että kaikissa näytteissä on sekä karkeampirakeinen että hienojakoinen pigmentin valmistukseen soveltuva fraktio. Aijalassa hienoainesta on eniten, Makolassa vähiten.

Röntgendiffraktioanalyysien ja optisen tutkimuksen tulosten perusteella tutkimuskohteiden rikastushiekat edustavat tyypillistä rapautumiskehitystä, jossa rapautumiselle alttiimmat sulfidit ja osa silikaateista ovat lienneet. Rapautumista parhaiten kestävä kvartsi erottuu röntgendiffraktioanalyysissä ja optisessa tarkastelussa selvästi. Maasälvät, kiilteet ja amfibolit ovat osittain rapautuneet liukenemisen ilmetessä silikaateissa rakenteellisten heikkouskohtien syöpymisenä. Suurin osa rautahydroksidipigmentin verhoamista mineraalirakeista on tunnistuskelvottomia. Osa mineraalien lienneistä komponenteista on saostunut uusiksi mineraaleiksi: oksideiksi, hydroksideiksi, oksihydroksideiksi ja sulfaateiksi. Näitä sekundaarisia raudan saostumamineraaleja havaitaan Aijalasta, Orijärveltä ja Makolasta käytetyillä tutkimusmenetelmillä jarosiitti ja götiitti. Etenkin jarosiitin kolme voimakasta pääpiikkiä erottuvat röntgendiffraktogrammeissa selvästi (kuva 2).

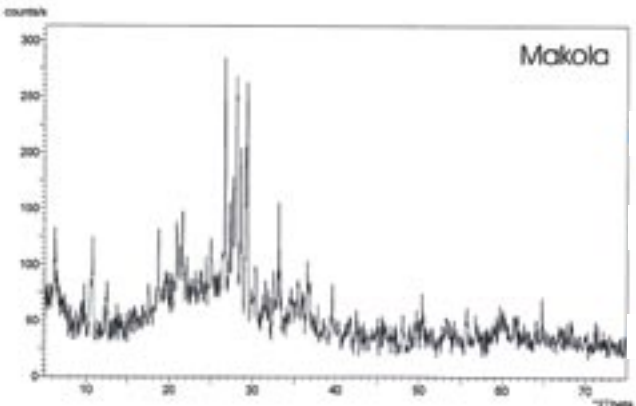
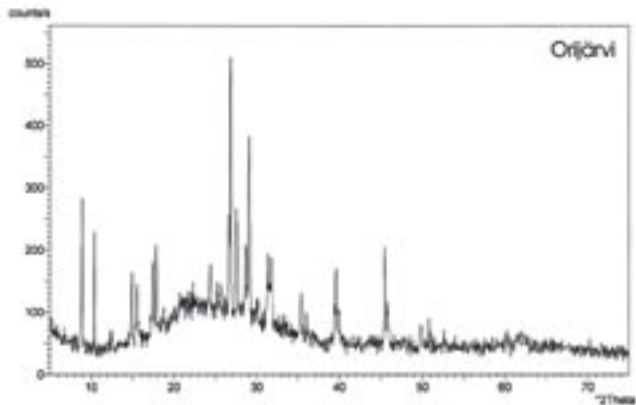
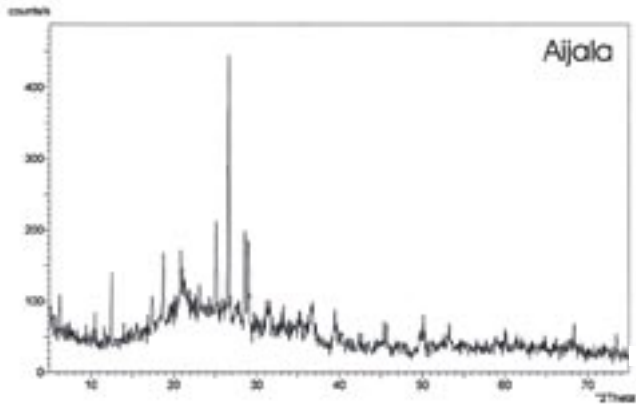
Tutkimuskohteiden kaivosjätteiden haitta-ainepitoisuudet ovat hyvin korkeat (taulukko 1). Aijalan rikastushiekka sisältää geokemiallisten analyysien tulosten mukaan maankäytön ohjearvot ylittäviä pitoisuuksia booria, kadmiumia, kuparia ja sinkkiä (Assmuth 1997). Raja-arvot ylittävät arseeni ja lyijy. Orijärven osalta ohjearvot ylittävät boori, kadmium ja kupari. Raja-arvot ylittävät moninkertaisesti lyijyn ja sinkin kohdalla. Makolan näytteessä ohjearvot ylittävät puolestaan boori, kadmium ja vanadiini ja raja-arvot arseeni, kromi, kupari sekä nikkeli.

Pigmentin raaka-aine

Pigmentin valmistukseen käytettävä lietetty lajittumaton hienoaines on kaikissa tutkimuskohteissa raekoostumukseltaan pääosin alle 10 μm . Mukana on sopivassa määrin myös pigmenteille kirkkaan värin antavaa karkearakeisem-

Taulukko 1. Kaivosjätteiden kemiallinen koostumus analysoituna ICP-AES:llä. **Table 1.** Chemical composition of tailings analyzed by ICP-AES.

	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Aijala	10700	610	13,5	36,5	<0.5	5940	3,11	2,43	4,75	342	146000	4120	11100	90,5
Orijärvi	4360	40,9	13,1	75,9	<0.5	83,9	1,60	1,96	<1	311	153000	13100	2250	23,6
Makola	11400	64,0	26,4	146	<0.5	535	0,72	49,6	504	686	235000	4160	22400	218



Kuva 2. (abc) Aijalan, Orijärven ja Makolan rikastushiekköjen röntgendiffraktogrammit. **Figure 2.** X-ray diffractograms of tailings from Aijala, Orijärvi, and Makola.

paa mineraaliainesta, kuten kvartssia (Johansson 1999).

Kaivosjäteympäristöissä rapautumisessa vapautuneet metalli-ionit pidättyvät usein sekundaarisiin saostumiin. Myös tässä tutkimuksessa havaittiin metallien rikastuneen suurimmaksi osaksi kaivosjätteen hienoainesfraktioon. Hienoaineksesta mitattujen haitta-aineiden, kadmiumin, kuparin, raudan, lyijyn ja sinkin pitoisuudet ovat nousseet merkittävästi koko rikastushiekasta mitattuihin arvoihin nähden. Raja-arvot ylittyvät Aijalan ja Orijärven osalta kadmiumia lukuun ottamatta kaikkien mainittujen metallien kohdalla. Makolassa raja-arvon ylittää vain kupari, ja lyijyn ja sinkin pitoisuudet jäävät jopa alle ohjearvojen.

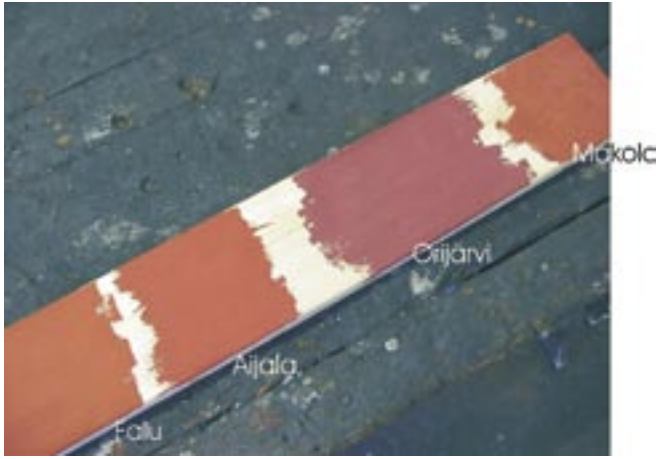
Pigmentit

Rautasaostumien keltaisenruskea väri vaihtuu kuumentettaessa vaiheittain punaiseen riippuen mineraalien kemiallisesta koostumuksesta. Vaaleanpunainen värisävy ilmaantuu näytteisiin, kun kidevesi poistuu mineraaleista noin 150°C:ssa. Lämpötilan noustessa rautahydroksidit muuttuvat rautaoksideiksi 500°C:ssa ja sulfaatit oksideiksi 700°C:ssa. Raudan yhdisteistä juuri rautasulfaatit antavat pigmentille punaisimman ja kirkkaimman värisävyn (Johansson 1999). Kuumennussarjan alimmassa lämpötilassa, 200°C:ssa, niin Aijalan, Orijärven kuin Makolankin näytteiden värisävyt muuttuvat punertaviksi. Seuraavassa lämpötilassa, 400°C:ssa, kaikkien näytteiden värit muuttuvat voimakkaan punaisiksi ja tummuvat edelleen seuraavissa kahdessa lämpötilassa. 800°C:ssa Orijärven raaka-aine saa violettiin vivahtavan sävyn ja muiden näytteiden värisävyt kirkastuvat. Koska pigmentti saa kirkkaimman värisävynsä hyvin kiteytyneestä hematiitista, tutkimuksessa nostettiin lämpötilaa vähitellen kahden tunnin aikana 900°C:seen, jossa pigmentin lopullinen väri määräytyy. Tuloksena saadaan Aijalan osalta syvänpunaista, täysin Falunin punapigmentin veroista pigmenttiä. Orijärven pigmentistä tulee violetin sävyistä ja Makolan pigmentissä on aavistus ruskeaa väriä (**kuva 3**). Kuumennussarjan viimeisessä lämpötilassa, 1000 °C:ssa, kaikki näytteet mustuvat ja kovettuvat Fe_2O_3 :n muuttuessa Fe_3O_4 :ksi (Johansson 1999). 900°C:ssa kalsinoiduista pigmenteistä valmistetuista keittomaaleista tulee tasalaatuista, ja maalien värisävyt vastaavat kutakuinkin pigmenttien värejä (**kuva 4**).

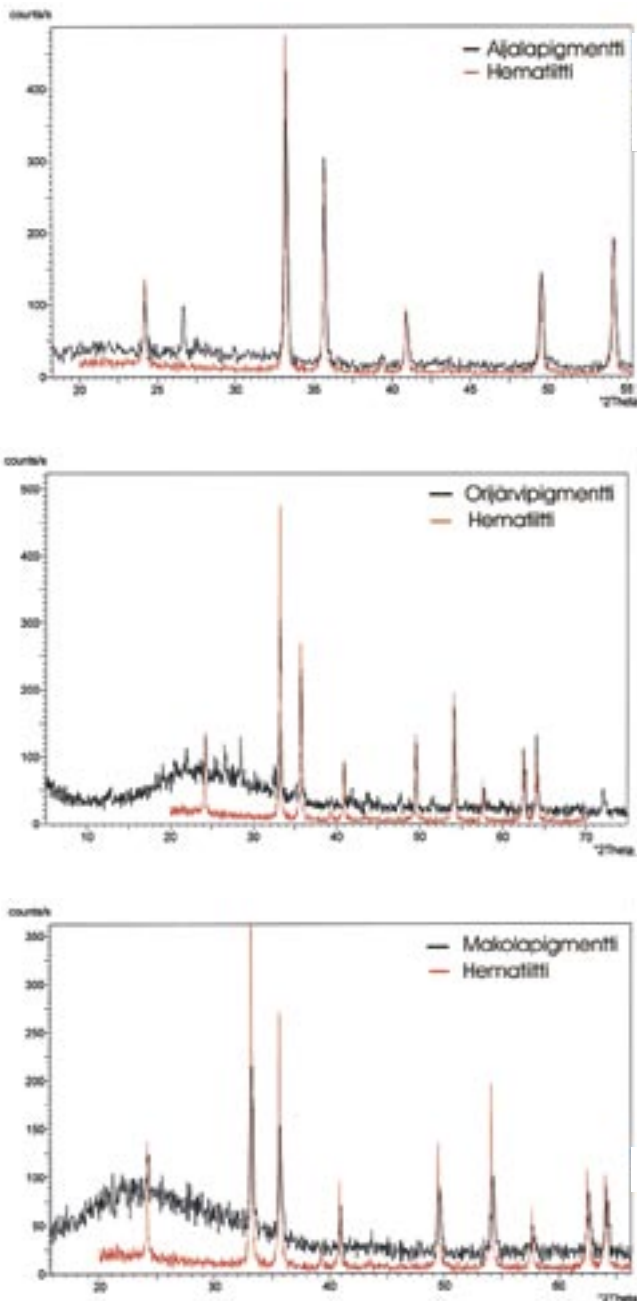
Kuva 3. Pigmentit. **Figure 3.** Pigments.



Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Sr	Ti	V	Zn	Sc	Si	Th
mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
<2	456	<2	86,2	1620	44900	<20	14,2	398	37,4	682	2,40	79,3	<1
2,13	773	<2	<30	21500	42700	<20	3,99	615	14,8	1520	2,15	74,7	<1
<2	122	785	308	16,2	10400	<20	10,4	695	56,0	47,3	3,68	154	<1



Kuva 4. Pigmenteistä valmistetut keittomaalit.
Figure 4. The pigments are used to produce red paint.



Röntgendiffraktioanalyysit osoittavat pigmenttien koostuvan lähes kokonaan hematiitista ja kvartsista (kuva 5). Geokemiallisten analyysien tulokset osoittivat, että metalleja on kalsinoinnissa sitoutunut oksideihin. Vahvaan typpihappoon liukenee kaikista kaivospigmenteistä kuitenkin vielä ohje- ja raja-arvot ylittäviä metallipitoisuuksia. Aijalan ja Makolan pigmenteissä raja-arvo ylittyy yhden ja Orijärven pigmentissä kahden metallin kohdalla. Metallien liukoisuutta testattiin vielä heikkohappuutolla ja synteettisellä sadevesiuutolla, joiden molempien pH oli 4,5, ja joista jälkimmäinen muistuttaa luonnonolosuhteita. Heikkoon happoon liukeni odotetusti vähemmän metalleja kuin vahvaan happoon, mutta vasta sadevesiuutossa haitta-aineiden määrä pieneni huomattavasti. Tällöinkin ohje- ja raja-arvot ylittivät Makolassa arseenin osalta ja Orijärvellä kadmiumin ja lyijyn osalta sekä raja-arvot Aijalassa arseenin ja Orijärvellä sinkin kohdalla (taulukko 2).

Rikastushiekoista perinnemaaleja?

Tutkimuksessa analysoidut kaivosjätteet Aijalan, Orijärven ja Makolan jätealueilta ovat ominaisuuksiltaan hyvin samankaltaisia. Jätteiden raekoko vaihtelee savilajitteesta hiekkaan keskiarvon sijoittuessa Aijalan kaivosjätteen osalta hienohiekan ja Orijärven sekä Makolan osalta keskiahiekan alueelle. Mineralogialtaan tutkimuskohteiden rikastushiekat ovat samassa rapautumiskehityksen vaiheessa kunkin niistä sisältäessä sekä primaarisia että sekundaarisia kaivosjättemineraaleja.

Pigmenttien valmistusta varten erotettu rikastushiekan hienojakoinen osuus koostuu pääasiassa raudan hydroksideista, oksihydroksideista ja sulfaateista, jotka oksidoituvat kalsinoinnissa tuottaen punaisia pigmenttejä. Toisaalta juuri hienoainesfraktio on rikastunut raskasmetallien suhteen, eikä edes kalsinointi 900°C:ssa sido riittävästi kaikkia haitta-aineita vaan pigmentteihin jää ohje- ja jopa raja-arvot ylittäviä liukoisissa muodossa olevia metallipitoisuuksia. Tämä kyseenalaistaa kaivosjätteistä saatavien pigmenttien käytön punamultamaalien ainesosana.

Valmistetuista pigmenteistä Aijalan kaivosjäte tuotti kirkkaimman ja tasasävyisimmän lopputuloksen, joka silmä-määräisesti tarkasteltuna vastaa Falunin pigmenttilaitoksen tuottamaa punaväriä. Aijalan rikastusjätteestä valmistetun pigmentin sadevesiuutossa arseenia liukenee kuitenkin saastuneen maaperän raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia. Orijärven malmijätteen tuottama pigmentti on väriltään violettiin vivahtavaa, ja sekin sisältää runsaasti liukoisia metallijäämiä. Makolan rikastushiekka on ympäristön kannalta turvallisinta mahdollista hyötykäyttöä ajatellen, mutta sen tuottamassa pigmentissä on ruskea sävy.

Mikäli Suomessa on kiinnostusta kotimaisten pigmenttien ja perinnemaalien valmistuksen elvyttämiselle, vaihtoehtona pigmenttien raaka-aineiksi saattaisivat olla luontaiset maaväriesiintymät, kuten esimerkiksi Ruukin-Vihannin alueen soiden rautasaostumat (Virtanen 1994). Niiden haitta-ainepitoisuudet ovat tutkitusti alhaiset, mutta väriominaisuuksia ei vielä tunneta.

Kiitokset: Kiitämme K.H. Renlundin säätiötä tutkimuksen rahoituksesta ja professori Martti Lehtistä avusta XRD-analyysissä. ▲

Kuva 5. (abc) Röntgendiffraktioanalyysien tulosten mukaan pigmenttien päämineraalit ovat hematiitti ja kvarts. Figure 5. Results of x-ray diffraction of oxidized pigments, showing hematite and quartz as the main minerals.

a)						
	Cd	Cu	Fe	Pb	Zn	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Aijala	4,23	358	72900	4400	443	
Orijärvi	1,05	172	53400	59200	1440	
Makola	<0.5	848	52400	14,0	44,3	

b)						
	As	Cd	Cu	Fe	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Aijala	406	1,54	48,6	9,62	2460	181
Orijärvi	11,8	0,74	145	27,3	47200	1320
Makola	19,7	0,10	124	80,9	7,48	6,76

c)						
	As	Cd	Cu	Fe	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Aijala	122	0,27	0,25	1,22	<0.5	0,46
Orijärvi	<0.5	0,63	14,9	8,60	100	1110
Makola	12,6	<0.05	0,27	5,16	<0.5	0,63

Taulukko 2. Pigmenttien metallipitoisuudet.

- a) Uutto 7 M HNO₃ ja ICP-AES.
 b) Uutto 1 M NH₄Ac, pH 4,5 ja ICP-AES.
 c) Synteettinen sadevesiuutto, pH 4,5 ja ICP-AES.

Table 2. Metal content of the pigments.

- a) Extraction with HNO₃ and ICP-AES.
 b) Extraction with NH₄Ac, pH 4,5, and ICP-AES.
 c) Extraction with synthetic rainwater, pH 4,5, and ICP-AES.

KIRJALLISUUTTA

Assmuth, Timo 1997. Haitallisten aineiden pitoisuuksien ohjearvot maaperässä – merkitys, määrittely, ekotoksikologiset perusteet, kehittäminen, soveltaminen. Ympäristö ja Terveys 28 (9), 51-62.

Bigham, J. M., Carlson, L. & Murad, E. 1994. Schwertmannite, a new iron oxyhydroxysulphate from Pyhäsalmi, Finland, and other localities. Mineralogical Magazine 58, s. 641-648.

Blowes, D. W., Jambor, J. L. & Hanton-Fong, C. J. 1998. Geochemical, mineralogical and microbiological characterization of a sulphide-bearing carbonate-rich gold-mine tailings impoundment, Joutel, Quebec. Applied Geochemistry

13 (6), s. 687-705.

Carlson, L. & Kumpulainen, S. 2001. Oksidiset rautasaostumat haitallisten aineiden pidättäjinä. Teoksessa: Idman, H. & Rönkä, E., (toim.): Kestävä kehitys – tutkimuksen haasteet ja mahdollisuudet. GTK-SYKE – tutkimusseminari 12.9.2001. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 153, s. 30-33.

Carlson, L. & Schwertmann, U. 1981. Natural ferrihydrites in surface deposits from Finland and their association with silica. Geochimica et Cosmochimica Acta 45, s. 421-429.

Johansson, S. 1999. The raw material, the chemistry, the production and the use. Teoksessa: Kjellin, M., (toim.): Genuine Falun Red. Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag and Bokförlaget Prisma. Stockholm, s. 151-178.

Kjellin, M. 1999. From archives and annals. Teoksessa: Kjellin, M., (toim.): Genuine Falun Red. Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag and Bokförlaget Prisma. Stockholm, s. 131-150.

Kumpulainen, S. 2000. Hammaslahden Cu-Zn-Au -kaivoksen saostumien mineralogia ja geokemia. Julkaisematon Pro gradu. Helsingin yliopisto, Geologian laitos. 76 s.

Loukola-Ruskeeniemi, K. 2000. Environmental impact of sulfide-rich formations. Teoksessa: Kojonen, K., Carlson, L., Hölltä, P. & Lahti, S., (toim.): MSF minisymposium held in conjunction with IMA COM short course "Modern approaches to ore and environmental mineralogy", Espoo, Finland, June 11-17, 2000: extended abstracts. Geologian tutkimuskeskus, Opas 48, s. 53-55.

Mustikkamäki, Urho-Pekka 2000. Metallipitoisten vesien biologisesta käsittelystä Outokummun kaivoksilla. Vuoriteollisuus 58 (1), 44-47.

Salonen, V.-P. ja Tuovinen, N. 2001. Orijärvi: a lake impacted by acid mine drainage. In: Lehtonen, T., Salminen, J.-P. & Pihlaja, K. (eds.) Fifth Finnish Conference of Environmental Sciences, Turku, May 18-19, 2001: proceedings. Turku: Finnish Society for Environmental Sciences, 62-64.

Shaw, S. C., Grouat, L. A., Jambor, J. L., Blowes, D. W., Hanton-Fong, C. J. & Stuparyk, R. A. 1998. Mineralogical study of base metal tailings with various sulfide contents, oxidized in laboratory columns and field lysimeters. Environmental Geology 33 (2/3), s. 209-217.

Sipilä, Pekka ja Salminen, Reijo 1995. Environmental impact of three sulphide mine tailings in Finland. In: Autio, S. (ed.) Geological Survey of Finland, Current Research 1993-1994. Geological Survey of Finland. Special Paper 20, 107-114.

Virtanen, Kimmo 1994. Geological control of iron and phosphorus precipitates in mires of the Ruukki-Vihanti area, central Finland. Geological Survey of Finland. Bulletin 375. 69 p.

SUMMARY

Oxidized pigments from three tailings areas in Aijala, Orijärvi, and Makola, Finland

Waste from abandoned mines in Aijala, Orijärvi, and Makola pose a stress to the environment because sulfides oxidize in the presence of oxygen and water, and release sulfate and dissolved heavy metals. Aijala, Orijärvi and Makola tailings consist of residual silicates and secondary precipitates, mainly jarosite. We examined the possible use of tailings as a traditional red pigment. Hydrates and sulfates oxidize and the colour of the material deepens, when the clay fraction is separated from weathered tailings sand and calcinated. Iron oxide gives the pigment its colour and silica is important for tinting and light stability. The proper shade for the pigment is attained when it reaches a temperature of 900°C, all the minerals have oxidized, and the colour becomes bright red. The waste from the Aijala area produced a pure red shade, visually comparable to the colour of the famous Swedish Falu pigment. Orijärvi red has a touch of purple and the oxidized material from Makola is brownish. Despite the good colours, the concentrations of toxic metals exceeded the Finnish guideline limit for polluted soil, and, therefore, they cannot be recommended as raw materials for pigment production. ■

Outokummun tie ruostumattomaan teräkseen

Outokummun tietä ruostumattomaan teräkseen käsittelevän, Tuomo Särkikosken kirjoittaman historiateoksen julkistamistilaisuus pidettiin yhtiön pääkonttorissa 10.5.2005, johon tilaisuuteen myös tämän kirjoittajalla oli mahdollisuus osallistua. Sain tilaisuuden yhteydessä järjestetyllä vastaanotolla Tuomolta omistuskirjoituksen omaan kappaleeseeni, sekä lisäksi omistuskirjoitukset Olavi Siltarilta ja Pentti Rautimolta, jotka ovat olleet keskeisissä rooleissa koko hankkeen valmistelussa ja toteutuksessa.

Tilaisuuden jälkeen ajoin kotiin ja aloitin kirjan lukemisen, enkä voinut lopettaa ennenkuin olin lukenut sen loppuun noin kello 2 aamuyöllä; jännittävä kuin paraskin salapoliisiromaani, mutta kaikki totta eikä keksittyä. Tämän historiateoksen varsinaisen substanssiosa alkaa keväältä 1960, jolloin edeltäjäni ja opettajani professori Heikki Miekk’oja oli pyytänyt vastikään valmistuneen oppilaansa diplomi-insinööri Olavi Siltarin neuvotteluun vuorineuvos Petri Brykin kanssa. Tapaamisen tuloksena Olli aloitti ruostumattoman teräksen perustutkimusta koskevat jatko-opintonsa Teknillisen korkeakoulun metalliopin laboratoriossa professori Heikki Miekk’ojan johdolla. Tämän jälkeen Tuomon teksti etenee 1960-luvun tutkimus-, kehitys- ja harkintaprosessien kautta itse varsinaiseen tuotannon valmisteluun ja aloitukseen 1970-luvulla. Varsin ai-

heellisesti kirjassa on peräti oma lukuksa: ”Poliittinen metallurgia”, jonka termin ilmeisestikin lanseerasi jo 1960-luvulla toinen opettajani professori Matti Tikkanen, joka innoittavilla luennoillaan monasti havainnollisesti kuvasi ”poliittisen metallurgian prosesseja”. Näin jälkikäteen voidaan ajatella, että silloinen poliittinen metallurgia, eräistä negatiivisista sivutekijöistä huolimatta, johti osaltaan myönteiseen lopputulokseen; Tornion jaloterästehtaan ”poliittismetallurginen” sijainti on eräs keskeinen elementti yhtiön globaalisesti ylivoimaisen taloudellisen kannattavuuden tekijänä.

Tämä historiateos perustuu erinomaisen laajaan ja monipuoliseen tausta-aineistoon; mm. yhtiön arkistot, henkilöarkistot, henkilöhaastattelut, kirjat, artikkelit, raportit ja kokouspöytäkirjat. Kirjoittaja on onnistunut muokkaamaan kaiken tämän suuren faktamäärän kirjan punaiseksi langaksi: kaivos- ja kupariyhtiönä tunnetun suomalaisen suuryrityksen kehityksen yhdistäminen globaaliin ruostumattoman terästeollisuuden kehitykseen sekä kansallisiin teollisuuspoliittisiin valintoihin. Toinen, olennainen keskeinen asia, joka Tuomon tekstistä henkii, on konsernin ylimmän johdon aito ja vahva sitoutuminen (commitment) kaikkeen alan relevantisti uuteen tutkimus- ja kehi-

tystyöhön yleensä, mutta erityisesti tämän ruostumatonta terästä koskevan suurhankkeen käynnistykseen ja toteutukseen. Voin omasta kokemuksestani vahvistaa tämän vision; olen henkilökohtaisesti tuntenut ensimmäistä pääjohtajaa Eero Mäkistä lukuunottamatta kaikki muut pääjohtajat, joista useimpien kanssa minulla on ollut ilo tehdä pitkäaikaista yhteistyötä.

Outo malmi – jalo teräs – historiateosprojektiä varten Outokummun johto asetti Tuomo Särkikosken tueksi historiatoimikunnan, jossa oli puheenjohtajana professori Kalle Michelsen ja jäsenenä diplomi-insinööri Kauko Kaasila, viestintäjohtaja Katarina Lybeck, viestintäjohtaja Eero Mustala, teknologiajohtaja Juho Mäkinen, tekniikan lisensiaatti Olavi Siltari ja toimitusjohtaja Ossi Virolainen. Yhteenvetona haluan todeta, että Tuomo Särkikoski – tukenaan edellämainittu historiatoimikunta – on saanut noin puolen vuosisadan mittaisen hankkeen onnistuneella ja mukansatempaavalla tavalla kerrotuksi meille kaikille sekä erinomaiseksi opiksi ja malliksi tuleville historiankirjoittajille. Outo malmi – jalo teräs, josta tällä matkallaan kehittyi tämän päivän globaali tuhkimotarina.▲



Tanner- muisteluksia

Toimittanut Antti J. Niemi

Jutut sijoittuvat aikaan 1960:n alusta vuoden 1962 lopulle, minkä ajan olin Outokumpu Oy:n palveluksessa.

Taustatiedoksi, jota ei tarvitse lukijoille eritellä: Keskeiset tehtäväni em. aikana olivat Kokkolan tehtaitten instrumentoinnin ja automatisoinnin suunnittelu, toteutus, vastaanotto ja käyntinajo yhteistyössä instrumentointi- ja koneistotoimittajien sekä tehtaitten johdon (Tanner, tekn. joht. Paavo Karttunen) ja osastopäälliköiden Kauko Kaasila (sulatto), Osmo Vartiainen (pasutto) ja Robert Alander (voimalaitos) kanssa; voimalaitoksen osalta myös konsultin (Ekono) kanssa, sekä Pyhäsalmen kaivoksen rikastamon instrumentointi.

Päivällispuheita

Pyhäsalmen kaivoksen vierasmajan, Lepikon torpan pirtissä oli istuuduttu illallis-pöytä. Isäntänä oli kaivoksen johtaja *Reino Kurppa* ja tärkein vieras oli Kokkolan tehtaitten johtaja *Heikki Tanner*; olihan Kokkola Pyhäsalmen rikkirikasteen hyödyntäjä ja siten keskeinen asiakas.

Oli edetty alkupaloihin, mutta lasit seisivat jostakin syystä vielä tyhjinä. Heikki teki tilanteesta omat johtopäätöksensä lausuen: *"Tästä taitaakin tulla enempi ruokavoittoinen ateria!"*

Tämän jälkeen lasit täytyivät nopeasti.

Käytännön fysiikkaa

Puhuin puhelimeen huoneessani Kuparitalossa ja oioin samalla kuulotorven tekstiilikudospäilysteistä kaapelia, joka oli kiertynyt pahasti sykkyrälle, kun Heikki Tanner astui sisään. Lopetettuani puhelun hän selvitti minulle:

"Tiedätkö, että tuo puhelinkaapelien kiertyminen on käytännön esimerkki maapallon pyörimisliikkeestä johtuvasta Coriolis'n voimasta? Eteläisellä pallonpuoliskolla ne nimitään kiertyvät vastakkaiseen suuntaan!"

Suuri herra

Puhelinsoitto keskeytti keskusteluni Heikin kanssa hänen työhuoneessaan Kokkolan tehtailla. Heikki puhui soittajalle joltakin käyttöveden saannista ja sopi hänen kanssaan tapaamisesta huoneessaan seuraavana päivänä kello kymmeneltä.

Lopetettuaan puhelun hän kertoi: *"Soittaja oli kaupunginjohtaja Eriksson. – Täällä Kokkolassa joutuu huomaamaan olevansa*

suuri herra. Jos olisin aikaisemmin Helsingissä ollessani jättänyt vesi- tai muissa tämän tapaisissa asioissa soittopyyntöni Lauri Aholle, niin tuskinpa hän olisi vastatessaan heti tarjoutunut tulemaan puheilleni seuraavana aamuna."

Korokekeskustelua

Kokkolan tehtaitten voimalaitoksen instrumentoinnin suunnittelussa oltiin jo aika pitkällä. Laitteet oli tilattu ja nyt oli suunniteltava osoitinkojeitten ja kytkimien sijoitus valvomoon tulevaan instrumenttipaneeliin. Kukin kattila oli saava oman kenttensä, yhteiset laitteet omansa, viitteellinen prosessikaavio katsottiin paneeliin tarvittavan ja valvomoergonomiaan oli samalla kiinnitettävä huomiota. Pääkonttoriin järjestämäni palaveriin osallistui oman väen lisäksi toimittajan, Siemensin, ja konsultin, Ekonon, edustajia, ja tarvittiin iso neuvotteluhuone pintavine pöytinen.

Neuvottelun ollessa täydessä vauhdissa ovelle ilmestyi Heikki Tanner. Hän kuunteli vähän aikaa keskustelua puuttumatta siihen ja poistui yhtä huomaamattomasti kuin oli tullutkin, sulkien oven jäljessään. Tavatessamme sitten päivän, oven kuluttua hän kuvasi minulle käyntinsä taustaa seuraavasti:

Hän oli ollut ennen em. episodina vuoreneuvos *Petri Brykin* huoneessa; heillekin oli tulossa joukko vieraita. Bryk oli todennut tarvittavan enemmän tilaa ja Heikki oli lähtenyt tarkastamaan, oliko neuvotteluhuone käytettävissä. Suoritettuaan kuvatuun tarkastukseen hän oli palannut Brykin luo ja raportoinut: *"Emme me sinne voi mennä. Siellä on käynnissä ilmeisen tärkeä paneelikeskustelu!"*

Mikä lie ollut tämän termin antama kuva neuvottelustamme; joka tapauksessa saimme käydä sen loppuun kenenkään sitä muualle siirtämättä.

Maailmanpolitiikan tarkkailija

OAS, Organisation de l'armée secrète, oli Ranskan salainen armeijajärjestö, joka Algerian itsenäisyystaistelun aikana vastusti sotaisin toimin alueen luovuttamista Algerialle. OAS oli 1960-luvun alussa toistuvasti sanomalehtien uutisotsikoissa.

Outokummun kaivos sijaitsi Kuusjärven kunnassa ja Heikki Tanner seurasi sekä Outokummun ja Kuusjärven että muun maailman tapahtumia myös Outokummun Sanomien välityksellä. Viimeksimainitusta paikallislehdestä hän kertoi tuohon aikaan lukeneensa uutisotsikon, jonka mukaan *"Kuusjärven kunta oli myöntänyt OAS:lle 5000 markan avustuksen ampumatarvikkeitten hankintaan"*.

Kuulijoissa tämä tieto herätti luonnollisesti hämmästyksiä ja epätietoisuutta myöntöpäätöksen sointumisesta maamme omaksumaan, rauhanomaiseen linjaan, kunnes Heikki kertoi lukeneensa varsinaisesta uutistekstistä, että ko. kir-

jainlyhenne ei tässä yhteydessä tarkoittanut alussa mainittua organisaatiota vaan Outokummun Ampumaseuraa.

Hienovarainen huomautus

Heikki kertoi olleensa kerran hankinta-asioissa Dortmundissa, yrityksessä, jonka nimi ei jäänyt mieleeni. – Kaupunki sinänsä oli ylpeä mm. oluestaan; niinpä Dortmund-Kronen-Bier'ia myytiin kautta Länsi-Saksan, vaikka kilpailevia panimoita oli tämän olutmaan monissa, läheisissäkin kaupungeissa.

Mahdollista hankintaa koskeva neuvottelu ei hänen mukaansa ottanut oikein sujuakseen; isäntäyrityksen edustajat keuhivat kyllä tarmokkaasti tuotteitaan, mutta eivät toisaalta juuri kallistaneet korviaan Heikin kommentteille Kokkolan tehtaitten erityisistä tarpeista. Hän joutui vähitellen etsimään tapaa, millä saisi argumenttinsa paremmin kuulluiksi.

Tilaisuus hienovaraiseen huomauttamiseen tarjoutui lounaalla, jonka alussa isännät kysyivät vieraaltaan, haluaisiko tämä nauttia olutta ruokajuomanaan. Tähän Heikki vastasi juovansa kyllä olutta, mutta korosti samalla pitävänsä erityisesti düsseldorfilaisesta oluesta, jota hän näin ollen toivoi olevan saatavilla.

Tämä toivomus ei ehkä parantanut neuvotteluilmapiiiriä, mutta oli kyllä saanut isännät kiinnittämään jatkossa enemmän huomiota potentiaalisen asiakkaansa huomautuksiin.

Havainta ennen Metoria

Kai Fallenius aloitti Outokumpu Oy:n Kuparitalon kellariverstaassa metallinilmäisimen suunnittelun ja kokeellisenkin kehittelyn 1960-luvun alussa, lähinnä kaivosten tarpeita silmälläpitäen.

Avustaakseni Kaita sopivilla suunnittelukriteereillä kysyin Heikki Tannerilta, tavatessani hänet noihin aikoihin ja tietäen hänen kaivostyökokemuksestaan, millaisia metalliesineitä, vaikkapa pieniäkin, hän oli ehkä sattunut huomaamaan kaivosten hihnakuuljettimilla. Mahdollisina ehdokkaina olivat tulleet mieleeni lähinnä teräsvaijerin pätkät ja kulutusta kestävästä, ei-ferromagneettisesta mangaaniteräksestä valmistetut raapan kynnet.

Heikki sanoi, ettei hän ollut juuri pitänyt lukua pienehköistä metalliesineistä. Niiden sijasta hän oli kyllä noteerannut suurimman huomaamansa, kuljettimella malmikiven joukossa vastaantulleen metalliesineen. Se oli ollut Tampellan valmistama, paineilmaakäyttöinen kallioporakone!

Tämä esine taisi täyttää ja ylittääkin ne arvot, joita suunnittelukriteereille oli kaavailtu. Aikanaan nimittäin osoittautui, että Outokumpu Oy:n sittemmin valmistama ja markkinoima metallinilmäisimä kykeni hälyttämään kallioporakonetta huomattavasti pienempienkin metalliesineiden saapumisesta.

Neuvokas herra Siemens

Kokkolan tehtaitten sulaton ja pasuton prosessikaasujen jäähdyttämiseksi ja lämmön talteenottamiseksi ne varustettiin höyrykattiloilla, jotka Ahlström ja Rosenlew toimittivat. Korkeapaineinen höyry tulistettiin voimalaitosrakennukseen sijoitetussa tulistuskattilassa. Tämän rinnalle rakennettiin öljylämmitteinen varakattila, jonka avulla varmistettiin sähkön toimittaminen energiayhtiölle prosessihäiriön sattuessa.

Kehitetty höyry johdettiin vastapaine-turpiiniin, jonka välitotot syöttivät prosessihöyryverkostojä, osan päätyessä apulauhduttimeen. Turbogeneraattori instrumentointineen ja asennuksineen tilattiin kokonaistoimituksena Siemens Sähkö Oy:ltä, jolta sittemmin tilattiin myös kattilalaitoksen mittaus- ja säätöinstrumentointi.

Viimeksimainitun tilauksen mukaisen toimituksen ollessa loppuvaiheessaan työ keskeytyi Siemensin asennushenkilöstön ilmoitukseen siitä, että turpiinipiiristä ei saatu kattiloiden säädön tarvitsemia signaaleja. Syyksi mainittiin niiden kuuluminen Schuckertille (Erlangen), jonka laitteita he eivät tuntenee, kun taas heidän toimituksensa ja asennuksensa kattoivat vain Halsken (Karlsruhe) laitteet ja

signaalit. – Osoittautui siten, ettei Länsi-Saksan Siemens-konsernin koostuminen alunperin erillisistä yrityksistä ollut vielä kokonaan unohtunut.

Kun turbogeneraattorilaitoksen asentajat päällikköineen olivat tässä vaiheessa jo palanneet Saksaan, otin asian selvittämiseksi yhteyden Heikkiin, joka oli ollut mukana jo mainitun kokonaistoimituksen tarjous- ja tilausvaiheissa. Hänen neuvonsa oli selväpiirteinen: *"Kaikki nämä laitteet ja säädöt on tilattu Siemensiltä. Kehota heidän yhdysmiehiään kutsumaan tänne herra Siemens, jotta voin kysyä häneltä, miksi hänen laitteensa eivät kommunikoi keskenään!"*

Toimin tämän mukaisesti ja menettelytapa osoittautui tulokselliseksi, sillä tarvittavat signaaliyhteydet alkoivat toimia viikon tai kahden kuluessa. Herra Siemens ei kylläkään missään vaiheessa tullut Kokkolaan, mutta selvästikin juuri hänen asiantuntevia neuvojaan oli tarvittu vaikeaksi todetun kommunikaatio-ongelman ratkaisemiseen.

Vippitosite

Illallinen oli nautittu helsinkiläisessä ravintolassa tärkeiden, ulkomaisten vieraiden seurassa. Heikki oli kuitannut laskun Outokummun nimiin ja tallettanut sen ko-

piokappaleen toimittakseen sen aikanaan firman kassaan. Poistuttaessa osoittautui, ettei hänellä ollut vaatepalvelumaksuksi sopivaa rahaa, joka olisi kai ollut n. 50 silloista markkaa. Minulla sattui olemaan, ja Heikki pyysi minua maksamaan. Itse hän lisäsi ko. summan laskukopioon ja kehotti minua kirjoittamaan I.O.U.-lapun hänen signeeraattavakseen.

Olin jotenkin tietoinen ko. kirjainlyhennyksestä ja sen merkityksestä, ja rupesin kirjoittamaan paperiliuskalle päiväystä ja muuta, perinteisen lainatositteen tapaista tekstiä. Tehtyään merkintänsä laskukopioon Heikki huomasi puuhani ja keskeytti sen sanoen pelkän merkinnän "I. O. U. 50,-" riittävän. Sieppasin siis lähimmän tyhjän lappusen, tein siihen em. merkinnän ja hän sutaisi alle puumerkkinsä "H. T.". Tämä sitten riittikin; Heikki palautti vipin ja lappuseni jouti paperikoriin tavatessamme työmaalla jonakin seuraavana päivänä.

Lausuman "I owe you" yltä ilmenevä lyhennys saattaa olla lukijalle entuudestaan tuttu, sillä sitä kuulee silloin tällöin siteerattavan. Kuitenkin vain Heikin olen nähnyt ja kokenut käyttävän sitä todella reaaliarhan arvoisen asiakirjan tekstinä.▲



LAROX

filtration
solutions for mining
and metallurgy

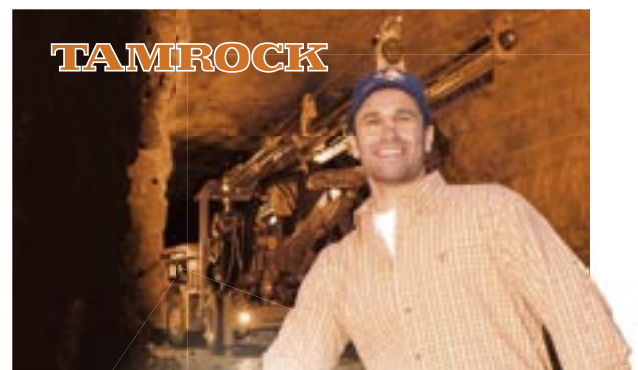
- Ceramec capillary action disc filters
- Hoesch pressure filters
- Pannevis horizontal vacuum belt filters
- Larox M series pressure filters
- Scheibler polishing filters

Reliable and superior filtration

LAROX®
Separates the best from the rest

www.larox.com

Tuttujen merkkien takana tutut ammattilaiset



Louhintaan, lastaukseen ja kuljetukseen, murskaukseen ja seulontaan, kaikkeen löydätte tuotevalikoimastamme ratkaisun.



Riittää kun muistat yhden osoitteen.

Sandvik Mining and Construction

Sandvik Mining and Construction Finland Oy
Puh. 0 205 44 4600, fax 0 205 44 4601, www.sandviktamrock.fi

Outo teräs – jalo malmi:

Mihin unohtui Tornion toinen tukijalka?

Tuomo Särkikosken Outokummun terästuotantoa käsittelevä teos, **Outo malmi – JALO TERÄS**, herättää lukijassa erilaisia ajatuksia.

Kirjaa lukiessa tuntuu, kuin ainoastaan kromilla olisi jonkinmoinen merkitys rosterin teossa. Ruostumattoman teräksen suurin yksittäinen kustannuserä, nikkeli, mainitaan teoksessa ainoastaan ohimennen muutamassa sivulauseessa, kun taas oman kromin tuotantoa muistetaan lähes jokaisella sivulla. Siitä huolimatta että Torniossa alun pitäenkin on tehty lähinnä vain austeniittisia teräksiä. Maailman nikkelituotannosta kuluu kaksi kolmasosaa ruostumattoman teräksen tekemiseen, eikä laadukasta ruostumatonta synny ilman nikkeliä. Lukijalle jää tunne, ettei nikkelistä oikein ole haluttu tässä yhteydessä keskustella.

Yhtiö päätti viime vuosikymmenellä reivata kurssiaan strategisena painopisteenä ruostumaton teräs. Tästä seurauksena hankkiuduttiin eroon aluksi kaivoksista ja sitten kaikesta muusta liiketoiminnasta joka ei liittynyt teräseen ja joka kävi kaupaksi. Myös nikkeliaseteista Harjavaltaa myöten. Miksi, voisi viimemainituista myynneistä kysyä. Mieleen ei varmaankaan tullut luopua kromikaivoksesta ja ferrokromin tuotannosta.

Rosterin tekijät maksavat jo kolmatta vuotta peräkkäin nikkelistään yli kaksinkertaisia hintoja pitkän aikavälin

keskiarvoihin nähden, ja kaivosyhtiöt hykertelevät käsiään. Eikä paluuta halvempiin hintoihin ennusteiden valossa ole odotettavissa muutama vuoteen. Miten tähän on tultu? Mihin unohtuivat 90-luvun lopun investoinnit nikkelituotantoon maailmalla? Kysynnän kyllä tiedettiin kasvavan rosterituotannon myötä. Markkinat ovat kroonisesti alijäämisiä Kiinan imiessä kaiken saatavissa olevan nikkeliraaka-aineen ja -metallin.

Oliko niin että Anacondan kaltaiset uhoajat 90-luvulla pelottelivat muut tuottajat olemaan laajentamatta kaivos- ja jalostustiluksiaan? PAL-, eli paineliuotusprosessin piti olla käänteentekevä niin kapasiteetiltaan kuin kustannuksiltaan. Näin olikin, mutta etumerkki vain oli väärä. Kaksi pienempää yrittäjää on mennyt nurin ja kolmaskin sinnittelee töin tuskin nenä vedenpinnan yläpuolella. Olarin kampuksella ilmeisesti tulkittiin tuon aikaisia ennusteita siten, että seurauksena päätettiin leikata pois Tornion toinen, merkitykseltään kromituotannon veroinen tukijalka. Tuon tukijalan tuoton pistävät taskuunsa nyt amerikkalaiset sijoittajat.

Vuosikymmen sitten eivät torniolaisetkaan tiettävästi olleet kiinnostuneita nikkelitoimitusten varmistamisesta pitkällä tähtäimellä ja kaiketi olettivat halpaa raaka-ainetta olevan ikuisesti saatavilla. Harjavallassa vedettiin asiantilasta johtopäätökset ja myytiin samoihin aikoihin kolminkertaistettu tuotanto

suurimmaksi osaksi muille markkinoille todennäköisesti parempaan hintaan, mitä yhtiön sisältä olisi ollut saatavissa. Ja myydään vientitilastojen mukaan edelleen. Oliko Harjavallan tuotteiden laatu liian hyvää ja kallista Tornioon? Tuon kaltainen kommentti teoksesta on eräästä sivulauseesta löydettävissä. Mitä ajatellaan Torniossa nykyisin, kun yhtiön kokonaisuutena tarvitsema primäärinikkelimäärä roimii lähellä sataatuhatta tonnia vuodessa? Sellaisia määriä ei enää kasva joka oksalla.

Harjavallan nikkelitehdas kävi viime vuonna vajaalla kapasiteetilla arvanakin raaka-aineen puutteessa. Maailman nikkeliteollisuus on tunnetusti pitkälle vertikaalisesti integroitunut, eikä kaupan ole samantapaisia vapaita raaka-aine-eriä kuin on kupari- ja sinkkirikasteita. Liike-elämässä tehdään tulevaisuuteen tähtäävät päätökset parhaiden käytettävissä olevien tietojen ja ennusteiden perusteella, mutta sietää kysyä, olisiko Outokummussa kaikesta huolimatta ollut paikallaan pitkäjänteinen nikkelistrategia ja varmistaa hankintaketju kromin tapaan alkujuuria myöten silloin, kun siihen vielä oli mahdollisuus. Huolimatta siitä, että ajatus nyt kuulostaa jälkiviisastelulta.

Mitä sanoikaan strategiaguru Michael Porter pistäytyessään toukokuussa Helsingissä: Luokaa klustereita, etsikää kilpailuetua integraatiosta. ▀

Viides mies

Tekniikan edistämissäätiön (TES) vuoden 2005 palkintojen ja apurahojen jakotilaisuus pidettiin 25.5.2005 Finlandia-talossa. Teknologiapalkinto myönnettiin professori Pertti Törmälälle ja Nuoren tutkijan palkinto TkT Iikka Virkkuselle

Tekniikan edistämissäätiö jakoi apurahoja ja palkintoja

Tekniikan edistämissäätiön Teknologiapalkinto

Tekniikan edistämissäätiö (TES) on myöntänyt Teknologiapalkinnon, 50 000 euroa, professori *Pertti Törmälälle* hänen menestyksellisestä työstään materiaali-tekniikan tutkimuksessa, siihen liittyvässä tuotekehityksessä ja kansainvälisen liiketoiminnan kehittämisessä.

Pertti Törmälä on tutkinut 1970-luvulta lähtien biohajoavia istukkeita. Kehitetyt luunaulat ja -ruuvit on valmistettu polymeeristä, joka ensin tukee luunmurtumassa ja sitten liukenee pois. Uusin sovellus on antibiootteja erittävä biohajoava istuke.

Pertti Törmälä opiskeli Helsingin yliopistossa ja valmistui filosofian kandidaatiksi sekä lääketieteen kandidaatiksi. Hän väitteli vuonna 1973 polymeeritieteistä. Törmälä toimi Tampereen teknillisessä korkeakoulussa ei-metallisten materiaalien apulaisprofessorina vuosina 1975-1982, tekstiiliteknologian professorina 1982-1984 ja muovitekniikan professorina 1985-1989.

Pertti Törmälä toimi Tampereen teknillisen yliopiston biomateriaalien tutkimuslaitoksen ja biomateriaalitekniikan laitoksen johtajana 1996-2005. Suomen Akatemian tutkijaprofessorina hän toimi 1986-1991 ja akatemiaprofessorina 1995-2005.

Törmälä on julkaissut 8 oppikirjaa ja yli 1000 tieteellistä julkaisua. Hänellä on yli 200 kansainvälistä patenttia materiaali-tekniikan ja kirurgisen instrumentti-tekniikan aloilta. Törmälä on toiminut aktiivisesti useissa alansa kotimaisissa ja kansainvälisissä järjestöissä.

Pertti Törmälä tutkimusryhmineen on saanut työstään runsaasti tunnustusta. Lisäksi Helsingin yliopisto antoi vuonna 2000 Törmälälle lääketieteen kunniaohjelman arvon.

Tekniikan edistämissäätiön Nuoren tutkijan palkinto

Tekniikan edistämissäätiö on myöntänyt Nuoren tutkijan palkinnon, 15 000 euroa, TkT *Iikka Virkkuselle*.

Iikka Virkkunen on tutkinut materi-

aalien termistä väsymistä. Keinovikojen valmistus on tutkimuksen kansainvälisesti arvostettu tulos, joka edustaa ainutlaatuista teknologista osaamista. Menetelmä on johtanut patentiin ja kansainväliseen liiketoimintaan. Sen sovellusalueita on ainetta rikkomattoman tarkastuksen luotettavuustutkimus, mm. ydinvoimalaitoksiin liittyen.

Säätiön linjauksen mukaan Nuoren tutkijan palkinto voidaan myöntää tekniikan alan nuorelle tutkijalle, joka on saavuttanut tutkimustyössään merkittäviä tieteellisiä tuloksia ja/tai luonut merkittäviä teknologisia tai teknistaloudellisia innovaatioita.

Iikka Virkkunen on syntynyt vuonna 1973 Helsingissä. Hän opiskeli Teknillisessä korkeakoulussa ja valmistui tekniikan tohtoriksi vuonna 2001. Iikka Virkkunen toimii tällä hetkellä tutkijana Teknillisen korkeakoulun konetekniikan osastolla.

Iikka Virkkusen pääasiallisena tutkimuskohteena viime vuosina on ollut termisen väsymisen (särön kasvu, ilmiön hallinta) ja keinovikojen valmistus NDT (Non-destructive Testing) pätevyinti- ja harjoituskäyttöön. Termisen väsymisen tutkimus on kansainvälistä huipputasoa, ja osa tutkimuksesta on toteutettu kansainvälisissä tutkimushankkeissa. Keinovikojen aikaansaaminen termisen väsymisen avulla edustaa kansainvälisesti ainutlaatuista teknologista osaamista ja tämän kehityksen tuloksia onkin julkaistu alan korkeatasoisissa tieteellisissä aikakauslehdissä. Iikka Virkkusen johtama tutkimusryhmä "Termomekaanisesta käsittelystä" valittiin yhdeksi Teknillisen korkeakoulun tutkimuksen kärkiryhmäksi.

Tutkimukset on tehty suurelta osin yhteistyöhankkeissa yritysmaailman ja muiden tutkimuslaitosten kanssa. Näin ollen tutkimus on ollut välittömässä yhteydessä konkreettisiin ja ajankohtaisiin ongelmiin teollisuudessa ja tulokset ovat nopeasti hyödynnettävissä. Virkkusen panos termisen väsymisen kuormituksen ja särönkasvun tutkimuksessa on lisännyt merkittävästi ymmärrystä esim. ydinvoimalaitosten putkistoissa ja paperikoneissa tavattuihin termisen väsymi-

sen vaurioihin ja antanut konkreettisia työkaluja ilmiön kokeelliseen tutkimiseen ja hallintaan.

Apurahat

Pääosa apurahoista myönnettiin eri tekniikan alojen jatko-opiskelijoille. Luettelo apurahan saajista on saatavissa painetussa muodossa ja säätiön kotisivuilla: <http://www.kolumbus.fi/tes>.

Säätiö myönsi kymmenen kokovuosiapurahaa, suuruudeltaan 15 000 euroa. Kokovuosiapurahan saajille on lisäksi myönnetty 1 500 euron lisäapuraha vakuutus- ja eläketurvan hankkimista varten. Muut apurahat ovat osavuosi-, kannustus-, matka- ja perusopiskelija-apurahoja.

Apurahan hakijoita oli tänä vuonna yhteensä 708 ja haettu apurahamäärä oli 4,3 miljoonaa euroa. Sekä hakijoiden määrä että haettu apurahamäärä kasvoivat viime vuoteen verrattuna (703 kpl ja 3,8 miljoonaa euroa).

Apurahoja myönnettiin säätiön käyttörahaston lisäksi seuraavista erikoisrahastoista: Alvar Aallon erikoisrahasto, Gasum Oy:n maakaasurahasto, Kyllikki ja Alpo Lipan erikoisrahasto, Rautaruukki Oyj:n erikoisrahasto, Mirjam Helena Paloheimon erikoisrahasto, Herta Pääkkösen erikoisrahasto, Johannes Eichingerin erikoisrahasto

Vuoden 2005 apurahojen jaossa korostuvat pyrkimykset

- tukea korkealaatuista teknillistieteellistä tutkimustyötä, jonka toivotaan edistävän alansa uusia teknologioita ja uutta yritystoimintaa,

- tukea väitöskirja- ja lisensiaattityön tekijöitä niin, että he voisivat ilman jatkuvaa huolta taloudesta keskittyä tutkimustyöhönsä sekä

- tukea kansainvälisyyttä edistävää toimintaa.

Lisätietoja:

Asiamies Tapani Koivumäki, puh.

09 - 1606 3722, 050 - 369 7607 tai

tapani.koivumaki@ktm.fi;

Pääsihteeri Kari Mäkinen, puh.

09 - 1606 3523 tai kari.makinen@ktm.fi.

TES:n *www-sivut*: <http://www.kolumbus.fi/tes>

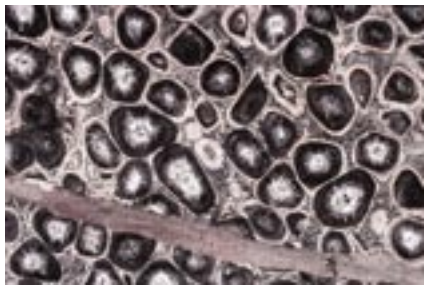
Suomessa enemmän pallokiviä kuin missään muualla



Geologian tutkimuskeskuksessa (GTK) on valmistunut englanninkielinen kirja "Orbicular rocks in Finland", joka kertoo maamme pallokiviesiintymistä. Suomessa pallokiviesiintymiä on enemmän kuin missään muussa maassa.

Kirjassa on kuvattu kaikkiaan 31 kalliiossa olevaa pallokiviesiintymää ja lisäksi yksittäisiä lohkarkeitä ja lohkarikkoja, jotka mannerjäätikkö on irrottanut 50-60:stä erillisestä kalliokohdeesta. Naapurimaastamme Ruotsista lohkar- ja kallioesiintymiä tunnetaan kaikkiaan tusinan verran ja koko maapallolta noin 180.

Pallokivet ovat harvinaisia ja rakenteeltaan erikoisia magmavimuunnoksia. Ne koostuvat monikehäisistä kivipalloista, joita sitoo toisiinsa tasarakeinen syväkivimassa. Maasälpäriikkaat monikehäiset pallokivityypit ovat



Dioriittista pallokiveä Kurun Pengonpohjan louhoksesta. Pallojen läpimitta 10-20 cm. Kuva: Jari Väätäinen, GTK

kauniita ja niistä on tehty mm. pöytälevyjä, käyttö- ja koriste-esineitä sekä muistomerkkejä. Pallokivien syntymekanismeja ei tarkkaan vielä tunneta ja sen vuoksi esiintymät ovat kansainvälisesti kiinnostavia tutkimuskohteita.

Pallokiviaineistoa on koottu GTK:ssa systemaattisesti jo useita vuosikymmeniä. Kirjassa on kuvaus jokaisesta maastamme löydetystä kalliio- ja lohkar-esiintymästä, runsaasti värikuvia ja kalliokohdeista myös geologinen kartta. Julkaisun suunnittelusta ja toteuttamisesta on vastannut geologi, dos. **Seppo I. Lahti** ja artikkeleita siihen ovat kirjoittaneet lisäksi useat geologit GTK:sta ja sen ulkopuolelta.

Pallokiviä eniten Keski-Suomessa, Pirkanmaalla ja Savossa

Valtaosa Suomen pallokivistä on Keski-Suomessa, Pirkanmaalla ja Savossa, harvakseltaan myös Etelä- ja Lounais-Suomessa sekä Pohjanmaalla. Pallokiviä tavataan kapeina laatta- tai linssimäisinä muodostumina proterot-

soisten svekokarjalaisten syväkivien ja rapakivigraniittien yhteydessä (ikä 1500-1900 milj. vuotta); muutamia myös näitä vanhemmissa arkeisissa kivilajimuodostumissa. Esiintymien koko vaihtelee laajasti. Valtaosa on kooltaan korkeintaan muutamia kymmeniä neliömetrejä, joskin suurimmat esiintymät ovat monien kymmenien aarien kokoisia.

Pallokivet kauniita ja harvinaisia syväkivimuunnoksia

Pallokivet ovat väriltään harmaita, punertavia tai vihertäviä. Valtaosa vastaa kemialliselta koostumukseltaan ja mineralogialtaan tavanomaisia peruskallion syväkivilajeja, kuten gabroja, dioritteja, montsodioritteja, montsoniitteja, kvartsimontsoniitteja ja tonaliitteja, mutta myös kvartsirikkaampia graniittisia ja granodiorittisia kiviä on runsaasti. Harvinaisimpia ovat pallokarbonaattiitit ja yksinomaan tummista mineraaleista koostuvat palloperidoitiitit.

Kiven koostumuksen lisäksi pallojen koko, muoto ja rakenne vaihtelevat eri esiintymien välillä laajasti niin, että ulkonäöltään samankaltaisia pallokiviä ei tavata lainkaan. Usein pallot ovat litistyneitä ja niiden läpimitta on 5-15 cm. Vaaleissa graniittisissa kivissä pallot saattavat olla poik-



Graniittista pallokiveä Savitaipaleen Ruskiavuoren louhoksesta. Pallojen läpimitta 15-20 cm. Kuva: Seppo I. Lahti, GTK

keuksellisen kookkaita, läpimitaltaan jopa 30-40 cm, kun taas tummissa peridoiiteissa pieniä, usein vain muutaman sentin läpimittaisia. Kiven pinnassa pallojen kehät näkyvät samankeskinä renkaina, joiden paksuus, väri ja lukumäärä vaihtelee esiintymäkohtaisesti.

Pallojen on arveltu syntyneen mm. niukasti kiteytymiskeskuksia sisältäneestä sulasta sen ollessa alijäähdyneessä tilassa, kahden koostumukseltaan erilaisen sulan erotessa pisaroina toisistaan tai erilaisissa metamorfisissa prosesseissa. Kehien kasvua ovat kontrolloineet kiteiden kasvunopeus, eri aineiden diffuusio palloa ympäröivässä sulassa sekä monet muut fysikaalis-kemialliset tekijät.

Pallokiviesiintymiä riittää sekä louhintaan että tutkimuskohteiksi

Pallokiviesiintymiä on löytenyt jatkuvasti lisää ja niitä riittää niin louhintaan kuin opetus- ja tutkimuskohteiksikin.

Punertavaa pallokiveä on aikaisemmin louhittu vähäisiä määriä Kurun Pengonpohjasta. Viime vuonna Sorvikivi Oy aloitti vaaleanruskean, osin harmaan pallokiven louhinnan Savitaipaleen Ruskiavuoresta.

Edustavia pallokivinäytteitä eri puo-

SUOMEN PALLOKIVET

S. I. Lahti / GTK / 2005

Havainnointit

- Kalliojärvenmaa
- Lohjan
- Kärsä
- Kärsämaa
- A Uusima
- B Varsinais-Suomi
- C Etelä-Uusima
- D Satakunta
- E Keski-Suomi
- F Pohjanmaa
- G Päijät-Häme
- H Kymenlaakso
- I Etelä-Karjala
- J Etelä-Savo
- K Pohjois-Savo
- L Keski-Suomi
- M Etelä-Pohjanmaa
- N Pohjanmaa
- O Pohjois-Pohjanmaa
- P Lapin



Pallokiviesiintymät maakunnittain.

lilta Suomea voi ihailia GTK:n geonäytelyn yhteydessä olevassa kivinäytelyssä Otaniemessä. Pääkaupunkiseudulla pallokiveä pääsee näkemään myös Nuuksion kansallispuistossa ja sitä on tavattu myös eräiltä muilta luonnonsuojelualueilta sekä kaupunkien puistoalueilta. Maaningan ja Viitasaaren pallokiviesiintymät, jotka ovat maamme kookkaimpia, on rauhoitettu geologisesti merkittävänä luontokohteina.

Julkaisu:

Lahti, Seppo I. (ed.), 2005: Orbicular rocks in Finland. With contributions by Paula Raivio and Ilkka Laitakari. Geological Survey of Finland. 172 sivua, 195 kuvaa ja 16 taulukkoa.

Kirjaa voi tilata Geologian tutkimuskeskuksen julkaisumyynnistä Otaniemestä (avoinna klo 9.00-15.00), os. PL 96, 02151 ESPOO, puh.: 020 550 2450, fax: 020 550 12; sähköpostitilaus: julkaisumyynti@gtk.fi, kotisivu: www.gtk.fi/palvelut/info/julkaisumyynti.htm

Hinta on 30 € (sis. alv 8 %), ja postitus lähetettäessä hintaan lisätään postituskulut. Pallokiviesiintymät maakunnittain. ▴

Lisätietoja:

geologi, dos. Seppo I. Lahti
puh. 020 550 2248 tai 040-716 0056.

TKK:ssa julkaistu 2000 väitöskirjaa

Teknillisessä korkeakoulussa on julkaistu väitöskirjoja vuodesta 1911 lähtien. TKK:n pääkirjasto numeroi kaikki yliopiston omat väitöskirjat juoksevilla TKK-Diss-numerolla. TKK:n sadas väitöskirja julkaistiin vuonna 1961, 1000:s vuonna 1995 ja 2000:s toukokuussa 2005.

TKK:ssa väitöskirjojen elektroninen julkaisutoiminta aloitettiin vuonna 2000 kirjaston ylläpitämässä Diss-palvelussa osoitteessa <http://lib.hut.fi/Diss/>. Tähän mennessä palvelussa on julkaistu yli 500 väitöskirjaa, viime vuosien väitöskirjoista noin 97 % löytyy palvelusta.

Palvelu on rakennettu OAI-yhteensopivaksi, joten hakukoneet voivat automaattisesti haravoida tietoa TKK:n väitöskirjoista. Näin tieto julkaisuista leviää entistä laajemmalle. Tavoitteena on tulevaisuudessa laajentaa elektronisia väitöskirjoja koskevaa palvelua kohti elektronista julkaisuarkistoa, joka tulisi sisältämään myös TKK:n muun julkaisutuotannon.

Lisätietoja: TKK Pääkirjasto, Marja Malmgren, puh. 09-451 4104 e-mail marja.malmgren@tkk.fi



**Bored? Yes...
Try to shoot a blast with
your digital camera!**

Civil Explosives Since 1893

www.forcit.fi



Pääsihteerien vaihdinvaihto



*Kalevi Nikkilä
(vas.), Pekka
Erkkilä ja
Antero
Hakapää.*

Kolmen vuoden ja yhtä monen vuorimiespäiväkierroksen jälkeen seuraa *Antero Hakapää* Vuorimiesyhdistykseen uusi pääsihteeri, tekn. tri *Kalevi Nikkilä*, 60. Hänen yhteystietonsa löydät jo lehden tästä numerosta sivulla 62.

Kalevi ei ehdi kunnolla oloneuvokseksi Outokummusta hänkään, kun syyskuun alusta aloittaa yhdistyksen pääsihteerinä.

Kuvassa vaihdinvaihtoa todistaa ja sen vahvistaa Vuorimiesyhdistyksen puheenjohtaja *Pekka Erkkilä*.

Menestyksen toivotus edeltäjältä *Kaleville*, ja samalla jäsenistölle terveiset; olen tuntenut ylpeyttä ja kiitollisuutta saadessa-

ni palvella tätä ammattilaisten ja ystävien joukkoa. Joukkoon on mahtunut tosikoita ja Tosikoita ja kaikkia siltä väliltä.

Se polvihousuinen koulupoika, joka pääsi malminetsinnän kenttäapulaiseksi *Pielaveden Säviälle* kesällä 1953, ei osannut aavistaa aloittaneensa elämänuran alalla, joka johti katkeamattomaan ketjuun kasvattavia työtehtäviä ensin kotimaassa, sitten vuosikausiksi kauempana. En suostu lopettamaan tähänkään, *Pertsan* piirroksessa paikkaa hakee *ÖTZ II*, ei *Antsu*. Kerran vuorimies – aina vuorimies!▲

Kiittäen

Antero 'Antsu' Hakapää

TÄSSÄ ÖTZI II TIEDUSTELEEE ITSELLEEN ÖTÖLLISTÄ LOPPUSIJAITUSPAIKKAA, JOSTA HÄN OLISI TAATUSTI LÖYDETTÄVISSÄ VUONNA 8005



- * Yhdistyksen pääsihteeri vaihtuu
- * Vuorinaisten kevätretki
- * Geologijaoston syysretki
- * Rikastus- ja prosessi- jaoston kuulumisia

Aurinkoisena toukokuun lauantaina (14.5.2005) lähtivät vuorinaiset seuralaisineen (50 henkeä) Lohjalle, missä tutustuimme maamme kolmanneksi suurimpaan harmaakivikirkkoon, Tytyrin Kaivosmuseoon ja marsalkka Mannerheimin kesäkartanoon. Lehden seuraavassa numerossa tutustumme retken kolmanteen kohteeseen, Kirkniemen kartanoon, jossa on myös mukana ollut Kalkki-Petteri.

Teksti: Seija Aarnio Kuvat: Seppo Hiilamo



Vuorinaisten kevätretki Omenakaupunkiin Lohjalle



Opas Seija Hynnälä johdatti kevätretkiryhmämme Pyhän Laurin kirkkopihalta asehuoneen kautta nunnan (1510 – 1522) maalaamien Raamatun kuvakertomuksien täyttämään kirkkosaliin. Tuolloin kirkossa naiset istuivat pohjoispuolella, mistä myös pahalaisen uskottiin tulevan. Kirkko on joutunut kokemaan kovia vuosisatojen kuluessa, mm. seurakunta päätti peittää kuvat kalkkipeitteellä 1800-luvun alussa ja samalla ikkunat ja ovet suurennettiin, jolloin osa kuvista tuhoutui. Saman vuosisadan lopussa maalattiin kuvat uudestaan kirkkailla väreillä; urkujen taakse, kuorin yläosaan, on jätetty yksi kirkasvärinen kuva. Alkuperäiset kuvat, jotka paljastavat maalajaan olleen

pohjoismaalaisen (paratiisin Eevalla vihta), otettiin esille 1950-luvulla lähes alkuperäisessä muodossa kirkon restauroinnin yhteydessä. Pitkään kestäneen kuvien restauroinnin jälkeen (n. 160 kpl) tehtiin lisää muutoksia: Kirkon alle vuoteen 1804 haudattujen maalliset jäämistöt siirrettiin yhteishautaan kirkon lähelle sekä pääoven paikkaa muutettiin ja kirkon lattiaa madallettiin. Kierroksen lopussa kävelimme yhteishaudan ohi ja Lohjan kuuluisan tilan isännän valtioneuvos Johannes Virolaisen haudan ohi Lohjan kirkkokentälle kuvanveistäjä Nora Tapperin suunnittelema valtioneuvoksen muistomerkillä, jossa oli näköispatsas nuoresta poliitikosta ja kaipauksen kivestä.

Tytyrin kaivos

Leppoisalla huumorilla höystettynä kertoi opas Miika Storm Tytyrin Kaivosmuseon historiasta niin, että iloisia ilmeitä oli useita nähtävissä kaivoskierroksella. Saimme kuulla hyvin mielenkiintoisen elämäkerran merikapteenin ja kalkkiteollisuusyrittäjän pojan Petter Forsströmin elämänsä kaikkien tuntemaksi Kalkki-Petteriksi, joka panimomestarin työtä etsiessään sai isältään tilapäistehtäväksi tarkoitetun Virkkalaan rakennettavan kalkkipolttouunin työn valvonnan vuonna 1897. Panimomestari tuli myöhemmin vuorineuvos, joka jäi eläkkeelle vuonna 1962 Lohjan Kalkkitehdas Oy:n johdosta. Vuorineuvos loi hyvinvointia lukemattomilla eri elämänalueilla rakentamalleen yhdyskunnalle Lohjalla.

Lisäksi saimme kuulla ja nähdä sekä vähän kokea, mitä on ollut mainarin elämä "maan uumenissa". Vuorinaisten kivisanasto laajentui, kun käytävien rusnaus poistaa kopukivien aiheuttamat uhat, ja seula lajittelee kalkkikiven ja sivukiven sekä kalkki voi olla sammutettua tai poltettua, ja että sepeli on sivukivestä. Tulikohan asia ymmärrettäväksi ensimmäisellä kerralla? Kaivoksen uumenissa pieneltä näyttävä kivenjätkäkin voi olla jopa korkean kerrostalon kokoinen, koska mittasuhteet olivat "unohtuneet" maan pinnalle. Jännitystä riitti "jarruttomalla" kaivosvaunulla sekä meno- että paluumatkan aikana. ▀



Geologijaoston syyskursio Ruotsiin 18.9.-21.9.2005

Ohjelma

Su 18.9. Iltalautta Vaasasta Uumajaan

Ma 19.9. Boliden: Rennström-Petknäs.

Lisäksi maastokohteita.

Ti 20.9. Malå: Storliden ja tutustuminen

Georangeen

Ke 21.9. Svartliden. Iltalautta Uumajasta

Vaasaan.

Ilmoittautuminen päättyi 19.8.2005 – jäljellä olevia paikkoja ja lisätietoja voi kysyä puheenjohtajalta (heikki.puustjarvi@outokumpu.com, puh. 040 592 0365). Tarkempi ohjelma kesäkuussa jaetussa jäsenkirjeessä.

Muista myös Geofysiikan neuvottelupäivät 9-10.11.2005 Kuopiossa!▲

Katja Sahala

Rikastus- ja prosessi- jaoston kuulumisia

Syksy tulee ja jaosto kulkee kohti uusia unohtumattomia elämyksiä.

Jaoston *syyskursio* suuntautuu tänä vuonna "aavan meren tuolle puolen", eli eteläiseen naapurimaahamme Viroon. Odotettavissa on erittäin mielenkiintoinen retki, jonka valmistelussa uusi jaoston johtokunta on käyttänyt parasta osaamistaan ja kaikkia laillisia ja laittomuuden rajamailla olevia keinoja.

Järjestelyt ovat nyt edenneet siihen pisteeseen, että kaukainen ranta "algaa valgeaan", joten käytä tilaisuutta hyväksesi ja lähde mukaan!!

Syyskursion ajankohta on ke 21.9. – la 24.9.2004

Vahvistettuja vierailukohteita ovat ABB AS, Elektrimasinad, Tallinna, Kuusakoski OY:n operaatiot Tallinnan alueella ja viimevuotisten perinteiden mukaan Saku Ölletehas niinkään Tallinnassa. Ohjelma täydentyy vielä ainakin yhdellä prosessialan kohteella.

Eli, jos et ole ilmoittautunut retkelle, ja asia kiinnostaa niin kannattaa vieläkin kysyä tilannetta jaoston sihteerialta (sami.hindstrom@outokumpu.com, 040 – 576 0655 tai puheenjohtajalta (harri.lehto@hut.fi, 050 –555 2786).

Nyt kun kesä alkaa olla jo suunnilleen takavasemmalla ja katseet jo suunnattu syksyn ja loppuvuoden haasteisiin, niin rikastus- ja prosessijaoston johtokunta haluaa toivottaa kaikille jäsenilleen erittäin aktiivista ja antoisaa alkavaa syksyä 2005 !▲

Parhain Vuorimiesterveisin,
H & S
Harri Lehto & Sami Hindström



We serve the Finnish
Metallurgical Industry from
our warehouse in Olkiluoto:

- FeSi 75 % Lumpy and Fines
- FeSi 45 %/ 65 %/ 72 %
- FeCr HC and Charge
- FeCr Medium Carbon
- FeCr Low Carbon
- FeCr Extra Low Carbon
- FeMn HC/MC/LC
- SiMn
- FeV
- FeTi
- FeMo
- FeSiMg
- CaSi
- FeP
- Mn-metal
- Mg-metal

**PLEASE CONTACT US FOR
A QUOTATION OR TO
PLACE YOUR ORDER!**

Sonaco Trading AB
Värdshusvägen 1, 181 63 Lidingö Sweden

Tel: +46 8 765 28 01
Fax: +46 8 765 28 05

sonaco@sonaco-trading.com
www.sonaco-trading.com



Vuorimiesyhdistyksen toimihenkilöitä 2005

The Finnish Association of Mining and Metallurgical Engineers 2005

DI Pekka Erkkilä, puheenjohtaja / president
Outokumpu Oyj, PL 270, 02201 ESPOO 09-4215503
fax 09-4215550 pekka.erkkila@outokumpu.com

FT Elias Ekdahl, varapuheenjohtaja / vice president
Geologian tutkimuskeskus, PL 96, 02151 ESPOO
020 5502201 elias.ekdahl@gtk.fi

YHDISTYKSEN PÄÄSIHTEERI / Secretary General 1.9.05 -
TkT Kalevi Nikkilä, Hakamäentie 5 A, 02120 ESPOO
040-5430724 kalevi.nikkila@vuorimiesyhdistys.fi

YHDISTYKSEN RAHASTONHOITAJA / Treasurer
TkL Ulla-Riitta Lahtinen, Kaskilaaksontie 3 D 108,
02360 ESPOO 09-813 4758, 0400-456 195
ulla-riitta.lahtinen@vuorimiesyhdistys.fi

GEOLOGIJAOSTO / Geology section
FM Heikki Puustjarvi, pj / chairman, Outokumpu Tech-
nology, 040-592 0365 heikki.puustjarvi@outokumpu.com

FM Katja Sahala, sihteeri / secretary, Pyhäsalmi Mine Oy,
08-7696 214 katja.sahala@pyhasalmi.com

KAIVOSJAOSTO / Mining section

DI Jari Honkanen, pj / chairman, Oy Finnrock Ab
09-77714031 fax 09-7771401 jari.honkanen@finnrock.fi

DI Tommi Halonen, sihteeri / secretary, Oy Forcit Ab
0207 440 310 fax 0207 440 225 tommi.halonen@forcit.fi

RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/ Mineral
processing section

DI Harri Lehto, pj / chairman, Teknillinen korkeakoulu
Mekaanisen prosessi- ja kierrätystekniikan laboratorio
09-451 2786 fax 09-451 2795 harri.lehto@tkk.fi

DI Sami Hindström, sihteeri / secretary Outokumpu
Technology 09-421 2276 fax 09-421 3156, 040-576 0655
sami.hindstrom@outokumpu.com

METALLURGIJAOSTO/Metallurgy section

TkL Heikki Ylönen, pj / chairman, Rautaruukki Oyj
020 592 2434, 040-557 8647 heikki.ylonen@ruukki.com

DI Riikka Koskelainen, sihteeri / secretary, Rautaruukki Oyj
020 592 9083 riikka.koskelainen@ruukki.com

Uusia Jäseniä

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

Kokouksessa 2.6.2005

Halonen, Juha Markus,
arkkitehti, 29.3.1972, projekti-
päällikkö, Kalliorakennus T.K.
Vyyryläinen & Co. Oy, juha.
halonen@kalliorakennus.com,
Kalliorakennus T.K. Vyyry-
läinen, Petikontie 1, 01720
VANTAA jaosto: kai
Kivimäki, Mika Petri, DI,
18.7.1976, Process Owner, Oy
Robit Rocktools Ltd, mika.
kivimaki@robit.fi, Oy Robit
Rocktools Ltd, Vikkiniityntie 9,
33880 LEMPÄÄLÄ jaosto: kai
Lammasaari, Lassi Markus, DI,
13.11.1973, Project Manager,
Talvivaaran kaivosyhtiö, lassi.
lammasaari@talvivaara.com,
Talvivaaran kaivosyhtiö, Pohjo-
lankatu 15, 96100 ROVANIEMI
jaosto: kai, rik
Leino, Tiina, OTK, 27.7.1960,
ympäristölakiasiaain päällik-
kö, Outokumpu Oyj, tiina.

leino@outokumpu.com, Puola-
harju 38 A, 00930 HELSINKI
jaosto: kai, rik, met
Mattila, Mikko Petteri, DI,
5.5.1977, markkinointijohtaja,
Oy Robit Rocktools Ltd, mikko.
mattila@robit.fi, Oy Robit
Rocktools Ltd, Vikkiniityntie 9,
33880 LEMPÄÄLÄ jaosto: kai
Orkola, Antti, DI, 1.1.1956, Pre-
sident, Kemira GrowHow Oy,
antti.orkola@kemiragrowhow.
com, Kemira GrowHow Oy,
Mechelininkatu 1a,
00180 HELSINKI jaosto: kai
Haapala, Mika Artturi, DI,
16.2.1973, tutkimusinsinööri,
OMG Harjavalta Nickel Oy,
mika.haapala@eu.omgi.com,
OMG Harjavalta Nickel Oy,
Teollisuuskatu 1, 29200 HARJA-
VALTA jaosto: rik
Högnabba, Jan Olli Mattias,
DI, 29.1.1959, Lead Design
Engineer, Larox Oy, olli.
hognabba@larox.com, Larox
Oyj, Sinikalliontie 18 B,
02630 ESPOO jaosto: rik
Illi, Mika Olavi, DI, 4.8.1969,
projekti-insinööri, Outokumpu
Technology Minerals Oy, mika.
illi@outokumpu.com, Outo-
kumpu Technology Minerals
Oy, Riihitontuntie 7 E,
02200 ESPOO jaosto: rik
Lemmelä, Lauri Sakari,
ins., B.Sc. (econ.), 29.8.1975,
testausinsinööri, Outokumpu
Technology Minerals Oy, lauri.

lemmela@outokumpu.com, Ou-
tokumpu Technology Minerals
Oy, Riihitontuntie 7,
02200 ESPOO jaosto: rik
Nivala, Timo Tapani, pros.tekn.
ins., 31.12.1970, projektipäällik-
kö, Outokumpu Technology Oy,
timo.nivala@outokumpu.com,
Outokumpu Technology Oy,
Riihitontuntie 7,
02200 ESPOO jaosto: rik, met
Hänninen, Seppo Juhani, ra-
kennusins., 11.7.1943, Director,
Outokumpu Technology Oy,
seppo.hanninen@outokumpu.
com, Nuottarinne 4 E 10,
02230 ESPOO jaosto: met
Kahelin, Erja Hannele, 101,5
ov., 21.7.1982, opiskelija,
TKK, Materiaalitek. os., erja.
kahelin@hut.fi, Kaupintie 13 F
67, 00440 HELSINKI jaosto: met
Lagerstedt, Alex(ander), 137,5
ov., 31.12.1976, opiskelija,
TKK, Materiaalitek. os., alex.
lagerstedt@iki.fi, Särkiniemen-
tie 15 B 27, 00210 HELSINKI
jaosto: met

Pahkala, Pasi Sakari, DI,
25.3.1977, prosessiautomaatio-
insinööri, Outokumpu Stainless
Oy, pasi.pahkala@outokumpu.
com, Aarnitie 7c 22a,
95420 TORNIO jaosto: met
Stykki, Laura Elina, 182 ov.,
14.11.1978, opiskelija, TKK,
Materiaalitek. os., laura.
stykki@iki.fi, Särkiniementie 15
B 27, 00210 HELSINKI
jaosto: met
Toivonen, Lasse Martti Tapio,
TkL, 27.1.1952, Account Ma-
nager, Honeywell Oy, lasse.
toivonen@honeywell.com,
Kortekatu 13,
78850 VARKAUS jaosto: met

Kokouksessa 8.8.2005

Saarela, Petri Esa, FM,
1.11.1972, geologi, Pyhä-
salmi Mine Oy, petri.
saarela@pyhasalmi.com,
Pihkapolku 3 B 112,
86800 PYHÄSALMI
jaosto: geo

materia

Yhdistyksen internet-sivun osoite:

www.vuorimiesyhdistys.fi

Materia-lehti myös yhdistyksen verkkosivuilla

Weir Minerals
Slurry pumput, Syklonit,
Slurry venttiilit &
Myllynvuoraukset

Excellent
Engineering
Solutions

WEIR
MINERALS

Weir Warman Oy
Aleksanterinkatu 17 B
15110 Lahti
Finland

Puh: (03) 877 350
Fax: (03) 877 3511
Sales.fi@weirwarmaneu.com
Http://www.weirwarmaneu.com



Warman **ASH PUMP** **Galigher** **WEIRESIST**
HAZLETON **CAVEX** **IsoGate** **GEHO PUMPS**

Lietepumput
Suodattimet
Muut rikastuskoneet

 **metso**
minerals

Metso Minerals Finland Oy Ab
Kärkikuja 2, 01740 Vantaa
Puh. 020 4845 300, fax 020 4845 319

normet
Your partner for jobsites

- nostaa
- ruiskuttaa
- kuljettaa



normet Normet Oy
Ahmolantie 6, 74510 Peltosalmi
Puh. 017-83 241 fax 017-823 606
info@normet.fi www.normet.fi

Syväkairauksen ammattilainen

 **KATI**

OY KATI AB
Sievintie 286, 85160 Rautio
puh. (08) 469 4500
fax (08) 465 615
www.oykatiab.com

Timantintarkkaa kokonaispalvelua

Palvelemme ja suoritamme geolan tutkimusta
kentällä ja ajanmukaisissa laboratorioissamme.

Geologian tutkimuskeskus

Betonimiehenkuja 4 Puh. 020 550 11
02150 ESPOO Fax. 020 550 12



GTK

YIT Osaava kallionrakentaja www.yit.fi

YIT RAKENNUS OY
Kalliorakentaminen
PL 36 (Panuntie 11), 00621 HELSINKI
Puhelin 020 433 111, Faksi 020 433 3747

Linde Gas } **AGA**

Oy AGA Ab, puh. 010 2421, faksi 010 242 0514, www.aga.fi

OKUN AUTOLÄHETTI OY

**KAIRASYDÄN- JA LOHKARE NÄYTTEIDEN
MURSKAUS- JA JAUHATUSPALVELUA**

Kalevi Räsänen
Yrittäjänkatu 1 A
83500 OUTOKUMPU
Puh. 0400 572 114
Fax (013) 550 329

**Materia n:o 4 postitetaan 17.11.
Erikoisteemana materiaalit
rakentamisessa.**

Päästöjä ilman rajoituksia

Siis mätäkuun tuotoksia: On tämän jutun teema, paitsi mätäkuun jutut, bio- sekä muun jätteen kierrätys, ja on se kohtsiillään tulossa luvanvaraiseksi ja luokiteltava kaikkein direktiivien ja taiteen sääntöjen mukaan. Paitsi maataloudessa missä jokainen jätös, luonnollinen tai synteettinen, on nykyhallituksen erityisessä suojeluksessa.



Siis kun Hollanti jokin aika sitten oli EU:n puheenjohtajamaana, oli heikkäläisen ympäristöministerin kuningasajatus kehittää EU:ssa sovellettavaksi *clever environmental regulations*, jotka takaisivat ns. vihreille yrityksille mm. verohelpotuksia sekä julkisia hankintoja. Turpiinsa olisivat ottaneet mm. hiiliteollisuus sekä ilmailu mukamas vahingollisina teollisuuden aloina. Mitä seuraavaksi EU:ssa? Metallien jalostus? Siis todettakoon yleisemminkin että innokkaimpia tiukanvihreiden lakien kannattajia ovat juuri hollantilaiset sekä tanskalaiset joiden omassa maassa ei metallinjalostusta juuri ole. Siis jos kaikki meneillään oleva tonnisto lainsäädäntöehdotuksia menee jakeluun, loppuu EU:sta hetken kuluttua lähes kaikki teollinen toiminta ja saamme jälleen nauttia itä-tuonnista, sekä lähinaapurustosta että Aasian mantereen toiseltakin laidalta. Jossa eurooppalaisille idealisteille huvittuneesti hymyillään. Sitä paitsi siivotkoot hollantilaiset ensin koiran-kakat kaduiltaan ennen kuin rupeavat puhumaan mistään puhtaasta ympäristöstä. Saa nimittäin rotterdamilaisella jalkakäytävällä astellessaan olla peräti varovainen, jopa vielä tarkempi kuin erään suuren meikkäläisen, entisen multimetalli-, nykyisen teräsyhtiön pääkonttorin kampuksella, jossa tosin saa varoa ei koiran vaan jäniksen papanoita.

Siis lisää jätöksistä: Ryntäsi kansa paperilakon seurauksena ei suinkaan hamstraamaan kirjoitus- tai kopio-, vaan vessapaperia. Niin että nähtiin taas mikä todella on tarpeellista. TV-

uutisten 31.5. mukaan käyttää kansa pyyhkimiseen keskimäärin 40 rullaa vuodessa eli osapuulle rullan per 9 päivää. Siis varsin tuotteliasta joukkoa jolle dieetti tekisi hyvää useammassakin mielessä. Ja voisi mätäkuun lumoissa siitä hyvästä vanhan ryypylaulun runoilla uudestaan: *Hei vah-timestari, tuo vessapaperi, vie täysi potta hemmettiin. Kyllä enemmänkin... no, jääköön loppu sikseen.*

Ja edelleen: Mäkätetään sanomalehtien yleisönosastot väärällään huolimattomista koiranomistajista jotka eivät korjaa lemmikkiensä toimituksia jalkakäytäviltä. Oikein. Mutta oletteko koskaan nähneet yhdenkään *ratsastajan* kapuavan satulasta korjaamaan pollensa pallerota keskeltä kävelytieltä? Hieman liian rupista hommaa hienohelmoille hevoshulluille?

Siis on mätäkuu suurten uutisten ja innovaatioiden aikaa. Kauppalehden mukaan on jenkeissä kehitetty hyttysansa. Katiska perustuu neste-kaasua polttamalla syntyvään hiilidioksidiin johon sekoitetaan synteettistä ihmishien hajua. Jutun mukaan vekotin houkuttelee ja tappaa itikat 2000 neliön alueelta. Kiinnostavaa. Ja voisi vehjettä kehittää esim. siihen suuntaan, että se irtonaisia äänestäjän ääniä emittoimalla houkuttelisi ja likvidoisii parveilevat poliitikot ja turhat julkkikset sadan kilometrin säteeltä. Käyttöä löytyisi esim. Pori Jazzissa sekä Savonlinnassa ja Kuhmossa. Siis pitäisi seuraavat versiot kehittää eliminoimaan kaikki juoru- ja iltapäivälehtien toimittajat. Ja on kehityksen

huippuna tietenkin pyydys, joka puhapästäöihin perustuen tunnistaisi ja hävittäisi maailmasta kaikki konsultit.

Ja vielä mätäkuulta: saimme asiakkaaltamme seuraavansisältöisen kirjeen: "Arvoisa toimittajamme. Liiketoiminnassamme tapahtuneiden muutosten johdosta muutamme ostojemme maksuehtoa 30 päivästä 45 päivään tästä päivästä lukien. Ystävällisin terveisin jne..." Jahah. Tuosta hyvästä olemme päättäneet lähettää Luottokuntaan seuraavan kirjeen: "Arvoisa rahoittajani. Maksuliikenteessäni tapahtuneiden muutosten johdosta muutan luottokorttilaskuni maksuehtoa 14 päivästä 6 kuukauteen. Ystävällisin terveisin jne..." Odotamme kiinnostuksella mitä vastaavat.

Siis on TV-uutisten 14.7. mukaan Pietariin syntymässä joukko toinen toistaan länsimaisempia *restauranteja*. Ihan italialaisia ja ranskalaisia. Ai jaa? Siis entiseen Leningradiin? No hoh hoi! Siis kerran pectopah, aina pectopah!

Ja lopuksi mätäkuun uskottavimmat: "Kuka siellä?" Selvänäkijä vastatessaan puhelimeen.

"Kallis nikkeli vetää kaivosyhtiöitä Suomeen" Otsikko Kauppalehdessä. "Paljon uutuuksia!" Ilmoitus antiikkikaupan ikkunassa. "Kuluttajan ostovoima kehittynyt positiivisesti" Tilastokeskus.▲

J.T.



Tuttu nimi. Uusi sisältö.

Fundian, Imatra Steelin ja Ovako Steelin fuusiossa syntyneen uuden yrityksen nimi oli meille oikeastaan itsestään selvä. Kävi nimittäin ilmi, että "joukkueemme" 18 tuotantoyksiköstä 12 on jossain historiansa vaiheessa ollut nimeltään Ovako.

Sitä paitsi tavaramerkki Ovako sopii hyvin yhteen uuden yrityksen perusfilosofian kanssa: Oikea kompetenssi. Oikea tuote. Oikea toiminta. Oikea palvelu.

Ovako on Euroopan johtava pitkien erikoisterästuotteiden valmistaja. Tarjoamme merkittävää lisäarvoa asiakkaillemme, joita ovat etupäässä kuulalaakeriteollisuuden, raskasajoneuvoteollisuuden sekä auto- ja konepajateollisuuden yritykset. Viime vuoden yhteenlaskettu liikevaihtomme oli noin 1,3 miljardia euroa. Palveluksessamme on 5 200 työntekijää ja valmistuskapasiteettimme on kaikkiaan 2 miljoonaa tonnia terästä vuodessa. Korkeinta laatua.

Olemme valmiita haasteisiin.

OVAKO

www.ovako.com

Metso Minerals Finland

Metso Minerals on kiven ja mineraalien käsittelyjärjestelmien sekä metallien ja rakennusmateriaalien kierrätysjärjestelmien maailmanlaajuinen markkinajohtaja. Asiakkaittemme liiketoiminnan sujumisen varmistamme koko Suomen kattavilla kulutusosa-, varaosa- ja huoltopalveluilla.



Liiketoimintalinjat

Murskaus ja seulonta

Nordberg: Murskaimet, seulat, syöttimet, murskauslaitokset, kuljettimet, murskainten ja seulojen kulutus- ja varaosat

Kierrätys

Lindemann: Mineraalien ja metallien kierrätysjärjestelmät ja -laitteet

Mineraalien käsittely

Metso: Mineraalien käsittely- ja rikastuslaitteet

Kulutussuojat ja kuljetinhihnat

Trellex: Seulaverkot, kulutuskumielementit, kuljetinhihnat ja komponentit sekä asennuspalvelut

Metso Minerals Finland

Tampere puh.02048 4142
Tampere Kalkku puh.02048 45200
Vantaa puh.02048 45300