

materia

1.2006

Geologia ~ Kaivos- ja prosessiteknikka ~ Metallurgia ~ Materiaalitekniikka

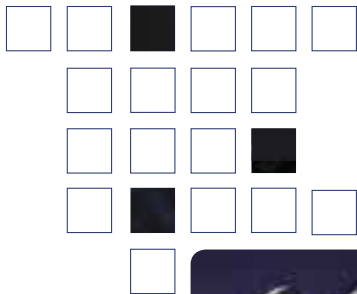
Alveleva GTK
GTK betjänar
GTK at your service

Asiantuntemus käytössäsi
Among GTK
GTK - Centre of Knowledge

GTK

Otaniemessä osataan - GTK s. 6, VTT s. 13, TKK Materiaalitekniikan osasto s. 36
Tutkijoille apurahoja s. 29 Näin Japanissa s. 32

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 lupaustamme Outokumpu-tekijäksi.

www.outokumpu.com

OUTO
KUMPU

ATLAS COPCO – MEILTÄ LÖYTYY RATKAISU TARPEISIISI



WL4 C30 porauslaite varustettuna COP 3038 -porakoneilla

Atlas Copcon laajaan ja kustannustehokkaaseen tuotevalikoimaan kuuluvat mm. Boomer-tunnelinporauslaitteet, Secoroc-porakalusto, Swellex-kalliopultit, Wagner-las-
taus- ja kuljetuskalusto, MAI-porapultit, Boltec-pultit-
tuslaitteet sekä Simba-pitkäreikäporauslaitteet.

Tuotteemme on suunniteltu maksimoimaan asiakkaan
louhintakapasiteettiä ja minimoimaan kustannukset pora-
metriä kohden.

Atlas Copco on lähelläsi eri puolilla maailmaa. Kansain-
välisiltä Internet-sivuiltamme www.atlascopco.com löy-
dät lisätietoa tuotteistamme sekä palveluistamme liittyen.

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

Lukijalle!

Kädessäsi on lehtemme 63:n ilmestymisvuoden ensimmäinen numero. Kaksi vuotta on kulunut Materia-nimen käyttöönotosta. Uudistustyö jatkuu. Lehti pyrkii seuraamaan aikaansa!

Sisällöllisenä ohjenuorana on ajankohtaisuuden lisääminen. Tässä numerossa voidaan osana tätä pyrkimystä nähdä uudistuneiden VTT:n ja GTK:n esittelyt. Nämä kaksi tutkimuslaitosta muodostavat Otaniemessä yhdessä TKK:n kanssa merkittävään innovaatiokokonaisuuden.

Lehden Tiede&Tekniikka-osion säilytämme entisellään. Lehti on kautta aikojen rakentunut alan teknologiaa ja tutkimustoimintaa käsittelevien artikkeleiden ympärille.

Uudistuneessa Materiassa pyrimme lisäksi kuvailemaan ympäristöä, jossa ala toimii, sekä määrittelemään alan roolin suomalaisessa yhteiskunnassa. Mielipiteitä siitä ja paljon muustakin kirjaavat Joukko Tosikkoja omalla palstallaan. Toinen arvokas mielipidekanava on Vapaa Kynä, sivu, joka on kaikkien lukijoiden käytettävissä.

Tulemme jatkossakin tarkastelemaan tutkimuksen, kehityksen ja yritystoiminnan rajapintoja. Kuten moneen kertaan aina kyllästymiseen asti on todettu: "Suomalaisen hyvinvoinnin perusta on osaamisessa eli koulutus-, tutkimus- ja kehitystoiminnassa". Tämä on varmasti totta, niin kuin totta on myös: "Henkilöstö on yritystemme voimavara". Mutta unilukkaria tarvietaan!

Jouko Härkki, päätoimittaja



VTT:n esittely sivuilla 13-16. Pääjohtaja Erkki KM Leppävuoren haastattelu.



Uudistunut GTK. Pääjohtaja Elias Ekdahlin haastattelu sivuilla 6-9.

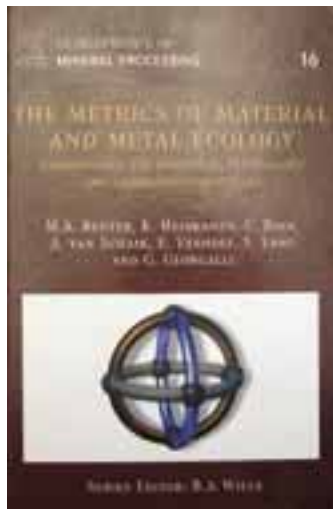


Sisältö n:o 1/15.2.2006

- 5 Timo Kekkonen: Valtion tutkimuslaitokset suomalaisessa innovaatioympäristössä
- 6 Elias Ekdahl, GTK kestävän kehityksen tiennäyttäjä; GTK – palveluva keskus, haastattelu *Bo-Eric Forstén*
- 10 Pekka A. Nurmi: Ensimmäinen Fennoscandian Mining Award Riddarhyttan Resources AB:lle
- 11 Pekka A. Nurmi: Fennoscandian Exploration & Mining (FEM)
- 13 *Bo-Eric Forstén*: VTT haluaa olla käyttäjäystävällinen
- 17 *Olli Ernoall*: VTT uudistuu – tavoitteena huippuosaaminen ja asiakkaan kilpailukyvyyn lisääminen
- 19 *Mika Naumanen, Simo-Pekka Hannula*: Materiaalitekniikoiden kehityskohteita Suomessa – metallinjalostajien näkökulma
- 26 *Anne-Christine Ritschkoff*: Funktionaalinen pinnoiteteknologia likaantumattomien ja helposti puhdistettavien tuotteiden valmistuksessa
- 29 *Tiina Männistö*: Pintojen tutkimus on pinnalla; Outokumpu Oyj:n säätiö jakoi apurahoja
- 32 *Ari T. Hirvonen*: Kokemuksia väitöskirjan teosta Osakan yliopistossa
- 36 *Bo-Eric Forstén*: Uutta oppia kierrätykseen; Nordic Steel Masters
- 38 *Bo-Eric Forstén*: Materiassa on roimaa vuorimiehen voimaa
- Tiede & Tekniikka 39-49**
- 40 *Sebastian Teir, Soile Aatos, Asko Kontinen, Ron Zevenhoven, Olli-Pekka Isomäki*: Silikaattimineraalien karbonoinnin hiilidioksidin loppusijoitusmenetelmänä Suomen oloissa
- 47 *Jörg Langwaldt, Katri Mattila, Gennadi Zaitsev*: Biological Removal of nutrients from mine waters
- 50 In Memoriam
- 51 *Harri Lehto*: Metallien tuotanto ja kierrätys, kirjaesittely
- Alan Akatemia 52-53**
- 52 *Harri Lehto*: Huomionosoitus tutkimusryhmälle
- 53 *Harri Lehto*: Väitös vaahdotuksesta
- 53 Yliopistokoulutuksen laatuyskiköitä vuosina 2007-2009
- 54 *Mikko Tontti*: Pintaa syvemmmältä



Hituran kaivosalue Nivalassa. Kuva liittyy artikkeliin sivuilla 40-46.



Kestävää kehitystä yksissä kansissa. Sivu 51.



Biological Removal of nutrients from mine waters. Pages 47-49

- 55 BEF: Alan maailmasta
- 57 Vapaa Kynä - Professorin väärinymmärretty varoitus

Inside Out 58-62

- 58 Kalevi Nikkilä: Vuorimiespäivät 2006; Nuoren jäsenen stipendi; Yhdistykselle uudet kravattit
- 59 Seija Aarnio: Syysretkellä Pokrovassa; Kierroksella eduskunnassa; Vuorinaisten pikkujoulu
- 61 Annina Mattsson: Sovelletun geofysiikan XV neuvottelupäivät
- 62 Ulla-Riitta Lahtinen: Uusia jäseniä
- 62 Vuorimiesyhdistyksen toimihenkilöitä
- 63 Palveluhakemisto; Ohjeita kirjoittajille
- 64 Joukko Tosikkoja

Kansi: GTK:n geonäyttely Otaniemessä. Kuva Jari Väätäinen, GTK

ILMOITUSMARKKINOINTI/ Advertising Marketing Västra Nyland Ab, Nina Melén , Torikatu 1-3, 10300 Karjaa, 019-278801, fax 019-230240	OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET Changes in address & Prenumerations Ulla-Riitta Lahtinen , 0400-456 195 ulla-riitta.lahtinen@vuorimiesyhdistys.fi
---	---

ILMESTYMISAIKATAULU/ Coming out 2006, deadline/postitus
2-2006 5.4./10.5. 3-2006 16.6./ 23.8. 4-2006 12.10./15.11.

materia

JULKAISIJA / Publisher
VUORIMIESYHDISTYS –
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.

Materia-lehti kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessiteknikka ja metallurgia sekä materiaalin valmistus ja materiaalitekniikan erilaiset sovellutukset. Lehden alkuosa painottuu alan ja yritysten ajankohtaisiin asioihin. Tiede&Tekniikka-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

TkT Kari Tähtinen **pj/chairman**
Oy Ovako Ab, kari.tahtinen@ovako.com
020 7455030, 0400-559442

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
020 5505801 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 (**ulkoasu**)
PL 45, 10601 Tammisaari
019-2415604 fax 019-2415453

PAINO/Printing house

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



Teho ja tuottavuutta pinnan alla

Jo pelkästään väristä tunnistat maailman arvostetuimmat louhinta- ja poralaitteet sekä lastarit että dumperit.

Kaikkiin kaivos- ja maanrakennusalan haasteisiin löytyy tuotevalikoimastamme toimiva ratkaisu. Ammattilaisemme huolehtivat myös koneiden toimintavarmuutta tukevista huolto-, varaosa- ja asiantuntijapalveluista. Pidämme leuat liikkeessä, terät iskussa, porat ja pyörät pyörimässä.

Riittää kun muistat yhden osoitteen.

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





VALTION tutkimuslaitokset suomalaisessa innovaatioympäristössä

Valtion tutkimuslaitoksilla on keskeinen rooli suomalaisessa innovaatioympäristössä ja julkisen sektorin tietotarpeiden tuottajina. Tutkimustoimintaa harjoittavia valtion laitoksia on parikymmentä ja budjettirahoitteen tutkimustoiminnan volyyymi niissä on yli 250 miljoonaa euroa. Ne muodostavat merkittävän tutkimusresurssin, jonka tehokas ja tarkoituksenmukainen hyödyntäminen on suomalaisen yhteiskunnan kannalta välttämätöntä.

Kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonalan tärkeimmät tutkimuslaitokset ovat *Valtion teknillinen tutkimuskeskus*, *VTT* sekä *Geologian tutkimuskeskus*, *GTK*. Sen lisäksi *Teknologian kehittämiskeskus*ella, *Tekesillä* on suuri rooli näiden tutkimuslaitosten tutkimustoiminnan rahoittajana. Kehitettäessä ja suunnattaessa suomalaisen innovaatioympäristön julkisten osien toimintaa on jatkuvasti otettava huomioon ne muutokset ja haasteet, joita suomalainen yhteiskunta kohtaa. KTM:n näkökulmasta tämä tarkoittaa erityisesti niitä haasteita, joita suomalainen elinkeinoelämä kohtaa globalisoituvassa taloudessa. KTM:n hallinnonalan sektoritutkimuksen tärkein tehtävä on auttaa elinkeinoelämää soveltamaan tutkimustietoa ja tuottaa elinkeinoelämän kilpailukykyä ja osaamista vahvistavaa tutkimustietoa. KTM onkin aktiivisesti yhdessä vastuullaan olevien tutkimuslaitosten ja rahoittajaorganisaatioiden kanssa jatkuvasti kehittänyt niiden toimintaa, jotta ne yhä paremmin voisivat palvella elinkeinoelämän nykyisiä ja tulevia tutkimus- ja tietotarpeita.

VTT on innovaatioympäristömme suurin ja monipuolisin osaamiskeskitys-

tymä, joka voi tarjota asiakkailleen monialaista huippuosaamista. KTM pyrkii yhdessä VTT:n kanssa edelleen vahvistamaan sen roolia osana kansallista ja eurooppalaista innovaatioympäristöä, josta esimerkkinä tavoitteeksi asetettu budjettirahoituksen lisääminen osana valtioneuvoston tiede- ja teknologiapolitiittisia linjauksia. Myös VTT:n tämän vuoden alussa käyttöönotettava uusi toimintatapa ja organisaatorakenne luo edellytykset yhä parempaan ja monipuoliseen lisäarvon tuottamiseen yhteistyökumppaneille.

GTK:n uudistetun strategian mukaisesti GTK:ta kehitetään maankamaran luonnonvarojen ja niiden kestävä käytön eurooppalaiseksi huippuasiantuntijaksi. Tutkimuskeskuksen asemaa kansallisena geolan osaamis- ja tietokeskuksena vahvistetaan ja näin turvataan geologisen tiedon saatavuus ja edistetään sen monipuolista käyttöä yhteiskunnassa.

Kaikki hallinnonalat ovat osaltaan huolehtineet vastuullaan olevan sektoritutkimuksen kehittämisestä. Kehitettäessä koko suomalaista innovaatioympäristöä on kuitenkin nykyistä strategisemmin kehitettävä kokonaisuutta – ei yksittäisiä toimijoita. Valtioneuvoston keväällä 2005 tekemän innovaatioympäristön rakenteiden kehittämistä koskevan periaatepäätöksen pohjalta on parhaillaan käynnissä koko valtion sektoritutkimuskenttää koskeva strategia työ. Työn avulla haetaan vastauksia mm. siihen vastaavatko rakenteet ja resurssien jakautuminen yhteiskunnan nykyisiä tarpeita. Lisäksi tarkastellaan sektoritutkimuksen ja yliopistotutkimuksen synergiaa ja työnjakoa.

Toinen valtioneuvoston päätös, joka tulee vaikuttamaan myös valtion tut-

kimuslaitosten toimintaan on valtion tuottavuusohjelma. Kokonaistyövoiman supistuessa myös valtionhallinnon tulee parantaa tuottavuuttaan ja samalla parantaa kilpailukykyään työnantajana. Ministeriöt valmistelevat parhaillaan omien hallinnonalojensa tuottavuusohjelmia, joiden vaikutukset heijastuvat laajasti myös valtion tutkimuslaitosten toimintaan. Kokonaisresurssien jopa pienentyessä on samalla huolehdittava siitä, että tutkimuslaitosten mahdollisuudet palvella mm. elinkeinoelämän tarpeita jatkuvasti paranevat.

Otaniemi muodostaa Suomen mittakaavassa ainutlaatuisen osaamiskeskittymän, jossa sijaitsevat VTT:n ja GTK:n keskeiset toiminnot, TKK ja lisäksi mm. Mittatekniikan keskus MIKES ja Innopoli. Suomalaisen elinkeinoelämän kilpailukyky perustuu jatkossa yhä enemmän monipuolisen osaamisen yhdistämiseen, jonka mahdollistajana Otaniemen kaltainen osaamiskeskittymä on välttämätön. Sen lisäksi eri toimijoiden kansallinen ja kansainvälinen verkottuminen ovat menestyksen edellytys. On hyvä muistaa, että yhteistyö ja verkottuminen lähtevät aina ihmisistä ja heidän välisestä yhteistyöstä. Vuorimiesyhdistyksen jäsenet ovat yhdessä alan yritysten, yliopistojen, tutkimuslaitosten ja muiden organisaatioiden ohella avainasemassa kun suomalainen perusteollisuus kehittää kansainvälistä kilpailukykyään.

Suomen menestys jatkossa perustuu monipuoliseen osaamisen hyödyntämiseen, jossa yhteistyö ja kansallinen ja kansainvälinen verkottuminen ovat avainasemassa. ▀

GTK kestävän kehityksen tiennäyttäjä

Geologian tutkimuskeskus on Elias Ekdahlin johdolla astunut uuteen kehitysvaiheeseen. GTK:n toiminnassa kiviainekset, turve ja pohjavedet sekä ympäristöasiat ovat nousseet pysyvästi metallien ja mineraalien rinnalle. Tehtäväkentän laajentuminen erilaisiin uusiin tehtäviin muokkaa yhä selvemmin organisaation ja toiminnan kehitystä.

Teksti Bo-Eric Forstén · Kuvat Leena Forstén

GTK:n uusi geonäyttely Otaniemessä.

GTK:n toiminta-ajatus

Tutkimuskeskuksen ydintoiminnot ovat geologinen kartoitus, tutkimus ja kehittäminen, luonnonvarojen etsintä ja arviointi sekä tiedonhallinta, joihin GTK:n osaaminen ja palvelutuotanto pohjautuvat. Toiminnan tavoitteena on tuottaa yhteiskunnan ja elinkeinoelämän käyttöön tietoa, joka osaltaan mahdollistaa yhteiskunnassa taloudellisen kasvun ja hyvinvoinnin ylläpidon luonnon asettamien reunaehtojen mukaisesti. Tiedon keskeisiä soveltamisalueita ovat geologisen luonnonvarojen saatavuuteen ja maankäyttöön liittyvät kysymykset ja niiden ratkaisut kestäväällä tavalla. GTK toteuttaa toiminnallaan kauppa- ja teollisuusministeriön kanssa sovittuja tulostavoitteita, joissa keskeisellä sijalla ovat toiminnan vaikuttavuus sekä teollisuuden toimintaedellytysten ja kilpailukyvyn parantaminen. ▴

Elias Ekdahlin johtajakauden kahden ensimmäisen vuoden aikana on tapahtunut paljon. Organisaatio on muokattu vastaamaan uutta strategiaa, Kokkolaan on perustettu uusi aluekeskus, Mineraalitekniikan laboratorio Outokummussa on kehitetty keskeiseksi osaksi tutkimuskeskuksen ydintoimintaa, yhteistyötä yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa on tiivistetty ja Espoon yksikön yhteyteen on avattu uusi upea geonäyttely.

Puolitoista vuotta sitten haastatelimme pääjohtaja Elias Ekdahlia näillä sivuilla (Materia 3/2004). Tällä kerralla pyrimme kysymyssarjan avulla saamaan selville kuinka hyvin tutkimuskeskuksen uuteen työjärjestykseen kirjattu toiminta-ajatus pitää yhtä käytännön kanssa. Pääjohtajan avoimuudesta ja hyväntuulisuudesta päätellen talon asiat ovat kunnossa. Tässä kysymykset ja vastaukset.

Ennen oli kivi ja hakku. Mihin geologia tänään tarvitaan?

EE: Geologisen tiedon merkitys kasvaa kaiken aikaa. Yhteiskunta tarvitsee geologisia luonnonvaroja. Hyvä pohjavesi tulee myös Suomessa en-

tistä tärkeämmäksi. Suunnittelijat ja päätöksentekijät tarvitsevat tietoa mihin sijoittaa suuret keskuskatopaikat. Kasvukeskukset tarvitsevat kiviaineksiä rakentamiseen, geologista tietoa tarvitaan liikenneväylien suunnittelussa ja kalliorakentamisessa. Geologeilla on myös menetelmiä selvittää ihmisen toiminnasta aiheutuneita vaikutuksia luonnossa, onko kaatopaikoilla tapahtunut ympäristövuotoja, ovatko pohjavedet mahdollisesti vaarassa. Geologisten luonnonvarojen etsiminen ja hyödyntäminen kokonaisuudessaan työllistää Suomessa kymmeniä tuhansia henkilöitä. Kaivannaisteollisuus kykeneekin luomaan satoja pitkäaikaisia työpaikkoja mm. Itä- ja Pohjois-Suomeen. Geologialla on edelleen keskeinen asema hyvinvointimme rakentamisessa. Geologiselle tiedolle ja osaamiselle on löytynyt runsaasti uusia sovellusalueita. Tänään geologian yhtenä päätehtävänä on auttaa ihmistä elämään sovussa luonnon kanssa, auttamaan häntä kestävästi kehityksen tielle.

Miten hyvin Suomen maankamara on kartoitettu?

GTK – palveleva geoalan osaamiskeskus

GTK on uudistanut strategiansa ja organisaationsa. Kokkolaan on vuodenvaihteessa avattu Länsi-Suomea palveleva aluekeskus ja alueellisten keskusten välille on luotu selvä, ko. alueiden tarpeita vastaava tehtävänjako. "Kehittämme GTK:ta geoalan osaamiskeskukseksi, joka entistä paremmin palvelee koko maata, sanoo pääjohtaja Elias Ekdahl ja toteaa, että tässä kehitystyössä kaksi asiaa nousee yli muiden.

Tärkeimpänä kehityskohteena hän pitää geologia luonnonvaroja koskevaa tilinpitojärjestelmää: "GTK:lla tulee olla tieto mineraalien, luonnonkivien, kiviainesten, pohjaveden ja turpeen esiintymisestä maassamme. Lisäksi meillä pitää olla selvä käsitys ja tieto näiden luonnonvarojen käytettävyydestä, ts. tuntee kaikki mahdolliset rajoitukset ja reunaehdot. Kestävä kehitys merkitsee sitä, että päätöksentekijöillä, lupaviranomaisilla ja yrityksillä on riittävä tietous tehdä oikeita ja ympäristön kannalta tasapainoisia ratkaisuja luonnonvarojen hyödyntämisessä".

GTK:ta kehitetään myös kansallisena geotietokeskuksena.

"Tulevaisuudessa meidän tietokannoistamme löytyy kaikki Suomesta kerätty geologinen tietous sekä kairaus- ja mittaus tulokset. Ei pelkästään oman toimintamme kautta hankittu, vaan myös se minkä alan yritykset, kunnat ja kaupungit ovat keränneet. EU:n piirissä on samaan aikaan menossa kehitystyö, jossa harmoisoidaan geotietoutta koko Euroopan mitassa. On entistä tärkeämpää seurata luonnon tilaa ja ihmisen toiminnan vaikutuksia omia rajoja laaja-alaisemminkin. Tosiasia on kuitenkin se, että yhteiskunta tarvitsee kasvavassa määrin luonnon raaka-aineita", toteaa Elias Ekdahl. GTK:ssa kehitetään myös uutta teknologiaa luonnonvarojen kestävä hyödyntämisen tehostamiseksi ja ympäristön tilan kunnostamiseksi. Tutkimusta suunnataan myös sivutuotteiden ja muiden korvaavien materiaalien hyötykäytön edistämiseen.

GTK:n palveluilla ja osaamisella on paitsi kotimaista kysyntää myös merkitystä EU:n piirissä. GTK toimii aktiivisesti monikansallisissa EU:n tutkimus- ja kehitysprojekteissa ja useissa kehityspankkien rahoittamissa projekteissa Afrikassa ja Itä-Euroopassa.▲

EE: Eriasteista kartoitusta on Suomessa tehty jo yli sata vuotta. Geologisen kartoituksen havaintoverkko on Pohjois- ja Itä-Suomessa edelleen liian harva. Geofysikaalinen lentomittaus aloitettiin Suomessa ensimmäisenä koko maailmassa. Vuoteen 2008 mennessä koko Suomi on kartoitettu 30 metrin lentokorkeudesta. Harvinainen suoritus kansainvälisestikin. Meillä on näin erinomainen geofysikaalinen tietoineisto, jota voidaan nykyään tul-

EE: Kasvua on ollut monissa palvelumuodoissamme. Ulkomaiset kaisvotyötiöt käyttävät runsaasti GTK:n analyysi- ja mittauspalveluja, timantinsijat niin ikään. GTK tarjoaa osamista myös kaivannaisteollisuuden ympäristövaikutusten arviointiin. Maaperään liittyvien terveystieteiden kartoittaminen tuottaa hyvinvointiyhteiskunnan tarvitsemää tärkeää tietoa. GTK on niin ikään mukana tutkimassa maaperään liittyviä tekijöitä, jotka



Elias Ekdahlista pääjohtaja

Valtion vuoden 2006 talousarviokäsittelyn yhteydessä on kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksellä Geologian tutkimuskeskuksen ylijohdajan virkanimike muutettu pääjohtajaksi. Muutos astui välittömästi voimaan ja sen seurauksena on GTK:n hallintoasetuksen muuttaminen.

kita ja käyttää mitä moninaisimpiin tarkoituksiin. Monet uudet haasteet mm. kasvukeskusalueilla edellyttävät aikaisempaa tarkempaa työskentelyä ja havaintoverkosta.

Onko GTK:n lennot sen myötä lennetyt?

EE: Kartoituslennot ovat olleet meille myös tärkeä tulonlähde. GTK:n kalustoilla on tehty geofysikaalista lentomittauksia Pohjoismaissa, useissa Euroopan ja Afrikan maissa, Turkissa ja Kirgistanissa. Vähitellen olemme luopumassa itsenäisestä lentomittaus-toiminnasta. GTK on jo tehnyt toisen lentokoneen ja mittauskaluston osalta yhteistyösopimuksen Ison-Britannian tutkimuslaitoksen BGS:n kanssa. Lentokapasiteetti ja kustannukset jaetaan osapuolten kesken. Osa kapasiteetista myydään kolmansille osapuolille. Se on hyvä konsepti, jolla tiellä on hyvä jatkaa. Markkinoita riittää. Itä-Euroopassa on runsaasti tarpeita lentokartoituksille erityisesti ympäristö- ja vesiasioissa. GTK:sta löytyy myös saatujen kartoitustulosten tulkinnallista osaamista.

Löytykö muita kasvualoja?

vaikuttavat eri puutyypin kasvuun. Outokummun mineraalitekniikan laboratorio on osa meidän ydintoimintamme. Sen osaamisella on ollut kiitettävästi kysyntää ja olemmekin voineet rahoittaa tarpeellisia investointeja, laboratorio on hyvässä kunnossa. Se on alansa ainoa testauslaitos Euroopassa. Laboratorion menetelmiä voidaan käyttää myös tutkittaessa erilaisia materiaaliolosuhteita, sivutuotteiden hyödyntämistä ja pilaantuneiden maiden puhdistamista. Kierrättäminen ja jätehuolto avaavat meille uusia teknologisia mahdollisuuksia.

Tulevaisuuden haasteena tutkitaan mm. hiilidioksidin sitomista ultramäksisiin kivilajeihin tai runsaasti kalsiumia tai magnesiumia sisältäviin materiaaleihin esim. teollisuuden kuonamassoihin. Teknillinen korkeakoulu kehittää projektiin liittyviä teknisiä ratkaisuja.

GTK:lla on ollut selkeää kasvua myös kansainvälisillä projektimarkkinoilla, erityisesti kehitysmaissa, joiden laitoksia, kartoitus- ja tutkimustoimintaa on vahvistettu, pystytetty laboratorioita ja luotu raaka-ainepohjaa teollisuudelle.

GTK toimii VTT:n ja Tekesin tavoin KTM:n alaisena. Onko teillä muuta yhteistä kuin isäntä?

EE: Minä näen tässä yhden suuren tutkimuslaitoskokonaisuuden. Muodostamme jalostusketjun, jossa GTK vastaa alkupäästä. VTT teknologian yleisveturina vastaa suomalaisesta teknologisesta kehityksestä ja innovaatioista. Tekes puolestaan rahoittaa tutkimus- ja tuotekehitysprojekteja. Olemme VTT:n kanssa kumppaneina useissakin projekteissa. Kaivannaisalalle tulisi saada oma Tekes-ohjelma, jotta uudet junioriyhtiöt saisivat tehok-



"High tech lähtee maasta ja päästä", sanoo pääjohtaja Elias Ekdahl.

kaammin rahoitusta omien mineraali-esiintymiensä kehittämissuunnitelmiin. Tekes myöntääkin jo rahoittamassa eräitä projekteja mm. Talvivaaran nikkeliesiintymän bakteeriliuotusmenetelmää, jossa myös GTK on yhtenä tutkimusosapuolena. Kun puhutaan high techistä, on muistettava, että se suurelta osin pohjautuu erilaisiin metalleihin ja mineraaleihin. High tech lähtee maasta ja päästä.

Kaikilla laitoksilla on selkeänä pyrkimyksenä toisaalta vahvan T&K osaamisen kasvattaminen kotimaassa ja toisaalta määrätietoinen kansainvälistyminen. EU-ohjelmiin liittyvän rahoituksen saaminen meidän intresseistä lähtevään ja Suomea palvelemaan kehitystyöhön on yhteinen haasteemme.

Löytyikö Kokkolan alueyksikön perustamiselle muita perusteluja kuin valtion alueellistamishanke?

EE: Kyllä vaan. Kävimme omaehtoista keskustelua Länsi-Suomen alue toimiston perustamistarpeesta jo kymmenen vuotta sitten. Alue on jäänyt osittain paitsioasemaan. Palveluillamme on siellä suurta kysyntää. Erityisesti Länsi-Suomessa tarvitaan tietämystä maankäytön, kiviainesten, pohjaveden ja turvekartoituksen sektoreilla. Olem-

tuksen saaminen meidän intresseistä lähtevään ja Suomea palvelemaan kehitystyöhön on yhteinen haasteemme.

meikin sijoittaneet huomattavan osan tämän alan osaamisestamme uuteen Länsi-Suomen yksikköön. Samalla tulevat korostumaan muidenkin yksiköiden osaamisprofiilit.

Tarkoittaako tämä, että perinteinen malminetsintä jää kokonaan Rovaniemen yksikön harteille?

EE: Ei suinkaan. GTK:lla on lakisääteinen tehtävä kartoittaa ja tutkia maankamaraa ja sen luonnonvaroja koko maan osalta. Omassa etsintätoiminnassamme keskitymme kuitenkin Pohjois- ja Itä-Suomeen, mutta muuallakin maassa tapahtuu. Sopiva esimerkki löytyy Huittisista. Helmikuun 15. oli viimeinen tarjousten sisäänjätöpäivä KTM:n Ritakallion kultaesiintymästä järjestämässä kansainvälisessä tarjouskilpailussa.

Mikä on GTK:n rooli tällaisessa kaupanteossa?

EE: GTK vastaa perustiedon ja aiheiden tuottamisesta. Raportoimme vuosittain ministeriölle 3-5 myyntikelpoista malmiaihetta. Osallistumme alan merkittävimpiin kansainvälisiin tapahtumiin houkutelaksemme kansainvälisiä investoijia Suomeen. Avustamme tietysti KTM:ää tarjouskilpailun järjestämisessä ja myös lopullisessa kaupanteossa.

Te siis teette työn ja KTM vie rahat?

EE: Meillä on oma lakisääteinen tehtävämme, jota rahoitetaan valtion budjetista. Mahdollisuus oman rahan tekemiseen avautuu meille usein sen jälkeen kun KTM on saanut aiheen kaupaksi. Ostajana on tavallisesti junioriyhtiö. Tällaisen yhtiön tavoitteena on kehittää kohde kaivostoiminnan edellytykset täyttäväksi ja siten saada kaivosyhtiöt kiinnostumaan hankkeesta. Valmistelutyössä junioriyhtiöt turvautuvat yleensä ostopalveluihin. GTK kykenee tarjoamaan monenlaisia asiantuntemusta jatkotutkimusvaiheessa. Junioriyhtiöt ovat meille tärkeä asiakasryhmä.

Suurin osa junioriyhtiöistä elää osakesijoittajien rahoilla. Ovatko kaikki tositarjoituksessa liikkeellä?

EE: Junioriyhtiöiden tavoitteena on saada haltuunsa hyviä aiheita, kehittää niitä eteenpäin ja myydä sopivassa vaiheessa seuraavalle kehittäjälle tai kaivosyhtiölle. He ovat liikkeellä business miehellä. Meidän asiamme ei ole arvioida mikä on realistista ja mikä ei. On ymmärrettävää, että yhtiöt pyrkivät kehittämään mahdollisimman houkuttelevia paketteja sekä rahoittajien että mah-

GTK:n visio ja strategia



dollisten ostajien mielenkiinnon ylläpitämiseksi. Silloin julkisuuteen tuodaan välillä liiankin optimistisia näkemyksiä omista hankkeista. Kaikkiin lehtiotsikoihin ei kannata sokeasti luottaa.

Uusien kaivosten avaamisesta Suomessa on puhuttu lähes viisitoista vuotta. Onko siihen enää uskomista?

EE: On totta, että ylioptimistinen uutisointi on nakertanut alan uskottavuutta. Hyvin harva aihe johtaa sittenkään kaivoksen avaamiseen. Kyse on aina suurista investoinneista, riskit eivät ole omassa hallinnassa ja pääoman palautus tapahtuu viiveellä. Nyt olemme kuitenkin hyvin lähellä sitä hetkeä, että uusi kaivos-hanke toteutuisi. Kanadalainen kaivos-yhtiö Agnico Eagle on ostanut Riddarhyttan Resources AB:n osakekannan ja sen myötä kultakaivoshankkeen Kittilän Suurikuusikossa. Kyseessä olisi pitkäaikainen kaivostoiminta ja suuri taloudellinen juttu koko Pohjois-Suomelle. Se olisi myös hyvä osoitus GTK:n toiminnan yhteiskunnallisesta vaikuttavuudesta. GTK löysi Suurikuusikon kulta-aiheen 1990 luvun puolivälissä.

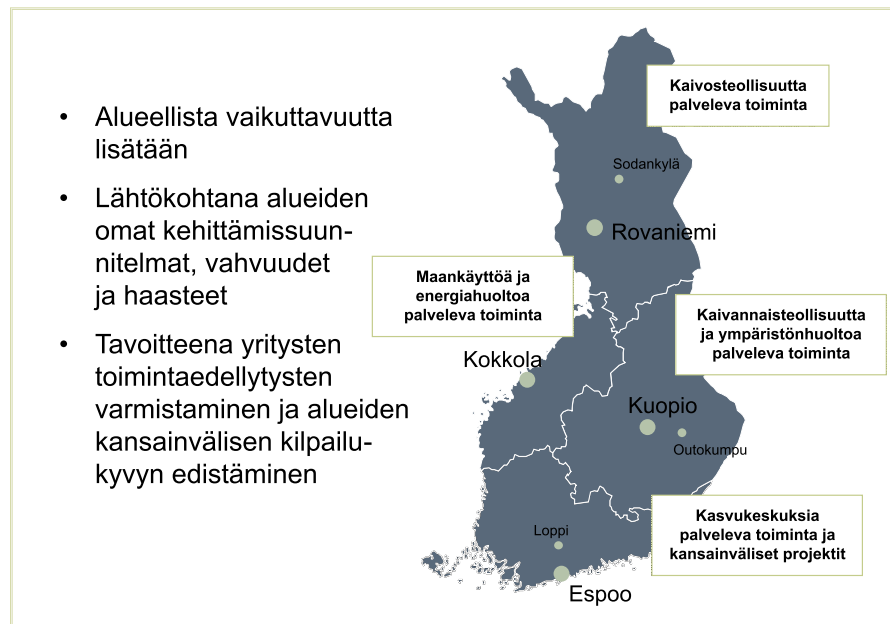
Onko muita lupaavia projekteja?

EE: Talvivaaran nikkeli esiintymä Sotkamossa on tässä yhteydessä syytä mainita. Malmi on köyhää, mutta kokonaismetallisältö on suurempi kuin Outokummun alueelta. Jos malmin biorikastaminen onnistuu, syntyy Sotkamoon niin ikään pitkäaikainen kaivostoiminta. Nikkeli lukeutuu ns. strategiisiin metalleihin ja on erityisen tärkeä komponentti ruostumattoman teräksen valmistuksessa. Ranuan palladiumaihe etenee jonkinlaisella aikaviiveellä palladiumin hinnan laskettua. Esiintymän tutkimukset saanevat kuitenkin lisävauhtia uuden kumppanin, North American Palladium yhtiön tultua mukaan.

Ranskalaisen Cogeman uraani-kiinnostus on viime kuukausina pahoit- tanut joidenkin suomalaisten mieltä. Mistä kohu johtuu?

EE: Kysymys on tunnepitoisesta asiasta. Uraanin avulla on helppo lietsoa pelkoa. Suomen maaperässä on luontaisesti uraania. GTK itse lopetti uraanin etsinnän vuonna 1982. Kaikki tieto ja osaaminen on kuitenkin tallella. Tänä päivänä Suomen markkinat ovat avoinna ulkomaisille yrittäjille. GTK:n tietokannoista nämä yhtiöt löytävät tutkimusaiheensa. Viimeaikaisessa kohussa on kyse vasta valtausten tekemisestä. Se on pakollinen toimenpide mikäli maastossa aiotaan tehdä etsintätoimintaa. Samalla valtaus turvaa myös ko. yhtiön jatko-

GTK:n toiminta-alueet ja -profiilit



- Alueellista vaikuttavuutta lisätään
- Lähtökohtana alueiden omat kehittämissuunnitelmat, vahvuudet ja haasteet
- Tavoitteena yritysten toimintaedellytysten varmistaminen ja alueiden kansainvälisen kilpailukyvyen edistäminen

oikeudet. Tästä on vielä erittäin pitkä askel kaivostoiminnan aloittamiseen. Mikäli tähän joskus päädyttäisiin, on Suomen lainsäädäntö riittävä eliminoidaan toimintaan liittyvät riskitekijät.

Onko ulkomaisten ote yhtä vahva mineraalikaivosten kohdalla?

EE: Kyllä vaan. Suomessa saadaan teollisia mineraaleja noin 30 lounoksesta tai kaivoksesta ja suurin osa niistä on ulkomaisessa omistuksessa. Sen sijaan kiviteollisuus on edelleen pääosiltaan kotimaisten perheyhtiöiden käsissä. Suomalainen luonnonkivi ja kiviteollisuus kokonaisuudessaan ovat menestyneet hyvin tässä globalisoituvassa maailmassa. Erityisen vahva nousija on ollut itäsuomalainen vuolukiviteollisuus.

Miten GTK täyttää tehtävänsä suuren yleisen geovalistajana?

EE: GTK toimii yhteistyössä Metsäntutkimuslaitoksen ja Metsähallituksen kanssa kehittämällä ja rakentamalla luonnonpuistoihin ja opastuskeskisiin mm. geologisia näyttelyjä, luontopolkuja. Juukan kivikeskuksesta ja Kolin luontokeskuksesta on jo kehittynyt merkittäviä matkailukohteita. Espoon uuden geonäyttelyn kautta pyrimme tarjoamaan elämyksellistä geologiaa niin koululaisille kuin aikuisellekin väestölle. Vastaanotto on ylittänyt meidän odotuksemme. Palautetta tulee jatkuvasti eri muodossa, saamme kortteja, faxeja ja e-maileja. Sanoma on kaikissa sama: geologia kiinnostaa, tietoa halutaan lisää. Seuraavana

meillä onkin suunnitteilla Geoportaalin rakentaminen yhteistyössä yliopistojen geologian laitosten kanssa. Se tulee toimimaan GTK:n nettisivujen kautta, näin voimme tarjota syvempää geologista tietoa niin yksityisille kansalaisille kuin koulujenkin opetustarkoituksiin. GTK on ollut myös aktiivisesti mukana laadittaessa Merenkurkun maailmanperintöesitystä, joka perustuu maankohomaisen ja alueen erikoislaatuisiin geologisiin muodustumiin.▲

Geologian tutkimuskeskuksen johtokunta 1.3.2004 - 29.2.2008

Puheenjohtaja

varatoimitusjohtaja *Tom Niemi*
Boliden AB

Varapuheenjohtaja

teollisuusneuvos *Alpo Kuparinen*
kauppa- ja teollisuusministeriö

Jäsenet

hallitusneuvos *Helena Korhonen*
ympäristöministeriö
ohjelmajohtaja *Jukka Noponen*
Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra
ympäristöjohtaja *Pirkko Selin*
Vapo Oy
pääjohtaja *Elias Ekdahl*
Geologian tutkimuskeskus
geofyysikko *Eija Hyvönen*
Geologian tutkimuskeskus▲

Ensimmäinen *Fennoscandian Mining* *Award* Riddarhyttan Resources AB:lle

Kuva Martti Melamies



Ensimmäisen Fennoscandian Mining Award -palkinnon luovutus FEM-konferenssin iltajuhlassa 1.12.2005. Vasemmalta paikallisjohtaja Heino Alaniska, tekninen johtaja Thomas Lindholm ja toimitusjohtaja Lars-Göran Ohlsson Riddarhyttan Resources AB:sta, sekä palkintolautakunnan edustajat professori Pekka Nurmi (GTK) ja maakuntaneuvos Esko Lotvonen (Lapin liitto).

Rovaniemellä järjestetty viides Fennoscandian Exploration & Mining -konferenssi (FEM 2005) keräsi ennätysellisen osanottajajoukon ja tarjosi arvokkaat puitteet ensimmäiselle Fennoscandian Mining Award -palkinnolle. Palkinto jaettiin konferenssin iltajuhlassa ruotsalaiselle juniori-yhtiölle, Riddarhyttan Resources AB:lle.

Kuva Jari Väättäinen



FEM-konferenssin järjestäjät päättivät aloittaa perinteen myöntää Fennoscandian Mining Award -palkintoja huomattavista ansioista kaivos- ja malminetsintäteollisuuden kehittämiseksi Fennoscandian alueella. Palkinto voidaan myöntää yksittäisille henkilöille, työryhmille, yhtiöille tai yhteisöille. FEM-konferenssin järjestelytoimikunta nimittää alan asiantuntijoista koostuvan palkintolautakunnan, jonka tehtävänä on valita yksi tai useampi palkinnon saajan. Palkinnot jaetaan joka toinen vuosi Rovaniemellä järjestettävän FEM-konferenssin yhteydessä.

Ensimmäinen Fennoscandian Mining Award myönnettiin ruotsalaiselle

Riddarhyttan Resources AB:lle heidän ansiokkaasta toiminnastaan Kittilässä sijaitsevan Suurikuusikon kultaesiintymän kehittämisessä kaivosprojektiksi. Palkinnon vastaanottivat yhtiön puolesta toimitusjohtaja Lars-Göran Ohlsson, tekninen johtaja Thomas Lindholm ja paikallisjohtaja Heino Alaniska FEM-konferenssin iltajuhlassa 1.12.2005 täpötäydessä ravintola Pohjanhovissa.

FEM 2005 -palkintolautakunnan muodostivat: Pekka Nurmi (puheenjohtaja, GTK), Esko Lotvonen (Lapin liitto), Tuomo Mäkelä (Suomen Teollisuus-sijoitus), Rauno Pitkänen (Outokumpu), Heikki Puustjärvi (Outokumpu) ja Krister Söderholm (KTM).▲

Fennoscandian Mining Award to Riddarhyttan Resources AB

The organizers of the Fennoscandian Exploration and Mining Convention (FEM) decided to establish a special tradition by presenting one or more Fennoscandian Mining Awards in connection with biannual FEM conventions. These awards can be presented to individuals, working groups, companies or associations deemed appropriate by the Award Committee for outstanding contributions to the Fennoscandian mining and exploration industry or for an outstanding achievement within the industry.

The inaugural Fennoscandian Mining Award was presented to a Swedish junior company, Riddarhyttan Resources AB, for their outstanding work and perseverance in developing the Suurikuusikko prospect from a minor gold occurrence into a world-class gold deposit. During the development stages of the project, the company has demonstrated a ten-fold increase in the mineable reserves at the deposit and engineered an innovative processing method to deal with the challenges of a refractory gold ore in a sensitive Arctic environment. The importance the company placed on a system able to operate with minimal environmental impact in this part of the world deserves special acknowledgement. Through all steps of the project, the company has made special effort to keep the local community and authorities involved and aware of the progress of the project, the impact the project will have on the natural environment and the local community, and future plans for the mining operation.

The Award was accepted on behalf of Riddarhyttan Resources AB by Managing Director Lars-Göran Ohlsson, Technical Director Thomas Lindholm and Site Manager Heino Alaniska, at the Fennoscandian Exploration & Mining Convention banquet on December 1, 2005.▲

Photo on page 10: Presentation of Fennoscandian Mining Award on Dec. 1, 2005 at the Banquette of the 5th Fennoscandian Mining & Exploration at Hotel Pohjanhovi, Rovaniemi. From the left Site Manager Heino Alaniska, Technical Manager Thomas Lindholm and Managing Director Lars-Göran Ohlsson, representing Riddarhyttan Resources AB; and Prof. Pekka Nurmi and Mr. Esko Lotvonen, representing the Award Committee.



Kuva Martti Melamies

Fennoscandian Exploration & Mining (FEM)

Rovaniemellä nyt viidettä kertaa (30.11.-2.12.2005) järjestetty Fennoscandian Exploration & Mining on kasvanut erääksi alansa merkittävimmistä konferensseista Euroopassa. Lappia-talo tarjosi erinomaiset puitteet yli 430 osanottajalle, jotka edustivat 166 eri organisaatiota ja 22 eri maata. Näytteilleasettajia oli 36 ja näyttely-osasto oli loppuunmyyty.

Konferenssin järjestelyistä vastasivat Pohjois- ja Itä-Suomen maakuntien liitot (Lappi, Pohjois-Pohjanmaa, Kainuu, Keski-Pohjanmaa ja Pohjois-Savo), GTK, SGU, KTM, KTY ja Oulun yliopisto. Tiivis yhteistyö Prospectors and Developers Association of Canada (PDAC) ja FEM:in välillä on osoittautunut tärkeäksi FEM-konferenssin tunnettuuden kannalta. PDAC järjestää vuosittain Torontossa alan merkittävimmän, yli 10.000 osallistujaa keräävän malminetsintä- ja kaivosteollisuuskongressin. FEM 2005 pääsponsoreina toimivat: Agnico-Eagle Mines Ltd, North American Palladium Ltd, Scandinavian Gold Ltd, Dragon Mining NL ja Northland Resources Inc.

FEM-kokouksen tärkeimpänä tavoitteena on edistää malminetsintää ja kaivostoimintaa Fennoscandian alueella. Joka toinen vuosi järjestettävän kokouksen osanottajat tulevat malminetsintä- ja kaivosteollisuudesta, alan palvelusektorilta, geologian tutkimuslaitoksista, yliopistoista ja eri viranomaisorganisaatioista. FEM 2005 -konferenssin Key



Note -esitelmöitsijöinä olivat PDAC:n presidentti Peter Dimmell Kanadasta (aiheenaan: Malminetsinnän globaalit trendit), professori David I. Groves Länsi-Australian yliopistosta (Suomen kultapotentialien nusteet) ja professori A.J. Naldrett Toronton yliopistosta (nikkelin metallogenia).

Muut esitelmät sisälsivät mm. katsaukset Fennoscandian tärkeimpiin etsintä- ja kaivosprojekteihin, alan yleiseen aktiviteettiin Suomessa, Ruotsissa, Grönlannissa ja uusissa EU-maissa, sekä ympäristölupakäytäntöihin Suomessa ja Ruotsissa. FEM 2005 -konferenssin ohjelma ja esitelmien PowerPoint -materiaalit ovat nähtävissä FEM 2005 kotisivulla: www.lapinliitto.fi/fem2005/2005_index_program.htm.

Kokouksen yhteydessä järjestettiin myös professori A.J. Naldrettin vetämä kaksipäiväinen short course, jonka aiheena oli nikkelin metallogenia ja etsintä. Kurssin muina esitelmöitsijöinä toimivat professori Heikki Papunen ja FT Pertti Lamberg ja sille osallistui yli 50 henkilöä.▲

Löydä metallista uusia mahdollisuuksia.



Valitse meidät, kun tarvitset uudella tavalla ajattelevaa metalliosaajaa menestyksesi tueksi. Haluatko tietää, miten yhdistämme asiakkaidemme yksilölliset vaatimukset sekä materiaali-, tuotekehitys- ja muotoiluosaamisemme työkaluiden ohjaamoissa ja runkorakenteissa? Sen ja monia muita esimerkkejä osaamisestamme löydät osoitteesta www.ruukki.com.

RUUKKI
more with metals

Pääjohtaja Erkki KM Leppävuori
Digitalon avarissa tiloissa.



Teksti Bo-Eric Forstén · Kuvat Leena Forstén

VTT haluaa olla käyttäjäystävällinen

Pääjohtaja Erkki KM Leppävuori ottaa meidät vastaan ylimmän johdon 'no-passa' (arkkitehtoninen termi) korkealla katon rajassa. Vaikkakin tunneimme itsemme komeassa ympäristössä jäänteeksi varhaisimmalta analogiselta aikakaudelta, digiboxia ei tarvita kommunikoinnissa. Isäntämme ilmaisee näkemyksensä ja mielipiteensä avoimesti ja selkeästi, eikä silmäkulmastakaan puutu pilkettä.

Asiakkaille näkyvin muutos nyt suoritettavassa uudistuksessa on, että VTT on luopunut vanhasta yksikköjaosta. Tutkimus- ja kehitystoiminnan perustana uudessa organisaatiossa on seitsemän toisiaan täydentävää osaamisklusteria. Kussakin on 5-7 eri teknologia-alueisiin keskittyvää osaamiskeskusta. Klustereiden osittainen päällekkäisyys takaa

sen, että entisen mallin katvealueista päästään eroon.

VTT suuntaa osaamistaan alueille, missä asiakkaat ja teknologiaa soveltavat yritykset voivat parhaiten hyötyä teknologiasta liiketoiminnassaan. Uusien toimintatapojen ansiosta VTT:n kyky tuottaa asiakkaan liiketoimintaa hyödyttäviä laaja-alaisia osaamispalveluja kasvaa.

VTT:n pääjohtaja Erkki KM Leppävuori huomauttaa, että uudet lääkkeet ovat yhtä hyvin sisäiseen käyttöön tarkoitettuja:

”Oleellisinta on saada ihmiset tekemään lisää yhteistyötä. Osaamiskustan väliset rajat on pyyhkäistävä pois. Joka sektorille tarvitaan laajempaa näkemystä ja ymmärrystä oman toiminnan riippuvuudesta siitä mitä

ympäristössä tapahtuu. Innovaatiot syntyvät yleensä rajapintojen läheisyydessä ja ne on saatava talteen”.

Innovaatiot jalostukseen

VTT:n yhteistyöpartnereita onkin joskus jäänyt vaivaamaan, että kehitysprojektien sivutuotteina syntyneet merkittäviltä vaikuttavat innovaatiot ovat kehitystyön tiimellyksessä saattaneet jäädä vapaasti kellumaan teknologian taivaalle.

Pääjohtaja myöntää, että näin on voinut käydä, kun kyseiselle innovaatiolle ei ole löytynyt suoraa käyttöä kehitystyötä suorittavan tutkimusyksikön omalta tontilta.

”Näin ei enää pääse käymään. Jokainen klusteri ja osaamiskeskus on vas- >>>>

VTT on uudistanut rakennettaan ja toimintatapojaan tavoitteena päästä lähemmäksi asiakaskuntansa arkipäivää. Muutokset koskevat myös VTT:n ylintä klusteria. Konsernijohto siirtyi marraskuussa digiaikaan ottaessaan uuden komean Digitaloksi ristityn päämajansa käyttöön. Kävijälle selviää jo tuloaulassa, että VTT:ssä katto on korkealla.

tuussa koko teknologiakentän kehittämisestä. Kaikki hyvät ideat otetaan talteen ja ohjataan kehitettäväksi niille parhaiten sopivaan ympäristöön”.

Hän huomauttaa, että VTT:n seula on innovaatioiden osalta ollut tiheä jo entuudestaan. Sen ansiosta projektit, joihin VTT on osapuolena osallistunut, ovat tähän saakka poikineet melkein tuhat patenttia ja lähes kaksituhatta keksintöilmoitusta. Samaten huomattava määrä Spin off -yrityksiä on saanut alkunsa tutkimustoiminnan seurauksena.

Tänään VTT satsaa yrityshautomotoiminnan kehittämiseen. Se tapahtuu yhteistyössä Technopolis Ventures Oy:n kanssa.

”Toiminnassamme syntyneet innovaatiot ovat yleensä teknologiamielessä hyvin vahvoja, mutta meiltä on välillä puuttunut tieto miten niitä pystyisi kaupallisesti hyödyntämään. Technopoliksen mukaan kytkeminen takaa, että kehityskelpoisille innovaatioille löytyy jalostusketjuja entistä tehokkaammin”.

Tarkoituksenmukaista tutkimustoimintaa

VTT:n toiminnan strategisen peruslinjan mukaan tutkimustyön pitää aina rakentua hyötynäkökohtaan.

”Perustutkimuksessa, joka kuuluu

meidän lakisääteisiin tehtäviimme ja johon budjetistamme on varattu yli 30 prosenttia, meillä ei ole sama vapaus kuin esimerkiksi yliopistoilla. Emme voi lähteä uteliaisuudesta liikkeelle, vaan meidän on alusta lähtien pystyttävä hahmottamaan minkälainen hyöty tutkimustyöstä voi olla”, toteaa Erkki KM Leppävuori.

Yliopistojen yhteistyöpartnerina VTT pääsee tosin jossain määrin epäsuorasti nauttimaan yliopistojen tutkimusvapaudesta.

”Olemme yhdessä yliopistojen kanssa pyrkineet täyttämään koulutuksessa esiintyvät aukot yhteisprofessuurien avulla. Yliopistoissa ympäri maan on yhteensä kymmenkunta eri alan professoria, jotka opetuksen ohella suorittavat perustutkimusta meidän laskuumme. Olemme tehneet kustannusten jaosta erillissopimuksia. Tämä on maamme perustutkimuksen kannalta hyvin antoisa yhteistoimintamuoto”.

Suurin osa VTT:n tutkimus- ja kehitystyöstä tapahtuu kuitenkin yritysten tai muiden asiakkaiden toimeksiannosta.

”Näiden ns. confidential contracts’ien osuus liikevaihdostamme on noin 40 %, ja niissä T&K-työn tavoite on hyvin selkeästi ilmaistu. Sama koskee myös yhteistutkimushankkeita, joihin osallistumme ulkopuolisten rahoittajien tuella”.

Tekes on rahoittajana mukana monessa projektissa. Osa rahoista saattaa olla myös EU:sta peräisin.

”EU-rahoitusta varten on olemassa selvät pelisäännöt anomuslomakkeineen. Tähän saakka anomukset ovat aina perustuneet todellisiin tutkimustai kehitystarpeisiin. Nyt kun Suomi on unionissa siirtynyt nettomaksajien puolelle, saattaa kuitenkin poliittinen tahto muuttaa tilanteen sellaiseksi, että tutkimusrahojen kotiuttaminen nousee itsetarkoitukseksi”, arvelee Erkki KM Leppävuori.

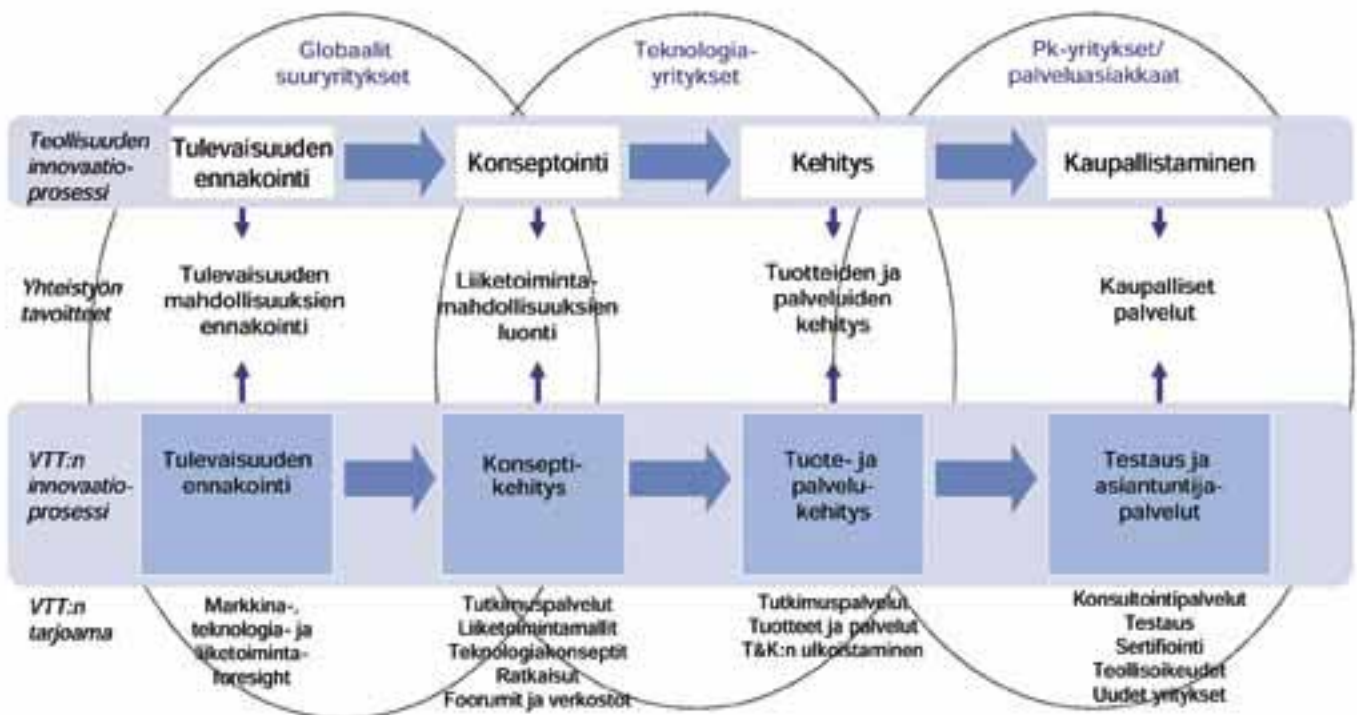
Suomalainen tutkimus pitää pintansa

Pääjohtaja Erkki KM Leppävuori ei niele puheita yritysten tutkimustoiminnan taantumisesta.

”Väitetään, että tutkimustoiminta olisi vähentynyt. Tilastot eivät kuitenkaan sitä todista. Toisaalta Nokian painoarvo tässä tilastossa on niin suuri, ettei luvuista voi tehdä suoria johtopäätöksiä. Minun käsitykseni mukaan teollisuuden tutkimustoiminta on maassamme edelleen hyvällä tasolla. Yritykset ja niiden johtajat, myös ne ammattijohtajat joilta puuttuu alan perinpohjainen tuntemus, tuntuvat täysin ymmärtävän tutkimuksen merkityksen yrityksen menestymiselle”.

Kvartaalitaloudessa pääjohtaja sen

NÄIN VTT AUTTAA ASIAKKAITAAN MENESTYMÄÄN



T&K-toiminnan osaamis-klusterit

Suluissa osaamiskeskusten määrä ja tämän hetkinen tutkimusvolyyymi henkilötyövuosina mitattuna

- Energia ja metsäteollisuus (7 keskusta ja 390 htv)
- Materiaalit ja rakentaminen (7 keskusta ja 330 htv)
- Teolliset järjestelmät (7 keskusta ja 300 htv)
- Mikroteknologiat ja anturit (7 keskusta ja 230 htv)
- Tietoliikenne (6 keskusta ja 240 htv)
- Digitaaliset tietojärjestelmät (6 keskusta ja 200 htv)
- Biotekniikka (5 keskusta ja 240 htv)

VTT:n asiakas-toimialat

Biotekniikka, elintarvikkeet, lääkkeet
Energia
Koneet, materiaalit, tuotantotekniikka
Kuljetus, liikenne, logistiikka
Metsä, kemia, ympäristö
Rakentaminen, rakennettu ympäristö
Tieto- ja viestintätekniikka, elektroniikka

VTT lukuina

Liikevaihto 218 Me (2004)
Valtion perusrahoitus 30% liikevaihdosta
Ulkopuoliset tuotot 70% liikevaihdosta
Kansainväliset tulot 14% liikevaihdosta
Työntekijöitä noin 2 600
Korkeakoulututkinto 70 prosentilla
Tohtoreita tai lisensiaatteja 20 prosenttia
Asiakkaita noin 7 000, joista PK-yrityksiä 60%
Ulkomaisten asiakkaiden osuus noin 15%



Pääjohtaja Erkki KM Leppävuori ei allekirjoita sitä, että yritysten tutkimustoiminta olisi taantunut.

sijaan näkee vaaran merkit tutkimustoiminnan kannalta.

"Houkutus saada tulos näyttämään paremmalta leikkaamalla esimerkiksi tutkimukseen tarkoitettuja varoja saattaa olla suuri. Uskon kuitenkin, että tutkimustoiminta on hallinnassa myös niissä yrityksissä jotka ovat ulkoistaneet tutkimustoimintansa tai osia siitä. Poikkeuksia voi silti löytyä esimerkiksi telecom-sektorilta. Siinä tutkimusraojen osuus yritysten liikevaihdosta on rajusti laskenut viime vuosien aikana.

Tutkimuksen vapaa liikkuminen

Pidemmällä tähtäimellä Erkki KM Leppävuori näkee muitakin uhkia.

"Emme tiedä miltä maailma näyttää kymmenen vuoden kuluttua. Maailmankaupan avautuminen ja yritystoiminnan globalistuminen ovat seikkoja, joiden vaikutukset meidän on syytä huomioida tutkimustoiminnan suunnittelussa".

Hänen peukalosääntönsä mukaan tuotekehitys hakeutuu markkinoiden läheisyyteen, kun taas perustutkimus pysyy siinä missä osaamista löytyy.

Riittävän osaamistason ylläpitäminen nousee täten tärkeäksi tehtäväksi. Siinä VTT:llä on tärkeä rooli tiennäyttäjänä.

Osaaminen tarkoittaa hänen mukaansa, että aina tiedetään missä kehitys kulkee ja että aktiivisesti osallistutaan uuden luomiseen. Tällainen ei onnistu omassa suljetussa piirissä. Siihen tarvitaan laajaa kansainvälistä kanssakäymistä ja ulkopuolelta tulevia ärsykeitä.

Erkki KM Leppävuori peräänkuuluttaaakin enemmän ulkomaisia tutkijoita Suomeen. Toisen mallin mukaan suomalainen lähtee maailmalle ja tuo takaisin tullessa mukanaan tietoa siitä miten muualla asioita hoidetaan.

"Tässä yhteydessä en voi olla ihmettelemättä miten vaikeaa ulkomaille lähteminen näyttää olevan suomalaiselle nuorelle vielä tänä päivänä", toteaa Erkki KM Leppävuori.

Osaamista kierrätykseen

VTT:llä ei ole vaikeuksia saada uutta kotimaista verta omaan organisaatioonsa osaamisen ylläpitämiseksi.

"Opiskelijoille olemme heti Nokian jälkeen toiseksi mieluisin työpaikka. Hyviä tulokkaita on jatkuvasti tulos. Vanhempi tutkijapolvi pitää hyvää huolta näistä 'undulaateista', ja heistä kasvaa ajan myötä teknologiakehityksen eteenpäin vieviä asiantuntijoita".

Näillä asiantuntijoilla on kysyntää. >>>>

VTT:n 8 prosentin henkilöstövaihtuvuus johtuu suurelta osin siitä, että yritykset ostavat etevimmät pois.

”Emme pysty palkoissa kilpailemaan yritysten kanssa. Lohtuna on, että me tämän kierrätyksen kautta täytämme yhdeltä osalta tehtävämme teknologian avulla edistää maamme elinkeinoelämän kansainvälistä kilpailukykyä”.

Metsä, kemikaalit ja ympäristö

Pääjohtaja Leppävuorella on selvä käsitys siitä minkälaiseen osaamiseen kannattaa satsata tulevaisuutta ajatellen.

Ensimmäisenä hänen listallaan tulee metsäklusteri, mukaan lukien kemikaalit ja ympäristöteknologia. Siinä me olemme vahvoja ja asemasta on pidettävä kiinni.

Energia on Suomessa kallista ja siitä syystä energiaturkimuksemme on korkeatasoista. Meillä on kuitenkin vielä paljon tekemättä. Ydinteknologia on sattuneista syistä hyvin ajankohtainen.

”Bioenergian käyttö on Suomessa kehitteillä, mutta siinä saattaa syntyä ristiriitaisia tilanteita. Miten kehittää

metsäklusteria, jos puiden polttaminen tulee kannattavammaksi kuin paperin tekeminen”.

IT-klustereissa löytyy pääjohtajan mukaan vielä kehittämisen varaa. Sovelluksia voidaan käyttää muissa klustereissa. Elektroniikan käyttö kasvaa koko ajan. Pakkausmenetelmissä sille löytyy hyvin mielenkiintoisia sovelluksia.

Erkki KM Leppävuori ei usko biotekniikan muodostavan koskaan merkittävää teollista klusteria Suomessa.

”Meille monet biotekniikan erityisalat ovat mitä suurimmalla todennäköisyydellä ohimenevä ilmiö. Biotekniikan laajamittainen kehittäminen on pienelle maalle liian iso pala. Se vaatii suunnattomia tutkimusresursseja ja rahaa”.

Teräs ja metallit eivät esiinny virallisesti erillisenä painopistealueena VTT:n toiminnassa, vaan löytyvät klusterista ”Materiaalit ja rakentaminen”. Tämä johtuu siitä, että alan johtavat yritykset vakuuttivat aikoinaan vuorineuvoksensa suulla hoitavansa metallurgisen tutkimuksen omin voimin.

”Näin ollen VTT ei ole mukana varsinaisessa perustutkimuksessa, downstream -toiminnassa kylläkin. Sekä Ruukilla että Outokummulla on ainutlaatuisia osaamista, jota pitää vaalia. Metalliteollisuudelle huono asia on, että päästökauppa heikentää alan kilpailukykyä”.

Hyvästä kannattaa maksaa

T&K-palvelujen toimittajana VTT ei ole mikään halvan kaupan maineessa. Jotkut kokevat sen palvelut melko kalliiksikin.

”Ymmärrän hyvin, että saatamme pienyrityksen näkökulmasta tuntua kalliilta. Meille on kuitenkin laadittu tarkat veloitusäännöt. Emme saa harrastaa minkäänlaista piilosubven-toimista. Asiakkaan on ymmärrettävä, että hän maksaa kalliista laitteistosta, sillä tutkijoiden palkat eivät päätä huimaa”, toteaa pääjohtaja Erkki KM Leppävuori.▲



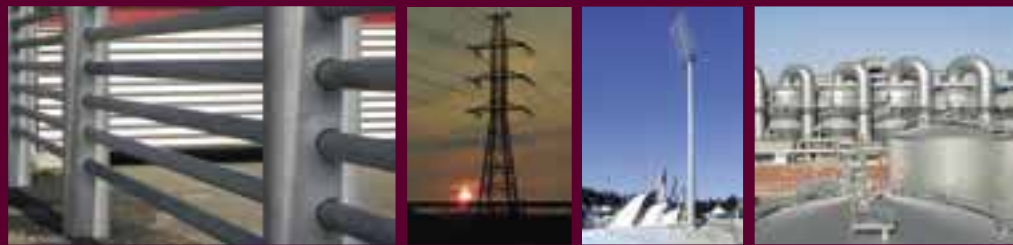
Kestävään rakentamiseen kuumasinkitys

Kuumasinkitty teräs on luotettava rakennusmateriaali vaativiin olosuhteisiin. Tyylikäs ja kestävä sinkkipinnoitus tuo säästöä teräsrakenteiden huolto- ja ylläpitokuluihin.

BOLIDEN

Boliden Kokkola Oy
PL 26, 67101 Kokkola
Puh. (06) 828 6111, Faksi (06) 828 6005
www.boliden.com

**SINKKI
oikea
materiaali
moneen
rakentamiseen**



VTT uudistuu - tavoitteena huipputaiteen ja asiakkaan kilpailukyvy- lisääminen

Viestintäjohtaja Olli Ervalla, VTT Technical Research Centre of Finland

Uuden VTT:n rakenne ja toimintatavat tähtäävät lisäarvon tuottamiseen asiakkaalle ja yhteiskunnalle. Teknologian tehokas hyödyntäminen, osaamisen yhdistäminen ja palveluiden helppo saatavuus ovat tärkeitä uuden VTT:n toiminnassa. Lähtökohtana on tunnistaa avainteknologiat, yhdistää osaamista ja tarjota sitä aktiivisesti asiakkaille – sekä uusille että nykyisille.

VTT:n aiempien kuuden tutkimusyksikön tilalla on nyt toimintoprosessit, jotka tarjoavat paremmin T&K-osaamista asiakkaan ja sidosryhmien kannalta. Uusi organisaatio astui voimaan vuoden 2006 alusta.

VTT haluaa toimia entistä lähempänä asiakasta ja enemmän asiakkaidensa yhteistyökumppanina, tuntea asiakkaan markkinat ja tunnistaa liiketoiminnan kehittämismahdollisuudet. Yhteistyön avulla sekä asiakas että VTT voivat hyötyä enemmän ja tehokkaammin toisistaan.

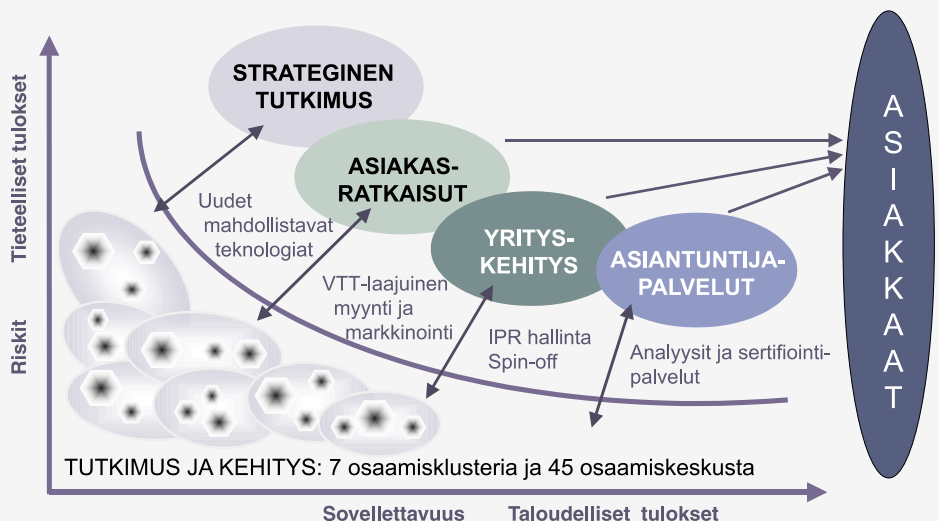
Uusi VTT lupaa olla asiakkaalle innovaatiopartneri ja mukana asiakkaan innovaatioprosessin kaikissa tärkeimmissä vaiheissa. Innovaatiopartnerina VTT kasvaa teknologian toimittajasta asiakkaan liiketoiminnan kehityskumppaniksi. VTT:n perinteinen vahvuus eli teknologiaosaaminen on tässäkin roolissa keskeistä, mutta VTT ei enää lähesty asioita pelkästään teknologian vaan asiakkaan liiketoiminnan tarpeiden näkökulmasta. Se ottaa huomioon markkinoiden ja asiakastarpeiden muutoksen ja näihin pohjautuen kehittää asiakkaan liiketoimintaa laajaa teknologiaosaamistaan hyödyntäen.

Vuoden 2006 alusta VTT:n teknologia-toiminnan pohjana on T&K-prosessi, joka rakentuu 45 osaamiskeskukseen varaan. Osaamisen kanavoinnista asiakkaille huolehtii 7 osaamisklusteria sekä erillinen suur- ja avainasiakkaiden liiketoimintaa palveleva Asiakasratkaisut-toiminto. Strateginen tutkimus-toi-

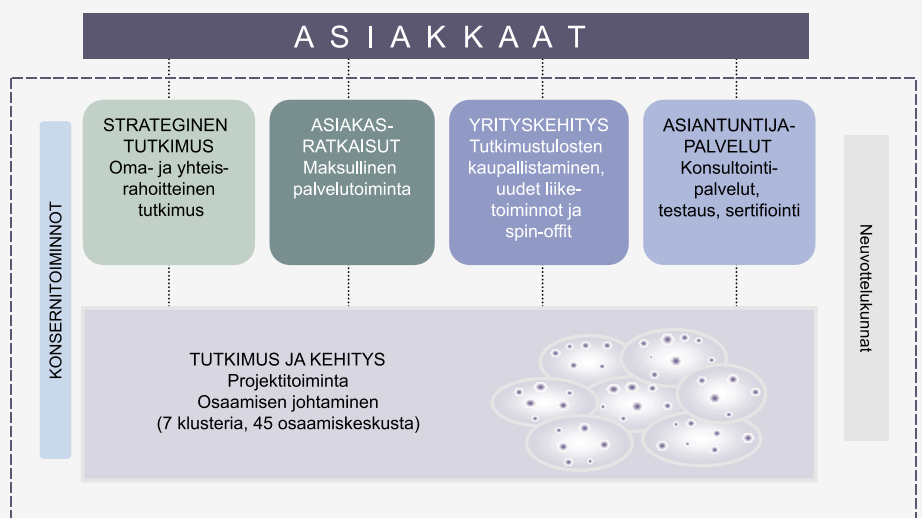
minto keskittyy uusien teknologioiden ja osaamisen kehittämiseen. Testauksesta, analysoinnista ja sertifiointista vastaa Asiantuntijapalvelut-toiminto. VTT:lle avautuu mahdollisuus osallis-

tua asiakkaidensa liiketoimintaan ja rahoituspohjan laajentamiseen Yritysratkaisut-toiminnon kautta, joka myös hallinnoi ja kehittää aktiivisesti VTT:n patenttisalkkua.▲

TUTKIMUKSESTA LIIKETOIMINTAA ASIAKKAALLE




VTT:N TOIMINTAMALLI



Miranet

MINING DRILLING EXPLORATION

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



LAROX
filtration
solutions for mining
and metallurgy

- Ceramec capillary action disc filters
- Hoesch pressure filters
- Larox automatic tower presses
- Pannevis horizontal vacuum belt filters
- Scheibler polishing filters
- Service support

Reliable and superior filtration

LAROX[®]
Separates the best from the rest
www.larox.com



FORCIT
EXPLOSIVES

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



Civil Explosives Since 1893

www.forcit.fi



CV – Mika Naumanen toimii VTT:ssä liiketoiminnan kehityspäällikkönä vastuualueenaan elektroniikan sekä informaatio- ja kommunikaatioteknologioiden immateriaalioikeuksien kaupallistaminen. Hän on toiminut erikoistutkijana VTT:n teknologian tutkimuksen ryhmässä sekä tutkijana ja vt. professorina Teknillisen korkeakoulun yritysstrategian ja kansainvälisen liiketoiminnan laboratoriossa.



CV – Simo-Pekka Hannula on TKK:n ja VTT:n materiaalitieteen yhteisprofessori. Hän on toiminut aiemmin VTT:llä eri tehtävissä, mm. laboratorionjohtajana, tutkimuspäällikkönä ja tutkimusprofessorina tutkimusalueenaan materiaali- ja materiaalien valmistustekniikka.

Materiaalitekniikoiden kehityskohteita Suomessa - metallinjalostajien näkökulma

Mika Naumanen, VTT ja Simo-Pekka Hannula, TKK Materiaalitieteen laboratorio & VTT

Teollisuuden kilpailukyky on suurten haasteiden edessä. Yksi suurimmista haasteista on globaali rakennemuutos ja kasvavien uusien talousalueiden vahva vetovoima. Materiaalitekniikka on informaatiotekniikan ja biotekniikan ohella yksi merkittävimmistä tutkimuksen ja kehityksen alueista. Se on esimerkki mahdollistavasta tekniikasta, jossa kehitetään menetelmiä ja materiaaleja, jotka tekevät tuotteista kestävämpiä ja monikäyttöisempiä sekä mahdollistavat niiden taloudellisemman valmistamisen. Materiaaleihin ja sitä kautta tuotteisiin saadaan uusia ominaisuuksia, joita kilpailijoiden on vaikea kopioida. Uusilla materiaaleilla luodaan myös tekniikkaa uusien, innovatiivisten tuotteiden valmistamiseen.

Suomalaisten yritysten materiaalitekniikan tulevaisuuden tarpeiden hahmottamiseksi maassamme toteutettiin vuosien 2004 ja 2005 aikana varsin mitava tutkimus Teknologiateollisuus ry:n tilauksesta ja Kemianteollisuus ry:n ja Rakennusteollisuus ry:n avustamana. Teknologiateollisuus ry:n lisäksi hanketta rahoittivat myös Tekes ja VTT. Tutkimuksen käytännön toteutuksesta vastasi VTT:n teknologian tutkimuksen ryhmä teollisuuden, toimialajärjestöjen, VTT:n ja korkeakoulujen asiantuntijoiden ohjaamana. Tutkimuksen tulokset on kokonaisuudessaan kuvattu "Materiaalitekniikoiden kehityskohteita" -raportissa [1]. Tässä artikkelissa kuvataan tutkimuksen tuloksia metallien jalostajien osalta.

Tutkimuksen tausta, tavoitteet ja toteutus

Materiaalitekniikat ovat merkittäviä kansakunnan taloudellista ja teknologista kilpailukykyä tukevia osaamisalueita. Materiaalitekniikat ovat luonteeltaan geneerisiä. Ne vaikuttavat läpi kaikkien teollisuustoimialojen. Uusi materiaalitekniikka on tehnyt mahdolliseksi nopean kehityksen esimerkiksi informaatiotekniikan, elektroniikan, energiatekniikan, lääketieteellisen tekniikan ja ympäristönsuojelun alueilla. Uusien tuotteiden suunnittelussa otetaan aina myös huomioon käytettävien materiaalien kierrätettävyys.

Tässä kuvatun tutkimuksen tarkoituksena on ollut antaa kokonaiskuva

materiaalien ja materiaalitekniikoiden kehittämistä ja soveltamisesta Suomessa eikä niinkään ottaa kantaa yksittäisiin kysymyksiin. Tavoitteena on myös kertoa teknologiateollisuusyritysten periaatteista materiaalivalinnoissa sekä niistä liiketaloudellisista tavoitteista, joihin noilla valinnoilla pyritään. Tulevaisuustarkastelun ajankohta on lähtökohtaisesti 2-20 vuotta. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa kartoitettiin materiaalitekniikan geneerisiä haasteita luomalla synteesi noin kolmestakymmenestä kansainvälisestä materiaalitekniikan teknologiatietokartasta ja kuvattiin näissä havaitut T&K-tarpeet ja ne liiketoimintaedut, joita T&K-työllä tavoiteltiin. Eri toimialojen materiaalitekniikoihin näkemyksiä kartoitettiin syksyllä 2004 toteutetussa kyselyssä. Kysely osoitettiin elektroniikka-, sähkö-, energia-, kemian-, puunjalostus-, koneenrakennus-, kuljetusväline-, meriteollisuus-, metallinjalostus- sekä rakennusteollisuustoimialojen yrityksissä, toimialajärjestöissä sekä korkeakouluissa ja tutkimuslaitoksissa työskenteleville materiaalitekniikan asiantuntijoille. Kysely suoritettiin Internet-kyselynä. Kyselyllä kartoitettiin eri materiaalitekniikoiden ensisijaisuutta kullakin toimialalla, teknologian käyttöönnoton ajankohtaa ja sen kehitystyön merkityksellisyyttä. Kyselyyn saatiin 242 vastausta. Vastauksista noin 60 % oli yrityksistä, loput suurelta osin yliopistoista ja korkeakouluista. Vastajien työtehtävät jakautuivat varsin tasaisesti aina perustutkimuksesta

ja (yliopisto)opetuksesta yleisjohtoon saakka. Kyselyn tulokset ohjasivat hankkeen seuraavia työvaiheita oleellisten materiaalitieteiden kysymysten ympärille. Materiaalitieteiden spesifejä haasteita kartoitettiin asiantuntija- ja yritys haastatteluin. Työvaihe fokusoiti edelleen kansainvälisiä materiaalitieteiden teknologiatietokartoja Suomen tilannetta ja nykyistä parasta käsitystä vastaaviksi. Haastateltuihin yrityksiin kuului sekä perinteisiä materiaalinkäyttäjää että myös uusia ja vaativia materiaaleja käyttäviä yrityksiä.

Syksyn 2004 kyselyn vastausten ja haastatteluiden pohjalta järjestettiin helmikuussa 2005 jatkokysely yksityiskohtaisempien T&K-tarpeiden määrittämiseksi. Jatkokysely lähetettiin pääosalle syksyn kyselyn vastaajista ja räätälöitiin heijastamaan kunkin vastaajan vastausprofiilia. Kysely kattoi seitsemän materiaali luokkaa: metallit, polymeerit, monimateriaalit, elektronian materiaalit, nanomateriaalit ja rakennusmateriaalit. Kerättyä aineistoa käsiteltiin vuorovaikutteisessa ennakointiseminaarissa maaliskuussa 2005. Seminaarin keskeisinä tarkastelu kohteina olivat toisaalta materiaalien loppukäyttäjien tarpeet ja toimintaympäristön asettamat reunaehdot sekä toisaalta teknologisen kehityksen mukanaan tuomat uudet mahdollisuudet ja potentiaaliset innovaatiot. Tavoitteena oli myös validoida syntynyt näkemys materiaalitieteiden kehityksestä. Seminaariin ja sen viiteen työpajaan osallistui 65 henkilöä. Tutkimuksen kattavuus seuraa sen tavoittamista yritys-, yliopisto- ja tutkimuslaitosvastaajista.

Materiaalien merkitys eri toimialoilla

Tutkimuksessa suoritettuna kyselyssä vastaajia pyydettiin ilmoittamaan, kuinka merkittävänä he pitivät tiettyjä materiaaleja omalle tutkimukselle, tuotekehitykselle ja tuotannolle. Samoin kysyttiin kuinka hyvin he tunsivat eri materiaaleja. Vastaajat klusteroitiin edelleen taustansa mukaisesti. Vastausten yhteenvedo on esitetty **taulukossa 1**. Materiaalit on esitetty toimialojen jalostusarvon mukaan painotettuna tärkeysjärjestyksessä. Metallien jalostuksen T&K-panostus ohitti vuonna 2002 koneiden ja laitteiden valmistuksen T&K-panokset (% jalostusarvosta). Syynä oli terästen jalostuksen T&K-panosten kasvu.

Painotettuna tärkeysjärjestyksessä tärkeimmälle sijalle materiaaleista nousivat pinnoitteet ja ohutkalvot. On kuitenkin huomattava, että pinnoit-

teet ja ohutkalvot -käsitteellä on erilainen sisältö riippuen siitä, puhutaanko elektroniikka- ja sähköteollisuudesta vai esimerkiksi metallienjalostuksesta. Pinnoitteet ja ohutkalvot ovat joka tapauksessa merkittävä materiaalityyppi elektroniikka- ja sähkölaitteiden valmistukselle. Toimialan suuri merkitys kansantaloudellemme nostaa pinnoit-

teet ja ohutkalvot merkityslistan kärkeen.

Teräkset ovat merkittävin materiaali kolmelle eri toimialalle: koneiden ja laitteiden valmistukselle, metallien jalostukselle ja rakennusteollisuudelle. Koneiden ja laitteiden valmistukselle sekä metallien jalostukselle teräs on niin merkittävä materiaali, että merkitysero

Taulukko 1. Merkittävimmät materiaalit toimialoittain.

Materiaali ¹	ELE ²	KEM ²	KON ²	MET ²	RAK ²
Pinnoitteet ja ohutkalvot	Merkittävä***	Merkittävä	Kone- ja laiterakentajille merkittävä	Merkittävä***	
Teräkset	Sähköteollisuusklusterille merkittävin		Tunnetuin*** Merkittävin***	Tunnetuin*** Merkittävin***	Merkittävin
Ei-rautametallit	Merkittävä*		Merkittävä	Merkittävä	Metallirakenteiden valmistajille merkittävä
Kumit ja muovit	Instrumentti/komponenttivalmistajille merkittävä	Tunnetuin*** Merkittävin***	Merkittävä***		Mineraalituotteiden valmistajille merkittävä
Puolijohteet	Tunnetuin*** Merkittävin***	Merkitys saattaa kasvaa	Merkitys saattaa kasvaa		
Kemikaalit	Merkitys saattaa kasvaa	Merkittävä***	Merkitys saattaa kasvaa	Teräksen jalostajille merkittävä	
Liimat	Merkitys saattaa kasvaa		Merkitys saattaa kasvaa	Merkitys saattaa kasvaa	Merkittävä***
Muovikomposiitit		Merkittävä***	Kulkuneuvovalmistajille merkittävä		
Keraamit					
Säätyvät materiaalit (älymateriaalit)		Merkitys saattaa kasvaa			Merkitys saattaa kasvaa
Lasi ja amorfiset materiaalit					Muulle kuin mineraali/metallituotteiden valmistajille merkittävä
Metallikomposiitit		Merkitys saattaa kasvaa		Ei-rautametalleihin keskittyneille merkittävä	Merkitys saattaa kasvaa
Kuidut ja tekstiilit	Merkitys saattaa kasvaa		Merkitys saattaa kasvaa		
Puu ja paperi		Bio/polymeeri-klusterille merkittävä	Prosessiteollisuuden laitevalmistajille merkittävä		
Biomateriaalit	Merkitys saattaa kasvaa	Bio/polymeeri-klusterille merkittävin		Merkitys saattaa kasvaa	
Betoni					Tunnetuin*** Merkittävä***
Vastausten lkm.	42	42	49	58	38

¹ Materiaalit toimialan klusterien jalostusarvon mukaan painotettuna tärkeysjärjestyksessä 16 vaihtoehdosta, asteikko 1...5

² Vastausten keskiarvot. "ELE" = elektroniikka- ja sähkötuotteiden valmistuksen, "KEM" = kemian teollisuuden, "KON" = koneiden ja laitteiden, "MET" = metallien jalostajien ja "RAK" = rakennusteollisuuden vastaajat; tilastolliset merkittävyydet ryhmien välillä * = .01 < p < .05, ** = .001 < p < .01, *** = p < .001

Taulukko 2. Metallien jalostuksen merkittävimmät materiaalit.

Materiaali ¹	Kaikki ²	MET ²	Metallit yleisesti ³	Teräksen jalostus ³	Ei-rautametalleihin keskittyneet ³
Teräkset	3.7	4.6***	1	1	11
Pinnoitteet ja ohutkalvot	3.4	3.5	3	2	2
Ei-rautametallit	3.2	3.7***	2	5	1
Kemikaalit	2.9	2.8	5	3	7
Metallikomposiitit	2.5	2.8***	4	6	3
Vastausten lkm.	232	60	28	23	9

¹ Materiaalit toimialan klusterien jalostusarvon mukaan painotettuna tärkeysjärjestyksessä 16 vaihtoehdosta, asteikko 1...5

² Vastausten keskiarvot. "Kaikki" = muiden toimialojen vastaukset, "MET" = metallien jalostajat; tilastolliset merkittävyydet ryhmien välillä * = .01 < p < .05, ** = .001 < p < .01, *** = p < .001

³ Materiaalin merkitys kyseiselle klusterille, järjestysnumero

muihin toimialoihin nousee tilastollisesti merkittäväksi. Myös ei-rautametallit ovat merkittäviä edellisille kolmelle toimialalle samoin kuin elektroniikka- ja sähköteollisuudellekin.

Toimialojen materiaalien käytöstä etsittiin myös signaaleja materiaaleista, joiden merkitys saattaisi olla kasvussa. Esimerkkejä tällaisista materiaaleista

ovat liimat, säätyvät materiaalit, metallikomposiitit, kuidut ja biomateriaalit.

Metallien jalostus

Metallien jalostajat ryhmiteltiin sen mukaan, miten merkittävänä vastaaja piti rauta- ja ei-rautametalleja. Metallien jalostajat yleisesti pitivät molempia

metalliryhmiä merkittävänä, teräksen jalostajat edellistä ja ei-rautametalleihin keskittyneet jälkimmäistä. Teräksien ja ei-rautametallien ohella vain metallikomposiitit koetaan toimialalla keskimääräistä merkittävämmäksi materiaaliksi. Odotetusti kiinnostus metallikomposiitteihin liittyy monimateriaalituotteiden ja -rakenteiden sekä pinnoitteet uusien pintakäsittely- ja liittämismenetelmien kehittämiseen. Tärkeimmät materiaalit vastaajaryhmän mukaan on esitetty **taulukossa 2**.

Materiaalien mekaaniset, elastiset ja lämpötekniset ominaisuudet sekä mikrorakenne ovat koko toimialalle tärkeitä. Keskipitkän ja pitkän ajanjakson kehityskohteissa nämä liittyvät asiakkaalle räätälöityjen materiaalien ja materiaalin mallintamisen kehittämiseen. Ei-rautametalleihin keskittyneet vastaajat korostavat lisäksi materiaalin kemiallisia ja sähköisiä ominaisuuksia. Näistä edellinen liittyy tavoitteeseen luopua haitallisista aineista ja jälkimmäinen monimateriaalituotteiden ja -rakenteiden kehittämiseen sekä anturien yms. liittämiseen rakennemateriaaleihin.

Toimialalle ominaisia materiaaliprosesseja ovat lämpökäsittely, metallien muokkaus ja muovaus, rikkova ja rikkomaton testaus, pintakäsittely ja liittäminen.

Metallien jalostuksen merkittävimmät materiaalikehityksen kehityskohteet liittyvät lähinnä metallien prosessointitapojen kehittämiseen. Tällaisia ovat mm. materiaalin räätälöinti asiakkaalle sekä uusien pintakäsittely- ja liittämismenetelmien kehittäminen, jotka ovat toimialan tärkein keskipitkän ja pitkän ajanjakson kehityskohde. Ei-rautametalleihin keskittyneiden ryhmässä myös pulverimetallurgiset prosessit ovat tärkeitä. Uusien pintakäsittelymenetelmien kehittäminen liittyy naarmuuntumattomuuden ja pintakovuuden ja uusien liittämismenetelmien kehittämiseen sekä mittatarkkuuden ja -pysyvyyden tavoitteluun. Asiakaslähtöinen materiaalin räätälöinti korreloi puolestaan valmistusprosessien kehittämisen kanssa. Metallien jalostuksen merkittävimpiä materiaalikehityksen kehityskohteita on esitetty **taulukossa 3** ja materiaalikehityksen tavoitteita **taulukossa 4**.

Metallien jalostuksen tärkeimmät materiaalikehityksen tavoitteet ovat naarmuuntumattomuuden, mekaanisen luotettavuuden, valmistusprosessien sekä käytettävyyden kehittäminen. Myös valmistuskustannuksilla on merkittävä rooli, erityisesti teräksen jalostuksessa. Samoin kuin koneiden ja laitteiden valmistuksessa naarmuuntumattomuus ja pintakovuus liittyy uusi-

Taulukko 3. Metallien jalostuksen merkittävimmät materiaalikehityksen kehityskohteet.

Materiaalikehityksen kehityskohteet ¹	Kaikki ²	MET ²	Metallit yleisesti ³	Teräksen jalostus ³	Ei-rautametalleihin keskittyneet ³
Uudet pintakäsittely- ja liittämismenetelmät	3.7	3.9***	1	3	2
Asiakkaalle (asiakkaan valmistusprosessiin optimoitu) räätälöity materiaali	3.5	3.7***	3	1	4
Materiaalin mallintaminen	3.5	3.6	2	2	13
Monimateriaalituotteet tai -rakenteet	3.5	3.5	4	4	2
Haitallisista aineista luopuminen	3.5	3.3***	5	5	6
Valmistusprosessinaikaiset karakterisointimenetelmät	3.1	3.1	8	6	5
Pulverimetallurgiset prosessit	2.4	2.8***	12	10	1
Vastausten lkm.	229	49	20	22	7

¹ Kehityskohteet toimialan klusterien jalostusarvon mukaan painotettuina tärkeysjärjestyksessä 25 vaihtoehdosta, asteikko 1...5
² Vastausten keskiarvot. "Kaikki" = muiden toimialojen vastaukset, "MET" = metallien jalostajat; tilastolliset merkitsevyydet ryhmien välillä * = .01 < p < .05, ** = .001 < p < .1, *** = p < .001
³ Kehityskohteen merkitys kyseiselle klusterille, järjestysnumero

Taulukko 4. Metallien jalostuksen merkittävimmät materiaalikehityksen tekniset tavoitteet.

Materiaalikehityksen tavoitteet ¹	Kaikki ²	MET ²	Metallit yleisesti ³	Teräksen jalostus ³	Ei-rautametalleihin keskittyneet ³
Naarmuuntumattomuus, pintakovuus	3.8	4.3***	1	4	3
Mekaaninen luotettavuus, väsymiskestävyys	4.1	4.3***	2	3	7
Valmistusprosessit	4	4.3***	2	8	1
Valmistuskustannukset	4.3	4.4	5	2	9
Käytettävyys	4	4.3***	6	1	9
Mittatarkkuus ja -pysyvyys	4	4.1***	7	4	9
Kierrätettävyys	3.8	3.8	10	8	1
Antistaattisuus, EMI-suojaus	3.6	3.9***	9	6	13
Elinkaarikustannukset	4	3.8**	8	11	6
Valmistettavuus, työstettävyys	3.9	3.8	13	8	9
Huollettavuus	3.7	3.6	12	12	18
Iskulujuus, törmäysturvallisuus	3.2	3.5***	15	13	28
Vastausten lkm.	229	49	20	22	7

¹ Tavoitteet toimialan klusterien jalostusarvon mukaan painotettuina tärkeysjärjestyksessä 36 vaihtoehdosta, asteikko 1...5
² Vastausten keskiarvot. "Kaikki" = muiden toimialojen vastaukset, "MET" = metallien jalostajat; tilastolliset merkitsevyydet ryhmien välillä * = .01 < p < .05, ** = .001 < p < .1, *** = p < .001
³ Tavoitteen merkitys kyseiselle klusterille, järjestysnumero

Taulukko 5. Metallien jalostuksen tutkimus- ja tuotekehitysohjeita.

Lyhyt	Keskipitkä-pitkä	Tavoite
Asiakslähtöisyys, toiminnallisuus		
<p>Metallien ominaisuuksien mallintaminen valmistuksesta käyttöön (lujuus, muovattavuus, koneistettavuus, syöpymiskestävyys, hitsattavuus)</p> <p>Metallien rakenteen ja ominaisuuksien vuorovaikutuksen ymmärtäminen mikrorakennetasolla</p> <p>Muotoilu ja materiaalivalinta tuotteen ominaisuuksina (design -> materiaalin valinta -> työkalut -> prosessointi -> tuoteketjun hallinta)</p> <p>Tuotteiden/teräksen ulkonäön räätälöinti pinnoitteiden avulla</p>	<p>Metallien tarjoamien mahdollisuuksien jalkauttaminen läpi jalostusketjun (mallinnus, valmistus, räätälöinti asiakkaan tarpeisiin)</p> <p>Metallien toiminnan mallinnuksen kehittäminen Lujien ja keveiden rakenteiden edistäminen lähtien materiaalien reunaehdoista uusilla suunnittelukonsepteilla</p>	<p><i>Metallien käytettävyyden parempi ymmärtäminen ja suunnitteluvapaus-asteiden kasvattaminen</i></p> <p><i>Tuotteiden käyttökävyyden ja käytettävyyden parantaminen</i></p>
Suorituskyvyn parantaminen		
<p>Korkealujuuserästen kehittäminen (lujuus/paino-suhteen optimointi)</p> <p>Teräksen kehittäminen korkean kuormituksen, lämpökestäviin, voitelemattomiin sovelluksiin</p> <p>Paremmiin ympäristörasituksia kestävien pinnoitteiden kehittäminen</p> <p>Materiaalien kitkaominaisuuksien ja hankauskulumisen tutkiminen</p> <p>Likaa hylkivät/helpommin puhdistettavat pinnat</p> <p>Eroosiota kestävien, mutta edelleen lämpöä johtavien terästen ja pinnoitteiden kehittäminen (esim. lämmönvaihtimet puu- ja paperi- ja energiateollisuudessa)</p> <p>Valmistusmenetelmien kehittäminen materiaaleille, jotka muodostavat suojaavan pinnan 350-750 °C lämpötiloissa (paperi- ja kemianteollisuuden sovellukset)</p> <p>Korkealämpötilakorrosiota kestävät teräkset</p>	<p>Metallin lujuuden ja sitkeyden samanaikainen parantaminen</p> <p>Pinnan/teräksen multifunktionaaliset ominaisuudet (likaantumattomuus, naarmuuntumattomuus, korroosion/hapettumisen suoja, antibakteerisuus)</p> <p>Pintateknologia toiminnallisuuden lisääjänä (esim. korroosion/kosteuden kesto, huollon helppous)</p> <p>Pitkäikäisemmät pinnoitteet (huolto/korjaustarve), paremmin kulutusta kestävät pinnoitteet</p> <p>Kiinnittävyyden ja hylkivyyden (pintoihin) mallintaminen</p> <p>Korroosiota ja eroosiota kestävien pinnoitteiden kehittäminen yli 500 °C lämpötiloihin (esim. sekapolton tarpeet)</p>	<p><i>Metallien suorituskyvyn parantaminen</i></p> <p><i>Suorituskykyä parantavat, suorituskykyiset pinnat ja pinnoitteet</i></p> <p><i>Suorituskykyisemmät ja kestävämmät tuotteet</i></p>
Käyttövarmuus, luotettavuus, kestävyys		
<p>Metallien vaurioitumismekanismien tutkiminen</p> <p>Metallien vaurioitumisen parametrien tilastollinen selvittäminen</p> <p>Datan kerääminen metallien rakenteista ja niiden vauriomekanismeista (mikrotaso)</p> <p>Korroosion ja eroosion välisten yhteyksien parempi tunteminen</p> <p>Nopeutetun korroosiotestauksen kehittäminen</p> <p>Liitoskohtien korroosiosuojauksen menetelmien parantaminen</p> <p>Mittatarkkojen liittämismenetelmien kehittäminen</p> <p>Kehittyneiden materiaalien paremmat liittämismenetelmät (komposiitit, pinnoitetut materiaalit)</p> <p>Liitoskohtien korroosiosuojauksen menetelmien parantaminen</p>	<p>Suuren muodonmuutosnopeuden ilmiöiden mukaantulo malleihin</p> <p>Aineen koetuksen korvaus laskennalla</p> <p>Metallien ikääntymisen parempi ennakointi; kemiallisten, mekaanisten ja lämpövaikutusten yhdistäminen</p>	<p><i>Metallien ja metallirakenteiden eliniän ja luotettavuuden kasvattaminen</i></p>
Hinta, valmistus/elinkaarikustannukset		
<p>Edullisten, korrosiota kestävien teräslaatuojen kehittäminen</p> <p>Edullisten pinnoitusmenetelmien kehittäminen metallien pinnoitukseen</p> <p>Hiihterästen edullinen korroosiosuojauksen</p> <p>Teräkset uusiin muovausprosesseihin (hydro, suurnopeus)</p>	<p>Teräksen edullinen mutta luotettava pinnoittaminen korrosiota kestäväillä metalliseoksilla</p> <p>Menetelmät parhaan materiaalin valitsemiseksi annettujen kriteerien mukaisesti</p> <p>Uusien, energiatehokkaiden valmistusmenetelmien kehittäminen</p>	<p><i>Valmistus- ja elinkaarikustannusten optimointi</i></p> <p><i>Valmistusprosessien kehittäminen</i></p>
Ympäristömyötäisyys, terveys		
<p>Metallien jalostuksen ympäristövaikutusten mittaaminen ja hallinta</p> <p>Toimintatapojen ja osaamisen kehittäminen pinnoitettujen materiaalien kierrätykseen</p> <p>Valmistuksen pölyjen ja sakkujen kierrätys</p>	<p>K³ = Keyeyden, kestävyiden ja kierrätettävyyden yhtäaikainen optimointi (esim. nanotäyteaineiden avulla)</p> <p>Energialouden ja kierrätettävyyden kehittäminen (esim. raaka-aineiden säästö uusien materiaalien mahdollistamalla rakenneratkaisuilla)</p> <p>Valmistuksen sivuvirtojen parempi hyödyntäminen</p>	<p><i>Elinkaarikustannusten ja energialouden optimointi</i></p> <p><i>Metallien jalostuksen ympäristömyötäisyyden kasvattaminen</i></p>
Lihavointi kuvaa merkittävää tutkimuksen ja kehitystyön kohdetta		

en pintakäsittelymenetelmien kehittämiseen. Toimialalle korostuneita kehitystavoitteita ovat mittatarkkuuden ja -pysyvyyden, antistaattisuuden ja EMI-suojauksen sekä iskulujuuden ja törmäysturvallisuuden kehittäminen. Käytettävyyden parantaminen on tärkeää teräksen jalostajalle. Ei-rautametalleihin keskittyneet valmistajat korostavat taas metallien kierrätettävyyttä. Tavoite on yhteydessä asiakkaalle räätälöityjen materiaalien kehittämisen kanssa.

Metallien jalostuksen merkittävimmät materiaalikehityksen kehityskohdeet liittyvät metallien prosessointitapojen kuten uusien pintakäsittely- ja liittämismenetelmien kehittämiseen. Metallien jalostuksen tutkimus- ja tuotekehitysaihoita on koottu **taulukoon 5**.

Tutkimus- ja tuotekehitysaihoissa korostuvat metallien käytettävyyden parempi ymmärtäminen ja suunnitteluvapausasteiden kasvattaminen. Tuotteiden räätälöinti asiakkaan tarpeisiin sopiviksi on keskeinen toimialan kehitystavoite. Metallien suorituskykyä olisi kehitettävissä niiden lujuuden ja sitkeyden samanaikaisella parantamisella. Suorituskyky olisi parannettavissa myös esim. kehittämällä paremmin ympäristörasituksia kestäviä pinnoitteita. Muita metallien pinnoituksen tutkimus- ja tuotekehitysaihoita ovat esim. käyttömukavuuden ja käytettävyyden kannalta tuotteiden ulkonäön räätälöinti, helpompi puhdistettavuus, parempi kulutuksen kesto ja voitelun tarpeen minimointi.

Metallien liittämisen prosessien tutkimus- ja tuotekehitysaihoina nousivat esille mittatarkkojen liittämismenetelmien ja pinnoitettujen materiaalien liitosten ja niiden korroosiosuojauksen kehittäminen. Liimaus voisi olla keskipitkän – pitkän aikavälin ratkaisu esim. yhdistettäessä metalleja osaksi rakennetta.

Valmistuskustannusten merkitys on suuri metallien jalostuksessa. Edullisten, korroosiota kestävien teräslaatuojen kehittäminen, edullisten pinnoitusmenetelmien kehittäminen, hiiliterästen edullinen korroosiosuojaus sekä energiatehokkaiden valmistusmenetelmien kehittäminen ovat esimerkkejä valmistus- ja elinkaarikustannusten optimointiin liittyvistä tutkimus- ja tuotekehitysaihoista.

Asiakaslähtöisyys, tuoteturvallisuus, suorituskyky ja hintakilpailukyky ovat merkittävimmät liiketoimintaympäristön materiaalitekniikan kehitykselle asettamat haasteet lähes kaikilla toimialoilla ja toimialojen klustereissa. Lisäksi ei-rautametalleihin keskitty-

neissä metallinjalostajissa lainsäädäntö ja EU-direktiivit nousivat esille. Myös elinkaaren hallinta korostuu metallien jalostuksessa.

Terästen kehityskohdeita

Teräset ovat merkittävin materiaali koneiden ja laitteiden valmistukselle, metallien jalostukselle ja rakennusteollisuudelle. Teräs on myös merkittävin materiaali elektroniikka- ja sähkölaitteiden valmistuksen sähköteollisuusklusterille. Teräksen käyttökohteina korostuivat vastauksissa voimansiirto ja rakenteet. Teräksistä poispäin ajava trendi näyttäisi liittyvän energian säästövaatimuksiin ja energian korkeaan hintaan. Tämä näkyy esimerkiksi pyrkimyksenä keventää rakenteita. Keventäminen on kulkuneuvojen valmistuksen tärkein materiaalikehitykseen liittyvä kehitystavoite. Keventämisen lisäksi teräkseltä odotetaan lisäarvoa iskulujuudessa ja törmäysturvallisuudessa, mekaanisessa luotettavuudessa, palonkestossa, mittatarkkuudessa ja -pysyvyydessä sekä naarmuuntumattomuudessa ja pintakovuudessa.

Teräksen käyttäjän kannalta tutkimus- ja tuotekehitysaihoissa korostuvat teräksen käytettävyyden parempi ymmärtäminen ja suunnitteluvapausasteiden kasvattaminen. Tähän liittyvät esim. teräksen ominaisuuksien mallintaminen valmistuksesta käyttöön sekä saadun ymmärryksen jalkauttaminen läpi jalostusketjun valmistukseen ja asiakkaan tarpeisiin räätälöityihin lopputuotteisiin asti. Teräksen suorituskykyä olisi parannettava esim. korkealujuusterästen kehittämiseen sekä teräksen lujuuden ja sitkeyden samanaikaiseen parantamiseen kohdistuvissa tutkimushankkeissa. Myös terästen kehittäminen uusiin muovausprosesseihin (hydro, suurnopeus) koettiin tärkeäksi. Suorituskykyä olisi parannettava mm. kehittämällä paremmin ympäristörasituksia kestäviä pinnoitteita. Pidempi-aikainen haaste on yhdistää useita eri toiminnallisuuksia – esim. likaantumattomuus, naarmuuntumattomuus, korroosiosuoja ja hapettumisen suoja – teräspintoihin.

Valmistuskustannusten merkitys teräksen jalostuksessa on suuri. Edullisten, korroosiota kestävien teräslaatuojen kehittäminen, hiiliterästen edullinen korroosiosuojaus ja teräksen edullinen mutta luotettava pinnoittaminen korroosiota kestäville metalliseoksilla nousivat esimerkkeinä esille valmistus- ja elinkaarikustannusten optimointiin liittyvinä kehityskohdeina. Uusien, energiatehokkaiden valmistusmenet-

elmien kehittäminen on merkittävää koko näköpiirissä olevan ajan.

Pinnoitteiden ja pinnoittamisen kehityskohdeita

Uudet pintakäsittely- ja liittämismenetelmät koettiin yleisesti ottaen tärkeimmäksi materiaalien prosessointiin liittyväksi kehityskohdeeksi. Materiaalitekniikoiden kyselyssä pinnoittaminen ja liittäminen niputettiin yhteen. Näin ollen ei voida olla täysin varmoja siitä, kumpi ulottuvuus korostuu kunkin vastaajan arvioinnissa. Muita tärkeimmiksi koettuja materiaalien prosessointiin liittyviä kehityskohdeita olivat haitallisista aineista luopuminen ja materiaalin mallintaminen.

Pinnoitteilla haetaan yleensä tuotteiden suorituskyvyn, käyttömukavuuden ja käytettävyyden parantamista. Näihin teemoihin liittyviä tutkimusaihoita ovat esim. käyttömukavuuden ja käytettävyyden kannalta tuotteiden ulkonäön räätälöinti, helpompi puhdistettavuus tai voitelun tarpeen minimointi. Suorituskyvyn parantamisessa tärkeä teema on multifunktionaalisuus. Pinnoitteiden ja pintakäsittelyn kehittämisellä pyritään valmistus- ja elinkaarikustannusten pienentämiseen, naarmuuntumattomuuteen ja pintakovuuteen, mekaaniseen luotettavuuteen ja väsymiskestävyyteen sekä käytettävyyden parantamiseen.

Pidemmän ajanjakson kehitystrendi on pinnoitteiden toiminnallisuuden lisääntyminen. Lähtökohtaisesti tämä voi tarkoittaa antureihin, sensoreihin ja aistiviin materiaaleihin perustuvaa olosuhteiden, rakenteellisten ominaisuuksien tai ulkopuolisten ympäristötekijöiden seuranta. Materiaalit voivat reagoida esimerkiksi lämpötilanmuutoksiin, kosteuteen, paineeseen, voimaan, magneetti- tai sähkökenttään. Näiden ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta materiaali voi esimerkiksi muuttaa muotoaan, väriään sekä sähköisiä tai kimmo-ominaisuuksiaan. Rakenne saattaa esim. varoittaa halkeamasta tai murtumasta tai siihen päässeestä kosteudesta. Aktiivisella jäykkyyden säädöllä voitaisiin korvata vaimennin-komponentteja sekä toteuttaa erittäin muototarkkoja rakenteita. Aktiivisesti muotoaan muuttaville pinnoille löytyy uusia sovelluskohteita esim. erilaisissa virtausgeometrioissa. Pidemmän ajanjakson kehitysidea samasta aihepiiristä olisi pintojen itsekorjautuvuus. Käytännössä tämä voisi tarkoittaa tilaa/olosuhdetta havainnoivaa sensori-ilmaisinkäyttäjärjestelmää, joka osaisi myös korjata itse itseään.

>>>>

Liittämisen ja liitostekniikoiden yleisiä kehityskohteita

Liittämisen prosessien kehittämisessä tutkimustarpeina nousivat esille mittatarkkojen ja kehittyneiden materiaalien liittämismenetelmien kehittäminen. Kehittyneillä materiaaleilla tarkoitetaan tässä yhteydessä esim. komposiitteja ja pinnoitettuja materiaaleja. Liitosten luotettavuus ja luotettavuuden testaus ovat samaten keskeinen osa kestävien liitosten kehittämistyötä. Tähän liittyviä tutkimusaihoita ovat esim. liitoskohtien korroosiosuojauksen menetelmien parantaminen ja liitoksen virheettömyyden rikkomattoman ja langattoman testausmenetelmän kehittäminen. Liittämismenetelmistä olisi kehitettävä erityisesti liimausta yhdistelmä-materiaalien mahdollistajana, esim. puun, polymeerien, keraamien ja metallien yhdistämisessä osaksi rakennetta.

Liitosmenetelmät voivat osaltaan toimia kierrätyksen ja uusiokäytön tehostajina. Purettavat liitokset parantavat rakennusmateriaalien kierrätettävyyttä ja uusiokäyttöä. Kehittyneet liittämismenetelmät voivat laajemminkin palvelulla kestävyys ja kierrätettävyyden yhtäaikaista optimointia. Samaten uusien materiaalien ja liitosmenetelmien mahdollistamat rakenneratkaisut voivat säästää raaka-aineita ja olla energiataloudellisesti tehokkaita.

Mallintamisen, simuloinnin ja testauksen kehityskohteita

Materiaalin mallinnuksen tavoitteita ovat mekaanisen luotettavuuden ja kestävyys arviointi sekä materiaalien käytettävyyden, kierrätettävyyden ja ympäristömyötävyyden kehittäminen. Materiaalien mallinnus on tärkeä osa metallinjalostuksen valmistusprosessien kehitystyötä.

Mallinnus voi tukea materiaalin tarjoamien mahdollisuuksien jalkauttamista läpi jalostusketjun. Se voi edistää lujien ja keveiden rakenteiden suunnittelua ja toteutusta. Yksi tutkimusaiho olisi materiaalin ominaisuuksien mallintaminen valmistuksesta käyttöön. Tarkasteltavia ominaisuuksia olisivat esim. lujuus, muovattavuus, koneistettavuus, syöpymiskestävyys ja hitsattavuus.

Materiaalien mallinnus voi toimia myös päätöksenteon pohjana pitkän ajanjakson ilmiöitä tarkasteltaessa. Tällaisia ovat esim. rakennuksen elinkaaren aikaisen käyttäytymisen ymmärtäminen ja elinkaarikustannusten optimointi. Teemoihin liittyviä tutkimusaihoita ovat mm. käyttöikäsuun-

nittelun kehittäminen ja käyttöönotto, pitkän (30 v) elinkaaren kustannusten hallinta ja minimointi sekä elinkaaritiedon hallinta.

Materiaalien testaukseen liittyviä lyhyen ajanjakson tutkimusaihoita ovat esim. materiaalien vaurioitumisen parametrien tilastollinen selvittäminen, mikrotason datan kerääminen materiaalien vauriomekanismeista ja nopeutetun korroosiotestauksen kehittäminen (myös ei-metallit). Pidemmällä ajanjaksolla aineen koetusta voitaisiin korvata laskennalla sekä ymmärtää paremmin kemiallisten, mekaanisten ja lämpövaikutusten yhteisvaikutusta materiaalin ikääntymiseen kuten myös yhdistelmä-materiaalien ja materiaaliyhdistelmien pitkäaikaiskäyttötymistä.

Materiaalitekniikan kehityskohteiden ja kehityksen esteiden välistä yhteyttä tutkittaessa todettiin, että selkein uusien materiaalien käyttöönottoa jarruttava syy on niiden korkea hinta. Se on tärkein kehityksen este metallinen jalostuksen toimialalla. Uusien materiaalien käyttöönottoa estävistä ja hidastavista tekijöistä energian säästövaatimukset ja energian korkea hinta korostuvat erityisesti teräksen jalostajien piirissä.

Yhteenveto

Materiaalitekniikan kehittämisellä tavoiteltavat liiketaloudelliset hyödyt ovat pitkälti samoja toimialalta toiselle. Ne liittyvät asiakaslähtöisyyden ja tuotteiden toiminnallisuuden parantamiseen, suorituskyvyn ja kestävyys lisäämiseen, valmistus- ja elinkaarikustannusten optimointiin sekä ympäristömyötävyyden ja tuoteturvallisuuden kehittämiseen. Asiakaslähtöisyyttä tavoitellaan esimerkiksi materiaalien käytettävyyden paremmalla ymmärtämisellä ja suunnitteluvapausteiden kasvattamisella sekä innovatiivisilla, toiminnallisilla materiaaliratkaisuilla. Suorituskykyä voidaan lisätä parantamalla käytettävien materiaalien suorituskykyä, erilaisilla pinnoilla ja pinnoitteilla sekä mahdollisesti nanomateriaaleilla. Käyttövarmuuden ja luotettavuuden lisäämiseen tähdätään mm. kasvattamalla materiaalien ja rakenteiden elinikää ja luotettavuutta sekä kehittämällä liittämismenetelmien ja liitosten luotettavuutta. Elinkaarikustannusten ja energiatalouden optimointi, terveystarpeiden pienentäminen sekä materiaalien kierrätyksen ja uusiokäytön tehostaminen ovat puolestaan teemoja, joilla parannetaan materiaalien ympäristömyötävyyttä, terveellisuutta ja tuoteturvallisuutta.

Toimialojen jalostusarvon mukaan

painotetussa tärkeysjärjestyksessä pinnoitteet ja ohutkalvot nousivat merkittävimmäksi materiaaliyryhmäksi tutkituilla viidellä toimialalla. Teräsketjet ovat merkittävien materiaali kolmelle eri toimialalle: koneiden ja laitteiden valmistukselle, metallien jalostukselle ja rakennusteollisuudelle. Myös ei-rautametallit ovat merkittäviä edellisille kolmelle toimialalle samoin kuin elektroniikka- ja sähköteollisuudellekin. Kemianteollisuuden merkittävin materiaali ovat polymeerit. Ne ovat merkittäviä myös koneiden ja laitteiden valmistukselle.

Metallien jalostuksen tärkeimmiksi materiaalikehityksen tavoitteiksi koettiin naarmuuntumattomuuden, mekaanisen luotettavuuden, valmistusprosessien sekä käytettävyyden kehittäminen. Myös valmistuskustannuksilla on merkittävä rooli, erityisesti teräksen jalostuksessa. Teräksistä pois päin ajava trendi liittyy energian säästövaatimukseen ja energian korkeaan hintaan. Tämä näkyy esimerkiksi pyrkimyksenä keventää rakenteita. Ei-rautametalleihin keskittyneet valmistajat korostavat metallien kierrätettävyyttä. Tavoite on yhteydessä asiakkaalle räätälöityjen materiaalien kehittämisen kanssa.

Pinnoitteilla haetaan yleensä tuotteiden suorituskyvyn, käyttömukavuuden ja käytettävyyden parantamista. Näihin teemoihin liittyviä tutkimusaihoita ovat esim. käyttömukavuuden ja käytettävyyden kannalta tuotteiden ulkonäön räätälöinti, helpompi puhdistettavuus tai voitelun tarpeen minimointi. Suorituskyvyn parantamisessa tärkeä teema on multifunktionaalisuus. Pidemmän ajanjakson kehitystrendi on pinnoitteiden toiminnallisuuden lisääntyminen. Lähtökohtaisesti tämä voi tarkoittaa antureihin ja aistiviin materiaaleihin perustuvaa olosuhteiden, rakenteellisten ominaisuuksien tai ulkopuolisten ympäristötekijöiden seuranta.

Liittämisen prosessien kehittämisessä tutkimustarpeina nousivat esille mittatarkkojen ja kehittyneiden materiaalien liittämismenetelmien kehittäminen. Kehittyneillä materiaaleilla tarkoitetaan tässä yhteydessä esim. komposiitteja ja pinnoitettuja materiaaleja. Liitosten luotettavuus ja luotettavuuden testaus ovat samaten keskeinen osa kestävien liitosten kehittämistyötä. Tähän liittyviä tutkimusaihoita ovat esim. liitoskohtien korroosiosuojauksen menetelmien parantaminen ja liitoksen virheettömyyden rikkomattoman ja langattoman testausmenetelmän kehittäminen. Innovatiivisena liittämismenetelmänä olisi tutkittava adheesiota

yhdistelmäateriaalien mahdollistajana, esim. puun, polymeerien, keraamien ja metallien yhdistämisessä osaksi rakennetta.

Materiaali- ja rakennesuunnittelulla on huomattavan suuri vaikutus tuotteen ympäristövaikutuksiin. Suunnittelussa määritellään, kuinka helposti tuote pystytään hävittämään ja materiaalit kierrättämään. Mitä helpommin kierrätettävät materiaalit pystytään erottelemaan toisistaan, sitä arvokkaampi tuote on romutusvaiheessa. Kierrätettävyyden ja ympäristömyötävyyden ohella materiaalin mallinnuksen tavoitteita ovat mekaanisen luotettavuuden ja väsymiskestävyyden arviointi sekä materiaalien käytettävyyden kehittäminen. Mallinnus voi tukea materiaalin tarjoamien mahdollisuuksien jalokauttamista läpi jalostusketjun. Se voi edistää lujien ja keveiden rakenteiden suunnittelua ja toteutusta. Materiaalin mallinnus on myös tärkeä osa kemian ja metallinjalostuksen valmistusprosessien kehitystyötä.

Edellä lueteltujen konkreettisten kehityskohteiden lisäksi tutkimusprosessin aikana hahmottui joukko materiaalien kehitystyötä yleisesti kuvaavia hypoteeseja:

- Yhtä yksittäistä materiaalitekniikan kehityksen avainalueita ei löydy: Materiaalien kehittämisen avainalueet vaihtuvat toimialalta ja toimialojen klusterista toiselle. Vaikka kehitettävä materiaali olisikin sama, kehitykselle asetettavat tavoitteet voivat olla täysin erilaiset.

- Valmistuskustannusten pienentäminen ei ole materiaalikehityksellinen teema: Vaikka valmistuskustannusten laskeminen nousi kärkeen niissä tavoitteissa, joita vastaajat pitivät tärkeänä materiaalien kehitystyölle, aihe ei korreloinut materiaalien, niiden kehitystarpeiden tai prosessointitapojen kehitystarpeiden kanssa. Valmistuskustannukset ovat sen sijaan kehitystä hidastava tai estävä tekijä. Uusien materiaalien korkea hinta on selkein niiden käyttöönottoa jarruttava syy.

- Elinkaarikustannusten pienentäminen on materiaalikehityksellinen teema: Elinkaarikustannusten pienentämisen kanssa korreloivia materiaalitekniikan kehityskohteita ovat mm. haitallisista aineista luopuminen, asiakkaalle räätälöityjen materiaalien kehittäminen, monimateriaalituotteiden ja -rakenteiden kehittäminen sekä anturien yms. liittäminen rakennemateriaaleihin.

- Materiaalien kehitystarpeiden pohdittaminen toimialatasolla ei ole riittävää. Materiaalien kehitykselle asetettavat tarpeet saattavat erota suuresti toimi-

alan klusterista toiselle. Tärkein yhteistyökumppani saattaisi löytyä aivan toiselta toimialalta. Mikäli tällainen yhteys on jo "luotu" esim. asiakkuuden myötä, voi toivoa, että tuotekehitystarpeet etenevät materiaalin käyttäjältä sen tuottajalle. Asian laita ei kuitenkaan näytä välttämättä olevan näin: koneenrakentaja voi hakea lisäarvoa suhteessa omaan asiakkaaseensa aivan muilla kriteereillä kuin millä metallinjalostaja hakee sitä koneenrakentajaan. Kokonaan uuden ulottuvuuden aihepiiriin tuo yhdistelmäateriaalien merkityksen nähtävissä oleva kasvu. Tällainen kehitys edellyttää monipuolista toimialarajoja ylittävää yhteistyötä.

- Materiaalien kehitystarpeiden "eksoottisuus" ei riipu lopputuotteen kilohinnasta tai toimialan T&K-panoksesta: Valmius hyödyntää uusia innovatiivisia materiaaliratkaisuja näyttää noudattavan U-käyrää suhteessa lopputuotteen kilohintaan: Jos tuote on kilohinnaltaan kallis, on "yhden tekevää" mitä materiaaleja siihen käytetään. Toisaalta, jos tuote on kilohinnaltaan hyvin edullinen, se yleensä tarkoittaa hyvin suuria valmistus- ja myyntieriä. Tällöin suhteellisen pieni yhdistelmäateriaalin osuus voi parantaa lopputuotteen arvoa ja erottuvuutta kilpailijoiden tuotteista. Kuvaava esimerkki on säätyvien materiaalien nousu esiin hiljaisena signaalina sekä kemian- että rakennusteollisuudessa. Kyseisten toimialojen tietyt klusterit edustavat hyvinkin ääripäitä lopputuotteen kilohinnan suhteen.

- Yliopistotutkijoiden ja yritysedustajien käsitykset materiaalitekniikoiden kehityskohteista ovat varsin yhtenevät: Yliopistotutkijat ja yritysedustajat ovat suurelta osin samaa mieltä materiaalitekniikoiden kehityskohteista ja tavoitteista Suomessa. Vain pari tutkimusteemaa, nanomateriaalit ja materiaalin mikrorakenteen tutkiminen, korostuvat yliopistovastaajilla. Työtaustaa merkittävämpi erottava tekijä on tarkasteltava toimiala: uusien materiaalien kehittäminen korostuu enemmän kemianteollisuudessa kuin vaikkapa koneiden ja laitteiden valmistuksessa, joka on enemmänkin niiden soveltamista.

- Uusien materiaalien käyttöönotto on hidasta, vaikka halua olisikin: Uusien materiaalien käyttö voi vaatia aivan uudenlaista materiaalien suunnitteluosaamista. Esimerkiksi komposiittien rakennesuunnittelu eroaa huomattavasti perinteisten metallirakenteiden suunnittelusta. Tuotteen materiaaliominaisuudet luodaan vasta valmistusprosessin aikana ja materiaaliarvoja

on erittäin vaikea määrittää ennen sitä. Uusien materiaalien käyttö voi myös vaatia tuotantolaitteiden uusimista. Toisaalta uusien materiaalien käyttöönottoa voivat hidastaa standardien tai lainsäädännön kehittymättömyys. Tämä on tilanne esim. rakennusteollisuudessa.

Lopuksi voidaan todeta, että metallin jalostajien piirissä tutkimuksen ja kehityksen painopisteistä on suhteellisen selkeät käsitykset, mihin ilmeisesti on vaikuttanut toimialalla pitkään jatkunut horisontaalinen yhteistyö. Toimialan tutkimusohjelmissa heijastuvat ne suuntaukset, jotka tulivat myös tässä tutkimuksessa esille. Keskustelua toimialan sisällä kannattaa varmasti edelleen jatkaa ja erityisesti kehittää toimialarajojen yli tapahtuvaa yhteistyötä. ▀

Viite: M. Naumanen, Materiaalitekniikan kehityskohteita, <http://www.teknologiainfo.net/files/Materiaalitekniikan.kehityskohteita.pdf>

FUNKTIONAALINEN PINNOITETEKNOLOGIA

likaantumattomien ja helposti puhdistettavien tuotteiden valmistuksessa

Erikoistutkija, FT Anne-Christine Ritschkoff, VTT

VTT on kehittänyt jo usean vuoden ajan funktionaalisten sooligeeli-pinnoitteiden sovelluksia erilaisille rakennustuote- ja konepajateollisuuden materiaaleille. Varsin lupaavia tuloksia on saavutettu mm. ruostumattomalle teräkselle kehitetyissä sovelluksissa. VTT on aktiivisesti kehittämässä myös funktionaalista betonia, joka pysyy puhtaana ja kykenee pelkistämään ilman epäpuhtauksia kuten typen ja rikin oksideja.

Tuotteen käyttöänsä aikana materiaalien pinnat altistuvat ympäristönsä epäpuhtauksille, joita ovat kosteus, lika, noki, savu, saasteet, erilaiset haihtuvat yhdisteet (hajut ja erilaiset materiaaliperäiset emissiot) ja mikrobit (bakteerit, homeet, sienet ja levät). Materiaalien pintarakenteet vanhenevat ja kuluvat, jolloin pinnan ulkonäkö muuttuu epäpuhtauksien syöpyessä perusmateriaalin rakenteeseen. Pahimmillaan epäpuhtaudet käynnistävät pintarakenteiden vaurioitumisen (korroosio, lahoaminen) ja saattavat altistaa tuotteen käyttäjän erilaisille vaaratekijöille (mikrobit, allergenit).

Materiaalien puhtaana pysymistä voidaan edistää funktionaalisia eli toiminnallisia materiaaleja sisältävien ohutpinnoitteiden avulla. Funktionaalisilla materiaaleilla tarkoitetaan määritelmän mukaan "ulkoiseen herätteeseen" aina samalla ja ennustettavalla tavalla reagoivia materiaaleja. Ulkoisia ärsykejä eli herätteitä voivat olla esimerkiksi valo, lämpötila, kosteus, sähkövirta sekä kemialliset tai mekaaniset muutokset. Esimerkkejä funktionaalisista materi-

aaleista ovat sooligeelinanokomposiitit, faasimuutosmateriaalit, sähköä johtavat polymeerit, muistimateriaalit, pietso-sähköiset materiaalit ja magnetostrikttiiviset tai reologiset materiaalit.

Pintamateriaalit toimivat luonnon mekanismeilla

Funktionaalisten materiaalien lukuisia pinnoitesovelluksia voidaan hyödyntää mm. kestävinä ja kovina pintoina. Lisäksi pintojen kestävyys ulkoisia tekijöitä, kuten, likaa, valoa, epäpuhtauksia ja säteilyä, vastaan voidaan parantaa. Pintojen adsorptio- ja absorptio-ominaisuuksia muuttamalla voidaan säädellä materiaalien läpäisevyyttä ja epäpuhtauksien sitoutumista. Materiaalipintojen puhtaana pysyminen voi olla passiivista, jolloin ne eivät kerää likaa tai kosteutta, minkä ansiosta epäpuhtauksien tarttuminen estyy. Esimerkkinä tällaisista pinnoista ovat mm. lotus-efektin mukaisesti toimivat pinnat, jotka eivät kerää likaa ja ovat helposti puhdistettavissa.

Lotus-pintojen kehitystyössä käytetään luonnon omaa mekanismia torjua epäpuhtauksia. Lotus-kasvin lehtien pinta on rakenteeltaan ja kemialtaan sellainen, että epäpuhtaudet eivät tartu ja sadevesi puhdistaa lehdet pinnalle laskeutuneesta pölystä ja liasta. Kasvin lehtien pinta on topografialtaan, toisin kuin voisi kuvitella, suhteellisen karkea ja muodostunut vahakerroksesta, jossa on mikro- ja nanotason kumpareita. Hydrofobinen vahakerros estää likaantumista, mutta myös pinnan epätasaisuudella on oma funktionsa: säädellysti epätasainen pintakerros mahdollistaa ilmataskujen muodostumisen pinnan ja likapartikkelien välille, mikä edelleen vähentää lian tarttumista lehtiin ja lisää niiden huuhtoutumista veden mukana.

Pintarakenteet voivat olla myös aktiivisia, jolloin niillä on spesifinen kyky puhdistua ja jopa puhdistaa itse itsensä. Esimerkkinä tällaisesta rakenteesta on fotokatalyyttistä titaanidioksidia sisältävät pinnoitteet.

Nanoteknologialla pintoihin uusia ominaisuuksia

Nanoteknologiaan pohjautuvien materiaalien muokkausmenetelmät mahdollistavat uudella tavalla rakenteissa, koneissa ja laitteissa käytettävien perinteisten materiaalien, kuten esimerkiksi puu, metallit ja teräkset, betoni ja keraamit, ominaisuuksien parantamisen ja uusien ominaisuuksien synnyttämisen. Nanorakenteet ja nanopartikkelilisäykset tuottavat perusmateriaaleille ominaisuusyhdistelmiä, joiden aikaan saaminen perinteisillä pintakäsittelymenetelmillä (esim. maalit, lakat ja korroosiosuojat) tai lisäaineistuksilla ei ole mahdollista. Nanoskaalaan siirtymisen etuna ovat perusmateriaalien funktionalisoinnin lisäksi myös pienemmät lisäaineiden käyttömäärät ja -kustannukset. Perusmateriaalin pintaominaisuuksia modifioimalla voidaan parantaa materiaalin kestävyttä UV-säteilyn, kosteuden, hapen, mekaanisen hankauksen ja erilaisten ympäristöperäisten epäpuhtauksien (lika, mikrobit) aiheuttamaa vaurioitumista vastaan.

Sooligeeliteknikka on nanoteknologiaan pohjautuva materiaalien valmistus- ja muokkausmenetelmä, jota tällä hetkellä hyödynnetään materiaalien ominaisuuksien muokkauksessa. Eri-tyisesti sooligeeliteknikalla valmistetut ohutpinnoitteet tarjoavat potentiaalisen kehitysalustan materiaalien pintaominaisuuksien muokkaukselle. Sooligeeliteknikalla valmistetuissa hybridimateriaaleissa on nanokokoinen



Rasvalian puhdistuminen pinnoittamattomalta sekä VTT:llä kehitetyllä sooligeelipinnoitteella pinnoitetun ruostumattoman teräksen päältä. Pinnoittamattomalla teräspinnalla rasvalika leviää pinnalla ja tunkeutuu teräksen mikrorakenteeseen (raerajoihin). Likaa ei saada puhdistettua pinnalta vaan jäljelle jää ruma tahra. Pinnoitetulla pinnalla rasvalika ei pääse tunkeutumaan teräksen rakenteeseen ja puhdistuu helposti pinnalta.



Rasvapisara liukuporrasmateriaalilla.

verkkomainen rakenne, jossa voidaan yhdistää polymeerien, keraamien ja metallien ominaisuuksia. Sooligeelitekniikalla voidaan valmistaa matalissa lämpötiloissa hyvin ohuita pinnoitteita erilaisten materiaalien päälle ja muuttaa näiden pintaominaisuuksia haluttuun suuntaan. Pintoja voidaan esimerkiksi muokata hydrofobisiksi tai hydrofiiliseksi sovelluksen mukaan. Sooligeeliprosessin kemia perustuu epäorgaanisen aineen polymeroitumiseen, mutta myös orgaanisen aineksen polymeroitumista voidaan hyödyntää pinnoitteiden valmistuksessa. Sooligeelipinnoitteen rakennetta voidaan edelleen muokata kemiallisesti erilaisten polymeeriläytösten avulla ja siihen voidaan liittää erilaisia funktionaalisia ryhmiä. Tällä tekniikalla valmistettujen pinnoitteiden ominaisuuksia voidaan siis räätälöidä käyttökohteen ominaisuus käyttövaatimusten mukaisesti aivan uudella tavalla. Materiaalien sooligeelipinnoitus voi tapahtua kastopinnoituksella, valutuspinnoituksella, spin-coating menetelmällä, telapinnoituksella tai ruiskupinnoituksella samaan tapaan kuin materiaalien pinnoitus lakka- tai maalipinnoitteilla. Sooligeelipinnoitteet poikkeavat kuitenkin perinteistä pinnoitteista ohuuden (nanoskaala – 5 um), läpinäkyvyyden ja sisältämien funktionaalisten ryhmien vuoksi.

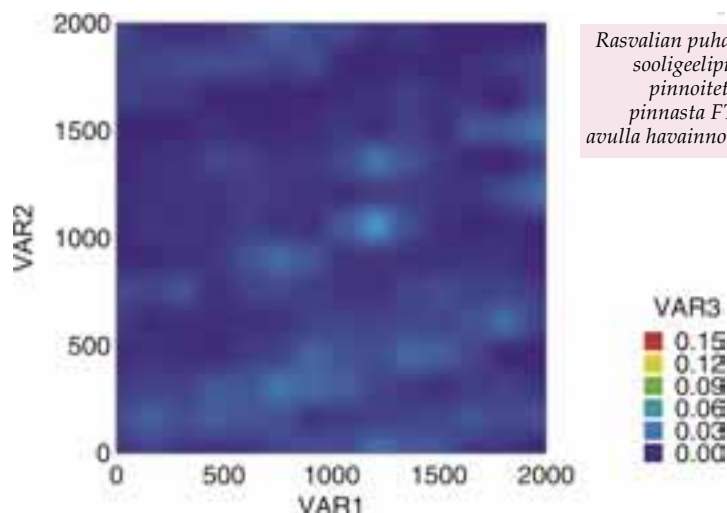
Sooligeelitekniikan kaupallistaminen hyvässä vauhdissa

Funktionaalisten materiaalien tutkimus sai alkunsa elektroniikka- ja avaruusteknologiasta. Japani on alan edelläkävijä, mutta tutkimusta tehdään myös

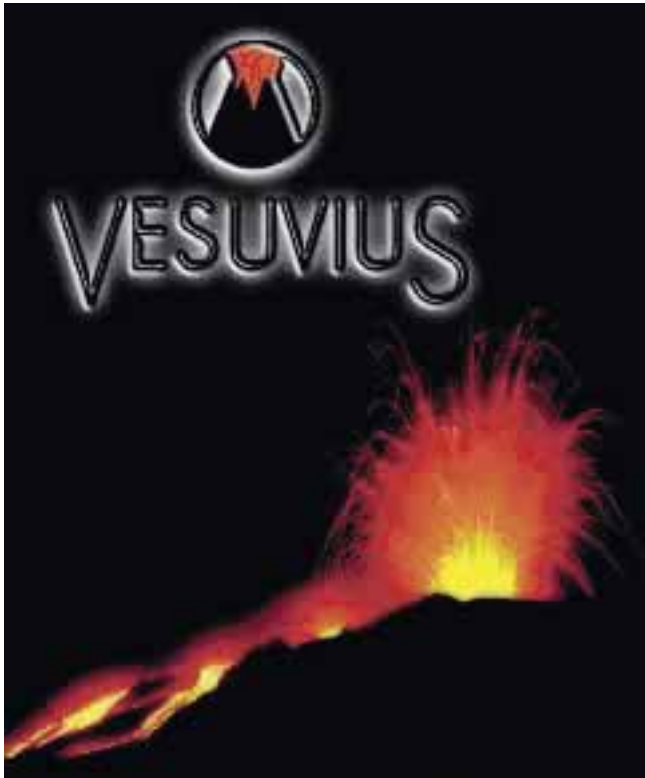
Yhdysvalloissa ja Euroopassa. Sooligeelihybridipinnoitteita on tutkittu ja jossain määrin sovellettu jo 1950-luvulta lähtien. Nyt alan perusideoita sovelletaan myös meillä käytäntöön, esimerkiksi rakennus-, konepaja- ja kulkuneuvojen materiaaleissa. Sooligeelitekniikkaan perustuvia ratkaisuja hyödynnetään sovelluksissa, joissa muokattavalle perusmateriaalille tuotetaan uusia ominaisuuksia tai parannetaan merkittävästi olemassa olevia ominaisuuksia. Käytetyimpiä nanopartikkeleita ovat mm. titaanidioksidi ja erilaiset nanosilikaatit, joiden avulla muokataan esimerkiksi perusmateriaalien puhdistuvuutta, naarmuuntumisen kestoa ja pintakovuutta. Sooligeelitekniikkaan perustuvia ohutpinnoiteratkaisuja käytetään nykyään useissa kaupallisissa sovelluksissa. Esimerkinä voidaan mainita silmälasien naarmuuntumattomat

ja sormenjälkiä hylkivät pinnoitteet silmälasissa sekä eräiden automerkkien korien viimeistelypinnoitukset. Markkinoilta löytyy myös menetelmää hyödyntäviä, pinnoitettuja saniteettitilojen keraamisia tuotteita, kuten wc- ja pesualtaat. Tällä hetkellä käytössä olevat pinnoitteet estävät rasvan ja lian pinttymisen tuotteen pinnalle. Pinnoitetun tuotteen puhdistaminen on helppoa, eikä siihen tarvita voimakkaita pesuaineita. Näiden tuotteiden rajoituksena on kuitenkin pinnoitteen suhteellisen nopea kuluminen käytön aikana. Tutkimuksen avulla voidaan kuitenkin parantaa pinnoitteiden ominaisuuksia ja siten lisätä pinnoitetun tuotteen kestävyttä ja käyttöikää. Aktiivisista, itsestään puhdistuvista tuotteista tunnetuin on kaupallisessa käytössä oleva Pilkington-lasi. Lasin pinnalle keräytyvä lika hajoaa pinnoitteessa olevan fotokatalyyttisen titaanidioksidin reagoitessa luonnollisen päivänvalon ultraviolettisäteilyyn. Kun lasille sataa tai se muuten kastuu, lika huuhtoutuu pois valumaveden mukana pinnoitteen hydrofiilisyydestä johtuen. Hydrofiilisella pinnalla vesi ei muodosta pisaroita, vaan leviää tasaisesti koko pinnalle. Lasi kuivuu nopeasti jättämättä rumia kuivumistahroja. Fotokatalyyttinen titaanidioksi kiinnostaa myös mikrobien kasvua estävien pintamateriaalien tuotekehittäjiä.

Sooligeeli- ja fotokatalyyttisten pinnoitteiden kaupallinen saatavuus on parantunut huomattavasti viime vuosina. Alalle on muodostunut ohutpinnoiteisiin erikoistuneita yrityksiä, joiden toimialaan kuuluvat asiakkaan tarpeen mukaan räätälöityjen ohutpinnoitteiden valmistus, tuotanto ja asennus. Pinnoitteiden hintaan vaikuttaa luonnollisesti raaka-aineiden hinta, halutut ominaisuudet ja käsiteltävä pinta-ala. ▴



Rasvalian puhdistuminen sooligeelipinnoitteella pinnoitetusta teräspinnasta FTIR-kartan avulla havainnollistettuna.



Teollisuusmineraaleja prosessiteollisuudelle

Vihdintie 4 – 6 03100 NUMMELA
puhelin 09 2252 580, fax 09 2252 5810
sähköposti mail@spminerals.fi

The advertisement features a background image of a large, dark, metallic industrial pipe or structure set against a dark, rocky landscape. The text is overlaid in white. At the bottom left is the OMG logo, which includes the letters "OMG" in a stylized font with "OMG GROUP" written below it.

Producer of Cobalt
and Nickel metals
and related
specialty chemicals

OMG Kokkola Chemicals
OMG Harjavalta Nickel
OMG Finland

PYHÄSALMI MINE OY

Moderni ja turvallinen.
Lukeutuu maailman tehokkaimpien
kaivosten joukkoon.



PI 51, 86801 Pyhäsalmi, puh. (08) 769 6111
email: etunimi.sukunimi@pyhasalmi.com

INMET

www.inmetmining.com

MINING

Pintojen tutkimus on pinnalla

Teksti Tiina Männistö · Kuvat Outi Milner

Outokumpu Oyj:n Säätiö jakoi marraskuun 2005 lopulla apurahoita ja tunnustuspalkintoja lähes 300 000 euroa. Uusia tutkimuksen painopistealueita korostavaa oli tällä kertaa se, että apurahasummasta lähes kolmannes, huomattavasti aikaisempaa enemmän, myönnettiin metallipintojen ominaisuuksien ja metallien pinnoittamisen tutkimiseen.

Outokumpu Oyj:n Säätiö edistää metallien valmistuksen ja jalostuksen, metalli- ja kaivosteknologian, malmigeologian ja niiden liiketoiminnan tutkimusta Suomessa tukemalla alan opiskelijoita,

tutkijoita ja opettajia. Vuonna 2005 säätiö sai 124 hakemusta ja myönsi niiden perusteella tukea 63 tutkijalle, opiskelijalle ja projektille.

Jaetusta summasta kolmasosa myönnettiin geologian sekä kaivos- ja rikastustekniikan tutkimukseen, loput kaksi kolmasosaa puolestaan metallurgiaan, metallien muokkaukseen ja metallien ominaisuuksiin keskittyvään tutkimukseen.

Professoriapuraha kierrätystutkimukseen

Kymmenentuhannen euron suuruisen professoriapuraha annettiin mekaanisen prosessi- ja kierrätystekniikan professorille **Kari Heiskaselle** Teknillisestä korkeakoulusta. Heiskanen käyttää apurahan metallien ja muiden materiaalien kierrätyksen tieteellisen ja teknisen pohjan kehittämiseen sekä monitieteellisten tutkimusohjelmien edistämiseen. Apuraha on myös tunnustus Heiskasen työstä opetuksen uudistajana.

Professoriapurahan lisäksi euromääräisesti suurimpia apurahoja olivat tutkimusryhmille ja väitöskirjaprojekteihin myönnetty avustukset. Tukea jatko-opiskeluunsa saivat kymmenen väitöskirjan tekijää. Projektirahaa myönnettiin neljälle tutkimusryhmälle. Professori **Simo-Pekka Hannulan** johtama ryhmä tutkii kolmea aihealuetta: kuparilevyjen aurinkokenno-päällysteen kehittämistä; mikrorakenteiden muodostumista uudentyyppisissä ferriittisen ruostumattoman teräksen valmistusprosessissa; sekä sol-gel -päällysteiden kehittämistä kuparille ja ruostumattomalle teräkselle.

Professori **Seppo Louhenkilven** johtaman ryhmän suurimpana tavoitteena on kehittää jatkuvavalusimulaattori teräksen koko valuketjulle. Professori **Lauri Pesosen** johtamassa hankkeessa mitataan Outokumpuun

tehdyn syväkairausreiän petrofysikaalisia ominaisuuksia ja paleomagnetismia. Professori **Mika Valdenin** ryhmä keskittyy ruostumattoman teräksen pinnoitteiden syntymekanismiin, modifiointiin ja ominaisuuksiin.

Jalometalliohutkalvot ja valupulveri väitöksissä

Vuoden väitöskirjatyöstä palkittiin kaksi henkilöä, kummatkin kahdellatuhannella eurolla. Filosofian tohtori **Titta Aaltonen** Helsingin yliopistosta sai palkinnon väitöskirjastaan, jossa hän onnistui ensimmäisenä tutkijana maailmassa kasvattamaan jalometalliohutkalvoja haastavalla Atomic Layer Deposition (ALD) menetelmällä. Menetelmässä metalliorganisia yhdisteitä hajotetaan hapella metalleiksi. Aaltonen onnistui kasvattamaan sekä ruteeni- että platinakalvoja. Menetelmä on nyt patentoitu ja se on herättänyt laajaa huomiota.

Toinen väitöskirjapalkinnon saanut oli tekniikan tohtori **Andrey Shilov** Teknillisestä korkeakoulusta. Hänen väitöskirjansa on massaspektrometrinen tutkimus valupulverin höyrystyvistä komponenteista. Tutkimuksen tulokset antavat työkaluja teräksen jatkuvavalussa käytettävien valupulverien kehittämiseksi ja auttavat ymmärtämään sen höyrystymisilmiöitä ja ympäristöllisiä vaikutuksia. Shilov osoitti, että valupulverien esilatus ja kalsiumfluoridin korvaaminen litiumoksidilla vähentävät merkittävästi fluoridien höyrystymistä ja siirtymistä ilmaan.

Kahdentuhannen euron tunnustus myönnettiin myös vuoden diplomitöistä ja pro gradu -työstä. Teknillisestä korkeakoulusta valmistuneen diplomi-insinööri **Erno Soinilan** lopputyö käsitteli korkealujuuksisia amorffisia

Kari Heiskanen



Erno Soinila



Andrey Shilov



Markus Kyläkoski vasemmalla.

kupariseoksia. Oulun yliopistosta filosofian maisteriksi valmistunut **Markus Kyläkoski** puolestaan tutki platinaryhmän alkuaineiden esiintymistä, geokemiaa ja malmipotentialia Tervolassa sijaitsevan Jouttiaavan muodostumassa.

Osaaminen paras kilpailuvaltti

Johtaja **Pekka Erkkilä** Outokumpu Oyj:stä puhui tilaisuudessa, jossa apurahat jaettiin. Hän korosti korkeata-

soisen osaamisen ja sen ylläpidon olevan paras kilpailuvaltti globaaleilla metallinjalostusmarkkinoilla. Vuonna 1938 perustetun säätiön alkuvuosina sen stipendien ja apurahojen merkitys alan tutkimukselle oli suuri, kun valtioval-

lan resurssit sota-aikana ja sen jälkeen olivat niukat. Vaikka valtion rahoitus noista päivistä on kasvanut, näyttää kehitys Erkkilän mukaan nyt huolestuttavalta: yliopistot ponnistelevat eteenpäin liian niukkojen perusmäärärahojen turvin.

Säätiön jakamasta rahasta reilut 40 prosenttia meni Teknillisen korkeakoulun opiskelijoille, tutkijoille ja opettajille. Oulun yliopisto sai puolestaan runsaan 20 prosentin osuuden. Vajaat 20 prosenttia meni Tampereen teknilliseen yliopistoon. Säätiö pyrkii tutkimuksen kehittämiseen koko maassa, mutta tärkeimpiä tuensaannin

kriteereitä ovat tietenkin tutkimusten tieteellinen taso ja olennaisuus säätiön toimialalle. Tulevina vuosina apurahapäätöksissä näkyy yhä selvemmin Outokummun muuttuminen kaivos- ja monimetalliyhtiöstä ruostumattomaan teräkseen ja teknologiaan keskittyväksi konserniksi.▲

Pekka Erkkilä



Outokumpu Oyj:n Säätiö, jonka tarkoituksena on edistää metallien valmistuksen ja jalostuksen, metalli- ja kaivosteknologian, malmigeologian ja niiden liiketoiminnan tutkimusta ja opetusta yliopistoissa, on 30.11.2005 jakanut apurahoja vuodelle 2006 ja opinnäytetunnustuspalkintoja yhteensä 289 400 euroa.

Vuoden 2005 väitöskirja, pro gradu ja diplomityö

Tunnustuspalkinnot, kukin € 2 000 erinomaisesti suoritetuista opinnäytteistä:

Vuoden väitöskirjatyöstä palkittiin tänä vuonna kaksi henkilöä:

Filosofian tohtori **Titta Aaltonen**, Helsingin yliopisto, sai palkinnon väitöskirjastaan *"Atomic Layer Deposition of Nobel Metal Thin Films"* sekä

Tekniikan tohtori **Andrey Shilov**, Teknillinen korkeakoulu, sai palkinnon väitöskirjastaan

"Mass Spectrometric Study on Volatile Components in Mould Powders".

Diplomi-insinööri **Erno Soinila**, Teknillinen korkeakoulu, palkittiin **vuoden 2005 diplomityöstä** *"Korkealujuuksiset amorffiset kupariseokset"*.

Filosofian maisteri **Markus Kyläkoski**, Oulun yliopisto, palkittiin **vuoden 2005 pro gradu -työstä** *"Platinaryhmän alkuaineiden esiintymisen, geokemiaa ja malmipotentialia varhaisproterotsoista mantereista laakiobasalttikerrostumaa edustavassa Jouttiaavan muodostumassa Peräpohjan vyöhykkeellä"*.

Professoriapuraha

Professori **Kari Heiskanen**, Teknillinen korkeakoulu € 10 000

Professoriapuraha myönnettiin professori Kari Heiskaselle Teknillisestä korkeakoulusta käytettäväksi materiaalien ja metallien kierrätyksen tieteellisen ja teknisen pohjan kehittämiseen sekä edistämään monitieteellisiä tutkimusohjelmia. Samalla apuraha on tunnustuksenosoitus professori Heiskaselle hänen työstään opetuksen uudistajana.

Apurahat tutkimusryhmille

Professori **Simo-Pekka Hannula**, Teknillinen korkeakoulu € 15 500 *"Development of Solar Cell Coating for Copper Plates"*, *"Control of Carbide Precipitation in Processing of New Stainless Steels"* ja *"Control of Surface Properties of Copper and Stainless Steel by Sol-Gel Technologies"*

Tekniikan tohtori **Seppo Louhenkilpi**, Teknillinen korkeakoulu € 18 000 *"Jatkuvaavalun simulointipaketin kehittäminen"*

Professori **Lauri Pesonen**, Helsingin yliopisto € 16 000 *"Physical Properties of the Outokumpu Deep Drill Core"*

Professori **Mika Valden**, Tampereen teknillinen yliopisto € 33 000 *"Towards Functional Metal Alloys via Surface Mediated Processes"*

Jatko-opiskeluun Suomessa

Filosofian maisteri **Lauri Hekkala**, Oulun yliopisto € 14 000 *"Lämmön- ja aineensiertoilmiot ferroseosten nauhasintrauksessa"*

Filosofian maisteri **Tuomo Karinen**,
Oulun yliopisto € 15 000
*"Emäksinen magmatismi ja malminmuo-
dostus"*

Diplomi-insinööri **Tuomas Karttunen**,
Teknillinen korkeakoulu € 15 500
*"Metallipinnoissa tapahtuvien vanhene-
mis- ja diffuusio-ilmiöiden analysointi ja
ratkaisumallien kehittäminen – erityisesti
aurinkokeräinten absorptiopinnat"*

Diplomi-insinööri **Mikko Koljonen**,
Oulun yliopisto € 14 000
*"Raerajojen säätely ruostumattomien
terästen kuumalujuusominaisuuksien
parantamiseksi"*

Diplomi-insinööri **Aleksis Lehtonen**,
Teknillinen korkeakoulu € 16 000
*"Kivien akustiseen emissioon perustuvan,
laboratoriossa kairasydämiä tehtävän
kallion jännitystilän määrittymenestelmän
kehittäminen ja testaaminen kaivosten ja
kalliotilojen kalliomekaanisen suunnitte-
lun pohjaksi"*

Diplomi-insinööri **Marina Malinina**,
Teknillinen korkeakoulu € 14 000
*"Ruostumattomien terästen korkealämpö-
tilan korrosio aggressiivisissa ympäris-
töissä"*

Filosofian maisteri **Jari Näsi**, Oulun
yliopisto € 3 500
*"Prosessin kemiallisen tilan määrittämi-
nen matemaattisen mallintamisen avulla"*

Diplomi-insinööri **Sönke Schmachtel**,
Teknillinen korkeakoulu € 14 000
*"New oxygen evolution electrocatalysts for
metal electrowinning"*

Diplomi-insinööri **Katri Sirola**,
Lappeenrannan teknillinen yliopisto
€ 14 000
*"Selektiivisen ioninvaihdon soveltaminen
liuospuhdistuksessa"*

Diplomi-insinööri **Suvi Veräjänkorva**,
Tampereen teknillinen yliopisto
€ 17 000
*"Structure and properties of thermally
sprayed catalytic coatings"*

Matka-apurahat

Diplomi-insinööri **Kalle Kanervo**, Tek-
nillinen korkeakoulu € 2 000
Plasticity 2006 konferenssi Halifaxissa
Kanadassa 17.-22.7.2006

Diplomi-insinööri **Timo Manninen**,
Teknillinen korkeakoulu € 3 000
11th confrence on metal forming in
Birmingham, UK

Diplomi-insinööri **Anu Martikainen**,
Teknillinen korkeakoulu € 2 500
Konferenssimatka 11th US/North
American mine ventilation sympo-
siumiin 3.-9.6.2006 sekä opintomatka
University of Missouri Rolla'an,
mining & nuclear engineering depart-
ment

Tekniikan lisensiaatti **Pekka Rajamäki**,
Lappeenrannan teknillinen yliopisto
€ 2 500

Hitsiaineen jähmettymisrakenteet ja
niihin vaikuttaminen -tutkimustyön
esittelymatkat Cambridgen ja Lausan-
nen yliopistoihin sekä International In-
stitute of Welding -tutkimuslaitokseen

Diplomi-insinööri **Antti Remes**, Tek-
nillinen korkeakoulu € 2 000
Conference in mineral processing
7.-8.2.2006 Luleå ja International
Mineral Processing Congress IMPC'06
3.-8.9.2006 Istanbul

Geotieteiden opiskelija **Tuomas
Väliheikki**, Oulun yliopisto € 2 000
Opintomatka ja kenttäkurssit Espan-
jaan toukokuussa 2006

Muut apurahat

Professori **Antti Korhonen**,
Teknillinen korkeakoulu € 2 000
Oppi- ja käsikirjan "Ohutlevyteknii-
kan perusteet" kirjoittaminen

Professori **Kauko Laajoki**, Oulun
yliopisto € 4 200
Dr. Rodney Allenin kutsuminen
9.-14.1.2006 järjestettävien 27. Poh-
joismaisen geologisen talvikokouk-
sen luennoitsijaksi ja lyhytkurssien
opettajaksi

Erikoistutkija, dosentti **Jari Larkiola**,
Valtion teknillinen tutkimuskeskus
€ 2 000
Oppi- ja käsikirjan "Ohutlevyteknii-
kan perusteet" kirjoittaminen

Tutkimusprofessori **Juhani Ojala**,
Geologian tutkimuskeskus € 2 500
Professori Jeff Hedenquistin kutsu-
minen 9.-14.1.2006 järjestettävien 27.
Pohjoismaisen geologisen talvikoko-
uksen luennoitsijaksi ja lyhytkurssien
opettajaksi

Opiskelija-apurahat (á 800 €)

Helsingin yliopisto

Elina Arponen
Maria Favorin
Esa Heilimo
Pasi Heino

Jussi Heinonen
Petriikka Karttunen
Tiia Kivisaari
Silja Laaksonen
Sanna Petäjäjärvi
Esa Pohjolainen
Ilona Romu

Oulun yliopisto

Hannu Ahola

Turun yliopisto

Tero Kravtsov
Tommi Lehtilä
Johanna Paadar
Heidi Rautanen
Annika Vehviläinen
Kaisa Wanne

Teknillinen korkeakoulu

Akusti Jaatinen
Jenni Karjalainen
Suvi Rannantie
Tiina Vuorio

Tampereen teknillinen yliopisto

Mikko Aromaa
Miina Keskinen
Anne Verho

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Tuomas Peräkylä
Sebastian Pinke
Jani Rautkoski
Henna-Riikka Vaittinen

Åbo Akademi

Johan Högnäs

Opiskelu ulkomailla à 800 €

Maija Antila, Kiina
Outi Hänninen, USA
Minna Kynsilehto, Espanja
Maarit Nousiainen, Islanti





Kokemuksia väitöskirjan teosta Osakan yliopistossa

Kuva 2. Huhtikuussa Osakassa kirsikkapuut puhkeavat kukkaan ja niiden väriloisto kestää vain viikon verran.

Ph.D. Ari T. Hirvonen, TKK, Materiaalitekniikan osasto, Materiaalitieteen laboratorio

Johdanto

Tarina alkaa siitä, kun vuonna 2001 tein diplomityötä Metall- ja materiaaliopin laboratoriossa (nykyisin Materiaalitieteen laboratorio) professori Veikko Lindroosin toimiessa valvojana. Laboratoriolla on aina ollut vierailevia professoreja ja tutkijoita maapallon kaikista kolkista. Kyseisenä aikana suhteet Japaniin olivat pinnalla, koska laboratoriossamme oli vierailevana professorina Nagoyan yliopistosta Professori Roman Nowak (nykyisin The Nordic Hysitron Laboratoryn johtaja). Hän oli juuri palannut Japanista 11 vuoden työrupeaman jälkeen unelmamaahansa eli Suomeen, mistä hänellä oli hyvin lämpimät muistot omilta opiskelua ajoiltaan. Tuohon aikaan myös tutkimusosapuolet Suomen ja Japanin välillä tekivät tuttavuutta puolin ja toisin (kuva 1.).

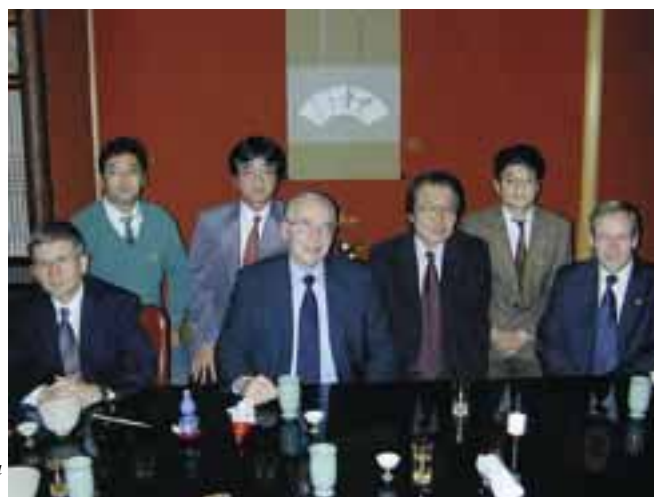
Opintojen loppuvaiheessa myös minulle tuli ajankohtaiseksi miettiä tulevaisuuttani ja sen johdosta tieni johti vuonna 2002 alkaneeseen Graduate School on Metallurgy and Metals Technologyyn eli tutkijakoulun ”penkille”. Itse tutkijakoulun toiminta-ajatus on kouluttaa metalliteollisuuden ja sitä palvelevien tutkimuslaitosten sekä korkeakoulujen tarpeisiin tohtoreita, jotka kykenevät kehittämään sekä käytössä olevia että

uusia työkaluja kilpailukyvyyn turvaamiseksi. Koska tutkijakoulu rohkaisee kaikkia opiskelijoitaan suorittamaan ainakin osan opinnoista ulkomailla, koitui minun onnekseni Japanin opetusministeriön 2-vuotinen opiskelustipendi Osakan yliopistoon. Tuolloin tiesin Japanista vain sen, että siellä hallitaan huipputekniikka, käyttäydytään kohteliaasti ja syödään terveellisesti.

Valmistautuminen matkaan

Jo Suomessa aloin käydä japanin kielen peruskurssia ja samalla koetin kovasti kysellä professori Nowakilta neuvoja siitä, mitä minun tulisi ottaa huomioon siirtyessäni hyvin erilaisen kulttuurin ja erilaisten ihmisten pariin. Ai-

Kuva 1. TKK:n professoreja vieraillemassa Osakan yliopistossa. Kuvassa vasemmalla japanilaiset: Sekino, Suganuma, Niihara ja Tanaka, TKK:n edustajina Nowak, Lindroos ja Heiskanen.



emmin Metallurgian tutkijakoulun johtoryhmä oli hyväksynyt sen, että opiskelen osan ajasta ulkomailla, joten minulla oli tarkka suunnitelma siitä, mitä haluan Japanissa tehdä. Vihdoin lähtöpäivä koitti, ja suomipoika lähti matkalaukut pakattuina kohti tuntematonta.

Opiskelu

Saavuini Japaniin huhtikuun toisena päivänä 2002 muiden Euroopasta tulleiden stipendiaattien joukossa. Osakan lentokentällä meitä oli vastassa joukkio, joka koostui yliopistojen ihmisistä. He jakoi-

vat uudet opiskelijat kentällä ryhmiin sen mukaan, minkä yliopiston nämä olivat valinneet opiskelupaikakseen. Muutaman tunnin jälkeen istuin bussissa matkalla kohti asuntolaa ja ihmettelin innokkaasti bussin ikkunasta kaikkea näkemääni uutta. Siinä ohessa kerrottiin lähipäivien ohjelmastamme, joka piti sisällään rekisteröinnin paikalliseen kaupungin toimistoon, pankkitilin avaamisen ja yhteisiä illanviettoja paikallisen väestön kanssa. Koko ohjelma oli alusta pitäen hyvin järjestetty, ja ketään ei jätetty huomioimatta. Muutamien päivien

paranevan sitä mukaa kuin lisää sakea virtasi heidän suoniinsa. Tuosta illasta alkoi tiivis suhteeni professori Niiharan laboratorioon (**kuva 3**). Ensimmäisen kuukauden aikana opiskelin japanin kieltä, erityisesti kanji-merkkejä. Illat ihmettelin laboratorion kaiken kattavia laitteistoja ja tutustuin oppilaisiin. Yhtenä iltana sain sitten kautta rantain tietää, että seuraavalla viikolla minun pitäisi suorittaa yliopiston sisäänkäykykokeet ja vieläpä läpäistä ne. Muutoin en virallisesti olisi kirjoilla tohtoriopiskelijana yliopistolla ja saisin palata maitojunalla

kieltä. Omalta osaltani pehmeä lasku kesti orientaatiojakson alkupäiviin asti, minkä jälkeen minulle selvisi aika nopeasti se tosiasia, että en pystynyt suoriuttamaan omaa tarkkaa tutkijakoululla jo hyväksyttämäni tutkimusohjelmaa aikataulun mukaisesti. Minun piti laatia täysin uusi aikataulu, joka perustui uuden laboratorion tietämykseen ja osaamiseen nanokeraameista. Muutoin Osakan yliopiston professorini ei olisi pystynyt valvomaan opiskelua ja olisi ongelman ilmaantuessa nostanut käntensä pystyyn ja kehottanut kysymään Suo-



*Kuva 3.
Professori
Niiharan
laboratorio
vuonna
2002.*

aikana huomasin, että olin ainoa opiskelija pohjoismaista. Pääasiassa seurue koostui ihmisistä, jotka tulivat opiskelemaan maisterin- tai tohtorintutkintoa varten, ja kaukaisimmat kaverit tulivat Afrikasta ja Etelä-Amerikasta asti. Koska asuimme kaikki samassa asuntolassa, olimme kuin yhtä suurta perhettä. Tähän vaikutti osaltaan se, että luonnollisesti painimme aivan samanlaisten ongelmien parissa, jolloin minusta tuntui kuin olisin kerralla saanut joukkion uusia veljiä ja siskoja. Luonnollisesti suurin osa opiskelijoista oli peräisin Aasian maista, kuten Etelä-Koreasta, Kiinasta ja Thaimaasta. Heille kulttuurišokki ei ollut niin raju kuin meille muille.

Minulle tuli muutaman päivän kuluttua viesti, että minut noudetaan asuntolastani yliopistolle, missä järjestetään illalla tervetuliaisjuhlat juuri kukkaan puhjenneiden kirsikkapuiden alla (**kuva 2**). Onnekseni olin jo Suomessa tutustunut professori Niiharaan ja apulaisprofessori Sekinon, kun olin isäntänä heidän vierailujensa aikana. He puhuvat sujuvaa englantia. Muusta laboratorion väestä ainoastaan sihteeri ja tohtorit taisivat myös tuon jalon taidon. Ja mitä tulee opiskelijoiden kielitaitoon, se tuntui

takaisin Suomeen. Aikani kyselyäni kokeista minulle selvisi, että ne olivat samantyyppiset kuin TTK:n pääsykokeet (matematiikkaa, fysiikkaa ja kemiaa). Lisäksi olisi vielä englannin kielen tasokoe sekä 15 minuutin esitelmä oman osastoni professoreille aiemmista opinnoistani eli diplomityöstä Suomessa. Tuona viikon mittaisena aikana sain siis hieman esimakua siitä, mitä homma jatkossa tulisi kenties olemaan. Asuntolani kaverit alkoivat ihmetellä syitä siihen, miksi en enää iltaisin osallistunut heidän kanssaan yhteisiin rientoihin. Heillä kun oli vain kieliopintoja päivisin (puolen vuoden intensiivikurssi), joten heidän iltansa olivat vapaat (luonnollisesti vasta läksyjen teon jälkeen). Kun olin läpäissyt pääsykokeet, minun piti alkaa välittömästi suorittaa turvallisuuskursseja, koska opinnot edellyttivät röntgen-laitteistojen käyttöä. Kunkin tutkimuslaitteen käyttö opetettiin päivän mittaisella kurssilla, jonka jälkeen sain oman käyttäjätunnuksen kyseiseen laitteeseen. Vasta tuon jakson jälkeen alkoivat yliopiston järjestämät pakolliset tohtorikoulutusohjelman kurssit. Niillä opiskeltiin kemiaa, uusia materiaaleja, keraameja ja tietenkin japanin

mesta. Tuolloin suunnitelmien muuttuessa suurena tukena toimivat professori Simo-Pekka Hannula ja tutkimusjohtaja Jari Liimatainen (Metso Podwermet Oy), joiden ei aina ollut helppo selitellä tutkijakoulun johtoryhmässä, miksi aiheeni muuttui niin totaalaisesti alkuperäisestä.

Koska yliopiston kurssiohjelma oli varsin tiivis, minulla ei ensimmäisen vuoden aikana ollut mahdollisuutta vierailu Suomessa. Tuona aikana hyvin miellyttäviä hetkiä olivat ne, kun sain toimia suomalaisen seurueen apuisäntänä osastomme professorien ohella. Muistan vieläkin selvästi, kuinka kivalta tuntuikaan puhua pitkästä aikaa suomen kieltä.

Varsinainen tutkimustyö sujui siten, että nuorempana tieteenharjoittajana kävin tiedustelemassa oppineemmilta kavereilta, miten laite toimii. Tämän jälkeen tietysti oletettiin, että laitteiston omatoiminen käyttö jo onnistuu ongelmitta. Kaikkien laitteiden käyttö piti siis opetella käytännössä itse, ja luonnollisesti ohjeet olivat paikallisella kielellä. Kommunikointi oli aluksi aika hankalaa (**kuva 4**).

Loppujen lopuksi ensimmäinen aihe, jonka Osakan yliopisto hyväksyi >>>>



Kuva 4. Herra Kawakutchin kanssa opettelemassa röntgendiffraktio-laitteen käyttöä.



Kuva 5. Kaverit ja veljeni käymässä Suomesta.

tutkimuskohteekseni, oli sirkonium-pohjaiset nanokomposiitit ja niiden pinnoitteet. Kyseisten materiaaliyhdistelmien tutkimus oli osa suurempaa projektia, josta laboratoriomme osuus liittyi korkean lämpötilan sovelluksiin. Näistä mainittakoon kaasuturbiinit ja avaruussukkulan siiven pintamateriaali. Tuosta projektista minulle annettiin tehtäväksi kehittää pinnoitusta varten uudenlaisia sirkonium-pohjaisia materiaaliyhdistelmiä, joiden rakenne on nanometrien mittaluokkaa. Koska laboratorio on tunnettu nanokeraamisesta osaamisestaan ja itse tutkimusresurssit ovat rajattomat, minulle avautui aivan uudenlainen tutkimusmaailma. Varsinaisen tutkimusosuuden teon aloitin materiaalien mikrorakenteen ja mekaanisten ominaisuuksien tutkimisella. Aluksi kyseiset materiaaliyhdisteet eivät olleet kovinkaan tuttuja. Tästä huolimatta minulle selvisi hyvän ohjauksen ansiona, että nopein tie mikrorakenteen muokkaamiseksi haluttuun suuntaan oli laboratorioon juuri hankittu PECS-laitteisto (Pulse Electric Current Sintering). PECS on yksi nanorakenteisten materiaalien valmistuksen lupaavimmista menetelmistä, jonka yhtenä merkittävänä etuna on itse sintterointitapahtuman nopeus. Yhden japanilaisen 16 tunnin työpäivän aikana on mahdollista sintteroida monia erilaisia variaatioita, ja materiaalikirjo on lähes kaiken kattava.

Yliopiston ulkomaanyksikkö olisi järjestänyt mahdollisuuksia tutustua Japanin kulttuuriin ja yhteiskuntaan, mutta ne jäivät kohdaltani käyttämättä, koska opiskeluilta ja tutkimukselta ei yksinkertaisesti vain jäänyt tarpeeksi aikaa. Vaikka olin kuullut huhuja japanilaisten intohimoisesta suhtautumisesta työhön, sen määrä tuli lopulta minulle suurena yllätyksenä. Kiireisimpinä lukukausina vain yksinkertaisesti sulkeuduin luke-



Kuva 6. Pallokala-ateria.

mattomia kertoja viikoiksi työhuoneeseen, jolloin monta laskettelureissua ja iltapalaa jäi väliin. Kaiken kaikkiaan tutkintopaketti koostui 15 kurssista, apuopettajana toimimisesta kemian laboratoriotöiden yhteydessä 10 tuntia viikossa, 3 esitelmästä sekä tasokokeesta ja 5 julkaisusta.

Vapaa-aika

Vaikka suunnitelmiana oli alun perin olla Japanissa vain kaksi vuotta ja palata sen jälkeen Suomeen jatkamaan opintoja tutkijakoulussa, loppujen lopuksi aika venähti 3,5 vuoteen. Aluksi tukena ja turvana toiminut uusi ulkomainen ystäväverkko hajosi ensimmäisen vuoden jälkeen, osaksi siksi, että joillekin eläminen tällä paratiisisaarella ei vain yksinkertaisesti luonnistunut. Esimerkiksi afrikkalaiselle kaverille muodostui ylitsepääsemättömäksi ongelmaksi nukkuminen talvella pipo päässä, verryttelysuu päällä ja villasukat jalassa. Hän ei ollut koskaan edes nähnyt lunta, ennen kuin näytin sitä hänelle pakastelokerostani. Allekirjoittaneelle taas kuuma ja kostea kesä tuotti aluksi ihmettelyn aihetta. Hiki tuntui valuvan koko ajan pitkin selkää, ja ilmastointilaitteen alla oleskelu taas aiheutti nuhaa.

Onnekseni ystäväystyyn paremmin



Kuva 7. Tokion Suomen suurlähetystössä juhlimassa itsenäisyyspäivää. Kuvassa vaimoni Ikuyo ja hänen vierellään suurlähettilään rouva Liisa Salovaara.

paikallisen väestön kanssa, joiden kanssa aina kansallisina vapaapäivinä teimme retkiä lähikaupunkeihin ja jotka tutustuttivat minut myös japanilaiseen elämänmenoon ja kulttuuriin. He ja lukuisat vierailevat ystäväni Suomesta toimivat siis henkireikänä ulkomaailmaan. Luonnollisesti näiden vierailujen aikana halusimme viettää mahdollisimman paljon aikaa yhdessä, joten pyrimme ajoittamaan ne aina sellaiseen ajankohtaan, että siihen sisältyi ainakin yksi kansallinen vapaapäivä, jolloin pystyimme tekemään tutkimusretkiä Osakan ympäristössä (**kuva 5**). Muulloin he joutuivat laatimaan ohjelmansa omatoimisesti, koska minun päiväni menivät laboratoriossa. Uuteen suomalaisen kaveriin tutustuin sattumalta lentokentällä, kun olin saattamassa ystäviäni paluumatkalle Suomeen. Ajattelin itsensä, että kaveri näytti ainakin eurooppalaiselta,

ja hetken keskusteltuamme totesimme, että voimme vaihtaa ”kolmannen” kotimaisen kielen ensimmäiseen. Tapauksiemme ajoittui viikonlopuille, jolloin ystäväni oli usein kotonaan Osakassa. Hänen jälkeensä yrityksen vetovastuuseen astui seuraava kaveri, jonka kanssa minulla on ollut mahdollisuus viettää enemmän aikaa yhdessä. Itse asiassa ensimmäisen yhteisen projektimme tuloksena oli saunan rakentaminen hänen takapihalleen. Projekti otti tuulta siipiensä alle, kun hän sattumoisin sai järjestetyksi karkaistua 10 millin lasia saunan seiniksi ja katoksi. Kerroin hankkeesta Suomeen päin, jolloin veljeni lupasi sponsoroida kiukaan ja luottoystäväni Janne sai toimitetuksi sen asevelihinnalla Finnairin rahtina Osakaan asti. Itse sauna valmistui ennätysajassa, ja se on toiminut tukikohtanamme siitä asti. Selasta vaivaahan ei tunnetusti ole, jota sauna, viina ja vihta eivät parantaisi.

Eläminen

Aloitin asuntolasta, missä huoneen kalustukseen kuuluivat sänky, pöytä, tuoli, jääkaappi ja ilmastointilaitte. Huone oli kooltaan 2,5 x 3,5 metriä. Samassa kerroksessa sijaitsivat yhteiset vessat ja talon alakerrassa olivat puolestaan pesutilat ja pyykinpesukoneet. Tämän lisäksi talon sisääntuloaulan yhteydessä oli iso olohuone ja keittiö. Vuokra oli 45 000 jeniä eli 350 euron luokkaa, jonka lisäksi piti maksaa sähkölasku. Myöhemmin muutettuani omaan asuntoon maksoin 50 neliön kaksiosista 800 euroa, jonka päälle tulivat vielä sähkö-, vesi- ja kaasumaksut yhteensä noin 50 euroa lisää. Asuntoon muuttaessa normaalina käytäntönä on Japanissa takuuvuokra, joka on suuruudeltaan kolmen-neljän kuukauden vuokran verran. Huoneistoon pitää ostaa itse ilmastointilaitteista ja keittiön helloista lähtien kaikki, mikä tietää 3 000 euron alkupanostusta. Mikäli asuntoa on hoitanut hyvin, takuuvuokrasta voi saada takaisin kuukauden vuokran verran poismuuton jälkeen. Muutoin elämisen kustannukset koostuvat seminaarimatkoista, jotka opiskelijat maksavat omasta pussistaan. Minun kohdallani tutkijakoulu maksoi minulle koko ajan palkkaa ja matkani tutkijakoulun seminaareihin, mikä osaltaan helpotti taloudellista ahdinkoani. Jatko-opiskelijan erottaa firman palveluksessa toimivasta henkilöstä niin sanottu *pillow money*, jota ei yliopistomaailmassa tunneta. Luonnollisesti ulkomaalainen ei voi ainakaan Aasian maissa tuntematta kanji-merkkejä löytää aina sitä edullisinta ratkaisua, esimerkiksi matkustessaan junalla; puhumattakaan siitä,

että eksyy kaupungilla johonkin tasokaampaan ravintolaan, jossa on tarjolla jotain erikoisruokaa. Tällöin on parempi olla liikkeellä professorin kanssa, koska laskun loppusumma kohoaa helposti 400 euroon per henki (kuva 6).

Maanjäritykset olivat uusia kokemuksia, joihin en ollut aiemmin törmännyt maailmalla. Aluksi ne tuntuivat olevan vain pienehköjä järjestyksiä syksyisin. Sitten kohdalleni sattui kerran suurempi maanjäritys ja silloin todella tuntui, kun suuren kerrostalon heiluminen vain voimistui voimistumistaan noin puolen minuutin ajan. Sen seurauksena kirjahyllyistä alkoi tippua tavaraa niskaan, jolloin oli aika luonnollista jo hakeutua suojaan työpöydän alle. Kaikesta huolimatta talo pysyi kasassa ja mitään ei rikkoutunut talon sisälläkään, mutta sen jälkeen muutin täysin suhtautumistani tuohon luonnonilmiöön.

Yleisesti ottaen eläminen työpaikan ja kodin välillä ei tuottanut ongelmia ja kaikki luvat ja hakemukset olivat aina järjestettynä määräärikaan mennessä yliopiston kansainvälisen toimiston puolesta. Muun muassa työluvan anominen apuopettajan tointa varten hoitui kivutomasti heidän kauttaan.

Minun pelastukseksi koitui japanikielen opettajani, josta viime keväänä tuli vaimoni ja nyt runsaan kuukauden ikäisen tyttärenti äiti (kuva 7). Hänen opastuksellaan tutustuminen ja asiat Japanissa sujuivat kuin tanssi, ja hänen ansiostaan yhteiset matkamme eivät rajoittuneet ainoastaan Japanin maaperälle vaan vierailimme yhdessä (Golden Weekin aikoina ja muina kansallisina juhlapäivinä) muun muassa Kiinassa, Taiwanissa, Hawajilla, Guamilla ja häämatkalla Baliilla. Luonnollisesti Japanikin on tullut kolutuksi koko lailla etelästä pohjoiseen (kuva 8).

Yhteenveto

Koko 3,5 vuoden oleskeluni on täynnä aikamoisia juttuja, karmeita munauksia ja hyvin outoja kokemuksia, joiden kaikkien jäsentely ei ole vielä avautunut selkeästi itsellenikään. Mutta lyhyesti Japani on täynnä iloisia ja auttavaisia ihmisiä, joilla on oma tapansa elää ja koettaa pysyä maailman menossa mukana, ja se totisesti eroaa meidän omasta länsimaaisesta maailmankatsomuksestamme. Vai mitä tulee mieleen, jos sekoitetaan moderni länsimaalainen elämänmeno, huipputekniikka ja vanhat perinteiset käytöstavat? Japanilaiset ovat kuitenkin tavattoman kiinnostuneita muista kulttuureista ja tavoista, ja suomalaisena heidän sydämensä on helppo valloittaa. Itse asiassa jo muutamalla muumipins-



Kuva 8. Harjoittelemassa soban eli nuudeleiden tekoa maaseudulla Amagasakissa.



Kuva 9. Joulukuussa 2005 vastaanottamassa PhD-tutkintotodistusta.

sillä saa ihmeitä aikaan. Mutta mainittakoon, etten missään muualla maailmassa ole saanut parempaa palvelua osakseni.

Omasta mielestäni ihmiset niin Japanissa kuin Suomessakin ovat hyvin samanlaisia: päiväsaikaan ujoja ja hiljaisia, mutta ensimmäisen sakemukin kumottuaan uskaltavat jo länsimaalaisenkin juttusille.

Opiskelun suhteen Osakan yliopisto on yksi maailman parhaista, vaikka englannin kielen opetus on joskus hankalaa saada järjestetyksi. Mutta japanin kielen luonnistuessa riittävän hyvin opetus on erittäin korkeatasoista ja erityisesti jatko-opiskelijoille on monipuoliset mahdollisuudet tehdä tutkimustyötä (kuva 9).

Oma aikani Japanissa vierähti paljolti laboratoriossa ja tutkimustyön parissa. Siitä huolimatta perinteisiä käyttäytymistapoja ja elämänmenoä oli päivävältä helpompi ymmärtää. Jos jotakuta kiinnostaa, allekirjoittaneeseen voi ottaa vapaasti yhteyttä, niin kerron mielelläni lisää kokemuksistani Japanista. Myös väitöskirjastani *Fabrication and Characterization of Zirconia-based Nanocomposites Ceramics for Novel Coating System* annan lisätietoja kaikille sitä haluaville. ▀

Professori Kari Heiskanen on monessa mukana. Hänen johdollaan materiaalitekniikan osasto on onnistuneesti sopeuttanut toimintansa Teknillisen korkeakoulun uusiin opetuskuvioihin. Kierrätysprofessorina hän on samanaikaisesti ollut mukana luomassa alan tarpeita palvelevaa opetus- ja käsikirjaa. Lisäksi hänellä on suomalaisen vuoriteollisuuden ja TKK:n edustajana keskeinen rooli projektissa, jonka tavoitteena on kehittää pohjoismaiden yliopistojen yhteistyötä yhteisen, kansainväliset mitat täyttävän metallurgitutkimuksen aikaansaamiseksi. Työ jatkuu tiiviinä kaikilla rintamilla. Kari Heiskanen ei kuitenkaan osoita väsymisen merkkejä, vaan tuntuu päinvastoin lisäävän vauhtia.



Teksti Bo-Eric Forstén · Kuvat Leena Forstén

Uutta oppia kierrätykseen

Hollannissa, Elsevierin toimitiloissa, saatettiin marraskuun 11. päivänä julkaista kierrätykseen lämpimäiskappaleet teoksesta *"The metrics of materials and metal ecology"*. Kirja on muutamassa kuukaudessa noussut arvoon arvaamattoman. Tekijät saivat heti kärkeen todeta, että heidän hengentuotteelleen löytyi välittömästi käyttöä odottamatomalta alueelta. Brysselissä kirjasta tuli lobbauksena EU:n romuauto- ja elektroniikkaromudirektiivejä vastaan.

"Siihen tarkoitukseen kirja ei kylläkään ollut tähdätty, vaikkakin me kirjan tekijät olemme yksimielisiä siitä, etteivät kyseiset direktiivit nykyisissä muodoissa edistä kestävä kehitystä", toteaa Kari Heiskanen, jonka nimi on kirjan kannessa toisena heti pääkirjoittajan, professori Markus Reuterin jälkeen.

Kari kertoo, että ajatus kirjan laatimisesta syntyi matkalla Helsingistä Tukholmaan IFACin järjestämässä laivaseminaarissa.

"Pohdimme yhdessä Markus Reuterin kanssa miten teollisuustuotteiden, lähinnä autojen, kierrättämisen pohjaksi saisi käyttöön systemaattiseen ajatte-

luun ja kokonaisvaltaisiin analyyseihin perustuvaa tarkkaa tietoa. Alan kaikki väittämät ja "totuudet" kun tuntuivat perustuvan oletuksiin ja arviointeihin, joissa toimenpiteiden seurannaisvaikutukset jäivät kokonaan huomiotta".

"Päätimme laatia oppikirjan, jonka perussanoma on, että ainoastaan mitaamalla kaikki seurannaisvaikutukset pystyy päättämään, minkälainen kierrätys on järkevää ja minkälainen ei. Toinen kantava ajatus on, että kierrätysprosessin avulla on pystyttävä luomaan materiaalille laatuominaisuudet, jotka takaavat uusiokäytön".

Kirjan tekemiseen osallistuivat aloitteentekijöiden lisäksi yksi Reuterin professorikollega Delft'istä sekä joukko aiheesta väitöskirjan kirjoittajaa.

Kari Heiskanen on silmin nähden tyytyväinen lopputulokseen.

"Tosin tästä tuli kurssikirjaksi liian raskas, mutta olemme toisaalta luoneet itsellemme ja kaikille ympäristöstä välittävälle tahoille uudenlaisen suunnitteluvälineen".

Kari ei pidä EU:n romuautodirektiiviä onnistuneena.

viä onnistuneena.

"Vasta sitten kun materiaalin kierrätys tuotteen elinkaaren päättyessä on osa tuotteen suunnittelua, voidaan asettaa yleispäteviä tavoitteita. Puheet 95 prosentin kierrätysasteesta ovat suorastaan edesvastuuttomia. Tämän päivän autoissa käytetään erittäin paljon elektroniikkaa ja uusia monimutkaisia materiaaliyhdisteitä. Tällaisten materiaalien erotteluun tarvittava tekniikka on toistaiseksi puutteellinen", toteaa Kari Heiskanen.

Hän huomauttaa, että jo hyvinkin pienet materiaaliepäpuhtaudet saattavat mitätöidä koko kierrättämisen idean. Esimerkin hän ottaa muovialalta: Jos muovijätteessä 1% on PCB:tä kukaan ei ota sitä vastaan.

"Teräksen valmistuksessa kupari on pahantekijä. Jos kierrätysmateriaalissa on liian paljon kuparia, valmistajan konstit ovat vähissä. Ainoa mahdollisuus on laimentaa keittoa".

Kari Heiskanen mukaan kierrätysalalla eletään noususuhdanteita.

"Kiinan voimakas markkinoille tulo on herättänyt Euroopan päätöksenteki-



Nordic Steel Masters pyrkii maailmalle

Nordic Steel Masters on tulevaisuudessa, jos pohjoismaisten korkeakoulujen into ja yhteishenki riittävät, tavoiteltu kansainvälinen metallurgitutkiminto, joka on omiaan nostamaan pohjoismaiden yliopistojen arvostusta Euroopan terästeollisuuden piirissä. Ensimmäinen konkreettinen askel siihen suuntaan saadaan maaliskuussa, jolloin yhteispohjoismainen työryhmä esittää näkemyksensä siitä mitä yhdessä voitaisiin saada aikaan koulutuksessa.

”Teräksen valmistajat ja muu teollisuus näkevät pohjoismaat omina kotimarkkinoinaan ja toimivat joustavasti yhdessä yli rajojen. Yliopistomaailma on sen sijaan ollut hyvin vanhoillinen mitä tällaiseen yhteistyöhön yli rajojen tulee. Siitä syystä meitä ei ole pahemmin noteerattu kansainvälisellä tasolla. Suomessa ja Ruotsissa on korkeatasoista osaamista, mutta tutkimustoiminta on kapea-alaista ja pienimuotoista kansainvälisesti katsoen”, toteaa Kari Heiskanen, joka toimii projektin primus moottorina.

Uuden Masters-tutkinnon kehittäminen on nähtävä osana laajempaa pohjoismaista yhteistyötä. Kaikki lähti siitä, kun Pohjoismaiden pääministerit syksyllä 2004 allekirjoittivat sopimuksen, jonka tavoitteena on nostaa pohjoismaista koulutustasoa. Seuraavana askeleena maitten suuryritysten johtajat kokoontuivat pohtimaan, mitkä ovat päällimmäiset tarpeet yritysmaailman näkökulmasta.

”Meidän kohdallamme liikekannallepano tapahtui viime kevään vuorimiespäivien perjantain lounaalla. Olimme Jernkontoretin silloisen toimitusjohtajan Håkan Murbyn kanssa huolissamme siitä, että maittemme perinteisesti vahva teräsosaaminen uhkaa näivettyä. Syntyi ajatus, jonka mukaan alan teollisuusjärjestöt yhdessä alan oppituliensa kanssa hakisivat tähän pulmaan ratkaisua. Minä ilmoitauduin tällaisen kokouksen koollekutsujaksi”, kertoo Kari Heiskanen.

Asiantuntijakokous pidettiin loka-kuussa Torniossa. Paikalla oli 15 professoria edustaen TKK:ta, Tampereen teknillistä yliopistoa, Oulun yliopistoa, Luulajan yliopistoa ja KHT:ta. Mukana olivat lisäksi Jernkontoretin Elisabeth

Nilsson, Håkan Murbyn seuraajana, ja Metallinjalostajien Sirpa Smolsky sekä Outokummun, Rautaruukin ja LKAB:n edustajat. Kokouksessa asetettiin työryhmä kehittämään uusi koulutusmuoto, jonka työnimenä on ”Nordic Steel Masters Course”.

”Kantavana ideana on, että yliopistot, parhaat resurssinsa keskittämällä, pystyvät luomaan koulutusohjelman, joka turvaa pohjoismaiden terästeollisuudelle korkeatasoista teräsosaamista myös tulevaisuudessa. Meidän tehtävänä on luoda sellaista lisäarvoa tutkimukselle, että teollisuus on valmis maksamaan siitä. Ainoastaan sitä kautta meille avautuu pääsy myös kansainvälisiin tutkimushankkeisiin”.

Kari Heiskanen muistuttaa, että vaikkakin Rautaruukki ja SSAB ovat kotikentillään isoja yrityksiä, Euroopasta löytyy teräksenvalmistajia, jotka ovat heitä kymmenen kertaa isompia. Yhteistyön puuttuminen on entisestään heikentänyt yliopistojen mahdollisuuksia päästä mukaan merkittäviin tutkimushankkeisiin.

”Päättäjät eivät juuri lotkauta korvaansa, jos kerromme, että meillä olisi pari hyvää proffaa, jotka ovat ennenkin työskennelleet samanlaisten asioiden parissa. Jos sen sijaan sanomme, että meillä on kymmenen professorin tiimi, jonka käytössä on sata tutkijaa, on kiinnostus taatusti eri luokkaa”, päättelee Kari Heiskanen. ▴

Hyvät opettajat ovat kullin arvostetun
VUODEN OPETTAJA
professori Kari Heiskanen
TKY 2005

jät ajattelemaan Euroopan raaka-ainehuoltoa. Jostain materiaalit on saatava – kierrätystoiminnalle annetaan uutta arvoa.”

Varsinkin autojen kierrättämisessä riittää työkenttää. Autoissa käytetyn teräksen ja muiden materiaalien saaminen tehokkaaseen uusiokäyttöön on monen mutkan takana.

”Ei voida laatia yleisohjetta siitä miten kierrättämisen tulisi tapahtua. Autojen rakenteissa on huomattavia eroja eri valmistajien välillä. Esimerkiksi Mersu ja Folkkari ovat kierrätyksen näkökulmasta hyvin erilaisia. Kirjaa tehtäessä lähdimme siitä, ettei joka merkille voi ohjeita laatia. Sen sijaan kehitimme työkalun, jonka avulla kierrätys pystytään optimoimaan.”

Se tapahtuu vasta kun autojen suunnittelijat huomioivat kierrätyksen jo alusta lähtien.

”Siihen on pitkä matka, mutta liikkeellä ollaan. Asian ympärille meillä on suunnitteilla yhdessä autovalmistajien kanssa kaksi seminaaria. Toinen Etelä-Afrikassa ja toinen Australiassa”, kertoo Kari Heiskanen. ▴

Huomattu on

Professori Kari Heiskanen edesottamukset eivät ole jääneet huomiotta. Tasavallan presidentti palkitsi hänet itsenäisyyspäivänä Suomen valkoisen ruusun ritarikunnan 1 luokan mitalla hänen yhteiskunnallisista ansioistaan.

Outokumpu Oyj:n säätiö myönsi hänelle vuorostaan 10 000 euroa professoriapurahana materiaalien ja metallien kierrätyksen tieteellisen ja teknisen pohjan kehittämiseen.

Suurta arvoa Kari Heiskanen antaa sille, että TKK:n ylioppilaskunta valitsi hänet vuoden opettajaksi.

”Erityisen hienoa on, että Seppo Kivi-vuori toi saman arvon materiaalitekniikan osastolle edellisenä vuonna. Olemme ylpeitä myös siitä, että materiaali-tekniikan osastolle on annettu TKK:n koulutuksen laatuysikön arvo. Osastomme on lisäksi yksi TKK:n viidestä ehdokkaasta koulutuksen valtakunnalliseksi laatuysiköksi. On mukavaa huomata, että kehitystyömme kantaa hedelmää”, sanoo Kari Heiskanen. ▴



Kari Tähtinen tutustumassa lehden painotaloon Tammissaarella. Oikealla Ekenäs Tryckeri Ab:n omistaja ja toimitusjohtaja, turkulainen Jani Johansson. Vasemmalla Christel "Kajsa" Westerlund, joka on Materia-lehden toimituksen yhteyshenkilö kirjapainossa.

Teksti BEF · Kuva LF

Materiassa on roimaa vuorimiehen voimaa

Katri Tähtinen on Ovakon miehiä 1970-luvun alusta lähtien. Viimeksi hän on Imatra Steelin toimitusjohtajana, 1994-2005, ollut rakentamassa uutta Ovakoa ja toimii nyt toimitusjohtajan neuvonantajana tässä pitkiin erikoisterästuotteisiin keskittyneessä yhtiössä. Vuoden alusta hän on asettanut kokemuksensa myös VMY:n käyttöön Materia-lehden toimitusneuvoston puheenjohtajana.

"Olin mukana metallurgijaoston puheenjohtajana kun vuorimiesyhdistyksen hallitus silloisen puheenjohtajansa AulisSaarisen johdolla lähti kehittämään yhdistyksen toimintaa ja sai myös Vuoriteollisuuslehden toimitusneuvoston mukaan uudistamaan lehteä.

Olen tyytyväisyydellä seurannut kuinka lehti on askel askeleelta kehittynyt merkittäväksi alan foorumiksi. Samalla kun vuorimiehet tapaavat lehden palstoilla, lehti mielenkiintoisella tavalla, osavuotiskatsauksen tavoin, neljä kertaa vuodessa päivittää alan ulkoista kuvaa", toteaa Kari ja lupaa tehdä voitavansa, että kehitystyö voi jatkua.

Hän pitää oikeana ratkaisuna toimituksen pyrkimystä pitää lehden sisältö ajan hermolla.

"Lehti ei saa olla mikään kertahödyke, vaan sen on oltava ajankohtainen siten, että jokainen numero 'elää' ainakin seuraavan numeron ilmestymiseen asti".

Tieteellisen sisällön lisäksi hän peräänkuuluttaa enemmän esimerkkejä siitä miten yhteistyö yritysten, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten välillä tapahtuu käytännössä ja minkälaisia tuloksia on yhdessä saavutettu. Teke-sin teknologiaohjelmien seurantaan hän pitää arvokkaana.

Yritysten kehitystoiminta on Karin mielestä murrostilassa samalla kun korkeakoulut ovat myös melkoisten uudistumishaasteiden keskellä.

"Yhteistyölle on enemmän tai myöhemmin luotava uusia muotoja. Tässä on todellisen keskustelun paikka, sitä voitaisiin hyvin käydä myös Materia palstoilla".

Hän ei näe muutenkaan puutetta kiinnostavista aiheista.

"Globalisaatio ja yhteiskunnan kehitys ovat menneet siihen suuntaan, että ympäristö- ja energiakysymyksistä voitaisiin tehdä teemanumero vaikka joka vuosi.

Materia-lehden toimitusneuvoston puheenjohtaja on vaihtunut vuodenvaihteessa. DI Pekka Purra on luovuttanut puheenjohtajan nuijan tekniikan tohtori Kari Tähtiselle. Pekan lisääntynyt työtaakka OMG:n palveluksessa on johtanut siihen, että mies viettää entistä suuremman osan ajastaan sinisiin siivin eri puolilla maailmaa. Pekka on toimitusneuvoston jäsenenä aktiivisesti osallistunut lehden uudistamistyöhön aina siitä lähtien kun prosessi lähti käyntiin vuonna 1996. Vuodesta 2000 hän on neuvoston puheenjohtajana kantanut päävastuun lehden taloudesta. Hän on myös omalla henkisellä panoksellaan ollut mukana itse lehden tekemisessä. Toimitus toivookin, että Pekan vivahteikas ja välillä pistämätön Word-ohjelmansa olisi tulevaisuudessaakin lukijoiden ulottuvilla. ▀

Mitä toimitusneuvoston puheenjohtajan erikoisalaan eli lehden talouteen tulee, toteaa Kari, ettei Materia ole pelkästään perinteinen jäsenlehti, vaan se on yhtä lailla tarkoitettu alan sidosryhmille.

"Yhdistyksen jäsenmäärä ei suoraan kerro vuorimiesten painoarvoa kuluttajaryhmänä. Lehden lukijakunnassa on huomattava osto- ja päätöksentekovoima. Haasteenamme on saada tämä viestitettyä entistä selkeämmin mainospäätösten tekijöille. ▀

Tiede & Tekniikka



Sebastian Teir, Soile Aatos, Asko Kontinen, Ron Zevenhoven, Olli-Pekka Isomäki
Silikaattimineraalien karbonoiminen hiilidioksidin loppusijoitusmenetelmänä Suomen oloissa. Sivut 40-46

Jörg Langwaldt, Katri Mattila, Gennadi Zaitsev
Biological removal of nutrients from mine waters. Sivut 47-49



Sebastian Teir



Soile Aatos



Asko Kontinen



Ron Zevenhoven

Olli-Pekka
Isomäki

SILIKAATTIMINERAALIEN KARBONOIMINEN

hiilidioksidin loppusijoitus- menetelmänä Suomen oloissa

Johdanto

Maapallon ilmaston keskilämpötila on parhaillaan nousemassa. Ilmastomuutostutkimuksen vallitseva käsitys on, että ilmaston lämpeneminen on seurausta ihmisen tuottamien kasvihuonekaasupäästöjen lisääntymisestä ja sitä myötä voimistuvasta ns. kasvihuoneilmästä. Näistä kasvihuonekaasuista hiilidioksidilla on suurin vaikutus kasvihuoneilmäön. Ilmakehän hiilidioksidista osa sitoutuu luontaisesti elonkehän biomassaan ja osa valtamerien veteen ja sedimentteihin. Tehokkain keino vähentää ihmisen hiilidioksidipäästöjä ilmakehään on fossiilisten aineiden polttamisen vähentäminen /1/.

Kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamiseksi on saatettu voimaan ilmastomuutosta koskeva kansainvälinen lainsäädäntömekanismi. Myös Suomi on allekirjoittanut YK:n puitesopimuksen Kioton pöytäkirjan eli ns. Kioton sopimuksen. Suomi on sitoutunut Kioton sopimuksen mukaisesti vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään vuosien 2008-2012 aikana vuoden 1990 tasolle /2/. Vuonna 2004 Suomen kasvihuonekaasupäästöt olivat noin 16 prosenttia suuremmat kuin vuonna 1990. Noin 80 % näistä kasvihuonekaasupäästöistä oli määrällisesti energiaperäisiä. Hiilidioksidin osuus Suomen Kioton sopimuksen alaisista kasvihuonekaasupäästöistä on viime vuosina ollut yli 80 % eli n. 67 Mt vuonna 2004 /3/. Suomen osuus maailman hiilidioksidin tilastoiduista kokonaispäästöistä on arviolta n. 0,2-0,3 % /4/. Suomen hiilidioksidipäästöjen lisääntyminen on peräisin yksinomaan fossiilisten aineiden polton lisääntymisestä /5/. Kioton sopimukseen sisältyvien teollisuus- päästöjen lisäksi Suomen alueen liikenteen vuosittainen

hiilidioksidipäästöjen määrä ylittää 15 Mt /1/.

Suomen merkityksellisimmät luonnolliset hiilinielut ovat suot ja metsämaaperä. Hiiltä sitoutuu myös puustoon ja järvisedimentteihin /6, 7/. Turpeen energiakäytöstä pääsee hiilidioksidia ilmaan n. 9,5 Mt vuosittain. Soistuminen sitoo suokasveihin hiilidioksidia n. 7-18 Mt/a eli noin turpeen polton aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen määrän verran /6/.

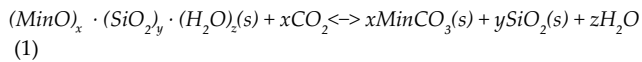
Suomen kansalliseen ilmastostrategiaan sisältyvät tärkeimmät keinot kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ovat uusiutuvat energialähteet, energiaverot ja energiansäästö /8/. Tärkein yksittäinen käytännön toimenpide kasvihuonekaasupäästöjen kasvun vähentämiseksi on kuitenkin ollut luvan myöntäminen viidennen ydinvoimareaktorin rakentamiseksi. Ydinvoimareaktori ei korvaa nykyisiä hiilivoimalaitoksia, vaan se rakennetaan tyydyttämään kasvavaa sähköntarvetta, joten hiilidioksidipäästöjen ei odoteta laskevan reaktorin valmistuttua. Siksi tarvitaan muita keinoja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.

Viime vuosina on tutkittu erilaisia mahdollisuuksia erottaa hiilidioksidia savukaasuista, joko käytettäväksi hyödyksi teollisissa prosesseissa tai loppusijoitusta varten. Suomessa on hyvin vähän mahdollisuuksia hiilidioksidin hyötykäyttöön, sillä teollisuuden hiilidioksidin tarve on vain 0,5 % sen kokonaispäästöistä. Lisäksi hiilidioksidi päätyy hyötykäytön jälkeen takaisin ilmakehään. Suomessa ei ole tyhjennettyjen öljykenttien ja kaasukenttien tai esimerkiksi suolavesikerrostumien kaltaisia geologisia muodostumia, joita voitaisiin käyttää hiilidioksidisäiliöinä. Erotettua hiilidioksidia jouduttaisiin kuljettamaan vähintään 500-1 000 km, jos se loppusijoitettaisiin esimerkiksi Pohjanmeren alai-

siin suolavesikerrostumiin. Ainoa kotimainen hiilidioksidipäästöjen loppusijoitusvaihtoehto saattaa olla hiilidioksidin sitomiseen soveltuvien mineraalien käyttö /9/.

Kivien rapautumisesta teollinen karbonointiprosessi

Jos magnesium- ja kalsiumperäisten silikaattien (esim. serpentiini ja wollastoniitti) annetaan reagoida sopivissa lämpötila- ja paineoloissa hiilidioksidin kanssa, muodostuu karbonaatteja, vettä ja kvartssia sekä lämpöä.



Luonnossa tämä prosessi ilmenee kiven rapautumisena, joka sitoo hiilidioksidia kallioperään, mutta prosessi on erittäin hidaskäyttöinen ja määrältään vähäinen. Silikaattimineraaleja voitaisiin ehkä käyttää hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi, mikäli mainittua karbonointiprosessia onnistuttaisiin tehostamaan ja nopeuttamaan huomattavasti.

Hiilidioksidin loppusijoitusta ajatellen sopivimmat karbonaateja muodostavat alkuaineet ovat alkali- ja maa-alkalimetallit. Alkalimetallien karbonaatit kuitenkin liukenevat helposti veteen, joten ne eivät sovellu hiilidioksidin loppusijoitukseen. Myös muutamat muut metallit, kuten rauta, voivat muodostaa karbonaatteja, mutta nämä ovat yleensä liian arvokkaita metalleja tätä sovellusta varten /8/. Kalsium ja magnesium ovat yleisimmät luonnossa konsentroituneina esiintyvät maa-alkalimetallit, joten ne ovat potentiaalisimpia karbonointiin. Näiden metallien oksidit ja hydroksidit muodostavat karbonaatteja melko helposti. Kalsium- ja magnesiumoksidien ja -hydroksidien saatuus luonnosta on liian vähäinen, jotta niillä olisi merkitystä hiilidioksidin loppusijoittamisessa.

Karbonoinnilla on monia etuja muihin ehdotettuihin hiilidioksidin loppusijoitusmenetelmiin verrattuna. Kalsiumin ja magnesiumin karbonointiprosessin lopputuotteet, karbonaatit ja silikaatit, ovat termodynaamisesti stabiileja, vaarattomia ympäristölle ja veteen heikosti liukenevia. On arvioitu, että oikein varastoituna hiilidioksidi pysyisi karbonaateissa vähintäänkin miljoonia vuosia, kun taas säilymisaika geologisissa säiliöissä olisi korkeintaan tuhansia vuosia. Lisäksi maailman hiilidioksidin sitomiseen sopivien mineraalien varat ovat niin runsaat että ne voisivat sitoa ja varastoida kaiken fossiilisiin hiilivarantoihin, kuten öljyyn ja hiileen sitoutuneen hiilen karbonaattimineraaleina. /10/

On mahdollista, että osaa karbonoinnin yhteydessä syntyvistä karbonaateista ja silikaateista voitaisiin käyttää hyödyksi. Tuotetun karbonaatin tyyppin, puhtauden, raekoon ja muodon mukaan niitä voitaisiin käyttää tienrakennusaineena, sementin- ja teräksentuotannossa, happaman maaperän neutraloimisessa, magnesium- tai kalsiumtuotannon raaka-aineena, lannoitteena tai paperin ja muovin täyteaineena. Suurten tuotantomäärien vuoksi valtaosa karbonaateista kuitenkin palautuisi louhos- tai maantäytöksi.

Viimeisen vajaan kymmenen vuoden aikana on tutkittu eri prosessivaihtoehtoja karbonointireaktion nopeuttamiseksi. Yhteistä lupaavimmille prosesseille on, että niissä käytettävät mineraalit on louhittava, murskattava ja jauhettava ennen kuin ne voidaan muuttaa karbonaateiksi. Mineraaleja joudutaan esikäsittämään kemiallisesti, mekaanisesti tai termisesti, minkä jälkeen ne viedään reaktoriin, johon pumpataan hiilidioksidia sisään. Tehokaimmissa prosesseissa pystytään tuottamaan melkein puhdasta magnesiumkarbonaattia serpentiinistä vajaan

tunnissa, mutta prosessin energiatase on edelleenkin liian negatiivinen suurimittaiseen karbonointiin. Prosessi ei saisi kuluttaa paljon energiaa tai kemikaaleja. Suuret massavirrat ovat prosessin kehittämisessä ongelma, koska esimerkiksi miljoonan hiilidioksiditonnan karbonointi vaatii 2,1 Mt louhittua, murskattua, sopivaan raekokoon jauhettua ja kemikaalein rikastettua serpentiiniä tai 2,7 Mt wollastoniittia. /11/

Ei ole tiedossa, kuinka konsentroitua hiilidioksidin pitäisi olla, jotta prosessit toimisivat optimaalisesti. Mainittakoon, että teollisuus tuottaa saostettua kalsiumkarbonaattia (PCC) paperintäyteaineeksi karbonoimalla kalsiumoksidia. Menetelmä ei vähennä hiilidioksidipäästöjä, koska kalsiumoksidia on tuotettu polttamalla kalkkikiveä eli kalsiumkarbonaattia. Tämän prosessin kaasun hiilidioksidipitoisuusdeksi riittää kalkkipolttuunin kaasukehän hiilidioksidipitoisuus, joka on noin 10-20 %. Hiilidioksidia ei mahdollisesti tarvitse erottaa savukaasuista karbonointiprosessia varten, mikäli mineraalia louhitaan lähellä öljynjalostamo, fossiilista polttoainetta polttavaa voimalaitosta, rautateollisuutta, sementiteollisuutta tai muuta suurta yksittäistä hiilidioksidipäästäjää.

Viime vuosina on alettu tutkia myös teollisuuden sivutuotteiden ja jätteiden, kuten rauta- ja teräskuonan sekä sementtijätteen, karbonointia, koska niiden kalsiumoksidipitoisuudet voivat olla korkeampia kuin luonnon kalsiummineraalien. Samalla perusteella myös erilaiset kasvituhkat, kuten jotkut puuntuhkat, voisivat soveltua runsaan kalsiumpitoisuutensa puolesta karbonointiin. /12/

Karbonointiin soveltuvia silikaattimineraaleja ja niiden saatavuus Suomessa

Vaikka kalsiumperäiset silikaattimineraalit karbonoituvat nopeammin, magnesiumperäiset mineraalit ovat luonnossa yleisempiä, ja niiden emäskationipitoisuus on yleensä kalsiummineraaleja suurempi. Runsaasti magnesiumia sisältävät silikaattimineraalit, kuten oliviini ja serpentiini, ovat karbonoinnin kannalta kiinnostavimpia /13, 14/, mutta teoreettisesti arvioiden myös muilla silikaattisilla mineraaleilla on hiilidioksidin sitomispotentiaalia (**taulukko 1**) /15/. Monet karbonointiin teoreettisesti soveltuvat Mg- ja Ca-silikaattien konsentroitumat ovat Suomessakin paikoitellen yleisiä tai melko yleisiä wollastoniittia lukuun ottamatta.

Runsaasti Mg- ja Ca-silikaatteja sisältäviä kivilajeja ovat plutonisista kivilajeista mm. peridotiitit, duniitit, hornblendiitit ja pyrokseeniitit sekä metamorfisista kivilajeista esim. serpentiinikivet eli serpentiiniitit, talkki- ja asbestikivet sekä jotkut karsikivet. Taloudellis-teknisessä mitassa hiilidioksidin sitomiseen mahdollisesti soveltuvia kivilajeja ja mineraaleja on löydettävissä etenkin ultraemäksisistä muodostumista, joista usein louhitaan myös muita teollisuusmineraaleja ja metalleja, kuten talkkia, vuolukiveä, kromia ja nikkeliä. Joitakin karbonointiin mahdollisesti soveltuvia kiviä ja mineraaleja läjitetään jatkuvasti kaivannaisteollisuuden sivumateriaaleina, kuten sivukivilouheena tai rikastushiekkana, odottamaan mahdollista myöhempiä käyttöä.

Tällä hetkellä suurin mineraalikonointitutkimuksen kiinnostus Suomessa kohdistuu luonnonraaka-aineiden osalta Suomen serpentiiniiteihin ja niiden sisältämiin serpentiinineraaleihin /16/. Kallioperässä, mukaan lukien kaivannaisteollisuuden hallussa ja käytössä jo olevat kotimaiset serpentiini- ja serpentiiniesiintymät ovat huomattava raaka-ainevaranto, edellyttäen, että löydetään hiilidi-

>>>>

Mineraali tai mineraaliryhmä	Mineraalikoostumus	Hiilidioksidin sitomispotentiaali (kg/mineraali-m ³)
Oliiviini (forsteriitti-fayaliitti)	Mg ₂ SiO ₄ - Fe ₂ SiO ₄	2014,7-1896,3
Pyrokseeniryhmä - enstatiitti	(Mg,Fe) ₂ Si ₂ O ₆	1404,2
Pyrokseeniryhmä - diopsidi-hedenbergiitti	CaMg Si ₂ O ₆ -Ca(Mg,Fe(II)) Si ₂ O ₆	1334,3-1290,3
Augiitti	(Ca,Mg,Fe(II),Al) ₂ (Si,Al)2O ₆	1306,3
Serpentiini	Mg ₆ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈	1232,7
Amfiboliryhmä - antofylliitti-kummingtoniitti	(Mg,Fe(II),Fe(III)) ₃₋₇ Al ₀₋₂ [Si ₆₋₈ Al ₂₋₀ O ₂₂](OH) ₂	1169,5-1041,8
Granaattiryhmä - pyrooppi	Mg ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂	1164,9
Granaattiryhmä - almandiini	Fe(II) ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂	1144,7
Ca-amfibolit - tremoliitti	Ca ₂ Na ₀₋₁ (Mg,Fe(II)) ₃₋₅ (Al,Fe(III)) ₂₋₀ [Si ₆₋₈ Al ₂₋₀ O ₂₂](O,OH) ₂	1119,3
Wollastiini	CaSiO ₃	1097,1
Talkki	Mg ₆ [Si ₈ O ₂₀](OH) ₄	1061,2
Granaattiryhmä - grossulaari	Ca ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂	1053,1
Granaattiryhmä - andradiitti	Ca ₃ Fe(III) ₂ Si ₃ O ₁₂	1002,3
Sarvivälke	Ca ₂ Na ₀₋₁ (Mg,Fe(II)) ₃₋₅ (Al,Fe(III)) ₂₋₀ [Si ₆₋₈ Al ₂₋₀ O ₂₂](O,OH) ₂	1000,4

Taulukko 1. Suomen kallioperän hiilidioksidin sitomiseen soveltuvia silikaattimineraaleja ja niiden teoreettinen hiilidioksidin sitomispotentiaali Xu et al.:n tutkimusta mukailleen /15/.

Table 1. There are some Finnish silicate minerals that could possibly bind carbon dioxide. Their theoretical potential of binding carbon dioxide is evaluated according to Xu et al. /15/.

Materiaali	Määrä (Mm ³)	MgO (%) *	SiO ₂ (%) *	CaO (%) *	S (%) **
Malmisvyöte		34,9	31,7	0,2	3,1
Serpentiinipitoinen rikastushiekka /22/	8,3	32,9	39,4	1,1	1,9
Serpentiinittisivukivi /21/	2,1	39,6	38,4	0,2	0,5

* = XRF- eli röntgenfluoresenssimääritys

** = LECO-rikkianalysaattorimääritys

Taulukko 2. Esimerkkejä Hituran nikkelikaivoksen MgO-pitoisista materiaaleista /17, 18/.

Table 2. Some examples of materials produced in Hitura nickel mine containing MgO /17, 18/.

oksidin karbonointiin tai muihin teolliseen mittaan soveltuvia taloudellisesti ja ympäristöllisesti kestäviä serpentiinin kuljetus- ja hyödyntämisteknologioita soveltuvine prosessi- ym. tekniikoineen. Esimerkiksi pelkästään Itä-Suomessa, ns. Outokummun-Kainuun ultraemäksisten kivien vyöhykkeessä arvioidaan 1:100 000 -kallioperäkartoituksen perusteella olevan n. 121 km²:n alueella serpentiiniä. Tästä pinta-alasta n. 30 % on hyödyntämättömissä mm. hankalan sijainnin (vesistö, asutus, ympäristönsuojelualue) vuoksi. Itä-Suomen serpentiinien tehollista hiilidioksidin sitomiskykyä ei tunneta, koska puhtaan serpentiinin osuus vaihtelee huomattavasti serpentiiniesiintymittäin. Myös muita ultraemäksisiä kivilajeja kuin puhtaita serpentiiniä on yleistä merkitty kallioperäkartoille serpentiiniiteiksi. Teoriassa Suomen hiilidioksidin sitomistarve voisi olla katettavissa Outokummun-Kainuun -vyöhykkeen serpentiiniiteillä varovaisesti arvioiden noin 200-300 vuoden tuotannon ajaksi edellyttäen, että samalla kehitetään entistä vähäpäästöisempiä teollisuuden prosessitekologioita. Laskeuma perustuu oletukseen, että vuotuinen serpentiinitarve on n. 25 Mt ja että serpentiiniä on saatavilla n. 10 600 Mt (serpentiinittikiven massa=pinta-ala 40 km² x hyödyntämisyvyys 0,1 km x tiheys 2,65 t/m³ serpentiinittikiveä, jonka serpentiinipitoisuus on 50-75 %).

Tuotantogeologisesti ja -mineralogisesti parhaiten tunnetaan metalli- ja teollisuusmineraalikaivosten sekä vuolukivilouhimoiden yhteydessä sijaitsevat serpentiinit ja muut ultraemäksiset taloudellisten geologisten esiintymien isäntä- tai sivukivet (**kuva 1**). Suomen tunnetuista serpentiinivarannoista nopeimmin hyödynnettävissä olevat sijaitsevat olemassa olevien tai suljettujen Ni- ja Cr-kaivos-

ten rikastushiekka-altaissa. Seuraavaksi käyttökelpoisimpia ovat edellä mainittujen kohteiden, talkkikaivosten ja vuolukivilouhimoiden serpentiinittilouheet ja louhimattomat serpentiinit. Kiinnostavimpia kohteita ovat tällä hetkellä mm. Hituran nikkeli- ja Kemin kromikaivoksen serpentiinipitoiset rikastushiekat ja serpentiinittisivukivet sekä louhimattomista kohteista edellä mainittujen lisäksi mm. Sotkamon Alasen talkkiesiintymän yhteydessä esiintyvä serpentiini sijaintinsa, infrastruktuurinsa tai volyyminsa puolesta. Kaivosten ja louhimoiden sivukivien ja rikastushiekan nopean hyödyntämisen esteenä on yleensä läjitetyn materiaalin lajittelemattomuus ja puuttuvat aineiden ominaisuus- ja määrätiedot. Hiturassa serpentiiniä on kuitenkin erikseen läjitettyä 2,1 Mm³ (**kuva 2, taulukko 2**) ja myös kaivoksen rikastushiekasta on varsin hyvä käsitys kaivoksen jälkihoitoa varten tehtyjen tutkimusten ansiosta /17, 18/. Hituran rikastushiekasta on noin 60 % serpentiiniä ja noin 30 % muita Mg-silikaatteja.

Serpentiinimineraalin louhintaan, rikastamiseen ja käyttöön ympäristötarkoituksissa pätevät samat taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristölliset lainalaisuudet ja vaatimukset kuin minkä tahansa muun teollisuusmineraalin. Kunkin kohteen serpentiinittikiven tai serpentiinimineraalin taloudellisuus ja tekninen käyttökelpoisuus eri teollisiin sovelluksiin on tutkittava ja arvioitava erikseen, aivan kuten harkittaessa ja suunniteltaessa geologisten esiintymien taloudellista hyödyntämistä yleensäkin.

Teknillisen korkeakoulun karbonointitutkimukset

Teknillisen korkeakoulun Energiatekniikan ja ympäristön-



Kuva 2. Serpentiiniitisivukiven louhekasa Hituran kaivosalueella Nivalassa. Kasa erottuu tummana keskellä kuvaa. Kuva Olli-Pekka Isomäki.

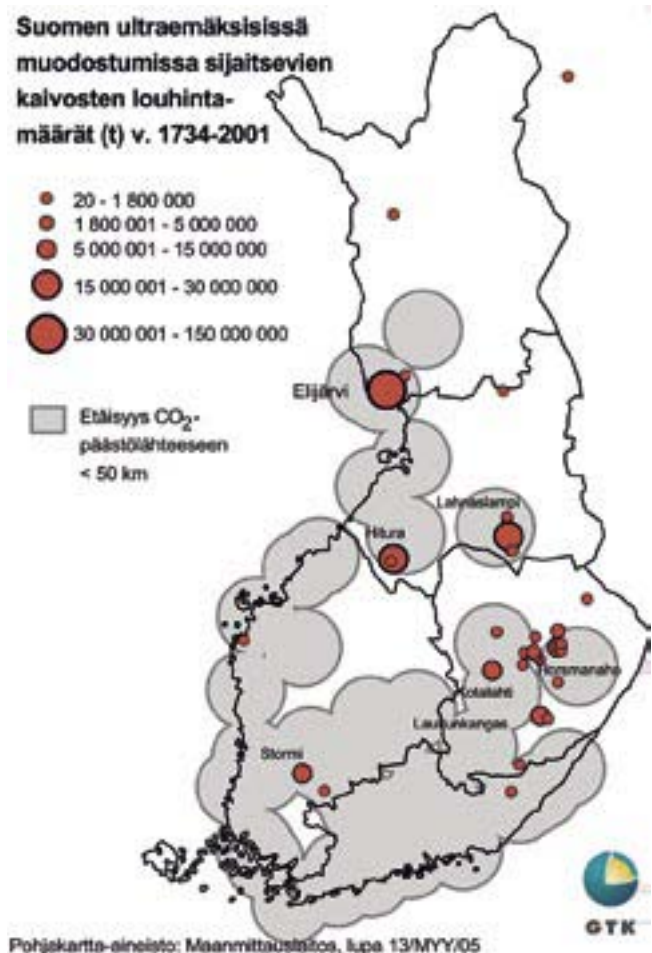
Figure 2. Pile of stoped serpentinite rock at Hitura nickel mine in Nivala, Finland. The pile is the darker area in the center of the picture. Photograph by Olli-Pekka Isomäki.

Kuva 1. Suomen ultraemäksisillä kivilajivyöhykkeillä sijaitsevien toimivien ja suljettujen kaivosten malminnosto (t) lukuun ottamatta vuolukivilouhimoita [24, 25].

Figure 1. Hoisted tonnages (t) of present and past Finnish mines in ultramafic rock formations except soapstone quarries [24, 25].

suojelun laboratorio (TKK-ENY) on tutkinut mineraalikonkreettia jo vuodesta 2000 lähtien. Tekesin ja Suomen soodakattilayhdistyksen rahoittamassa CO₂ Nordic Plus -projektissa (CLIMBUS-teknologiaohjelma) tutkitaan yhdessä Pohjoismaisen energiatutkimusohjelman Nordic CO₂ Sequestration -projektin kanssa mineraalikonkreetin soveltuvuutta maanpäälliseen teollisuusprosessiin ja paperi- ja massateollisuuden hiilidioksidin erotukseen, hyötykäyttöön ja loppusijoitukseen.

Suomen huomattavat mineraalivarat ja optimaalisen mineraalikonkreettiprosessin mahdollinen lämmöntuotanto innostivat tutkimuksen aloittamista laboratoriossa. Yhdysvalloissa keskitytään liuosprosesseihin, joiden haittana ovat korkeat energiavaatimukset, kun taas Suomessa tutkitaan kuivaa, kaasukiinteä -konversioprosessia. Kuivaprosessit ovat hitaampia kuin märkäprosessit ja vaativat merkittäviä parannuksia, mutta kuivaprosesseissa vapautuu lämpöä, joka olisi mahdollista käyttää hyödyksi samalla, kun



hiilidioksidiä konvertoidaan karbonaateiksi /16, 19, 20/. Leijupetireaktorissa on yritetty karbonoida magnesiumhydroksidia. Tulokset viittaavat siihen, että karbonaatti, joka muodostuu raaka-ainepartikkelin pinnalla ja yleensä hidastaa reaktion etenemistä, poistuu pinnalta helpommin, kun partikkelit törmäävät toisiinsa leijupetireaktorissa. Hienorakeiset karbonaattipartikkelit lentävät ulos reaktorista kiertoilman tai hiilidioksidin kanssa /21/. Paineistetun kaasun ja muiden kaasujen vaikutus karbonointiprosessiin on vielä selvittettävä. Termogravimetrillä menetelmällä tehtyjen kokeiden perusteella magnesiumhydroksidi reagoi nopeammin kuin magnesiumoksidi.

Paperi- ja massateollisuudessa hiilidioksidiä voidaan ottaa talteen kalkkipoltouunista ja käyttää hyödyksi oheisprosessissa tai -tuotteessa, mutta yleensä nämä menetelmät eivät tarjoa pysyvää mahdollisuutta hiilidioksidin loppusijoittamiseen. Saostetun kalsiumkarbonaatin (PCC) valmistuksessa paperitäyteksi ja -pinnoitteeksi sovelletaan jo osittain mineraalikarbonointia, mutta raaka-aineena käytetään poltettua kalkkia, jonka tuotantoprosessi on vapauttanut yhtä paljon hiilidioksidiä kuin PCC-valmistusprosessi sitoo. Jos karbonaattitonta kalsiummineraalia käytettäisiin raaka-aineena tuotantoprosessissa, PCC:stä tulisi hiilidioksidinielu. Projektissa on löydetty lupaava karbonointiprosessi, joka perustuu kalsiumsilikaatin, kuten wollastoniitin, liuottamiseen etikkahappoon ja kalsiumionien karbonointiin. Wollastoniitti on kuitenkin paljon harvinaisempaa ja kalliimpaa kuin kalkkikivi /11/. Metalliteollisuuden tuottamat kuonat voisivat sen sijaan olla sopivampaa materiaalia. Rautateollisuuden kuonien kalkkipitoisuudet ovat korkeampia kuin luonnollisten kalsiumsilikaattien. Kuonatuotteiden hinnat ovat samantasoisia kuin kalkkikiven. Karbonoimalla rautakuonaa hiilidioksidilla rautatehtaan kalkkipoltouunin savukaasujen hiilidioksidipäästöjä voitaisiin mahdollisesti vähentää ja kenties samalla jalostaa kuonatuotteet arvokkaammiksi tuotteiksi. Esim. puhdas saostettu kalsiumkarbonaatti on kymmenen kertaa kalliimpaa kuin rautakuona /22, 23/. Kuonakarbonoinnin tutkimus jatkuu CLIMBUS-teknologiaohjelmaan kuuluvan projektin (SLAG2PCC) puitteissa, jonka rahoittavat TEKES, Wärtsilä, Ruukki ja UPM.

Geologian tutkimuskeskuksen Suomen karbonointiin soveltuvien serpentiniittien ja serpentiiniesiintymien kartoitus

Serpentiini tai serpentiniitti on yksi potentiaalisimmista mineraalikarbonaatioon soveltuvista mineraaleista tai kivilajeista. Suomen kallioperän louhimattomia serpentiniittiesiintymiä on kartoitettu ja tutkittu taloudellisteknisiin tarkoituksiin, mutta ei yleensä pelkän serpentiinin mahdollisten hyötyominaisuuksien vuoksi. Suomessa ei kartoiteta tai ei ole kartoitettu teollisuuden geologisten ja mineralogisten sivumateriaalien tai jätteiden ominaisuuksia valtakunnallisesti, järjestelmällisesti tai keskitetysti hyötykäyttöä varten, samaan tapaan kuin esim. malmeja tai maa-aineksia. Maamme teollisesti prosessoitujen serpentiniirakastushiekkojen tai teollisen tuotannon serpentiniittisiä sisältävien sivumateriaalien ominaisuuksista ei siten ole olemassa kattavaa tietoa esim. teolliseen tai muuhun laajaan käyttöön.

Geologian tutkimuskeskus (GTK) on selvittänyt vuodesta 2004 alkaen ECOSERP-projektissa Suomen ultraemäksisiä kiviä sisältävien kallioperävyöhykkeiden ja erityisesti niiden sisältämien serpentiniittiesiintymien sijaintia, laatua ja soveltuvuutta hiilidioksidin karbonointiin. Myös kaivan-

naisteollisuuden louhiman serpentiniittikiven ja serpentiinivaltaisen rikastushiekan käyttökelpoisuutta arvioidaan. Samalla on kehitetty serpentiini- ja serpentiniittiesiintymien hyödynnettävyyden arvioinnissa tarvittavia taloudellisia ja ympäristöllisiä menetelmiä. Lisäksi projektissa kootaan tietoa mahdollisista muista serpentiinin ja serpentiniitin hyötykäyttötavoista. CLIMBUS-teknologiaohjelmaan kuuluvan CO₂ Nordic Plus -projektin ECOSERP-osaprojektia rahoittavat Tekes ja GTK.

Hituran nikkeli-kaivoksen serpentiniittitutkimukset

Hituran kaivoksen serpentiniitin hyötykäyttöä on tutkittu jo 1980-luvulla. Kaivoksen nikkeli-rikastetuotannolle pyrittiin saamaan sivutuote kokeilemalla serpentiiniä (kauppanimenä GRIP FILLER) mm. paperin ja asfaltin täyteaineena. Tutkimukset johtivat tehdasmittakaavaisiin koeajoihin. Tällä hetkellä Outokumpu Mining Oy:n Hituran nikkeli-kaivos edustaa CLIMBUS-teknologiaohjelman CO₂ Nordic Plus -projektikokonaisuuden ohjausryhmässä kaivannaisteollisuutta ja toimii yhtenä tutkimuskohteena.

Yhteenveto

Teknillinen korkeakoulun Energiatekniikan ja ympäristönsuojelun laboratorio on tutkinut mineraalikarbonaatiota mahdollisena hiilidioksidin loppusijoitusmenetelmänä vuodesta 2000 alkaen. CLIMBUS-teknologiaohjelmaan kuuluvassa CO₂ Nordic Plus -projektissa Tekesin ja Suomen soodakattilayhdistyksen rahoittamana pohjoismaisen energiatutkimusohjelman rahoituksen ohella mineraalikarbonoinnin soveltuvuutta maanpäälliseen teollisuusprosessiin ja paperi- ja massateollisuuden hiilidioksidin erotukseen, hyötykäyttöön ja loppusijoitukseen.

GTK on vuodesta 2004 alkaen kartoittanut mineraalikarbonaatioon mahdollisesti soveltuvien ultraemäksisten kivilajien ja mineraalien, pääasiassa serpentiniittikivien ja serpentiinin, luonnollisia ja teollisia esiintymiä. Samassa yhteydessä on koottu tietoa serpentiinin ja serpentiinin muista hyötykäyttömahdollisuuksista. Tekesin ja GTK:n rahoittamassa ECOSERP-projektissa kehitetään myös serpentiinien ja serpentiniittien hyödyntämistä edeltäviä yleisiä taloudellisia ja ympäristöllisiä arviointiprosesseja olemassa olevien kaivannaisteollisten käytäntöjen pohjalta. ECOSERP-projekti on CLIMBUS-teknologiaohjelmaan kuuluvan CO₂ Nordic Plus -projektin osaprojekti.

Lupaavimpia mineraalikarbonaatioon mahdollisesti soveltuvia kotimaisia magnesiumin ja kalsiumin lähteitä ovat mm. teollisen prosessin läpikäyneet kaivannaisteollisuuden ultraemäksisten sivumateriaalien silikaattimineraalit (esim. serpentiniitti ja serpentiini) ja metalliteollisuuden kuonat. Karbonoituvia mineraaleja on mahdollista käyttää mm. paperipinnoitteeksi (PCC), erilaisiksi täyteaineiksi, rakennusaineiden ja lannoitteiden raaka-aineksi sekä ympäristökemikaaleiksi. Yhtenä tutkimuskohteena ovat mm. Outokumpu Mining Oy:n Hituran nikkeli-kaivoksen MgO-pitoiset materiaalit. Kaivos toimii myös kaivannaisteollisuuden edustajana CO₂ Nordic Plus -projektikokonaisuuden ohjausryhmässä. ▴

KIRJALLISUUSVIITTEET

1. Tilastokeskus. Energiaennakko 2004, 2005.
2. Ministry of Trade and Industry, Implementation including emissions trading (<http://www.ktm.fi>), 2004.
3. Hakala, H. & Välimäki, J. Ympäristön tila ja suojele Suomessa. Gaudeamus, Tammer-Paino Tampere, 446 s. ISBN 951-662-875-3, 2003.
4. Tasavallan presidentin asetus 13/2005, 2005.
5. Ympäristöministeriö. Greenhouse gas emissions in Finland 1990–2002. National inventory report to the UNFCCC secretariat. Common reporting formats (crf) 1990–2002 (<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=11372&lan=fi>), 2004.
6. Virtanen, K., Hänninen, P., Kallinen, R.-L., Vartiainen, S., Herranen, T., Jokisaari, R. Suomen turvevarat 2000. Summary: The peat reserves of Finland in 2000. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 156, 101 p. + 7 app., 2003.
7. Pajunen, Hannu. Järvisedimentit kuiva-aineen ja hiilen varastona. Summary: Lake sediments as a store of dry matter and carbon. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 160, 308 p. + 1 app., 2004.
8. Tilastokeskus. Suomen tilastollinen vuosikirja 2003, s. 615, 2003.
9. Koljonen, T., Siikavirta, H., Zevenhoven, R., Savolainen I. CO₂ capture, storage and reuse potential in Finland. Energy 29 (2004) 1521-1527.
10. Lackner K. S. A Guide to CO₂ Sequestration. Science 300 (2003)1677-1678.
11. Huijgen W.J.J., Comans R.N.J. Carbon dioxide sequestration by mineral carbonation. ECN (Energy research centre of the Netherlands) Publications. ECN-C—03-016, 2003.
12. Fernández Bertos M., Simons S.J.R, Hills C.D., Carey P.J. A review of accelerated carbonation technology in the treatment of cement-based materials and sequestration of CO₂. Journal of Hazardous Materials B112 (2004) 193-205.
13. Lackner K. S. Carbonate Chemistry for Sequestering Fossil Carbon. Annu. Rev. Energy Environ. 27 (2002)193-232.
14. Gerdemann S.J., Dahlin D.C., Connor W.K., Penner L.R., Rush G.E. Factors Affecting Ex-Situ Aqueous Mineral Carbonation Using Calcium and Magnesium Silicate Minerals. Proceedings from 29th International Technical Conference on Coal Utilization & Fuel Systems, Clearwater, Florida, U.S.A., April 18 – 22, 2004.
15. Xu, T., Apps, J.A. & Pruess, K. Analysis of mineral trapping for CO₂ disposal in deep aquifers (<http://repositories.cdlib.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1969&context=lbln>), 2001.
16. Zevenhoven R., Teir S. Long term storage of CO₂ as magnesium carbonate in Finland. presented at the Third Annual Conference on Carbon Capture and Sequestration, Alexandria (VA), May 3-6, 2004.
17. Kumpulainen S., Heikkinen P. Hituran kaivoksen sivukivikasojen kemiallisen ja mineralogisen koostumuksen vaihtelu. TEKES – Kaivostoiminnan ympäristötekniikka. Geologian tutkimuskeskus. Julkaisematon raportti, 16 s., 6 liites, 2004.
18. Heikkinen P. Hituran kaivoksen rikastushiekan mineraloginen ja geokemiallinen koostumus. TEKES – Kaivostoiminnan ympäristötekniikka. Geologian tutkimuskeskus. Julkaisematon raportti, 19 s., 6 liites., 2005.
19. Zevenhoven R., Kohlmann J., Mukherjee A.B. Direct dry mineral carbonation for CO₂ emissions reduction in Finland. Proceedings of the 27th International Conference on Coal Utilization and Fuel Systems, Clearwater (FL), March 4-7 (2002) 743-754.
20. Zevenhoven R., Kavaliauskaite I. Mineral carbonation for long-term CO₂ storage: an exergy analysis. Int. J. Thermodynamics 7 (2004) 23-31.
21. Teir S., Raiski T., Kavaliauskaite I., Denafas G., Zevenhoven R. Mineral carbonation and Finnish pulp and paper industry. Proceedings from 29th International Technical Conference on Coal Utilization & Fuel Systems, Clearwater, Florida, U.S.A., April 18 – 22, 2004.
22. Teir S., Eloneva S., Zevenhoven R. Production of precipitated calcium carbonate from calcium silicates and carbon dioxide. Energy Conversion and Management 46 (2005) 2954-2979.
23. Teir S., Eloneva S., Zevenhoven R. Co-utilization of CO₂ and calcium silicate-rich slags for precipitated calcium carbonate production (part I). Proceedings from ECOS 2005 conference, Trondheim, Norway, June 20 – 22, 2005 (2005).

>>>>

SUMMARY

Silicate mineral carbonation as a possible sequestration method of carbon dioxide in Finland

Mineral carbonation has been investigated at Helsinki University of Technology (TKK), laboratory of energy engineering and environmental protection since year 2000. The Finnish Technology Agency Tekes and the Finnish Recovery Boiler Committee are funding through the CLIMBUS technology programme, in conjunction with the Nordic Energy Research Programme, the research regarding the application of *ex situ* mineral carbonation processes. One aspect is to verify the use of mineral carbonation for the separation, utilisation and long-term storage of carbon dioxide (CO₂) in the pulp and paper industry.

Geological Survey of Finland (GTK) has been screening since 2004 the location, quality and suitability of the Finnish processed serpentine and stoped serpentinite storage of mines and serpentinite bodies of ultramafic rock formations for mineral carbonation of CO₂. Tekes and the GTK are funding development work through the CLIMBUS technology programme on the utilisation of serpentine and serpentinite for CO₂ sequestration purposes, based on economical and environmental evaluation of mineral and mining processing operations. Also the options for other use of serpentine and serpentinite are evaluated.

The MgO containing mineral and rock material of the Hitura nickel mine of Outokumpu Mining Oy in Nivala is in focus at the TKK's and GTK's group project in the CLIMBUS technology programme (CO₂ Nordic Plus and ECOSERP projects). The Hitura mine also represents the mining sector in the project steering group. ▀

24. Puustinen, Kauko. Suomen kaivosteollisuus ja mineraalisten raaka-aineiden tuotanto vuosina 1530-2001, historiallinen katsaus erityisesti tuotantolukujen valossa. 578 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 10.1/2003/3, 2003.
25. EU 2005. European Pollutant Emission Register. Carbon dioxide emissions of Finnish facilities 2001.▲

CV – Sebastian Teir received his M.Sc. in Mechanical Engineering in 2002, and has since 2003 worked as a research engineer and post-graduate student at the Laboratory of Energy Engineering and Environmental Protection at Helsinki University of Technology. His research topic is the application of mineral carbonation for long-term storage of CO₂ and works under the supervision of Ron Zevenhoven and Carl-Johan Fogelholm.

CV – Soile Aatos works currently as a geologist in the Geological Survey of Finland, Eastern Finland Office in Kuopio. She received her M.Sc. degree in Geology and Mineralogy from Turku University in 1992. Her current fields of interest are e.g. efficient and integrated industrial use of geological and mineralogical by-products and waste materials and developing GIS and other information applications for mining environmental purposes.

CV – Asko Kontinen works as a geologist in the Geological Survey of Finland (GTK), Eastern Finland Office in Kuopio. He received his M.Sc. degree in Geology and Mineralogy from Helsinki University in 1981. His work in GTK since 1982 has included mapping of a large part of the Kainuu Schist belt and research of the ophiolites and related sulphide deposits of the Kainuu-Outokumpu belt. He is an author or a co-author of about 50 published geological maps and papers, many of them internationally peer-reviewed.

CV – Ron Zevenhoven is currently Professor in engineering thermodynamics and modeling at Åbo Akademi in Turku. He worked at Helsinki University of Technology as Associated Professor (dosentti) in Energy Engineering and Environmental Protection 1997-2005. He has M.Sc. in Chemical Engineering (1988) and Ph.D. degree (1992) from Delft University of Technology in the Netherlands. His current interests are clean and efficient combustion processes, multiphase reacting fluid dynamics and processing of wastes for energy and material recovery. He is an author or a co-author of about 75 peer-reviewed publications and a book on gas clean-up technologies. He is also a member of several international committees and consortia in his field. He initiated the research on mineral carbonation for long-term CO₂ storage in Finland in 2000.

CV – Olli-Pekka Isomäki is currently the chief mine geologist at the Hitura nickel mine of Outokumpu Mining Oy in Nivala. He has received his M.Sc. degree in Geology and Mineralogy from Turku University in 1975, and since then he has worked as mine geologist in several zinc, gold and nickel mines of Outokumpu Oy in Finland. Besides of working as a mine geologist he has also worked as a field geologist of Outokumpu Exploration in Southern Finland from 1981 until 1987.▲



Kierrätys metallurgisissa prosesseissa



25. - 26.04.2006, POHTO Oulu

Tavoite

Kurssin tavoitteena on antaa kuva metallurgisen teollisuuden poisteiden kierrätyksen ja tuotteistamisen nykytilasta ja mahdollisuuksista.

Sisältö

Kurssin aiheita ovat kierrätykseen liittyvä lainsäädäntö, kuonien tuotteistaminen ja käyttö, romujen kierrätys, prosessipölyjen käsittelymahdollisuudet, tulenkestävien materiaalien kierrätys, poisteiden testaus- ja arviointimenetelmät sekä alueen tulevaisuuden näkymät.

Osallistujat

Metallurgisen teollisuuden tutkimus-, kehitys- ja käyttöhenkilöstö sekä korkeakoulujen opiskelijat.

Inclusion Engineering

September 5 - 6, 2006, POHTO Oulu

Aims of the Course

To give a comprehensive review on fundamentals of inclusions formation, transformation, and control in secondary steelmaking and on inclusions behaviour during casting and rolling.

To introduce modern methods and tools for simulation of basic phenomena in inclusion engineering and to present practical experiences and results from industrial processes and of the effects of inclusions on product properties.

Participants

R&D and process engineers from Steel Industry and post-graduate metallurgy students.

Lecturers

Professor Henri R. Gaye Pohang University of Science and Technology, Korea
 Professor Pär Jönsson Kungliga tekniska högskola, Sverige
 Professor Lage Jonsson Kungliga tekniska högskola, Sverige

Lisätietoja

Kehittämispäällikkö Markus Hietala ja kehittämisassistentti Irja Kellokoski puh. (08) 5509 700 tai sähköpostitse: etunimi.sukunimi@pohto.fi ja www.pohto.fi



Puh. (08) 5509 722 - asiakaspalvelu@pohto.fi - www.pohto.fi



Jörg Langwaldt



Katri Mattila



Gennadi Zaitsev

Jörg Langwaldt, Geological Survey of Finland, Mineral Processing, Outokumpu
Katri Mattila, Gennadi Zaitsev, Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Rovaniemi

Biological removal of nutrients from mine waters

Introduction

In the European Union, operating mines and mining projects are facing ever increasing environmental protection regulations. In respect to water protection, small streams and water bodies are vulnerable to excessive loads of nutrients, which easily cause eutrophication. Discharge of nutrients, especially ammonia and nitrate from mines to water bodies is an emerging issue (EPA, 2003; EU, 2004) (Figure 1). Main source of nitrogen are ammonium and nitrate of un-detonated explosives, which are easily leachate from the extracted rocks (EU, 2004).

The presented research projects aim to support the environmental-friendly operation of mines by developing of a novel biological process for the removal of nutrients from mine waters.



Figure 1. Right photo shows increased vegetation in a small brook affected by mine water versus left photo of not impacted water. Photos taken near a mine in Finland (photos by Katri Mattila).

Origin of ammonia and nitrate in mine waters

The main source of ammonia and nitrate in mine waters is the use of explosives such as Ammonium Nitrate Fuel Oil (ANFO). Ammonia and nitrate are leached from residuals of un-detonated ANFO-explosives on barren rock and ore (Forsberg and Åkerlund, 1999; EPA, 2003; EU, 2004). In Finland, annually, more than 30.000.000 tones of rock are

extracted. Thus, the total annual consumption of explosives may be 6.000 tons based on an estimated use of 200 g of explosives per mined ton of rock. Forsberg and Åkerlund (1999) reported that 17% of un-detonated explosives were transported with the ore to the refinement and barren rock heaps. Forsberg and Åkerlund (1999) and Pienimäki and Rantala (2004) stated that about 0.03% and 1%, respectively, of nitrogen in explosives are discharged into the aquatic environment. Other sources of ammonia in mine and mill effluents can be chemicals for flotation, cyanide destruction and pH regulation.

Environmental protection legislation

The European Union Water Framework Directive (2000/60/EC, 23rd October 2000), which is the general legislation for the protection of Europe's aquatic environment, demands a good state of all aquatic environments throughout the European Union by 2015. In Finland, no limits exist for discharge of nutrients from mines to receiving water bodies. However, the responsible Finnish Regional Environment Centre can request studies on the amount of nutrients discharged in mine water and the state of the affected environment. Nitrate is a key water pollutant and minimization of its discharge into the environment has been addressed by the European Commission (1991). From 1992 to 2001 nitrate concentrations in rivers have increased most in Finland out of 15 European countries (EEA, 2004).

Biological removal of nutrients from mine waters

In nature, a two-step process exists for the removal of ammonia and nitrate from water. Ammonia NH_4^+ is initially oxidized to nitrite NO_2^- and then to nitrate NO_3^- by bacteria. Biological denitrification consists of the reduction of nitrate to nitrogen gas by heterotrophic microorganisms under anoxic conditions. Heterotrophic bacteria uses substrates, e.g. ethanol, as both carbon and energy sources. Natural attenuation of ammonia and nitrate by nitrification and denitrification is often limited by low temperature and lack of easily biodegradable substrates.



Removal of nutrients from mine waters

The current state of technology indicates that biological removal of inorganic nitrogen compounds from mine water is possible. In municipal and industrial wastewater treatment plants removal of nitrogen by nitrification and denitrification is common practice. Further, *in situ* nitrification and denitrification of ammonia and nitrate, respectively, in cold groundwater has been demonstrated (Smith et al., 2001; Patterson et al., 2004). Clewer Oy has developed and commercialized full-scale biological processes for removal of ammonia and nitrate from landfill leachate with elevated heavy metal content. Lately a bioreactors for treatment of landfill leachate has been installed in Imatra in a joint action by Tekno Forest Oy, owner of Clewer technology, and Sarlin Oy.

However, mine effluents differ from landfill leachates due to lower heavy metal concentration and very low content of organic compounds. Therefore, mine effluents require addition of an organic carbon source. Promising results on biological removal of nitrogen from mine waters have been achieved in North America (Given et al., 1998; Hiebert, 1998; Reinsel and Plumb, 1999; Reinsel, 2001).

At the Finnish Forest Research Institute in Rovaniemi studies on nitrification of ammonia in mine water were carried out within an ERDF funded project named "ARMI 2". One objective of the project was the development of a laboratory-scale nitrification process in a biofilm-reactor. Benefits of biofilm reactors are relatively short treatment times, low maintenance costs, slow excess biomass generation and good resistance against toxicants and fluctuations of pH, salinity and concentrations of heavy metals and organic compounds.

Results

Mine water was sampled from ScanMining Oy's Pahtavaara underground mine during 27.1.–13.6.2005 (Figure 2) and stored in the cold.

A combined submerged and trickling filter bioreactor, total volume of 18.5 L, filled with polymeric carrier material was used (Figure 3). The bioreactor was aerated with ambient air and operated at $14\pm 0.5^\circ\text{C}$. The bioreactor contained a mixed culture of four nitrifying bacterial strains, which were isolated from environmental samples. The feed flow rate was stepwise increased up to 14.2 L/h, associated with a reduction of the retention time to 0.42 h.



Figure 2. Sampling of mine water from a temporary storage containment (photo by Jörg Langwaldt).



Figure 3. Biofilm-reactor with carrier disk and micrograph of the biofilm (photos by Jouni Hyvärinen/Meila and Katri Mattila).

Effect of pH

The proton generation during the nitrification and the low pH buffer capacity of the tested water resulted in a decrease of pH and nitrification performance from 88 to 54%. Later, the pH was increased by addition of NaOH to about 8.

Effect of temperature

At 55th day of operation, the temperature was reduced from $14\pm 0.5^\circ\text{C}$ to $12\pm 0.5^\circ\text{C}$. The resulting nitrification reached 97% at a retention time of 2.8 h (Figure 4). A further decrease of the retention time to 25 min caused a decrease of the nitrification efficiency to 53%. The temperature was further decrease to $5\pm 0.5^\circ\text{C}$ towards the end of the experiment and resulted in a steady decrease of the nitrification from 98 to 71% (retention time 2.7 h) (Figure 4). Experiments at 5°C lasted 9 days, thus, adaptation of bacteria to the low temperature is likely to occur during extended experimental period. The latter has been verified during ongoing experiments.

Shortage of oxygen

Malfunction of the aeration, 86-87th day, and increased flow rate caused an increase of nitrite from on average 0.7 to 5.9 mg/L (Figure 4). This demonstrates the strong adverse effect of dissolved oxygen shortage on Nitrobacter bacteria. Analog, the NH_4 -concentrations in the effluent from the bioreactor increased during the process up-set (Figure 4). Likely, lack of dissolved oxygen caused a decrease of the nitrification capacity.

Ongoing research

The research initiated in ARMI 2 has been enlarged and continues in the two year project "KAIRA" at the Finnish Forest Research Institute in Rovaniemi in cooperation with the Geological Survey of Finland, Tekno-Forest Oy and

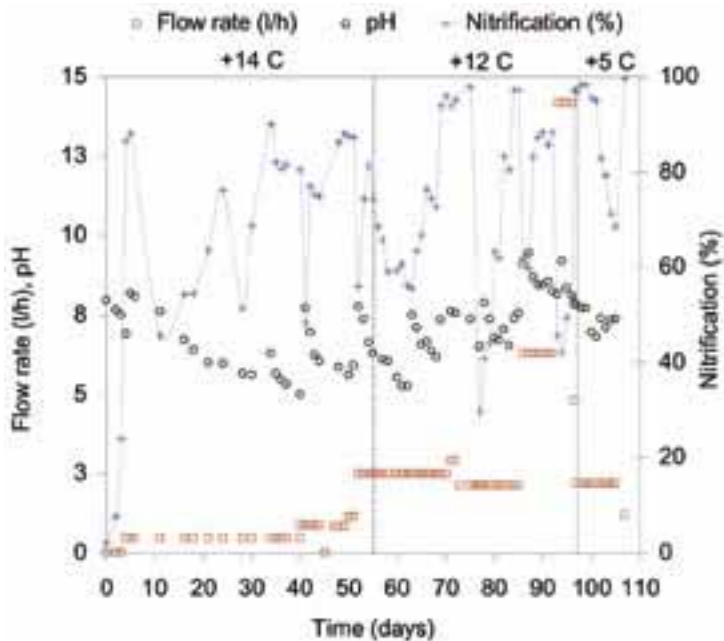


Figure 4. Performance of nitrifying bioreactor at different flow rates and temperatures.

Outokumpu Chrom Oy. Further project partners are Sarlin Oy, Forcit Oy, ScanMining Oy, Kempfos Oy, Scandinavian Gold Prospecting Ab, Agnico-Eagle Mines Ltd. and Anglo American plc.

The main objective of KAIRA is to study and develop following set of process combinations for the effective reduction of total nitrogen in mine waters. 1) nitrification, 2) denitrification, 3) anaerobic oxidation of ammonia with nitrite, and 4) concentration of mine water by reverse osmosis and biological treatment of its concentrate. The biological treatment of concentrated ammonia solutions will be studied in combination with a project at GTK on usage of ion exchanger for removal of ammonia. Other objectives are the quantification of *in situ* nitrification of ammonia in tailing ponds and quantification of biosorption of heavy metals in biofilms. The biosorption of heavy metals in nitrifying biofilms was observed in an earlier research project "ARMI 1". The different process combination will be investigated at bench-scale in the laboratory and at larger scale at an operating mine. The results of this project will be applied to estimate costs of full-scale implications.▲

REFERENCES

EU 1991. Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. Official Journal L 375, 31/12/1991
 EEA 2004. EEA Signals 2004. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark, 36 p.
 EPA 2003. EPA and Hardrock Mining: A Source Book for Industry in the Northwest and Alaska, U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Seattle, USA, pp. 64.
 EU 2004. Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities. EUROPEAN COMMISSION, Sustainability in Industry, Energy and Transport, European IPPC Bureau, 557 p.
 Forsberg H and Åkerlund H 1999. Kväve och sprängämnesrester i LKAB:s malm-, gråbergs- och produktflöden. Luleå University

Given B, Dixon B, Douglas G, Mihoc R, Mudder T. 1998. Combined aerobic and anaerobic biological treatment of tailings solution at the Nickel Plate Mine. The cyanide monograph. London: Mining Journal Books
 Hiebert R 1998. Final Report—Nitrate Removal Demonstration Mine Waste Technology Program Activity III, Project 4. MSE Technology Applications, Inc., Montana, USA, 60 p.
 Patterson BM, Grassi ME, Robertson BS, Davis GB, Smith AJ and McKinley AJ 2004. Environ. Sci. Technol., 38: 6846-6854
 Pienimäki M and Rantala L 2004. Outokumpu Oy Kemin kaivoksen ympäristölupaan liittyvät lisäselvitykset. PSV-MAA JA VESI, 20 p.
 Reinsel MA 2001. Analyzing a new biological treatment process for wastewater. Water Online News.
 Reinsel MA and Plumb PD 1999. Anoxic biotreatment cell (ABC) for removal of nitrate and selenium from mining effluent waters. Closure, Remediation & Management of Precious Metals Heap Leach Facilities. (Eds.) D. Kosich and G. Miller. January 14 -15, 1999, 99-104.
 Smith RL, Miller DN, Brooks MH, Widdowson MA, Killingstad MW 2001. Environ. Sci. Technol. 35: 196-203▲

SUMMARY In summary, the experiments showed that nitrification of ammonia in mine water operates well at 12°C and has the potential to work as temperatures as low as 5°C. At 12°C and ammonia influent concentration of about 20 mg/l, the retention time could be decreased to 2.4 h without any effect of the nitrification.

The research continues in the project KAIRA until August 2007 in close cooperation between the Finnish Forest Research Institute, the Geological Survey of Finland and industrial partners.▲

CV - Jörg Langwaldt. M.Sc., Chemical Engineering, University of Dortmund, Germany, 1997; Doc.Tech., Environmental Technology, Tampere University of Technology, 2003; Tampere University of Technology, Researcher, 1997-2004; Finnish Forest Research Institute, Researcher, 2004-2005, Geological Survey of Finland, Researcher, 2005. His main fields of interest are bioprocessing of minerals, environmental biotechnological processes for water treatment, remediation of contaminated soil and groundwater, and treatment of acid mine drainage. He is co-author of several publications in refereed international scientific periodicals.

CV - Gennadi Zaitsev. M.Sc., Microbiology, Belorussian State University 1974; Ph.D., Microbiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, 1987; Belarus Academy of Sciences, Senior researcher, 1987-1988; Russian Academy of Sciences, Research scientist, 1988-1989; Belarus Academy of Sciences, Head of research group, 1989-1993; University of Helsinki, Research scientist, 1993-1995; Juvegroup Oy Ltd. Rovaniemi, Chief Scientist, 1995 - 2004; Juve Biotech Oy Ltd. Rovaniemi, Chief Scientist, 2004-2005; Finnish Forest Research Institute, Researcher, 2005. His research interests are in the area of environmental microbiology, microbial ecology, biodegradation of environmental pollutants, and development of biological wastewater treatment processes. He has published his research results in more than 60 scientific publications and he is co-inventor of 7 patents.

CV - Katri Mattila. Ph.D. Environmental Microbiology, University of Helsinki, 2002; University of Helsinki, Department of Applied Chemistry and Microbiology, Researcher 1997-2001; Finnish Forest Research Institute, Senior Researcher, 2001-2005 within the Arctic Microbiology (ARMI) research group. Her main research interests are processes controlling, biofilm formation (attachment/detachment) and development of experimental setups to exam the changes in bacteria populations. She is experienced in industrial research projects on biofouling and biocorrosion in process water systems. She is co-author of several publications in refereed international scientific periodicals.▲

In Memoriam

Toivo Siikarla 30.1.1917 – 11.10.2005



Geologisen tutkimuslaitoksen (nykyisen Geologian tutkimuskeskuksen) entinen geofysikko, geofysiikan osaston johtaja professori *Toivo Ilmari Siikarla* kuoli Kaunialan sairaalassa 11.10.2005.

Toivo Siikarla syntyi Liedossa 30.1.1917. Hän valmistui ylioppilaaksi Salon yhteiskoulusta 1937 ja diplomi-insinööriksi Teknillisen korkeakoulun maanmittausosastolta 1946. Toivo Siikarla tuli Geologisen tutkimuslaitoksen (GTL) palvelukseen samana vuonna ja palveli koko virka-uransa GTL:ssä. Hän toimi GTL:ssä useissa tehtävissä, ensin geodeettinä ja geofysikkona, sitten valtiongeofysikkona, geofysiikan osaston johtajana ja laitoksen vt. tutkimusjohtajana. Toivo Siikarla jäi täysin palvelleena eläkkeelle vuonna 1980.

Toivo Siikarla kuului siihen sukupolveen, jonka osaksi lankesi Suomen jälleenrakentaminen ja teollistaminen sodanjälkeisinä vuosikymmeninä. Yksi osa tätä kansallista ponnistusta oli valtion voimakas panostus malminetsintään ja malminetsintämenetelmien kehittämiseen GTL:ssä. Toivo Siikarla antoi tähän työhön tärkeän panoksen. Hän osallistui ja johti menestyksellisesti geofysikaalisia tutkimuksia monilla malminetsintäkohteilla. Näistä mainittakoon erityisesti vuosina 1959-1960 tehdyt Kemin kromimalmiesiintymän tutkimukset, joissa painovoimamittauksia käytettiin hänen johdollaan Suomessa ensi kertaa kairauksia ohjaamaan. Virtasalmen kuparimalmiesiintymän geofysikaalisista tutkimuksista syntyi Siikarlan väitöskirja vuonna 1967

työn painottuessa erityisesti gravimetristen mittausten kehittämiseen. Toivo Siikarla vaikutti tärkeältä osalta siihen, että GTL aloitti alueelliset painovoimamittaukset vuonna 1972 täydentämään erityisesti malmipotentialisilla alueilla Geodeettisen laitoksen koko valtakunnan kattavaa, mutta harvempaa mittausta verkkoa.

Toivo Siikarla oli *Suomen Geologisen Seuran* ja *Vuorimiesyhdistyksen* jäsen. Hän toimi Geologisen Seuran puheenjohtajana 1971 ja osallistui aktiivisesti Vuorimiesyhdistyksen toimintaan sen monien työkomiteoiden jäsenenä. Siikarla oli myös kansainvälisten geofysiikan järjestöjen *European Association of Exploration Geophysicists* ja *Nordic Association for Applied Geophysics* jäsen ja hän osallistui myös IAG:n (*International Association of Geodesy*) toimintaan.

Vanhempi geofysikko- ja geologipolvi muistaa Toivo Siikarlan Teknillisessä korkeakoulussa ja Helsingin yliopistolla asiantuntevasti pitämät sovelletun geofysiikan luentosarjat 1959-1974. Toivo Siikarlan kirjallinen toiminta sisältää julkaisuja geofysikaalisista malminetsintämenetelmistä ja niiden soveltamisesta useisiin malmikohteisiin, artikkeleita geofysikaalisista mittalaitteista kuten Arvela-magnetometristä ja kairaustekniikasta sekä esimerkkejä ilmakuvien käytöstä geologiseen kartoitukseen ja malminetsintään.

Siikarla osallistui sekä talvi- että jatkosotaan tykistössä ja oli sotilasarvoltaan kapteeni. Sotakokemuksistaan Siikarla julkaisi myös kirjan yhdessä aseveljiensä kanssa.

Toivo Siikarla teki pitkän ja ansiokkaan päivätyön. Jäämme häntä kaipaamaan.

Ilmo Kukkonen

Geologian tutkimuskeskus

Markku Peltoniemi

Teknillinen korkeakoulu

In Memoriam



Klas-Göran Eriksson 12.5.1946 – 17.9.2005

Erik Klas-Göran Eriksson, bland arbetskamrater och bergsmän känd som KG, avled den 17 september 2005 i Ekenäs efter en kort tids sjukdom.

KG hade sina rötter i den åländska skärgården – född på Föglö och tidig barndom på Sottunga. Studentexamen

avlade han 1967 vid Ålands Lyceum i Mariehamn och diplomingenjör blev han år 1972 från Kemisk-tekniska fakulteten vid Åbo Akademi.

Sin stålmannabana inledde KG som utvecklingsingenjör på stålverket i Koverhar och kom livet igenom att bli sin första arbetsgivare trogen och följa denna genom den struktureringsprocess som omfattat hela det långa stålet i Norden. Under sin karriär verkade KG bl.a. som chef för valsverken i Åminnefors och Dalsbruk och som VD för Dalsbruk Oy Ab. Då de norska, svenska och finska tillverkarna av långa handelsstålsprodukter gick samman till Fundia AB år 1992 utnämndes han till en av bolagets tre viceverkställande direktörer och chef för koncernens

tråddivision. Som sitt sista uppdrag inom stålindustrin hade han hand om Fundias affärsutveckling i Östeuropa. Nya Oy Ovako Ab hann han inte uppleva. KG bestämde sig senaste vår för att trappa ned och gå i deltidspension, men bara någon vecka innan detta skulle ske slog sjukdomen till.

I sin hemstad Ekenäs var KG aktiv inom samhällslivet. Han var bl.a. stiftande medlem i Hangö Uddis Juniorhandelskammare. Uppdraget som medlem i styrelsen för Yrkeshögskolan Sydväst prefererade han högt. År 1996 erhöill han Finlands Lejons Ordens riddaretecken av I klass.

Bland kolleger och medarbetare gjorde sig KG känd som en samvetsgrann person man kunde lita på. Hans intresse för sina medmänniskor var påtagligt. I goda vänners lag kom hans humor till sin fulla rätt – i hans sällskap hade man roligt.

Helst kopplade KG av ute på stugan i Sottunga i sin barndoms landskap.

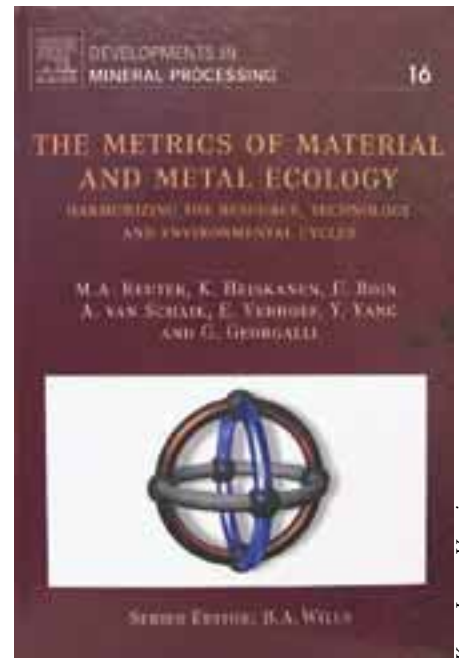
Familjen, hustrun Lena med barnen Martin och Johanna samt egna sonen Niklas har mist en omtänksam make och far. Vi andra en god vän.

Anders Moliis-Mellberg
Oy Ovako Ab

Kirja- esittely

DI Harri Lehto, Teknillinen korkeakoulu, Mekaaninen prosessi- ja kierrätystekniikka

M.A. Reuter, The University of Melbourne, Victoria, Australia
K. Heiskanen, Helsinki University of Technology, Finland
U.M.J. Boin, Oberusel, Germany
A. van Schaik, Den Haag, The Netherlands
E. Verhoef, Bergen op Zoom, The Netherlands
Y. Yang, Delft, The Netherlands
G. Georgalli, Den Haag, The Netherlands
Elsevier B.V. 2005.
ISBN 0-444-51137-7, 720 s.



Kirja Janne Vuori

Metallien tuotanto ja kierrätys

MARRASKUUSSA 2005 JULKAISTU KIRJA *The Metrics of Material and Metal Ecology* täyttää mainiosti sen aukon, joka on pitkään ollut olemassa varsinkin kierrätystekniikan opetuksessa ja tutkimuksessa. Kirjan pääkirjoittajina ovat toimineet prof. Reuter, prof. Heiskanen ja prof. Boin, jotka ovat olleet rakentamassa eurooppalaista kierrätystekniikan opetusta mm. yhteistyössä toteutetun EMEC Recycling-kurssin muodossa.

Kirja antaa moniulotteisen ja kokonaisvaltaisen kuvan siitä mitä kestävä kehitys ja sen toteuttaminen tarkoittavat teoriassa ja käytännössä. Tarkastelu on rajoitettu lähinnä ja lähes yksinomaan metallien tuotantoon ja kierrätykseen, mutta yhtymäkohtia on myös muihin materiaaleihin.

Kirja on laaja kokonaisuus, mutta tekijät jakavat sen karkeasti kolmeen osaan:

METAL AND MATERIAL ECOLOGY
Tässä luvussa kuvataan metallien tuotantoprosesseja, ja verrataan lyhyesti metallien "kestävyyttä" muihin materiaaleihin kuten muoveihin. Metallit ovat kestävä kehityksen kannalta aivan omassa asemassaan, ja alkuaineina niiden voidaan ajatella kiertävän ikuisesti. Kuvauksissa käytetään teollisen ekologian periaatetta, jossa tuodaan korostetusti esille eri metallien tuotantojen väliset yhteydet (Interconnected Metal Cycles). Toisen prosessin sivutuote on usein toisen prosessin raaka-aine. Tuotannon tehokkuus on metallien tuotannossa viety useimmiten varsin pitkälle. Näitä asioita on kuvattu yksityiskohtaisemmin kirjan loppuosassa (appendix B).

Tuotantojen välistä yhteyttä havainnollistetaan lyijyn, tai tarkemmin sanotuna "lyijyvapaiden" juotteiden, avulla. Tarkoituksena on osoittaa, että lyijyn käytön kieltämisellä tai rajoittamisella on suorat ja välilliset vaikutukset usean muun metallin tuotantoon. Vaikutus perustuu lyijyn tuotannossa syntyvien sivutuotteiden saatavuuteen, tai korvaavien (juotteet) metallien tuotantoon.

PRODUCT RECYCLING AS APPLIED TO THE CAR

Käytöstä poistettujen autojen kierrätys on hyvä esimerkki lähinnä kahdestakin syystä. Ensimmäinen on voimassaoleva EU:n ELV (end-of-life vehicles) direktiivi. Toinen syy on kierrätettävien autojen materiaalikostumuksen kompleksisuus, ja sen muuttumisesta johtuva kierrätyksen haasteellisuus.

Kierrätysasteen (Recycling Rate) tarkka määrittely ja sen ennustaminen eri tuotevariaatioille ovat tärkeitä työkaluja lainsäätäjille sekä luonnollisesti tuotteiden valmistajille. Tekijöiden kritiikki kohdistuu voimakkaasti kierrätysasteen, ja sitä kautta tiukentuvien kierrätystavoitteiden suoraviivaista määrittelyä vastaan.

Perusteellisen (kierrätys) systeemitarkastelun avulla osoitetaan, että direktiivissä esitetyt kierrätystavoitteet eivät ole saavutettavissa, ainakaan kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti.

Systeemin tarkastelu ja mallintaminen tehdään ns. multi-level approach-periaatteella, yhdistämällä eritasoiset mallit keskenään. Lukijan kannalta tämä on hyvä asia, koska tällöin asiakokonaisuudet on huomattavasti helpompi hahmottaa pala palalta.

METALLURGICAL RECYCLING OF ALUMINIUM

Alumiinin kierrätys kuvataan yksityiskohtaisesti siihen liittyvän metallurgian näkökulmasta. Tarkastelussa korostuu jatkuvasti välituotteiden laadun merkitys lopullisen saannin ja kierrätysasteen muodossa.

Samalla luodaan myös lyhyt katsaus primäärialumiinin tuotantoon. Kierrätyksen kannalta oleelliset alumiinromun mekaaniset yksikköprosessit käydään myös läpi.

Kirjan loppuosassa (appendix A) on esitetty mekaanisen kierrätysjärjestelmän ja kierrätyksen metallurgian teoreettiset perusteet sekä CFD-mallinnus.

Kirjan mukana on CD-levy, joka sisältää kaikki kirjassa esitetyt ohjelmistot ja mallit, sekä eri esimerkeissä käytetyn numeerisen datan.

Kirja ei ole sellaisenaan varsinainen oppikirja, ainakaan perusopetukseen. Alan jatko-opintoihin se sopii sensijaan erinomaisesti. Siihen sisälle päästäkseen täytyy jo olla vähintäänkin hyvät tiedot mekaanisista ja metallurgisista yksikköprosesseista, ja näiden prosessin mallintamisesta.

Kirja on selkeä viesti myös viranomaisten ja päättäjien suuntaan EU-tasolla. Se pyrkii teorian (mallinnuksen ja simuloinnin) avulla osoittamaan kuinka ilman perusteellista tarkastelua laaditut direktiivit vaikeuttavat todellisen yhteisen päämäärän, eli kestävä kehityksen ja tulevaisuuden rakentamista tuleville sukupolville.

Suosittelen kirjaa lämpimästi kaikille kestävästä kehityksestä, ja varsinkin kierrätystekniikasta kiinnostuneille. ▀



Tutkimusryhmä yhdessä TKK:n rehtorin ja Materiaaliteknikan osastonjohtajan kanssa. Kuvassa vasemmalta oikealle Ph.D. Oleg Heczko, prof. Simo-Pekka Hannula, TKT Outi Söderberg, tutkija (väittelee v. 2006) Yanling Ge, prof. (emer.) Veikko Lindroos, rehtori Matti Pursula ja osastonjohtaja prof. Kari Heiskanen. Kuvasta puuttuu tutkimusryhmän ja artikkelin kirjoittajaryhmän jäsen Ph.D. Alexei Sozinov, joka oli kuvaushetkellä Kiovassa, Ukrainassa.

Huomionosoitus tutkimusryhmälle

Teksti Harri Lehto · Kuva Janne Vuori

Teknillisen korkeakoulun Materiaaliteknikan osastolla pidettiin maanantaina 16.1.2006 lämminhenkinen kakkukahvitilaisuus, jolla haluttiin juhlistaa Materiaalitieteen laboratorion tutkimusryhmän saamaa merkittävää huomionosoitusta kansainväliseltä tiedealan julkaisijaorganisaatiolta IOP (Institute of Physics Publishing).

Huomionosituksen aihe oli tutkimusryhmän julkaisu *"Recent breakthrough development of the magnetic shape memory effect in NiMnGa alloys"*, joka perustuu Singaporessa marraskuussa 2004 pidettyyn plenary-esitykseen kansainvälisessä konferenssissa "First International Conference on Shape Memory And Related Technologies SMART2004".

Julkaisu on herättänyt poikkeukselli-

sen laajaa kiinnostusta alan kansainvälisessä tiedemaailmassa, josta osoituksena on tähän mennessä yli 500 latausta julkaisijan nettisivuilta, artikkelin julkaisuajankohdasta syyskuusta 2005 alkaen. Vertailun vuoksi mainittakoon, että ainoastaan 3 % IOP:n kaikista eri julkaisusarjojen julkaisuista pääsee yli 500 lataukseen vuodessa. Esityksen ja julkaisun taustalla on monivuotinen ja laaja tutkimusprojekti, jonka vastuullisena johtajana on toiminut prof. (emer.) Veikko Lindroos, sekä vuodesta 2004 alkaen hänen seuraajansa professori Simo-Pekka Hannula. Teknillisen korkeakoulun MSM-tutkimusprojektin (MSM, Magnetic Shape Memory) aktiivisimmassa vaiheessa vuosittain vaihteen alkuvuosina tutkimusryhmässä työskenteli parhaimmillaan Otaniemen kampuksella n. 35 tutkijaa (fysiikan laboratorion, COMP, ja lääketieteellisen tekniikan laboratorion MSM-tutkijat mukaanluki) tutkijaa sekä yhteistyökumppaneiden (kuten MIT, Boston, USA, Institute of Metal Physics, Kiev, Ukraine, McGill University, Canada, Uppsala University,

Sweden, Institute of Physics, Prague, Czech Republic, Gerhard-Mercator University, Duisburg, Germany, Ben Gurion University, Israel) laboratorioissa n. 15 tutkijaa. Tutkimushankkeen resurssoinnissa tärkeimpiä yhteistyökumppaneita ovat olleet Suomen Akatemia, Tekes ja suomalainen teollisuus; mm. Outokumpu, Nokia, Metso ja AdaptaMat.

Aihe on ollut erittäin haluttu alan konferensseihin, josta osoituksena laboratorion puolesta on pyydetty edellämämainitun Singaporen jälkeen kutsutut esitykset mm. Bostoniin marras-joulukuun vaihteessa 2005 (MRS Fall Meeting) sekä tulossa oleva kutsuttu esitys Sisiliassa, Italiassa kesäkuussa, CIMTEC 2006 (11th International Ceramic Conference and 4th Forum of New Materials).

Näiden lisäksi laboratorion puolesta on pyydetty käsikirjaluvut kahteen käsikirjaan ((1) O. Söderberg, A. Sozinov and V.K. Lindroos, Giant Magnetostrictive Materials, The Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2005, ed. K.H.J. Buschov et.al, Amsterdam, Elsevier Science sekä (2) O. Söderberg, Y. Ge, A. Sozinov, S-P. Hannula and V.K. Lindroos, Giant Magnetostrictive Materials, Handbook of Magnetic Materials, Vol 16, Chapter 1, ed. K.H.J. Buschov, Elsevier Science, to be published 2006).

Niillä, joita Singaporen esityksen sisältö kiinnostaa yksityiskohtaisemmin, on mahdollisuus tulostaa artikkeli osoitteesta <http://www.iop.org/0964-1726/14/s223>. ▀

Väitös vaahdotuksesta

Vaahdotukseen liittyvä tutkimus on jo useita vuosia ollut tutkimuksen keihäänkärki Mekaanisen prosessi- ja kierrätystekniikan laboratoriossa TKK:lla. Aiheesta on tehty tiivistä yhteistyötä Outo-kummun eri yksiköiden kanssa. Tutkimusta ovat rahoittaneet myös Suomen Akatemia ja Tekes.



Helpottuneen oloinen väittelijä välittömästi väitöstilaisuuden jälkeen. Kuvassa vasemmalta oikealle prof. Cyril O'Connor, DI (väit.) Rodrigo Grau, prof. Kari Heiskanen.

Edellinen aiheeseen liittyvä väitöskirja valmistui vuonna 2003, jolloin TKT Nora Schreithofer väitteli kuplien ja partikkelien välisistä vuorovaikutusvoimista, ja näiden voimien mittaamisesta.

Maanantaina 9.1.2006 pidetyssä väitöstilaisuudessa saatiin kuulla viimeisimmät tutkimustulokset kuplakokoon, sen mittaamiseen ja kuplien yhdistymiseen liittyvistä tekijöistä.

Väittelijänä oli DI *Rodrigo Grau*, työn vastaväittäjänä prof. *Cyril O'Connor*, University of Cape Town SA. Väitöskirjan esitarkastajina toimivat prof. *Jean-Paul Franzidis*, University of Queensland, Brisbane Australia ja prof. *Juan Yianatos*, Universidad Técnica Federico

Santa María, Valparaíso Chile. Työn valvoja oli prof. *Kari Heiskanen* TKK.

Väitöskirjan aiheesta

Mineraalien rikastuksessa edelleen käytetyimmän prosessin, eli vaahdotuksen toiminnassa on kaasufaasin käyttäytyminen erittäin merkittävä osatekijä. Siihen voidaan vaikuttaa sekä fysikaalisiin että kemiallisiin menetelmin.

Väitöskirjatyössä kehitettiin uusia mittaamenetelmiä kuplakokoon, kaasuvuon ja paikallisen kaasupitoisuuden mittaamiseksi in-situ. Kehitetyillä mittaareilla selvitettiin vaahdotteen, ilmamäärän, kierrosnopeuden sekä roottori/staattori mekanismin vaikutusta

kaasufaasin käyttäytymiseen.

Koetulokset osoittivat, että tärkeimmät kuplakokoon määrittävät muuttujat ovat vaahdotekonsentraatio ja vaahdotetyyppi. Väitöskirjassa määritettiin myös eri vaahdotteiden vaikutus kuplien syntyyn ja yhdistymiseen.

Rodrigo Grau syntyi 21.04.1974 Valparaisossa, Chilessä. Hän valmistui kemiantekniikan diplomi-insinööriksi Chilessä (Universidad Técnica Federico Santa María, Chile).

Hän tuli Suomeen 1998 ja suoritti opintoja myös TKK:n Kemiantekniikan osastolla, josta valmistui vuonna 2000.

Jatko-opinnot hän aloitti Mekaanisen prosessi- ja kierrätystekniikan laboratoriossa vuonna 2001.▲

Yliopistokoulutuksen laatuyksiköitä vuosina 2007-2009

Korkeakoulujen arviointineuvosto esittää opetusministeriölle kahdenkymmenen korkealaatuisen perus- ja/tai jatkokoulutuksen yksikön ja neljän aikuiskoulutuksen laatuyliopiston valintaa vuosiksi 2007–2009. Opetusministeriö käyttää arviointineuvoston esitystä yhtenä vuosien 2007–2009 yliopistobudjettiin sisällytettävän tuloksellisuusrahajoon kriteerinä.

Valittujen yliopistokoulutuksen laatuyksiköiden yhteisenä piirteenä on, että niiden koulutusta johdetaan strategisesti ja koulutuksella on selkeä profiili ja visio, joiden eteen on tehty pitkäjänteistä kehittämistyötä. Kyseisillä yksiköillä on näyttöä syvällistä oppimista edistävästä opetusmenetelmästä, koko työyhteisön ja opiskelijoiden aktiivisesta roolista koulutuksen suunnittelussa, arvioinnissa ja toteutuksessa sekä tutkimuksen kytkeytymisestä koulutukseen ja vuorovaikutuksesta ympäröivän yhteiskunnan kanssa.

Korkeakoulujen arviointineuvosto sai yliopistoilta 64 hakemusta laatuyksiköik-

si ja 15 hakemusta aikuiskoulutuksen laatuyliopistoiksi.

Korkeakoulujen arviointineuvoston esitys opetusministeriölle korkealaatuisen perus- ja/tai jatkokoulutuksen yksiköiksi vuosille 2007–2009:

- Helsingin yliopisto, Slavistiikan ja baltologian laitos
- Helsingin yliopisto, Teologinen tiedekunta
- Helsingin yliopisto, Tietojenkäsittelytieteen laitos
- Helsingin yliopisto, Yleisen valtioon opin laitos
- Kuopion yliopisto, A. I. Virtanen Institute Graduate School
- Kuopion yliopisto, Kliinisen ravitsemustieteen laitos
- Oulun yliopisto, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto**
- Svenska handelshögskolan, Företagsledning och organisation

Taideteollinen korkeakoulu, Muotoilun osasto

Tampereen teknillinen yliopisto, Tuotantotekniikan laitos

Tampereen yliopisto, Kielikeskus

Tampereen yliopisto, Lääketieteen lisensiaatin peruskoulutus

Tampereen yliopisto, Varhaiskasvatuksen yksikkö

Tampereen yliopisto, Yhdyskuntatieteiden laitos

Teknillinen korkeakoulu, Materiaalitekniikan osasto

Teknillinen korkeakoulu, Yhdyskunta- ja kaupunkisuunnittelun laboratorio

Turun yliopisto, Oikeustieteellinen tiedekunta

Turun yliopisto, Psykologian laitos

Turun yliopisto, Taiteiden tutkimuksen laitos

Vaasan yliopisto, Johtamisen laitos▲

http://www.minedu.fi/opm/uutiset/arhive/2006/01/19_2.html

Pintaa syvemmältä

by Mikko Tontti, GTK

Vulcan Resources Limited (Australia) on julkaissut pre-feasibility-tulokset Kylylahden (Polvijärvi) kupariesiintymästä. JORC-resurssiarvio on 7.4Mt at 1% Cu, 0.2% Co, 0.4% Zn, 0.2% Ni and 0.6g/t Au (5.2% Cu ekvivalentti). 0,5Mtpa maanalaislouhinnalla kaivoksen elinikä olisi vähintään 10 vuotta. www.vulcanresources.com.au/asx2005/VRL0808D-BD.pdf

Kauppa- ja teollisuusministeriön järjestämä kansainvälinen tarjouskilpailu Huittisten Ritakallion kultaesiintymästä on käynnissä. Esiintymä on löytynyt osana GTK:n kultatutkimuksia. www.ktm.fi/index.phtml?l=en&s=1315

Talvivaaran Kaivososakeyhtiö, OMG Finland Oy, Metso Minerals Oy ja Keskinäinen työeläkevakuutusyhtiö **Varma** ovat sopineet rahoitus- ja teknologiayhteistyöstä, joka varmistaa Talvivaaran kaivosohjelmalle tarvittavat taloudelliset ja teknologiset resurssit kattavan kannattavuusselvityksen (Bankable Feasibility Study) ja kehitystyön tekemiseksi kaivoksen investointipäätökseen asti. Sovitun yhteistyön tuloksena Talvivaaralla on käytettävissään 8-10 miljoonaa euroa investointipäätökseen vaadittavien selvitysten ja kehitystyön tekemiseksi pääosin vuoden 2006 aikana.

Taloudellisten ja teknologisten voimavarojen lisäksi Talvivaara saa sovitun yhteistyön kautta käyttöönsä myös maailmanlaajuisesti

merkittävät tutkimus- ja kehitysresurssit mm. hydro-metallurgian, kivenkäsittelyprosessin ja massatavaran käsittelyn aloilla.

Talvivaara on nyt sovitun yhteistyön myötä saanut merkittävän lisän partneriverkostoonsa, jossa jo aiemmin solmittujen kumppanuuksien puitteissa on useita alallaan kansallisesti ja kansainvälisesti johtavia yhtiöitä: Kemira GrowHow, Tieliikelaitos, Sandvik-Tamrock, Grundfos, Algol / Kaitos ja Outokumpu. Edellä mainittujen kumppanien lisäksi Talvivaara tekee aktiivista yhteistyötä myös mm. Geologian Tutkimuskeskuksen, Tampereen teknillisen yliopiston, Teknillisen korkeakoulun, Tekesin ja Kainuun TE-keskuksen kanssa.

Talvivaaran Kaivososakeyhtiö on kannattavuusselvitysvaiheessa oleva suomalainen kaivosyhtiö, jonka toiminnan painopistealueena on Sotkamossa sijaitsevien Talvivaaran monimetalliesiintymien kehittäminen ja kaupallinen hyödyntäminen. Talvivaaran esiintymät muodostavat Euroopan suurimman tunnetun sulfidisen nikkeliesiintymän, jossa on 340 miljoonan tonnin luokitellut malmivarat. Esiintymissä on myös merkittäviä määriä sivutuotteina hyödynnettäviä kuparia, sinkkiä ja kobolttia.

www.talvivaara.com/fi/news_fi.html

Geologian tutkimuskeskus (GTK) on julkistanut matalalento-geofysikaalista

aineistoa seuraavasti:

- Uutta aineistoa uusilta alueilta: Ahvenanmaa ja kaakkois-Suomi (Taavetti)
- Vanhimman aineiston korvaavaa uutta dataa
- Erittäin korkean resoluution (linjaväli 50m, 75m tai 100m) aineistoa: Tipasjärvi, Ullava-Halsua ja Värriö. www.gtk.fi/aerogeo/new2004.html

Kaivoksen sulkemisen käsikirja on valmistunut.

Tämä käsikirja on laadittu osana Tekesin rahoittamaa "Kaivostoiminnan ympäristötekniikka" -projektia, joka toteutettiin yritysyhteistyönä vuosien 2003-2005 aikana. Projektia koordinoi Outokumpu Oy, jonka lisäksi yritysosa puolina hankkeessa olivat mukana Tieliikelaitos (TLL) ja Maa ja Vesi Oy (M&VOy). Asiantuntijalaitoksina projektissa toimivat Geologian tutkimuskeskus (GTK) ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). www.gtk.fi/domestic/lehtiin/2005/lt051115.htm

Agricola Resources plc (UK) ja Cooper Minerals Inc (listautunut: TSX Venture Exchange, Kanada) ovat solmineet aiesopimuksen joint venture -yhteistyöstä Enon Paukkajanvaaran uraaniesiintymän tutkimuksessa. Agricola Resources on suorittanut alueella lohkaretsintää ja radonkartoitusta sangen lupaavien tulosten kanssa. Kolme täysin uutta etsintäkohdealuetta on voitu paikantaa.

Agricola Resources plc:n suorittamissa uraaniesiintymänsä Sallan Hautajärven alueella on saatu lupaavia lävistyksiä: 7 m mineralisoitunutta albiitti-karbonaattikiveä, jossa paras osa 0,9 m 0.33% U308 sekä 5,8 m samanlaista kiveä, jossa paras osa 1 m 0.19% U308. Näiden töiden yhteydessä on löydetty mineraali, joka on identifioitu widemanniitiksi. Kyseessä on uranyylikarbonaatti Pb₂(UO₂)(CO₃)₃,

sekundäärinen mineraali, jota ei ole ennen Suomesta tavattu. Mineraali on aiemmin kuvattu Saksan ja Tsekin uraaniesiintymistä.

Paukkajanvaaran alueella etsintöjä suorittaa myös ranskalainen Areva -ryhmään kuuluva yhtiö Cogema. www.agricolaresources.com/news.html

Sunrise Diamonds plc (UK)

ilmoittaa solmineensa BHP Billitonin kanssa sopimuksen saada käyttöönsä BHP:n timantinetsintätietokannan koko Suomen alueelta. Aineisto käsittää yli 18 000 geokemiallisen näytteen analyysit, 25 000 linjakm tiheälinjavälistä geofysikaalista matalalentoaineistoa, suuren määrän kairaus- ja maanpintamagneettista aineistoa sekä raportteja. JV BHP Billitonin kanssa saatava tulla kysymykseen. Sunrise on löytänyt Kuusamon tutkimusalueeltaan mikrotimantteja sekä uusia kimberliittiippuja. Uusin lävistys on 4.4m kimberliittia graniittisessa ympäristössä 12.2m:n reikäsyvyydessä. www.sunriediamonds.com/news.html

Professori (Emeritus) David Grovesin (University of Western Australia) esitelmä FEM 2005 -kokouksessa Rovaniemellä "The Gold Potential of Finland: An Initial Appraisal" on Powerpoint-esityksenä imuroitavissa osoitteessa: www.gtk.fi/explor/press-rel/2005/gold_potential_d_groves.pdf

Suomen Nikkeli Oy:n (Finn Nickel Ltd) täysin uusitut verkkosivut on avattu osoitteessa: www.nikkeli.fi/index.php?l=finnish.

Boliden Ab on päättänyt investoida noin 400 miljoonaa SEK Harjavallan kuparisulaton laajentamiseen sekä Aitikin kuparikaivoksen louhinnan mahdolliseen nostamiseen 18 milj. tonnista/vuosi 33 miljoonaan t/vuosi.

[www.boliden.com/
www/en/bolidenen.nsf/
\(WebPagesByID\)/
A26C8D733694B6EC1256D
DC004FE15F?OpenDocume
nt&CategoryNr=04](http://www.boliden.com/en/bolidenen.nsf/(WebPagesByID)/A26C8D733694B6EC1256D7DC004FE15F?OpenDocument&CategoryNr=04)

Northland Resources Inc. (Kanada) on tutkinut Hannukaisen Fe-Cu-Au -kaivosaluetta. GTK:n kairasydänarkistossa olevia vanhoja reikiä uudelleen-analysoitaessa on löytynyt lupaavia lävistyksiä, mm. 32.4m 0.91% Cu ja 0.38g/t Au reiässä Lau-251 sekä 21.5m 0.87% Cu ja 0.56g/t Au reiässä Han-089. Uusi kohde on lineaarinen vyöhyke kooltaan noin 800 m x 200 m; jatkuvuutta on sekä lounaaseen että koilliseen. www.northlandresource-sinc.com/s/NewsReleases.asp

Northern Lion Gold Corp. (Kanada) ilmoittaa Haverin alueella suorittamissaan etsinnöissä identifioineensa useampia kulta-aiheita kool-

Tekes sijoitti 429 miljoonaa euroa yritysten, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten tutkimus- ja kehitysprojekteihin vuonna 2005.

Vuonna 2005 päättyi lähes 2 100 Tekesin rahoittamaa projektia. Niissä syntyi yli 800 uutta tai korvaavaa tuotetta tai palvelua, noin 190 tuotantoprosessia, lähes 700 patenttihakemusta, yli 1 100 opinnäytettä ja lähes 2 700 julkaisua.

Yritykset ja tutkimusyritykset hakivat Tekesiltä lähes 900 milj. euron rahoitusta yli 3 200 tutkimus- ja kehitysprojektiin. Haettu rahoitus kasvoi 17 prosenttia vuodesta 2004.

Tekes rahoitti 2 134 tutkimus- ja kehitysprojektiä yhteensä 429 milj. eurolla. Rahoituksesta 250 milj. euroa kohdistui yritysten ja 179 milj. euroa yliopistojen, ammattikorkeakoulujen ja tutkimuslaitosten projekteihin.

Yritysten tutkimus- ja

taan 1,4 – 3,3 milj. tonnia. Pitoisuudet vaihtelevat 1-2 g/t Au. Kohteet sijaitsevat vanhan kaivoksen pohjoisosissa sekä lounaisilla syvyysjatkkeilla.

Yhtiö on TSX Venture Exchangen lisäksi listautunut Frankfurtin pörssiin. www.northernliongold.com/s/NewsReleases.asp?

Kauppa- ja teollisuusministeriön teknologiaosaston (mm. GTK, TEKES, VTT) osastopäällikkö **Timo Kekkonen** on nimitetty Sitran innovaatio-ohjelman johtajaksi. Ohjelman nykyinen johtaja **Antti Hautamäki** siirtyy Kaliforniaan Berkeleyn yliopistoon tutkimustyöhön ja perustamaan suomalaista innovaatiokeskusta Kaliforniaan.

Kekkonen nimitys on määräaikainen. Helmikuun puolivälissä alkava pesti kestää vuoden 2007 loppuun. Kekkonen on toiminut vuodesta 1999 lähtien kauppa- ja teollisuusminis-

kehitysprojektien rahoituspäätökset kohdistuvat 1 174 yritykseen. Uusien ja aiempien päätösten perusteella Tekes maksoi rahoitusta 1 826 yritykselle. Konkurssiin asetettiin 23 Tekesin asiakasyritystä, mikä on hieman vähemmän kuin vuonna 2004.

Teknologiaohjelmiin kytkeytyi vajaa puolet Tekesin rahoituksesta. Vuonna 2005 oli käynnissä 25 teknologiaohjelmaa, joissa oli yhteensä yli 2 000 yritysten ja 500 tutkimusyksiköiden osallistumista.

Tarkemmat tiedot rahoituksesta ja yrityskehittämisestä ja yrityskehittämisestä luettelo maksetusta rahoituksesta vuonna 2005 löytyvät osoitteesta www.tekes.fi/tekes/vuosikatsaus05.html

Outokummun ruostumatoman teräksen toimitukset vähenivät 8% vuonna 2005 edelliseen vuoteen verrattuna. Vuoden alustavat toimitusluvut ruostumatoman

terion teknologiaosaston osastopäällikkönä. (Taloussanomien 14.01.2006)

Venäjän federaation luonnonvarainministeriön Karjalan aluetuomio ja Karjalan Tasavallan luonnonvarainministeriö ovat myöntäneet **Tulikivi Oyj:n** 100% omistamalle tytäryritykselle **OOO Tulikivi Russialle** vuolukiven hyödyntämisluvan Karhumäen alueella sijaitsevaan vuolukiviesiintymään. Lupa sisältää tutkimusoikeuksien lisäksi teolliset hyödyntämisoikeudet. Luvan voimassaoloaika on vuoden 2030 loppuun saakka.

Luvan kattavan Karhumäen alueen on arvioitu edustavan merkittävää osaa Karjalan Tasavallassa hyödyntämiskelpoisiksi luokitelluista vuolukivivarannoista. Tulikivi tekee lähitulevaisuudessa Karhumäen alueen vuolukiviesiintymän tarkentavat kartoitus- ja tutkimustyöt

yhteistyössä Karjalan Tiedeakatemian Geologian Instituutin ja Suomen Geologian tutkimuskeskuksen kanssa. Tutkimustulosten perusteella Tulikivi Oyj päättää alueen kivivarojen mahdollisesta teollisesta hyödyntämisestä. Strategiansa mukaisesti Tulikivi Oyj panostaa siihen, että yhtiöllä on maailman parhaat vuolukivivarannot. Yhtiö on tutkinut vuolukivivarantoja systemaattisesti 25 vuoden ajan käyttäen mm. Geologian Tutkimuskeskuksen asiantuntijapalveluita. Tavoitteena on ollut nykyisten sekä uusien vuolukivivarantojen kartoittaminen. Tämän kartoitustyön tuloksena Tulikivi Oyj kiinnostui Karjalan Tasavallan vuolukiviesiintymistä. Karhumäen alueen vuolukivivarantojen uskotaan lisäävän Tulikiven nykyisiä vuolukivivarantoja merkittävästi. www.tulikivi.fi/www/home.nsf/wwwframesetpressinfo?OpenPage



osalta olivat (1 000 t):

	2005	(2004)
Kylmävalssattua	867	(890)
Kuumanauhaa	391	(432)
Muut	390	(464)
	1 647	(1 786)

Outokumpu Technologyn tilauskannan arvo oli vuoden 2005 lopussa 596 milj. euroa (458 milj. euroa v. 2004). www.outokumputechnology.com

Rautaruukki Oyj on toteuttanut PPTH Steel-

management Oy:n oston pääomasijoittaja CapManin hallinnoimilta rahastoilta ja yhtiön johdolta. PPTH on Pohjoismaiden johtava teräsrakentaja. PPTH tulee jatkossa käyttämään Ruukki-markkinointinimeä ja -tunnusta. Rautaruukki Oyj on myös allekirjoittanut sopimuksen, jolla Rautaruukki ostaa 100 prosentin omistussuosuden Steel-Mont a.s. -yhtiöstä sen johdolta ja muilta yksityishenkilöiltä. Yritysosaston toteutuminen >>>>



edellyttää vielä kilpailuviranomaisten hyväksynnän. Yritystoston odotetaan toteutuvan vuoden 2006 maaliskuun loppuun mennessä. Osapuolet ovat sopineet, että kauppahintaa ei julkisteta. Steel-Mont on Slovakian johtava teräsrakentaja, jonka liikevaihto vuonna 2004 oli noin 15 miljoonaa euroa. Liikevaihdon ennakoitaan nousevan 25 miljoonaa euroon vuonna 2005. "Yritystosto yhdessä Unkariin keväällä 2006 avattavan uuden tehtaan kanssa lisää merkittävästi toimituskykyämme kokonaistoimituksissa itäisen Keski-Euroopan alueella", kertoo Ruukki Constructionin johtaja Saku Sipola.

www.ruukki.com

Ovakan liikevaihto yhtiön ensimmäiseltä toimintakaudelta 1.5.-31.12.2005 oli 869 milj. euroa, liikevoitto 58 miljoonaa ja tulos verojen jälkeen 39 milj. euroa. Rautaruukki omistaa Ovakosta 47%, SKF 26,5% ja Wärtsilä 26,5%.

Asetettujen kustannussäästötavoitteiden, 30-40 milj. euron saavuttamiseen tarvittavat toimenpiteet on aloitettu suunnitelman mukaisesti. Toimintakauden aikana selkiytettiin yhtiörakennetta myymällä takomoliiketoiminta.

Fuusiosta saatavien synergiaetujen hyödyntäminen on aloitettu optimoimalla tuotantorakennetta, poistamalla päällekkäistoimintoja sekä ottamalla käyttöön mahdollisimman tehokkaat yhteiset toimintatavat tuotannossa, jakelussa, ostoissa, tuotekehityksessä, myynnissä ja hallinnossa. Toimintojen tehostamisen seurauksena yhtiön henki-

löstömäärä vähenee vuosina 2006-2008 yhteensä noin 600 henkilötyövuodella. Yt-neuvottelut ovat päättyneet ja henkilöstövähennyksistä aiheutuvat yhteensä 25 milj. euron suuruiset kertaluonteiset kulut on kirjattu tilinpäätökseen neljännellä vuosineljänneksellä.

Ovako on päättänyt kahdesta investointiohjelmasta, joilla parannetaan jalostusastetta ja kustannuskilpailukykyä.

Wire-divisioonassa investoinneilla nostetaan jalostusastetta vähentämällä edelleen puolivalmistetoimintuksia Koverharin terästehtaalta ja lisätään vastaavasti lankatoimituksia. Ablasserdamin lankavalsssaamalla Hollannissa nostetaan lankojen kieppipainoja ja lisätään hehkutuskapasiteettia kasvavien asiakasvaatimusten täyttymiseksi.

Bright Bar-divisioonassa Hälleforsin tankojen jatkojalostustoiminnan tuotantokustannuksia alennetaan uudistamalla tuotantoprosesseja. Kaikki lämpökäsittelytoiminnot keskitetään Hälleforsiin. Sinne siirretään myös Kilstan yksikkö Karlskogasta.

Hoforsin terästehtaalla on päätetty pölypäästöjen vähentämiseksi asentaa uusi savukaasujen puhdistuslaitteisto.

www.ovako.com

Metso Minerals toimittaa hihnakuljetinjärjestelmän hiilen kuljettamista varten Dawson'in kaivokselle, Central Queenslandiin, Australiaan. Tilauksen arvo on noin 22 Me ja toimitus saadaan päätökseen lokaussa 2006.

Toimitus on osa kaivoksen laajentumisprojektia. Siihen kuuluu kaksi, 10 km ja 16 km pitkä hihnakuljetinta. Kuljetinjärjestelmän avulla tullaan siirtämään 2 400 tonnia hiiltä tunnissa kaivoksesta uuteen hiilen käsittelylaitokseen. Suunnitelmien mukaan 10 kilometrin kuljetinjärjestelmä otetaan käyttöön joulukuus-

sa 2006 ja 16 kilometrin helmikuussa 2007.

Dawsonin kaivos kuuluu 12,7 miljoonan tonnin vuosituotannollaan Australian suurimpiin hiilikaivoksiin. www.metso.com

Metso Minerals toimittaa rautamalmin pelletointijärjestelmän LKAB:lle Kiirunaan. Toimituksen arvo on 65 Me. Laitteistoin käyttöön on arvioitu tapahtuvan vuoden 2008 ensimmäisen vuosineljänneksen aikana. www.metso.com

Patrian Aerostructures on valittu suunnittelemaan ja valmistamaan Airbusin A400M-kuljetuskoneen sivuvakaajan kärjen muoto-suojia. Airbus Deutschland GmbH:n kanssa solmitun sopimuksen kokonaisarvo on noin 60 miljoonaa euroa. Toimitukset ajoittuvat vuosille 2006-2021. Airbus A400M on ensimmäinen suuri eurooppalainen sotilaskuljetuskone, joka rakennetaan monikansallisena hankkeena. Hankkeen perustajamaat ovat jo tilanneet 180 konetta ja Airbus odottaa myyvänsä vielä ainakin 200 muihin maihin. www.patria.fi

Vaisalan tuulikeilaimia Kiinaan. Kiinan ilmailuviranomaiset ovat valinneet Vaisalan tuulikeilaimet kolmelle lentokentälle Shanghai, Songpanin ja Tiiberin maakuntiin. Sopimukset sisältävät kuuden tuulen suuntaa ja nopeutta eri korkeuksilla mittaavien järjestelmien toimitukset ja asennukset. Sopimuksen arvo on yhteensä yli 3 miljoonaa dollaria. Tämä on merkittävä päänavaus Vaisalan tuulikeilain-liiketoiminnalle Kiinan markkinoilla. www.vaisala.com

Vaisala ulkoistaa radiosondituotannon toimintojaan. Vaisala suunnittelee Vaisala Measurement Systems -liiketoiminta-alueentuotanto- toimintojen osittaista ul-

koistamista. Ulkoistamisen tarkoituksena on parantaa liiketoiminta-alueen toiminnallista tehokkuutta ja joustavuutta sekä keskittyä aiempaa selkeämmin sen ydinosaamisalueille, kuten anturiteknologiaan.

Toimenpiteiden taloudellisten vaikutusten arvioidaan parantavan Vaisala Measurement Systemsin vuositulosta noin 1.5 MEUR, tilivuodesta 2007 alkaen.

Ulkoistamissuunnitelmat koskevat Suomen radiosondituotantoa sekä konepajatoimintoa ja niiden tukipalveluita. Uudelleenjärjestelyjen arvioidaan vähentävän työvoimatarvetta noin 60 henkilötyövuotta.

www.vaisala.com

Finnsementin toimitusjohtaja vaihtuu. DI **Eero Laatio** on nimitetty Finnsementti Oy:n tulevaksi toimitusjohtajaksi. Nykyinen toimitusjohtaja Rauno Vaulamo jää eläkkeelle maaliskuun 31. päivänä 2006 ja Eero Laatio nimitetään Finnsementti Oy:n uudeksi toimitusjohtajaksi huhtikuun 1. päivästä 2006 alkaen. Eero Laatio siirtyy CRH-konserniin Boliden-konsernista, jossa hän on ollut Boliden Tara Mines Ltd:n toimitusjohtajana Irlannissa vuodesta 2001 alkaen.

www.finnsementti.fi

Bodycote Pintakäsittely Oy on ottanut käyttöön uuden kiillotusmenetelmän, kiillotanodisoinnin. Kemiallinen menetelmä Luxal®G on saksalaisen Metachemin kehittämä. Menetelmän etuna on nopeus, sillä kiillotus ja anodisointi tapahtuvat saman prosessin yhteydessä. Käsittelyssä kiiltävä pinta suojataan anodisoimalla, jolloin kappaleen hankaus-, kulumis- ja korroosionkesto paranevat huomattavasti www.bodycote.fi

Professorin väärinymmärretty varoitus

Globalisaatio on heikosti ymmärretty ilmiö. Eräät kansalaisjärjestöt vastustavat globalisaatiota sillä perusteella, että monikansalliset suuryritykset riistävät kehitysmaita hyödyntämällä niiden halpoja raaka-aineita ja työvoimaa. Samat kansalaisjärjestöt vaativat teollisuusmaiden hallituksilta lisää määrärahoja kehitysyhteistyöhön, jotta kehitysmaiden asukkailla voitaisiin turvata ihmisarvoinen elämä. Tosiasia on, että globalisaation myötä sadat miljoonat kiinalaiset ja intialaiset ovat nousseet omin voimin absoluuttisesta köyhyydestä. Siihen ei ole tarvittu kehitysapua vaan myönteisen kehityksen taustalla ovat kansainvälisen kaupan avautuminen ja markkinatalouden käynnistyminen. Globalisaatio on edistänyt hyvinvointia kehitysmaissa moninkertaisesti enemmän kuin kaikki kehitysapu konsanaan. Tätä eivät jotkut kansalaisjärjestöt ole ymmärtäneet.

Suomessakin globalisaatioon suhtaudutaan ristiriitaisesti. Toisaalta nähdään, että ilman vientiteollisuutemme kehittymistä sotien jälkeen Suomi ei nykyään kuuluisi hyvinvointivaltioiden joukkoon. Toisaalta paheksutaan sitä, että suomalaiset yritykset investoivat ulkomaille ja kotimaan toimintoja lakkautetaan. Ei hyväksytä, että samat mekanismit, joilla Suomeen luotiin vaurautta hyödyttävät nyt kasvavia Kaukoidän maita. Tämä on kuitenkin vain hyväksyttävä. Ei meillä ole varaa jättäytyä paikoil-

lemme ja luottaa siihen, että elintasoimme säilyy itsestään. Tarvitaan jatkuvia ponnisteluja, jotta Suomi säilyisi maana, jossa kannattaa tehdä työtä, perustaa yrityksiä ja rakentaa uusia tuotantolaitoksia. Yritysten toimintaympäristö on pidettävä sellaisena, että Suomeen investoidaan tulevaisuudessakin. Omin päätöksin on pidettävä huolta korkeatasoisesta koulutuksesta sekä tutkimus- ja kehitystyöstä. Myös infrastruktuuri on pidettävä korkeatasoisena: tiet, rautatiet, tietoliikenneyhteydet ja energiajärjestelmät.

Pessimismin huippua edustaa professori Mikko Karan lausuma 21.12.2005, kun hän totesi, ettei Suomeen enää rakenneta uusia suurvoimaloita. Lausuman taustalla oli epäily, ettei teollisuus enää investoi Suomeen vaan muualle, missä olosuhteet ovat edullisemmat. Kun ei enää tule uusia paperi-, teräs- tai kemiantehtaita, ei tarvita lisää sähköäkään. Näin ollen Olkiluoto 3 jää valmistuttuaan Suomen viimeiseksi ydinvoimalaitosyksiköksi.

Olen kysymyksessä sama professori Kara, joka vielä vuosi takaperin julkisti arvion, että Suomeen tarvitaan 7000 megawattia uutta voimalaitoskapasiteettia vuoteen 2020 mennessä? Kyllä vain. Mistä sitten täysin vastakkaiset arviot? Tätä kysyttiinkin televisiohaastattelussa professorilta itseltään. Ilmeni, että hän halusi varoittaa niistä seurauksista, joita Suomen liian korkea kustannustaso aiheut-

taa. Tässä tapauksessa huolen aiheena oli päästökauppa ja sen mukanaan tuoma roima korotus sähkön hintaan pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla.

Selvitysmiesten ja professoreiden viestien pitäisi kuitenkin aina olla selkokieliä. Mikko Karan pessimistinen lausuma ymmärrettiin väärin ja se herätti suurta ihastusta vihreiden keskuudessa – mutta onneksi vain siellä. Vihreän liiton puheenjohtaja Tarja Cronberg piti uuden ydinvoimalan rakentamista jättämistä hienona viestinä. Vihreät eivät ole tajunneet, että kaikki hyvinvointipalvelut, koulutus, sosiaaliturva ja terveydenhuolto, rahoitetaan viime kädessä kotimaisella työllä ja tuotannolla. Jos kotimainen työ ja tuotanto eivät ole kannattavia, ajaudumme alenevaan taloudelliseen kierteeseen, jonka seurauksena on hyvinvointiyhteiskunnan rapautuminen. Tämän estämiseksi yritystoiminnan edellytykset Suomessa on säilytettävä niin hyvinä kuin omin päätöksin on mahdollista. Yksi tärkeimmistä edellytyksistä on kotutuuhintaisen energian riittävyys. Siksi ydinvoimaa kannattaa vielä rakentaa lisää. ▀

Patriotti



Inside Out -sivuilla käsitellään Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y.:n jäsenten sekä Vuorinaisten asioita.

Inside Out



Vuorimiespäivät 2006 ...

... ja 63. vuosikokous lähestyvät päivän pidentymisen kanssa hyvää tasatahtia. Tilaisuudet pidetään tutunomaisesti pääkaupunkiseudulla. Vuosikokous alkaa perjantaina 24.3.2006 klo 9.00 **Marina Congress Centerissä**, Katajanokalla. Jo totuttuun tapaan näissä MCC:n tiloissa järjestetään myös kokouslounas ja jaostojen kokoukset.

Vuosikokoukseen esitelmöitsijöiksi lupautuneet ovat jälleen korkeata luokkaa: Pääekonomisti *Michael Cook*, Outokumpu, Lontoo; pääjohtaja, Dr.-Ing. *Werner Marnette*, Norddeutsche Affinerie sekä kaivosylitarkastaja *Krister Söderholm*, Kauppa- ja teollisuusministeriö. Esiintymisjärjestys samoin kuin esitysten otsikot ovat vielä tekeytymässä. Vuoden 2006 kokousteema on "*Raaka-aineet kilpailukytekijänä*" ja esitelmät tulevat tätä teemaa eri näkökulmista käsittelemään.

Arvoisat Seuralaiset

Ohjelmaksenne tällä kertaa on valittu tutustumiskäynti Suomen Pankin **rahamuseoon**, joka sijaitsee aivan Senaattorin nurkalla. (Ei Suomen Pankin talossa). Enintään 100 ensiksi ilmoittautunutta mahtuu mukaan. Itse museoon ennalta tutustuneena uskon, että yllätytte tekni käynnistä. On siellä hiukan rahojakin.

Tutustumiskäynnin jälkeen on tietenkin yhteinen seuralaislounas. Se on kävelymatkan päässä, Rautatieaseman vieressä ravintola **Verde**:ssä. Verde on osa Holiday Inn Helsinki City Centre -hotellia. (Ovatpa pitkiä nykyään

nämä hotellien nimet.) Paikka ja aika-
taulu on uskallettu valita siten, että ne mahdollistavat myös keskustan ostos-, kampaaja- yms. houkutusten hyödyntämisen.

Iltajuhla

Näiden Vuorimiespäivien isäntäfirmaksi on lupautunut Kuusakoski Group Oy. Illallistanssiaiset ovat heidän myötävaikutuksellaan taas **Dipolissa**, Otaniemessä. Isäntäfirman ja sen ihmiset tietäen on luvassa tyylikäs ja nautinnollinen ilta. Ehkäpä jotain uutta otettakin illan kulkuun on luvassa. Kuten ennenkin ohjelman sisältöä pyritään vaalimaan suurena salaisuutena alkamiseensa asti.

Se parempi

Vuorimiespäivien yhteinen päätöspahtuma on sitten lauantaina 25.3. perinteinen, niin sanottu, parempi lounas. Tällä kertaa se järjestetään ravintolassa **Royal at Crowne Plaza**. Monet meistä vanhemmista muistavat tämän paikan nimellä Hotelli Hesperia. Ohjelma on helposti ennalta arvattavaa. Muistini mukaan siihen ovat myös monet itse vaikuttaneet paikan päällä. Olkoon näin edelleenkin.

Edellisistä Vuorimiespäivistä yhdistys pyysi osallistuneilta palautetta. Ja sitähan tuli runsaasti kuten jo on aiemmin kerrottu; mikä oli hyvää ja mikä pitäisi hyväksi kehittää. Järjestelyissä on pyritty tämä ottamaan huomioon mahdollisimman paljon ja nyt valittu

lounaspaikkakin uutena mahdollistaa palautetta aivan puhtaalta pöydältä. Palaute on edelleen tervetullutta; se helpottaa pääsihteerin työtä.▲

Kalevi Nikkilä, Pääsihteeri



Nuoren jäsenen stipendi

Hakuaika alkaa

Vuorimiesyhdistyksen hallitus päättää vuosittain nuoren jäsenen stipendistä. Stipendi voidaan antaa opinnoissaan menestyneelle ja aitoa vuorimieshenkeä osoittaneelle yhdistyksen nuorelle jäsenelle. Nuoren jäsenen stipendi, joka jaetaan yhdistyksen vuosijuhlassa, julistetaan haettavaksi yhdistyksen kotisivulla ja Materia-lehdessä. Haku tapahtuu vapaamuotoisella, hakijan etevämmyyttä kuvaavalla esseellä. Vuonna 2005 annettu stipendi oli 1000 €.

Yhdistyksen hallitukselle osoitetut vuoden 2006 stipendihakemukset on oltava perillä yhdistyksen pääsihteerillä **viimeistään 28.2.2006**. Hakemuksen voi toimittaa joko sähköpostitse (kalevi.nikkila@vuorimiesyhdistys.fi) tai kirjeenä.

Kalevi Nikkilä, Pääsihteeri
Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen ry.
Hakamaentie 5 A, 02120 Espoo▲

Yhdistykselle uudet kravattit eli solmiot

Uutena pääsihteerinä syksyllä sain yhdistyksen hallitukselta vaativan tehtävän; solmiot olivat lopussa ja uusia on hankittava. Tarjouskyselyt toivat pöydälle kolmisenkymmentä toinen toistaan tyylikkäämpää ehdotusta. Ne kaikki tehtävänannon mukaisesti hyödynsivät yhdistyksen logoa, monetkin hyvin luovalla tavalla.

Pääsihteerini delegoi päätöksenteon ylöspäin hallitukselle. Hallitus suurella ihastuksella ja yksimielisyydellä teki valinnan. Ja tämähän on vaarallista. Sehän tarkoittaa sitä, että myös jäsenistö yhtä suurella ihastuksella suhtautuu valintaan. Muutoinhan hallitus in corpore olisi väärässä.

...ja asiaan. Kravattit ovat korkealaatuisia silkkiä, johon kuvio on tehty kudonnalla. Vuori korostaa näytävyyttä ja antaa ryhtiä. Kuviot ja neljä eri pohjaväriä on siten valittu, että kravatti täyttää hyvän pukeutumisen vaatimukset hienommissakin tilaisuuksissa.

Kravattit eli solmiot tulevat myyntiin seuraavilla Vuorimiespäivillä. Niiden hinta on noin 30 €. Siispä, uudet kragat kaulaan kaikille, jotka yleensäkin sitä käyttävät.▲

Kalevi Nikkilä

**Osta hyvä
kravatti
30 euroa
myynti
alkaa vuori-
miespäivillä!**



Isä Hariton kertoi kirkon syntyhistoriaa vuorinaisille mukaansa tempaavasti, miten eri tarvikkeet ilmestyivät eteen; milloin kirpputoreilla milloin jätelavoilla. Ulkomailta löytyi kirkon mahtava katto-ruunu, joka saneli kirkkorakennuksen kokomitat. Kirkon parketit, ovet ja matot olivat löytyneet jätelavoilta. Lopputuloksen perusteella se tuntui uskomattomalta, niin upea oli kirkko!

Tekstit ja kuvat · Seija Aarnio

Syysretkellä Pokrovassa

Pokrova tarkoittaa Neitsyt Marian suojelusta. Hariton Tuukkanen, tätä nykyään munkki Hariton, päätti perustaa kyseisen yhteisön, kun hän sai silloiselta arkkipiispa Johanneselta siunauksen aloittaa yksityisen luostarihankkeen tänne Kirkkonummen Jorvakseen. Elimme siihen aikaan vuotta 1995 ja 1996 vuosien vaihetta jolloin isä Hariton työskenteli paljon Helsingin keskustassa perustamassaan venäläisessä ravintolassa Galleria Haritonissa, Kasarmikatu 44:sä. (Lainaus: http://www.pokrova.fi/vanha_pravda/05.htm)

Ensimmäisen syysmyrskyn läpi matkasi linja-autollinen vuorinaisia vierailulle Pokrovan kirkkoon ortodoksisen veljesyhteisön luostariin, jossa asuu kaksi vihittyä munkkia ja miettijä. Isä Hari-

ton, Konevitsa-luostarin veljesyhteisön jäsen, aloitti Suomessa ortodoksisen veljesyhteisön.

Tilaisuus alkoi hiljentymisellä kirkossa, jossa osallistuimme ortodoksisen messuun. Messun jälkeen selvisi ortodoksisen ristinmerkin teko: oikea käsi, kolme sormea (Isä, Poika, Pyhä Henki) ja kaksi sormea kourassa (Jeesuksen olemista maan päällä), 1. otsalle, 2. vatsalle, 3. oikealle olkapäälle, 4. vasemmalle olkapäälle ja 5. kumarrus piirretylle ristille.

Kuvassa näkyvää ikonostaasia on maalannut Pietarin hengellisen akatemian ikonimaalausluokan opettajia ja oppilaita sekä Pyhän Aleksanteri Nevskin Lavran ikonimaalaukskoulun oppilaita lähes kaksi vuotta, ja se valmistui vuonna 2000.

Ikonimaalauksen eri työvaiheiden kuvailusta jäi mieleemme mm. liitujauhe, kultaus, kivi, murske, aurinko, pigmenttipöly, valkoviini ja munan keltuainen sekä huulipunamyrkköjen vaarallisuus ikonille. Käspaikoista kauden parhaat annetaan ikonien suojaksi ja muut vaikkapa anopille. Hotelli Tornin ikkunalaseille oli myös löytynyt uusio-ikäyttöä, ne ovat kasvihuoneen seininä.

Vierailun aikana kuulumme Pokrovan historiasta, kuinka kirjailija Kyösti >>>>



Kirkosta siirryimme veljestön ruokasaliin nauttimaan lohta moskvalaiseen tapaan ja marjatorrttua lisukkeineen. Tätä kirjoitessani herahtaa vesi kielelle muistellesani lohiannosta.

Vilkunan, valtakunnasta, Kyöstilästä 1910-luvulla, Elfvikin kukoistavaksi Dannebrogiksi Suomen itsenäistyessä oli kirjoitettu v. 1929 "Suomalaista puutarhataidetta" -teoksessa. Talouselämän seurauksena 1930-luvulla Aminoff lunasti tilan, ja Neuvostoliiton "vuokra-aikana" asui päärakennuksessa neuvostoliittolainen sotatuomari. Miehitysvuosien aikana alkoi rapistuminen, mikä päättyi "Prinsessa Ruususen uneen", josta Isä Hariton alkoi herätellä vuonna 1996. Mittavien kunnostustöiden jälkeen tila elää ja kukoistaa jälleen.▲

Kierroksella eduskunnassa

Itsenäisyyden ja kansanvallan monumentiksi rakennettu Eduskuntatalo on viimeistelty kokonaistaideteos, jossa rakennustaide, taideteollisuus, taidekäsityö ja kuvataide muodostavat yhdenmukaisen, arkkitehtuurin ehdoista lähtevän kokonaisuuden. Kokonaistaideteos toteutettiin J. S. Sirénin johdolla 1926 - 1931, ja hänen piirtämiään ovat myös tärkeimpien tilojen kalusteet, valaisimet ja lukuisat muut yksityiskohdat. (Lähde: http://www.eduskunta.fi/fakta/esite/esitt_06.htm#01)

Kierrokselle lähdimme eteistilasta kahtena ryhmänä, itse olin Piri Punamäen opastuksessa. Kivisanasto käyttökohteineen karttui esimerkkinä Kalvolan punertavaa graniittia ulkokuoressa, Lohjan kalkkikiveä lattiassa, sleesiaista

marmoria portaikossa, Valtiosalissa seinänyvennykset ja lattian koristeraidat calacata-marmoria, vihreää stukkomarmoria seinissä ja Kolmårdenkiveä lattiasa. Kivimateriaali myös ilmensi tilan arvokkuutta. Eteistilassa oli myös kansanedustajan työhön liittyviä palveluja kuten vaatekaapit, Posti, Tietopalvelu, Lehtisali, Ravintola ja Oma matkatoimisto. Näimme tasavallan kuuluisimman hissini, joka on toiminnassa vain istuntojen aikana kansanedustajia varten. Rakennustyyli suunnista (1920-luvun klassismi, modernistinen funktionalismi, korinttilaista tyylitelly) saimme hyvin havainnollistetun opastuksen ja näkemys kierroksen alkumetreillä.

Nousimme marmoriportaikossa toiseen kerrokseen, pääkerrokseen, jossa

ovat puhemiehen käytävä ja hallituksen käytävä sekä kahvila kabinetiteineen. Toimittajat haastattelevat kansanedustajia työpaikallaan, "vihreässä" kahvilassa. Valtioapäiväsalin, kerroksen arvokkaimman, seinänyvennyksissä olivat niiden puhemiesten rintakuvat, jotka ovat olleet myös tasavallan presidentteinä. (Poismenneiden presidenttitemme rintakuvat ja vastapäätä eduskunnan puhemiesten muotokuvat). Valtioapäivien avajaiset ja päättäjäiset ovat kansanedustajan työtä juhlamuodossa. Salin ikkunoista näkyvään maisemaan tulee myös nousemaan Musiikkitalo. Pyöreään istuntosalin ovi-aukosta sisään menoon tarvitaan vaalien kautta hankittu kansanedustajan valtakirja, joka oli vain vierailun emännällä. Emme siis päässeet istuntosaliin, ei edes oppaamme.

Kolmannessa kerroksessa on valiokuntien ja tiedotusvälineiden edustajien tiloja, joista pääsee mm. lehdistöparvelle seuraamaan täysistuntoja. Neljännessä kerroksessa eli valiokuntakerroksessa on Suuren valiokunnan vanha tila, jonka seinää koristi Tukin uitto -taideteos. Tämä teos on varmasti hyvin tuttu Marjolle, koska on tämän valiokunnan jäsen. Toinen jäsenyys on Tulevaisuusvaliokunnassa. Viidennessä kerroksessa, ryhmäkerroksessa, kokoontuvat joka torstai klo 15.00 eduskuntaryhmät huoneissaan keskustelemaan ja tekemään ryhmäpäätöksiä ennen klo 16.30 alkavaa kyseilytuntia. Kuudennessä kerroksessa on myös ryhmähuoneita ja lehdistön tiloja. Naistenhuoneessa tapaavat naiskansanedustajat yli puoluerajojen. Siellä olevat taideteokset ovat kierrossa – näimme veistostaidetta.

Eduskuntatalon sivuilla on kaksi sivurakennusta, vasemmisto ja oikeisto, joissa on varattu yhden hengen työhuoneita kansan edustajille avustajineen. Eduskunnan uusi lisärakennus jäi seuraavaan tutustumiskertaan, saimme kuulla sisustusmateriaalina käytetyn kotimaista puuta ja kiveä.

Vierailumme päättyi yleisölehterillä



Kansanedustaja Marjo Matikainen-Kallström kutsui Vuorinaiset ry:n vieraaksi Eduskuntatalolle. Aurinkoisena lokakuun ensimmäisen torstain iltapäivänä saapui 32 vuorinaista tutustumaan kansanedustajan työhön. Ensimmäisessä kerroksessa oli vastaanottajana myös vierailuemännän avustaja Piri Punamäki, joka on ollut myös mep-pikaudella avustajana Europarlamentissa.

Pikkujoulun tunnelma löytyi vuorinaisten lämminhenkisestä tapaamisesta, oli sää mikä tahansa.





pidettyyn esitelämään kansanedustajan työstä. Työ on olla koko Ajan hermolla, vaikka ei istu paikalla. Istuntoosalin tapahtumia voi seurata mm. omassa työhuoneessa. Puhemiehen toiminnan tunteminen helpottaa omaa työtä sekä tietysti valtavan paperimäärän hallinta. Suurin osa työstä tehdään erilaisissa valiokunnissa.

Vierailuemäntämme kiiruhti Saliin toisen takarivin paikalle, koska istunto-salipaikka määräytyy senioriteettijärjestyksen mukaan. Virkaiältään vanhempi edustaja saa valita mm. valiokuntapaikat, -matkat ja hallintoneuvostopaikat ensin.

Yleisölehterillä seurassimme täysistuntoa, jonka päiväjärjestyksessä oli ilmoituksia, suullinen kyselytunti, ensimmäisessä käsittelyssä olevia lakeja, lähetekeskusteluja ja mietintöjen pöydällepanoja. Kuinkahan myöhälle vierailuemäntämme ilta vierähti? Kansanedustajan työssä ei varmaan tunteja lasketa.

Suurkiitokset Marjolle ja Pirille, että saimme olla tutustumassa työhönne!

Tekstit ja kuvat: Seija Aarnio

Vuorinaisten pikkujoulu

Myrskyn tuiverruksesta paikalle oli selvinnyt lähes neljäkymmentä pikkujoulun viettäjä, jotka nauttivat yhteisen päivällisen marraskuun viimeisenä maanantaina Taidehallin ravintolassa. Päivällisen valinta useasta vaihtoehdosta oli onnistunut loistavasti, kiitoksia valitsijalle!

Onneksi "sääherra" oli päivällisen aikana hieman leppyynyt, joten pääsimme kuivina teatteri Avoimiin Oviin. Teatteritila oli viime vuosisadalla tuttu pankkikonttori monelle vuorinaiselle, vastaavasti tällä vuosisadalla se on tuttu teatteri. Täydellisen käsikirjan konsultit, näyttelijättäret, Liisi Tandefelt ja Marja Packalén antoivat tärkeitä ohjeita perheenemännille ja muille tarvitseville muusikko Kiureli Sammallahden haitarin soiton tahdissa. "Näillä ohjeilla varmasti selvittää hyvin moninaisista paikoista ja tilanteista, mainoksessa luvattiin jopa apua aviomiehen käsittelyynkin". Näyttelijän roolista toiseen muuntautumisen nopeus oli kuin Pendolino-junan ikkunasta katselua. Lavalta tulvinut hauskuutus ohjeineen aiheutti "naurulihaksille" lähes parituntisen rasisustilan, jota allekirjoittaneen naurulihakset ihmettelivät vielä seuraavanakin päivänä.▲

Sovelletun geofysiikan XV neuvottelupäivät

Teksti Annina Mattsson · Kuvat Hannu Hongisto

Sovelletun geofysiikan neuvottelupäivien pitopaikkana oli tällä kertaa Kuopio ja hotelli Puijonsarvi, jonne kokoontui 9.–10.11.2005 59 sovelletun geofysiikan parissa työskentelevää ja aiheesta kiinnostunutta.

Neuvottelupäivät järjestetään joka toinen vuosi ja kokous antaa kattavan läpileikkauksen alan nykytilanteesta.

Ohjelma alkoi perinteisesti alan oppilaitosten puheenvuoroilla kun TKK:n, Helsingin ja Oulun yliopistojen edustajat kertoivat viimeiset kuulumisensa. Suurimpien myllerrysten kouriin on viime aikoina joutunut TKK:n sovelletun geofysiikan opetus, joka siirtyi 2005 syksyllä yhdessä insinööri-geologian ja kalliorakentamisen kanssa Materiaali- ja kallioteknikan osastolta Rakennus- ja ympäristötekniikan osastolle. Sovellettu geofysiikka kuuluu nyt geoympäristötekniikan koulutusohjelmaan ja on uudessa tilanteessa mielenkiintoisten haasteiden edessä.

Yritysten puheenvuoroissa kuultiin GTK:n, SMOY:n, JP-Fintact OY:n ja Tieliikelaitoksen katsaukset, jonka jälkeen siirryttiin esitelmään. Sovelletua geofysiikkaa käytetään monenlaisissa tutkimuksissa se kävi ilmi myös esitelmistä, jotka käsittelevät aiheita malminetsinnästä ja tieteellisestä tutkimuksesta ympäristögeofysiikan ja geotekniikan soveltuksiin sekä reikägeofysiikasta matalalentogeofysiikkaan. Lisäksi esiteltiin uusia tulkintaohjelmia, laitekehityshankkeita sekä vanhojen menetelmien uusia sovelluksia. Mukaan mahtui myös mielenkiintoinen ja piristävä kuvaus geofysiikan arjesta silloin, kun työmaa on eksoottisissa olosuhteissa Afrikassa.

Tilaisuudessa oli lisäksi posterit ja laite-esittely.

Tilaisuus oli lämminhenkinen ja keskusteleva kun vanhat tutut ja uudet tulokkaat kohtasivat. Kuopion ilta tarjosi hyvät olosuhteet myös sidoryhmäsuhteiden ylläpidolle.

Kiitos osallistujille!▲



Geofysikot miettelivät (kuvassa vas. Jaana Lohva, Annina Mattsson, Olli Okko, Markku Pirttijärvi, ja Seppo Elo,



Keskustelu jatkuu vilkkaana esitelmien jälkeen. Kuvassa mm. vas. Janne Kaukolinna, Lauri Pesonen ja Tarmo Jokinen.

Uusia jäseniä

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

Kokouksessa 22.11.2005

Lahti, Ilkka, FL, 13.5.1972, geofyysikko, GTK/Rovaniemi, ilkka.lahti@gtk.fi, GTK, Lähteentie 2, 96100 ROVANIEMI jaosto: geo

Lehtonen, Aleksis Valteri, 165 ov., 13.8.1978, opiskelija, TKK, alehtone@cc.hut.fi, Servinkuja 5 B 74, 02150 ESPOO jaosto: kai

Mattsson, Björn Anders, KTM, 10.5.1969, myynti- ja markkinointijohtaja, Nordkalk Oyj Abp, anders.mattsson@nordkalk.com, Nordkalk Oyj Abp, Skräbbölenie 18, 21600 PARAINEN jaosto: kai

Salmelainen, Juha Olavi, FM, 28.8.1957, hankekehitysjohtaja, Kalliosuunnittelu Oy Rockplan Ltd., juha.salmelainen@rockplan.fi, Kalliosuunn. Oy Rockplan Ltd., Asemamiehenkatu 2, 00520 HELSINKI jaosto: kai

Herronen, Jarmo Kalle, ins., FM, 25.9.1958, tuotantojohtaja, Boliden Kokkola Oy, jarmo.herronen@boliden.com, Tervahaudantie 7, 68300 KÄLVÄÄ jaosto: met

Järvenpää, Niko Juhani, 157 ov., 30.6.1978, opiskelija, TKK/Materiaalitekniikan os., niko.jarvenpaa@hut.fi, Lönnrotinkatu 43 A B 39, 00180 HELSINKI jaosto: met

Leinonen, Virpi Marjaana, DI, 27.8.1980, tutkija, OY/Prosessimetalurgian lab., virpi.leinonen@oulu.fi, Sihtikuja 1 c 41, 90520 OULU jaosto: met

Kokouksessa 26.1.2006

Koivisto, Sari, DI, 23.3.1974, gruvingenjör, Boliden Mineral AB, SE-77698 GRIPENBERG, Sverige jaosto: kai

Sjöblom, Ulf, tal.tiet.maist., 16.5.1958, varatoimitusjohtaja, Oy Forcit Ab, Korppitie 6, 10640 DRAGSVIK jaosto: kai

Hautalahti, Juha Matti, DI, 6.3.1971, vientipäällikkö, Elematic Oy Ab, Kämnenmaankatu 27, 34240 KÄMMENNIEMI jaosto: rik

Laukkanen, Kari Veijo, DI, 11.3.1955, toimitusjohtaja, Minelco Oy, kari.laukkanen@minelco.com, Minelco Oy, PL 57, 71801 SIILINJÄRVI jaosto: rik

Quintero, Roberto, B.Sc.(mining eng.), 15.9.1975, VP, Mining Business Development, Metso Minerals, roberto.quintero@metso.com, Metso Minerals, Lokomonkatu 3, 33100 TAMPERE jaosto: rik

Karjalainen, Katri Sisko Elina, 113 ov., 16.4.1977, opiskelija, TKK/Materiaalitekniikan os., katri.karjalainen@tkk.fi, Koukkuniementie 2 C 87, 02230 ESPOO jaosto: met

Koskenniska, Sami Johannes, 129,5 ov., 11.3.1978, opiskelija, OY/Konetekniikan os., skoskenn@mail.student.oulu.fi, Kandintie 1 G 46, 90570 OULU jaosto: met

Leiviskä, Pasi Tapio, 155,5 ov., 8.3.1980, opiskelija; tuotekehitysinsinööri, OY/TTK-KO; Rautaruukki Oyj, pasi.leiviska@ruukki.com, Rautaruukki Oyj, PL 93, 92101 RAAHE jaosto: met

Rasmus, Tero Tapio, 163 ov., opiskelija, OY/TTK konetekniikka, materiaalitekniikka, terasmus@paju.oulu.fi, Tuulikintie 6 C 321, 90570 OULU jaosto: met

Ristolainen, Tero -Pekka Olavi, DI, 21.8.1978, sovellusinsinööri, Oy AGA Ab, tero.ristolainen@fi.aga.com, Piispankallio 6 B 24, 02200 ESPOO jaosto: met

Veijola, Milla Marjaana, 129,5 ov., 27.4.1981, opiskelija, OY/Konetekniikan os., mveijola@paju.oulu.fi, Tuulikintie 6 C 321, 90570 OULU jaosto: met

Virta, Liisa Marjaana, 144 ov., 22.5.1982, opiskelija, TKK/Materiaalitekniikan os., lvirta@cc.hut.fi, Otakuja 4 A 6, 02150 ESPOO jaosto: met

Vuorio, Anssi Olavi, 91,5 ov., 16.3.1982, OY/TTK konetekniikka, anssivuo@paju.oulu.fi, Yliopistokatu 46 as. 735, 90570 OULU jaosto: met

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 TkT Kalevi Nikkilä
Hakamaentie 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 Puustjärvi, pj/chairman,
Outokumpu Technology, 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

materia

Yhdistyksen internet-sivun osoite:
www.vuorimiesyhdistys.fi
Materia-lehti myös yhdistyksen verkkosivuilla.

Palveluhakemisto

Linde Gas] **AGA**

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



- kallionäytekairaukset
- malminetsintä
- geotekniikka
- kallioperätutkimukset

Oy Kati Ab Kalajoki, puh. 020 7430 660, www.oykatiab.com



Tietoa Maasta

www.gtk.fi

YIT Osaava kallionrakentaja www.yit.fi

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

**Lietepumput
Suodattimet
Muut rikastuskoneet**



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

OKUN AUTOLÄHETTI OY

**KAIRASYDÄN- JA LOHKARENÄYTTEIDEN
MURSKAUS- JA JAUHATUSPALVELUA**

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

Ohjeita kirjoittajille

➔ **MATERIAALI TOIMITUKSEEN**
deadlineen mennessä

Pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkoineen ja kirjallisuusliitteineen on 4 painosivua.

➔ **TEKSTIT**

Levykkeellä tai sähköpostitse.

➔ **KUVAMATERIAALI** postitse

EI SÄHKÖPOSTITSE

Alkuperäisenä (skannattavaksi) tai levykkeellä – jokainen kuva (valokuva, taulukko tai muu) omana tiedostonaan.

Kuvien resoluutio 300 dpi.

Tallennusmuodot jpg, tif, eps

Taulukoissa käyvät parhaiten Powerpoint ja Excel.

➔ **PÄÄOTSIKOT JA ALAOTSIKOT**
erotetaan toisistaan selkeästi.

Tiede & Tekniikka -artikkelit

➔ **KUVAT JA TAULUKOT**

numeroidaan jatkuvasti. Niiden teksteistä myös englanninkieliset käännökset. Kuvien paikat on merkittävä käsikirjoitukseen.

➔ **KAAVAT JA YHTÄLÖT**

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

➔ **KIRJALLISUUSVIITTEET**

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

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

➔ Jokaiselle T & T -osaan tulevalle artikkelille on ilmoitettava

ENGLANNINKIELINEN OTSIKKO ja kielellisesti tarkistettu englanninkielinen

yhteenveto SUMMARY pituudeltaan enintään noin 20 konekirjoitusrivia.

Kirjoittajasta CV ja valokuva.

➔ **ERIPAINOKSET**

toimitetaan kirjoittajan laskuun eri sopimuksella. Tilataan suoraan kirjapainosta (Åke Winberg, 050-5163163) ennen lehden painatusta.

➔ **NEKROLOGIEN**

pitouden pyydämme rajoittamaan noin 150 sanaan.

➔ **AIKATAULU**

Aineisto toimitukselle viimeistään määräpäivään (deadline) mennessä.

➔ **ILMOITUSAINEISTO KIRJAPAINOON:**

Tammisaaren Kirjapaino

Christel Westerlund

Trollbergintie 10

10600 Tammisaari

prepress@tammisaarenkirjapaino.fi



Siis palkitsee maa 6. joulukuuta poikansa ja tyttärensä: ne joille kunnian kukko laulaa, joukossa siten myös entiset taistolaiset, takinkääntäjät ja nykyiset myötäjuoksijat. Sen sijaan tämän päivän vastarannan kiisket, nykyisen suuntauksen ja uusliberalismin arvostelijat osoitetaan nurkkaan ja vaietaan kuoliaaksi. Ja on Linnan Juhlissa TV:ssä esiintyneen, huonoa suomea puhuneen muoti-ihmisen mukaan mm. *osattava kantaa iltalaukkuaan ilman että se muistuttaa kuollutta rottaa! Että sen sitten tiedätte.*

Pojat kansan urhokkaan

Siis palkitsee tasavalta jonkin joulukuusen koristeen muodossa mainekansalaisiaan, jotka keskinkertaisuuksien joukoista ovat pystyneet luovimaan tiensä huipulle. Kaikilta alueilta: tieteestä, taiteesta, talouselämästä ja tietysti politiikasta. Sen sijaan maa *ei* palkitse lahjakkuuksia, joiden tiellä on ollut tuo ylivertainen ja -määräinen joukko keskinkertaisuuksia. Tyyppejä, jotka kyynärpäillään sekä joukko- tai puoluevoimallaan ovat pystyneet estämään muuttaman lahjakkaamman yritykset nostaa päätään. Palkinnot tämä keskinkertaisuuksien joukko jakaa keskenään ja linnoittautuu bunkereihinsa hamaan hautaan saakka todistelemalla pysyvyyden välttämättömyyttä ja toisiaan kehumalla. Keskinkertaisuus pyrkii aina tuhoamaan lahjakkuuden jotta se ei pääsisi pinnalle. Heikkolahjaiset eivät pysty edes yritykseen.

Siis muuttuu tulevaisuudessa vanha duunimesta syksyisen TT:n jutussa jonkun Åbo Akademin yritysfilosofin mukaan "kohtaamispaikaksi" ja on kahvihuone tulevaisuudessa "koko toimiston sydän" eikä koppi käytävän perällä. Ja kokoonnutaan sinne jatkossa "tapaamaan kollegoja, vaihtamaan kokemuksia, ideoimaan ja juttelemaan". Herravarjele! Jatkossa siis ei näköjään kenenkään enää tarvitse tehdä varsinaista duunia niin kuin nykyisin. Päivät pääksytysten vain keskitytään *kohtailemiseen* ja kahvin lorottamiseen. Ja päästään tähän nähtävästi sitten, kun kaikki vanhat pierut, jotka joskus jotain tekivät, on potkittu pellolle. Ja niiden

hommat rationalisoitu Kiinaan, kauas pois nuorison *innovaatiotehtaista*.

Siis apua! Kauheata: kemikaaleja! Siis onhan nyt aivan selvää että kaikki maailman kemikaalit pitää kieltää. Nehän ovat myrkkijä ja tuhoavat lastemme ja tulevien sukupolvien elämän ja hävittävät maapallolta kaiken elollisen. Vai mitä? Siis tähän käsitykseen pääsee kun tutustuu ennen EU-parlamentin REACH-äänestystä julkisuuteen tullessiin euroedustaja, tekn. lis.(sic!) Satu Hassin lausuntoihin kemikaaleista. Sekä lukuisiin yleisönosastokirjoihin. Ja on se niin hyvä ettemme ole saaneet diplomi-insinööritutkintoa syvempää tieteellistä opetusta. Muuten saattaisimme tulla tuntemaan vaikkapa DHMO:n eli dihydromonoksidin sekä NaCl₂-myrkyä haitalliset vaikutukset luomakuntaan. Puhumattakaan C₂H₅OH:sta. Siis onhan se pakko nämäkin kemikaalit kieltää tai ainakin alistaa miljoonan euroa maksavaan riskinmääritykseen. Ja tulee mainitun dihydromonoksidin riskinmäärityksessä ottaa huomioon, että siihen kuolee vuosittain useampia ihmisiä kuin useihin muihin kemikaaleihin yhteensä. Nimittäin hukkumalla. Siitä muuten käytetään kemiallista kaavaa H₂O ja sitä kutsutaan myös vedeksi.

Siis tulivat, olivat ja menivät Svaalit taas kerran. Ja muodostuikin niistä kuitenkin kunnan show, vaikka näytelmän piti ennakolta olla valmiiksi naurettu. Mutta tottamooses valitsee tuulipukukan-sa pressaksi kiltin tädin joka TV-

spotissa toteaa naama ystävällisessä virneessä, että tulee toimimaan niin että kaikilla tässä maassa on oikein mukavaa (ja jos ei ole niin sehän tietenkään ei ole mun vaan noiden muiden vika). Ja jolla on varapresidenttinään ollut Urho-loukan tyyppi, puhemies P. Lipponen. Jouduimme muuten vaalitaistelun tuiskeessa tahtomattamme keskelle jotain demarien vaaliriehaa jossa toistettiin yhä uudelleen jollakin alkeellisella iskelmäselvällä vanhan renkutuksen sanoja "työn orjat sorron yöstä nouskaa jne". Että se koko kansan presidentti Halosesta. Toisaalta ei varsinaisesti tulisi heti mieleen että työväen presidenttiehdokas Niinistön vaalitulaisuuteen olisi sen paremmin sopinut ko. renkutuksen jatko "pohja vanhan järjestyksen horjuu, orjajoukko taistohon jne".

Siis ehdottaa tämä nykyinen Iranin presidentti Ahmadi-nejad, epäilemättä Nobelin rauhanpalkintoa havitellen, että Israelin valtio siirrettäisiin Eurooppaan, jonnekin Saksan ja Itävallan maisemiin, jotta kiltti paikallinen asujaimisto pääsisi tuhmista "sionisteista". Kannatamme ajatusta. Kuitenkin ainoastaan sillä ehdolla että Iranin valtio pappishallintoineen ja ahmadijehadeineen siirrettäisiin saman tien vaihtokauppana etelänavalle mutta jätettäisiin paikallinen öljy vapaasti pumpattavaksi niille, jotka maataan "sionisteille" luovuttavat.

Siis mikä on se kulkuväline jolla turkulaiset pääsevät Staadiin? Bändelino.

J.T.

Keskitymme oikeisiin asioihin

Ovako on Euroopan johtava pitkien erikoisterästuotteiden valmistaja. Rehti perusfilosofiamme näkyy kaikessa mitä teemme: Oikea kompetenssi. Oikea tuote. Oikea toiminta. Oikea palvelu.

Pystymmekin tarjoamaan merkittävää lisäarvoa vaativimmillekin asiakkaillemme, joita ovat etupäässä kuulalaakeriteollisuuden, raskasajoneuvoteollisuuden sekä auto- ja konepajateollisuuden yritykset.

Viime vuoden yhteenlaskettu liikevaihtomme oli noin 1,3 miljardia euroa. 16 valmistusyksikkömme palveluksessa on 4 600 työntekijää ja valmistuskapasiteettimme on kaikkiaan 2 miljoonaa tonnia terästä vuodessa. Oikeaa laatua.

Keskitymme 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
Vantaa

puh.02048 4142
puh.02048 45300

