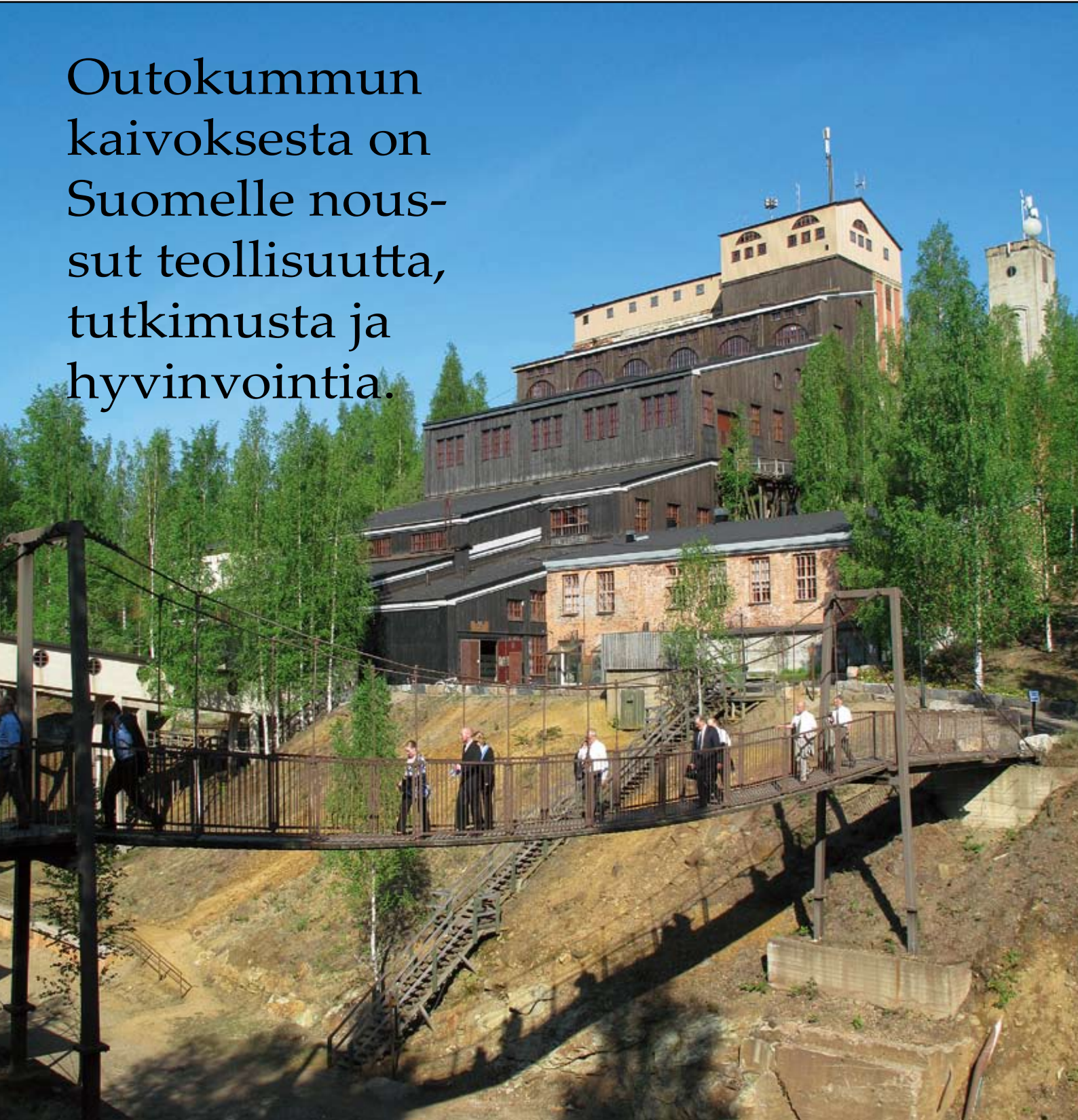


materia

3-2010

Outokummun
kaivoksesta on
Suomelle nous-
sut teollisuutta,
tutkimusta ja
hyvinvointia.





Kittilän kultakaivos – turvallista tuotantoa

Kittilässä sijaitsee Euroopan suurin yksinomaan kullantuotantoon keskittynyt kaivos. Kittilän kaivoksella panostetaan erityisesti turvalliseen tuotantoon ja vastuulliseen kaivostoimintaan, jossa otetaan hyvin huomioon sekä ihmiset että ympäristö.

Kaivos tuottaa vuosittain noin 5 000 kiloa kultaa. Nykyiset malmivarat ovat noin 26 miljoonaa tonnia, josta kultaa saadaan talteen arviolta 100 tonnia. Malmin keskipitoisuus on 4,8 g/tonni. Toiminta käynnistyi avolouhoksella vuonna 2008 ja etenee maan alle vaiheittain. Mahdollisuudet löytää lisää kultamalminia ovat lupaavat, sillä noin 20 km:n kultavyöhykkeestä on tutkittu vasta neljännes. Yhtiö panostaa jatkuvasti alueella malminetsintään ja kaivoksen elinikä voi olla kymmeniä vuosia.

Kittilän kaivos työllistää suoraan yli 300 kaivosalan ammattilaista ja henkilöstön määrä nousee muutamalla kymmenellä maanalaisen louhinnan alkaessa. Lisäksi urakoitsijoiden palveluksessa on parisataa eri alojen ammattilaista.

Kittilän kaivoksen omistaa kanadalainen kullantuotantoon keskittynyt Agnico-Eagle Mines Limited, jolla on yli 55 vuoden kokemus kaivostoiminnasta Quebecissä. Yhtiö on viime vuosina kasvanut ja kansainvälistynyt nopeasti. Suomen lisäksi yhtiöllä on kaivostoimintaa ja malminetsintää Kanadassa, Meksikossa ja USA:ssa.



PÄÄTOIMITTAJA / Editor in chief

Prof. (emer.) **Jouko Härkki**, [jouko.harkki\(at\)welho.com](mailto:jouko.harkki(at)welho.com)
Tyrskyvuori 2 E 74, 02320 ESPOO, 040-521 5655

T&T-TOIMITTAJA / Editor, R & D

DI **Harri Lehto**, [harri.lehto\(at\)outotec.com](mailto:harri.lehto(at)outotec.com)
Outotec Minerals Oy, Riihitontuntie 7,
PL 84, 02201 Espoo 020 529 2727,
fax 020 529 2998, 040-518 0288

TOIMITUSNEUVOSTO / Editorial Board

M.Sc **Pia Voutilainen**, pj / chairman
pia.voutilainen@scda.com
Scandinavian Copper Development Association
Vaisalantie 2, 02130 Espoo, 040-5900 494
DI **Kauko Ingeritilä**, [kauko.ingeritila\(at\)gtk.fi](mailto:kauko.ingeritila(at)gtk.fi)
GTK, Mineraalitekniikka
020 5505801 fax 013-557 557
DI **Sanna Westerberg**, [sanna.westerberg\(at\)nordkalk.com](mailto:sanna.westerberg(at)nordkalk.com)
Nordkalk Oyj Abp
020 753 7730

Prof. (emer.) **Veikko Lindroos**,
[veikko.lindroos\(at\)hut.fi](mailto:veikko.lindroos(at)hut.fi)
Aalto-yliopisto, TKK, Materiaalitekniikka
09-451 2673 fax 09-451 2677, 050-550 2673
DI **Matti Palperi**, Ulvilantie 11b D 108,
00350 Helsinki, 09-565 1221
TkL **Rauno Sippel**, [rauno.sippel\(at\)soy.info](mailto:rauno.sippel(at)soy.info)
Suomen Valimotekninen yhdistys ry
040-760 1520 fax 03-7669 736
FL **Mikko Tontti**, [mikko.tontti\(at\)gsf.fi](mailto:mikko.tontti(at)gsf.fi)
Geologian tutkimuskeskus GTK
020 550 2382 fax 020 550 12

TOTEUTTAVA TOIMITUS/Editorial staff

L & B Forstén Öb Ay, [l-b.forsten\(at\)co.inet.fi](mailto:l-b.forsten(at)co.inet.fi)
Bo-Eric Forstén, Leena Forstén (ulkoasu)
PL 45, 10601 Tammisaari
0400-875807, 040-5878648

PAINO/Printing house

Tammisaaren Kirjapaino Oy, Tammisaari

OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET Changes of address & Subscriptions

Ulla-Riitta Lahtinen, 0400-456195
[u-r.lahtinen\(at\)vuorimiesyhdistys.fi](mailto:u-r.lahtinen(at)vuorimiesyhdistys.fi);
VMY:n jäsenistön osoitteenmuutokset myös verk-
kosivujen jäsenrekisterin kautta.

JULKAISIJA / Publisher VUORIMIESYHDISTYS – BERGSMANNFÖRENINGEN r.y.

Materia-lehti kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessitekniikka ja metallurgia sekä materiaalin valmistus ja materiaalitekniikan erilaiset sovellutukset. Lehden alkuosa painottuu alan ja yritysten ajankoh-
tasiin 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.

Lukijalle

Eduskunta varmisti ydinvoimalapäätöksellään maan talouselämän monimuotoisuuden. Kun päättäjät säilyttävät kansantaloudellisesti viisaan linjansa myös kaivoslakiehdotusta käsiteltäessä, saatetaan tulevaisuudessa todeta kaivostoiminnan ja ydinvoiman pitäneen Suomen kestävän kehityksen tiellä.

Poliitikoilta ei ole jäänyt huomaamatta kuinka urheasti kaivannais-
teollisuus on pitänyt lippunsa korkealla koko pian muistoksi jääneen taantuman aikana. Päättäjien nähtynä päättäjien suhtautuminen alan edesottamuksiin ja tarpeisiin on hyvinkin erilainen verrattuna siihen, mitä se oli kun esitys uudeksi kaivoslaiksi tuotiin julkisuuteen kaksi vuotta sitten.

Kun Outokummussa toukokuussa juhlittiin Rääkkylän Kivisalme-
ta sata vuotta sitten löytyneen kivilohkareen ihmeellistä vaikutusta maan taloudelliselle kehitykselle (s. 6-10), ministeri *Anu Vehviläinen* vakuutti, että alalla on valtiotalon tuki. Omasta puolestaan liikenne-
ministerinä hän toi esille, ettei kaveria jätetä: *"Mielestäni yksikään kaivoshanke ei voi jäädä toteuttamatta sen vuoksi, ettei tie- ja ratayhteyksiä pystyttäisi kaivosyhtiöiden ja valtion yhteispelillä toteuttamaan"*.

Suhtautumisensa alan kehitykseen hän kiteytti seuraavasti: *"Mineraalisektorista on kehittynyt yksi harvoista kasvualoista Suomessa. Näyttää jopa siltä, että mineraalialasta saattaa tulevaisuudessa muodostua yksi kansantaloutemme teollisista tukipilareista erityisesti alueellisen kehityksen näkökulmasta"*.

Toivoa sopii, että ministeri Vehviläisen kanssapäättäjät ovat samalla aallonpituudella kun valtiotalon syksyllä strategiamuodossa määrittelee kantansa mineraalipohjaisten luonnonvarojen kestävään käyttöön.

Outokummussa muisteltiin Outokumpua pääasiallisesti maamme kaivannaisteollisuuden uranuurtajana, vaikkakin yhtiö on sanoutunut irti kaivostoiminnasta. Syytä juhlimiseen löytyikin yhtiön alalle jättämästä perinnöstä. Outokummun kaivososaaminen ja suuri osa sen entisistä kaivoshankkeista on tänään tehokkaassa uusiokäytössä.

Suomen metallurgisen teollisuuden vetojuhtajana Outokumpu on ollut monessa mukana. Yhtiön vanavedessä maamme teollisuus- ja tutkimustoiminta on laajentunut uusillekin alueille.

Tästäkin numerosta löytyy esimerkkejä Outokummun luomista kerrannaisvaikutuksista.

Liekkisulatus (s. 12-15) toimi kauan Outokummun käyntikorttina maailmalla, tänään se voi hyvin Outotecin hoivissa. Koboltti (s. 27-32) kuului aikoinaan Outokummun intressipiiriin ja piikiekotkin (s. 42-43) kiinnostivat.

Tänään energiakysymykset ovat etualalla. Outokummun toimitusjohtaja ja Fennovoiman hallituksen puheenjohtaja *Juha Rantanen* saattoikin todeta yhtiön ruostumattoman tulevaisuuden kirkastuvan huomattavasti hallituksen ydinvoimalapäätöksen myötä (s. 56-57).

Yksilötasolla vuorimiesten keskuudesta löytyy henkilö, jonka ura on tavallaan kulkenut samoja ratoja kuin Outokumpu yrityksenä. Professori *Veikko Lindroos* ei ole kunnostautunut pelkästään tutkijana ja opettajana, vaan hän on myös jättänyt näkyviä jalanjälkiä yritysmaailman puolella (s. 39-44).

Hyvää syksyn alkua, Jyväskylän FinnMateriassa (24.-25.11.) mitataan alan kunto!

Toimitus



Sisältö 3-2010 Elokuu

- 5 *Krister Söderholm*: EU:n parlamentti pyrkii kieltämään syanidin käytön kaivosteollisuudessa
 6 *Bo-Eric Forstén*: Otto Trüstedt kunniavierana Outokummun juhlassa;
 10 *Vireä kaivosala (Otteita ministeri Anu Vehviläisen puheesta)*



s. 6

- 12 *Ilkka V. Kojo*: Globaalisti kestävä kehitys liekkisulatuksella
 17 *Antti Palomäki*: Kaivos- ja kaivoskoneteollisuutemme noususta 1900-luvun puolivälistä lähtien
 22 *Tommi Niemi*: Happipolttotekniikka avainasemassa energia- ja tuotantotehokkuuden parantamisessa
 27 *Matti Palperi*: Miten Imatralla tehtiin kobolttia vuosina 1936-1947



s. 27

- 33 *Mika Pantzar*: Kuluttaja ei pelasta maapalloa (*Referaatti Vuorimiespäivöiltä, BEF*)
 39 *Bo-Eric Forstén*: Veikko Lindroos – hillitty monitoimimies; Aalto ja viulunsoittaja;
 40 Kutsetin miehestä tulikin metalliopin professori;
 41 Tutkija ja teollisuusmies Itä-Suomesta;
 42 Piikiekkujen menestystarina – mutta tuhkimotarina jäi viittä vaille; Lähipiirijattelua;
 44 UMK syntyi harkittuna tekona; Kansainvälinen kirjaprojekti
 46 *Mikko Moilanen*: Arkeometallurgia – menneisyyden metallien käytön tutkimus humanististen ja luonnontieteiden voimin



s. 46

- 48 **KOLUMNI** *Pertti Voutilainen*: Ottaa päähän!

Tiede ja Tekniikka 50-53

- 50 *Mira Markovaara-Koivisto*: Kalliomassan laadun karakterisointi käytännössä -haastattelu
 54 *Vesa Karvonen*: FIMECC Oy näkyvästi esillä SHOK Summit 2010 -tapahtumassa
 55 ELEMET-ohjelman vetäjä vaihtuu
 55 *Mikko Tontti*: Pintaa syvemmältä
 56 Ferrokromi ja ydinvoima vahvistavat Outokummun tulevaisuutta (Juha Rantasen haastattelu, BEF)
 57 *Toni Eerola*: Kirja-arvostelu: Oikeutta luonnonvaroille!
 58 *Eila Paatela*: INFACON XII kokosi maailman ferroseosten tuottajat ja asiantuntijat Helsinkiin
 60 *Leena Jokiranta*: OTAFOKUS Kaivos -koulutusohjelma terävöittää kaivosalan osaamista
 63 *Markku Tilli*: Vastajulkaistu MEMS-käsikirja on näyte suomalaisesta osaamisesta
 65 *Anna-Riikka Vuorikari-Antikainen*: Uuden MEMS-käsikirjan julkistamistilaisuus
 66 *Riina Salmimies*: Creative solutions together
 68 In Memoriam
 68 *Seija Aarnio*: Viestintäpsykologista kerrontaa oman mielen ohjaamisesta ja näkökulman vaihtamisen taidosta;
 69 Vuorinaisten retkellä Fiskarsissa ja Gillesgårdenissa
 70 *Erkki Ristimäki*: Pääsihteeriltä
 70 Alansa osaajat
 72 *Ulla-Riitta Lahtinen*: Uusia jäseniä
 72 VMY:n toimihenkilöitä 2010-11

KANSI Outokummun malmin löytymisen 100-vuotisjuhlaa vietettiin paikan päällä toukokuussa. Sivut 6-10.
 Kuva Bo-Eric Forstén

ILMESTYMISAIKATAULU 2010 Coming out

	Materiaali toimituksella, ilmoitusvaraukset	Postitus
No. 4	27.09.	17.11.

MESSUNUMERO Jyväskylän messujen yhteistyöpartnerina *Materia* julkaisee *FinnMateria 2010* -messuja käsittelevän erikoisnumeron 27.10.

Messunumeron ilmoitusvaraukset 15.9. mennessä

ILMOITUSMARKKINOINTI

Advertising Marketing 2010

L&B Forstén Öb Ay, 0400-875807, 040-5878648

[materia.forsten\(at\)pp.inet.fi](mailto:materia.forsten(at)pp.inet.fi)

We've got hands-on experience with hot stuff.

Oxyfuel-based solutions that help you keep the heat on.



©REBOX are registered trademark of the Linde Group.

REBOX® oxyfuel-based solutions can facilitate the need for increased production capacity and flexibility in reheat furnaces and annealing lines, all while decreasing fuel consumption and lowering the emissions of CO₂ and NO_x. And not only does Linde have a well-proven history in the field – with over 85 successful installations since 1990 – but we're an acknowledged forerunner in

combustion development technology. From evaluation to implementation, our REBOX® oxyfuel-based solutions and equipment will keep your furnaces hotter than ever.

AGA – ideas become solutions.

www.aga.se

A Member of
The Linde Group

AGA

What Activates Your Ideas?



Josh
at Outokumpu since 2008
Activating his ideas: constant learning,
football and fitness

An average human being has 10.000 ideas per day. So wouldn't it be nice to work for a company that values ideas? We seek people who strive for the extraordinary, who inspire others and want to make things happen. Outokumpu employes some 7 500 people in over 30 countries. Wherever you're coming from – you're welcome here.

Activating Your Ideas

Find your opportunities: www.outokumpu.com/careers

**OUTO
KUMPU**



Maajohtaja **Krister Söderholm**
First Quantum Minerals Ltd.

EU:n parlamentti pyrkii kieltämään *syanidin* käytön kaivosteollisuudessa

SUOMEN MALMINETSINTÄÄN JA KAIVOSTOIMINTAAN KUULUU HYVÄÄ: Fennoskandian malmipotentiaali ja GTK:n sitkeä uurastus kallioperän kartoituksessa ovat johtaneet hyviin tuloksiin ja valtiolta suhtautuu ainakin *periaatteessa* positiivisesti alaan. Viime vuosi-
na Suomessa on avattu merkittäviä kaivoksia ja lisää on tulossa. Metallikaivosten volyymin kasvu johtaa koko klusterin kasvuun ja näkymät ovat positiiviset.

KAIVOSTEOLLISUUDELLA ON MYÖS HUOLIA: uusi kaivoslaki heikentäisi toteutuessaan toimintaedellytyksiä, valtaushakemusten käsittelyajat ovat pitkät ja valtausmaksut ovat maailman korkeimpia, kaivannaisjätedirektiivin implementointiin liittyy huolia, monet malmikriittiset alueet ovat osa Natura-verkoston.

BRYSELISTÄ KANTAUTUI TOUKOKUUSSA HUONOJA UUTISIA: EU:n parlamentti äänesti selvällä enemmistöllä sen puolesta, että annetaan komissiolle ehdotus syanidin käytön kieltämisestä kaivostoiminnassa. Ehdotus perustuu Baia Maressa, Romaniassa v. 2000 tapahtuneeseen padon sortumiseen, mistä seurasi kalakuolemia. Jokeen pääsi paljon raskasmetalleja ja lietettä sisältävä suspensio, jossa oli lisäksi alhainen pH ja vähän happia sekä natriumsyanidia (NaCN). Kaloja kuoli, mutta ihmishenkiä ei menetetty. "Luonnonkatastrofin" laajuutta, syitä ja seuraamuksia on pohdittu monissa piireissä ja syanidi on julistettu sopivaksi syntipukiksi. Samalla siitä on tehty poliittinen lyömäase. EU:n parlamentti ehdottaa nyt joukkorangaistusta Euroopan kaivosteollisuudelle yhden kaivosyhtiön (ja viranomaisten) laiminlyöntien seurauksena! Valitettavasti Suomen mepeistä viisi äänesti resoluution puolesta – mihin valinta mahtoi perustua ja kenen etuja he ajoivat?

TEOLLISUUS NIIN SUOMESSA KUIN KANSAINVÄLISESTIKIN KÄYTTÄÄ NaCN:ia MELKO YLEISESTI. Muu kuin kaivosteollisuus, elintarviketeollisuus mukaan lukien käyttää Suomen NaCN:stä n. 85 %. Kaivosteollisuus Suomessa ja Euroopassa ei käytä natriumsyanidia louhintavaiheessa, vaan sisätiloissa valvotuissa, suljetuissa prosesseissa. Ruotsissa ja Suomessa natriumsyanidia käyttää prosesseissaan muutama kultakaivos, muu kaivosteollisuus vain vähäisessä määrin. Kansainvälisesti kultakaivokset käyttävät lähes aina natriumsyanidia. Mikäli kaivosten syanidin käyttö kielletään Euroopan kaivosteollisuudessa, muu teollisuus saisi sitä edelleen käyttää ja samoin tietenkin kaivokset Euroopan ulkopuolella. Halutaanko kiellolla siirtää kultakaivostoiminta Euroopan ulkopuolelle, missä syanidin käyttöä valvotaan selvästi huonommin? Tämäkö on kestävää kehitystä?

KOMISSIO NÄYTTÄÄ ONNEKSI OLEVAN ERI MIELTÄ PARLAMENTIN KANSSA NATRIUMSYANIDIN KIELTÄMISESTÄ. Suomen nykyinen lainsäädäntö, ympäristölupamenettelyt ja EU-direktiivit huolehtivat varsin hyvin syanidin käytöstä Euroopassa ja Suomessa. Sen komissio tietää ja se pitäisi kyllä olla Suomenkin meppien tiedossa. EU on tehnyt aloitteita metallien omavaraisuuden parantamiseksi ja kultaakin halutaan edelleen käyttää – toivottavasti mieluummin Euroopassa valvotusti tuotettua kultaa. ▀

P.S. Heinäkuussa 2010: Komissaari Potočnik vastasi 1.7.2010 komission puolesta EU parlamentille:

"...the Commission considers that a general ban of cyanide in mining activities is not justified from environmental and health point of views.."



Teksti **Bo-Eric Forstén**
Kuvat **L&B Forstén**

Vuonna 1908 löytyi Rääkkylästä Kivisalmen laivaväylän ruoppaustöiden yhteydessä suuri kellertävä kivi. Lohkareesta lähetettiin näytteet Helsinkiin Geologiselle toimistolle, joka arvioi näytteen sisältävän runsaasti kuparia. Kiven alkuperää lähetettiin selvittämään vuori-insinööri Otto Trüstedt. Tämä päätteli lohkarin sisältämien kivilajien perusteella kiven kulkeneen Rääkkylään 50 kilometrin päässä olevasta Outokummusta. Outokummussa aloitettiin etsinnät ja



Juhlapäivä aloitettiin Otto Trüstedtin muistopatsaalla.

Otto Trüstedt kunniavieraana Outokummun juhlassa

koekairaukset. Lähes kahden vuoden etsintöjen jälkeen, maaliskuun 17. päivänä 1910, kairan terä puhkaisi kuparimalmion suonen. Tästä kairausreiästä nousi Kuusjärven kunnalle uusi identiteetti ja koko Suomelle merkittävä osa sitä teollisuutta, joka tänäkin päivänä ylläpitää maamme hyvinvointia.

Tätä maan kehityksen kannalta sadan vuoden takaista merkkitapahtumaa juhlittiin Outokummun kaupungin aloitteesta perjantaina 21. huhtikuuta 2010 alkuperäisessä maisemassa.

Juhlassa muistettiin ihailulla ja kunnioituksella vuori- ja teollisuusmiesten saavutuksia menneinä vuosikymmeninä ja samalla katsottiin selkä suorana tulevaisuuteen. Pohjois-Karjalan ja lähimaakuntien kaivosryttäjät loivat yhteiseiintymisellään uskoa sekä paikallisiin että valtakunnallisiin vaikutta-

jiin. Kaikki viittaa siihen, että alan rooli talouskasvun veturina sen kun kasvaa tulevina vuosina. Päivästä tuli yhtä miellyttävä ja lämminhenkinen kuin sää eli aurinkoa aamusta iltaan hellerajan tuntumassa.

Heti aamukahdeksan jälkeen viitisenkymmentä Otto Trüstedtin, kaivostoiminnan ja Outokummun ystävää kerääntyi kaupunginjohtaja *Pekka Hyvösen* johdolla Kaivokummun pohjoisrinteen kupeessa sijaitsevaan koivikkoon, jossa on kivilohkareella merkitty paikka, josta Trüstedt malmin löysi.

Pertti Voutilainen ja *Elias Ekdahl* avustivat kaupunginjohtajaa seppeleen laskussa. Puheessaan Pekka Hyvönen kuvasi Trüstedtin tutkimusryhmän työolosuhteita talvella 1910. Eivät olleet mitenkään houkuttelevat. Reikiä piti saada aikaan 35 asteen pakkasessa lumen ja jään keskellä. Rahatkin ehtivät loppua. Sitkeä yrittäminen sai kuitenkin palkkansa ja Kuusjärven maatalouspitäjälle alkoi uusi elämä. Kaivoksen ympärille kasvoi täysin palveluineen uudenvuorokunta, johon kuntakin ajan mittaan siirsi omat toimintonsa.

Puheessaan kaupunginjohtaja kehuu ensin Trüstedtin ammattitaitoa ja sitten Outokumpua yhteistyöpartnerina:

”Yhteistyö toimi alusta lähtien parhaalla mahdollisella tavalla ja yhtiöltä on saatu arvokasta apua vielä senkin jälkeen kun kaivostoiminta ajettiin alas”.

Aamuisen retken osanottajat hakeutuivat avojoonossa Kummun mäkeä ylös kaivoksen entiseen kiisukuivaamoon, joka on otettu uusiokäyttöön Kiisuteatterina. Sopivampaa pitopaikkaa kaivospaneelille ei juuri löydy.

Paneelin puheenjohtajana toimi emeritus professori *Raimo Matikainen*, joka kaivosmiehenä, alan professorina ja GTK:n entisenä ylijohdajana on läheltä seurannut Suomen kaivosteollisuuden myötä- ja vastoinkäymisiä lähes puolen vuosisadan ajan. Muiden kaivosmiesten tavoin hän näytti nauttivan alan uudesta tulemisesta, joskin päivän aikana vanhemman kaivosmiespolven keskuudesta kuului kommentteja, joissa harmiteltiin sitä, että kotimaiset toimijat aikoinaan luovuttivat kentän ulkomalaisille. Avaussanoissaan Matikainen muistutti kuulijoitaan siitä, että vaikka



Outokummun kaupunginjohtaja Pekka Hyvönen ylisti puheessaan Otto Trüstedtin geologitaitoa. Pertti Voutilainen (vas.) ja Elias Ekdahl (oik.) avustivat häntä kukkalaitteen asettamisessa.



tänään elämme globaalissa maailmassa, kaivostoiminnassa perustyövaiheet ovat pysyneet samoina.

”Malmi on edelleen muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta tehtävä. Malmimineralisaation löytämisestä tuotannon alkuun kuluu helposti vuosikymmen”.

Puheenjohtajana hän valvoi ansiokkaasti esiintyjien ajankäyttöä pitäen huolen siitä, että kaikki saivat sanottavansa sanottua.

Aluksi syvennyttiin eri näkökulmista alan muutoksiin viimeisten 100 vuoden aikana.

FL *Eero Rauhamäki* avasi pelin kertomalla miten kaivosgeologi näkee tapahtuneen kehityksen. Hän aloitti suhteellisen kaukaa mainitsemalla, että geologien piirissä Outokumpu mainittiin mielenkiintoisena kohteena jo 1600-luvulla. Tarun mukaan alueelta piti löytyä hopeavuori ja sitä etsittiin tuloksettomasti vuosisadan ajan. Esitellessään menestyviä geologeja puhuja mainitsi Oton rinnalla isä Trüstedtin, joka toimi Laatokan rannalla sijaitsevan Pitkärännän kaivoksen johtajana.



Esko Pihko toimi Outokummun kaivoksen johtajana 1970-luvulla. Tässä keskustelemassa Eero ja Tuula Rauhamäen kanssa.

Hän painotti Petsamon nikkelikäivoksen merkitystä maamme geologisen osaamisen edistäjänä. Outokummun entistä päägeologia professori *Paavo Haapalaa* hän piti sopivana esikuvana maamme geologeille. Eero Rauhamäen puheenvuoron perusteella oli helppo päätellä, että kaivosgeologin panos on välttämätön kaivoksen menestymiselle. Prosessilaittevalmistajat ovat tämän huomanneet ja valtaosa valmistuneista kaivosgeologeista päätyy tänään heidän palvelukseen.

Arto Hakola on kirjassaan ”Kaivostyön historia” perehtynyt suomalaisen kaivosmiehen arkeen, ja hän välitti yleisölleen kuvauksen työvälineiden ja työ-

Pirteä kolmikko Arto Hakola, Erkki Ristimäki ja Raimo Matikainen aamulenkillä.



Voitto Kontkanen ja Lauri Heikkilä.

tapojen asteittaisesta kehityksestä aina 1910-luvulta tähän päivää saakka. Hänen katsauksestaan ilmeni, että lihasvoima ja fyysinen kestävyys olivat kaivosmiehelle tärkeitä ominaisuuksia pitkälle 1900-luvun toiselle puoliskolle saakka.

Lauri Heikkilä esitti vuorostaan rikastusmiehen näkemyksiä alan kehityskaa-resta. Erikoismaininnan saivat herrat *Eero Mäkinen* ja *Risto Hukki*. Professori Hukin Lasse Heikkilä muisti hyvänä opettajana: ”Ensin käytiin perusteellisesti teoria läpi, sen jälkeen siirryttiin VTT:n puolelle tekemään laboratorio-työt teorian mukaan. Oppi jäi päähän”.

Kaivosyriyten puheenvuoro

Paneelin jälkimmäinen osa omistettiin tämän päivän kaivostoiminnalle Outokummussa lähialueineen.

Toiminnan kuvaukset ja tulevaisuuden näkymät, joita viiden kaivosyrittäjän edustajat puolentoista tunnin aikana esittivät, ei miltään osin täsmää niiden väitteiden kanssa, joita aina silloin tällöin on luettavissa ’etelän metian’ mielipidesivuilla.

Ilotulittelun aloitti **Pyhäsalmi Mine Oy:n** toimitusjohtaja *Kimmo Luukkonen*. Malmi löytyi vuonna 1958 ja päätös kaivostoiminnan perustamisesta tehtiin todetun 17 Mt. kupari- ja sinkkimalmin perusteella. Tuotanto alkoi vuonna 1962 ja siitä lähtien toimintaa on jatkuvasti kehitetty. Iso harppaus ajoittui 1990-luvun loppuun uuden malmion ja uuden prosessiajattelun myötä. Tähän asti Pyhäsalmissa on käsitelty 49,7 miljoonaa tonnia malmia. Siitä on saatu 380 000 t kuparia, 1,1 miljoonaa tonnia sinkkiä ja 24,4 miljoonaa tonnia rikkirikasteita. Lisäksi on tuotettu 10 000 kg kultaa ja 470 000 kg hopeaa. Kaivos on Euroopan syvin metallikaivos, noin 1400 metriä.

Tuottavuudesta kertova kalvo oli komein. Asiantuntijat luokittelevat Pyhäsalmen kaivoksen maailman tehokkaimmaksi kokoluokassaan. Eikä Kimmo Luukkoselta vastaväitteitä kuulu.



Kimmo Luukkonen, Pyhäsalmi Mine



Jukka Pitkääjärvi, Talvivaara

Kadun miehelle **Talvivaara** on suhteellisen tuore tuttavuus. Talvivaaran päägeologi *Jukka Pitkääjärvi* tiesi kuitenkin kertoa, ettei Talvivaara ole geologeille mikään uusi paikka. Ruotsi-Suomen Vuorikollegio suoritti seudulla hopeatutkimuksia jo 1700-luvulla. Kirjallisuudessa Talvivaarasta löytyy mielenkiintoisia mainintoja. Kalm & Castren 1754: "Svavelkies finnes på några berg i synnerhet på det i näst föregående förmälte Talwiwara". Bremer 1824: "Utí Talvivaara finns kisvittringar med strödda kopparmalmstgnistor". Ja vielä Bidrag till Finlands Naturkänedom 1858: " ... ungefär 1½ verst norr om Talvivaara... små kullar af tålgsten eller talkartad bergart.."

Tänään Talvivaaran pikku kumpareista löytyy muutakin kuin vuolukiveä. Bioliuotuksen soveltaminen nikkelin talteen ottamisessa on osoittanut toimivuutensa. Jukka Pitkääjärvi ylistikin pienten työntekijöiden (bakteerien) ahkeruutta ja sinnikkyyttä.

"Ne tekevät moitteettomasti työtään niin kauan kun työolosuhteet ovat siedettävät".

Näitä säätelevän työehtosopimuksen pääkohdat ovat: PH-arvojen pitäminen rajoissa 2-2,5, partikkelikoon tulee olla n. 8 mm ja lämpötilan 20-90°C.

Viime aikoina Talvivaaran pyrkimys

ottaa talteen kaikki mitä malmista irttoa, on joutunut joidenkin mielipidemuokkaajien hampaisiin. Jukka Pitkääjärvi kommentoi kohua toteamalla, ettei Talvivaara ole mikään uraanikaivos eikä koskaan sellaiseksi tule. Yhtiöllä on vaan asianmukaiset lupahakemukset uraanin talteen ottamiseksi vetämässä.

Outokummun kallioperä on kiinnostanut muitakin kuin kuparin ystävät. Samantapaisesta kivistä löytyy myös talkkia. Mondo Minerals louhii talkkia Outokummun naapurikunnassa Polvijärvellä ja jalostaa sen Vuonoksen tehtaalla. **Mondo Minerals** on viime vuosina tehnyt investointeja Sotkamon tehtaaseen, joka saa talkkikivensä Lahnaslammen kaivoksesta.

"Sotkamo on meidän pääpaikkanamme, mutta Outokummun aluekin on meille hyvin tärkeä", vakuutti kaivospäällikkö *Ilkka Tuokko*. Sotkamon ja Vuonoksen tehtaat tuottivat viime vuonna yhteensä lähes 400 000 tonnia talkkituotteita.



Ilkka Tuokko, Mondo Minerals

Paperiteollisuudelle viime vuosi oli vaikea, mikä näkyi vähentyneinä toimituksina.

"Muovi- ja maaliiteollisuuden ostot lähtivät sen sijaan uuteen nousuun jo syksyllä", kertoi Ilkka Tuokko.

Endomines on kultakaivoksen rakentamisellaan Ilomantsin Pampaloon ollut mukana kirkastamassa kaivosteollisuuden julkisuuskuva-aikana, jolloin muu teollisuus on tyytynyt hyvinkin matalaan profiiliin.

Toimitusjohtaja *Markus Ekbergin* antaman selvityksen mukaan siirtyminen tuumasta toimeen on tapahtunut aivan suunnitelmien mukaisesti. Rakennustyöt ovat edenneet hyvin. Tavoitteena on saada koetuantanto käyntiin vielä



Markus Ekberg, Endomines

kuluvan vuoden aikana ja varsinaiseen bisnekseen päästään kiinni ensi vuoden alkupuolella. Kun kullasta on kysymys, ensi vuodelle budjetoidaan positiivinen kassavirta ja lasketaan, että investointi maksaa itsensä takaisin viidessä vuodessa.

Eikä Pampalo ole yhtiön ainoa hanke. Markus Ekbergin esittämä kuva yhtiön eri vaiheissa olevista projekteista viittaa siihen, että Endomines etenee kohti kultaista tulevaisuutta. Seitsemästä hankkeesta kuusi rakentuu kullan varaan, Kälviän ilmeniitti on ainoa poikkeus.

Outokummun kupari on tänään australialaisten käsissä. **Altona Miningin** aluejohtaja *Jarmo Vesanto* ei halunnut antaa suoraa vastausta ohjelmanlaatijoiden kysymykseen "Jatkuuko kuparikäivostoiminta Pohjois-Karjalassa", vaan tyytyi toteamaan, että tämän päivän kuparimalmietsinnöissä Kylylahti Copper Polvijärvellä ja Magnus Mineralsin valtauksset ja varaukset ovat avainasemassa.



Jarmo Vesanto, Altona Mining



Juhlaväkeä. Eturivissä Outokummun kaupunginvaltuuston puheenjohtaja *Lea Tolonen*, ministeri *Anu Vehviläinen*, juhlapuhuja ja *Pertti Voutilainen* ja kaupunginjohtaja *Pekka Hyvönen*. Takarivissä rouva *Rauni Hyvönen*, *Juha* ja *Eija Rantasen* keskellä.

perushyödykkeisiin, sitä pitää aina olla saatavina. Sen saatavuus luo edellytyksiä uudelle yrittämiselle.

Juhlaohjelmassa GTK:n pääjohtajan *Elias Ekdahlin* puheenvuoro oli otsikoitu "Mistä uusia Outokumpuja Suomeen?" Siihen Ekdahl totesi, ettei hän sellaisia voi luvata, mutta että Suomen sijainti "Euroopan malmilaarissa" takaa sen, ettei kaivannaisteollisuus ainakaan puuttuvien esiintymien takia maasta lopu. Hän viittasi kaupunginjohtajan aamuisiin Runeberg-sitaatteihin ja totesi olevansa vahvasti eri mieltä kansallisruoailijan kanssa siitä, että maamme olisi köyhä ja siksi jäisi.

Hän huomautti, että tähän saakka Suomen malmivarasta on ainoastaan tehty pieni pintaraapaisu.

"Ennätyssyvä reikä, jonka venäläiset kävivät täällä muutama vuosi sitten kairaamassa velan maksuna, osoitti, että meidän on syytä käydä niissä syvyyksissä katsomassa mitä kaikkea sieltä löytyy".

Puheessaan Ekdahl myös ilmoitti yhtyvänsä *Pertti Voutilaisen* valtiovalalle suunnattuun tervehdykseen tarpeesta saada kaivostoimintaa edistävä kaivoslaki.

Tervehdys meni heti perille. Liikenneministeri *Anu Vehviläinen*, joka esitti tilaisuudessa valtiovalan tervehdyksen, totesi puheensa alussa olevansa *Voutilaisen* ja *Ekdahlin* kanssa samoilla linjoilla kaivoslain funktiosta. Muutenkin hän höysti virallisen puheensa (kts. s. 10) mielenkiintoisilla välihuomauksilla ja puhui muutakin mukavaa. Yleisöönään hän loi välittömän kontaktin toteamalla, että hän maalaistalon tyttönä *Leppävirran Kotalahden kylästä* jo



Rääkkylän kunnanjohtaja *Yrjö Eronen* vaimokultansa *Leilan* kanssa kahvilla *Elias Ekdahlin* ja *Erkki Ristimäen* seurassa.

Pääjuhla

Iltapäivän pääjuhlaan *Lea Tolonen*, kaupunginvaltuuston puheenjohtaja, ja *Pekka Hyvönen*, kaupunginjohtaja, toivottivat jokaisen vieraan henkilökohtaisesti tervetulleeksi kädestä pitäen. Tämän jälkeen soppamummo, Outokummun kaupungin matkailun kehittämisspäällikkö *Ulla-Riitta Moilanen*, otti ohjat käsiinsä. Ensimmäisinä hän marssitti yleisön eteen Outokummun Puhallinorkesterin, joka johtajansa *Mika Hirvosen* komennossa esitti aikoinaan höyrykoneen hoitajana ja autonkuljettajana toimineen *Anssi Mustosen* säveltämän Outokummun marssin. Komealta kuulosti.

Kaupunginhallituksen puheenjohtaja *Esko Mononen* totesi tervetulosanoissaan parhaan osoituksen kaivoksen merkityksestä aikanaan olleen keskustan siirtymisen Kuusjärven kirkonkylästä kaivoksen kupeeseen. Yhteiskunnan kehitys ohjautui kaivoksen myötä eri urille kuin naapurikunnissa. Kaivos toi paikkakunnalle eri ammattien taitajia kaukaisistakin maista

antaen Outokummulle monikulttuurisen ilmeen. Opittiin, että maailma toimii muuallakin ja monella eri tavalla. Tämä on auttanut kaupungin myöhäisempää kehitystä.

Myönteistä puhujan mielestä oli se, että intensiivisin kausi suuryhtiön ja kunnan yhteistyössä ajoittui sodan jälkeiseen aikaan, jolloin maassa oli pula melkein kaikesta. Hän painotti kaivostoiminnan lopettamisen myös tapahtuneen otolliseen aikaan. Aikaan, jolloin korvaavien työtilaisuuksien löytäminen ja ihmisten oma-aloitteisuus olivat vielä toisella tasolla.

"Yhtiö oli mukana luomassa eväitä uudelle elämälle", totesi *Esko Mononen*.

Outokummun oma poika, vuorineuvos *Pertti Voutilainen* kertasi juhlapuheessaan Outokumpu-yhtiön ja Outokummun kaupungin yhteistä taivalta, samaan tapaan kuin vuorimiespäivillä (Materia 2/2010). Puheensa sisältöön liittyen hän esitti valtiovalalle tervehdyksen: "Pitäisi laatia sellainen kaivoslaki, joka edistää kaivostoimintaa eikä sitä estä!". Kaivosteollisuuden puolesta hän manasi myös EU:n parlamenttia, joka noin vaan keksi kieltää syanidin käytön kullan tuotannossa. Eikä ydinvoimakaan unohtunut. Niille, jotka paasaavat, että kahden ydinvoimalan myötä maahan rakennetaan liikaa energiaa, hän halusi huomauttaa, ettei kukaan pysty arvioimaan maan energiatarvetta kymmenen tai viiden toista vuoden päästä. Kun Vuoksi aikoinaan valjastettiin, yleinen käsitys oli, ettei maan sähköntarve koskaan nouse niin suureksi, ettei uuden voimalaitoksen kapasiteetti siihen riittäisi. Energia kuuluu yhteiskuntamme



Leppoisaa small talkia, *Pertti Voutilainen* ja *Anu Vehviläinen*.



kouluaijana oppi ymmärtämään miten kaivosperheissä ajateltiin. Monen luokatoverin vanhemmat olivat kaivosyhtiöllä työssä.

Rääkkylän kunnanjohtaja Yrjö Eronen oli tullut onnittelemaan Outokumpua siitä, että hänen kuntansa alueelta aikoinaan löytyi kivenlohkare, joka nosti koko Outokummun seudun ennalta arvaamattomaan kukoistukseen. Kunnanjohtaja totesi, ettei uusia löydöksiä tiettävästi ole tiedossa, mutta lisäsi samaan hengenvetoon henkilökohtaisesti olevansa ikuisesti tyytyväinen siihen, että hänen tielleen osui Outokummusta kotoisin oleva oma kultakimpale.

Viitaten Outokummun uuteen statukseen aartenetsimiskaupunkina hän ehdotti yhteistyötä turistien houkuttelemiseksi maakuntaan. Yhdessä Liperin ja GTK:n kanssa Outokumpu ja Rääkkylä voisivat kivilohkareen kuviteltua reittiä seuraten rakentaa vaellusreitit, jonka varrella kulkija joutuisi ratkomaan geologiaan liittyviä tehtäviä.

Eero Mäkisen puisto

Juhlan päätteeksi siirryttiin Kiisuteatterin miellyttävästä viileydestä ulos helteeseen, ensin kahville ja sieltä läheiseen kivipuistoon.

Puiston uudeksi nimeksi kaupunginvaltuuston puheenjohtaja Lea Tolonen julisti, Antero Hakapään trumpettifanfaarin säestyksellä, Eero Mäkisen puisto. Eero Mäkinen, Antero Hakapään isoisä, olikin Otto Trüstedtin tavoin ollut tiiviisti mukana päivän tapahtumissa.

Nämä jatkuivat edelleen. Osa juhlayleisöstä lähti tutustumaan GTK:n tutkimuslaboratorioon ja toiset Outotecin Turulan konepajaan. Ekskursioiden jälkeen seurasi vielä Arto Hakolan ja kumppaneiden rakentaman kaivoskoneiden pienoismallinäyttelyn avajaiset.

Hyväksi lopuksi, aivan kuten ennen vanhaan, päivä päättyi Outokumpu Oyj:n isännöimään iltajuhlaan. ▀

Outoita liikenneministeri **Anu Vehviläisen** puheesta Outokummun malmin 100-vuotisjuhlassa



Outokummun kaupunginhallituksen puheenjohtaja Esko Mononen toimi ministeri Anu Vehviläisen oppaana.

Vireä kaivosala

Viime vuosikymmenen informaatioyhteiskunnan huumassa meiltä pääsi unohtumaan, että yhteiskunta tarvitsee myös aineellisia edellytyksiä toiminnassaan. Vapaan ulkomaankaupan oloissa raaka-aineiden saatavuus ulkomailla ja niiden edullinen hintataso näyttivät varmoilta. Viime vuodet ovat osoittaneet, että näin ei ole. Maailman nousevat taloudet, kuten Kiina ja Intia, ovat nälkäisiä taloudelliselle kasvulle ja elintonsa kohottamiselle. Tämä merkitsee lähivuosikymmenien aikana lisääntyvää raaka-aineiden kysyntää ja kilpailua maailmanmarkkinoilla. Samanaikaisesti helposti hyödynnettävät mineraalivarat ovat maailmalla ehtymässä.

Tämä avaa uusia mahdollisuuksia Suomen kaivostoiminnan kehittämiseksi. Jo nyt voidaan sanoa, että Suomen kaivosala on kokenut uuden tulehimen. Kaksi suurta kai-

vosta, Kittilän kultakaivos ja Talvivaaran nikkelikaivos avattiin viime vuonna. Talouskriisistä huolimatta tehtiin viime vuonna investointipäätökset Kevitsan nikkelikuparikuparikaivoksen ja Pampalon kultakaivoksen avaamisesta.

Myös muutaman muun hankkeen odotetaan lähi vuosina etenevän. Sanomattakin on selvää, että Outokumpu-Polvijärven seutukunnassa, ja myös koko Pohjois-Karjalassa odotamme myönteistä päätöstä Kyylylahden kaivostoiminnan osalta.

Syntyvät kaivokset ja uudet työpaikat sijoittuvat pääosin Pohjois- ja Itä-Suomen työttömyysalueille. Mineraalisektorista on kehittynyt yksi harvoista uusista kasvualoista Suomessa. Näyttää jopa siltä, että mineraalialasta saattaa tulevaisuudessa muodostua yksi kansantaloutemme teollisista tukipilareista erityisesti alueellisen kehityksen näkökulmasta.

Vireillä olevien kaivoshankkeiden liikenkehänteet ovat minulle varsin tuttuja. Mielestäni yksikään kaivoshanke ei voi jäädä toteuttamatta sen vuoksi, ettei tie- ja ratayhteyksiä pystyttäisi kaivosyhtiöiden ja valtion yhteisellä toteuttamaan. Keskustelun kohteena on parin viime vuoden aikana ollut erityisesti kaksi suurta kaivoshanketta, ns. Ruotsi-Suomi -hanke eli Pajalan-Kolarin rautamalmikaivos ja Sokiin apatiittikaivos. Molempien kaivosten rautatieyhteyksien vahvistaminen ja rakentaminen maksaisi satoja miljoonia euroja. Hankkeet tarjoaisivat paitsi satoja kaivostyöpaikkoja, vielä runsaammin kerrannaistyöpaikkoja liikenteen ja palvelujen piirissä koko kuljetusketjun vaikutusalueilla. Vakavat keskustelut asianomaisten yhtiöiden kanssa valtion ja yhtiöiden vastuista ja rahoitusosuuksista on aloitettu tänä vuonna.

Hallitus haluaa panostaa kaivosalan tulevaisuuteen ja jatkuvaan kehittämiseen. Vuosi sitten julkaistun SITRAn kansallisen luonnonvarastrategian jatkotyö on lähtenyt liikkeelle. Työ on jaettu kahteen osa-alueeseen; biopohjaisia luonnonvaroja käsittelee biotalousryhmä ja mineraalipohjaisia luonnonvaroja käsittelee mineraalistrategiahanke. Molempien aikataulu on ajoitettu tämän vuoden syyskuun loppuun.

Valtioneuvoston tavoitteena on näiden osastrategioiden pohjalta laatia kaikkien luonnonvarojen kehittämistä ja kestävää käyttöä koskeva kansallinen strategia. Tämä strategiatyö antaa luonnollisesti aineksia myös seuraavia hallitusneuvotteluja varten.

Outokummun malmin löytäminen ja sen hyödyntäminen ovat merkittävällä tavalla vaikuttaneet Suomen taloushistoriaan, maan teollistumiseen ja vaurastumiseen.

Outokummun kaivos ja Outokumpu-yhtiö ovat olleet myös monen kaivosmiehen-, vuorinsinööri- ja geologisukupolven korkeakoulu. Kaivosalan nykyinen osaaminen on pitkälti luotu tämän yhtiön piirissä yhdessä Geologian tutkimuskeskuksen kanssa. Tämän osaamisen hedelmistä saamme nyt nauttia. ▀



EERO MÄKISEN PUISTO

Suomen vuosisatavuoden kahdeksas juhlavuosi Eero Mäkisen puistossa 21.5.2010 alinettu Miiguita.

Eero Mäkisen (1816-1853) nimi Outokumpu Oy:n toimintajohdossa 1921 - 1933.

Eero Mäkisen puiston avauksessa Lea Tolonen puhui ja Antero Hakapää soitti trumpettia Sanna Juurelan ja Pasi Heinin muodostaessa kummiavartion.

I ♥ tunnelling & mining!*

* It's for my future

- > More than 7500 vehicles on the market
- > More than 60 countries being served
- > More than 45 years of experience

Visit us at
bauma Munich 2010 
19.-24. April
Hall B3/Booth 225



www.coraiv.com

Tell us your needs!

Normet International Ltd • Neuhofstrasse 3D • CH-6340 Baar • Switzerland • T +41 (0)41 768 52 00 • F +41 (0)41 768 52 11
Normet Asia Pacific Pty Ltd • 16D Ashwin Parade • Torrensville • (PO Box 772, Torrensville Plaza) • SA 5031 • Australia • T +61 8 8152 77 00 • F +61 8 8152 06 67
Normet Americas, Inc. • 19116 Spring Street • PO Box 105 • Union Grove • WI 53182 • USA • T +1 262 878 5760 • F +1 262 878 5763
Normet do Brasil Ltda • 210 Sebastião Fabiano Dias Street, 1507 Room • Belvedere • Belo Horizonte, Minas Gerais CEP 30320-690 • Brasil • T +55 (31) 2511-9511
Normet Oy • Ahmolanatie 6 • FI-74510 Iisalmi • Finland • T +358 (0)17 83241 • F +358 (0)17 823 606
 info@normet.fi • www.normet.fi



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**



Globaalisti kestävää kehitystä

liekkisulatuksella



Ilkka V. Kojo, Dr.
Environment & Sustainability

Viime vuonna Outotecin Liekkisulatusmenetelmä vietti 60-vuotisjuhliaan ja tänä vuonna on kokoonnuttu nikkelin liekkisulatuksen 50-vuotisen taipaleen parissa Harjavallassa. Liekkisulatuksen alkuaajoista on kirjoitettu ansiokas historikki /1/, mutta kuitenkin on syytä hieman kerrata tämän menestyksekkään suomalaisen keksinnön historiaa silmälläpitäen sitä, miksi tämä menetelmä edelleenkin on nikkelin ja varsinkin kuparin tuottajien varsinainen lippulaiva; noin puolet maailman primäärisestä nikkelistä ja kuparista sulatetaan liekkisulatusmenetelmää käyttäen.

Outotecin liekkisulatusprosessin menestyksen salaisuus voidaan paljastaa jo tässä vaiheessa: prosessi oli kestävä kehityksen mukainen jo alkuaikoinaan paljon ennen kuin kestävästä kehityksestä edes alettiin puhua. On muistettava, että kestävä kehitys ei merkitse vain vihreitä arvoja, kuten esimerkiksi rikkidioksidipäästöjen hallinta, vaan prosessin on myös täytettävä sekä sosiaaliset että taloudelliset kriteerit. Taloudellisten kriteerien toteutuminen lienee itsestään selvää ko. prosessin menestyksen perusteella. Sekin perustuu kestävä kehityksen mukaisiin arvoihin, kuten korkea energiatehokkuus ja luonnonvarojen tehokas hyötykäyttö eli arvometallien korkea saanti, tuotteeksi kelpaavat sivutuotteet, kuten rikkihappo ja yhä enenevässä määrin myös sivukivestä syntynyt kuona ja varsinkin kokonaisuutta tarkasteltaessa edulliset investointikustannukset. Kirjoitelmassa keskitytään kuitenkin erityisesti päästöjen hallinnan ja energiatehokkuuden merkitykseen liekkisulatusprosessin maailmanvalloituksessa. Samalla tulee esille liekkisulatuksen tärkeä merkitys Outotecin liiketoiminnan alkuaikoina.

Kun Outokummun insinöörit yli 60 vuotta sitten harkitsivat uuden autogeenisen kuparisulatusmenetelmän kehittämistä, tavoitteena ei rehellisyyden nimissä ollut kehittää enemmän ympäristöystävällistä prosessia, vaan motivaatio tuli yksinkertaisesti energiapulasta ja prosessin taloudellisuudesta. Outokumpu oli siirtänyt siihen aikaan modernin sähköunisuulatukseen perustuvan kuparisulattonsa Imatralta Harjavallan uuden vesivoimalaitoksen läheisyyteen sotien viime vaiheissa.

Jatkosodan jälkeen sähköenergian saatavuus heikkeni ja hinta vastaavasti

kasvoi voimakkaasti, mikä teki sähkösulatuksen kannattamattomaksi. Tuon ajan yleisintä sulatusmenetelmää lieskauunia (reverberatory smelting) harkittiin korvaavaksi prosessiksi, mutta se olisi tehnyt kuparisulatuksen riippuvaiseksi fossiilisista tuontipolttoaineista. Näin ollen tavoitteena oli kehittää prosessi, joka olisi olennaisesti riippumattomampi sekä sähköstä että fossiilisista polttoaineista.

Tavoitteena oli siis prosessin energiatehokkuuden merkittävä parantaminen. Tämä saatiin aikaan käyttämällä prosessissa hyväksi rikasteen itsensä sisältämä energia, joka saadaan käyttöön hapettamalla sulfidien sisältämää rikkiä sekä rautaa oksideiksi. Tarvittava lisäenergia saatiin ottamalla lämpöä talteen prosessikaasuista prosessi-ilman esilämmitykseen.

On mielenkiintoista, että samaan aikaan Kanadassa metallurgit myös kehittivät uutta autogeenisulatusmekaniikkaa perustuen teknisen hapen käyttöön sulatuksessa, mutta siellä syy tähän ei erityisesti ollut yleinen energiapula, vaan maan runsas sähkön saatavuus teki hapen valmistuksesta halpaa. Nykyisin vain harvoissa liekkisulatoissa käytetään enää prosessi-ilman esilämmitystä ja niissäkin sulatus perustuu korkeaan happirikastusasteeseen.

Harjavallassa uuden prosessin käyttöönotossa onnistuttiin ja vaikka varsinainen tavoitteena ei ollutkaan uuden prosessin markkinointi, uudesta prosessista kerrottiin kansainvälisissä julkaisuissa /2,3,4/.

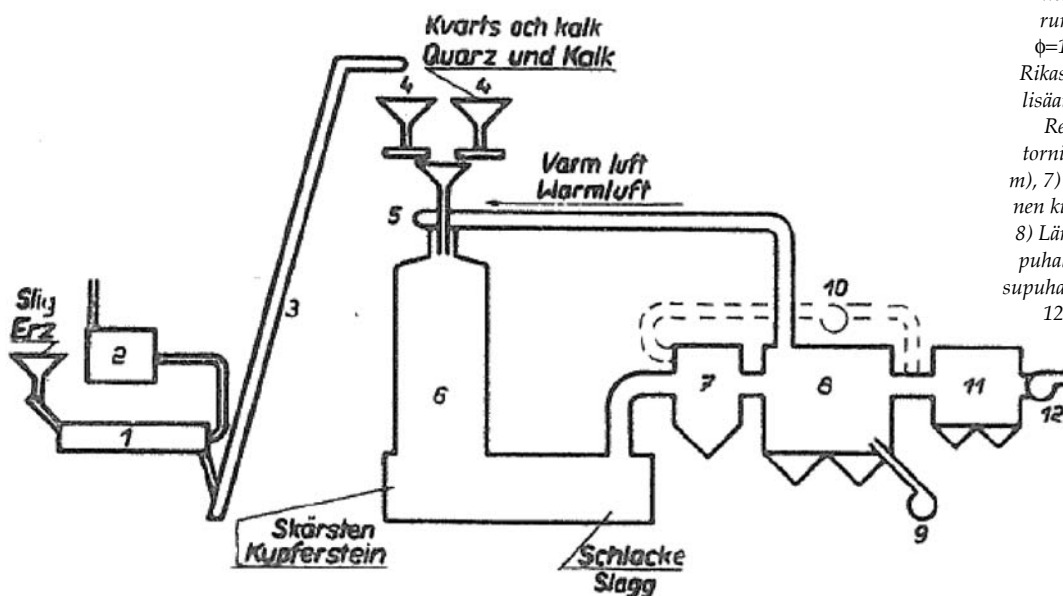
Tämän seurauksena myös muiden kuparintuottajien kiinnostus heräsi uutta prosessia kohtaan. Mainittakoon Serbian Borin sulatto, jossa jo 1950-luvun alussa harkittiin liekkisulatuksen käyttöönottoa. Harkinta-aika on vielä menossa ja liekkisulatus on jälleen ker-

ran ehdolla mahdollisesti uudistettavan sulatun prosessiksi.

Vakavammalla asialla olivat kuitenkin japanilaiset. Furukawan omistamalla Ashion kaivoksella oli sulatettu kuparia jo vuodesta 1875. Itse kaivos oli ollut toiminnassa jo huomattavasti pidempään eli 1600-luvun alusta. 1950-luvun alussa sulatolla oli käytössä kuilu-uunit. Pitkään kestäneellä kaivos- ja sulatustoiminnalla oli ollut katastrofaalinen vaikutus lähistön luontoon. Ei pelkästään rikkipäästöjen vuoksi vaan myös siksi, että Ashion malmi sisälsi arseenia, tinaa, lyijyä ja vismuttia, jotka päästettiin ilmakehään yhdessä rikkidioksidin kanssa. Tätä on kutsuttu Japanin ensimmäiseksi teolliseksi

Alku Furukawassakaan ei kuitenkaan ollut aivan helppo. Mr. Osamu Fujii, eräs Ashion liekkiuunin käynnistykseen osallistuneista Japanin liekkisulatuksen pioneereista osallistui yhdeksänteen kansainväliseen liekkisulatuskonferenssiin vuonna 1999, kun samalla juhlittiin liekkisulatuksen 50-vuotista taivalta. Konferenssissa pitämässään puheessa hän kertoi useita yksityiskohtia alkua ajoilta, jotka voidaan tiivistää hänen kuitenkin hymyssä suin sanomaansa virkkeeseen: "Ashio prosessin operointi alkuaikoina oli vain jatkuvia ongelmia ongelmien jälkeen". Kuitenkin yrityksen ja erehdyksen kautta ongelmat saatiin ratkaistua ja uusi teknologia auttoi Fu-

rakennettiin useita liekkisulatukseen perustuvia, Japanin herkkää luontoa mahdollisimman vähän rasittavia sulattoja: Saganoseki # 1 (Nippon Mining Co Ltd '70), Toyo (Sumitomo Metal Mining Co Ltd 71), Tamano (Hibi Kyodo Smelting Co Ltd '72), Hitachi (Nippon Mining Co Ltd '72) ja Saganoseki # 2 (Nippon Mining Co Ltd '73). Kaikille näille sulatoille oli olennaista korkea kuparin saanti prosessissa, mikä oli erityisen tärkeää tuontirikasteiden sulatukseen perustuvan sulatun taloudelle, mutta myös korkea rikin talteen saanti rikkihappoon, ja useimmat niistä ovat vieläkin toiminnassa kilpaillen muiden maiden sulattojen kanssa maailman puhtaimman kuparisulatun maineesta.



Kuva 1. Harjavallan ensimmäinen liekkisulatuslinja 1) Rikasteen rumpu-uunikuivaus ($l=20\text{ m}$ * $\phi=1.8\text{ m}$), 2) Sähkösuodatin, 3) Rikasteen kuljetus, 4) Rikaste- ja lisäainesiilot, 5) Rikastepoltin 6) Reaktiokuilu (kutsuttiin myös torniksi ja polttokuiluksi) ($\phi=3.5\text{ m}$), 7) Säteilykammio ja mahdollinen kiertokaasun sekoituskammio 8) Lämmönvaihtajat, 9) Primaari puhallin, 10) Optionaalinen kaasupuhallin, 11) Kaasun puhdistus, 12) Prosessikaasupuhallin /2/.

ympäristökatastrofiksi /1/. 1950-luvun alussa Furukawa otti yhteyttä Outokumpuun ja vierailtuaan Harjavallan sulatolla Furukawa ymmärsi, että tämä olisi prosessi, jolla he voisivat vähentää päästöjään menettämättä kilpailukykyään perustuen edullisesti toteutettavissa olevaan rikin ja pölyn talteenottoon SO_2 -rikkaasta jatkuvasta kaasuvirrasta /2/.

Furukawan liekkisulatusuuni käynnistettiin 17. maaliskuuta 1956, ja hapotehdas käynnistyi kuukautta myöhemmin. Uunin malli oli samanlainen kuin Harjavallassa tuolloin. Kapasiteetti oli vain 8 tonnia kuparirikastetta tunnissa, mikä vastasi noin 12 000 tonnin raakakuparituotantoa vuodessa. Furukawa teki runsaasti muutoksia uunin rakenteisiin sekä myös prosessin ajoin ja myös Japanissa opittiin prosessin tehokas operointi.

rukawaa lopettamaan vuosikymmeniä kestäneen ympäristöpainajaisen ja kuparituotantoa voitiin jatkaa [1,5].

Prosessin operoinnissa opittiin alkuvuosien vaikeuksien kautta paljon ja Harjavallassa voitiin 1950-luvun lopulla tehdä päätös alunperin kuparin sulatuksessa käytetyn toisen ns. stand by-uunin valjastamisesta nikkelin sulatukseen ilman, että kuparisulatuksen kapasiteetissa jouduttaisiin tinkimään.

Myös Furukawan tulokset olivat muita menetelmiä huomattavasti paremmat. Dowa Mining testasi paljon lyijyä ja sinkkiä sisältävän rikasteensa sulatusta Ashion sulatolla vuonna 1963. Heidän Kosakan sulatonsa käynnistyi vuonna 1967 ja tietenkin varustettuna happotehtaalla.

Kun Japanin voimakas teollistuminen alkoi 1960-luvulla oli menetelmä ns. koettua teknologiaa ja Japaniin

Japanilaiset sulatot toteutettiin pääasiassa Furukawan toteuttamina japanilaisin voimin Outokummun osuuden ollessa lähinnä asiantuntijuutta ja prosessin lisenssin hallintaa /6/.

Muulla kuin Japanissa tietoisuus heräsi hieman hitaammin. Baia Maren sulatto Romaniassa tosin käynnistettiin vuonna 1966, jolloin jälleen oli kyse kompleksisesta rikasteesta sisältäen kuparin lisäksi arseenia, lyijyä ja sinkkiä, joita ei saanut päästä luontoon. Lisäksi rikin talteenotto puhtaana rikkihappona oli erityisen tärkeää, sillä ainakin sulatun alkuaikoina lannoitteiden valmistuksessa käytetty rikkihappo oli sulatun päätuote. Tässä toki onnistuttiin.

Outokummussa liekkisulatusteknologian vienti oli alkuaikoina lähinnä lisenssin myyntiä. Vuonna 1960 perustettiin pääkonttoriin kahden hengen suunnitteluyksikkö, joka tosin Roma-

Flash Smelting technology supplied by Outotec



Kuva 2. Liekkisulatus maailmankartalla

nian projektin suunnittelussa sai tukea Harjavallasta.

Vuonna 1966 *Kauko Kaasila* sai tehtäväkseen käynnistää tehdassuunnitteluosaston pääkonttorin yhteyteen. Perustetun Metallurgisen Suunnittelun (MESU) tehtäväkenttänä oli sekä omien tehdasprojektien suunnitteluun osallistuminen että liekkisulatusprojektien perussuunnittelu. Liekkisulatusmenetelmästä tuli koko ulkomaantoiminnan perusta ja siivitti lentoon muunkin Outokummun omaan kehitykseen perustuvan teknologian myynnin.

Liekkisulatuksen todellinen globaali läpilyönti koettiin kuitenkin vasta 1970-luvulla, jolloin käynnistettiin edellä mainittujen japanilaisten sulattojen lisäksi yli 10 liekkisulattoa eri puolille maailmaa (Intia, Australia, Saksa, Turkki, Botswana, USA, Espanja, Puola).

Puolassa toteutettiin ensimmäisenä maailmassa raakakuparin sulatus suoraan rikasteesta yhdessä vaiheessa. Teknologiaa osattiin jo tuolloin räätälöidä asiakkaan tarpeiden mukaisesti ottaen huomioon raaka-aineen laatu. Tähän merkittävän edellytyksen loi Poriin perustettu Metallurginen tutki-

muskeskus, jossa erilaisia prosessikonfiguraatioita voitiin testata liki tehdasmittakaavassa. Tutkimuskeskuksella (Outotec Research) on Outotecissä edelleenkin keskeinen rooli uusien prosessien kehittämisessä ja kaupallistamisessa.

Liekkisulatusprosessia kehitettiin merkittävästi jo alkuvuosista alkaen ja prosessi tuli kuuluisaksi taloudellisuutensa ja päästöominaisuuksiensa lisäksi pitkästä kampanja-ajastaan ja korkeasta käyttöasteestaan.

1990-luvun alkuun mennessä liekkisulatus teknologiaa oli sovellettu kuparin lisäksi nikkelin ja pyriitin sulatuksessa. Prosessin kehitys oli kuitenkin enemmänkin yksittäisten laitteiden ja prosessiosien parantamista kuin suurien radikaalien muutosten hakemista. Toki saatiin aikaan paljon parannuksia ja esimerkiksi happirikastuksen käyttöönotolla on vanhojen liekkisulatusuunilinjoiden kapasiteettia saatu kasvatettua jopa yli nelinkertaiseksi alkupe- räisestä.

Kuparin sulatuksen suurin merkittävä kehitysaskel tehtiin vasta 1995, jolloin Kennecott Utah Copper otti käyttöön liekkisulatuksen lisäksi liekkikon-

vertoinnin. Tätä edeltänyt kehitys- ja testaustyö kesti reilusti yli 10 vuotta.

Lähtökohtana Kennecottin investoinnille olivat tiukentuvat ympäristömääräykset. Olemassa olevan sulaton päästöjä oli pienennettävä. Yhtiö tutki eri vaihtoehtojen kannattavuutta ja uusi liekkisulatus- ja konvertointilinja oli kannattavin, kestävä vaihtoehto. Uudelle prosessille asetettiin lisäksi tavoitteeksi, että näkyvissä olevana ajanjaksona ei tarvitsisi tehdä uusia ympäristöinvestointeja.

Laitos toimi alusta alkaen täyttäen tiukat ympäristönormit siten, että rikkidioksidin talteen saanti on koko prosessissa yli 99.92 %. Prosessi saavutti hyvin nopeasti myös muut tavoitearvot ja alkuvaiheiden jälkeen saavutettiin myös tavoiteltu yli 5 vuoden kampanja-aika.

Samoin kuin liekkisulatuksen tapauksessa, myös liekkikonvertointiprosessin varsinainen läpimurto koettiin vasta noin 10 vuoden kuluttua ensimmäisen laitoksen käynnistymisestä. Ehkä ei ollut kovin yllättävää, että seuraava liekkikonvertteri rakennettiin Kiinaan.

Kiina oli tuolloin kehityksessään vaiheessa, jota voidaan verrata 1960-luvun

Japaniin. Asiakas halusi laitoksen, jossa on alhaiset investointi- ja käyttökustannukset, mutta samalla edellytyksenä oli, että prosessin tulee täyttää Kiinan tiukentuvat ympäristömääräykset viidenkymmenen vuoden ajan ilman merkittäviä lisäinvestointeja.

Onnistunut projekti osoitti myös, että nopeus päätöksenteossa ja investointien toteuttamisessa on merkittävästi muuttunut sitten 1990-luvun. Sopimus Yanggu Xianguang Copperin kanssa tehtiin vuonna 2005 vain alle vuoden neuvottelujen jälkeen ja laitos käynnistyi vuonna 2007 täyttäen kaikki vaaditut tuotanto- ja lupa-arvot. Yanggu Xianguang Copper sai Kiinan Korkeimman ympäristöpalkinnon, "National Most Environmentally Friendly Project" vuonna 2008.

Tällä hetkellä kaikkien metallintuottajien ja teknologiatoimittajien katseet

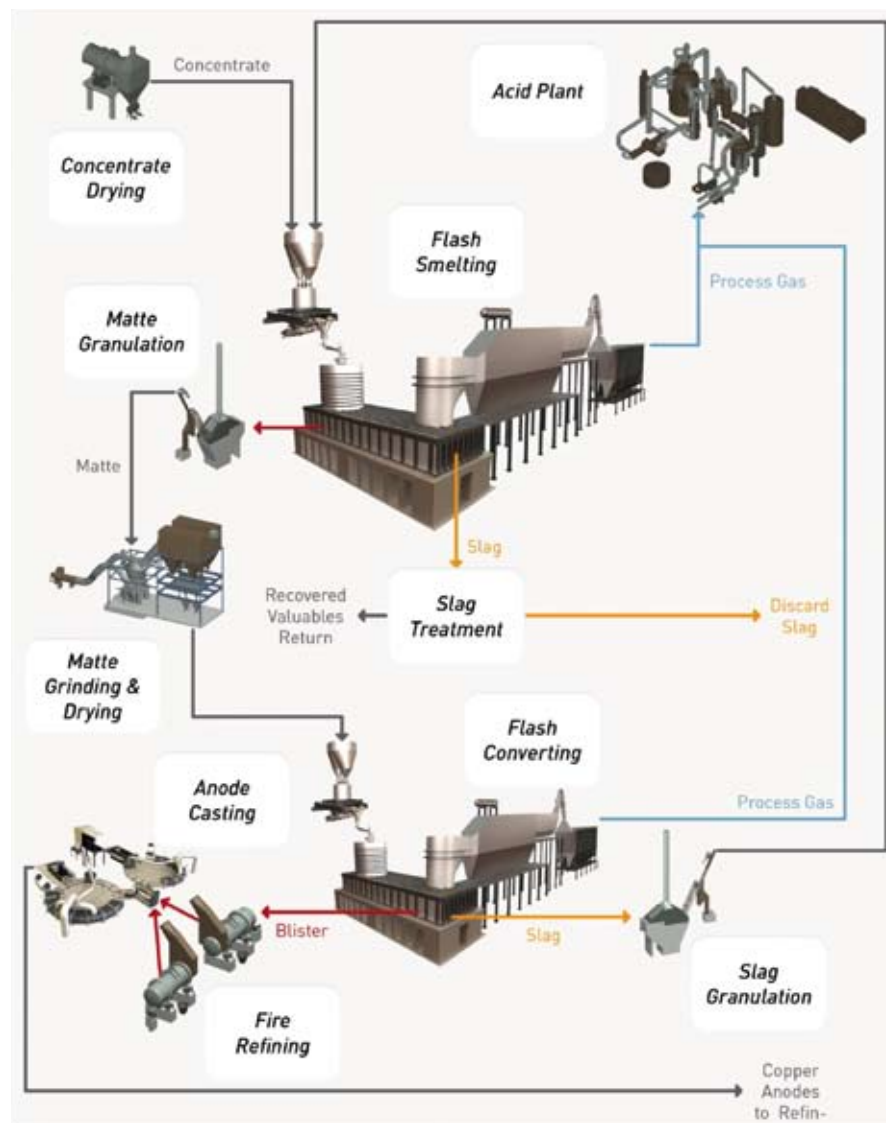
ovat Kiinassa. Yanggun lisäksi on Kiinaan toimitettu viime vuosina Jinglongin sulaton laajennus, Guixin sulatolle rakennettiin toinen liekkisulatuslinja. Seuraava Kiinaan rakennettava liekkisulatus- ja liekkikonvertointilinja on jo työn alla. Toki muuallakin tapahtuu, kuten Sambiassa, missä käynnistettiin äskettäin kolmas suoraan raakakuparia tuottava liekkisulatusprosessi, mutta erityisesti Outotecin liekkisulatus ja konvertointiprosessit ovat mukana Kiinassa tässä teollisen historian suurimmassa laajentumisessa.

Voidaan sanoa, että liekkisulatusprosessin kehittäminen on suuri suomalainen globaali ekoteko. Kansainvälisen kasvihuonekaasujen raportointiprojektin (Carbon Disclosure Project) yhteydessä vuonna 2009 laskettiin, että liekkisulatuskäytävissä laitoksissa päästetään ilmaan yli 2.3 miljoonaa

tonnia vähemmän hiilidioksidia kuin jos niiden tuottama kupari olisi valmistettu muilla teknologioilla.

Liekkisulatuksella on otettu talteen yli 100 miljoonaa tonnia rikkihappoa verrattuna siihen, että ko. kuparimäärä olisi tuotettu keskimäärin muilla käytössä olleilla teknologioilla. Tämä kuparimäärä vastaa hieman alle 20 % kaikesta maailmassa tuotetusta kuparista sitten vuoden 1800 (jonka jälkeen on tuotettu noin 98 % tuotetusta kuparista).

Outotecin liekkisulatusinsinööreille riittää haastavia tehtäviä eksoottisissa paikoissa vastedeskin: nyt ihmisiässä laskettuna keski-ässä oleva liekkisulatus- ja jälkeläinen liekkikonvertointiprosessi täyttävät kestävän kehityksen kriteerit nyt ja myös tulevaisuudessa. ▀



VIITTEET

1. Tuomo Särkikoski, A Flash of Knowledge – How an Outokumpu Innovation became a Culture. (Espoo, Finland, Outokumpu Oyj, 1999).
2. E. Bryk, "Autogenes Schmelzen sulfidischer Kupfererze", Radex Rundschau, Heft 1, 1952, 7-19.
3. E. Bryk, "Autogenes Schmelzen von sulfidischen Kupfererzen und herstellung von Eisen aus Eisensilikatschlacken von Kupferschmelzöfen", Erzmetal, Band IV, 1951, 447-450.
4. E. Bryk, J. Ryselin, J. Honkasalo, R. Malmström, "Flash Smelting Copper Concentrates", Journal of Metals, June 1958, 395-400.
5. Osamu Fujii, "The History of First Application and Followed Progress on Flash Smelting in Japan", Proceedings of the Ninth International Flash Smelting Congress, Australia, ed. E. Nieminen (Outokumpu Technology, Espoo, Finland, 1999).
6. Eero Löytymäki, "OES historiikki 1966 – 1991", julkaisematon kirjoitus vuodelta 1991. ▀

Kuva 3. Outotec® Liekkisulatus - Liekkikonvertointiprosessi



Joustava varaosa- ja huoltopalvelu pitää pyörät pyörimässä



Luotettava laatu – paras tuottavuus

Sandvikilta saat laitteet, porakaluston ja palvelut kaivostyön kaikkiin vaiheisiin. Johtavana louhinnan ja porauksen ammattilaisina tunnemme alan haasteet ja ratkaisemme ne yhdessä kanssasi. Asiantuntevat ammattilaisemme pitävät laitteesi toimintakunnossa ja kattava huoltoverkosto varmistaa toiminnan vaativissakin oloissa vuodesta toiseen. Nyt olemme avanneet huoltopisteet myös Kemiin ja Kittilään.

Kaivos- ja kaivos- koneteollisuutemme noususta 1900-luvun puolivälistä lähtien



Kiira LF

DI Antti Palomäki –
eläkkeelle 1994 Partek-yhtymän
riskienhallintajohtajana, Suomen
teollisuutta 42 vuotta palvelleena.

Kun oli kyse teollisesta noususta, olivat avaintekijöitä silloisten markkinoiden luoma tarve ja kysyntä. Tekniset tuoteideat ja niiden toteuttaminen, raaka-aineiden saavuus, toiminnan rahoitus ja osaavat ammattilaiset olivat oikeaan aikaan olemassa. Ovathan kaivos- ja kaivoskoneteollisuus tiiviissä riippuvuussuhteessa keskenään, ja edellä mainittujen edellytysten kautta oli otollinen kehitysvaihe edessämme.

Lähtökohtia nousua edeltämässä

Jo toisen maailmansodan valmisteluvuosina Saksassa kuparin kysyntä esimerkiksi nousi huomattavasti kasvattaen Outokumpu Oy:n markkinointivolyymia. Viidessä vuodessa ennen jatkosotaa Outokummun kaivoksen malminnosto oli lisääntynyt yli 42 % n. 500 000 tonniin/v. Tämän mahdollisti Mökkivaaran kuilun valmistuminen ennen talvisotaa. (1)

Sotastrategisten metallien tarve lisäsi ja avasi uutta valmistuskapasiteettia. Edelleen Suomen jatkosodanajan sotamateriaalikulutus ja puuttuvien tuontitavaroiden korvaaminen pakotti kehittämään kotimaassa teollista toimintaa erityisesti konepajateollisuudessa.

Uutuuksia jo 1940-luvun alkuvuosina olivat esimerkiksi molybdeenihohdemalmin tuotanto Pielisjärven Mätäsvaarassa, jossa Oy Vuoksenniska Ab louhi 200 000 tonnin vuosikapasiteetilla. (2) Konepaja-artikkelina on mainittava yhdysvaltalaisen Ingersoll-Randin kalliorakoneiden varaosat Tampellan

Konepajan aseosaston tuotteina mm. Outokummun kaivoksen tarpeisiin.

Kaivosteollisuuden nousun aikaa

Nyky aikaistuminen Suomessa merkitsi omavaraistalouden aikakauden loppua. 1950-luvun alusta lähtien taloudellista kasvua pidettiin yhteiskunnallisenkin kehityksen päätavoitteena.

Edellä kuvattu aktiivisuus myös edeltäneillä vuosilla ja sodan jälkitilan korjaaminen sekä Korean sodan luoma suhdanne toivat vientituotantomme kasvua ja aikaansaivat alkaneella kymmenluvulla kaivos- ja kaivoskoneteollisuuden nousulle edellytykset. Suomen sotakorvaus Neuvostoliitolle raskaana haasteena loi metalli- ja konepajateollisuudellemme vahvan kasvualustan kahdeksan vuoden aikana syksyyn 1952 mennessä.

”Lisääntyvä kansainvälinen kauppa sekä mahdollisti että vaati taloudellista rakennemuutosta. Tähän on luettava myös elintason nousu. Tavoite oli luoda nykyaikainen hyvinvointivaltio. Työn ja tuotannon rationalisointi oli tavoitteen pyrittäessä tärkeä keino”. (3)

Kaivostoiminnan nousun jatkuminen maan taloudellisten korkeasuhdannevuosien mukana toteutui aina 1970-luvulle saakka.

Asiantuntijoiden ja ammattimiesten koulutus

Vuodesta 1937 alkaen on Teknillisessä korkeakoulussa ollut käynnissä vuoritekninen koulutus. Jatkosodan aikana oli vuoriteknikan opetusta saatu osin Tukholman teknillisessä korkeakoulussa ja sittemmin Teknillisen korkeakoulun kemian osaston vuoriteknikan opintosuunnalla. Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosasto oli perustettu elokuussa 1947. Vuori-insinööriksi opiskelleiden runsaalla määrällä oli

alan kehitykselle tulevaisuudessa tärkeä merkitys. Helsingin Yliopistossa ja Åbo Akademiassa aktivoitui geologikoulutus samaan aikaan. Myöhemmin 50-luvulla henkilöresurssitarpeet johtivat Lappeenrannan teknillisen koulun vuoritekniikkokoulutuksen käynnistämiseen. Alan osaamista oli teollisuuden kehittymistä varten olemassa.

Kaivosteollisuuden liikeideaa

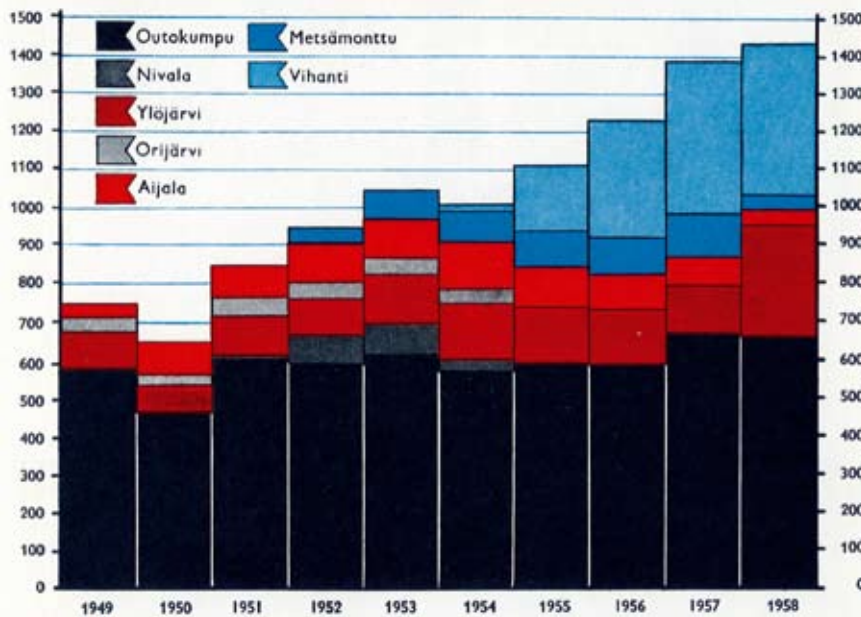
Suomalaisen kaivosteollisuuden nousua esimerkiksi 1950-luvun aikana osoitti kivennoston kaksinkertaistuminen 6 milj. tonniksi/vuosi. Vuonna 1976 oli kivennosto jo yli 17 milj. tonnia. Tähän oli vaikuttamassa monia syitä. Näitä harkittaessa on todettava merkittäviksi välittömästi vaikuttaviksi tekijöiksi markkinoiden nousevan kysynnän lisäksi vuoriteollisuusyritysten laajentumistavoitteet ja volyymin kasvattamispyrkimykset. Varsinkin, kun geologiset viitteet ja teknisen osaamisen henkilöresurssit olivat olemassa. Siitä lähti malmien ja teollisuusmineraalien etsintään panostaminen. Uskottiin potentiaalisten uusien löydösten ja tuotannossa olevien kaivosten malmivarojen riittävyyden takaavan kasvavan kehityksen. Outokumpu Oy suurimpana sulfidimalmien tuottajana mm. valitsi kunnianhimoisen kasvustrategian tulevalle.

Siihen vaikuttivat myös oleellisesti metallurgian vahvat kehitysnäkymät. Kuparin energiataloudellisen liekkisulatusmenetelmän osoittauduttua ylivoimaiseksi valmistustekniikaksi v. 1949, saatiin uusi luottamus huomiseen.

Samaan aikaan jatkui sotakorvaustoimitusten ohella jälleenrakentaminen koko Euroopassa. Suomen rakennustoiminnan volyymin kasvua kuvaa sementin tuotannon nousu. Vuonna 1945 oli Paraisten yhtiön sementin valmistusmäärä 154 115 tonnia, mutta jo 1960 tuotettiin sementtiä 837 590 t. Tämä tarkoitti

Outokumpu Oy:n malminnosto kaivoksittain vv. 1949–58

(tuhansia tonneja)



Kuva 1. Outokumpu Oy:n malminnosto. (Vilho Annala: Outokummun historia 1910–1959)

kalkkikiven nostomäärien kasvua n. 5,7 kertaiseksi sementintuotantoa varten 1 083 567:ksi tonniksi/v kalkkikiven kokonaislouhinnan noustua 1 648 734 tonniin/v. (4)

Samalla voi mainita, että rakennustekniset louhinnat myös lisääntyivät voimakkaasti, kuten tuonnempana tulee esiin suurten vesivoimalaitosten rakentamista kuvattaessa. Uusien kaivokoneiden kehitys kilpaa edellä kehittyneen kaivostekniikan edistysaskeleiden kanssa vahvisti kaivosten taloutta tuotantotohjojen paranemisella.

Malminetsintään herääminen

Monet vuoriteollisuuden asiantuntijat toivat juuri v. 1950 valtiovallan tietoisuuteen, että kaivosteollisuus pystyy aikaansaamaan pysyviä uusia työtilaisuuksia kasvavalle väestöllemme. Se luo pohjan uusille teollisuuden haaroille ja sen tuotantoarvo työntekijää kohti on suurempi kuin useimmissa muissa teollisuuksissa. Kehittyvä kaivostoiminta kohottaa siten elintasoamme. Sen edistämiseksi kannattaa uhrata varoja. (5)

Kesällä 1950 järjestettiin Pohjois-Suomessa hyötykivinäytteiden eli ns. kannanäytteiden keräys- ja lähettämiskilpailu Lapin ja toisaalta Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan asukkaille palkintokisana. Näytteet piti toimittaa Geologisen tutkimuslaitoksen Oulun tukikohtaan. Palkintoina jaettiin erikseen Lapin ja erikseen Pohjanmaan parhaiden näytteiden lähettäjälle kummallekin 50 000 mk.

Lapin Insinööri- ja arkkitehtiyhdistys lahjoitti Lapin ja Pohjoismaiden Yhdyspankki Pohjanmaan palkintosumman. Lisäksi on huomattava Outokumpu Oy:n Säätiön 1 miljoonan markan lahjoitus Pohjois-Suomen Tutkimussäätiölle keväällä 1950 malminetsintään tehostamiseksi. (6)

Etsivä löytää

Malminetsintään merkitys korostui edelleen, kun kauppa- ja teollisuusministeriö lähetti kirjelmän Outokumpuyhtiölle seuraavana kesänä. Kirjelmässä todettiin, että on kiinnitettävä vakavaa huomiota uusien kuparimalmien etsimiseen. Outokumpu Oy:n malminetsintäsasto käynnisti toimensa 1. elokuuta 1951. (7) Jo toimivien Geologisen tutkimuslaitoksen ja Suomen Malmi Oy:n lisäksi oli perustettu tai perustettiin Lohja Oy Ab:n, Malmikaivos Oy:n, Otanmäki Oy:n ja Oy Vuoksenniska Ab:n etsintäyksiköt sekä Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiön Oy Malminetsijä Ab.

Geologisen kartoituksen, geofysiikalisten ja geokemiallisten tutkimusten ja kannanäytetoiminnan ansiosta eritasoisia kohteita löytyi. Tässä ansaitsee maininnan teknillisen korkeakoulun opiskelijoiden talkootyö kevätkuukausina 1950. Tällöin vuoritekkarit kokosivat toimivien kaivosten VTT:llä murskaamistaan malmikivistä kuuden näytteen laatikoita. Ne toimitettiin Suomen kouluihin ja oppilaitoksiin opastustarkoituksiin. Ne sisälsivät yhteensä

n. 50 000 näytekiveä. Talkootunteja kerätyi kaikkiaan 1100. Lahjoituksen tähän hankkeeseen antoi taas Outokumpuyhtiö. Summa oli 250 000 mk.

Edellä mainitut malminetsintäyksiköt vastaanottivat runsaasti näytteitä. Esimerkiksi Geologinen tutkimuslaitos sai v. 1959 yli 7 500, joiden joukkoon seuraavana keväänä tulivat mm. Kemin kromiittimalminäytteet. Tärkeiden näytteiden löytöpaikoilla jatkettiin lohkaretsintöjä ja niitä usein seurasivat geologiset, geofysiikalliset ja geokemialliset tutkimukset. Niistä ja koekuopista saatiin lisätietoja tarpeellisten rikastusnäytelouhintojen ja ns. etsintäkairausten suorittamiseen.

Rikastustutkimusten myönteisten tulosten perusteella aloitettiin inventointikairaukset. Ja uusia kaivoksia avattiin näiden tehostettujen etsintäponnistelujen tuloksina juuri 1950-luvulla: Nivalan Makola 1951 (uudelleen avaus), Metsämönttu 1952, Paltamon Jormua 1952, Otanmäki 1953, Vihanti 1954, Sipoo 1954, Kärväsvaara 1958, Kotalahti 1959 ja Korsnäs 1959. Ajankohtaisia ehkä lupaavia kohteita olivat Pyhäsalmi, Jussarö, Luikonlahti ja Enon Paukkajanvaara. Näissä kaikissa viimeainituissa neljässä löydöskohteessa aloitettiin kaivostoiminta vuosikymmenen vaihteen tienoilta tai jälkeen. Näistä Pyhäsalmi on tätä kirjoitettaessa yhä toiminnassa. Kauppa- ja teollisuusministeriön kaivostoimiston vuositilastojen mukaan toiminnassa oli 21 kaivosta v. 1950 ja 32 kaivosta v. 1959. Näissä luvuissa ei ole mukana kivilouhimoita eikä kullanhuuhtomoita. Niissä oli joitakin valmistavia töitä kuten kullunajoa tai rikastustutkimusten louheriä jne. tehneitä. Varsinaisen tuotannonollisen toiminnan aloittaneita kaivoksia oli ko. vuosikymmenellä yhdeksän ja tämän jälkeen esimerkiksi v. 1976 oli vuodesta 1950 lukien yhteensä yli 20 uutta kaivosta avattu.

Edellä mainittujen Kemin kromiittimalminäytteiden historia on mielenkiintoinen. Kun ne löydettiin, ne vaikuttivat rautamalmikiviltä ja jopa köyhänlaisilta. Niiden löytäjä lähetti ne Oy Vuoksenniska Ab:lle syksyllä 1959. Kun kevääseen mennessä Vuoksenniskan geologit eivät Jussarön tutkimusten vuoksi ehtineet paneutua ko. näytteisiin, löytäjä lähetti uudet Geologiselle tutkimuslaitokselle. Kromiittipitoisuus herätti geologit, ja niin alkoivat pitkäaikaiset tutkimukset Keminmaan kunnassa Elijärven laajan kromimalmiesiintymän hyödyntämiseksi.

Geologisten, louhinnan, rikastuksen ja varsinkin perusteellisten metallurgisten sekä taloudellisten selvitystöiden ja suunnittelutöiden sekä monien mut-

kallisten ja välillä pysähtyneiden vaiheiden jälkeen päästiin rakentamaan riekastus- ja jatkojalostuslaitoksia. V. 1967 saatettiin käynnistää avolouhinta koe-riekastamoa varten. Seuraavana vuonna louhittiin 100 000 tonnia kromimalmia. (8) Seuraava vuosikymmenen aikana täällä kivennosto ylitti jopa 2,1 milj.t/v. Tulevan jaloterästuotannon lähtöraaka-aineen saatavuus ensin ferrokromin ja sitten edelleen ruostumattoman jaloteräksen valmistukseen oli varmistunut. Tässä yhteydessä on muistettava Nivalan Makolan ja Kotalahden nikkelimalmien arvo.

Tekniikan monipuolistuminen kaivoskoneteollisuudessamme

Suomalaisten konepajojen tuotanto-ohjelmissa kaivoskoneet olivat vielä 1940-luvulla harvinaisuuksia. Lokomo O.Y. kertoo Vuoriteollisuuslehden vuoden 1949 ensimmäisen numeron ilmoituksessaan seuranneensa tämän alan kehittymistä jo kolmatta kymmentä vuotta, joten työmaakokemusta on riittävästi. Edelleen kerrotaan, että rakenteita on jatkuvasti kehitetty. Käyttäjäkunnan tuolloin muodosti tienrakennus- ja maanrakennusyhtiöt ensi sijassa. Samaan aikaan valmisti A. Ahlström Osakeyhtiö mm. kuilunajonostokoneita Morgårdshammars Mekaniska Verkstads AB:n lisenssillä. Murskainten valmistus oli tuotanto-ohjelmassa. Viisi vuotta myöhemmin Tampellan Konepaja varsinaisesti oli aloittanut kallioporakoneiden valmistajana. Kone Osakeyhtiö panosti korkeiden nostotornien henkilö- ja tavarahissien valmistukseen.

Ruona Oy teki kaivosteollisuuden erilaisia koneita.

Merkittävä tekijä kaivoskoneteollisuuden tuotantovolyymin kasvussa oli kaivosteollisuuden edelleen kehitymisellä. Asiassa oleellisesti vaikutti Suomen kaivoskoneita tekevän konepaja- ja metalliteollisuuden korkeatasoinen teknillinen valmius. Kaivoskoneteollisuutemme sai maailman kaivosteollisuuden ja rakennusalan noususta 1950-luvulla panostusaiheita myös uutta tulevaa varten.

Samaan aikaan rakennusalalla suuret louhintatyöt lisääntyivät kalliotilojen ja tunneleiden edullisuuden korostuessa. Alan suomalaisista kaivoskoneiden ja kaivos- ja louhintatyössä tarvittavien tuotteiden valmistajista 1950-luvulta lähtien mainittakoon mm.: Edellä todetuista jatkoivat tuotevalikoimaa lisäten: A. Ahlström Oy: Blake-leukamurskaimet ja Symons-kartiomurskaimet sekä murskeen syöttimet, Kone Oy: kaivosveturit, Lokomo Oy: kaivinkoneet ja malmiraapat, Tampellan Konepaja: porakoneiden syöttölaiteuutuudet mukaan lukien nousunajosyöttölaite. Muita valmistajia oli: Oy Kovametalli Ab: kovametalliporat, L. A. Levanto Oy: timanttiterät, Valmet Oy: kaivosveturit, kaivosvaunut, kuljettimet ja puhaltimet sekä Wärtsilä Yhtymä Oy: kaatolaitteet ja kaivosvaunut. Vientimahdollisuudet olivat vahvistumassa.

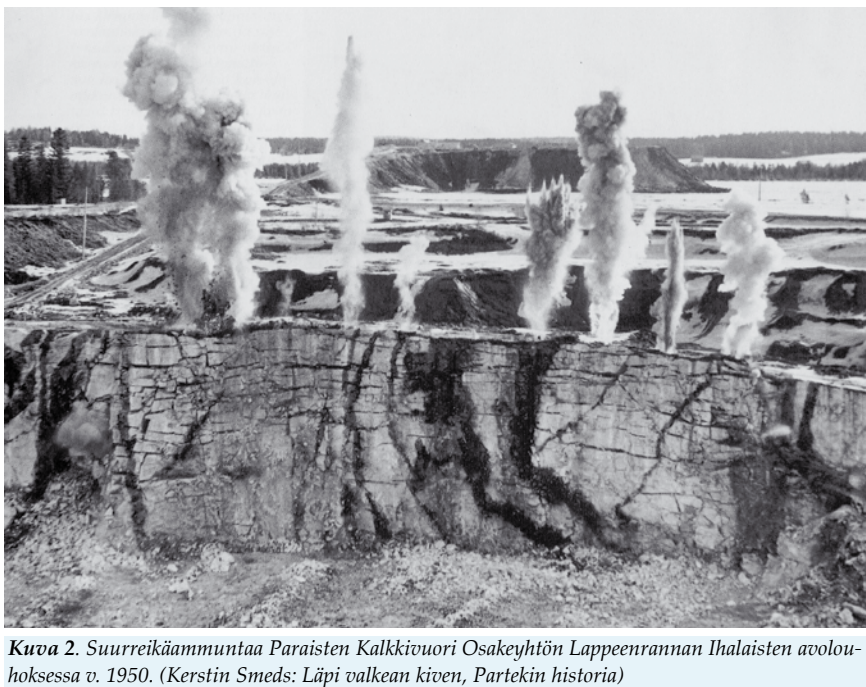
Yhteistyötä kaivosteollisuuden kanssa

Kaivoskoneiden uutuuskehitystä tuki käyttäjäyhtiöiden kiinnostus saada koeajettaviksi koviin työolosuhteisiin pro-

totyyppikoneita ja -tuotteita. Käyttäjä-asiakkaiden kokemukset luonnollisesti olivat arvokkaita esimerkiksi kallioporakoneita valmistavalle Tampellalle. Tämä prototyyppi- ja uutuuskoneiden testikäyttö tuki tuotekehitystä. Se alkoi jo 1950-luvulla Oy Vuoksenniska Ab:n Haverin kaivoksessa T10-sarjan kallioporakoneilla jatkuen myös Outokummun kaivoksessa tulevina vuosina uusilla tuotteilla. Edelleen asiakaslähtöisyys konepajojen toiminnassa toi markkinoinnin yhteydessä tuotekehityksinsinööreille uusia haasteita.

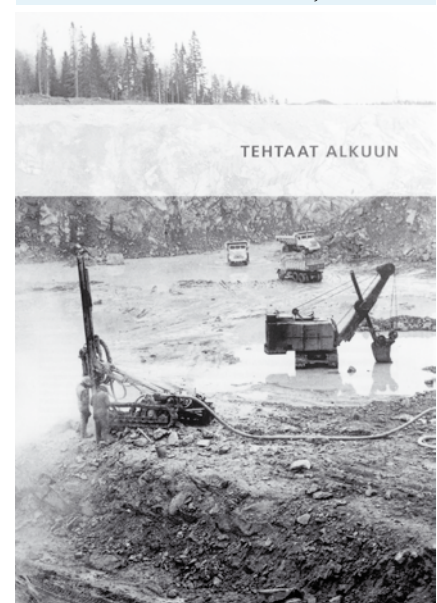
Suomen kansanvälisesti arvostetun kaivosteknisen osaamisen ansiosta kaivoskoneteollisuuden vientimahdollisuudet paranivat. Ulkomaisten kaivosasiantuntijoiden vierailut Outokummun kaivoksessa edistivät esimerkiksi Tampellan porakoneiden tunnetuksi tekemisessä ja johtivat tilauksiinkin uusille asiakkaille. Näin Tampellan porakoneita voitiin mm. toimittaa Sloveniaan ja Serbiaan Bor-yhtiön kaivoksille Jugoslaviassa.

Vuoden 1953 jälkeen suomalaisen kallioporakoneen ensimmäinen menestysarja oli edellä mainittu T10 polvi- ja yleissyöttölaiteineen. Kysynnän kasvun kymmenvuotiskausi oli johtanut myös vientimenestykseen, ja 1960-luvun alkuun mennessä Tampellan uutuuskehitys toi tehokkaat S- ja K-sarjojen kallioporakoneet, ja v. 1963 ketjusyöttölaiteen pitkäreikäporaukseen. Hydraulikan sovellukset kallioporakoneosasto aloitti v. 1963, ja 1965 haettiin patenttia suurtenkin tunnelien poraustöihin ns. Rotapuomi 625:lle ja sen yhdensuuntaisautomaatikalle. Tämä mahdollisti



Kuva 2. Suurreikäammuntaa Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiön Lappeenrannan Ihalaisten avolouhoksessa v. 1950. (Kerstin Smeds: Läpi valkean kiven, Partekin historia)

Kuva 3. Outokumpu Oy:n Kemian kromiitti-kaivoksen avolouhustyömaata 1960-luvulla. (Tuomo Särkikoski: Outo malmi – Jalo teräs)





Kuva 4.
Kaksi
Tampellan
hydraulista
HP2900-puo-
mia pitkäreikä-
porauksessa
telaketjualus-
talla v. 1965
Outokummun
kaivoksella.

tehokkaan porauksen ilman raskaita telinevaunuja. Näin oli luotu edellytyksiä tulevalle kansainvälistyvälle menestykselle. (9) ja (10)

Markkinoita lisää kaivoskoneille

Jo vuonna 1948 oli perustettu vienti-
osuuskunta Metex suomalaisen metal-
liteollisuuden vientikaupan edistämi-
seksi.

Metexin toiminta sellaisissa maissa
kuin Turkki, Jugoslavia, Kreikka ja jot-
kin Etelä-Amerikan valtiot, joissa Suo-
men konepajoilla ei ollut tuontiedustus-
ta, sai aikaan tuloksia.

Rakennusalan louhintojen tuoma lisäkysyntä

Kallionlouhinnat rakennusallalla kasvoi-
vat jälleenrakennushankkeiden jatkues-
sa 1950-luvulla. Olihan 1/3 vesivoimas-
ta menetetty jatkosodan rauhanteossa.
Pohjois-Suomen koskien valjastaminen
Oulujoella ja Kemijoella, tunnelivoi-
malaitos Kemijärven Jumiskolla sekä
Paatsjoella jatkosodan jälkilaskuna ra-
kennetut Niskakosken säännöstelypato,
Jäniskosken, Rajakosken ja Kaitakosken
vesivoimalaitokset olivat huomattavia
louhintakohteita. Niistä viimeisin Kai-
takoski valmistui vasta 1959. Eniten lou-
hintaa oli Oulujoen Utasen voimalaitok-
sen alakanavassa. Se on 11,5 km pitkä ja
kolmisenkymmentä metriä leveä. Kiveä
irrotettiin Utasella yhteensä yli 5 mil-
joonaa tonnia neljän vuoden rakennus-
työssä. Jumiskon louhinnat olivat 1/10
Utasen massoista, tosin tunnelitiloista
yli 500 000 t/2v. Laitos valmistui v. 1954
kaksi vuotta ennen Utasta.

Edellä mainittujen voimalaitosten
korkea tekninen laatutaso oli voimayhtiöille hyvä referenssi. Se johti v. 1962
Kuollan niemimaalla Tuulomajoen nis-

kalla Neuvostoliiton tilaamaan Ylä-Tu-
loman tunnelivoimalan rakennustyön
Imatran Voima Oy:ltä. Ko. rakennustyö-
hön kuului tunnelinajoa ja maanalaista
pengerlouhintaa lyhyessä ajassa yli mil-
joona kuutiometriä. Tampellan S-sarjan
porakoneet muodostivat tunnelinajoka-
luston poraustelinevaunuineen. Suurin
tunnelipoikkileikkaus oli 96 m². Tun-
nelitiloista louhittiin yhteensä graniitti-
gneissisiä noin 450 000 t vajaassa kahdes-
sa vuodessa. Kokonaislouhintamäärä
oli n. 2,5 milj. tonnia kahden vuoden
kolmen kuukauden aikana. (11)

Kaivosteollisuuden tarvitsema tuotevalikoima laajenee

Syöttölaitteiden ja kuljettimien lisään-
tynyt tarve oli antamassa työllisyyttä
suomalaisille konepajoille. Uusia yrit-
täjiä kaivoskonealalle oli tulossa lisää:
Ara inc/Tamrock Loaders, Murskaus-
kone Oy, Lappeenrannan Konepaja =
myöhemmin Roxon ja sittemmin La-
rox, Normet, Rammer ja Robit tulevi-
na vuosikymmeninä. Valmistus-, mm.
koneistuskapasiteetin tarve nostatti
alihankintakonepajojen käyttöä. Mainit-
takoon Outokumpu Oy:n käyttämistä:
Saastamoisen konepaja Kuopiossa, Fis-
karsin Salon Sähkö- ja Konetehdas ja
Enso-Gutzeitin Lypsniemen konepaja
Savonlinnassa sekä em. Lappeenran-
nan Konepaja. Tampellan kalliopora-
koneosasto oli yhteistyössä esimerkik-
si Pättiniemi & Koiviston konepajan
kanssa Tampereella. Tässä yhteydessä
ansaitsee maininnan, että Outokumpu
Oy oli aikanaan aloittanut omaan käyt-
töön timanttiterien valmistuksen. Siinä
isohkojen teollisuustimanttien istutus
teräihioon tapahtui käsityönä. Vuonna
1958 malminetsintäosastossa käynnistyi
kanadalaisen esikuvan mukaan pulve-
rimetallurginen ns. pintatimanttiterien

valmistus. Perusteita tälle investoinnille
ilmenee tämän kirjoittajan artikkelista
vuodelta 1959. (12)

Loppupäätelmä

Suomalaisen kaivosalan historia on ol-
lut nousujohteinen toisen maailmanso-
dan jälkeen. Aina vuoteen 1974 saakka
jatkuneen taloudellisen kasvumme
mukana on koettu sekä laadullista että
määrällistä nousua. Se on työllisyyden
kautta kohottanut elintasoja ja luonut
yhteiskuntaamme hyvinvointia, kuten
Vuorimiesyhdistys r.y. malminetsinnän
tavoitteissa toi esiin. (5) Ja kehitys on
osin tasaantuneena jatkunut, kun riittä-
vä taloudellinen tulos on ollut taattu.

Käsiteltyyn nousukehitykseen yli 1950
vuotta sitten ovat vaikuttaneet ajallaan
suuret ja pienehkötkin hankkeet, tapah-
tummat ja ratkaisut. Näin vertailu uusiin
nykytekniikan tuomiin mahdollisuuksiin
kertoo huimaavasta edistymisestä,
varsinkin kun aikajänne on näinkin
pitkä. Kasvava tulevaisuuden kaivosala
hyötyy menneistä ponnisteluista, joita
silloisten niukkojenkin resurssien va-
rassa on tehty. Ulkomaiset rahoittajat
ja omistajat ovat havainneet tämänkin
vuoriteollisuuden potentiaalin ja useita
uusia alan yrityksiä on tullut maaham-
me. ▀

*Aiheen artikkeliin antoi Arto Hakola
ansiokkaan Kaivostyön historia -kirjan
valmisteluvaiheessa.*

LÄHDEVIITTEITÄ

1. Vilho Annala: Outokummun historia 1910–1959, sivu 289
2. Waldemar Zeidler: Om gruvdriften i Mätsvaara åren 1940–1947, Vuoriteollisuus/Bergshanteringen N:o 1/1949, sivut 20–33.
3. Kerstin Smeds: Läpi valkean kiven, Partekin historia, sivu 133.
4. kuten viite edellä, sivut 341 ja 342.
5. Vuorimiesyhdistys r.y.:n lausunto Vuoriteollisuus-Bergshanteringen N:o 2/1950, sivu 16.
6. R. T. Hukki: Malminetsinnöistä Pohjois-Suomessa kesällä 1950, kuten viite edellä, sivut 17 ja 18.
7. kuten viite 1., sivu 386.
8. Tuomo Särkikoski: Outo malmi – Jalo teräs, Outokummun tie ruostumattomaan teräkseen 2005, sivu 53.
9. The Finminers Group: Advanced Mining Technology From Finland. Publisher: The Finnish Foreign Trade Association, 1990.
10. Heikki Harri: Tamrock through the rock, 2008.
11. Elja Kuorikoski ja Seppo Vehviläinen: Louhinta Ylä-Tuloman voimalaitostyö-
maalla, Rakennustekniikka 1965/1, sivut 24–28.
12. Antti Palomäki: Syväkairaustekniikan kehittämismahdollisuuksista, Vuoriteollisuus-Bergshanteringen N:o 1/1959, sivut 36–39.

Erityisiä osia erityiseen poravaunuun



SmartRig ROC D65 on avolouhinnan sielu - nerokas ja tehty kestämään. Siinä yhdistyvät ROC L8 -upporavaunun hyväksi testatut ominaisuudet sekä SmartRig-tuoteperheen edistynyt automatiikka ja vaununohjausjärjestelmä. SmartRig ROC D65 -upporavaunun avulla tuottavuus nousee aivan uudelle tasolle. SmartRig ROC D65 on avolouhinnan tulevaisuutta.

Kestävää tuottavuutta

Atlas Copco

Happipolttotekniikka avainasemassa energia- ja tuotanto- tehokkuuden parantamisessa

Tommi Niemi, Esa Mäki, Liisa Vikström, Oy AGA Ab, Joachim von Schéele, The Linde Group

Happipolttosovellukset tuovat sulatus- ja kuumennusprosesseihin airtu-laatuja hyötyjä. Kiitos parantuneen kuumennuksen hyötysuhteen – noin 80 % verrattuna ilmapolttimien 40-60% – kuumennusnopeutta ja tuotantoa voidaan nostaa. Toivottu lämpötila saavutetaan pienemmällä polttoaineen ominaiskulutuksella ja samaan aikaan voidaan vähentää CO₂ ja NO_x päästöjä. 'Liekitön happipolttu' on tekniikan uusin kehitysaskel. Se ei pelkästään paranna hapen käytöstä saatuja hyötyjä, vaan myös mahdollistaa hapen käytön uusissa kohteissa.

Happipolttu (oxyfuel) pienentää olennaisesti teräksen tuotantoon kuluvaan energiamäärää. Vaikutukset ovat merkittävät koko tuotantoketjun hiilijalanjalan, kuten myös palamisreaktioiden kautta muodostuvien tyyppiyhdistepäästöjen vähenemiseen.

Teollista happea on käytetty tuotannon mahdollistamiseen ja tehostamiseen teräksentuotannon eri vaiheissa jo yli 50 vuoden ajan. Alun perin happea ryhdyttiin käyttämään konverttereissa ja myöhemmin mm. eri sulatusmenetelmissä (kuten valokaariuuneissa). Masuunin puhallusilman happirikastus on vakiintunut menetelmä. Happea käytetään ilman sijasta myös senkkojen, konvertterien ja välialtaiden kuivauksessa ja kuumennuksessa.

Valssaamot ja takomot aloittivat hapen käytön kuumennusuuneissaan vasta 1980-luvun puolivälissä, jolloin AGA toimitti näihin ensimmäiset happirikastuksella varustetut poltintjärjestelmät. Polttoilman happipitoisuutta nostettiin

23-24%:iin ja tulokset olivat rohkaisevia: polttoaineenkulutus pieneni ja tuotantokapasiteetti kasvoi. Vuonna 1990 AGA modernisoi ensimmäistä kertaa kuumennusuunin käyttämään polttimissaan ilman sijaan 100 % happea, ts. täysin polttoaine-happi käyttöiseksi.

Oxyfuel-tekniikka ja sen edut

Palaminen on reaktio, jossa polttoaine reagoi hapen kanssa. Palamisen tapahtumiselle on kolme ehtoa: 1) polttoaine, 2) happi ja 3) syttymiseen vaadittava energia. Palamisprosessin hallitsemiseksi mitataan ja säädetään polttoaineen ja hapen syöttöä sekä uunin painetta. Palamiseen tarvittava happi syötetään joko ilman tai teollisesti valmistetun hapen muodossa. Joissain tapauksissa käytetään happirikastusta, jolloin ilman happipitoisuutta nostetaan yli 21%. Lähes 80% ilman koostumuksesta on typpeä, jota ei lainkaan tarvita palamisreaktiossa.

Kuumennusprosesseissa lämmönsiirtoa tapahtuu kolmella erillisellä mekanismilla: johtumalla, säteilemällä tai konvektiolla. Säteilyn osuus on merkittävin korkeissa lämpötiloissa (≥ 800 °C). Yksi- ja kaksiatomiset kaasut (CO, H₂, N₂ ja Ar) eivät epäsymmetrisyydes-

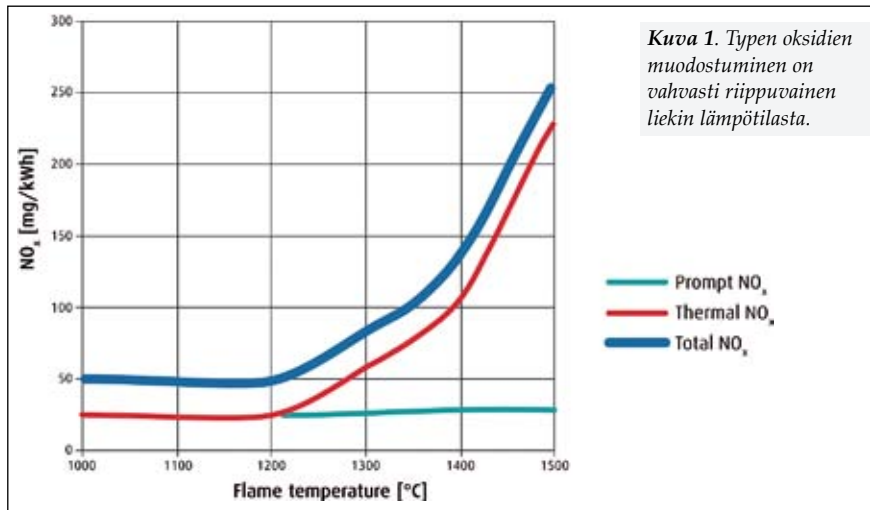
tään johtuen säteile tai absorboi säteilyä käytännöllisesti katsoen lainkaan. Kolmiatomiset, erityisesti CO₂ ja H₂O, ovat sen sijaan voimakkaasti säteileviä ja absorboivia [1].

Käytettäessä ilmapolttimia valtaosa savukaasusta koostuu tyypestä, joka edellä todettiin huonoksi lämmönsiirtäjäksi. Lisäksi typen kuumentamiseen käytetystä energiasta suuri osa menee kuumien savukaasujen mukana hukkaan.

Happipoltossa savukaasumäärä sekä sen mukana poistuva lämpö supistuvat murto-osaan (**taulukko 1**). Lisäksi happipoltossa muodostuvan savukaasun koostumus on lämmönsiirto-ominaisuuksiltaan paljon edullisempi ja pienemmän savukaasumäärän pidempi viipymäaika prosessissa antaa aikaa lämmön siirtymiselle. Nämä tekijät parantavat oleellisesti kuumennuksen hyötysuhdetta mahdollistaen säästöt polttoaineenkulutuksessa sekä tuotannon lisäämisen. Savukaasujen lämmön talteenottojärjestelmiä ei happipolton yhteydessä tarvita. Hiilidioksidipäästöjen väheneminen on suoraan verrannollinen polttoaineenkulutuksen vähenemiseen ja modernilla liekittömällä happipoltintekniikalla myös typen oksidien päästöt vähenevät.

		Propani	Maakaasu	Masuunikaasu	Konvertterikaasu
Lämpöarvo	kWh/Nm ³	26,0	10,0	0,88	2,4
Palaminen ilmalla:					
Ilma	Nm ³ /Nm ³	24,0	9,5	0,6	1,7
Savukaasu	Nm ³ /Nm ³	26,0	10,3	1,5	2,3
Adiabaattinen liekin lämpötila	°C	1988	1950	1270	2047
Palaminen hapella:					
Happi	Nm ³ /Nm ³	5,0	2,0	0,13	0,35
Savukaasu	Nm ³ /Nm ³	7,0	3,0	1,0	1,0
Adiabaattinen liekin lämpötila	°C	2865	2780	1685	2477

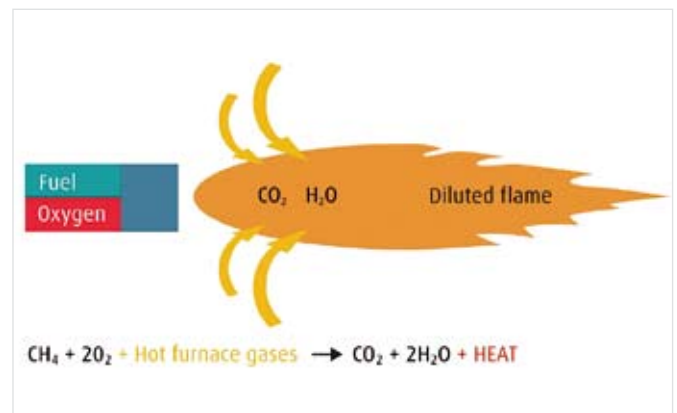
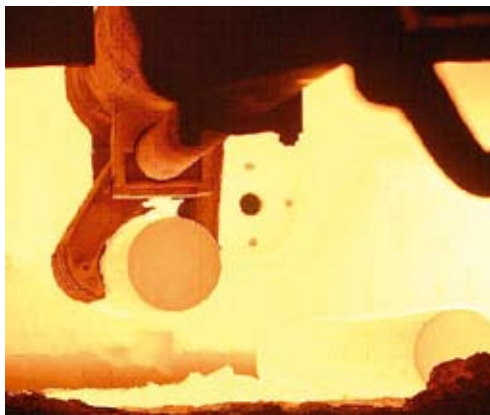
Taulukossa 1 on esitetty eräiden polttoaineiden energiasisällöt ja kaasujen volyymit.



Kuva 1. Typen oksidien muodostuminen on vahvasti riippuvainen liekin lämpötilasta.

uusi poltinsukupolvi, jota kutsutaan nimellä *flameless oxyfuel combustion* (liekitön happipoltto). Liekittömyyden ilmiötä kutsutaan myös tilavuuspalamiseksi. Kuvaus onkin varsin osuva: liekki on lähes näkymätön palamisen tapahtuessa hyvin laajalla alueella (kuva 2). Seurauksena on palamisessa vapautuvan lämpöenergian tasaisempi jakautuminen. Ilmiö on tunnettu jo kauan, mutta sen soveltaminen teolliseen mittakaavaan on ollut vähäistä [2]. Menetelmän avulla saavutetaan tasainen kuumennusvaikutus, sekä rajoitetaan NO_x-päästöjen syntyminen minimiin: vakaan uuniatmosfääriin ja vähäisten ilmapuotojen tapauksessa NO_x-päästöt jäävät jopa alle 25 mg/MJ [3]. Nämä lie-

Kuva 2. Liekittömän happipolton periaatekuva oikealla. Arcelor-Mittal Shelby, USA, kiertoarinnauumin muutos liekittömiin happipolttimiin sai vuonna 2009 arvostetun AIST Energy Achievement palkinnon. Polttoaineenkulutus väheni yli 60 %, NO_x-päästöt 92 % ja hilseen määrä 50 %. Valokuvassa keskellä liekitön happipoltin toiminnassa [5].



NO_x lainsäädäntö

NO_x-päästöjä (NO ja NO₂) koskevan lainsäädännön tiukentuminen toimii lisäylykkeenä uusien poltintekniikoiden kehitystyölle. IPPC-direktiivi ja kuusi muuta pienempää direktiiviä (mm. LCP-, jätteenpolto- ja VOC-direktiivit) yhdistetään ja ne tullaan korvaamaan uudella IED-direktiivillä (Industrial Emission Directive), joka tulee voimaan ilmeisesti syksyllä 2010. Tämän jälkeen sen tulee olla osa kansallista lainsäädäntöä kahden vuoden sisällä. Uudessa direktiivissä veloitetaan viranomaisia määräämään luparajat päästötasojen mukaan. Myös monitorointia, seuranta ja raportointivelvollisuutta tullaan tämentämään.

Maakohtaisia päästökattoja määräävään National Emission Ceiling (NEC) direktiiviin (2001/81/EC) on tulossa myös tiukennuksia typen oksideille (NEC 2020). Tällä hetkellä päästökatto on Suomelle 170 kton/a, mutta se tulee laskemaan näillä näkymin noin 99,7 kton/a tasolle. Tämän seurauksena myös terästeollisuudelle tultaneen asetamaan NO_x-päästörajoja.

CO₂-päästökauppaa vastaavasta Euroopan laajuisesta SO_x- ja NO_x-päästökaupasta on tehty selvityksiä. Vertailuja on tehty sen sisällyttämiseksi IED- ja NEC-direktiiviin tai sovellettavaksi erikseen.

Liekitön palaminen ja NO_x

Perinteisen oxyfuel-tekniikan yhteen ominaispiirteeseen – korkeaan liekin lämpötilaan – liittyy myös haasteita. Tulenkestäviin kohdistuva lämpörasitus on otettava huomioon, samoin ns. termien NO_x muodostus. Vaikka palamiseen tarvittava ilma korvataan hapella, pääsee typpeä aina jonkin verran prosessiin ilmapuotojen seurauksena. Typpi ja kuuma liekki muodostavat yhdessä otolliset olosuhteet typen oksidien muodostumiselle. Termien NO_x muodostus alkaa voimakkaasti kasvaa lämpötiloissa yli 1400 °C (kuva 1).

AGA on viimeisen kymmenen vuoden ajan keskittänyt tutkimus- ja kehityspanostaan matalan NO_x poltintekniikan kehitykseen. Lähtökohtana ovat olleet asiakkaiden tarpeet löytää ratkaisuja NO_x-päästöjen vähentämiseen. Tuloksena tästä työstä on kokonaan

liekitömän happipolton edut ovat erityisen tärkeitä suurille, jatkuvatoimiville kuumennusuuneille, mutta hyödyllisiä myös muissa kohteissa, kuten senkojen kuumennuksessa. Liekittömällä happipoltteknikalla on saavutettu erinomaisia tuloksia myös mm. alumiinin sulatusuuneissa [4].

Energiaköyhien polttoaineiden hyödyntäminen

Energiaköyhien ja usein paikallisten polttoaineiden (< 2 kWh/Nm³) hyödyntäminen on aihe, joka on viime vuosina saanut yhä enemmän huomiota. Masuuni- ja konverterikaasut ovat tyypillisiä matalan lämpöarvon polttoaineita, joille hapella polttamalla saadaan korkeampi liekin lämpötila ja parannetaan kuumennuksen tehokkuutta. Näiden kaasujen tehokkaampi hyödyntäminen on terästehtaille iso haaste, koska palamiseen tarvittavan suuren kaasuvolyymien lisäksi niillä on muiden savukaasujen tapaan matala paine, jonka nostaminen on kallista. Polttamalla masuunikaasua (< 1 kWh/Nm³) teollisella hapella päästään kuitenkin kuumennusprosessille oleellisten savukaasujen määrän ja

Rekuperattori		Ilmapoltin		REBOX®
		Ei	On	Ei
Teoreettinen energiantarve	kWh/t	200	200	200
Lämpöhäviöt	kWh/t	10	10	10
Savukaasun lämpösisältö	kWh/t	290	155 ¹⁾	50
Savukaasun lämpötila	°C	1200	850	1200
Ilman esikuumennus	°C	20	450	20
Kuumennuksen hyötysuhde	%	42	60	80
Energiantarve	kWh/t	500	365	260
	GJ/t	1,8	1,33	0,94
Hapen tuotanto	kWh/t			25

1) rekuperattorin jälkeen

Taulukko 2. Tyypillisiä tunnustilastoja kuumennusuunin ilmapoltin- ja happipoltinjärjestelmille [6].

Kuva 3. ThyssenKrupp Steel Finntrop'in DFI-asennus. DFI-menetelmän lämmönsiirtokyky on huomattavan korkea, jopa korkeampi kuin induktiivisten esikuumentimien.



koostumuksen sekä liekin lämpötilan osalta lähes vastaavaan lopputulokseen kuin poltettaessa maakaasua ilmalla. Paikallisia polttoaineita paremmin hyödyntämällä voidaan maakaasun, öljyn tai propanin käyttöä vähentää. Esimerkiksi kiinalainen Dongbei Special Steel Group käyttää uudessa Linden toimitamassa ruostumattoman teräslangan hehkutusuunissaan polttoainetta, jonka lämpöarvo on vain 1,75 kWh/Nm³, yhdessä liekittömän happipoltinjärjestelmän kanssa.

20 vuoden kokemus oxyfuel-järjestelmistä

AGA, osana The Linde Groupia, on viimeisten 20 vuoden aikana ollut edelläkävijänä tuomassa oxyfuel-järjestelmiä erityyppisiin kuumennusuuneihin. Yli 120 asennusta kertovat asiakkaiden tyytyväisyydestä ja menetelmän toimivuudesta (**taulukko 2**). Keskeinen kehitystä eteenpäin vievä voima on ollut ja on edelleen asiakkaiden tuotantoprosessin ja terästeollisuuden nykyisten että tulevien haasteiden syvälinen tuntemus. Eri oxyfuel-järjestelmät on koottu yhteen REBOX® tuoteperheeksi.

Nopea kuumennus rajoitetussa tilassa

REBOX® Direct Flame Impingement

Uni nro 302		Ilmapoltin		
		REBOX® HLL	REBOX® HLL	REBOX® HLL
			1-vyöhyke ¹⁾	1&2-vyöhyke ²⁾
HLL osuus uunin nimellistehosta	kWh	0	28/152	56/152
Ominaiskulutus	kWh/t	440	-7 %	-16 %
NOx päästöt 1.6 Mt vuosituotannolla	t/v	304	-14 %	-28 %
Hapen maksimikäyttö	Nm ³ /h	0	4 000	7 000
Tuotanto	t/h	300	320	340

1) toteutuneet arvot, 2) laskennalliset arvot

Taulukko 3. SSAB:n tulokset ovat hyvin rohkaisevia.

menetelmä (DFI), jossa oxyfuel-liekki kohdistetaan suoraan kuumennettavan materiaalin pintaan, on osoittautunut tehokkaimmaksi tavaksi lämmönsiirron parantamiseksi (mitattuna kW/m²). Periaate on sama kuin hitsattavien metallipintojen esilämmityksessä hitsauspolttimella.

Ensimmäinen toimitettu DFI-järjestelmä on erinomainen esimerkki menetelmän eduista. Outokumpu Stainless Nyby tehtaan tavoitteena oli parantaa jo aiemmin oxyfuel-järjestelmällä varustetun nauhahehkutusuunin tuotantokapasiteettia +50 % uunin pituutta kasvattamatta. Vuonna 2002 tavoite saavutettiin lisäämällä uunin panostusaukon eteen kokonaisteholtaan 4 MW DFI-järjestelmä. Tämä koostui neljästä 30 DFI-poltinta käsittävästä yksiköstä, järjestelmän kokonaispituuden ollessa vain 1,8 m.

Vastaavat järjestelmät on toimitettu

myös ThyssenKrupp Steel Finntropin galvanisointilinjalle ja Bruckhausenin galvanisointi- ja alumiinointilinjalle (**kuva 3**). Molemmassa asennuksissa voitiin kapasiteetin nosto toteuttaa ilman uunin pituuden lisäystä. Samalla saavutettiin myös matalampi ominaisenergiankulutus. Uusin toimitus tehtiin POSCO Pohang nauhahehkutuslinjalle Etelä-Koreaan, jonne asennettiin neljästä DFI-yksiköstä koostuva kokonaisteholtaan noin 6 MW järjestelmä. Esimerkkitaipaukset osoittavat, että DFI-menetelmä soveltuu monenlaisiin uunityyppeihin [7, 8].

Hapen lanssaus askelpalkkiuuniin

Hapen suurinopeuslanssaus on liekittömän happipolton uusin tekninen sovellus ja siitä käytetään nimeä REBOX® HLL. HLL:n avulla saavutetaan suurin osa liekittömän happipolton eduista ilman että itse poltinjärjestelmää joudutaan uusimaan. HLL-menetelmässä osa palamiseen tarvittavasta hapesta tuodaan ilmapoltinjärjestelmän kautta (noin 25 %), ja loput ilmapolttimien yhteyteen asennettujen happilanssien kautta (noin 75 %).

Liekittömän happipolton edut saavutetaan hyvin pienellä investoinnilla ja vähäisillä muutoksilla itse uuniin. Tilanteen mukaan HLL voidaan kytkeä käyttöön ja pois. Tämä mahdollistaa HLL:n käytön juuri silloin kun sille on tilaus (tuotantotarve, polttoaineen hinta, hapen edullinen saatavuus jne.).

SSAB Tunplät Borlänge kuuma-

valssaamalla kylmät aihiot kuumennetaan 1230 °C:een kahdessa askelpalkkiuunissa ennen valssausta. Ilmapoltinkäyttöisten uunien palamisilma esikuumennetaan rekuperaattoreilla 400 °C:een. Borlängessä suoritettiin keväällä 2008 noin 1 kk koeajo, jossa HLL-järjestelmä asennettiin 1-esikuumennusvyöhykkeen öljykäyttöisten 3,5 MW ilmapoltinten yhteyteen. Jatkuvassa tuotantokäytössä HLL on ollut helmikuusta 2009 lähtien. Suunnitelmat laajentamisesta 2-esikuumennusvyöhykkeelle ovat jo pitkällä (**taulukko 3**).

HLL-järjestelmän käyttöönoton jälkeen vyöhykekohtainen energian tarve on vähentynyt noin 40 %, tarkoittaen koko uunin tasolla laskettuna noin 7 %. Lisäksi aihion lämpötilaprofiiliin on havaittu olevan paljon tasaisempi kuin ennen, parantaen valssaukseen menevien aihoiden laatua [9].

Yhteenveto

Oxyfuel aikaansaa siis monenlaisia muutoksia kuumennusprosessiin:

- Hyötysuhde nousee
- Prosessiin tuotava ja siitä poistuva kaasutilavuus laskee jopa 75 %
- Lämmönsiirto tehostuu (H₂O ja CO₂ korkeampi osapaine)
- Liekittämällä polttotekniikalla saavutetaan erityisen tasainen lämpötilajakauma.

REBOX® ratkaisulla on suuri myönteinen vaikutus uunin kuumennustehoon ja -ominaisuuksiin, mikä näkyy myös alentuneina käyttökustannuksina. Etuja ovat mm.:

- Mahdollisuus tuotannon nostoon (t/h) ja toiminnan joustavuuden lisääntyminen
- Pienempi polttoaineen ominaiskulutus
- Pienemmät CO₂ ja NO_x ominaispäästöt
- Mahdollisuus käyttää energiaköyhiä paikallisia polttoaineita
- Uuniatmosfääriin parempi hallinta
- Etuihin nähden maltillinen investointikustannus
- Helppo jälkiasennettavuus ja vähäinen huoltotarve.

REBOX® on The Linde Group:n rekisteröity tavaramerkki. Lisätietoja: www.rebox.info

VIITTEET

- [1] S. Kivivuori, Hilse/uuniatmosfääri, Aihoiden kuumennus, POHTO, Oulu, 2008.
- [2] IFRF, Combustion handbook, Internet on-line
- [3] J. von Schéele, Results from 120 Oxyfuel Installations in Reheating and Annealing, Heat Processing, Issue 4, 2009, p. 339-342.
- [4] J. von Schéele, T. Niemi, Flameless Oxyfuel Reduces Environmental Impact of Production, Bergmannen, Nordic Steel and Mining Review, No.3, 2010, p. 28-30.
- [5] M. Lantz, et al., 25 % Increased Reheating Throughput and 50 % Reduced Fuel Consumption by Flameless Oxyfuel at Arcelor-Mittal Shelby, Iron&Steel Technology, September 2009, p. 29-36.
- [6] J. von Schéele, Big and Diffuse or Small and Sharp – State-of-the-Art Oxyfuel Based Melting and Heating, Scanmet III, Luleå, Sweden, 2008.
- [7] H-J. Heiler, W. Högner, J. von Schéele, 30% Increased Capacity of Metal Coating Lines at ThyssenKrupp Steel, Iron&Steel Technology, May 2010, p. 305-310.
- [8] J. von Schéele, Use of Direct Flame Impingement Oxyfuel, Iron and Steelmaking, Vol. 36, No. 7, 2009, p. 487-490.
- [9] J. Engdahl, et al., Flameless Oxyfuel Reheating of Slabs at SSAB, Nordic Steel and Mining Review, Bergmannen, No. 3, 2009, p. 76-77.



KEVITSA – LAPIN TULEVA MONIMETALLIKAIVOS

- Kevitsan omistaa First Quantum Minerals Ltd
- Kaikki tarvittavat luvat saatu
- Rakentaminen alkanut, tuotanto käynnistyy v. 2012
- Uusi YVA -prosessi käynnistetty mahdollista tuotantokapasiteetin nostoa varten
- Lisäkairaukset jatkuvat, mineraalivarantoarvio päivitetään syksyllä 2010



Kevitsa Mining

First Quantum Minerals Ltd:n tytäryhtiö

Aleksanterinkatu 17, 00100 Helsinki
p. (09) 611140, www.first-quantum.com

Pyhäsalmi Mine Oy



www.inmetmining.com

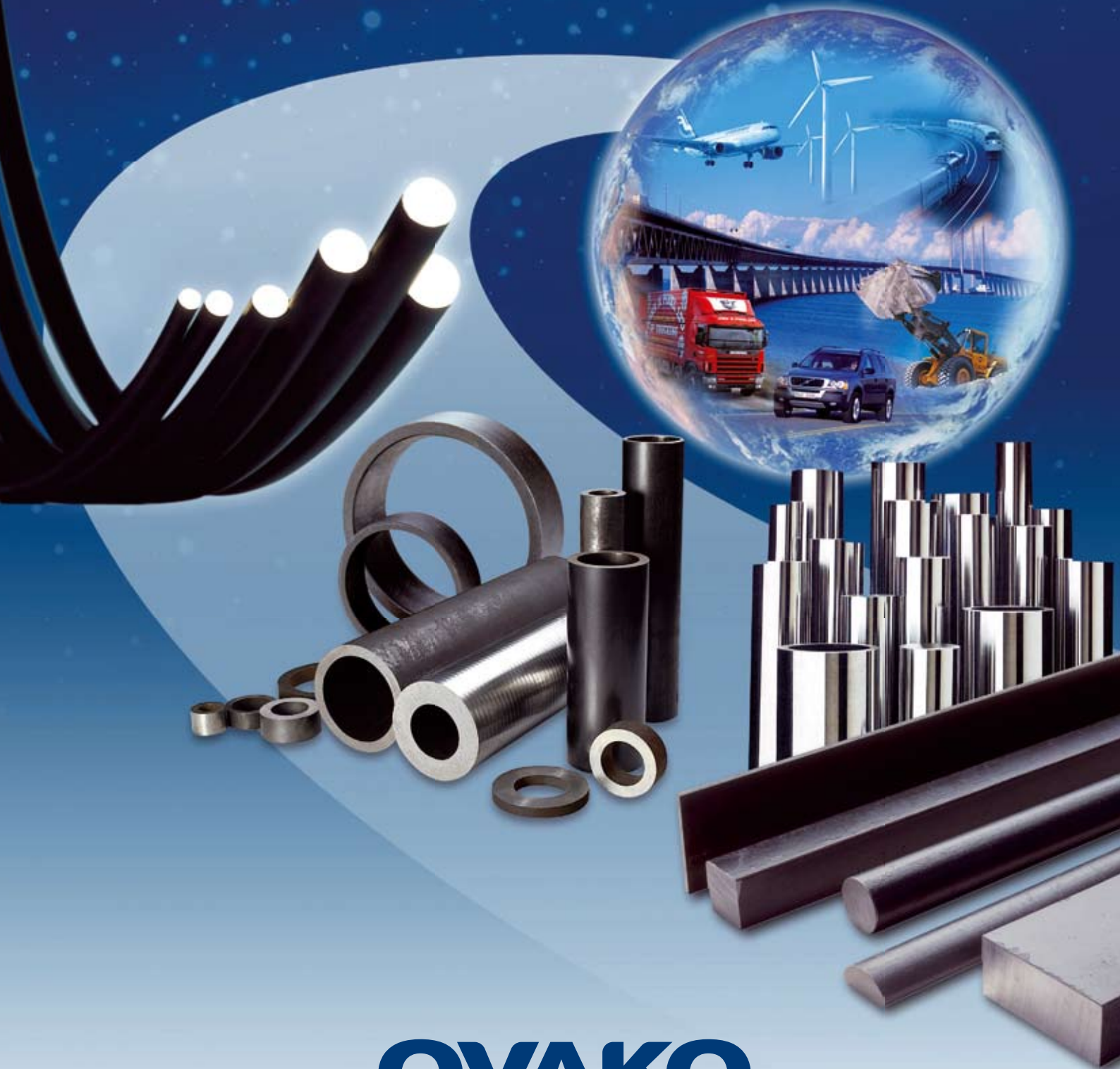


*turvallinen,
tehokas,
nykyaikainen
kaivos*

INMET
MINING

PL 51, Mainarintie 2
86801 Pyhäsalmi
Puh. 08 769 6111

Ovako keeps our world in motion



OVAKO
a feel for steel

www.ovako.com

Miten Imatralla tehtiin kobolttia vuosina 1936-1947. Koboltin valmistuksesta Imatralla on yleisissä julkaisuissa varsin vähän tietoja. Oy Vuoksenniska Ab:n ja Imatran Terästehtaan historiikeissa on yleiskuvauksia ²⁾³⁾, onhan koboltin valmistus tavallaan ollut lähtökohta tehtaan synnylle ja siten modernin raudan ja teräksen valmistuksen kehittymiselle Suomessa. Christer Blomgrenin toimittamissa yhtiön ja terästehtaan historiaa ja henkilöstöä käsittelevissä teoksissa ⁴⁾⁸⁾ on myös kirjoituksia ja henkilökohtaisia muisteluksia kobolttitehtaan ajoilta.

Imatran Terästehtaan kemian laboratorion päällikkönä toiminut FM Kalevi Saarni keräsi aikanaan laajan, koboltin valmistusta koskevan materiaalin ja laati siitä yhteenvedon, jota ei kuitenkaan ole julkaistu. Saarnin käsikirjoitus sisältää yleistä teollisuushistoriaa, runsaasti lähinnä kobolttitehtaan entisten työnjohtajien haastatteluihin perustuvia henkilökohtaisia muisteluksia sekä varsin perusteellisen kuvauksen Imatralla käytetystä koboltin valmistusprosessista, jota ei liene missään muualla kuvattu läheskään yhtä yksityiskohtaisesti. Seuraavassa on hyvin paljon lyhennettyjä poimintoja Kalevi Saarnin 28 konekirjoitussivuisen tekstin teollisuushistoriallisesta ja prosessinkuvausosuudesta. Erittäin monivaiheisen – Saarni on laskenut 58 kemiallista ja mekaanista käsittelyvaihetta – prosessikokonaisuuden hahmottamiseksi on laadittu kaavio, jollaisia Saarnin materiaalissa ei ole.

Matti Palperi

Miten Imatralla tehtiin kobolttia vuosina 1936-1947

FM Kalevi Saarnin käsikirjoitus vuodelta 1983 ¹⁾

Johdanto

Dipl.-ins., vuorineuvos Berndt Grönblom (1885–1970) oli aikaisemmin toiminut öljyalalla, mutta hänen elämänsä johtotähteksi tuli kuitenkin löytää Suomesta rautamalmia ja jalostaa se raudaksi ja teräkseksi. V. 1915 hän perusti Elektrometallurgiska Ab -nimisen yhtiön, ja tehtaan Ruokolahden Vuoksenniskalle. Yhtiö oli siis Oy Vuoksenniska Ab:n ja OVAKO Oy Ab:n edeltäjä. Tehtaalalla valmistettiin mm. puuhioketta ja karbidia, mutta sen kannattavimmiksi tuotteiksi muodostuivat erilaiset ferroseosteet, jotka myytiin pääasiassa ulkomaille. Kaiken aikaa tehtiin kuitenkin laajoja, tulevaisuuden toimintaan tähtääviä tutkimuksia.

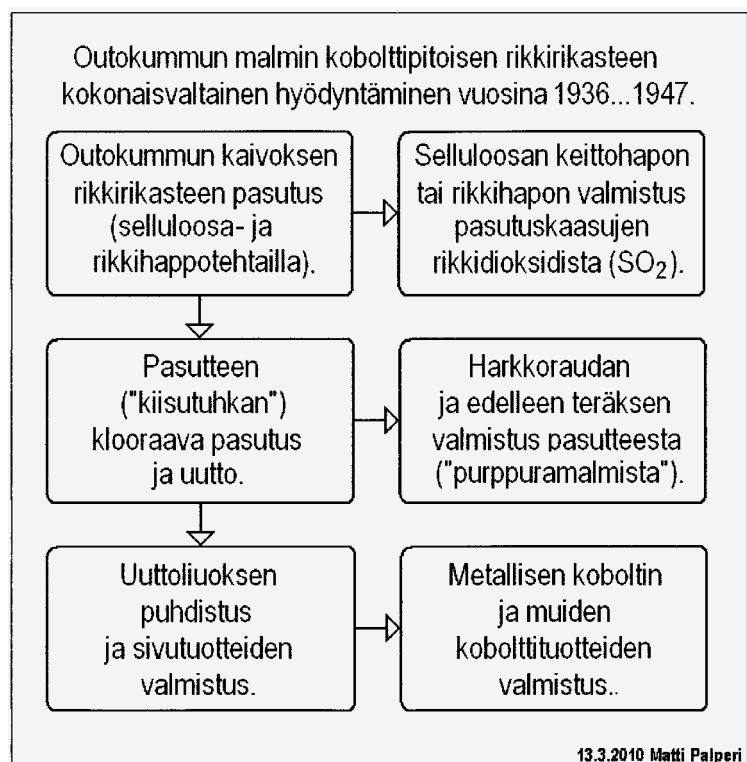
Outokummun malmi raaka-ainelähteenä.

Outokummun vuonna 1910 löydetyn kuparimalmin rikastusprosessissa saatiin myös rautamalmia eli rikkirikastetta. Suomessa oli useita sulfiittiseluloosatehtaita, jotka olivat käyttäneet prosessissaan sisilialaista rikkiä, mutta nyt oli mahdollista saada tarvittava rikkidioksidi Outokummun rikkirikastetta pasuttamalla. Pääosa rikistä poistui tällä tavalla ja tähteeksi jäi ns. kiisutuhka, joka sisälsi noin 60 % rautaa, 8 % piidioksidia, 0,6..0,8 % kuparia ja

saman verran kobolttia sekä 1,5..2,5 % sinkkiä.

Outokumpu Oy:n toimitusjohtaja, vuorineuvos Eero Mäkinen ja vuorineu-

vos Grönblom sopivat jo 1920-luvulla, että jälkimmäisen johtama yhtiö saa tämän selluloosatehtailta tulevan kiisutuhkan ostaa ja edelleen jalostaa.



13.3.2010 Matti Palperi



Sotalouspäälikkö, insinöörieversti Runar Bäckström tervehti vuorineuvos Berndt Grönblomia ja teknillinen johtaja, yli-insinööri Nils Svenssonia v. 1943 henkilöstölle pidetyssä juhlassa. – Suomen koboltintarve oli vähäinen, mutta kun Imatralla valmistettu koboltti edusti noin 10 prosenttia silloisesta maailman tuotannosta, oli se vientituotteena ja vaihto-materiaalina sotataloudellisestikin merkittävä.



FM Kalevi Sarni (23.9.1915 - 2.2.1984) oli Imatralla kemian laboratorion päällikkönä 1947-1980.

Tehtaan rakentaminen

Alustavat tutkimukset.

Aluksi kiisutuhkan käytön tutkimuksia johti paroni, insinööri *Gustav Aminoff*. Tarkoituksena oli pasuttaa kiisutuhkasta ensin (loppu) rikki pois ja jalostaa sitten harkkoraudaksi. Harkkoraudan valmistus ei silloin kuitenkaan vielä onnistunut ja tavoitteeksi tulikin ottaa kiisutuhkasta talteen arvometallit, poistaa raudanvalmistukselle haitalliset aineet sekä valmistaa jäljelle jäävästä ns. purppuramalmista ensiluokkaista harkkorautaa. 30-luvun alussa kehitystyötä johtivat dipl.-ins. *Georg Andersson* ja Taalintehtaalta tullut ins. *Tor Schöldström*.

Insinööri Nils Svensson suunnitteli tehtaan.

Insinööri Schöldströmin kuoltua (tapaturmaisesti kokeilujen yhteydessä) tuli vuorineuvos Grönblomille kiire saada uusi mies hänen tilalleen. Hän löysikin ruotsalaisen insinööri *Nils Svenssonin* (s. 1891) Japanista, missä tämä oli rakentamassa samanlaista tehdasta. Hänen oli ensin päätettävä työnsä Japanissa ja näin siirtyi tehtaan suunnittelun aloittaminen vuoteen 1934. Nils Svensson johti tehtaan suunnittelua, rakentamista ja käyttöä vuoteen 1946, jolloin hän muutti takaisin Ruotsiin.

Tehtaan rakentamisaikataulu.

Kun ennakkotutkimuksissa oli pääs-

ty tyydyttäviin tuloksiin, alkoi tehtaan rakentaminen heinäkuussa 1935. Sulatimon yhteydessä (Vuoksenniskalla) ei ollut riittävästi tilaa uudelle tehtaalle. Energiankulutus tuli myös olemaan suuri, sillä harkkorautaa tulitaisiin valmistamaan sähkömasuunissa ja teräs valokaariuuneissa. Imatralla (Imatrankoskelle) oli 1929 valmistunut voimalaitos, jonka sähköenergia oli käytettävissä. Niinpä yhtiölle ostettiin pari kilometriä Imatran voimalaitoksesta etelään Vuoksen itäpuolelta alue tehdasta varten.

Kiisutuhkan kemiallinen puhdistuslaitos valmistui tammikuussa 1936, briketoimisasto saman vuoden syksyllä sekä harkkorautaosasto huhtikuussa 1935 (ja terästehdas 1938).

Kobolttin monivaiheinen valmistus

Menetelmän periaate.

Prosessissa pyrittiin saamaan kiisutuhkan arvometallit kupari, koboltti, nikkeli, kulta ja hopea sekä raudanvalmistusta häittäävät rikki ja sinkki liuoksesta muotoon ns. klooraavalla pasutuksella. Mainitut alkuaineet liuotettiin sitten happoon rautaoksidin jäädessä liukenematta. Liuoksesta sementoitettiin ensin kupari ja jalometallit rautaromulla metalliksi. Sitten liuoksesta poistettiin prosessissa muodostunut natriumsulfaatti eli gläubersuola kiteyttämällä. Edelleen useiden puhdistus- ja käsitteilyvaiheiden tuloksena saatiin puhdas, hienojakoinen kobolttioksidi, joka briketoitiin ja pelkistettiin metalliseksi hiilen avulla.

Kiisutuhkan klooraava pasutus.

Kiisutuhkaa saatiin selluloosa- ja rikkihappotehtailta vuosittain 70 000...80 000 tonnia. Tämä lähetettiin Imatralla rautateitse tavallisissa avovaunuissa. Pasutusta varten oli kolme seitsenpohjaista, Lurgi-tyyppistä kerospohjauunia. Pasutuserä oli viisi tonnia. Vuorokautinen tuotanto oli noin 90 tonnia uunia kohti, yhteensä kolmella uunilla 7000...8000 tonnia kuukaudessa. Lämpö saatiin rikin palamisesta. Sitä ei ollut kiisutuhkassa kuitenkaan riittävästi, joten erään lisättiin myös Outokummun rikkikiisua

sekä arvometallien kulloisistakin pitoisuuksista laskettu tarvittava määrä ruokasuolaa. Panos sytytettiin generaattorikaasuliekillä ja saavutti alaspäin kulkeutuessaan 800...900°C:n lämpötilan. Näissä olosuhteissa natriumkloridi hajaantui ja sen ainesosat yhtyivät kupariin, kobolttiin, nikkeliin ja sinkkiin muodostaen veteen liukenevia klorideja, sekä rikkiin muodostaen natriumsulfaattia.

Pasutteen uutto.

Liukenevien suolojen uutto pasutteen tapahtui 50 tonnin altaissa, joita oli kahdeksan. Tiilestä muuratut altaat oli vuorattu sisältä puulla ja liukset kulkiivat myös puuränneissä. Loppuaikoina altaat ja rännit tehtiin betonista ja vuorattiin klinkkerillä. Altaissa oli pohjalla koksikerros suodatinpintana.

Suolojen liuottamiseksi kierrätettiin pasutealtaissa 16...24 tunnin ajan ns. "tornihappoa" eli "lipeää". Tämä oli suola- ja rikkihappoa sisältänyt liuos, jota muodostui kun pasutusuuunien reaktioissa vapautunutta klooria ja rikin oksideja sisältäneet kaasut pestiin vesisuihkuilla happotornissa.

Pasute, josta arvometallit oli uutettu pois, oli pääosin rautaoksidia, vastaten lähinnä hematiittirautamalmia. Tämä hienojakoinen purppuramalmi meni sintrauksen kautta raudanvalmistukseen.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- 1) *Saarni, Kalevi*, Miten Imatralla tehtiin kobolttia vuosina 1936...1947 (käsikirjoitus) Ovako Oy Ab, Imatra 10.1.1983, 28 s.
- 2) (Anon.) Oy Vuoksenniska Ab 1915-1965, Frenckellska Tryckeri Ab, Helsinki 1965.
- 3) *Laakasuo, Risto*, Berndt Grönblom ja hänen yrityksensä, Ovako Oy Ab/Tammisaaren Kirjapaino Oy 1985, ISBN 951-99702-2-3, 951-99702-3-1; *Laakasuo, Risto*, (övers. Bo-Eric Forstén), Berndt Grönblom och hans företag, Ovako Oy Ab/Ekenäs Tryckeri Ab 1985, ISBN 951-99702-4-x, 951-99702-5-8.
- 4) *Blomgren, Christer* (toim.), Puuhiokkeesta rautaan ja teräkseen, Lappeenrannan Kirjapaino Oy 1996 (?), ISBN 952-90-8255-x.
- 5) *Blomgren, Christer* (toim.), Rautainen leipäpuu, Imatra Steel Oy Ab/Finnreklama Oy, Sulkava 1999, ISBN 952-91-1655-1.
- 6) *Nils L. Gripenberg*, "Atomitehdas", ss. 137-137 kirjassa Blomgren, Christer (toim.), Rautainen leipäpuu, Imatra Steel Oy Ab/Finnreklama Oy, Sulkava 1999, ISBN 952-91-1655-1.
- 7) (Anon.), Outokumpu Cobalt Production, Outokumpu News No. 2, 1969, Suomalaisen Kirjallisuuden Kirjapaino Oy, Helsinki 1969.
- 8) *Niemi, Tom*, Outokumpu Cobalt, Outokumpu News No. 1, Vol. 22 (1985), Erikoispaino Oy, Helsinki 1985. ■

Kuparin sementointi.

Kupari ja sen mukana kulta, hopea ja platinametallit poistettiin liuoksessa sementoimalla rautaromulla kolmessa pyöriävässä rummussa, jotka oli vuorattu lyijyllä + puulla. Sementtikupari suodatettiin emäliuoksesta kuudessa puualtaassa, joissa rei'itetyn pohjan päällä olivat juuttimatot suodatinpintana. Kupari kuivattiin kattilahuoneen savukaasujen jätelämmöllä ja toimitettiin paperisäkeissä viereiselle Outokumpu Oy:n kuparitehtaalle.

Glaubersuolan kiteytys.

Seuraavaksi liuoksesta erotettiin natriumsulfaatti eli glaubersuola kiteytämällä. "Kristallisaattoreina" oli viisi sekoittimella varustettua puusäiliötä. Näihin asennetuissa, lyijyputkesta valmistetuissa kierukoissa kiersi erityinen jäähdytysliuos, jonka lämpötila laskettiin jäähdytyskoneessa. Glaubersuola kiteytyi kun emäliuoksen lämpötila saavutti n. 2...4°C:n lämpötilan ja se suodatettiin pois samantapaisilla allas-suodattimilla kuin sementtikuparille käytettiin. Glaubersuola toimitettiin selluloosa- ja lasitehtaille irtotavarana rautatievaunuissa.

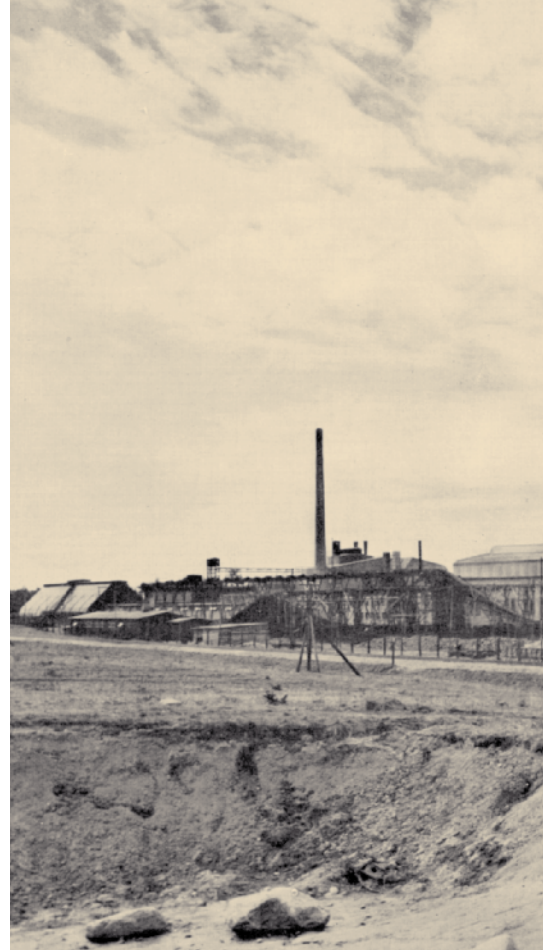
Epäpuhtauksien poistaminen liuoksesta.

Kuparin sementoinnissa liuokseen tullut kahden arvoinen rauta hapeutettiin kolmen arvoiseksi ja saostettiin rautahydroksidina. Tämä tapahtui voimakkailla sekoittajilla varustetuissa reaktiosäiliöissä, "karuselleissa", ilmapuhalluksella, kalkkimaidolla ja liutujauholla sekä lopuksi natriumkloraatilla. Hienojakoinen rautasakka erotettiin liuoksesta suodatinpuristimissa, "präseissä" ja hylättiin "Punaiseen mereen", tehdasalueelle kaivettuun laskeutumistaaseen.

Rikki poistettiin (so. liuoksen sulfaatti-ionipitoisuus vähennettiin siedettävälle tasolle) saostamalla se bariumkloridilla bariumsulfaattina. Suodatinpuristimella erotettu sakka kuivattiin ja myytiin väriteollisuudelle.

Liuoksessa vähäisessä määrin vielä ollut rauta, kupari ja lyijy jälkisaostettiin liutujauholla ja natriumkloridilla. Liuos analysoitiin ja mahdollisesti vielä olleet lyijyn rippeet saostettiin kaliumbikromaattilla ja kupari pienellä liutulisäyksellä.

Mangaani saostettiin kalsiumhypokloriitilla, joka valmistettiin itse joltamamalla kloorikaasua kalkkimaitoon. Tämä, myös noin puolet mangaanin määrästä kerasaostunutta kobolttia sisältänyt mangaanisakka kuivattiin ja se meni säkkeihin pakattuna vientiin tuotenimellä COBOLT MANGAN.



Kobolttin saostus ja kalsinointi.

Kun liuosta ensin oli neutraloitu soodalla, saostettiin myös koboltti käyttämällä enemmän kalsiumhypokloriittia sekä korkeampaa lämpötilaa. Syntynyt kobolttihydroksidi-kobolttioksidisakka suodatettiin ja pestiin suodatinpuristimissa. Liuokseen vielä jäänyt vähäinen määrä kobolttia jälkisaostettiin samalla tavalla neutraloimalla liuosta ensin lisää. Sakat yhdistettiin.

Kobolttisakan kalsinointi.

Kobolttisakka jauhettiin kahdessa vaiheessa hyvin hienoksi ja samalla siihen lisättiin kalsinoitua soodaa. Tämän jälkeen se vähin erin syötettiin kalsinointiuniiniin, joka oli samantyyppinen kuin pasutusuuuni, mutta pienempi ja vain kaksipohjainen. Lämpötila pidettiin selaisena, että tuote tuli punahehkuisena ulos uunista. Koboltti kalsinoitui kokonaan oksidiksi, ja vielä jäljellä olleet pienet määrät epäpuhtauksia, kuten rauta, kalsium, mangaani, kromi ym. muuttuivat liukeneviksi yhdisteiksi.

Kalsinoitu sakka pestiin noin 1500 kg:n erissä dekantoinnalla useaan kertaan vedellä, soodaliuoksella ja suolahappoliuoksella sekoittimella varustetussa noin 40 m³:n altaassa. Pesua jatkettiin vielä suodatuksen yhteydessä suodatinpuristimissa.

Kobolttin pelkistys metalliksi.

Jonkin verran kuivattuun oksidimas-



*Imatran tehdasalue v. 1937. – Etualalla oikealla kobolttitehdas malmi- ja kemikaalivarastoi-
neen. Vasemmalla purppuramalmin sintraamo
ja harkkorautaosasto, jossa oli silloin maailman
suurin sähkömasuuni. Taustalla terästehtaan
rakennustyömaa.*

Kun jäljellä ollut hiili oli seulottu pois, brikettejä myllytettiin pyörivässä rummussa n. 500 kg:n erissä nelisen tuntia. Risat seulottiin erilleen uudelleen liuotettaviksi. Ehjiä rummutettiin vielä sahajauhojen kanssa.

Puhtaat, kiiltävät kobolttikappaleet pakattiin 50 kg:n puulaatikoihin, joihin leimattiin päälle "COBOLT METAL Made in Finland".

Kobolttitehtaan tuotanto

Kobolttin tuotantomääristä ei ole säilynyt täsmällistä, systemaattista tietoa ja hajatieidot ovat ristiriitaisia. Muistitiedon mukaan päivätuotanto olisi parhaimmillaan ollut noin 600 kg. Vuosituotanto (kapasiteetti) olisi siten ollut suuruusluokaltaan 200 t. Yhtiön historiatiedoissa mainitaan, että tehdas tuotti koko käyntiaikanaan 1 191 600 kg kobolttia so. keskimäärin runsaat 100 tonnia vuodessa eli runsaat 300 kg päivässä. Edellä mainituissa luvuissa ei ole mukana se huomattava määrä kobolttia, joka sisältyi koboltti-mangaani sakka-tuotteeseen. Muistitietojen mukaan valmistettiin myös joitakin kobolttisuoloja. Näiden määrät lienevät olleet vähäisiä.

Tehtaan lopettaminen

Kobolttitehtaan toiminta lopetettiin kesällä 1947, jolloin se oli ollut käynnissä runsaat 11 vuotta. Jatkosodan alussa heinä-elokuussa 1941, kun alue kuului rintamavyöhykkeeseen, tuotanto oli ollut keskeytyksissä.

Kalevi Saarnin käsityksen mukaan lopettamispäätöksellä oli kolme syytä. Sodan päättyttyä kobolttin hinta laski voimakkaasti. Palkat ja muut kustannukset olivat suuremmat kuin mitä kobolttista saatiin. Aivan eri asia sitten on, että jo vuoden kuluttua hinnan kerrotaan nousseen nelinkertaiseksi. Toiseksi, vaikka alkupään laitteistoja oli osittain uusittu, kobolttiasastolla olivat sekoittimet, säiliöt ja prässit edelleen puuta eivätkä ne olleet hyvässä kunnossa. Laitteiden uusiminen olisi tullut varsin kalliiksi. Kolmantena seikkana vaikutti myös kobolttin huono tuotos (saanti). Metallisena kobolttina kiisun kobolttipitoisuudesta saatiin vain noin 20 % talteen.



*Kiisutuhkan purkaus.
– Hienojakaisen ja kii-
vänä runsaasti pölyävän
kiisutuhkan lapiointi oli
likaista työtä. Tuolloin ei
työsuojelulainsäädäntöä
vielä ollut, mutta vuori-
neuvos Grönblom tun-
netusti pyrki pitämään
työntekijöistään hyvää
huolta. Jos lääkärintutki-
muksissa havaittiin pölyä
keuhkoissa, mies vaih-
dettiin toisiin tehtäviin.
Muissakin kobolttiteh-
taan työvaiheissa oli
vaikeita työolosuhteita ja
käsiteltiin vaarallisia ke-
mikaaleja. Saarnin haas-
tattelemien kobolttiteh-
taan entisten työntekijöiden
ja työnjohtajien mukaan
vakavia terveyshaittoja ei
kuitenkaan kenellekään
tullut.*

saan sekoitettiin sideaineeksi dekstriiniä ja siitä puristettiin halkaisijaltaan ja pituudeltaan parin cm:n brikettejä. Briketit kuivattiin 100...150°C:ssa sähköllä lämmitetyissä läpityöntöuuneissa.

Koboltti pelkistettiin pystyputkiuunissa, jossa oli neljä ulkopuolelta lämmitettyä keraamista putkea. Lämpötila uunin yläosassa oli 600...700°C ja alaosassa noin 1300°C.

Pelkistimenä oli hienoksi jauhettu

puuhiili, jota syötettiin brikettien kanssa ylhäältä putkiin. Lähelle brikettipatjan alapäätä syötettiin pieni määrä vettä. Syntyneen höyryn avulla saatiin briketeissä vielä ollut ja höyrystynyt sinkki poistumaan.

Brikettien viipymisaika uunissa oli 10...12 tuntia. Uuniputkien alapäässä oli vesijähdytteinen vaippa, jotta kappaleet jäähtyivät ennen ulostuloa, eivätkä päässeet pinnaltaan hapettumaan.

Vuorineuvos Grönblomin tarkoituksena olikin kehittää yksinkertaisempi ja halvempi menetelmä tämän monimutkaisen ja varsin paljon henkilöökuntaa vaativan tilalle. Olihan kiisutuhkan saanti Outokummulta ollut turvattu vielä noin kymmeneksi vuodeksi.

Uusien kokeilujen johtoon tuli Fiskarsin myöhempi vuorineuvos, silloinen Imatran rautatehtaan tekninen johtaja *Fjalar Holmberg*. Kokeilutulokset ensimmäisellä koelaitoksella, "Atomilla", näyttivät lupaavilta ja vuonna 1951 rakennettiin koetehdas, jota johti dipl.-ins. *Nils. L. Gripenberg* ja tukena toimi laboratorioiden päällikkö fil.maist. *Mikael Merivuori*. Nämä työt olivat tuloksellisia, mutta uutta tehdassuunnitelmaa ei koskaan pantu käytäntöön.

Lisäyksenä Kalevi Saarnin tekstiin mainittakoon, että tietyvästi yllämainittu uusi prosessi, "Imatra menetelmä", on myöhemmin otettu käyttöön Japanissa⁶⁾.

*

Outokummun rikasteen myöhempi käyttö

Kalevi Saarnin kirjoituksessa ei ole kerrottu Outokummun rikkirikasteen ja kiisutuhkan myöhemmistä vaiheista. Kobolttin valmistuksen lopettamisen jälkeenkin Oy Vuoksenniska Ab edel-

leen vanhan sopimuksen mukaisesti osti Outokumpu Oy:ltä kiisutuhkan ja myi sen nyt sellaisenaan Saksaan Duisburger Kupferhüttelle. Outokumpu olisi halunnut purkaa sopimuksen ja myydä tuhkan suoraan. Tästä aiheutui yhtiöiden ja vuorineuvosten aikaisempien hyvien välien rikkoutuminen. Asiaa käsiteltiin välimiesoikeudessa, jonka päätöksenä sopimus pysyi voimassa alkuperäiseen päättymispäivään saakka.

Myöhemmin Outokumpu Oy rakensii Kokkolaan oman, 1967 käynnistyneen kobolttitehtaan, jonka alkuaikojen pääraaka-aine oli tämä Outokummun kaivoksen kobolttipitoinen rikkirikaste. Kokkolassa prosessin alkuvaiheena oli sulfatoiva pasutus. Myös liuospuhdistus- ja kobolttin pelkistysvaiheet olivat erilaiset kuin Imatralla⁷⁾⁸⁾. ▴

SUMMARY How cobalt was made in Imatra 1936...1947

The Company Oy Vuoksenniska Ab (later OVAKO), which was 1915 established and led by the innovative industrialist Berndt Grönblom, produced metallic cobalt in Imatra during the years 1936–1947. The raw material was pyrite concentrate from Outokumpu mine. Before transport to Imatra the

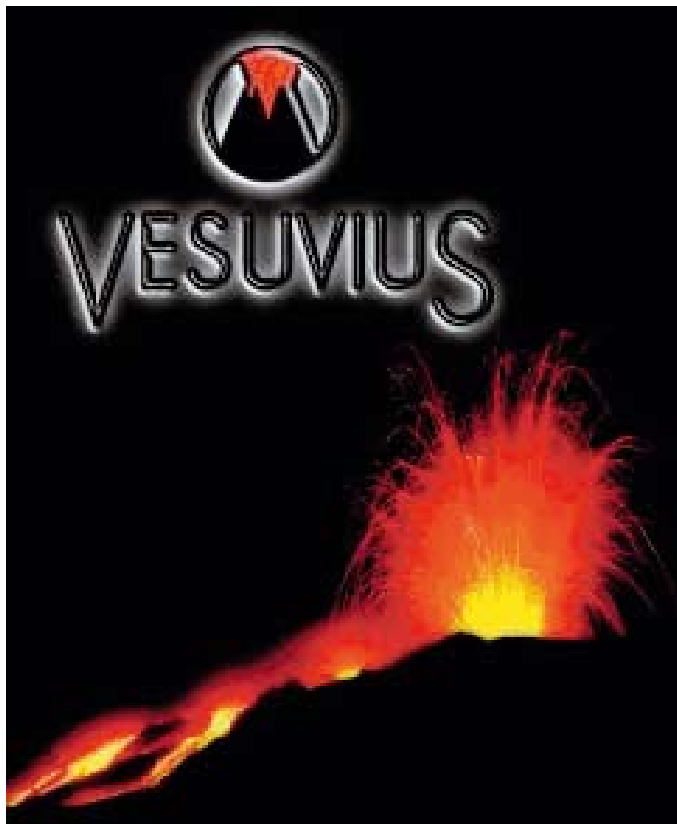
pyrite was first roasted at pulp mills and sulphuric acid plants for recovering sulphur dioxide to acids production. The remaining calcine contained, besides some 60 % of iron, 8 % silica, 0,6...0,8 % copper, some 0,7 % cobalt and 1,5...2,5 % zinc.

After preliminary investigations and pilot studies the planning and construction of the plant, which in fact was the first step towards the present Imatra Steelworks, was begun in 1936. The plant for calcine treatment and cobalt producing were completed in 1936, the electric blast furnace for smelting of pig iron in 1937, and the first stage of the steel works in 1938.

No publications are known, where the processes of cobalt plant in Imatra had been discussed in detail. The late head of the chemical laboratory of Imatra Steelworks, M.A. Kalevi Saarni had collected a comprehensive material and written 1983 a summary of 28 pages concerning this topic. This, however was newer issued. The present paper is a (considerably) abridged version of this manuscript. Based on the data by Kalevi Saarni a summarizing flow sheet has been added for overall viewing of the complex process.

In Imatra the first step was chlorinating roasting, where the valuable metals copper, gold, silver, cobalt, nickel as well as elements hindering the smelting of pig iron, like sulphur and zinc turned to soluble compounds. These then were leached with an acid solution received from the washing of the waste gases of the roasting furnaces. Purified calcine, "purple ore" then was used for pig iron production. From the solution copper with the noble metals were cemented with iron scrap and sold to the nearby copper smelter of Outokumpu Oy. Sodium sulphate (Glauber's salt) formed in the process was crystallized off and sold to pulp mills and glass works. The solution further passed several purification steps and resulted to pure, fine grained cobalt oxide. This then was briquetted and reduced with by means of charcoal to metallic cobalt for export.

From the annual treatment of 70 000...80 000 t totally 1 191 600 kg cobalt was produced in Imatra. In addition to this considerable amounts of cobalt included in cobalt-mangan, a by-product achieved from the mangan removal step of the solution purification. Apparently minor quantities of some cobalt salts, too, were produced. ▴ MPI



KULUTTAJA ei pelasta maapalloa

Referaatti professori Mika Pantzarin esityksestä Vuorimiespäivillä 26.3.2010 (BEF)



Kuora LF

Mika Pantzar

Kevään Vuorimiespäivillä professori *Mika Pantzar* esitti tekniikan miehille tuoreita näkemyksiä siitä miten me kuluttajat omalla käytöksellämme vaikutamme omaan tulevaisuutemme. Ohjelman otsikkoon ”Pelastaako kuluttaja maapallon?” hän ei uskonut alkuunkaan. ”Jos palloa pitää pelastaa pitää ensin löytää keinot miten se tehdään. Se merkitsee mm. paljon vastuuta elinkeinoelämälle. Kuluttajien varaan on turha laskea. Kuluttajat eivät hevin muuta tottumuksiaan eivätkä tavoitteet muutu teoiksi”. Kantaansa hän perusteli elävästi ja monipuolisesti.

Kuluttajatutkimuskeskuksen tutkimusprofessorina Mika Pantzar on erikoistunut teknologiatutkimukseen ja käyttäjäläheisten innovaatioiden tutkimukseen. Hänen kirjansa ”Kuinka teknologia kesytetään” ja ”Tulevaisuuden koti” kuvaavat tekniikan tuloa suomalaisen arkeen. Tällä hetkellä Mika Pantzar valmistele akatemiaturkijana uutta kirjaa ”Arjen koreografiasta”.

Worldwatch Institute esittää vuosijulkaisussaan ”State of the World” ajatuksen maailman ongelmien ratkaisemisesta sillä, että kuluttajien käyttäytyminen voidaan suunnata niin, ettei materiaalin kulutus ole tulevaisuudessa enää niin tärkeä.

Mika Pantzar ilmoitti olevansa vahvasti eri mieltä.

Hänen mukaansa kuluttajat eivät tuo mitään ratkaisua luonnonvaraongelmiin. Se selviää jo katsomalla mitä BRIC-maissa tänään tapahtuu. Rikastumisen nälkä ja materiaalisen hyvinvoinnin hamuaminen ohjaavat kehitystä. Tilanne on samanlainen kuin Suomessa 1950- ja 1960-luvuilla.

”Suomalaisten tärkeimmät toiveet

olivat silloin pesukone ja auto. Kun tänä päivänä kysytään suomalaisilta mitä he eniten toivovat, he vastaavat maailmanrauhaa ja terveyttä. Mutta kyllä pesukoneet ja autot ovat edelleen tärkeitä. On vaan unohdettu miksi ne ovat. Kehittyvissä maissa moni sen sijaan sanoo suoraan, että auto on paljon tärkeämpi kuin joku ympäristöarvo.”

Helsinki Georgiaan

Tutkijana Mika Pantzarin on uskottava kasvihuoneilmioon.

Karttakuvaa, jossa kuvataan miten kasvihuoneilmio tulee vaikuttamaan eri kaupunkien ilmastoon 50 vuoden tähtäimellä, Mika Pantzar kommentoi golfinpelaajana.

”Kartassa Helsinki siirtyy ilmaston puolesta johonkin Georgiaan. Samassa kuvassa Tukholma ja Oslo ovat löytäneet paikkansa Barcelonan läheltä. Kyllä minä sielläpäin paljon mieluummin pelaisin. Pahinta on, että tällaiset ilmastoskenaariot saattavat pitää paikkansa”.

Joidenkin ennusteiden mukaan mer-

ten vedenpinta nousee lämpenemisen myötä ja saa aikaan massiivisia kansainvaelluksia. Vaikka niitä ei tulisi, ovat muutokset ihmisten liikkumisessa todennäköisiä. Kuljetaan vähemmän omalla autolla ja tehdään enemmän etätöitä.

”Merkitseekö tämä sitä, että ihmisten liikkuminen, joka välttämättä ei aina ole kovin tehokasta, siirtyy yhteiskunnalle ja että henkilöiden kuljettamisen sijasta tulevaisuudessa siirretään tavaroita?”

Mika Pantzarin mukaan kauppa on silloin isojen muutosten edessä.

”Tänäänhän suomalaiset tekevät suurimman osan kaupan jakelutyöstä. Ihmiset käyvät tuntikausia viikossa hakemassa tavaraa. Jos ekotaselaskelmia katsotaan, olisi paljon tehokkaampaa, että kauppa suorittaisi jakelutyön tuomalla tavaralla lähelle kuluttajaa”.

Energiaraaka-aineiden hinnoissa saattaa myös tapahtua muutoksia, jotka oleellisesti vaikuttavat yksilöiden ja tavaroiden liikkumiseen.

Plussaa teollisuudelle

Länsimaissa pahinta ympäristötuhoa ovat aiheuttaneet suurempia asuntoja ja kesämökkejä jahtaavat tavalliset ihmiset, jotka ovat muuttaneet yhä kauemmaksi työpaikoiltaan ja kaupoista. Suurimpia tuhlaajia ovat vihreimmät arvot omaavat koulutetut ja suurituloiset.

Sen sijaan elinkeinoelämä ja teollisuus saavat tutkijalta tunnustuksen.

”Siitä huolimatta, että teollisuus aikoinaan suhtautui hyvin penseästi ympäristövouhotukseen, tehtaisissa on tehty merkityksellistä työtä ympäristön puolesta”.

Esimerkkinä Mika Pantzar esitti veden ja ilman laadun parantamisesta kertovia kalvoja Kokkolan seudulta.

”Parannus ei varmastikaan johdu valistuneiden kuluttajien toimista, vaan yksinkertaisesti siitä, että on ollut yrittäjiä ja yrityksiä, jotka ovat osanneet käyttäytyä järkevästi ja vastuullisesti.”

Mika Pantzar näkee suomalaisen yhteiskunnan toiminnassa puutteita ekotehokkuuden edistämiseksi.

”Suomessa on valittu sellainen linja, että valistuksella ja arvotyöstöllä yritetään saada kuluttaja muuttamaan käyttäytymistään. Silloin ei ymmärretä kuinka jäykkä loppukulutus on.”

Hänen mukaansa valintojen ja asenteiden sijaan pitää erityisesti tutkia sitä, miten vapaat valinnat ovat muuttuneet pakoiksi, välttämättömyyksiksi ja riippuvuusuhteiksi. Pitää miettiä, miten hyviä rutiineita voisi tuottaa samalla kun ekotehottomia rutiineita puretaan.

Asumista ja liikkumista hiillostetaan

Mitä kotitalouksien ekotehokkuuteen tulee, talouksien energian käytöstä suurin piirtein kolmannes menee liikkumiseen, toinen kolmannes asumiseen ja viimeinen kolmannes ruokaan.

Yhteiskunnassamme liikkumisen määrä on kasvanut tähän päivän saakka ja itsestään selvytenä on pidetty, että se kasvaa tulevaisuudessakin.

Asumisen kohdalla yleislähtökohtana on, että ihmiset haluavat asua yhä isommissa asunnoissa.

Molempien osalta kasvu on ollut valtava. Viisikymmentä vuotta sitten suomalainen liikkui keskimäärin 8 km päivässä, tänään 40-50 kilometriä. Samassa ajassa asuinpinta-ala henkeä kohti on kasvanut 8 neliömetristä 40 neliömetriin.

Nämä muutokset ovat keskeinen syy ihmisen hiilijalanjäljen kasvuun.

Trendien katkaiseminen vaatii radikaalia uudelleenajattelua. Pantzarin mukaan kuluttajat eivät ole siihen vielä valmiita.

Jos haluaa puolittaa asumisväljyyttä siten, että ihmiset pärjäävät puolella päivittäisellä liikkumisella, pitää yhteiskunnassa tapahtua suuria muutoksia. Kaikki palvelurakenteet olisi muu-

tettava hyvin toisenlaiseksi.

”Olen aika skeptinen voidaanko näillä alueilla tehdä niin isoja muutoksia kuin ympäristökriisi joidenkin mielestä ehkä edellyttäisi”.

On esitetty monta konkreettista kohdetta, joissa kulutuksessa voisi säästää ympäristöä. Mika Pantzar huomauttaa, että kun niihin käydään käsiksi, joudutaan hyvin äkkiä isojen asioiden eteen. Hän epäilee, etteivät ihmiset suostu asumaan paljon kylmemmissä asunnoissa, eivätkä luopumaan jääkaapeistaan tai säästämään vettä harventamalla peseytymiskertojaan.

Mikä vikaa löhöämisessä on?

Jos kuluttajan käyttäytymiseen haluaa vaikuttaa, pitää tietää mistä rutiinit ovat syntyneet ja pitää ymmärtää niiden luonne. Kaikkea ei saisi nähdä ongelmina. Moni arkinen asia tuottaa ihmiselle oikeasti hyvinvointia. On syytä pohtia esimerkiksi miten ja millä tavoin sähkö ja autoilu tekevät elämästä mukavampaa.

”Joihinkin kulutustapoihin liitetään yhteiskunnan puolesta enemmän tai vähemmän automaattisesti negatiivisia liitteitä. Voiko löhöämistä televisi-
on edessä mitään tekemättä noin vaan pitää yhteiskunnallisena ongelmana, tai että viina maistuu ja uhkapeli on hauskaa. En ole nähnyt, että yhdessäkään tutkimuksessa olisi tutkittu mitä ihmiset saavat tällaisesta irti. Ei edes kysytty onko siinä mitään palkitsevaa, vaan nähdään koko juttu ahdistavana ja surkeana. Minusta tällainen epäsymmetrinen tutkimusasetelma on jotenkin kummallinen.”

Jääkaapit kunniaan

Takaisin kotitalouksiin. Jos esitetään niin radikaali ajatus, että jääkaapeista luovuttaisiin, niin on unohdettu miten hyvä kapine jääkaappi on. Ei enää muisteta, että 1950-luvun Suomessa lapset olivat usein sairaina sen takia, että ruokaa säilytettiin epäasiallisesti.

Jääkaapeista luopuminen merkitsisi myös, että kaupan tuoretavaratarjonnan pitäisi perustua paikallistuotantoon. Iso muutos, ja kuluttajien valintamahdollisuudet supistuisivat huo-

mattavasti.

Puhtaus on toinen ilmiö, joka pitäisi tässä yhteydessä kyseenalaistaa. Se voidaan hyvin pitkälle nähdä kulttuurihistoriallisen kehityksen tuloksena. Puhtaudesta on tehty sivilisaation keskeinen merkki.

Tänä päivänä on vaikeaa ymmärtää, että vielä sata vuotta sitten koulussa opetettiin lapsille, että olisi hyvä peseytyä ja vaihtaa alusvaatteet kerran viikossa. Tänään tällainen tuntuu hasulta ajatukselta. Olemme unohtaneet, että nykykäytäntö on opittu asia. Jos veden käyttöä jouduttaisiin rajoittamaan, asia nähtäisiin ehkä eri valossa. Jotkut tutkijat sanovat, että olisi tähdellistä siirtyä takaisin 1600-luvun maailmaan, jossa käytettiin hajuvettä peseytymisen tilalla, vedellä peseytyminen kun on tehotonta puhdistautumista. Ihmisen kehosta poistetaan päivässä n. 20 grammaa likaa yli 3000-kertaisen vesimäärän (70 kg) avulla. Vesi on mielenkiintoinen kohde ja siitä saattaa kehittyä resurssi, josta tulevaisuudessa käydään tiukkojakin taisteluja.

Jääkaapeista luopuminen merkitsisi myös, että kaupan tuoretavaratarjonnan pitäisi perustua paikallistuotantoon.

Viimeisten 150 vuoden aikana puhtauden ympärille on syntynyt kokonainen infrastruktuuri. Suihku löytyi englantilaisesta tavaraluettelosta jo 1850-luvulla. Siinä tosin todettiin, että se liian pistävänä ei sovi naisille. Tänään se sopii. Suihkun funktio on myös muuttunut. Tänään se toimii myös virkistymis- ja rentoutumispaikkana. Ei kuluttaja siitä hevin luovu.

Kuluttaja ei huoli ohjaamista

”Tosiasia on, että ihmisen mukavuusalue on siirtynyt kestävämmään kulutuksen suuntaan. Tämän *zone of comfort* -vaatimustason mukaan olemme kotioloissamme tottuneet tiettyyn lämpötilaan, meillä on tapana pestä pyykkiä määrättyllä tavalla ja tuoreruoka säilytetään jääkaapissa. Epäilen, että ihmiset olisivat halukkaita luopumaan näistä mukavuuksistaan, ainakaan se ei helposti tapahdu.”

Näillä esimerkeillä Mika Pantzar halusi korostaa, että World Watch Institute ja jotkut muut samalla tavalla ajattelevat tahot ovat hiukan epärealistiselta pohjalta antaneet kuluttajalle liian keskeisen roolin tässä yhteydessä.

Ei nähdä, että on erittäin fundamentaalisia kysymyksiä, joita joudutaan kyseenalaistamaan. Mitä hyötyä on sanoa ihmisille, että teillä on rajallisesti kilometrejä, joita saatte kulkea vuorokaudessa, kun esimerkiksi Euroopan Unionin peruskirjaan vapaa liikkuminen on kirjattu yhtenä perusoikeutena.

Oleellista on nähdä, ettei muutos ole yksittäisten ihmisten päätöksestä kiinni. Ei kannata kuvitella, että ihminen noin vaan muuttuu toisenlaiseksi. Pitää käyttää olemassa olevaa asiantuntemusta ja teknologiaa hyväksi ja edetä suunnitelmallisesti. On kysymys koko yhteiskuntarakenteesta.

Tapiola täyttää mitat

Tapiola on Pantzarin mielestä esimerkiksi onnistuneesta kaupunginsuunnittelusta.

”Olen tutkinut Tapiolan historiaa aina 1950- ja 1960-luvuilta lähtien, jolloin Tapiola rakennettiin. Alusta lähtien siinä oli vahva näkemys, että yhteiskunnan pitää noudattaa solurakennetta. Suunnittelun perusajatuksena on ollut, että

koulut ja kaupat ovat kävelymatkan päässä asukkaista. Tuntuu vähän kummalliselta, että kaupunginsuunnittelijat tänään sanovat, etteivät he voi päättää mihin kaupat ja muut palvelut sijoituvat. Uskonpa, että tulevaisuudessa

Keskeinen kysymys on, miten maailmaa voidaan auttaa muuttumaan ekotehokkaampaan suuntaan.

koko yhteiskuntarakennetta mietitään paljon enemmän ekotehokkuuden näkökulmasta”.

Keskeinen kysymys on, miten maailmaa voidaan auttaa muuttumaan ekotehokkaampaan suuntaan. Asiaa pitäisi ehkä lähestyä uudella tavalla. Tutkimalla mitä ihmiset tekevät vuorokauden eri aikoina saattaa antaa joitain vihjeitä tai uusia lähtökohtia.

”Esimerkiksi Espanjassa ja Ranskassa ihmiset syövät lounaan ja illallisen aina samaan aikaan. Suomessa taas

ruokaillaan tasaisena virtana pitkin päivää. Mikä ruokailurytmi on ekotehokkaampi en tiedä”.

Vielä yksi yleinen spekulatio. Fuusioituminen on yli vuosisadan ajan ollut hallitseva trendi. Standardisointi ja suurtuotannon edut ovat olleet vahvoilla. Omavaraisuus on ollut lähinnä kehitysmaiden asia. Yhteiskuntakehitys on kuitenkin johtanut siihen, että myös rikkaat ihmiset haluavat eri muodoissa palata omavaraisuuden maailmaan. Kansainväliset arvotutkimukset kertovat tällaisesta uudeltaisesta ilmiöstä, että yhä useammin käperrytään omaan pieneen miljööseen. Mihin se käytännössä johtaa on vaikeaa ennustaa. Sen voi kuitenkin tulkita niin, ettei siirtyminen suurempiin yksiköihin ole mikään luonnonlaki. Systemin hajoamisen myötä monimuotoisuudelle löytyy kasvutilaa. ▀



RUUKKI
more with metals

Oletko valmis valloittamaan markkinat?

Valloita markkinat kehittämällä toimintaasi ja tuotteitasi. Meiltä saat siihen eväät: Raex-kulutusteräksen, luotettavat toimitukset sekä uusia, ennakkoluulottomia ideoita.

www.ruukki.com/fi/raex

Metallurgia ja T&K

Tulosta tutkimuksesta - hyvien käytäntöjen hyödyntäminen

Tutkimusjohdon neuvottelupäivä, 7.9.2010

Seminaarissa tarkastellaan innovaatioiden syntymistä esimerkkien valossa, ja millaisen kehityspolun päässä on innovaation hyödyntäminen. Miten tutkijoita ja tutkimusyhteisöjä johdetaan yritysten strategisten tavoitteiden toteuttamiseksi, mikä on johdon rooli ohjauksessa ja kannustamisessa. Miten käytetyistä resursseista saataisiin irti entistä enemmän hyödynnettäviä tuloksia.

Seminaari on tarkoitettu tutkimusjohtajille, -päälliköille, tuotekehityksessä työskenteleville asiantuntijoille sekä tutkijoille. Nuorille tutkijoille ohjelma tarjoaa erinomaisen mahdollisuuden tutustua tuloksellisen tuotekehityksen parhaisiin käytäntöihin.



Vaativien terästen jatkuvavalu ja aihoiden käsittely

3. - 4.11.2010

Terästen kehittyminen yhä vaativampaan suuntaan edellyttää menetelmiltä, laitteilta ja tekijöiltä korkeaa suorituskykyä ja osaamista.

Kurssilla käsitellään alan viimeaikaista kehitystä ja tulevaisuudennäkymiä, perusilmiöitä unohtamatta.

Kurssi on tarkoitettu jatkuvavalun ja aihoiden valmistuksen tuotanto-, tutkimus- ja kehitystehtävissä toimiville insinööreille teollisuudesta ja yliopistoilta.



Terästen termomekaaniset käsittelyt

Prof. Pentti Karjalaisen juhlaseminaari

18. - 19.11.2010

Erikoislujien terästen kehitys on viime vuosina painottunut termomekaanisiin käsittelyihin, joiden optimaalinen ohjaus edellyttää kuumamuokkauksen, toipumisen, rekristallisaation, erkautumisen ja faasinmuutosten vuorovaikutusten syvällistä ymmärtämistä. Haluttuihin ominaisuuksiin pääseminen vaatii huolellista prosessin ohjausta ja asianmukaista laitetekniikkaa. Kurssilla käydään monipuolisesti läpi alan viimeisin teoreettinen tietämys sekä teollisuuden käyttämä valmistustekniikka.

Lujien terästen tutkimus on painottunut Oulun yliopistoon professori Pentti Karjalaisen tutkimusryhmään. Karjalainen on tehnyt pitkän päivätyön metallien tutkimuksessa, mutta on nyt lähestymässä eläkeikää. Tällä kurssilla hänen oppilaansa, yhteistyökumppaninsa ja koko metallurgikunta haluaa osoittaa kunnioitustaan Pentin elämäntyölle.

Kurssi on tarkoitettu terästen tutkijoille niin yliopistossa kuin teollisuudessakin ja kaikille insinööreille, jotka työskentelevät terästen parissa. Tule verestämään tietojasi, oppimaan uutta ja jakamaan kokemuksiasi kollegoittesi kanssa tällä ainutlaatuisella kurssilla.

LISÄTIETOJA:

Markus Hietala, puh. 010 8434 563, markus.hietala@pohto.fi
Pia Viitanen, puh. 010 8434 566, pia.viitanen@pohto.fi

Yhteistyössä:



VUORIMIESYHDISTYS
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.



minaarisyksy Vuorimiehille!



Kaivostoiminta

FinnMateria2010 Seminaarit

23. - 25.11.2010, Jyväskylän Paviljonki

POHTO järjestää FinnMateria 2010-messujen yhteydessä neljä kaivannaisalan asiantuntijaseminaaria.

Avajaisseminaari, 23.11.2010

- Suomen vuoriteollisuuden historia • Palveluliiketoiminnan rajapinnan muutos • Fennovoima - uutta ydinvoimaa • Kestävän energian vallankumous: miten maailman energia tuotetaan ilman kivihiiltä ja ydinvoimaa

Liiketoimintaympäristö, 24.11.2010

- Kaivosteollisuuden liiketoimintaympäristöstä Suomessa
- Kaivosrahoituksen haasteet • Laiva, a new major Gold Mine under construction near Raabe • Ajankohtaista rahoitusmarkkinoilta • Suomesta liiketoimintaympäristönä, eduista ja haasteista • Sandvikin liiketoimintaympäristö

Energia, 24. - 25.11.2010

- Ilmasto ja energiapolitiikan haasteet • Päästökaupparäätelöt vuoden 2010 jälkeen • Ympäristötekniikat ja niiden energiahasteet • High Voltage pulsed power - a breakthrough technology for sustainable material processing • Polttotekniikan mahdollisuudet hiilineutraalissa sähköntuotannossa • Energiapanos talteen kierrätyksessä • Sähkömoottoreiden uudet hyötysuhdeluokitukset ja tulevat rajoitukset sekä taajuusmuuttajilla saavutettava energiansäästö - ABB Oy • Jätepohjainen biokaasu vaihtoehtoisena polttoaineena teollisuudelle - case VamBio

Palveluliiketoiminta, 24.11.2010

- Palveluliiketoiminnan tarjoamat mahdollisuudet ja haasteet • Työturvallisuus verkostoissa • Tuotekehityksestä tuotteiden ja palveluiden yhtäaikaiseen mittaamiseen • Case Witraktor • Ulkoistaminen, Case Efora • Varaosapoolin hyödyt - Case ABB moottoripalvelusopimus • Verkostoliiketoiminta, kumppanuustoiminta • Palveluliiketoiminta Outotecissä

LISÄTIETOJA:

Vesa Timonen, puh. 010 8434 561, vesa.timonen@pohto.fi
Pia Viitanen puh. 010 8434 566, pia.viitanen@pohto.fi

Yhteistyössä:



Kaivannaisalan esimiesten koulutusohjelma

13.10.2010 - 25.3.2011, Oulu

Koulutus antaa mahdollisuuden oppia kaivannaisalan esimiestehtävissä tarvittavat esimiestaidot, huomioiden osallistujien lähtötilan sekä kaivannaisalan yritysten tarpeet.

Koulutusohjelma on kokonaisuutena suunnattu kaivannaisalan uusille esimiehille, joilla ei ole koulutusta alan esimiestehtäviin. Alalla toimineet kokeneet esimiehet voivat osallistua halutessaan valitsemiinsa yksittäisiin koulutusjaksoihin.

Koulutuksen lähiopetusjaksot:

Työn organisointi ja johtaminen

- 13. - 15.10.2010
- Alkutuotanto-prosessin suunnittelu ja resurssointi
- Työnjohtajan rooli
- Projektien hallinta

Esimiehen oikeudet ja vastuut

- 15. - 17.12.2010
- Lainsäädäntö ja sopimukset
- Työsuojelu, turvallisuus, laatu ja ympäristö

Kannattavuus ja kustannushallinta

17. - 18.2.2011

Vuorovaikutus ja viestintä

- 24. - 25.3.2010
- Itsetuntemus ja oma vuorovaikutustyyli
- Esiintymistaito
- Ristiriitatilanteiden ratkaisu

Lisäksi koulutukseen sisältyy 2-4 etäopiskelupäivää.

LISÄTIETOJA:

Pekka Pennanen, puh. 010 8434 516, pekka.pennanen@pohto.fi
Pia Viitanen puh. 010 8434 566, pia.viitanen@pohto.fi



www.pohto.fi - asiakaspalvelu@pohto.fi

Pysy liikkeessä

Paakkola Conveyors Oy tarjoaa korkealaatuista ja asiantuntevaa osaamistaan kuljetinjärjestelmien ja kuljetintoimitusten suunnitteluun ja toteutukseen.

Yksilöllisesti suunnitellut kuljetinjärjestelmät toimivat tiiviinä tuotannon osina. Ne ovat sekä toimintavarmoja että turvallisia kokonaisuuksia raskasteollisuuden vaativaan käyttöön. Paakkola vie tuotannon tehokkuuden seuraavalle tasolle.

Suunnittelusta toteutukseen.

Paakkola Conveyors Oy

- Itäpuolentie 387 B • 95300 Tervola
- Tel. +358 (0)207 280 600 • Fax +358 (0)16 437 877



www.paakkola.com

Robit[®] ROCKTOOLS

Luotettavat kotimaiset porausratkaisut

Tervetuloa

EXPRESS

noutopisteeseen

(Kytinkatu 6 C, Kerava - p. 040 550 5505)



www.robif.fi Vikkiniittyntie 9, 33880 Lempäälä • p. (03) 3140 3400 • robif@robif.fi



Veikko Lindroos siirtyi emeritukseksi TKK:n metalli- ja materiaaliopin professorin virasta vuonna 2003, mutta on säilyttänyt asemansa alansa eturivin osajana ja vaikuttajana. Vuorimiespiireissä hänet tunnetaan ihmisenä, joka pelkällä olemuksellaan saa vastapuolen kiireisesti päivittämään etikettituntemuksensa. Tutkijana hänet kuvataan ennakkoluulottomana, periksi antamattomana, innostavana, isoja yhteyksiä näkeväenä ja ymmärtävänä. Hänen entinen oppilaansa Hannu Martikainen, Emtele Oy:n toimitusjohtaja, esitti Veikko Lindroosin kunniaksi järjestetyssä seminaarissa lokakuussa 2003 hänestä osuvan arvion: *"Hän on monessakin suhteessa kaukana keskiarvoista. Toisaalta innovatiivinen toisaalta hänellä on muodolliset tavat toimia, ns. insinöörin sabluuna. Toisaalta hän on pedanttisen tai tieteellisen tarkka toisaalta suurpiirteinen"*.

Teksti **Bo-Eric Forstén**

Veikko Lindroos – *hillitty monitoimimies*

Meidän yrityksemme luoda Materian lukijoille Veikosta henkilökuva vetoaa kohteen suurpiirteisyyteen, tästä tekstistä tieteellinen tarkkuus on kaukana. Näin Veikko vastasi kysymyksiimme:

Olet useamman kerran asettanut professorina toimimisen yrittämisen edelle. Miksi?

"Minun ajatusmaailmassani professori asettaa työssään omat odotuksensa ja veloitteensa ja pystyy omalla toiminnallaan saavuttamaan onnistumisen mukanaan tuoman tyydytyksen. Saa paljolti itse päättää mitä tekee ja pääsee kokeilemaan omia rajojaan.

Ne yritykset, jotka olen itse perustanut tai ollut mukana perustamassa, ovat paljolti olleet tuohon aikaan oleellisia ja välttämättömiä välineitä viedäkseeni tutkimustuloksia ja niihin perustuvia innovaatioita vientituotteiksi ja sitä kautta sadoiksi korkean teknologian työpaikoiksi Suomessa.

Esimerkiksi Okmetic Oyj:tä ei olisi tänään olemassa ilman, että perustimme Puolijohdemetallurgia Oy – Semiconductor Metallurgy Ltd:n, samaten kuin ei myöskään olisi kehittyneeseen piitauriteknologiaan perustuvaa jännitysmittauslaitteistoa, joka on globaalisti teknologia- ja markkinajohtaja,

ilman Mexpert Instrument Technology Ltd:n (MIT) perustamista".

Miten professori vastaanotetaan Suomessa?

"Ymmärtääkseni professorin virkaa pidetään yleisesti arvossa. Muistan laboratoriossamme 1970-luvulla vuoden ajan vierailleen Fulbright-professorin, joka kertoi, että Amerikan suurlähetystön perehdyttämiskurssilla heille opetettiin, että Suomessa professori tulee suoraan Jumalan jälkeen".

Mikä on mielestäsi opettamisen lisäksi professorin tärkein tehtävä?

"Opettamiseen liittyvän tutkijan-koulutuksen jälkeen, professorin keskeinen missio on ihmisen, luonnon ja ympäristön hyvinvoinnin edistäminen kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti, uutta tietoa luovan oman ja tutkimusryhmänsä tutkimustyön kautta. Siihen liittyen minun tehtäväni on lisäksi välittää korkeakoulussa opimiani asioita yrityksiin ja vastaavasti viedä yritysmaailmasta hankkimani tieto yliopistoon".

Montako tekniikan taitajaa olet vuosien aikana luotsannut työelämään?

"Niiden 33 vuoden aikana, jotka toi-

min professorina, johdollani valmistui useita satoja alan diplomi-insinöörejä, muutamia kymmeniä tekniikan lisensiaatteja ja parikymmentä tekniikan tohtoria".

Moniko heistä on vahvistanut professorikuntaa?

"Minulle väitelleistä kuusi tohtoria toimii (tai on toiminut) professorina Suomessa tai ulkomailla: *Jorma Kivilah-ti* (TKK), *Hannu Hänninen* (TKK), *Kari Törrönen* (EU, Joint Research Centre, the Netherlands), *Matti Korhonen* (Cornell University, USA), *Simo-Pekka Hannula* (TKK/VTT) ja *Eero Ristolainen* (TTY)".

Miten sinun välittämäsi opit ovat taivoittaneet yritykset?

"Suuri osa entisistä oppilaistani toimii tänään vaativilla posteilla yritysmaailmassa. Tässä muutama nimi: *Pekka Erkkilä*, *Peter Sandvik*, *Mauri Veistinen*, *Hannu Martikainen*, *Markku Tilli*, *Ari Juva*, *Mikko Montonen*, *Lasse Suominen*, *Mikko Talvitie*, *Jari Liimatainen*, *Kari Blomberg*, *Pekka Pokela*, *Kjell Forsén*".

Olit mukana luomassa Okmetic'in. Minkälaiset intressit sinulla on yrityksessä tänään?

"Omistan listautumisen yhteydessä

hankittuna 200 Okmetic'in osaketta, joka oli listautumisen minimimäärä. Iloitsen siitä, että Okmetic on menestynyt ja tulee jatkossakin menestymään, erityisesti MEMS-kiekkojen johtavana valmistajana maailmassa".

Mitä sait palkkioksi siitä vuosien työstä, jonka teit yrityksen perustamisen edestä?

"Hyvin suuren tyydytyksen siitä, että pieneen Suomeen pystyttiin luomaan tällainen huipputeknologiaa edustava teollisuusala".

Olet myös ollut mukana magneettisten materiaalien tuotteistamisessa. Mikä kuvio se on?

"1980-luvulla metalliopin laboratorio yhdessä Outokummun kanssa tutki ns. neo-magneettien valmistusta, ominaisuuksia ja käyttöä. Sen tuloksena perustettiin Outokumpu Magnets Oy, josta myöhemmin MBO-järjestelyjen kautta tuli Neorem Magnets Oy. Yrityksen toimitusjohtajana ja osaamistajana toimii entinen oppilaani tekn. tri *Mauri Veistinen*. Tänään yhtiö on osa maailman johtavaa magneettivalmistajaa, saksalaista *Vacuumschmelze GmbH&Co:ta*".

Metallimatriisi-komposiittimateriaalit ovat myös sinulle läheisiä. Mitä niistä?

"Metalliopin laboratorio on ollut eräiden muiden yliopistojen ja tutki-

muskeskusten kanssa kehittämässä uutta materiaalitekniikan alaa "metallimatriisipohjaiset komposiittimateriaalit", joka on avannut aivan uusia ulottuvuuksia kulumiskestävyyden ja korroosiokestävyyden suhteen. Hankkeen yhteistyöpartnerina on *Metso Materials Technology Oy*, jonka toimitusjohtajana on entinen oppilaani tekn. tri *Jari Liimatainen*".

Mistä sinun kiinnostuksesi ympäristötekniikkaan on peräisin?

"Olin 1970-luvulla jäsenenä valtiovallan asettamassa komiteassa, jonka tehtävänä oli kehittää keinoja ja menetelmiä säästeliäästi luonnonvaroja kuluttavan teknologian kehittämiseksi. Komitea suositteli mm. ympäristöministeriön perustamista Suomeen. Ministeriö perustettiin 1.10.1983. Perustamisen yhteydessä pidettiin upouden ympäristöministerin *Matti Ahteen* johdolla ministeriön aloitusseminaari *Dipolissa* ja minulla oli kunnia toimia tilaisuuden juhlapuhujana. – Pitkäaikainen toimintani ympäristötekniikan alalla sai kollegani prof. *Kaj Liliuksen* osastonjohtajakautenaan lanseeramaan minulle uuden tittelin, *Suomalaisen ympäristötekniikan isä*".

...ja vielä loppukevennykseksi

Vuorimiesten kesken sinut tunnetaan esitelmöitsijöiden *Help Desk*'inä –

pystyt aiheesta kuin aiheesta esittämään perusteltuja kysymyksiä. Mistä sellainen taito?

"Olen maailmalla tutustunut erilaisiin keskustelukuluttuureihin. Suomesta sellainen oikeastaan puuttuu. Olen oppinut, että paljon on kiinni ensimmäisestä kysymyksestä. Suomessa se saattaa jäädä kokonaan asettamatta. Jos näin näyttää käyvän, lähdän apuun. Olen tottunut analysoimaan asioita niin, että kysyttävää aina löytyy. Jos itse toimin puheenjohtajana saatan samalla kun julistan sanan vapaaksi todeta, että "sillä välin kun te muut mietitte, minulla olisi tällainen kysymys...". ▀

Aalto ja viulunsoittaja

Veikko Lindroos on sivustakatsojana mielenkiinnolla ja jännityksellä seurannut minkälaisiin resurssihin Aalto-yliopiston ympärillä vellova valtava innostus johtaa. "Otaniami on ollut minulle upea työpaikka ja toivon, että syntyy hyvä lopputulos. Ettei käy niin kuin miehelle, joka puhui aina viulunsoitosta todeten, että kun vaan olisi viulu. Loppujen lopuksi kaveriporukka keräsi rahat ja osti hänelle viulun. Sen jälkeen valitusvirsi kuului: kun vaan osaisi soittaa". Uskon vakaasti siihen, että Aalto-yliopiston merkittäviksi kasvavilla resursseilla "Aalto-yliopiston orkesteri tulee soittamaan itsensä stradivariuksillaan upeasti yliopisto-orkesterien globaaliin eturiviin". ▀

Kutsetin miehestä tulikin metalliopin professori

Veikko Lindroos, syntynyt 1938, on kasvanut ja käynyt koulu *Imatrala*. Sieltä hän myös ensimmäiset työkokemuksensa hankki.

"Aloitin työurani kaksitoistavuotiaana vetämällä nautoja omakotitalon rakennustyömaan puretuista betonilautoista ja oikaisemalla naulat. Palkkani oli 22 penniä tunnissa. Iso raha pienelle pojalle", muistelee *Veikko*.

Veikon isä *Yrjö* toimi ylityönjohtajana *Enso-Gutzeitin* *Kaukopään* tehtaalla ja isän työpaikka veti myös poikaa puoleensa.

"Pääsin sinne kesätöihin. Olin mukana huoltamassa soodakattilaa. Muistona niiltä ajoilta minulla on nuoremman viilarin pätevyys. Myöhemminä kesinä toimin myös voimalaitoksen vuoromestarina".

Tätä taustaa vasten oli luonnollista, että *Veikko*, kirjoitettuaan yliopilaaksi, lähti Helsinkiin *TKK*:lle opiskelemaan puunjalostusta.

Gutzeit piti "miehestään" huolta myös tämän ryhdyttyä opiskelijaksi järjestämällä hänelle kesäharjoittelijan paikan *Combustion Engineering Inc*:in rakentaman höyryvoimalaitoksen ylösajossa *Tampassa Floridassa*; harjoittelu ulkomailla tuohon aikaan 1961 oli varsin harvinaista.

Palattuaan USA:sta *Veikko*, joka jo ennen opiskelujensa alkua oli mennyt naimisiin *Eiransa* kanssa, arvioi kuitenkin asioita uudesta näkökulmasta.

"Olin tutkinut valmistusaikojen tilastoja ja ne osoittivat, että puunjalostusinsinööriksi valmistuu noin kahdeksassa vuodessa. Sen sijaan vuoriteollisuusosastolla keskimääräinen valmistusaika oli 5,5 vuotta. Perheellisenä päätin vaihtaa puun metallieihin. Luokkatoverini *Juhani Pohjolainen* teki päinvastoin ja eteni *Enso-Gutzeitin* varatoimitusjohtajaksi".

Vuoriteollisuusosastolla professori *Heikki Miekk-ojasta* tuli *Veikon* oppi-isä, ja *Veikko* kotiutui nopeasti Metalliopin laboratorioon. Ensin tuntiassistenttina ja sitten opetusassistenttina. Diplominsa hän suoritti vuonna 1965. Työn aihe, erilliskiteiden kasvatusta, vei hänet alueelle, jolla hän on tiedemiehenä ja vaikuttajana niittänyt mainetta kansainvälisillä kentillä. Jatkoa seurasi vuonna 1968 kun hän, *Outokumpu Oy* Säätiön väitöstyöstipendiaattina, suoritti lisensiaattitutkintonsa ja väitteli samana vuonna tohtoriksi aiheenaan dislokaatiot.

Kesällä 1970 *Veikko* nimitettiin kutsusta metalliopin apulaisprofessoriksi ja vuosi myöhemmin hänestä tuli metalliopin vt. professori, *Heikki Miekk-ojan* jäädessä virkavapaalle. *Heikki Miekk-ojan* jättäessä 1972 sairastuttuaan viran, professori muutettiin käsittämään myös muita materiaaleja kuin metallit.

Kaksi vuotta kestäneen täyttöprosessin jälkeen *Veikko* nimitettiin metalli- ja materiaaliopin professoriksi 14.6.1974. Tämän tehtävän hän hoiti aina siihen saakka kun täytti 65 vuotta 31.10.2003. Emerituksena hän on ehtymättömällä tarmolla jatkanut työtään alansa eturivin vaikuttajana.

"Voi sanoa, että olen pysynyt hyvin aiheessa. Viime kesänä minulle tuli 40 vuotta täyteen professorina *TKK*:lla. Kaikkina näinä vuosina dislokaatioiden muodostuminen ja käyttäytyminen ovat olleet kuvassa mukana tavalla tai toisella", toteaa entinen paperimiehen alku, joka tänään tunnetaan maailmalla piikiekkojen, neomagneettien ja metallimatriisikomposiittien erikoisasiantuntijana. ▀

BEF

Tutkija ja teollisuusmies Itä-Suomesta



Hyvän tutkijan ominaisuuksiin kuuluu kyky analysoida eteen tulevia asioita laajalla spektrillä, nähdä mahdolliset kehityssuunnat ja arvioida niiden toimivuus. Näitä tutkijankykyjään Veikko Lindroos on nuoruudestaan lähtien soveltanut myös yritysmaailman puolella. Hän on ollut mukana monien yritysten perustamisessa, mutta hän ei ole jäänyt odottamaan mammonan satelemista, vaan on vetäytynyt takaisin tutkijanmaailmaansa viimeistään silloin, kun yritys on saavuttanut rutiinitason.

Teksti ja kuva **Bo-Eric Forstén**

Yrittämisessä Veikko on tehnyt tiivistä yhteistyötä häntä viisi vuotta vanhemman veljensä Leon kanssa. Veljesten liikemiesura sai alkunsa Imatralla jo 1960-luvulla. Parivaljakon toiminta herätti paikkakunnalla huomiota ja myös kunnioitusta. He työllistivät myös virkamieskoneistoa ja kaupungin teollisuusasiamies *Tapio Suni* keksikin heille kutsumanimen "Itä-Suomen teollisuusmiehet".

Muotekno Oy

Veljesten yrityshautomo sai alkunsa Ruokolahdella toimineen lujitemuovialayrityksen konkurssipesän ostamisesta. He perustivat oston jälkeen kahden muun henkilön kanssa vuonna 1969 Muotekno Oy:n Imatralla, jossa Leo toimi toimitusjohtajana ja Veikko hallituksen puheenjohtajana. "Muistan, että kesäloman aikana normitin tuotteet ja veljeni selvitti tuotannon modernin organisoinnin. Neuvottelimme Imatran kaupungin kanssa ajanmukaisten toimitilojen rakentamisesta ja vuokraamisesta yrityksemme käyttöön". Yhtiöstä kehittyi alueen merkittävä työllistäjä sekä monelta osin teknologia- ja markkinajohtaja Suomessa.

Toiminnan verrattain alkuvaiheessa Oy Huber Ab teki ostarjouksen Muoteknosta, joka neuvotteluvaiheen jälkeen sitten myytiin Huberille siten, että Leo jatkoi edelleen toimitusjohtajana ja Veikko hallituksen jäsenenä, Huberin toimitusjohtajan, vuorineuvos Claes Wahlberg'in toimiessa hallituksen puheenjohtajana. Huber pääsi sitä kautta kiinni teolliseen tuotannolliseen toimintaan, jota se oli pitänyt strategisena tavoitteenaan. Myöhemmin Huber puolestaan myi yrityksen Neste Oy:lle ja tänään Muotekno on osa Plastilon-konsernia, joka on nykyisin yksi merkittävimmistä alan toimijoista Euroopassa.

Scanpaja Oy

Muoteknon jälkeen vuonna 1976 veljekset perustivat yhdessä kahden muun henkilön kanssa teollisuuden kunnossapitopalveluihin erikoistuneen konepajayrityksen Imatralla. Leo toimi toimitusjohtajana ja Veikko hallituksen puheenjohtajana. Kuten aiemmin Muoteknossa, niin samoin Scanpajan osalta neuvoteltiin Imatran kaupungin kanssa asianmukaisten toimitilojen rakentamisesta ja vuokraamisesta konepajan käyt-

töön. Konsepti oli hyvä ja yritys menestyi Kaakkois-Suomen talousalueella.

Insinööritoimisto Mexpert Oy – Mexpert Consulting Engineers Ltd

Veikon tultua nimitetyksi Teknillisen korkeakoulun professoriksi hän alkoi saada kasvavassa määrin pyyntöjä suomalaiselta teollisuudelta (kuten Neste, Wärtsilä, Imatran Voima, Rauma, Valmet, Helsingin ja Espoon kaupunkien energialaitokset, Tamrock, Sandvik, jne) erilaisista vaativista materiaalitieteellistä asiantuntijatehtävistä. Tämän suomalaiselle teollisuudelle tärkeän asiantuntijatoiminnan organisoiminen siten, että se nivoutui tarkoituksenmukaisella ja Veikon korkeakoulun toimintaa tukevalla tavalla, perustettiin Insinööritoimisto Mexpert Oy vuonna 1979. Yrityksessä toimi taitavia materiaaliosajia – lähinnä Veikolta valmistuneita oppilaita. Lisäksi hankittiin nykyaikaiset tutkimuslaitteistot, mm. näytteenvalmistuslaitteet, rakennetutkimusvälineistöä, lämpökäsittelyuuneja, mekaanisten ja kemiallisten (potenttiostaatti) ominaisuuksien mittausvälineistöä. Kun Otaniemen teknologiakylä (Otaniemi Science Park) perustettiin

1980-luvulla niin teknologiakylän hallitus kutsui ja hyväksyi ensimmäisten yritysten joukossa Insinööri- ja Mexpertin Otaniemen teknologiakylän high-tech yritysten joukkoon.

Mexpert Instrument Technology (MIT) Ltd

MIT perustettiin Mexpertin tytäryhtiöksi vuonna 1985 Veikko Lindroosin ja Matti Korhosen 1970-luvulla kehitetyn röntgendiffraktioon perustuvan jäännösjännitysten mittaustekniikan ympärille. Moderniin piianturipohjaiseen röntgensäteiden detektointiin perustuva maailmanlaajuisesti patentoitu menetelmä kehitettiin Otaniemen teknologiakylässä vientituotteeksi ja se sai läpimurtonsa ASM:n Materials Technology konferenssin näyttelyssä Chicagossa 1988. Vuonna 1991 MIT myi jännitysmittaustekniikan patentti- ja valmistusoikeudet Outokumpu ryhmälle (Outokumpu Electronics, Outokumpu Instruments). Tänäpäin tämän globaaliksi teknologia- ja markkinajohtajaksi kehittyneen jännitysmittaustekniikan valmistus tapahtuu Vaajakoskella Stresstech-nimisessä yhtiössä, jonka toimitusjohtaja on Veikon entinen oppilas Lasse Suominen, joka



Veikko Lindroos (vas.) ja Markku Tilli tarkastavat Teknillisen korkeakoulun Puolijohdemetallurgisessa projektissa valmistettua piikiekkoa 1980-luvun alussa. Lähde: TIEDE 2000, 1983

toimi MIT:ssa koko laitekehityksen ajan.

Mexpert Environmental Technology (MET) Ltd

1970-luvulla tapahtuneen säästävän teknologian komiteatyöskentelyn jäl-

keen käynnistettiin Veikon ehdotuksesta komitean suositusten mukaisesti ympäristöteknologian opetus Teknillisessä korkeakoulussa. Lisäksi Insinööri- ja Mexpertin eri ministeriöiltä saamiin toimeksiantojen kautta ympäristöteknologia ja kestävään kehitykseen liittyvät kysymykset olivat käyneet Veikolle tutuiksi ja hän katsoi tarkoituksenmukaiseksi perustaa tätä toimintaa varten oman tytäryrityksen. Näin syntyi MET vuonna 1988. MET:n toiminnan pääalueena on alan julkaisutoiminta. Sen toimesta ovat syntyneet sellaiset kirjat kuin Low and Non-Waste Technology, Environmental High Technology from Finland (kaksi painosta) ja Advanced Environmental Technology from Finland. Näitä kirjoja on painettu yli 20 000 kappaletta, joita 1980- ja 90-luvulla valtiovalta toimitti teollisuusministeri- ja kaupallisten siltteerien verkostonsa kautta eri puolilla maailmaa. Samaten nämä kirjat olivat tuona aikana vakiomateriaalia, jota tasavallan presidentin ja ministereiden (pää-, ulko-, ympäristö-, ja kauppa- ja teollisuusministeri) matkaseurueet ja kauppavaltuuskunnat veivät ulkomaan vierailuillaan kohdemaidensa isännille.▲

Piikiekkojen menestystarina – mutta tuhkimotarina jäi viittä vaille

”Edellyttäen, että Suomessa olisi aikoinaan saatu tehtyä päätöksiä hieman onnellisempien tähtikuvien alla, pidän täysin mahdollisena, että olisimme voineet kokea piiteknologiapohjaisen Nokia-ilmiön maassamme reilut 10 vuotta aikaisemmin – jolloin räjähdysmäisesti kasvavan alan momentum-vipuefetti koki maksimivuosiensa – kuin kännykät-pohjaisen Nokia-ilmiön”, toteaa Veikko Lindroos, joka jo kesällä 1973 laati tutkimusehdotuksen puolijohdemetallurgisen tuotannon aloittamisesta Suomessa. Piikiekkojen tuotanto maassamme aloitettiin vuoden 1987 alussa Okmetic’in toimesta.

Tässä yhteenveto Veikon kertomuksesta siitä, miten asia eteni näiden neljätoista vuoden aikana eli siitä miten yhteistyö sen ajan ”Innovaatio-Suomen” osapuolten välillä käytännössä toimi:

* Tapasin KTM:n ylijohdajan Pekka Rekolan ja teollisuusneuvos Pekka Malisen elokuussa 1973 ja esittelin heille ehdotukseni. He olivat periaatteessa varsin kiinnostuneita ja kehottivat jatkamaan siten, että teollisuudesta saataisiin yrityksiä hankkeeseen mukaan. Sovin neuvottelusta vielä samassa kuussa Outokummun johdon kanssa. Näihin osallistuivat mm. vuorineuvos Jorma Honkasalo, pääjohtaja Kauko Kaasila, varatoimitusjohtaja Pentti Rautimo, professori Pekka Rautala, johtaja Lauri Saari ja johtaja Tapio Tuominen. Vastaanotto oli kiinnostuneen myönteinen kuitenkin niin, että Outokummun mukaan Valtiovallan pitäisi toimia päärahoittajana, kun oli kysymys kokonaan uuden teolli-

suudenalan rakentamisesta Suomeen.

Vuosina 1974–75 seurasi useita neuvottelukierroksia akselilla KTM-teollisuus-Sitra. Niiden lopputuloksena oli KTM:n kiteyttämä päätös: ”Hanke ei saa penniäkään korkeakoulupohjaista tutkimusavustusta eikä muutakaan rahoitusta ennen kuin hankkeessa on mukana yritysosapuoli, jonka tarkoituksena on käynnistää puolijohdemetallurginen tuotanto Suomessa”.

Kun KTM oli tällä tavoin paaluttanut hankkeen jatkoperiaatteen, perustimme vuoden 1976 lopussa Metallioopin laboratorion henkilöstön ja veljeni Leon kanssa Puolijohdemetallurgia Oy – Semiconductor Metallurgy Ltd -nimisen yhtiön. Yhtiön toimialaksi merkittiin ”piierilliskiteiden kasvatus ja piikiekkojen valmistus”. Yhtiön perustajajäseninä olivat Metallioopin laboratorionista minun lisäksi Jaakko Anttila, Jorma Kivilahti, Eino Poutiainen, Eero Ristolainen ja Markku Tilli sekä laboratorion ulkopuolelta

veljeni Leo Lindroos ja Scanpaja Oy Imatralta.

Imatran kaupunki oli luvannut rakentaa ja vuokrata yhtiölle toimitilat.

Lukuisten neuvottelujen tuloksena kiteytyi rahoituskonsortio, jonka puheoikeutta käytti Teollistamisrahasto Oy. Käsitellessään rahoitusuunnitelmat konsortio toivoi hankkeeseen mukaan Puolijohdemetallurgia Oy:n lisäksi jonkin muun tai jotkin muut suomalaiset teollisuusyritykset.

Tämän ehdotuksen mukaisesti käynnin uudelleen Outokummun puoleen. Neuvottelujen päätteeksi vuorineuvos Honkasalo kysyi "Oletteko valmiit myymään Puolijohdemetallurgia Oy:n Outokummulle". Ilmoitin edustavani ainoastaan osaa yhtiön osakkeenomistajista, mutta uskon asian saavan myönteisen vastaanoton. Jatkoneuvotteluissa Outokumpu ehdotti, että ennen ostoa tehdään yhteinen tutkimusohjelma, jossa korkeakouluvetoisesti tutkitaan ja selvitetään puolijohdemetallurgisen tuotannon aloittamisen edellytykset Suomessa.

Neuvotteluja yhteisestä tutkimusohjelmasta käytiin useampien yritysten kanssa. Mukaan lähtivät Outokumpu Oy, Nokia Oy, Salora Oy ja Aspo Oy. "Puolijohdemetallurgisen tuotannon aloittaminen Suomessa" -ohjelman rahoituksesta vastasivat KTM, TKK ja edellä mainitut yritykset. Kolmen vuoden kovan työn jälkeen kunkin neljän yrityksen tuli ottaa kantaa siihen, ovatko ne valmiit aloittamaan piikiekkujen tuotannon Suomessa. Aspon toimitusjohtaja Antti Piippo perusteli eri tavoin miksi Aspo ei lähde tuotannolliseen toimintaan mukaan. Samoin Saloraa edustanut johtaja Heikki Ihantola ilmoitti, ettei hänenkään yhtiönsä ollut siihen valmis. Sen sijaan Outokummun varatoimitusjohtaja Pentti Rautimo kertoi Outokummun olevan valmis aloittamaan piikiekkujen teollisen tuotannon. Samoin Nokia. Nokian varatoimitusjohtaja Kurt Wikstedt tosin ilmoitti, että "sain panna kaiken arvovaltani peliin", että Nokian hallitus teki asiasta myönteisen päätöksen.

Outokummun taholta ei enää puhuttu Puolijohdemetallurgia Oy:n ostosta, vaan hanke eteni siten, että Teknillinen korkeakoulu, Outokumpu Oy ja Nokia Oy perustivat yhteistyökonsortion, jossa työnjako toteutettiin siten, että korkeakoulu kehittää yksityiskohtaisen tuotantoprosessin, Outokumpu kehittää yksityiskohtaisen tehdassuunnittelun ja Nokia puolestaan kehittää yksityiskohtaisen myynti- ja markkinointiohjelman. Pentti Rautimon siirtyessä 1980-luvun alkupuolella eläkkeelle, johtaja Olavi

Siltari jatkoi Outokummun edustajana hankkeen valvontaryhmässä sekä myöhemmin perustetun Okmetic Oy:n hallituksessa. Nokian edustajana, Kurt Wikstedt'in varamiehenä, hankkeesta toimi yhtiön kehitysjohtaja Pauli Immonen.

Tämän jälkeen Outokumpu Oy ja Nokia Oy perustivat 1985 piikiekkoja tuottavan yhtiön Okmetic Oy:n. Nimi Okmetic (*Outokumpu Metallurgy for Integrated Circuits*) koostuu lyhenteistä OK = Outokumpu, MET = Metallurgia ja IC = Integrated Circuits. Okmetic'in ensimmäinen tuotantolaitos valmistui vuonna 1987 Espoon Mankkaalle.

Vuorineuvos Pertti Voutilaisen mukaan, joka 1970-luvulla oli toiminut konsernin yrityssuunnittelusta vastaavana johtajana ja 1980-luvulla oli konsernin toimitusjohtaja, Outokumpu selvitti ja pohti 1970- ja 80-luvuilla tulevaisuuden strategiaansa olosuhteissa, joissa sen malmivarat ehtyivät ja kaivos-toiminta supistui. Tätä taustaa vasten sekä piikiekkujen tuotanto että kestopagneettien valmistus nähtiin sellaisiksi uusiksi teollisiksi toiminnoksi, jotka loisivat uutta jalostusarvoa. Näiden toimintojen strategista valintaa vahvistaa, käsitykseni mukaan, vielä osuava osaamisen strategia; sekä piikiekkujen että magneettisten materiaalien valmistuksessa tarvitaan juuri niitä fysikaalisen metallurgian ja materiaalitieteen sekä prosessimetallurgian perusilmiöiden osaamista, jotka sekä korkeakoulussa ovat ja olivat maailman huippua.

Tänään Okmetic Oyj on hyvinvoiva ja arvostettu Tasavallan Presidentin vientipalkinnolla palkittu pörssi-yhtiö. Okmetic on maailmanlaajuisesti alan-



Okmetic'in prosessoija tutkii piikiekkoa yhtiön Vantaan tehtaassa tuotannollisessa puhdistilassa. Kuva Okmetic Oyj

sa teknologia- ja markkinajohtaja ns. MEMS-kiekkujen valmistajana (*MEMS, Micro-Electro-Mechanical -Systems*).

Tämä lopputulos lämmittää sydäntäni, koska Okmetic'issa kiteytyvät kaikki ne vuonna 1973 käynnistyneet toiveet, odotukset, ankara työ ja puserus Suomen raivaamisessa tiensä teknologian globaalin eturiviin. Lisälämpöä sisimpääni tuo tietoisuus siitä, että Okmetic'issa, kuin myös muissa piitekniologian alan yrityksissä, on lukuisia erinomaisen osaavia ja lahjakkaita entisiä oppilaitani, pelkästään Okmetic Oyj:n kahdeksan hengen johtoryhmästä heitä on puolet. ▴

BEF

Lähipiirijattelua

Kun katsoo taaksepäin, ensin opintoja TKK:ssa ja sen jälkeen tähän mennessä 40 vuoden jaksoa professorin tehtävissä, niin lähiympäristön merkitys tässä työssä korostuu entisestään. Tähän lähipiiriin kuuluvat ensimmäinen vaimoni Eira, joka 1990-luvulla viisi vuotta syöpää vastaan kestäneen taistelun jälkeen menehtyi oltuamme 32 vuotta naimisissa, sekä tyttäremme Maarit ja Johanna perheineen. Nykyisen vaimoni Eevan kanssa meillä on neljästoista vuosi avioliitossamme menossa. Tälle ydinjoukkueelle, jonka kanssa olen kokenut työelämän ja elämän tyrskyt ja tyvenet, olen sydämestäni kiitollinen. – Varsinaiselle työelämäni lähipiirille, korkeakoulu – teollisuus – valtiotalta, sekä ystäville, olen esittänyt arvostavat kiitokseni "Materiaaliosaaminen tänään ja huomenna"-seminaarissa lokakuussa 2003, jolloin siirryin emeritustehtäviin. ▴



UMK syntyä harkittuna tekona

Uusien materiaalien keskus (UMK) – Center for New Materials (CNM) on yksi Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun erillislaitoksista.

Toiminta-ajatuksensa keskus ilmoittaa seuraavasti:

”Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun Uusien materiaalien keskus, UMK, on maamme johtava materiaalitieteen ja -teknologian osaamiskeskittymä, jossa yhdistyvät Teknillisen korkeakoulun 11 laitoksen ja noin 600 tutkijan poikkitieteellinen asiantuntemus, joka edustaa kaikkia neljää tiedekuntaa. Teknillisen korkeakoulun vahva luonnontieteellinen osaaminen luo erinomaisen pohjan eri materiaalitieteen tutkimusalueille, muun muassa nanoteknologiassa.”

Teknillisen korkeakoulun hallitus perusti UMK:n vuonna 2002. Virallisesti hanke keskuksen perustamisesta käynnistyi elokuussa 1998 järjestetyn TKK:n 150. juhluvuoden teemaseminaarin

”Materiaalikehitys uuden teknologian veturina” yhteydessä. Seminaarin järjestäjänä oli *Veikko Lindroosin* johtama metalli- ja materiaaliopin laboratorio. Veikon päässä idea keskuksen tarpeellisuudesta oli muhinut jo kauan.

Ennen juhlaseminaaria hän oli varmistunut teollisuuden ja rahoittajien kiinnostuksesta hankkeeseen.

”Aloitin vuorineuvos *Jyrki Juuselasta*, joka lounaskeskustelumme päätteeksi totesi ’Jos teiltä valmistuvat kaverit osaavat kaiken sen mitä olet kuvannut, niin kyllä ne varmasti kelpaavat myös Outokummulle töihin.’ Järjestin myös yhdessä *Pekka Ketosen* (Vaisala) kanssa keskustelutapaamisen pääjohtajien *Reijo Vihkon* (Suomen Akatemia) ja *Martti Mäenpään* (Tekes) kanssa. Molemmat puolsivat Jyrkin tavoin hanketta.”

Juhlaseminaarissa nimettiin Veikon ehdotuksesta hankkeelle valmistelutyöryhmä, jonka jäseniksi oli kutsuttu toimitusjohtaja *Pekka Ketonen*, *Vaisala*

Oyj (puheenjohtaja), vararehtori *Antti Räisänen*, TKK, ylijohtaja *Martti af Heurlin*, Tekes, tutkimus- ja kehitysjohtaja *Jussi Asteljoki*, Outokumpu Oyj, johtaja *Juhani Kuusi* Nokia Tutkimuskeskus, varatoimitusjohtaja *Asko Vehanen*, Okmetic Oyj, kehityspäällikkö *Heikki Kuisma*, VTI Hamlin Oy, toimitusjohtaja *Mauri Veistinen*, Neorem Magnets Oy, teknologiajohtaja *Hannu Martikainen*, Rauma Oyj, ylijohtaja *Jarl Forstén*, VTT, professori *Veikko Lindroos*, TKK ja *TkT Mikko Talvitie*, Metalliteollisuuden keskusliitto ry (sihteeri).

Valmisteluryhmä ja sen erillinen työvaliokunta työskentelivät tiiviisti 8 kuukauden ajan ja luovuttivat loppuraportin 9.4.1999 rehtori *Paavo Uroselle*. Tämän jälkeen hanke valmisteltiin korkeakoulun valmistelu- ja päätöksentekojärjestelmän mukaisesti, jonka jälkeen korkeakoulun hallitus hyväksyi sen 2001 ja keskus perustettiin 2002. ▀

BEF

Kansainvälinen kirjaoprosjekt

Huhtikuussa Veikolla oli yhdessä 73 kollegan kanssa ympäri maailmaa syy juhliä. Silloin alan tutkimuksen, opetuksen ja teollisuuden apuvälineeksi ilmestyi käsikirja *”Handbook of Silicon Based MEMS Materials and Technologies”*. Teokselle povataan klassikon asemaa, mihin viittaa siihen jo etukäteen kohdistunut laaja mielenkiinto.

”Meille suomalaisille kirja on erityisen merkittävä. Se, että meiltä tiedusteltiin onko meillä halua organisoida ja toteuttaa tällaista projektia, osoittaa, että Suomea pidetään piiteknologisen osaamisen luvattuna maana. Suomalainen MEMS-osaaminen, erityisesti Aalto-yliopistossa ja VTT:llä, sekä Nokia, Okmetic ja VTI Technologies ovat näillä areenoilla pitäneet Suomea hyvin esillä”, toteaa *Veikko Lindroos*, joka on toiminut toteuttavan editoriryhmän johtajana. Ryhmän muina jäseninä ovat olleet *Markku Tilli* Okmetic’ista, *Ari Lehto* Aalto-yliopistosta ja *Teruaki Motooka* Kyushu’n yliopistosta, Fukuokasta Japanista.

Suomen vahva panos alan kehittämisessä ilmenee myös siinä, että 73 valitun chapter-kirjoittajan joukossa on 33 suomalaista.

Veikolle henkilökohtaisesti kirjan valmistuminen merkitsee myös jonkinlaista elämänmuutosta.

”Suunnittelu ja valmistelut veivät oman aikansa ennen kuin projekti käynnistyi täydellä voimalla vuonna 2006. Koko emeritusajan kirja on vienyt keskimäärin pari tuntia päivästani. Kirjoittajia kun on ollut ympäri maailmaa ja siten aina on joku ollut hereillä. Meilejä on tullut mihin vuorokauden aikaan tahansa. Yhteensä olen kirjan editoroinnin tiimoilta kirjoittanut ja vastaanottanut noin 3 500 meiliä”.

Kirjan valmistuttua ja tultua ulos painosta viime keväänä Yhdysvalloissa ja Englannissa, kirjan Editorit ovat saaneet postia lähes nelivuotisen urakan päätyttyä myös muilta kirjoittajilta. Näistä erityisesti MEMS-alan globaalin vaikuttajan, ns. Bosch’in prosessin (Bosch DRIE Process) keksijän ja kehittäjän *Dr. Franz Lärmerin* viesti Saksasta (Robert Bosch GmbH), jonka *Veikko* on välittänyt osoitettuna kaikille 73 kirjan kirjoittajalle 12 maassa Euroopassa, Amerikassa ja Aasiassa, on ollut kaikille kirjoittajille palkitsevaa luettavaa: *”Dear Veikko; It was really my pleasure working together with you and your colleagues. You managed the book-project with extraordinary professionalism and dynamics. I can hardly remember that I ever had the opportunity to contribute to such a well-managed book-project. Compliments from my side! Best regards, Franz.”* ▀

BEF



Geotuotteet
Kallionlujitus
Porapaalut ja maa-ankkurit
Tunnelitilojen eristysrakenteet
Mittalaitteet
Liikenneväylätuotteet



Puh. 010 617 0880 www.miranet.fi



Räjähdealan asiantuntija - puh. 0207 440 400 - www.forcit.fi

ARKEOMETALLURGIA

– menneisyyden metallien käytön tutkimus humanististen ja luonnontieteiden voimin

Tutkija **Mikko Moilanen**, Arkeologia, Turun yliopisto

Arkeologia tutkii menneisyyttä ihmisten ja kulttuurien jättämien, etupäässä materiaalisten jäänteiden pohjalta. Vaikka arkeologia on tutkimuskohteensa puolesta humanistinen tiede, on siinä metodologiansa puolesta huomattavan paljon poikkitieteellisyyttä. Arkeologialla on läheinen suhde mm. historiatieteisiin, antropologiaan ja luonnontieteisiin. Arkeologian lähdeaineiston esineellisestä painotuksesta johtuen erityisesti luonnontieteelliset menetelmät ovat tärkeitä aineiston tutkimuksessa ja tulkinnoissa.

Eräs Suomessa melko vähälle huomiolle jäänyt, luonnontieteeseen pohjaavia menetelmiä hyödyntävä arkeologian osa-alue on nimeltään *arkeometallurgia*. Kyseessä on menneisyyden metallurgiaa tutkiva tieteenhaara, jonka perimmäisenä tarkoituksena on tutkia ihmistä ja kulttuureja niiden metallinkäsittelyn jättämien jälkien kautta. Kohteena on metallien elinkaari aina malmien hankinnasta ja jalostamisesta esineiden valmistukseen, käyttöön ja hylkäämiseen. Arkeometallurgia ei rajoitu pelkästään esihistorialliseen aikaan, vaan tutkimuskohteina voivat olla historiallisen ajankin metallit ja niiden käsittely. Perinteisimmillään kuitenkin tutkitaan aikaa ennen kirjoitettuja lähteitä.

Arkeometallurgialle ominaisia tutkimuskysymyksiä ovat metallien koostumus ja alkuperä sekä esineiden valmistustekniikka. Vaikka metalliseppien



Kirjoittajan valmistama viikinkiaikaisen miekan ennallistus, jonka terässä näkyy sepän nimi "Ulfberht". Kokeellisen arkeometallurgian keinoin voidaan tutkia, miten tällaisia miekkoja on valmistettu yli tuhat vuotta takaperin.

valmiit tuotteet nostetaan hyvin usein arkeometallurgian pääasialliseksi lähdeaineistoksi ja tutkimuskohteeksi, ovat tutkimuksen kohteina muutkin arkeologiset, kaikki metallinkäsittelyyn liittyvät aineistot, kuten sulatusuunien jäänteet ja niiden yhteydestä tavattava valmistusjäte eli kuona. Esimerkkejä muista ei-metallisista aineistoista ovat vaikkapa saviset pronsisiseosten ja hopean sulatusupokkaat, valinmuotit sekä ahjojen jäänteet.

Arkeometallurgian menetelmien lyhyt oppimäärä

Metallien arkeologisessa tutkimuksessa käytetyt menetelmät voidaan karkeasti jakaa löytöjä tuhoamattomiin eli non-destruktiivisiin ja tuhoaviin eli destruktiivisiin menetelmiin. Non-destruktiivisia menetelmiä ovat mm. stereomikroskopia sekä röntgenkuvaus, joiden käyttö ei tuhoa löytöä millään lailla. Valitettavasti nämä menetelmät eivät voi vastata ainakaan täydellisesti tyypillisimpiin arkeometallurgian kysymyksiin, kuten millainen metalliseos on kyseessä.

Arkeometallurgialle luonteenomaisempia ovatkin destruktiiviset menetelmät, jotka kajoavat löytöihin vaatimalla näytepalan. Perinteisin näistä menetelmistä on metallografinen tutkimus, jolla pyritään paljastamaan metallin kiderakenne ja määrittelemään sen perusteella metallin tyyppi ja sen käsittelytekniikat. Useimmiten metallografinen tutkimus on yhdistetty alkuaineanalyysiin, jolla selvitetään metallin koostumusta niin ikään näytepalasta. Arkeologisten metalliesineiden tutkimuksessa on käytetty eniten röntgenspektrometriaa, röntgenfluoresenssispektrometriaa, sekä plasma-atomiemissiospektrometriaa.

Fysiikan ja kemian menetelmien lisäksi voidaan hyödyntää mm. geologiaa ja mineralogaa, joiden piirissä vakiintuneita analyysimenetelmiä voidaan käyttää esimerkiksi metallinkäsittelyssä syntyvän jätteen eli kuonan tutkimuksessa. Voidaan pyrkiä esimerkiksi vastaamaan, mistä päin malmi on saatettu kerätä, tai vaikkapa millaisia apuaineita eli juoksutteita on saatettu käyttää metallin pelkistämisen prosessissa.

Geofysikaalisilla menetelmillä kuten magnetometrialla saadaan tietoa

esimerkiksi metallinkäsittelypaikan laajuudesta ja säilyvyydestä ja täten myös arkeologisesta merkittävydestä. Magneettisia mineraaleja sisältävät uunien ja ahjojen savivuorauksen palat sekä kuona voidaan pyrkiä ajoittamaan paleomagneettisella menetelmällä. Arkeometallurgiaan tutkimuskohteensa puolesta lukeutuu myös rautaesineiden radiohiiliajoittaminen rautaan sitoutuneen hiilen avulla, mikä on nyt Suomessakin kokeiluasteella.

Uusin tulokas menetelmien kirjoon on kokeellinen arkeologia, joka voidaan nähdä paitsi omana haaranaan arkeologian sisällä myös eräänlaisena tutkimustyökaluna, joka auttaa minimoimaan virheellisiä hypoteeseja. Metallien parissa on Suomessakin tehty jonkin verran kokeellista tutkimusta, joka paitsi hyödyntää arkeometallurgisten, luonnontieteellisten analyysien tuloksia, mutta myös selittää analyyseissa esiin tulleita asioita ja ilmiöitä. Esimerkiksi raudanvalmistusta ja pronssivalua on Suomessakin tutkittu kokeellisesti.

Luonnontieteellinen ja humanistinen tutkimus yhdistyvät

Humanistisen tieteen tapaan arkeometallurgia pyrkii kytkemään luonnontieteellisen tutkimuksen tulokset osaksi laajempaa kontekstia eli ihmisten ja kulttuurien tutkimusta. Voidaan tehdä johtopäätöksiä esimerkiksi yhteisöjen teknologisen tietämyksen ja osaamisen tasosta, yhteisöjen ekonomiasta, kaupankäynnistä jne. Ideaalilanteessa arkeometallurginen tutkimus voidaan kytkeä mihin tahansa arkeologisen tutkimusprosessin vaiheeseen, kuten tutkimuskysymyksen aseteluun, tutkimuksen suunnitteluun, aineiston ja menetelmien valintaan, kenttätöihin, tulkintoihin ja raportointiin.

Arkeometallurgisten analyysien tarjoamia tuloksia voidaan hyödyntää perinteisessä arkeologisessa tutkimuksessa, jossa pyritään jäsentämään ja tulkitsemaan maasta löydettyä aineistoa ryhmittelevien menetelmien sekä löytöjen levinnän ja määrän perusteella. Luonnontieteellisten analyysimenetelmien käyttö voi paljastaa arkeologisesta, esineluonteisesta löytömaterialista aivan uusia puolia ja täten luoda uudenlaisia näkökulmia ja jopa kumota aikaisempia oletuksia.

Kenties eniten huomiota metallurgian tutkimuksen historiassa on saanut kysymys metalliesineiden paikallisesta valmistuksesta, johon on pyritty monesti vastaamaan ryhmittelemällä esineitä niiden muodon ja koristelutyylin sekä koristelutekniikoiden perusteella. Pai-

kalliset tuotteet on nähty omaleimaisina tai muualla harvinaisina, ja ne saattavat imitoita ulkomaisia malleja ja muotivirtauksia. Tänäkin päivänä vallitseva olettamus on, että päivittäin tarvittavat esineet kuten työkalut ja kotitaloustavarat tehtiin esihistoriallisena aikana paikallisesti kun taas korujen ja erityisesti aseiden on katsottu olleen suurimmaksi osaksi tuontia naapurimaista ja usein jopa kauempaakin.

Arkeometallurgian alaan kuuluvia tutkimuksia tehtiin Suomessa jo 1800-luvun loppupuoliskolla, jolloin analysoitii pronssiesineiden koostumuksia ja yritettiin tätä kautta määrittää esineiden alkuperää. Vasta 1980-luvulta lähtien tutkimus on vilkastunut ja sen kohteet ovat monipuolistuneet. Pronssien ohella alettiin analysoida myös hopeaesineitä huomion kiinnittyessä pronssikauden sijasta rautakautisiin koruihin. Seuraavana vuosikymmenenä kuvaan astuivat valmiiden esineiden ohella myös muutkin lähdeaineistot. Esimerkiksi raudan pelkistyksessä syntyvää kuonaa alettiin tutkia tarkemmin. Rautaisia esineitäkin ryhdyttiin analysimaan, joskin tämä tutkimus on ollut meillä huomattavan vähäistä kansainvälisiin mittapuihin suhteutettuna.

Metallurgisten analyysien tulosten merkittävyttä kuvastaa parhaiten tuore tutkimus viikinkiaikaisista (n. 800–1050 jKr.), sepän tai pajan nimellä "Ulfberht" varustetuista miekoista. Brittiläinen arkeometallurgi Alan Williams on analysoinut Suomestakin löydettyjä miekkoja ja saanut yllättäviäkin tuloksia. Perinteinen oletus on, että kyseisellä sepän tai pajan nimellä koristellut miekanterät olivat aikansa parhaimpia, Manner-Euroopan aseseppien mestaritöitä. Analyysit puolestaan kertovat, että terien laatu on vaihdellut huomattavasti ja osateristä on ollut erittäin huonoja ja jopa taisteluelvottomia. Tämä on johtanut pohtimaan viikinkiajan asetuotantoa ja asekauppaa aivan uudelta pohjalta.

Suomi kansainvälisessä kentässä

Arkeometallurginen tutkimus on kansainvälisesti erittäin merkittävä ilmiö. Myös ulkomailta materiaalitekniisiin analyysimenetelmiin painottuva tutkimus on saamassa jatkuvasti lisää jalansijaa. Opetetaanpa uissa maissa erityisesti materiaalitekniisiä analyysimenetelmiä arkeologeille ja arkeologian opiskelijoille. Tässä suhteessa Suomi on hieman jäljessä, sillä meillä ei arkeometallurgia ole vakiinnuttanut asemaansa osana mitään instituutiota tai organisaatiota.

Suomessa arkeometallurgiaan painot-

tuvan tutkijan tulisi kyetä itse hakeutumaan joko ulkomaille koulutukseen tai sitten opettelemaan itse alan asiantuntijoiden avustuksella. Järkevästi järjestetyn tällainen tutkimus hoituisi yhteistyössä materiaalitekniikan ym. asiantuntijoiden kanssa, mitä Suomessakin on valitettavan vähän. Ulkopuolisten, arkeologiaan kuulumattomien tahojen kohdalla tulee vastaan kysymys resursseista, sillä tutkimus tapahtuu usein yksittäisen tutkijan vähäisillä varoilla. Kansainvälinen yhteistyö ja ulkomaisiin projekteihin osallistuminen on usein nähty hyvänä vaihtoehtona.

Humanistisen ja luonnontieteellisen tutkimuksen kohdatessa tärkeää on eri alojen asiantuntijoiden yhteistyö luotettavien, tieteellisten tulosten takamiseksi. Esimerkiksi metallurgian alan ammattilaisia tarvitaan itse analyysivaiheessa, jotta arkeologi voi tietää mitä analyysit oikein kertovat ja osaa näin tulkita niiden tuloksia. Myös kokeellisessa tutkimuksessa olisi suotavaa, että arkeologit konsultoivat ja käyttivät apunaan sellaisia henkilöitä, joilla on tietämystä ja kokemusta tutkittavan aiheen osalta. Esimerkiksi raudanvalmistuskokeet tulisi suorittaa yhdessä kansanomaista raudanvalmistusta yhä harjoittavien seppiä kanssa. Loppujen lopuksi hyvin harvalla arkeologilla on kokemusta ja tietotaitoa metallien jalostuksesta ja työstöstä käytännössä.

Suomessakin olisi selkeästi tarvittava verkostoitumiselle. Arkeologien ja metallurgian asiantuntijoiden välinen yhteistyö antaisi paljon uusia näkökulmia arkeologiselle tutkimukselle sekä edellytyksiä tutkimuksen kansainväliselle vertailulle. Monissa maissa, joissa esimerkiksi materiaalitekniisiä analyysimenetelmiä ei ole integroitu organisaatorisesti arkeologiseen tutkimukseen, on tehty alati kiihtyvää yhteistyötä esimerkiksi teknillisten korkeakoulujen ja niiden asiantuntijoiden kanssa. Tämänkaltaisen yhteistyö olisi suureksi hyödyksi Suomenkin esihistorian, historian ja metallinkäsittelyn kehityksen tutkimuksessa. ▀

KIRJALLISUUTTA

Carpelan, C.; Arkeologisen toiminnan näkymiä: luonnontieteellisten menetelmien soveltamisesta. Humanistisesta tutkimuksesta. Metodeja ja ajan-kohtaisia kysymyksiä (1978) 101-122.
English Heritage; Archaeometallurgy. Centre for Archaeology Guidelines 1/2001. London 2001.
Hornytzkij, S. & Tomanterä, L.; Miten metalleja tutkitaan? Halinen, P., Immonen, V., Lavento, M., Mikkola, T., Siiriäinen, A. & Uino, P. (toim.), Johdatus arkeologiaan (2008) 381-393.
Ottaway, B. S.; Prähistorische Archäometallurgie. Espelkamp 1994.
Williams, A.; A Metallurgical Study of some Viking Swords. Gladius 29 (2009) 121-184. ▀



Pertin näkökulmasta

■ Ottaa päähän!

SUOMEN KESÄ ON OLLUT TODELLA HIENO. Liekö tuo ilmaston muuttumisen ansiota. Positiivisiin asioihin kuuluu myös muun muassa kansanedustajien selvän enemmistön myönteinen kanta ydinvoimaan. Se päätös auttaa Suomea pysymään teollistuneena hyvinvointiyhteiskuntana myös pitkälti tulevaisuuteen. Pankkijärjestelmämme läpäisi stressitestin ja on tarpeeksi vahva kohtaamaan tulevaisuuden haasteet. Kaiken siis pitäisi olla hyvin. Moni asia siitä huolimatta kuitenkin ottaa päähän. Tämä saattaa ainakin osittain johtua ikääntymisen mukanaan tuomasta ärtyneisyydestä, mutta uskallan silti väittää, että tässä maailmassa on paljon "mälsää" kuten laulussa sanotaan. Siispä välitän näin huoliani myös mahdollisen lukijani tietoon.

LUIN LEHDESTÄ, ETTÄ MASENTUNEISUUS KANSAN KESKUUDESSA ON LISÄÄNTYMÄSSÄ. Tämän valitettavan kehityksen syyksi mainittiin työelämän tahdinin kiristyminen. Tämä väite tulee meitä vastaan lähes joka päivä. Muutamia vuosia sitten eräs professori jopa kirjoitti työelämän huonontumisen historian. Kun mitä asiaa tahansa jatkuvasti toistetaan, se ilman kritiikkiä aletaan ottaa tosiasiana vastaan. Mutta minäpä kieltäydyn uskonnasta väitteeseen työelämän yleisestä huonontumisesta. Mielipiteeni todisteeksi voin esittää vaikkapa metsurin työn kehittymisen muutamien vuosikymmenten aikana. Pokasahan, justeerin ja kirveen käytöstä on siirrytty ilmastoidussa ohjaamossa tapahtuvaan nappuloiden paineluun. Kaivosmiehen työ on kokenut vastaavan vallankumouksen. Kuka uskaltaa tosissaan väittää, että huonoon suuntaan on menty. Jos niin väittää, paljastaa tietämättömyytensä tosiasioista, tai paljastuu propagandistiksi, joka ei tosiasioista piittaa-kaan.

KOKOPÄIVÄISESSÄ TYÖSSÄ KÄYVÄ IHMINEN viettää työpaikalla noin 20 prosenttia kokonaisajastaan. Näin alhaiseen lukuun päädytään, kun päivittäisen vapaa-ajan lisäksi otetaan lukuun myös viikonloput, pyhäpäivät ja pitkät lomamme. Tuntuu tämän tiedon valossa kovasti ylimpuvalta asettaa työelämä masentuneisuuden ja muiden henkilökohtaisten ongelmien yksinomaiseksi syyksi. Kun jatkuvasti näin jankutetaan, alkaa se yhä enemmän ja enemmän ottaa päähän. Parannettavaa toki löytyy työpaikalta, mutta kyllä syyttävän sormen pitäisi enemmän osoittaa siihen, mitä ihminen puuhaa 80 prosenttia ajastaan. Sieltä pääasialliset syyt ongelmiin löytyvät. Peiliä pitäisi syiden ja syyllisten etsimisessä enemmän käyttää hyväksi.

TOTTA ON, että maailma ympärillämme muuttuu aina

vain nopeammin. Niin muuttuu työelämäkin, ja joidenkin on vaikea siinä pysyä mukana. Mutta kysymykseni kuuluu, onko yleinen asenneilmasto myös muuttunut suuntaan, jossa ihmiset entistä vähemmän kantavat vastuuta tekemisensä seurauksista. Kun työpaikalla mikä tahansa asia alkaa harmittaa, pannaan rukkaset naulaan ja lähdetään kotiin. Räikeä esimerkki tästä oli viime talven matkalaukkukaaos Seutulassa. Kiistan ulkopuoliset kärsivät, ja ongelman aiheuttajat tuntuivat vähät välittävän siitä. Mihin on ammattiyhteisö kadonnut? Jyrääkö kollektiivinen tyhmyys järjen käytön, kun kukaan ei uskalla nousta sanomaan, että eiköhän harmistumisesta huolimatta ensin lajitella ihmisten laukut ja kiistellään vasta sitten. Onko pakko odottaa vielä paljon kovempia aikoja, jotta opittaisiin ymmärtämään, että vain työnteko ja vastuunkanto luovat hyvinvointia, jota kaikki haluamme lisää. Mahtaako tätä tosiasiaa kukaan koulussa opettaa?

KYSEENALAISEKSI ASETAN MYÖS SEN VAATIMUKSEN, että työntekoa pitäisi aina olla kivaa. Oman muistikuvani mukaan se joskus oli kovastikin ankeaa, mutta hengen pitimiksi ja velvollisuuden tunteesta sitä piti tehdä. Iso totuus piilee vanhassa sanonnassa, jonka mukaan herrat ottaisivat työt tehdäkseen, jos se hauskaa olisi. Englantilainen taloustieteilijä *John Stuart Mill* puki vastaavan ajatuksen jo 1850-luvulla muotoon: "*On parempi olla tyytymätön ihminen kuin tyytyväinen sika*". Mill painotti kansalaisten yritteliäisyyttä ja vastuullisuutta yhteiskunnan hyvinvoinnin perustana. Tämä ajatus on edelleen pätevä, ja päähän ottaa vaatimus siitä, että hyvinvoinnin hedelmien pitäisi ilmaiseksi tai ainakin ilman isompia ponnistuksia langeta käyttöömme.

Lapsenlapsellamme oli usein iltasadun jälkeen tapana kysyä: "Mikä opetus tähän sisältyi?". Siihen ei aina ollut helppoa vastata. Tämänkertaisen tarinan opetus on selkeä. Hyvinvointimme voidaan turvata vain vastuuta kantamalla ja työtä tekemällä, vaikka ei se aina herkulta maistuisikaan. Tämän kieltäminen ottaa päähän.

Varmuuden vuoksi kerron, että moni muukin asia ottaa päähän. Mutta palataan niihin toisella kertaa.

Insinööri oli lähtenyt liikeneuvotteluun. Hänen poikansa Kalle seisoi ikkunan ääressä odottamassa isää kotiin. Äkkiä Kalle huudahtaa: "Äiti, tule katsomaan; tämä on hauskaa. Isi taluttaa meille kahta poliisia kylään". ▀

Tiede & Tekniikka

A scenic view of a rocky coastline. In the foreground, a large, dark, textured rock sits in the shallow water. The water is a deep blue, and the sun's reflection creates a bright, shimmering path across the surface. The background shows a sandy beach and a line of trees under a clear blue sky.

*DI Mira Markovaara-Koivisto,
Aalto-yliopisto, teknillinen korkeakoulu
Kalliomassan laadun karakterisointi
käytännössä -haastattelu, s . 50-53*



Kuva: Matti Pajunen

Kalliomassan laadun karakterisointi käytännössä -haastattelu

Esipuhe

Aloittaessani väitöskirjatyötäni ”Rakennusgeologiset kallioluokitukset ja niihin liittyvien epävarmuuksien määrittäminen ja esittäminen käyttäen tilastollista päättelyä ja geologisia 3D- ja paikkatieto-ohjelmistoja” Teknillisessä korkeakoulussa keväällä 2006, tarvitsin tietoa siitä miten kalliolaadun tutkimus- ja arviointimenetelmiä käytetään Suomessa. Koska oma käyttökokemukseni rajoittui vain muutamaan opintovuosieni harjoitukseen mm. Otaniemen tutkimustunnelissa, hakeuduin asiantuntijoiden puheille pääkaupunkiseudun merkittävimpiin kalliorakennustoi- mistoihin ja tutkimusyksiköihin. Kesän aikana tein haastatteluita yhteensä yhdeksässä yrityksessä ja sain yhden kirjallisen vastauksen kaivoksesta.

Sain kuulla mitä kalliolaatuluokituksia näissä yrityksissä hyödynnetään, millaisia ohjelmia niiden tulkintaan ja visualisointiin käytetään, miten havainnot tallennetaan ja miten tuloksia tulkitaan. Keskustelimme myös geofysiikan hyödyntämisestä, kalliolaatuparametrien määrittämistä ja niihin liittyvistä ongelmista.

Aikaisemmin vastaavia laajoja haastatteluita on tehty kallion louhittavuuden saralta numeerisessa muodossa vuonna 2004 [1], jonka tuloksena suositeltiin mm. geofysiikan tutkimusten lisäämistä, ja sitä ennen vuonna 1973 [2]. Nyt haastattelut suunniteltiin keskusteleviksi, jotta niiden avulla välittyisi mahdollisimman paljon käytännön kokemuksia oman tutkimukseni tukemiseksi.

Haastattelun tausta

Koin tällaisen haastattelun tarpeelliseksi jo tässä vaiheessa väitöskirjatyötäni, koska pyrkimykseni on tehdä myöhemmin eri menetelmin tehtyihin havaintoihin ja geofysikaalisiin tutkimuksiin perustuvia 3D-esityksiä kalliolaadusta, sen eri parametreista, sekä parametrien luotettavuudesta. Mallinnustyötäni silmällä pitäen kyselin myös mitä ohjelmistoja havaintojen tallennuksessa ja käsittelyssä käytetään.

Kalliolaatuluokitukset

Kaikissa yrityksissä, joissa haastatteluita tehtiin, käyte-

tään Q- ja RG-menetelmiä [3,4] kalliolaadun määrittämiseen. RMR-menetelmää [5] käytetään vähäisissä määrin yhdessä yrityksessä. Host Rock Classification-menetelmää [6] käytetään Posiva Oy:n töissä ja louhinnan aiheuttamien vaurioiden luokitteluun kaivosympäristössä käytetään omaa kaivoksessa kehitettyä menetelmää.

Tarkemmin mitattavia ominaisuuksia

Liian tarkkana määrittäminen pidettiin kairasydämistä määritettävää rakomäärää per metri. Toisaalta monia kalliolaatuparametreja ei määritetä haastateltavien mukaan tarpeeksi tarkasti:

- Rakojen suunnat peitteisillä alueilla. Apuna voisi käyttää tutkimusohjelmia ja suunnattuja kairauksia.

- Rakosuunnat suunnatuista kairasydämistä määritetty tarkkuudella ($\pm 15^\circ$), joka on riittämätön. Lisäksi pystysuoria kairareikiä ei voi suunnata.

- Tarkka tieto rakopituuksista puuttuu usein, vaikka sitä

Taulukko 1. Haastattelun kysymykset.

Table 1. Interviews' questions.

Haastateltaville esitettiin seuraavat kysymykset:

- Mitä kallioluokituksia käytätte?
- Mitä kalliolaadun ominaisuuksia toivoisitte mitattavan tai tarkasteltavan tarkemmin, tai toisaalta mitä mitataan liian tarkasti (ei vastaavaa hyötyä)?
- Mitä kallion laatuominaisuuksia teidän on hankala mitata/ määrittää nykyisin luokitusmenetelmin?
- Millaisiin tietokantoihin tallennatte tehdyt havainnot?
- Mitä ohjelmistoja käytätte tulosten käsittelyssä?
- Mikä on porakone- ja timanttikairauksen merkitys teille? Käytättekö niitä esim. kalliopinnan varmistukseen?
- Miten käytätte geofysiikkaa hyväksenne?
- Millaisia ongelmia kalliolaadun puutteellinen tunteminen tuottaa teille?
- Millaisia vaikeuksia tuottaa kalliolaadun arvioimisessa syvemmälle kallioon? Miten interpoloitte/ekstrapoloitte kallion pinnalta tehtyjä havaintoja syvemmälle kallioon?
- Muuta?

tarvittaisiin mm. epäjatkovien laskentamallien tekemisessä. Rakopituuksia voisi mitata tunneleiden ja kallioleikkausten seinämiltä.

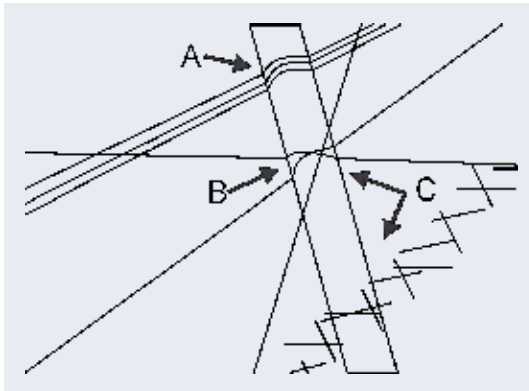
- Jännitystilamittausten tarkkuus on huono verrattuna tutkimuksen kustannuksiin. Kuitenkin ehdotettiin, että jännitystilamittauksia tehtäisiin joka kohteessa kattavamman mittaustietoverkoston keräämiseksi.

- Yleisesti ongelmalliseksi koettiin kaiken tiedon analysoimiseen varatun ajan niukkuus. Jotta kalliotutkimuksille jäisi riittävästi aikaa, ensiksi pitäisi tehdä luonnossuunnitelma (L1) rakennettavasta tilasta, jonka perusteella tutkitaan tarvittava kallioalue. Näiden tutkimusten jälkeen tehtäisiin vasta kalliotilan toteutussuunnitelma (T). Tutkimuksia pitäisi siis vaihteistaa enemmän suunnittelun kanssa. Tutkimuksia ja niiden kustannuksia voitaisiin järjestyttää tekemällä ensiksi esim. seismisiä luotauksia, joidenka tulosten pohjalta vasta päätetään minne ja mihin suuntaan kairareitit sijoitetaan tarkemman in situ tiedon keräämiseksi.

Hankalasti mitattavat ominaisuudet

Q-menetelmän Jr, Jn and Ja parametrien määrittäminen koettiin vaikeaksi:

- Rakosuuntien määrän määrittäminen ja luonnonrakojen ja kairauksen aiheuttamien rakojen erottaminen toisistaan on toisinaan hankalaa. Luonnonraoissa on kuitenkin usein jotain mineraalitäytettä ja mineraalit ovat himmeitä, kun taas kairauksesta aiheutuneen raon pinnalla mineraalit ovat usein kirkkaita, poikkeuksena kuitenkin muuttuneet mineraalit.



Kuva 1. Kohdassa A näkyvä kivi on todellisuudessa heikompa kuin kohdassa B, jossa raot risteävät lähellä kairareikää. Kairasydän voi rakoilun puolesta vaikuttaa samalta kohdassa C, mutta heikkousvyöhykkeessä voi lisäksi havaita muuttumista tai kahden kivilajin kontaktin.

Fig. 1. Rock mass is weaker in point A than in point B, where the discontinuities only cross each other close to the bore hole. Fracturing in the drill core may seem similar in points marked with C, but in the weakness zone also alteration or contact of two rock types can be observed.

- Joskus kairasydästä on hankala tulkita mitkä raot muodostavat heikkousvyöhykkeen ja mitkä vain risteävät reiän läheisyydessä (Kuva 1).

- Rapautuneisuuden määrittämisen vaikeuden takia RG-luokitusta käytettäessä luokitus on usein kahden luokan yhdistelmä kuten Rp0-1. Toisaalta ilmeni tarve nykyistä tarkemmalle luokittelulle, joka sisältäisi mm. mineraalien muuttumistulokset.

- RG-luokituksen suuntautuneisuusparametri koettiin

liian häilyväksi. Tarkempia määrittämiä kaivataan.

- Rakotäytteen määrittäminen on vaikeaa, jopa mahdollista kenttätutkimuksissa. Jotkin samalta näyttävät savi-mineraalitäytteen, voivat käyttäytyä erilalla. Tunnistuksen apuna on käytetty XRD-analyysijä.

- Kairasydästä on mahdollista määrittää rakoavauma ja rakotäyte, jos se on huuhtoutunut pois. Apua ongelmaan haetaan kairareikäskannauksesta ja -videoinnista.

- Kalliorakojen vedenjohtavuus kuvaillaan usein suunnitelmallisesti Q-menetelmän Jw parametrin mukaan. Esiinjektointirei'issä tehtävät vesimenekki-koeket ovat muuttaman haastateltavan mukaan turhan kalliita verrattuna niiden hyödyllisyyteen, koska yksittäinen mittaustuotto tuloksena vain vedenjohtavuuden siinä pisteessä. Toivottiin, että esim. Q-arvon korrelaatiota paikalliseen vedenjohtavuuteen tutkittaisiin enemmän, jotta vedenjohtavuusarvoja voitaisiin yleistää tällaisen helpommin määritettävän parametrin perusteella kattamaan suurempi ala.

Tietokannat, tallentaminen ja ohjelmistot

Yrityksissä käytetään monenlaisia ohjelmistoja tiedon tallentamiseen, visualisointiin, prosessointiin ja analysointiin. Tiedon tallentamisessa ei käytetä yhtenäistä tapaa, vaikka sen hyödyt olisivat mittavat datan myöhemmässä käyttöönotossa.

Tiedon tallentaminen tapahtuu mm. Microsoft Excel-tiedostoina, TerraBore-tietokantoihin, valokuvien ja Teklamuodossa. ESRI:n ArcPad:ia käytettiin maastotöissä.

Visualisointiin käytettyjä ohjelmistoja ovat ArcCAD (Autodesk Inc.), Microstation (Bentley Systems), TerraModel (Trimble), TerraSurvey (Terrasolid Oy), ArcMap (ESRI), Surfer (Golden Software Inc.), MapMaker (Map Maker Ltd), ArcGIS (ESRI) ja Surpac (Gemcom).

3D maastomalleja tehdään Xstreet-ohjelmistolla (Tekla Oy) ja WIN 3D:tä (3D-system Oy) käytetään eri ominaisuuksien käsittelyyn. Geologinen ja geofysiikkaalinen tieto yhdistettiin Oasis-ohjelmistolla (Geosoft). Lisäksi lähes jokaisella geofysiikan laitteella on oma ohjelmistonsa.

Suuntatietoa analysoidessa käytetään Dips-ohjelmaa (Rocscience Inc.), SiroJoint ja Siro3D-stereokuvaohjelmistoja (CSIRO), Stereo-ohjelmaa (Johannes Duyster at Ruhr Universität Bochum) ja WellCAD-ohjelmaa (ALT). Pienissä tunneleissa lujituksen tarvetta lasketaan Unwedge-ohjelmistolla (Rocscience Inc.).

Porakone- ja timanttikairaus

Porakone- ja timanttikairaus pidetään kahtena tärkeimpänä kalliotutkimusmenetelmänä. Porakonekairaus käytetään kalliopinnan syvyyden määrittämiseen ja kairareikiä pohjavedenpinnan seuraamiseen, vedenjohtavuuden määrittämiseen ja värinämittausten räjäytysreikinä. Timanttikairatut näytteet suunnataan aina kun mahdollista.

Kalliopinnan syvyyttä selvitetessä kairareikäverkoston tulee olla tarpeeksi tiheä, jotta esim. kallion pinnalla maakaava siirtolohkare ei johda harhaan.

Geofysiikan käyttö

Eniten käytettyjä geofysiikan menetelmiä ovat seismiset menetelmät ja maatumaluuotus. Lisäksi käytetään myös gravimetrausta, sähköisiä menetelmiä, sekä kairareikäskannauksia tai -videointia. Lentogeofysiikan karttoja käytetään esim. tunnelilinjauksia hahmoteltaessa. Meriseismisiä ja meriakustisia menetelmiä käytetään tutkittaessa kalliopinnan topografiaa ja kallion laatua vesistöjen alla. Syvällä kaivosympäristössä jännitystilaa aiheuttama kallioräiske ja kallioleikkaukset paikannetaan mikro-seismisillä tutkimuksilla. →

Puutteellisen tiedon aiheuttamat ongelmat

Urakoitsijan ja toteuttajan näkökulmasta kalliomassan ominaisuuksien puutteellinen tunteminen aiheuttaa monia ongelmia: sopivien poraterien valitseminen, jos kivilajia ei tunneta etukäteen, porausnopeuden hidastuminen odotettua kovemmassa kalliiossa, lyhyemmät katkot huonossa kalliolaadussa, kalliotilan optimaalinen muoto ja sijoittelu, ja työnaikaisen lujituksen lisääminen yllättäen. Jos kallio-laatu on odottamattomasti erittäin huonolaatuista, voidaan joutua jopa vaihtamaan koko louhintamenetelmä.

Syvissä kaivoksissa esiin louhitut sulkeumat voivat aiheuttaa sortumia, raot ja kivilajikontaktit räjäytysemulsion kulkeutumista vääriin paikkaan johtaen ylipanostukseen, ja rakoillut löyhä kivi voi sortua räjäytyksen aiheuttaman tärinän takia.

Interpolointi ja ekstrapolointi

Suunnittelijat suorittavat kalliolaatuparametrien interpoloinnin ja ekstrapoloinnin. Koska kalliotilat Suomessa sijaitsevat usein <50 metrin syvyydessä, havaintojen ekstrapolointia ei tehdä, vain kairareikien välisen kalliomassan ominaisuuksia interpoloidaan. Tulkinnan kallion laadusta tekee suunnittelurytityksen asiantuntija käyttäen kaikkea saatavilla olevaa tietoa.

Kalliolaatu ja heikkousvyöhykkeiden sijainnit tulkitaan ja esitetään poikkileikkauksin, vaikka data on 3D:ssä. Esitykseen lisätään ominaisuudet, jotka voivat aiheuttaa ongelmia louhinnan ja lujituksen aikana.

Joitain suuria piirteitä kuten rakovyöhykkeitä ja lohkokokoja voidaan määrittää perustuen paljastumilta ja kallioseinämillä tehtyihin havaintoihin. Rakoverkoston määrittäminen näiden havaintojen perusteella on kuitenkin epävarmempaa, joten apuna käytetään lisäksi maanpinnan topografiaa ja alueellisen deformaation piirteitä.

Heikkousvyöhyke sijaitsee usein topografisessa painan-



Kuva 2. Kallionpinnalla topografisena painanteena näkyvään heikkousvyöhykkeen mahdolliset suunnat.

Fig. 2. Probable orientations of a weakness zone, which can be seen as a depression in the topography of the rock surface.

teessa, joko seinämien suuntaisesti tai suoraan painanteen alapuolella (**Kuva 2**). Todellinen sijainti varmennetaan kairauksin.

Tarkemmat tulkinnat tehdään aina suunnattujen kairasydämien ja geofysiikan tutkimusten perusteella. Kairauksen perusteella arvioidut rapautuneisuus, rakojen avauma ja kallion topografia voivat kuitenkin vaihdella lyhyelläkin matkalla paljon, joten niiden jatkuvuutta on vaikea arvioida ilman muita tutkimusmenetelmiä.

Paljastumahavaintoihin perustuen rakoilu jaetaan sa-

mankaltaisiin alueisiin, jotka voivat leikata kivilajirajoja. Kairareikää leikkaavan juonien suunta päätellä juonen ja sivukiven kontaktin suunnasta, eikä juonen sisäisen rakoilun suunnasta.

Muuta

Haastatteluiden yhteydessä tehtiin muitakin mielenkiintoisia huomioita:

- Kairasydämistä tehtyjen heikkousvyöhykehavaintojen yhdistäminen yksittäisiksi heikkousvyöhykkeiksi, niiden dimensioiden ja suuntien määrittämiseksi, on vaikeaa.
- Syvissä louhoksissa, joissa louhintatyö on kestänyt vuosikymmeniä, tarvittaisiin luokitus joka erittelisi räjäytystyön ja jännityksen aiheuttamat vauriot. Luokituksen tulisi olla yksinkertainen ja ottaa huomioon myös ruiskubetonissa ja pulteissa havaittavat vauriot.
- Kiven lujuus on tärkeä tekijä mm. syvissä kaivoksissa.
- Valokuvia voisi käyttää laajemminkin esim. geologisen kartoituksen pohjana, jolloin havainnot merkittäisiin kuvaan ja muistiinpanoihin palaaminen helpottuisi.

Johtopäätökset

Haastatteluista saamani tieto on ollut ensiarvoisen tärkeää aloittaessani väitöskirjatyötäni. Olen voinut tiedostaa kalliolaatuarviointiin liittyvät haasteet jo ennen niiden kohtaamista.

Haastateltavat olivat itse kehittäneet käytäntöjä, miten vaikeasti määritettäviä parametreja voi tutkia. Haastatteluissa kuitenkin nousi esille muutamia selkeitä puutteita nykyisissä kalliotutkimusmenetelmissä sekä vaikeuksia kalliolaatuluokitusten parametrien määrittämisessä. Ainakin kolme ongelmaa, joiden ratkaisemiseen tarvittaisiin tarkempia tutkimuksia, ovat:

1. Vedenjohtavuuden korreloiminen esim. Q-luvun kanssa, ja sen perusteella laajempialaisen kallion vedenjohtavuuden määrittäminen.
2. Rapautuneisuusasteen ja muuntumistulosten tarkempi luokittelu.
3. Suuntautuneisuuden tarkempi luokittelu.

Tutkimustietokannat tulisi yhtenäistää valtakunnallisesti tiedonjaon tehostamiseksi. Valokuvien käyttö kartoittamisen perustana on suositeltavaa havaintojen tekopaikan tarkkuuden takaamiseksi, sekä myöhemmin muistiinpanoihin palaamisen helpottamiseksi.

Kiitokset

Kiitokseni haastatteluista seuraaville henkilöille: *Tauno Rautio*, *Risto Niinimäki* ja *Ville Sipola* (Suomen Malmi Oy), *Juha Salmelainen* (Kalliosuunnittelu Oy), *Kari Äikäs* ja *Annika Hagros* (Saanio & Riekkola Oy), *Ari Bergström* (YIT), *Jannis Mikkola* (SITO Oy), *Esa Ärmänen* (Geotek Oy), *Reino Pöyhönen* ja *Arto Wegelius* (Pöyry Infra Oy), *Raimo Viitala* (Helsingin geotekninen osasto), *Katja Sahala* (Pyhäsalmi Mine Oy) ja *Matti Talikka* (Geologian tutkimuskeskus). Tämän artikkelin piirroksot pohjautuvat pitkälti haastateltavien minulle piirtämiin kuviin, joten kiitos niistä kuuluu yksinomaan heille.

Kiitokset kuuluvat myös K.H. Renlundin säätöille ja Kansalliselle ydinjätetutkimukselle (KYT), jotka ovat rahoittaneet väitöskirjatyötäni.

Haastattelukysymykset suunniteltiin yhdessä dosentti *Eevaliisa Laineen* (GTK) ja geologi *Marit Wennerströmin* (GTK) kanssa. Väitöskirjatyöstäni on yhteistyösopimus TTK:n ja GTK:n välillä. ▀

KIRJALLISUUS

[1] Pohjanperä, P. 2004. Kallioperätutkimukset maanalaisten tilojen louhittavuuden arvioinnissa. Espoo: Teknillinen korkeakoulu, Kalliotekniikan laboratorio, A, Tutkimusraportti 33, TKK-KAL-A-33, 92 p.

[2] VMY, toim. Maijala, P., Kauranne, L.K., Lindholm, O., Matikainen, R., Mustala J., Niini H., Peltola, E. 1973. Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen. Helsinki: Vuorimiesyhdistys, Tutkimuslause 27, 131 p.

[3] Barton, N., Lien, R., Lunde, J. 1974. Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. Rock Mechanics 6, s. 189–236.

[4] Korhonen, K.-H., Gardemeister, R., Jääskeläinen, H., Niini, H., Vähäsarja, P. 1974. Rakennusalan kallioluokitus. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Geotekniikan laboratorio, Tiedonanto 12, 72 p.

[5] Bieniawski, Z.T. 1974. Geomechanics classification of rock masses and its application in tunneling. Denver: Proceedings of the 3rd International Congress of Rock Mechanics, s. 27-32.

[6] Hagros, A. 2006. Host Rock Classification (HRC) system for nuclear waste disposal in crystalline bedrock. Helsinki: University of Helsinki, Publications of the Department of Geology, D8. 250 p. ▲

SUMMARY

The interviewed companies classify rock quality by using mainly Q-system and the Finnish Engineering Geological system. In addition HRC-classification is utilized in Posiva Oy, and in the mine environment a classification has been developed to stand up the specific needs at mine.

The interview included a question about rock quality parameters needed in rock quality classifications. According to the answers, the number of fractures per meter was considered too accurate. On the other hand, interviewers' opinion about parameters such as fracture orientation in a drill core, trace length and stress was that they are not measured often enough and with the needed precision.

In the planning stage of an underground construction project, all the available information is used to assess rock structures and quality. For instance in the crowded capital area, additional information may be available from the earlier construction works at the same area. To access this information easily, storing the survey results into a national database could be meaningful in my opinion. ▲

CV – Mira Markovaara-Koivisto

Mira Markovaara-Koivisto (s. 1980) valmistui vuonna 2006 diplomi-insinööriksi TKK:sta Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitokselta pääaineena teknillinen geologia ja laajana sivuaineena kalliorakentaminen. Valmistuttuaan hän on työskennellyt tutkijana Georakentamisen yksikössä TKK:ssa ja tehnyt väitöskirjatyötään yhteistyössä Geologian tutkimuskeskuksen kanssa. Mira Markovaara-Koivisto on julkaissut 4 konferenssijulkaisua. ▲



ADC
Arctic Drilling Company



**BOART
LONGYEAR**

MALMINETSINTÄPALVELU:

ARCTIC DRILLING COMPANY OY LTD
Teollisuustie 26 B
98320 Rovaniemi
Puh. +358 400 893533
Puh. +358 400 695537
juha.saarela@adcltd.fi
timo.kamaraainen@adcltd.fi

BOART LONGYEAR TUOTEMYynti:

ARCTIC DRILLING COMPANY OY LTD
Valtakatu 49
53100 Lappeenranta
Puh. +358 40 1884244
Fax. +358 46 7123066
pemi.naakka@adcltd.fi

www.arcticdrillingcompany.com

FIMECC Oy näkyvästi esillä SHOK Summit 2010 -tapahtumassa

Teksti ja kuvat **Vesa Karvonen**



Ensimmäinen Strategisten HuippuOsaamisen Keskityminen, SHOKien, yhteinen tapahtuma järjestettiin 20.4.2010 Helsingin Messukeskuksessa. Tapahtuma veti mielenkiintoisella ohjelmallaan koolle 500 teollisuuden ja tutkimuksen päättäjää. Ohjelmassa oli laadukkaita puheenvuoroja ja kahvitaukojen aikana oli mahdollisuus verkottumisen ohessa tutustua eri SHOKien ständeihin. Ministeritason puheenvuoron tilaisuudessa esitti Jan Vapaavuori. FIMECC Oy esiintyi tilaisuudessa edukseen.

Timo Kekkonen puheenjohtajana.

Tapahtuman avasi EK:n Timo Kekkonen, joka toimi myös aamupäivä plenaryn puheenjohtajana.

Ensimmäisenä puhujana oli TEM kansliapäällikkö Erkki Virtanen, joka toi puheenvuorossaan tilaisuuteen valtiovallan terveiset. Virtanen kertoi SHOKien syntyhistoriasta, nykytilasta ja tulevaisuudesta. Virtanen mainitsi, että Suomen Akatemian osuus SHOKien julkisesta rahoituksesta on ollut alku-aipeella pientä verrattuna Tekesin panostuksiin, mutta se tulee kasvamaan SHOK toiminnan vakiintuessa. Hän kertoi myös, että SHOKit tullaan evaluoimaan muutaman vuoden kuluttua ja että toiminnan kehittämisvastuu SHOKeissa on niiden omistajilla.

Metso Oyj:n toimitusjohtaja Jorma Eloranta kertoi Metsolla olevan nykyisin 763 henkilöä T&K-toiminnassa ja toiminnon budjetin olevan noin 130 M€ vuodessa. Metson patenttisalkkuun kuuluu noin 3000 aktiivista patenttia. Eloranta totesi, että läpimurtoinnovaatioiden tunnistaminen ei ole aina helppoa. Eloranta linjasi pitkälle tule-

vaisuuteen suuntaavat suuren riskin hankkeet tyypillisiksi Metson SHOK hankkeiksi. Metso on mukana kolmessa SHOKissa; Metsäklusterissa, FIMECCissä ja Cleenissä. Tulevaisuuden osalta Eloranta toivoi ulkomailta Suomeen innovaatioinvestointeja tuotantoinvestointien lisäksi.

Anssi Vanjoki Nokialta piti vauhdikkaan ja kannustavan esityksen. Esityksessään hän muisteli kameran ja kännykän yhdistämisen alkuaikoja ja ilmoitti ensi vuonna markkinoille tulevan kamerakännykän, jonka kuvantarkkuus on huikauttava 50 megapikseliä. Samalla laitteella voi ottaa HD-tasoisia videokuvia. Ehtymättömiksi suomalaisiksi luonnonvaroiksi Vanjoki nimesi pimeyden, kylmyyden ja vähäisen väkimäärän.

Pekka Mattila ThermoFisherScientific yrityksestä sanoi, ettei SHOKeista kannata odottaa pikavoittoja, vaan tulosten aikajänne on pikemminkin 5-10 vuotta. Haasteina hän piti tutkimuksen ja yritys yhteistyön lisäämistä entisestään etenkin kansainvälisyyden lisää-

misessä. Hän esitti mielenkiintoista pohdintaa siitä, että voisivatko SHOKit toimia myös suurten joukkojen motiivijoina arvo- ja asennetasolla.

Mika Halttunen Halton Oy:stä pohti esityksessään kansainvälisen perheyrietyksen suhdetta SHOKiin. Hänen viestinsä Tekesin suuntaan oli "Pedal to the metal" eli kaasua pohjaan!

Iltapäivän rinnakkaisessiossa puhunut ministeri Jan Vapaavuori muistutti, että innovaatioympäristöä muokkaavat vaativat asiakkaat, joka osaltaan ohjaa toimintaa ratkaisulähtöiseksi. Käyttäjien huomioon ottaminen ja tuotteen lisäarvo tulevat korostumaan tulevaisuudessa. SHOK toiminnan yhtenä etuna Vapaavuori piti sitä, että näissä yhteisöissä etenkin aktiiviset pk-yritykset saavat kehitysideoilleen ja tavoitteilleen "vertaistukea" muista aktiivisista pk-yrityksistä ja yrittäjistä.



Ari Ahonen kommentoi ja FIMECCin Harri Kulmala tarkkailee kuvaruudun välityksellä.



Tekesin Jussi Kivikoski

Miltä FIMECC Oy:n toiminta näyttää?

Kysymykseen vastasi ensiksi rakennettu ympäristö RYM-SHOKin toimitusjohtaja *Ari Ahonen* seuraavasti: "FIMECC on meille monessa asiassa esikuva. Toimialamme muistuttavat toisiaan siten, että suurten veturiyritysten lisäksi molemmilla aloilla on hyvin suuri joukko pk-yrityksiä. Tunnetun samankaltaisuutta myös toimialojen liiketoimintaprosessien uudistamistarpeessa. FIMECCin johto on sparrannut meitä monessa käytännön asiassa. Uskon, että SHOKien välinen yhteistyö tulee olemaan aktiivista lähitulevaisuudessa monessa asiassa, esimerkiksi kehittyneitä ICT-ratkaisuja ja energiatehokkuutta tarvitaan kaikkialla", kommentoi Ahonen.

Seuraavaksi kysymykseen vastasi Tekesin johtaja *Jussi Kivikoski*, jonka tehtäväkenttään myös SHOK-asiat kuuluvat.

"SHOKien tutkimusohjelmissa tulee varmistaa tutkimuksen tason haasteellisuus, koska SHOKit ovat instrumentti valituilla alueilla, joihin halutaan pitkäjänteisesti kehittää kansallisesti merkittävää osaamista. Tutkimustulosten hyödyntämisen teollisuudessa näen ennemminkin välillisenä kuin suorana; globaalisti uuden tiedon ja osaamisen luominen kyllä jalostuu tuotekehityshankkeiksi yritysten tarpeisiin, mutta suoraviivainen sovellusratkaisu ei tuo kestävästä perusosaamista. Pitkäjänteisellä työllä saadaan varmasti ydin näkyviin substanssista. FIMECC Oy on lähtenyt todella ripeästi liikkeelle ja siellä on hyvä henki. Tulevaisuuden osalta toivon, että FIMECCistä saataisiin esimerkki SHOKien välisessä yhteistyössä ja FIMECCin sisällä eri ohjelmien välisen yhteistyön kehittämisessä." ▴

Vipinää FIMECCin ständillä.



ELEMET-ohjelman vetäjä vaihtuu – Söderman kentälle, Karvonen reserviin

FIMECC Oy:n koordinoiman ELEMET-ohjelman ohjelmapäällikkö vaihtui heinäkuun alussa. Ensimmäisen vuoden tehtävää hoitanut Vesa Karvonen palaa päätoimiseksi Lappeenrannan teknillisen yliopiston Erotustekniikan keskuksen johtajaksi. "Karvosen uudisraivaajatyönä oli luoda metallinjalostajien yhteistyön jatkuvuudelle FIMECC-puitteet. Siinä hän onnistui ja ehti lisäksi tukemaan FIMECCin yleisviestintää", kiittää toimitusjohtaja *Harri Kulmala*.

Uusi ohjelmapäällikkö on Tkt *Jarmo Söderman* Åbo Akademiasta. Jarmolla on monipuolinen teollisuustausta, mutta hän on toiminut myös Tekesin teknologiaohjelman vetotehtävissä ja tutkimuksen parissa.

"Kiitän ELEMET-ohjelman toimijoita mielenkiintoisesta vuodesta ja toivotan Jarmolle menestystä porukassa", päättää *Karvonen* pestinsä. ▴



Jarmo Söderman

PINTAA SYVEMMÄLTÄ by Mikko Tontti, GTK

Northland Resourcesin Hannukaisen Fe-Cu-Au-esiintymän alustava positiivinen taloudellisuusarvio (PEA) on valmistunut. Hannukaisen päivitetty varanto (measured+indicated) on 110 Mt. Yhtiö tutkii mahdollisuutta käyttäen Narvikin satamaa rikastekuljetuksiin. Kemi-optio on edelleen selviytyksissä mukana. northlandresourcesinc.com/s/NewsReleases.asp

Nortec Minerals Corp. on aloittanut kairaukset Seinäjoen alueen kulta-aiheilla (Marttalanniemi, Ylijoki). nortecminerals.com/files/2010-06-07-seinajoki.pdf

Endominesin Pampalon kulta-kaivoksen rakennustyöt etenevät aikataulussa. Yhtiö ei käytä syanidia rikastusprosessissaan. endomines.com

Dragon Miningin Vammalan laitoksilla tuotettiin kultaa 16 861 unssia 2010 ensimmäisellä puolivuotiskaudella. Oriveden kaivoksen malmia käsiteltiin yli 43 000 tonnia ja Jokisivun malmia 20 000 tonnia. Jokisivussa suunnitellaan maanalaista louhintaa. dragon-mining.com.au/IMG/pdf/DRA_Quarterly_June_2010.pdf

Belvederen Hituran nikkeli-kaivoksen tuotanto on jälleen käynnistetty. Ängesnevan kulta-aiheen NI43-101-varanto (indicated) on 3,850,000 tonnia (1,19 g/t Au). Kopsan kairauksissa on lävistetty 92 m keskipitoisuudella 3,2 g/t Au. belvedere-resources.com/english/news/2010

Nordic Minesin Laivan kultakaivoksen rakennustyöt ovat alkaneet. Tuotannon on suunniteltu alkavan 2011. nordicmines.se/en/

First Quantum Minerals Ltd on aloittanut Kevitsan kaivoksen rakennustyöt. Tuotanto on suunniteltu aloitettavaksi 2012 kesällä. www.first-quantum.com/il/pdf/2010-07-26_NR.pdf

Mawson Resourcesin haltuun ovat siirtyneet **Aravan** uraanitutkimuskohteet Suomessa. Lupaavin aihe on Rompas (n. 40 länteen Rovaniemeltä), jossa on tavattu erittäin korkeita kulta- ja uraanipitoisuuksia. Aiheesta on tekeillä tekninen NI43-101-raportti. mawsonresources.com/s/NewsReleases.asp?ReportID=403848&_Type=NewsReleases&_Title=Mawsonin-Tiedonanto-Huippukultalydksest-Rompaksen-Alueella-Mukana-Mys-Korke...

Lapland Goldminersin Pahtavaaran kaivos tuotti kultaa 335 kg vuoden 2010 ensimmäisellä puoliskolla (287 kg v. 2009). laplandgoldminers.com/system/Nyheter.asp?FID=970&HID=1046&HSID=18577&ActMenu=18591

Tasman Metals on hankkinut omistukseensa kaksi REE-Nb-Zr -aihetta (Katajakangas, Kontioaho) Otanmäen alueelta. tasmanmetals.com/il/pdf/2010-04-26_NR.pdf

GTK:n ja British Geological Surveyin lentogeofysiikkaa koskenut yhteistyösopimus on päättynyt. GTK ei enää tee omaa lentogeofysiikkaa. en.gtk.fi/ExplorationFinland/ExplorationNews/28042010geophysics.html ▴

Ferrokromi ja ydinvoima vahvistavat Outokummun tulevaisuutta

Teksti ja kuva **Bo-Eric Forstén**



Juha Rantanen

Outokumpu kertoi 9.6. julkisuuteen kaksinkertaistavansa ferrokromituotantonsa vuoteen 2013 mennessä investoimalla 440 miljoonaa euroa Kemin kaivokseen ja Tornion ferrokromitehtaaseen. Kolme viikkoa myöhemmin eduskunta hyväksyi Fennovoiman ja TVO:n ydinvoimalahankkeet. Outokummun omistus Fennovoimassa oikeuttaa konsernille sähköä omakustannushintaan, kun ydinvoimala valmistuu vuonna 2020. Yhtiön osavuosikatsaus 22.7. toi jatkoa näille positiivisille uutisille. Toisella vuosineljänneksellä yhtiön tulos palasi voitolliseksi useiden tappiollisten neljännesten jälkeen.

Tapasimme tyytyväisen oloisen Outokummun toimitusjohtajan ja Fennovoiman hallituksen puheenjohtajan *Juha Rantasen* keskellä lomakauden. Aloitimme klassisella urheilutoimittajakysymyksellä:

Miltä nyt tuntuu?

”Varsin hyvältä etenkin kun vertailee tilanteeseen vuosi sitten. Silloin ei ollut paljon ilonaiheita, nyt on. Markkinoilla ollaan selvästi menossa positiivisempaan suuntaan. Taloutemme on elpymässä. Uskaltaa taas puhua tulevaisuudesta”.

Onko ruostumatonta terästä takaisin kuuluisassa 5 prosentin vuosikasvuun?

”Kyllä. Vuosi 2009 oli ikävä poikkeus kun kysyntä peräti laski. Nyt on palattu normaalitilanteeseen, kasvuksi ennustetaan globaalisti 5-7 %. Ruostumatonta sopii mainiosti aikamme megatrendeihin; sitä käytetään melkein kaikissa energiaratkaisuissa, puhtaan veden tuotannossa sen ominaisuudet tulevat oikeuksiinsa ja maailman kiihtyvä urbanisoituminen lisää sen kysyntää”.

Ennakoiko ferrokromipäätös hyvien aikojen paluuta?

”Tavallaan. Ferrokromituotannon laajentamisesta päätettiin jo kertaalleen vuonna 2008, taantumasta jäämme kuitenkin odottavalle kannalle. Kun oma taloutemme keväällä lähti lupavaan kehitykseen samanaikaisesti kun maailman johtavan ferrokromituottajan Etelä-Afrikan vaikeudet sähkösaannissa jatkuvat, katsoimme tilaisuutemme tulleen”.

Miten Etelä-Afrikan vaikeudet auttavat teitä?

”Ferrokromin valmistukseen tarvitaan paljon sähköä. Etelä-Afrikassa sähkön hinta on kauan pidetty keino-otekoisesti alhaisella tasolla, eikä sähkötuotannon uudistamiseen ole sattunut tarpeeksi. Tämän seurauksena sähkön hinta siellä on kovassa nousussa, mikä takaa, ettei ferrokromin hinta ainakaan laske”.

Onko ferrokromi hyvä business?

”Meillä se tulee olemaan. Tähän saakka oma tuotantomme ei ole täysin riittänyt kattamaan edes konsernin tarpeita. Tuotannon kaksinkertaistamisen

myötä pystymme huolehtimaan myös Avestan ja Sheffieldin ferrokromitarpeista ja vielä jää n. 200 000 tonnia myyntiin. Kokonaisuutena ottaen lasemme ferrokromituotannon lisäyksen tuovan meille 150 miljoonaa euroa liikevoittoa lisää vuodessa, kun tehdas on täydessä tuotannossa”.

Milloin tämä kalkkyyli astuu voimaan?

”Alkaen vuonna 2013, kun laajennustyöt saadaan päätökseen, ja täydessä mitassa vuonna 2015, kun kapasiteetti on saatu täyteen käyttöön. Fennovoiman sähkö ei tähän vaikuta. Vattenfallin kanssa meillä on jo entuudestaan aina vuoteen 2020 yltävä toimitussopimus, joka takaa ferrokromivalmistuksemme vakaahintaista sähköä”.

Miksi ydinvoima on niin tärkeä Outokummulle?

”Meidän on turvattava sähkönsaantimme kohtuuhintaan myös tulevaisuudessa. Suurkuluttajalle hiilivoima on tänään kustannuksiltaan ainoa ajateltavissa oleva vaihtoehto ydinvoimalle kun vesivoimaa ei ole saatavissa. Ydinvoimalla tuotettu sähkö on jo nyt halvempaa kuin hiilivoimalla tuotettu, kun mukaan lasketaan hiilidioksidipäästöjen kustannus. Tilanne vaikeutuu entisestään vuoden 2013 jälkeen, kun päästöoikeuksia Euroopassa kiristetään”.

Miltä vihreiden meppien yritys kumota Mankala-mallin lainmukaisuus tuntuu?

”Ei heru ymmärrystä. 40 prosenttia maan sähköstä tuotetaan voimaloissa, joiden rakentamisessa mallia on sovellettu. Fennovoimassakin Mankalaperiaate on peruspilari, jonka ympärille koko hanke rakentuu. Kysymys on

yhteisomistuksesta. En ymmärrä sitä logiikkaa, että jos rakentaa omin päin kukaan ei sano mitään, mutta jos rakennetaan yhdessä niin joku ulkopuolinen määrää hinnan. Ilman Mankala-mallin tapaista yhteistyötä olisi tässä maassa paljon jäänyt tekemättä!

Miten periaate toimii käytännössä?

"Fennovoimalla on 64 osakkeenomistajaa ja ydinvoimalan tuottama sähkömäärä jaetaan osakkaiden kesken omistusosuuksien mukaan omakustannushintaan. Outokummun 10 prosentin osuus takaa meille 1,2 terawattituntia vuodessa. Tornion tehtaiden sähkönkulutus on 3,3 TWh ferrokromi-investoinnin jälkeen".

E.ON:in osallistumisesta on nostettu haloo. Miksi saksalaiset ovat mukana?

"Ilman E.ON:ia projektissa ei olisi mitään uskottavuutta. E.ON on maailman suurin yksityisomistuksessa oleva energiayhtiö, jolla energiatuottajana on arvokasta kokemusta myös ydinvoimasta. Osakkaana E.ON asettaa tietonsa ja kokemuksensa Fennovoiman käyttöön. E.ON:in asiantuntemus on keskeisessä roolissa esimerkiksi teknologian valinnassa sekä operointiosaamisessa".

Onko Outokummulla toivomuksia sijoituspaikan suhteen?

"Ei ole. Valinnan tekee Fennovoima. Fingridin mukaan on aivan sama mihin voimala rakennetaan. Sähkö syötetään verkkoon, josta omistajat ottavat oman osuutensa käyttöönsä. Sekä Simo että Pyhäjoki ovat infrastruktuuriltaan hyviä vaihtoehtoja. Ehkä vielä tärkeämpää on, että kummallakin paikkakunnalla teollisuutta ja ydinvoimaa pidetään arvossa".

Onko polttoainejätteiden loppusijoituspaikasta suunnitelmia?

"Eduskunta esitti TVO:n ja Fennovoiman hakemuksia käsitellessään toivomuksen, että osapuolet yhdessä pystyisivät ratkaisemaan asian. Me emme voi väkisin tyrkyttää itseämme Posiva-yhteistyöhön. Posivan johto päättää siitä voidaanko meidät ottaa mukaan vai ei. Me olemme valmiit jakamaan kustannukset täysjäsenyyden pohjalta. En lähde spekuloidaan mahdollisesta vaihtoehdoisesta ratkaisusta".

Rakennuslupan myöntää valtioneuvosto. Se on seuraavan hallituksen asia. Mitä jos lupaa ei myönnetä?

"Kun periaatepäätös kerran on tehty, en usko, että poliitikot voisivat tehdä täyskäännöksen. Rakennuslupa on hyvin pitkälle tekninen asia. Suunnittelussa STUK tulee olemaan tärkeä yhteistyöpartneri".

Oikeutta luonnonvaroil!

KIRJAESITTELY Toni Eerola

Mitä syntyy, kun kerätään joukko humanisteja pohtimaan luonnonvaroja ja niiden hyödyntämistä? Kirja nimeltä *Luonnonvarojen hallinnan legitimitteetti* (eli oikeutus).

Teos on varsin mielenkiintoinen ja ajan-kohtainen. Viimeistään nk. uranikaivoskiista on tuonut aiheen julkiseen keskusteluun ja kaivosteollisuudenkin huolen aiheeksi. Työ- ja elinkeinoministeriön oikeutus kaivostoiminnan lupa- ja valvontaviranomaisena on kyseenalaistettu. Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksiä vastustetaan. Kaivoslaki uudistetaan ja mineraalistrategiaa ollaan laatimassa. Metsäkiistoja käydään eri puolilla Suomea. Eletään luonnonvarojen hallinnan legitimiisyyksiä tai -vajetta.

Pertti Rannikko ja *Tapio Määttä* toimittamassa kirjassa luonnonvarojen hallintaa tarkastellaan kuitenkin kaikista muista näkökulmista paitsi luonnonvarojen hyödyntäjien, hallinnoitsijoiden ja käyttäjien.

POHDISKELUUN MAHTUU oikeusoppineita, ympäristöpolitiikan tutkijoita, filosofeja, taloustieteilijöitä, maantieteilijöitä, yms., mutta ei niitä, jotka olisivat suoraan tekemisissä raaka-ainetuotannon ja luonnonvarojen hallinnoinnin kanssa. Tämä onkin kirjan suurin puute. Painotus on jokseenkin luonnonvarojen hyödyntämisen vastainen, korostaen luonnonnsuojeluaspekteja ja kansalaisten osallistumismahdollisuuksia.

Asiaan liittyy demokratiaa ja vallankäyttöä käsitellään suuntaan ja toiseen. Kun puhutaan demokratiasta, tällä näytetään tarkoittavan mm. joidenkin vähemmistöön jäävien ulkopuolisten oikeutta puuttua tietyn paikkakunnan luonnonvarojen hyödyntämiseen, paikallisen enemmistön mielipidettä vastaan. Puhutaan "enemmistön diktatuurista" joka pitää kyseenalaistaa. Ja jos joku katsoo lain olevan väärin, sitä voidaan rikkoa. Aihe onkin monitahoinen. Kirjassa pohditaan sellaisiakin asioita, jotka eivät aivan heti tule vuorimiehen mieleen.

FILOSOFIAA ON PALJON. Se tekee kirjasta melko teoreettisen. Ilmaan heitetään paljon kysymyksiä joihin ei anneta selviä vastauksia. Monilta osin legitimiisyyssuhteiden tunnistaminen ja käsitteellinen haltuunotto onkin vasta alkanut. Kirja onkin tarkoitettu keskustelunavaukseksi ja -pohjaksi opiskelijoille ja tutkijoille, eikä välttämättä niille, jotka luonnonvaroja hyödyntävät, hallinnoivat ja käyttävät. Heidät sivuutetaan täysin.

TEKIJÄT PAINOTTUVAT ITÄ-SUOMEEN. Suurin osa puheenvuoroista käsittelee metsiä. Itse odotin jotakin kaivosteollisuuteen, varsinkin hypoteettisiin uranikaivoksiin liittyvää pohdintaa, onhan toinen kirjan toimittajista, ympäristöpolitiikan professori Pertti Rannikko, niiden vastustaja. Kaivoshankkeet



mainitaan kuitenkin vain johdannossa. Vaikka kannessa komeileekin kallio, ei vuorimies välttämättä löydä kirjasta suoraa pureskeltavaa. Sen sijaan sivutaan mm. nk. ekosysteemipalveluja, jotka ovat aiheuttaneet kulmakarvojen kohottelua niin luonnonsuojelijoiden kuin luonnonvarojen hyödyntäjien parissa. Sillä viitataan niihin hyötyihin, joita luonnon omasta toiminnasta koituu ihmiselle. Käsite on tullut äskettäin luonnonvarakeskustelussa melko keskeiseen rooliin. Kustantamo julkaisi sitä tarkemmin käsittelevän teoksen keväällä.

TEORETISOINNIN LISÄKSI kirjaa leimaa idealismi ja käytännön puute. Suoralla kosketuspinnalla itse hyödyntämiseen ja hallinnointiin kirjaan olisi saatu monipuolisuutta ja tasapainoa, mutta myös mielenkiintoista jännitettä. Nyt samanhenkiset voivat hypistellä kirjaa hymistellen ja nyökytellen, ilman nikottelun vaaraa.

KESKUSTELUSSA NÄYTETÄÄN UNOHTAVAN että yhteiskunta tarvitsee luonnonvaroja. Käytämme niitä päivittäin. Ei niitä huvikseen tai muita kiusatakseen hyödynnetä. Vaikka tuottajat tavoittelevatkin voittoa, tulevat ne kaikkien käyttöön. Kirjoittajien asenne näyttää jotenkin tuomitsevan tämän. Tärkeää on kuitenkin huomata, että yhteiskunnan asenteet luonnonvarojen hallinnan oikeutusta kohtaan muuttuvat ajan myötä. Nykyään ympäristö pitää huomioida kaikessa.

Kirjan artikkelien lopussa on kirjallisuusluettelo, mutta yleinen hakemisto olisi ollut paikallaan. Sen avulla eri teemat olisi helpompi löytää. Puutteistaan huolimatta kirjalle on nykyisessä ilmasto-, energia- ja ympäristökeskustelussa tilausta. Se on painava kommentti luonnonvarojen kestävä kehityksen mukaisen käytön puolesta. Vastapaino-kustantamo on ajan hermolla. ▀

Rannikko, P. ja Määttä, T. 2010. Luonnonvarojen hallinnan legitimitteetti. Tampere, Vastapaino, 295 s. Ovh.36 €. ▀

INFACON XII kokosi maailman ferroseosten tuottajat ja asiantuntijat Helsinkiin



Helsinki ja Suomen kesä ihastuttivat ensi kertaa Suomessa kävijöitä – viileästä säästä huolimatta.

Teksti ja kuvat **Eila Paatela**, Vice President – Corporate Communications, Outotec Oyj

Kahdestoista kansainvälinen ferroseoskongressi, INFACON XII, järjestettiin ensi kertaa Suomessa kesäkuussa. Nelisensataa ferrokromin ja muiden ferroseosten tuottajaa ja teknologiatoimittajaa sekä yliopistojen professoreita ja alan tutkimuslaitosten edustajia 35 maasta kokoontui 6.-9.6. Marina Congress Centeriin vaihtamaan kokemuksiaan ja keskustelemaan kestävästä kehityksen mukaisista tuotantomenetelmistä. Olihan koko tapahtuman teemana Sustainable Future. Kongressin järjestelyistä vastasi pääasiassa Outotec.



INFACON on järjestetty eri puolilla maailmaa joka kolmas vuosi aina vuodesta 1974 lähtien. Tapahtuman taustalla ei ole mitään kansainvälistä organisaatiota, vaan sen järjestää paikalliset alasta kiinnostuneet tahot. Tällä kertaa kongressissa oli 78 esitelmää ja 19 poster-esitystä, jotka käsittelivät eri ferroseoksia ja niiden metallurgiaa, teknologioita, tuotantomenetelmiä ja ferroseosten käyttöä teräksen tuotannossa.

Kahdennentoista INFACONin teema oli Sustainable Future. Ferroseosteollisuus on kehittynyt ja kasvanut nopeasti viime vuosina. Ferroseosten nopeasti kasvanut kysyntä, kustannusten nousu ja lisääntynyt ympäristötietoisuus edellyttävät uusia innovaatioita. Kestävät tuotantomenetelmät, luonnonvarojen ja energian parempi hyödyntäminen ja muut ympäristöhaasteet ja mahdolli-

suudet olivat useiden kongressissa esitettyjen puheenvuorojen ja esitelmien aiheina.

“Kestävä kehityksen mukainen tuotanto on haaste kaikille teollisuudenaloille, jotka käyttävät luonnonvaroja, energiaa tai vettä. Ferroseosteollisuus käyttää paljon energiaa ja luonnonvaroja. Kestävä kehitys edellyttää pienempää hiilijalanjälkeä, tuotantotehokkuuden parantamista, turvallisempia työskentelyolosuhteita, puhdasta ilmaa ja vettä. Siksi teema on meille kaikille ajankohtainen. Kuluttajat kysyvät jo nyt kuinka tuote on valmistettu? Mistä raaka-aineet tulevat, kuinka ne on jalostettu, ja mikä on tuotteen hiilijalanjälki”, sanoi Outotecin toimitusjohtaja *Pertti Korhonen* avauspuheessaan.

Kansainvälisen ferroseosjärjestön ICFA:n puheenjohtaja *Nic Barcza* korosti

Kansainvälisen ferroseosjärjestön ICFA:n puheenjohtaja *Nic Barcza* korosti puheessaan Pohjoismaissa kehitetyn teknologian merkitystä ferroseosteollisuudessa.





Tavoitteena oli saada osallistujia Venäjältä, Kazakstanista ja Ukrainasta, ja tässä onnistuttiinkin hyvin. Seuraava INFACON järjestetään kolmen vuoden kuluttua Kazakstanissa.



Jorma Daavittila (vas.) on vastannut pitkään Outotecin ferroseosteologiasta ja on juuri siirtynyt eläkkeelle. Hänen ansiostaan INFACON XII saatiin Suomeen ja hän toimi myös kongressin puheenjohtajana ja vastasi järjestelyistä.

puheessaan Pohjoismaissa kehitetyn teknologian merkitystä ferroseosteollisuudessa. "Pohjoismaisia innovaatioita on esimerkiksi laajasti käytössä oleva Outotecin kromiittipellettien tuotantoon kehitetty teräsnauhasintraus- ja esikuuminenprosessi sekä ABB:n kehittämä DC valokaariuuniprosessi, jota käytetään yhä laajemmin hienojakoisen kromiittimalmin sulatukseen Etelä-Afrikassa. Helsingissä pidettävä INFACON heijastaa hyvin Suomen, Norjan ja Ruotsin merkitystä ferroseosteollisuuden kehittämisessä niin paikallisesti kuin kansainvälisestikin", totesi Nic Barcza ja jatkoi: "Ferroseosteollisuudella on jatkossakin haasteita esiintymien saamisessa käyttöön, energiakustannusten pienentämisessä ja ympäristöasioissa, sekä markkinoiden ja talustilanteen muutoksissa. INFACON on tapahtuma, joka mahdollistaa teknologian kehittäjien, toimittajien ja käyttäjien vuorovaikutuksen sekä erityisesti sellaisten tuottajien kohtaamisen, jotka ovat kiinnostuneita parantamaan tuotantolaitostensa ja prosessiensa tehokkuutta ja kilpailukykyä."

Teknisestä ohjelmasta vastasi ohjelmatoimikunta, jota johti Outotecin teknologiajohtaja Kari Knuutila ja johon Outotecin lisäksi kuului professoreita Aalto-yliopistosta ja Oulun yliopistosta sekä Outokummun kaksi edustajaa. Toimikunta vastaanotti 128 abstraktia ja 70 kansainvälistä asiantuntijaa arvioi artikkelit korkean teknisen tason varmistamiseksi.

Asmo Vartiainen teki mittavan työn kongressin järjestelyissä ja ohjelman sekä esitysten koordinoimisessa ja esitelmien kokoamisessa ja muokkaamisessa kirjaksi.

Helsingin kolmen päivän tiiviin esitelmäosuuden jälkeen osanottajat lähtivät tutustumaan tuotantolaitoksiin valintansa mukaan. Vaihtoehtoina olivat Outokummun Kemin kaivos ja Tornion ferrokromitehdas, Norilsk Nickelin Harjavallan sulatto ja Outotecin Porin tutkimuskeskus, Tihvinän ferrokromitehdas Venäjällä sekä VTT ja Aalto-yliopisto Espoossa. ▴



Rikastustekniikan koulutus – työkaluja ja toimintamalleja tuotantoon

Syksyn 2010 ja kevään 2011 ohjelma

- Vedenpoisto 21.–22.10.2010
- Näytteenotto 16.–17.12.2010
- Jauhatus 27.–28.1.2011
- Vaahdotus 24.–25.2.2011

Pääkouluttajana toimii professori Kari Heiskanen Aalto-yliopiston teknillisestä korkeakoulusta.

Lisätiedot: **TKK Dipoli**

hannele.vuorimies@dipoli.tkk.fi
puh. 050 355 4594
dipoli.tkk.fi/rikastus

TKK Dipoli on osa Aalto-yliopistoa

OTAFOKUS Kaivos -koulutusohjelma terävöittää kaivosalan osaamista

Suomeen syntyy useita uusia metallikaivoksia lähivuoden aikana. Lisäksi nykyisten kaivosten kapasiteettia laajennetaan. Ilman osaavia tekijöitä yritykset eivät pysty toimimaan tuottavasti.

Teksti ja kuvat: toimittaja **Leena Jokiranta**

"Kaivostoiminta edellyttää tänä päivänä hyvin monipuolista erityisosaamista", projektipäällikkö, DI *Hannele Vuorimies* Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun Koulutuskeskus Dipolista sanoo.

"Uudet kaivokset, nykyisten kaivosten laajentuminen sekä kaivostoimintaan liittyvien toimitusketjujen monipuolistuminen yhdistettynä alan henkilöstön eläköitymiseen jo lähivuosina lisäävät voimakkaasti rekrytointitarvetta kaivospaikkakunnilla".

Viime maaliskuussa alkaneessa OTAFOKUS Kaivos-koulutusohjelmassa 13 opiskelijaa kehittää 18 kuukauden aikana nimenomaan niitä valmiuksia, joita yrityksissä kipeimmin juuri lähivuosina kaivataan. Koulutussuunnittelusta vastaa Teknillisen korkeakoulun Georakentamisen yksikkö Koulutuskeskus Dipolin kanssa. Vastuuprofessori toimii professori Pekka Särkkä.

Osallistujayritykset – Agnico-Eagle Finland Oy, Destia Oy, Kevitsa Mining Oy, Nordkalk Oy, Outokumpu Oy, Pyhäsalmi Mine Oy, Yara Suomi Oy – ovat myös osallistuneet suunnitteluun. Opiskelijat on palkattu yrityksiin työsuhteeseen, joten he saavat palkkaa koko koulutuksen ajan, ja ohjelman päätyttyä vuoden 2011 syyskuussa he saavat yrityksestä vakituisen työpaikan.

Teoriajaksot toteutetaan Aalto-yliopiston teknillisessä korkeakoulussa Espoon Otaniemessä.

OTAFOKUS Rikastus -koulutus tammikuussa

Kaivosteollisuuden kilpailukyvyen kannalta on välttämätöntä kehittää edelleen uusia koulutusohjelmia. Järjestykses-

sä toinen OTAFOKUS Rikastus -koulutusta suunnitellaan alkavaksi ensi vuoden tammikuussa. Professori Kari Heiskanen Aalto-yliopiston teknillisestä korkeakoulusta kertoo koulutuksen keskittyvän suomalaisen teollisuuden tärkeisiin teemoihin: hienonnukseseen, vaahdotukseen ja vedenpoistoon.

"Koulutusohjelman tavoitteena on antaa taidot mineraalirikastuslaitosten käyttö- ja tutkimusinsinööriin tehtäviin sekä laitosten ja laitteiden suunnitteluun ja markkinointiin".

Parin vuoden takaisesta OTAFOKUS Rikastus -ohjelmasta saatuja kokemuksia hyödynnetään lisäämällä entisestään ohjattua opetusta laitoksilla.

"Yrityksissä varaudutaan jo toimitusvolyymin kasvuun – tämän myötä nopeasti lisääntyvään kysyntään rikastusalan erikoisosaajista", *Kari Heiskanen* sanoo.

"Siksi mahdollisuutta kouluttaa rikastusinsinöörejä yritysten kilpailukyvyen kannalta juuri olennaisiin tehtäviin arvostetaan, ja konkreettiseen yhteistyöhön halutaan panostaa".

Mukana suunnittelussa ovat kaikki merkittävät alan yritykset.

"Koulutusohjelmaan valittavien määrää ei ole vielä päätetty, mutta suunnittelussa on lähdetty 10-12 opiskelijasta", Heiskanen kertoo.

Kaivosalan uudistuminen houkuttaa alanvaihtajia

"Otaniemessä on pitkät perinteet kaivostekniikan opetuksessa", kalliiorakentamisen professori *Mikael Rinne* toteaa.

Rinne on mukana OTAFOKUS Kaivos -ohjelman sisällön suunnittelussa sekä vastaa tietyistä opetusohjelman



Professori Kari Heiskanen Aalto-yliopiston teknillisestä korkeakoulusta uskoo, että OTAFOKUS Rikastus -ohjelma vastaa yritysten tarpeeseen saada uusia rikastusalan erikoisosaajia juuri sopivalla hetkellä, kun toimitusvolyymin kasvuun varaudutaan jo täyttä päätä.

kursseista.

"Keskustelu ja vuorovaikutus opiskelijoiden kanssa on ollut hyvin antoisaa, sillä monet heistä tuntevat kaivosympäristön erittäin hyvin jo entuudestaan".

Lähes puolet osallistujista on tullut täysin toiselta alalta – kuten esimerkiksi tietotekniikka-alan yrityksistä.

"Alan vaihtoon houkuttavat kaivosteollisuuden erinomaiset kasvunäkymät sekä halu työskennellä ihmisläheisellä toimialalla", Rinne arvelee.

Myös kaivosalan uudistuminen motivoi nuoria, lahjakkaita osaajia.

"Automaation lisääntyminen ja informaatioteknologiaan perustuvat ratkaisut muuttavat käytäntöjä – ja lisäävät alan kiinnostavuutta merkittävästi", Rinne uskoo.

Tulevaisuuden osaajilta edellytetäänkin moniosaamista: juuri siksi koulutuksen merkitys korostuu,

"Olennaista OTAFOKUS Kaivos

-koulutuksessa onkin ollut nimenomaan se, että sen ansiosta voidaan nopeasti reagoida kaivosteollisuuden tarpeisiin – ja näin osaltamme vaikuttaa kansantalouden elpymiseen ja uuden talouskasvun toteutumiseen”, Mikael Rinne sanoo.

Työtehtävien monipuolisuus kiinnostaa

Yksi koulutukseen osallistujista on *Anna-Riitta Mäenpää*, joka valmistui prosessitekniikan diplomi-insinööriksi vuosi sitten pahimman taantuman aikaan.



Anna-Riitta Mäenpää arvioi, että nyt koulutuksen aikana syntyviä verkostoja voi hyödyntää myöhemmin eri tavoin.

”Aluksi hain töitä omalta alalta, mutta yrityksillä oli jatkuvasti meneillään YT-neuvottelut”.

Harvoin avoimiin paikkoihin valittiin henkilöitä, joilla oli useiden vuosien työkokemus.

Siten ajatus suuntautumisesta kokonaan toiselle alalle alkoi houkuttaa Mäenpäää. Samaan aikaan käynnistyi haku OTAFOKUS Kaivos -koulutukseen.

”Koulutuksen sisältö vaikutti mielenkiintoiselta. Ja ajatus siitä, että työnantaja haluaa tällä tavalla panostaa uuteen työntekijään motivoi hakemaan koulutukseen”, Mäenpää kertoo.

Lähitulevaisuudessa tärkeimmät työtehtävät liittyvät Siilinjärvellä kaivoksella louhoksen toiminnan tehostamiseen ja tuotantomäärän nostamiseen, joka on seurausta vastavalmistuneesta rikastamon laajennuksesta.

”En odota koulutuksen jälkeen olevani valmis kaivosinsinööri: oppiminen tulee jatkumaan päivittäisessä työssä”, Mäenpää korostaa.

”Koulutuksessa tavoitteenani on oppia tietoja ja taitoja, joiden avulla voin varsinaisessa työssäni lähteä kehittämään ammattitaitoani edelleen”.

Muutaman kuukauden kokemuksen jälkeen Mäenpää arvioi ohjelman vas-

tanneen hyvin odotuksia.

”Kiinnostavinta ovat olleet vierailut alan yrityksiin. Tällöin olen saanut uutta käytännön tietoa kaivosteollisuudesta ja sen toimintatavoista. Myös ensimmäisen kaivosharjoittelujakson aikana nähdyn ja koetun yhdistäminen koulutuksessa saatavaan teoriaopetukseen on hyvin motivoivaa”.

Mäenpää arvioi, että nyt koulutuksen aikana syntyviä verkostoja voi hyödyntää myöhemmin eri tavoin.

”Kaivosala vaikuttaa hyvin mielenkiintoiselta alalta. Itseäni kiinnostaa kuinka kasvavaan raaka-aineiden koulutukseen voidaan vastata kehittyvissä maissa – kuten Kiinassa ja Afrikassa. Mielestäni on myös tärkeää louhinnan ja rikastamisen tehostaminen siten, että entistä köyhempiä malmiesiintymiä voidaan hyödyntää”.

Suomessa kaivosalan tulevaisuus on muita aloja valoisampi. Sillä kuten Mäenpää toteaa:

”Toisin kuin paperitehdasta, kaivosta ei voida siirtää toiselle mantereelle”.

Toimitusketjun hallintaan uusia täsmäoppeja

Työmaainsinööri *Anssi Auvinen* työskentelee Destia Oy:ssä Kalliorakentamisen palveluyksikössä.



Anssi Auvinen motivoi osallistuminen koulutukseen, sillä työnantaja tarjoaa jatkossa palveluja yhä enemmän kaivosyrityksille.

”Koulutus on toisaalta itselleni mieluinen haaste sekä samalla miellyttävä aikalisä arkisesta aherruksesta”, Auvinen kertoo.

Auvinen työtehtävät Destiassa ovat kehittyneet koko ajan, joten lisäkoulutus motivoi miestä.

”Työssä opin periaatteessa tekemään asioita oikein, mutta samaan aikaan tieto siitä, miksi tietyt asiat toteutetaan tietyllä tavalla, puuttui itseltäni, hän perustelee”.

Destia on viime aikoina alkanut yhä enemmän panostaa kaivosyhtiöille tar-

jottaviin palveluihin ja palvelukonsepteihin.

”Tämä näkyy kaivostoiminnan palveluiden kasvavana osuutena liikevaihdostamme”.

Siten myös kaivosprosessien- ja työtekniikoiden osaajien tarve lisääntyy nopeasti.

Tulevaisuudessa Destia tarvitsee kalliorakentamiseen liittyvien, mittavien palvelukokonaisuuksien toteuttajia ja osaajia.

”Esimerkiksi Destian Kalliorakentamisen palveluyksikön urakoiden ja palvelukokonaisuuksien sopimussummat ovat kasvaneet jatkuvasti toteutuksen monimutkaisuuden lisääntyessä, Auvinen on huomannut”.

Enää pelkkä kiven rikkominen ei riitä, vaan koko toimitusketju tulee hallittua lähtien suunnittelusta.

”Omassa työssäni maanalaisten tilojen toteutuksen hallinnan ja suunnittelun merkitys tulee kasvamaan. Uskon myös, että automaatiota hyödynnetään yhä enemmän tulevaisuuden projekteissa”.

Auviselle koulutuksessa tärkein tavoite on saada kokonaiskuva tiedosta kaivosprosessin ja työtekniikoiden takana.

”Uskon että tätä kautta pystyn autamaan useampien ja laadukkaampien palveluiden ja palvelukokonaisuuksien suunnittelussa ja tuottamisessa



Hannele Vuorimies korostaa hyvän ryhmähengen merkitystä opiskelumotivaatioon sekä tuloksiin. ”Yhdessä tekeminen ja toisilta oppiminen ovat merkittävässä roolissa tässä koulutuksessa”, hän sanoo.

kaivosyhtiöille. OTAFOKUS Kaivos-koulutuksessa kurssikaverit ovat todennäköisesti tulevaisuudessa päättävissä asemissa kaivosyhtiöissä, joten kontaktiverkon luominen on myös eräs hyvin tärkeä tavoite”.

Tähänastisen kokemuksen perusteella Auvinen vaikuttaa varsin tyytyväiseltä.

”Erityisesti olen pitänyt koulutuksen intensiivikurssimallista: keskitytään yhteen asiaan tietty aika, eikä sekoiteta aihealueita liian isoksi kokonaisuudeksi”.

Kyseisessä opetusmallissa opiskelija joutuu itse koostamaan aihealueet kokonaisuudeksi.

”Itse olen nauttinut niistä oivaltamisen hetkistä: kun hoksaa kuinka juuri opettava asia juontaakin juurensa jostain aikaisemmasta asiasta; ja kuinka se taas liittyy johonkin suurempaan kokonaisuuteen”, Auvinen selvittää.

Hänelle kiinnostavin tieto liittyy maanalaisten tilojen – kuten tunnelien ja louhosten – toteuttamiseen.

”Aiempi työkokemukseni on täysin maanpäällistä, joten aihealue on itselleni täysin uusi – ja siksi erittäin mielenkiintoinen kokonaisuus. Toivon, että

työnantajani saa yhä enemmän jalansijaa erilaisissa kaivosprojekteissa ja itse pääsisin sitä kautta kasvattamaan ammattitaitoani projektien toteuttamisen kautta haastavissa tehtävissä. Kalliorakentamiseen liittyvistä koulutusohjelmista ei valmistu tarpeeksi ihmisiä vastaamaan tulevaisuuden tarpeita, joten lisäkoulutuksesta on varmasti hyötyä sekä itselle että työnantajayritykselle”.

Tulevaisuuden kaivos tarvitsee moniosaajia

Yara Suomi Oy:n Siilinjärvellä toimiva fosfaattikaivos on Länsi-Euroopassa ainoa laatuaan.

”Kaivoksen merkitys koko yrityksen toiminnan kannalta on hyvin merkittävä – siten kaivoksen toimintaan on investoitu ja myös kaivostekniikan osaamisen kehittämiseen on kiinnitetty suurta huomiota”, Yara Suomi Oy:n henkilöstöjohtaja Pirjo Nordman kertoo.

Ammattitaidon ylläpito pyritään turvaamaan rekrytoinnilla, koulutuksella ja kokemuksen siirtämisellä senioreilta ennen heidän eläkkeelle siirtymistään.

”Otafokus Kaivos -ohjelma todettiin

sopivaksi koulutusmuodoksi Yarassa kaivostekniikkaan erikoistumiseen. Hyvänä pohjana pidimme prosessitekniikan osaamista ennen OTAFOKUS-ohjelmaa”, Nordman sanoo.

Yara rekrytoi kurssille kaksi henkilöä, jotka koulutusjakson jälkeen jatkavat Yaran Siilinjärven yksikössä kaivostekniikkaan liittyvissä tehtävissä.

”Olennaista on, että opiskelijoilla on aitoa kiinnostusta kaivosalaan ja siten motivaatio korkealla tasolla”, Nordman korostaa.

Nyt kun kaivosteollisuus on Suomessa erittäin kovassa kasvuvaiheessa, tuntuu viiden vuoden perusopintojakso varsin pitkältä ajalta työvoimaa kiipeästi odottavissa yrityksissä.

Täsmäkoulutusten avulla voidaan nopeuttaa osaajien tuloa yritykseen.

”Siilinjärvellä – kuten koko Yarassa – tarvitaan jatkossa hyvin monipuolista osaamista, sillä kaivoksen työtehtävät eivät liity yksinomaan louhintaan. Siksi arvostamme monipuolista taustakoulutusta ja työkokemusta kaivosalan ulkopuoleltakin. Uskon, että tulevaisuudessa yleistyvissä tehtäväkiertoissakin organisaation sisällä voidaan moniosaajien taitoja hyödyntää”. ▲

THE FUTURE OF EUROPEAN MINING

Talvivaara Mining Company Plc
TALVIVAARA

www.talvivaara.com

Sibelco Nordic Oy Ab mukana elämäsi jokaisena päivänä



Valmistamme luonnon mineraaleista keskeiset raaka-aineet lasi-, keramiikka- ja valimoteollisuudelle. Tuotteitamme käytetään mm. tuulimyllyjen valmistuksessa, voimalaitoskattiloissa sekä golf- ja muilla urheilukentillä ja olemme täten läsnä jokaisen ihmisen päivittäisessä elämässä kotona ja vapaa-ajalla.

Olemme siellä missä sinäkin!



1.6.2010 nimeimme muuttui.
SP Minerals Oy Ab on nyt Sibelco Nordic Oy Ab.

Myynti ja hallinto muutti Espooseen osoitteeseen
Mikkelänkallio 3, 02770 Espoo

www.sibelconordic.com



Vastajulkaistu MEMS-käsikirja on näyte suomalaisesta osaamisesta

Teksti **Markku Tilli**, Okmetic Oyj Kuvat **Janne Vuori** ja **Pirjo Korpiala**

Handbook of Silicon Based MEMS Materials and Technologies -kirja julkistettiin Aalto-yliopiston Teknillisen korkeakoulun tiloissa huhtikuussa 2010. Tämä piipohjaisia MEMS-materiaaleja ja -teknologioita esittelevä käsikirja on suomalaisen MEMS-klusterin ja sen kansainvälisten yhteistyökumppaneiden nelivuotisen työn tulos. MEMS on noin 6 miljardin euron vuotuisen liikevaihdon, joka on aina kaksinkertaistunut viiden vuoden välein, omaava teollisuudenala, jossa myös suomalaiset yritykset ovat mukana. Kirja on todella ajankohtainen ja sille on tilausta, sillä MEMS-markkinat kasvavat voimakkaasti ja käyvät läpi rakenteellista muutosta.

MEMS ei ehkä ole kaikille tuttu termi. Se on lyhennys sanoista MicroElectro-Mechanical Systems. MEMS-komponentit eli anturit ovat mikrokooppisen pieniä esineitä, jotka mittaavat ja aistivat sähköisiä ja mekaanisia toimintoja ympäristöstämme ja muuttavat ne sähköisiksi signaaleiksi. MEMS-antureita löytyy monista tutuista tuotteista.

MEMS-anturit ympärillämme

Autoteollisuus alkoi 1990-luvulla käyttää piipohjaisia paine- ja virtausantureita moottorin ohjauksessa ja kiihtyvyyssantureita ilmatyynyn laukaisujärjestelmissä. Autoteollisuus olikin MEMS-teollisuuden tärkein asiakas lähes 20 vuoden ajan. MEMS-antureiden käyttö muissa tuotteissa yleistyi hitaasti, mikä johtui luultavasti niiden korkeasta hinnasta.



MEMS-kirjaprojektin laajennettu editoriryhmä työssään; oikealta lukien Veli-Matti Airaksinen, Ari Lehto, Veikko Lindroos, Terry Motooka, Helmut Seidel ja Markku Tilli. Kuvasta puuttuvat Risto Nieminen ja Heikki Kuisma.

Nykyään antureita käytetään mitä erilaisimmissa kuluttajaelektronikan tuotteissa. Käytännössä kaikissa älypuhelimissa on kiihtyvyyssantureita, monissa puhelimissa on piipohjaisia mikrofoneja ja suomalaisissa rannetietokoneissa on käytetty paineantureita ja magnetometrejä jo kauan. Myös lääketiede ja terveydenhoito hyödyntävät anturitekniologiaa vahvasti ja käytetään antureita mustesuihkurajoitusten päissäkin.

MEMS-antureiden valmistuksessa käytetään varsin erilaisia materiaaleja piistä ja muovista lasiin ja kvartsiin. Yhteistä näille materiaaleille on se, että materiaaliin on tehty mikrokooppisen pieniä toiminnallisia osia. Pii tai tarkemmin piikiekot ovat kuitenkin MEMS-antureiden tärkein raakamateriaali. Pii on kova ja kemiallisesti kestävä materiaali ja sillä on erinomaiset mekaaniset ominaisuudet. Piihin voidaan myös syövyttää hyvinkin monimutkaisia rakenteita.

Suomalainen osaaminen kirjan perustana

Suomessa piitä ja piitekniologiaa on tutkittu jo kauan, 1970-luvulta lähtien.

Ensimmäiset antureiden valmistukseen kehitetyt piikiekot valmistettiin jo 1980-luvun alussa Aalto-yliopiston edeltäjän, Teknillisen korkeakoulun Materiaalitekniikan osaston Metall- ja materiaaliopin laboratoriossa ja 1990-luvulta lähtien Okmetic on tuottanut niitä maailmanlaajuiseen kulutukseen. Piikiekkojen lisäksi myös antureiden valmistuksella on pitkät perinteet Suomessa. Sääilmiöitä mitataan suomalaisilla paineantureilla kaikkialla maapallolla ja tarkkuuskiihtyvyyssanturit ovat havainnoineet autojen liiketilaa 90-luvulta lähtien. VTI Technologies on maailman markkinoilla menestynyt suomalainen anturivalmistaja.

Oli siis luonnollista, että kesällä 2006 mikro- ja nanosysteemikirjasarjaa valmistelewan William Andrewin kustannustoimittaja (Senior Editor) otti yhteyttä professori *Veikko Lindroosiin* ja kysyi, voisiko hän ryhtyä MEMSiin liittyvän käsikirjan toimittajaksi (Editor).

Hetken pohdinnan jälkeen Aalto-yliopiston fyysikaalisen metallurgian ja materiaalitieteiden professori Lindroos suostui ja alkoi kerätä toimittajakuntaan lisäjäseniä. Toimittajakuntaan liittyivät ensin piikiekkvoja valmistavan Okmetic'in tutkimusjohtaja *Markku Til-*

li sekä myöhemmin alkusyksystä Aalto-yliopiston piiteknologian professori *Ari Lehto* ja Japanin Kyushu yliopiston materiaalitieteiden ja tekniikan professori *Teruaki Motooka*. Suunnittelutyö saattoi alkaa.

Muuttuvat MEMS-markkinat

Suunnitteluvaiheessa ensimmäiseksi nousi esiin kysymys tarvitaanko tällaista kirjaa, ja jos tarvitaan, niin minkälainen sen tulisi olla. Varsin pian oli ilmiselvää, että vastaus oli kyllä. Tutkiessaan julkaistua käsikirjallisuutta toimittajakunta huomasi varsin nopeasti, että markkinoilla oli hyviä, mutta joko liian laajoja tai suppeita esityksiä. MEMS-teollisuuden parissa työskentelevät insinöörit, tutkijat ja tiedemiehet tarvitsivat ajan tasalla olevan ja kattavan, mutta yksien kansien väliin mahtuvan esityksen.

Kirjan julkaisemispäätöstä tuki myös se, että anturi-teollisuus oli murroksessa. Kuluttajaelektronikka oli nousemassa autojen rinnalle antureiden suurimmaksi käyttökohteeksi. Antureiden valmistusmäärät olivat voimakkaassa kasvussa ja samalla lopputuotteiden hinnat laskivat voimakkaasti. Kuluttajaelektronikkateollisuudessa hintapaineet valmistuskustannusten laskemiseksi olivat perinteistä MEMS-teollisuuden haaraa, autoteollisuutta, kovemmat.

Tämän lisäksi elektronikkateollisuudelle suuria mikropiirejä tarjoavat valmistajat olivat huomanneet, että anturi tulee yhä useammin osaksi elektronista järjestelmää, sillä anturi tarvitsee signaaliensa käsittelyyn varsin paljon erikoistunutta elektronikkaa.

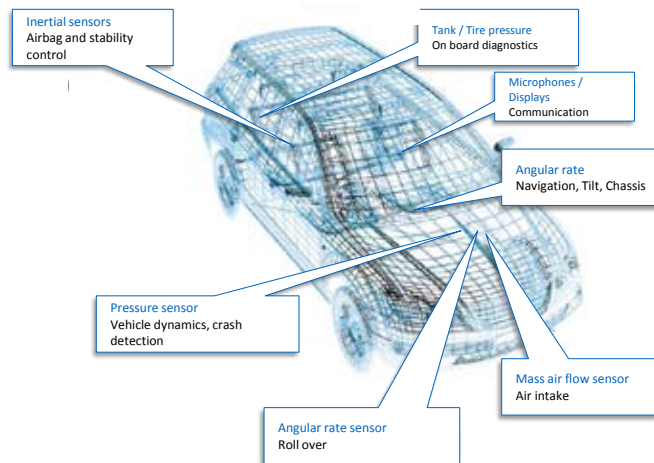
Yleinen trendi oli, että elektronikkatuotteita valmistava teollisuus oli eriytyvässä entistä enemmän kokoonpanijaksi, joka rakentaa elektronisia järjestelmiä mahdollisimman valmiista moduuleista tai kokonaisuuksista. Puolijohdekomponenttien valmistajan oli siis mielekäästä ottaa mikropiirien lisäksi tarjontaansa anturit. Alalle odotettiin tulevan paljon uusia insinöörejä vailla aiempaa kokemusta piipohjaisista antureista.

Piistä anturiksi

Jo kirjan suunnitteluvaiheessa päätettiin, että kirjassa keskitytään piihin kaikista MEMS-komponenttien valmis-

tusmateriaaleista. Päätökseen vaikutti paitsi se, että pii on yleisin MEMS-antureissa käytetty materiaali, mutta myös kirjan toimittajakunnan laaja tietämys ja osaaminen kyseisestä materiaalista. Lisäksi piillä on varsin keskeinen asema Suomen laajan MEMS-klusterin tutkimuksessa, opetuksessa, tuotekehityksessä, valmistuksessa ja käytössä.

Kustannussopimus allekirjoitettiin marraskuussa 2006, kun kirjan sisältö



Nykyaikaisessa autossa on noin 100 piipohjaista MEMS-anturia, joista kuvassa muutamia esimerkkejä.

oli hahmottunut. Kirja tulisi alkamaan piin materiaaliominaisuuksista ja valmistuksesta ja päättymään valmiiseen anturikomponenttiin.

Kirjan sisältö päätettiin jakaa viiteen osaan:

- I Pii MEMS- materiaalina
- II MEMS-rakenteiden mallitus
- III MEMS:n mittaustekniikka
- IV MEMS-prosessitekniikat
- V MEMS:n pakkaustekniikat

Samalla kirjan pituudeksi määrittyi noin 700 painettua sivua. Kullekin osalle rekrytoitiin asiantunteva osatoimittaja toimitustyön sujuvuuden varmistamiseksi. Markku Tilli toimi kirjan ensimmäisen ja Teruaki Motooka toisen osan toimittajana Aalto-yliopiston professori *Risto Niemisen* kanssa. Osan kolme toimittaja oli Aalto-yliopiston Micronovan johtaja *Veli-Matti Airaksinen*. Neljännen osan toimitti professori *Helmut Seidel* Saarlandin yliopistosta Saksasta ja osan viisi *Ari Lehto* yhdessä VTI Technologies'in kehitysjohtajan *Heikki Kuisman* kanssa.

Kirjan viisi osaa jaettiin kaikkiaan 42 kappaleeseen johdantokappaleen lisäksi. Toimittajakunta kävi yhdessä läpi alan parhaat asiantuntijat, ja vuoden 2006 ja 2007 vaihteessa kirjoittajat olivat määritetty. Kirjoittajina toimi kaiken kaikkiaan 73 henkilöä 12 eri maasta.

Huomattavalla osalla kirjoittajista on Aalto-yliopiston Teknillisen korkeakoulun, VTT:n tai suomalaisen MEMS-teollisuuden tausta, mikä osoittaa Suomen MEMS-osaamisen vankan pohjan. Muiden kuin suomalaisten kirjoittajien kansainvälisistä taustaorganisaatioista voidaan mainita Tohokun, Kyushun, Nagoyan, Kalifornian, Cambridgen, Saarlandin, Uppsalan ja Wrocławin yliopistot sekä Fraunhofer-instituutti; yrityksistä mainittakoon Airbusia valmistava EADS, Bosch, Sensoror ja X-Fab.

Kirjoitustyön ohjaus

Käytännön kirjoitustyötä ohjattiin toimittajien säännöllisillä kokouksilla. Kokouksia pidettiin alussa muutaman viikon välein ja loppusuoran häämöttäessä joka toinen viikko. Useissa näissä kokouksista oli myös osatoimittajat mukana. Koko kirjoittajajoukkoille tarkoitettuja yhteisiä tilaisuuksia oli kolme.

Näiden tilaisuuksien avulla toimittajakunta kykeni ennakoimaan mahdolliset ongelmat

ja reagoimaan niihin nopeasti. Kirjan käsikirjoitus saatiin valmiiksi vuoden 2008 ja 2009 vaihteessa, jonka jälkeen kului vielä muutamia viikkoja muualta lainattujen kuvien ja kaavioiden julkaisulupien tarkastamisessa.

Toimittajien tarkastama ja viimeistelemä käsikirjoituspaketti toimitettiin useassa osassa Elsevier kustantamolle, joka oli ostanut kirjan julkaisu-oikeudet amerikkalaiselta William Andrew kustantamolta. Elsevier kuuluu maailman suurimpiin tieteellisten tekstien julkaisijoihin. Viimeiset kappaleet vietiin Elsevierin tietojärjestelmään maaliskuun lopussa 2009.

Elsevierin kustannustoimittajat työstivät noin 1200-sivuisen käsikirjoituksen kappaleittain painoasuunsa ja toimittajakunta sai materiaalin tarkastettavakseen kesällä 2009. Oikoluettu materiaali toimitettiin takaisin syyskuussa ja viimeinen tarkastuskierros tehtiin marraskuun alussa 2009.

Kirjan painaminen alkoi Elsevierin USA:n painossa Bostonissa tammikuun puolivälissä 2010 ja Englannin Oxfordin painosta ensimmäiset kappaleet tulivat ulos helmikuun lopussa 2010. Kaikki huipentui huhtikuussa 2010 pidettyyn kirjan julkistamistilaisuuteen, jossa oli läsnä vuorimiehiä sekä piiteknologia-alan ammattilaisia. ▀

Uuden MEMS-käsikirjan julkistamistilaisuus

Teksti **Anna-Riikka Vuorikari-Antikainen**, Okmetic Oyj Kuvat **Janne Vuori, Anna-Riikka Vuorikari-Antikainen**

Vappuviikolla noin kuusikymmentä akateemisen maailman, teollisuuden ja valtiovallan edustajaa oli seurannut Aalto-yliopiston Teknillisen korkeakoulun Materiaalitekniikan laitoksen kutsua saapua juhlistamaan uuden Handbook of Silicon Based MEMS Materials and Technologies -käsikirjan julkistamista.

MEMS-teknologiaa käyttävä anturiteollisuus on yksi nopeimmin kasvavista teollisuudenaloista. Juuri julkistettu 700-sivuinen teos onkin suunnattu anturiteollisuudessa toimiville tutkijoille, suunnittelijoille ja valmistajille sekä alaa opiskeleville henkilöille. MEMSistä ja kirjan kirjoittamisprojektista kerrotaan enemmän jutussa "Vastajulkaisu MEMS-kirja on näyte suomalaisesta osaamisesta".

Kirjaprojektin priimusmoottorina toimi Aalto-yliopiston fyysisen metallurgian ja materiaalitieteiden emeritus professori *Veikko Lindroos*. Toimittajakunnan muita jäseniä olivat piikiekkoja valmistavan Okmetic'in tutkimusjohtaja *Markku Tilli*, Aalto-yliopiston piiteknologian professori *Ari Lehto* sekä Japanin Kyushu yliopiston materiaalitieteiden ja tekniikan professori *Teruaki Motooka*.

Professori Lindroos avasi juhllaisen julkistamistilaisuuden kertomalla piiteknologian ja -tutkimuksen synnystä Suomessa 1970-luvulla ja sen teollisesta hyödyntämisestä sittemmin. 1970-luvun lopulla Suomessa lähdettiin luomaan kansallista piitutkimusta ja projektiin saatiin mukaan myös Outokumpu ja Nokia. Nämä yritykset perustivat Okmeticin ja Micronasin 1980-luvulla.

Okmetic aloitti piikiekkojen teollisen valmistamisen 1987 ja on nykyisin maailman markkinajohtaja juuri MEMS-teollisuudelle tehtävissä piikiekoissa. Puolijohdeita ja antureita valmistava Micronas perustettiin vuonna 1980 ja se siirtyi ulkomaalaisomistukseen vuonna 1992.

Tilaisuus jatkui Okmeticin strategisen tutkimuksen johtajan *Markku*



Professori Veikko Lindroosin kirjahankeeseen johdantoesittelyä kuuntelemassa vasemmalta lukien Simo-Pekka Hannula, Markku Tilli, Ari Lehto, Matti Pursula, Tapio Alvesalo, Tuomo Suntola, Heikki Sipilä, Juho Mäkinen, ja heidän takanaan vasemmalta lukien Lauri Holappa, Olavi Siltari, Pentti Rautimo ja Jorma Kempainen.

Tillin esityksellä. Hän kertoi kirjoitusprosessin kulusta ja kiitteli projektiin osallistuneita siitä, miten ammattitaitoisesti ja sujuvasti kaikki oli edennyt. Suomalaisen MEMS-klusterin ja sen kansainvälisten yhteistyökumppaneiden tietotaito on nyt vuosien työn jälkeen saatu yhden kansien väliin.

Tämän jälkeen Aalto-yliopiston Teknillisen korkeakoulun Materiaalitekniikan laitoksen johtaja professori *Simo-Pekka Hannula* puhui Aalto-yliopistolla pitkään tehdystä tutkimustyöstä sekä kiitti tutkimusryhmiä ja professoreita heidän tieteelle antamastaan panoksesta ja urauurtavista tuloksista.

Lopuksi Aalto-yliopiston johtavalle dekaanille *Matti Pursulalle* luovutettiin ensipainos MEMS-kirjasta kiitokseksi yhteistyöstä. Kiitospuheessaan Pursula kiteytti kaikkien ajatukset Aalto-yliopiston ja teollisuuden välisen yhteistyön tärkeydestä, josta tämä kirjaprojekti on erittäin hyvä esimerkki. Hän myös toivotti kirjalle ja kaikille sen kirjoittajille menestystä.

Julkistamistilaisuuden jälkeen siirryttiin cocktailien ääreen. Cocktailtilaisuudessa keskusteltiin ajatuksia herättäneistä puheista ja verkostoiduttiin Senkka Siskojen keväisten laulujen soivissa taustalla. MEMS-teknologian teollistamisen taustahenkilöt, Outo-



Puolijohdemetallurgisen projektin vetonelikko, vasemmalta lukien Olavi Siltari, Pentti Rautimo, Veikko Lindroos ja Markku Tilli, kuvattuna reilut 30 vuotta projektin aloittamisen jälkeen MEMS-kirjan julkistamistilaisuudessa huhtikuussa 2010.

kumpulaiset *Olavi Siltari* ja *Pentti Rautimo* olivat mukana julkistamistilaisuudessa. He muistelivat Okmeticin alkuvaiheita ja yhtyivät Pursulan ajatuksiin, että tieteen ja teollisuuden yhteistyöstä syntyy menestystarinoita. Tarvittiin paljon rohkeutta, vahvaa näkemystä ja riskinottoa lähteä mukaan täysin uuteen teknologiaan, mikä osoittautui kannattavaksi päätökseksi. Tieteen ja teknologian yhteistyötä tulisikin vaan lisätä ja lähteä rohkeasti toteuttamaan ja kaupallistamaan uusia ideoita. Ehkä näin löydettäisiin uusia vetureita Suomen vientiteollisuudelle. ▀

LUT Kemia ja LUT Erotustekniikan keskus (CST) olivat tapahtumien ytimessä Lappeenrannassa 7.-11.6. järjestetyissä suodatusalan kansainvälisissä kokoontumisissa. Network Young Membrains, NYM12, keräsi yhteen nuoria tulevaisuuden lupauksia membraanitekniikan alalta. 13th Nordic Filtration Symposium, NoFS13, puolestaan tarjosi kansainväliselle asiantuntijakaartille tuoreimpia näkemyksiä suodatuksen alalta.

Creative solutions together

Nuoret membraanitutkijat koolla LUTissa

Lappeenrannan teknillisen yliopiston (LUT) membraanitekniikan tutkimusryhmä isännöi Network Young Membrains (NYM) -tapaamista Lappeenrannassa 7.-9.6.2010. Järjestettävä tapaaminen oli järjestyksessään 12:s.

LUT:n membraanitekniikan tutkimusryhmä on alansa suurin tutkimusryhmä Suomessa. Ryhmä toimii osana yliopiston Erotustekniikan keskusta, joka koordinoi ja kehittää LUT:n kansainvälisesti merkittävää 24 teollisuusjäsenen ja yhdeksän tutkimusjäsenen osaamiskeskittymää.

Nuorten tutkijoiden aktiivinen NYM-verkosto

NYM on kansainvälinen verkosto, jonka tavoitteena on edistää membraanitekniikoiden parissa työskentelevien nuorten tutkijoiden välistä keskustelua, verkostoitumista ja tiedonsiirtoa. NYM-tapaamisen keskeisenä ajatuksena on tuoda samantyyppisten tutkimusaiheiden parissa työskentelevät nuoret tutkijat keskustelemaan tutkimuksestaan keskenään. Tämä edistää kansainvälistä tutkimusyhteistyötä ja haastaa tutkijoita tarkastelemaan aihettaan monesta eri näkökulmasta. Tästä syystä tapaaminen ei olekaan rakenteeltaan aivan perinteinen tiedekonferenssi, vaan ohjelmaan kuuluu aina myös ryhmätöitä ja verkostoitumista edistävää ohjelmaa. Tapaamisessa on myös aina kutsuttuina puhujina alalla tunnettuja tiedevaikuttajia. Tänä vuonna kutsuttuina puhujina olivat apulaisprofessori *Wojciech Kujawski* Puolasta sekä professori (emer.) *Marianne Nyström* Suomesta. Kujawskin aiheena oli kaasun ja höyryn erotus membraaneilla ja Nyström puhui membraanitekniikan merkityksestä vedenpuh-

distuksessa. Tapahtumassa tutustuttiin myös Suomessa membraanitekniikkaa hyödyntäviin yrityksiin luentoja ja yritysvierailujen puitteissa. Tänä vuonna NYM:ssä oli lähes 60 osallistujaa, jotka tulivat 11:sta eri maasta.

Tutkimusala dialyysihoidosta polttokennotekniikkaan

Membraanierotustekniikoiden rooli ihmisten ja ympäristön hyvinvoinnin edistämisessä on suuri. Maailmanlaajuisesti merkittävin sovellus on dialyysihoito, johon vuonna 2008 joutui turvautumaan 1,8 miljoonaa ihmistä ja potilaiden määrän odotetaan tulevaisuudessa kasvavan. Toinen merkittävä sovellusalue on juomaveden valmistaminen merivedestä. Vuonna 2008 membraanitekniikalla tuotettiin 37 000 000 m³ juomavettä päivässä. Membraanitekniikalla on myös merkittävä rooli tämän hetken suurten kysymysten, ilmaston lämpenemisen ja puhtaan veden riittävyyden, ratkaisemisessa. Tämä näkyi myös NYM12-tapahtumassa: tulevaisuuden energiantuotantoratkaisut, ympäristönsuojeluun tarvittava membraanitekniikka ja veden puhdistus olivatkin esillä varsin monen nuoren tutkijan esityksissä.

Esittelyssä 13th Nordic Filtration Symposium

LUT Erotustekniikan keskus järjesti yhdessä Nordic Filtration Societyn kanssa 13th Nordic Filtration Symposiumin Lappeenrannassa 10.-11.6. Tapahtumaan osallistui yli 80 suodatusalan asiantuntijaa jatko-opiskelijoista kokeneisiin professoreihin sekä teollisuuden asiantuntijoihin. Kahden päivän aikana käsiteltiin ajankohtaisia aiheita sekä kalvosuodatuksen että neste-kiinteä-erotustekniikan saralta. Kansainvälis-

Teksti Riina Salmimies, nuorempi tutkija, LUT Kemia

ten vieraiden joukossa oli edustajia 12 maasta.

Symposiumin teemana oli materiaali-, vesi- ja energiatehokkuus suodatusprosesseissa, sekä suodatus ääriolosuhteissa. Tätä teemaa mukailivat kaikki 20 suullista esitystä sekä posterinäyttely. Kutsutut puhujat koskettivat puheenvuoroillaan hyvinkin ajankohtaisia aiheita apulaisprofessori *Wojciech Kujawskin* keskustellessa biopolttoaineista ja niiden membraanisuodatukselle asettamista haasteista ja professori *Richard Wakemanin* esitellessä näkemyksiään tulevaisuuden haasteista suodatuskentässä.

Laaja kirjo alan tuoreimpia näkemyksiä

Kalvosuodatuksen osalta useat puheenvuorot keskittyivät materiaalien kestävyteen ääriolosuhteissa, kuten tanskalaisen *Jorgen Wagnerin* esitys piikarbidin käyttökelpoisuudesta korkeassa pH:ssa sekä orgaanisten liuottimien käsittelyssä ja LUT Kemian *Jussi Lahden* tutkimus polyamidimembraanien etikkahappokestävytydestä. Lisäksi yhä lisääntyvää mielenkiintoa membraani-puolella osoitetaan juomakelpoisen veden tuotantoon. Neste-kiinteä -erotuksen puolella selkeästi vallitseva trendi oli teollisuuden sivuvirtojen käsittely. Biomateriaalien käytön lisääntyessä huomiota kiinnitettiin yhä enenevässä määrin myös näiden materiaalien käsittelyyn sekä arvokkaiden raaka-aineiden erottamiseen jätevirroista.

Lukuisten esitysten joukossa kuul-

Kuva *Jussi Lahti*



Monet membraanitutkijat testaavat työssään membraaneita äärioloissa. Nyt tutkijoilla oli mahdollisuus testata äärioloissa myös itseään.

tiin muun muassa irlantilaisen *Trevor Sparksin* puhuvan Bayer-prosessissa sivutuotteena syntyvän Red Mudin suodatuksen haasteista. Toistaiseksi vielä täysin hyödyntämätön, alumiinin tuotannossa syntyvä Red Mud-liete asettaa prosessihaasteita korkean pH:nsa vuoksi. Tavoitteena on äärien tuottaa mahdollisimman kuiva suodinkakku, joka voitaisiin varastoida kasoissa ilman merkittäviä ympäristöriskejä, alkalisuuden muodostaessa osan tehtaan vesikierrosta.

Posteresitysten joukosta poimitta-

koon LUT Kemian ja Norwegian University of Science and Technology'n yhdessä tuottama tutkimus rautamalmin suodatuksessa käytettävän keraamisen suodinväliaineen karakterisoinnista. Malmien suodatuksessa suodinmateriaalin kestävyys on usein avainasemassa pesukemikaalien alhaisen pH:n vuoksi. Suodinmateriaalin karakterisointi sen eliniän loppuvaiheessa antaa paljon välillistä tietoa itse materiaalin, prosessikemian sekä prosessiveden synnyttämistä todellisista yhteisvaikutuksista.

LUT Kemiällä on jo useiden vuosien ajan tuotettu tutkimusta tilastollisen koesuunnittelun alalta. Nuorempi tutkija *Mikko Huhtanen* on väitöstutkimuksessaan luonut LabTop-ohjelman, jolla pyritään minimoimaan suodatintestauksessa vaadittavaa kokeellisen työn määrää kuitenkin saavuttamalla mahdollisimman paljon hyvälaatuisia dataa tilastollisen mallinnuksen pohjaksi.

Suomalaista vieraanvaraisuutta ja kuuluisaa Skinnarilan henkeä

Pitkistä päivistä ja aikaisista aamuherätyksistä huolimatta osallistujien kesken vallitsi hyvä henki ja keskustelut kävivät vilkkaina sekä keskiviikko- että torstai-iltana Lappeenrannan Laroxilla järjestetyssä Get Together -illassa sekä konferenssi-illallisella Imatran Valtionhotellilla. Imatralla kansainvälisille vieraille tarjottiin pala suomalaista luontoa, kun Imatrankosken vesimassat vapautettiin erityisesti vieraille järjestetyssä koskinäytöksessä. ▀

Kuva *Harri Niemi*

Yli 80 suodatusalan asiantuntijaa kokoontui Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla.



Gunnar Laatio 10.9.1915 - 12.4.2010



Gunnar Laatio, perheen ja ystävien kesken Kunkku, syntyi Turussa 10.9.1915 Venäjän keisarikunnan alamaiseksi. Hän kuoli 94 vuotiaana 12.4.2010 Helsingissä pitkän ja komean päivätyön tehneenä itsenäisen Suomen arvostettuna kansalaisena. Isämme hautajaiset ja muistotilaisuus ovat jääneet häntä saattamaan tulleiden mieleen arvokkaana, mutta myös kuten hyvän ystävän viimeisenä jäähyväistilaisuutena.

Me perheemme sisarukset saimme isämme kuoleman jälkeen suuren määrän surunvälittelyviestejä sekä kirjeitä ja kukkia kaikkialta Suomesta monilta järjestöiltä, entisiltä työtovereilta, ystävilta sekä myös meille tuntemattomilta ihmisiltä, jotka ovat läheltä seuranneet ja arvostaneet isämme työtä työelämässä, politiikassa ja eri järjestöjen toiminnassa. Yleisin sisältö viesteissä oli sanoma ilosta ja jopa ylpeydestä, jota he tunsivat saatuaan tuntea Kunkun ja työskennellä hänen kanssaan.

Olemme kaikki näistä viesteistä hyvin kiitollisia. Kiitos.

Sodan jälkeen Gunnar aloitti kaivosinsinöörin työn ensin Outokummussa, mutta määrättiin pian johtamaan Orijärvi Oy:n kaivosta Kiskossa ja vuonna 1953 rakennuttamaan ja johtamaan suurta sinkkikaivosta Vihantiin Pohjois-Pohjanmaalle. Siellä hän teki yli 20 vuotta kestäneen uran kaivoksen johtajana ja merkittävänä yhteiskunnallisena vaikuttajana Pohjois-Suomen alueella. Hänet jopa valittiin Kokoomuksen kansanedustajaksi vuosiksi 1970–1975.

Hyvä ystäväamme Eero Erkkilä muistelee omassa kirjeessään mielenkiintoista aikaa Vihannin kaivoksella seuraavasti: ”Muistan mielestäni siitä tienvarsitaulusta tekstin – *Kaivoskylässämme on 512 lasta. Ajakaa varovasti, he ovat meille rakkaita.*

Olin syksyn 53 RUK:ssa toista kierrosta eli santsarina, kun kokelas Erkkilää kutsuttiin eräänä päivänä puhelimeen komppanian toimistoon. Langan päässä oli Esko Pihko Vihannin kaivokselta ja asiana työtarjous. Sovimme tapaamisesta hänen työmaallaan. Kun aikanani menin sinne, niin olin sen verran oppinut tapoja, että menin ensin tapaamaan kaivoksen johtajaa hänen työhuoneeseensa työmaaparakiin. Olihan se hyvä viritelmä, kun santsari kokelas ryhdikkäänä astui herra kapteenin eteen. Sellainen oli ensitapaamisemme, eikä olisi parempi voinut olla.

Gunnar oli ominaisuuksiltaan loistava sen joukon kaitsijaksi. Hän oli kyllä kaivoksen suvereeni johtaja, mutta hän käyttäytyi kaikkia kohtaan ystävällisen asiallisesti.

Vihannin kaivoskylästä työnantaja hoiti maksutta oppikoululaisten kuljetukset Oulaisiin ja sieltä takaisin. Rakenusvaiheen aikainen ruokalaparakki, Tervahovi, oli monien harrastusten ja yhteisten tilaisuuksien pitopaikka. Myöhemmin valmistui komea kokoontumispaikka Kaivoshovi, missä niin nuoret kuin aikuisetkin kokoontuivat urheilun ja monen muun harrastuksen pariin.

Kaivoskylässä asui ja hoiti potilaitaan myös oma lääkäri, joka oli upea asia huomioiden sen ajan liikkumismahdollisuudet.”

Lainaan tässä vielä Eero Erkkilän kirjettä:

”Jos nuoremman polven edustajilla oli halua ja mielenkiinto oppia elämisen taitoa, niin Gunnarin esimerkki tarjosi siihen hyvän mahdollisuuden”

Myös Eero Erkkilän ja Esko Pihkon panos Kunkun työto-

vereina Vihannin kaivoskylän onnistumisessa ja kaivoksen toiminnan kehittämisessä oli todella merkittävä ja hieno.

Sodan jälkeisenä vahvan kasvun ja yhteiskunnallisen toiminnan aikana Gunnar koki loukkaavana valtiovallan ja yleisen mielipiteen suhtautumisen itsenäisyyden lunastaneita sotaveteraaneja kohtaan. Helsinkiin siirryttyään Gunnar tuli valituksi sotaveteraaniliiton puheenjohtajaksi ja hän omisti kaiken tarmonsaa sotaveteraanien yleisen arvostuksen sekä heidän arkielämän parantamaksi. Tämän työn hän koki velvollisuudekseen ja sodan aikana saamansa elämäntehtävän täyttämiseksi.

Varsinaisen sotaveteraanityön lisäksi Gunnar osallistui aktiivisesti maanpuolustustyöhön sekä mm. Sotaveteraanikuoron, Kuusikoti ry:n Helsingin Vanhan kirkon seurakunnan, Suomalaisen Klubin, Töölön Rotaryklubin, OSJ:n ritarikunnan, AKS:n perinneyhdistyksen, Suomen Teknillisen Seuran, Peurungan kuntoutumiskeskuksen ja Kuntopolku Oy:n sekä monien muiden järjestöjen ja yhteisöjen toimintaan.

Gunnar oli myös aktiivinen ja pidetty esiintyjä näissä järjestöissä vielä korkeassa iässä. Mainittakoon vielä, että hän antoi radiohaastattelun talvisodan päättymisen 70-vuotispäivänä vain vajaa kuukausi ennen kuolemaansa.

Lepää rauhassa Kunkku ja ISÄ isoin kirjaimin.

Eero Laatio

Vuorinaisten vuosikokous

Viestintäpsykologista kerrontaa oman mielen ohjaamisesta ja näkökulman vaihtamisen taidosta

Vuorinaisten yhdistyksen vuosikokousväki oli onnistunut saamaan luennoitsijaksi Mirka Parkkisen, jonka artikkeleita ja näkemyksiä esiintyy useissa viestintävälineissä.

Psykologian kultainen sääntö, omien mielikuvien muuttaminen, ”mielenreppu”, tulkintamaastot, psyykinen energia, tulkintatasot ja automaatiohjaus, oman mielen johtaminen ja näkökulman muuttaminen olivat osavastauksia otsikkoon. Viestintäpsykologi, psykoterapeutti Mirka Parkkinen kertoi tikkaiden avulla tosiasioiden kentältä alkavasta ensimmäisen tikaspuun havainnosta etenevään alitajunnan hallitsemaan valikoivaan havaintoon, josta edetään tulkintaan. Tulkinnan tikaspuulta -työkaluna oma henkilökohtainen mielenreppu: erilaisilla kokemuksilla ja arvoilla täytettynä – siirrymme ilmaisemisen tietoiselle alueelle, jossa tunnetason tikaspuun ja reaktion ylimmän tikaspuun väliin voimme laittaa uuden tikaspuun katkaisemaan automaatiohjauksen. Tietoisuus mielenreppun tulkintakoodistosta ja tahto sen käyttämiseen sekä tarkkaavaisuus parantavat oman mielen johtamista entistä parempaan elämän hallintaan.

Vanha näkökulma muuttuu uudenlaisten sanojen synnyttämällä uudella tarinoilla, joiden loppuhuipennuksena on uusi näkökulma. Tästä saimme jatkaa kotitutkiskelua omalla kirjallisella sanastolla. Näkyväksi muutettava näkökulma voidaan sen jälkeen muuttaa tai uudistaa, sillä vasta näkyväksi tulo tekee muuttamisen mahdolliseksi.

Nämä ”nobelistiimin” eväät vuorinaiset ovat valmiita jakamaan lähiympäristöönsä ja Materian välityksellä kauemmaksiin.

Kirjalliset kiitokset haluamme viestittää, Mirka Parkkinen, kun saimme olla kuulemassa mielenkiintoista kerrontaa. ▀

Vuorinaisten retkellä Fiskarsissa ja Gillesgårdenissa



Tekstit ja kuvat: **Seija Aarnio**



Vuorinaisten kevätretkellä oli Fiskarsin museon Slagbyggnaden eli "Koumarakennus" (rakennettiin Ylä-ruukin pajojen työläisten ruokalaksi 1842 ja myöhemmin useiden perheiden asuintalona) ulkoa ja sisältä tarkasteltavana aurinkoisena äitienpäivän jälkeisenä lauuantaina.

Fiskarsin Ruukin historia alkaa v. 1649 kuningatar Kristiinan aikakaudelta, jolloin Antskogin ruukin hollantilainen omistaja Peter Thorwöste

sai luvan perustaa masuunin ja kankivaaran sekä oikeuden valmistaa valettuja ja taottuja tuotteita mutta ei tykkejä. Museon ensimmäisessä huoneessa oppaamme kertoi raudan jalostuksesta, useista 1700-luvun omistajavaihdoksista ja vuonna 1822 alkaneesta turkulaisen apteekkarin Johan (John) von Julinin (1787-1853) aikakaudesta. Kukoistavaa Fiskarsin ruukkia johti holhoojahallinto Julinin kuoleman jälkeen, ja vuonna 1883 perustettiin Fiskars Aktiebolag -niminen osakeyhtiö. Toisessa huoneessa oli esillä masuuniin liittyviä käsitteitä, mm. aurattuotteita, valimotuotteita, mellottaminen-kalkkikivi-malmijauhe-kuona-takkirauta-antirauta, kuparituotteita sekä Danny Kayen käyttämät erikoissuuret sakset Aleksin Joulukadun avajaisissa. Seuraavassa huoneessa oli yhdistystoimintaan ja ruukin vapaa-aikaan liittyvää tarpeistoa urheilemiseen, näyttelemiseen, soittamiseen ja merkittävien tapahtumien esittely kuten Julinin neitiens ratsastus, mäkihyppy, juhannuskulkue. Alakerran työläisten huoneessa sukelsimme taloudenhoitaja Louise von Schlüterin ja valimotyöntekijä Karl Wimanin elämään hyvinvoivassa ruukkiyhteisössä. Yläkerran lesken-asunnossa, poikamiehen hellahuoneessa ja säätyläisen huoneessa kertoivat kalustukset menneestä maailmasta, jossa jokaisella oli oma asemansa velvollisuuksineen ja oikeuksineen. Sairaalanäyttelyssä tutustuimme 1800-luvun kirurgisiin toimenpiteisiin, lääkitykseen tärpätillä ja sokerilla, ilimatojen poistamiseen ja vuoden 1830 koleratartuntaepidemiaan. Vuonna 1940 konttoristi Laura Holmströmin ja kätilö Gerda Gersin aloitteesta perustettiin Fiskarsin kotiseutuyhdistys, joka mahdollisti Fiskarsin kotiseutumuseon toteutumisen. Heidän keräämien esineiden ja valokuvien sekä kertomusten jälkeen laskeuduimme mäkeä alas Kuparipajalle, jossa olimme jälleen yhdessä ennen lounasta.



Hallin kahviossa saimme kavereiksemme, mm. mopoja, ensimmäiset jo 1950-luvulta. Moottorisahat kokoelmana "vahtivat" yläkerrassa kahvihetkeämme. Esillä oli myös polkupyöriä alkaen 1860-luvulta ulottuen viime vuosikymmenille ja vaunuja, rattaita ja rekiä jokaiseen elämän tilanteeseen. Viktoria-tyypin vaunukaravaanissa olisimme voineet kuunnella paluumatkalla Arto Hakolan esittämät perinteiset kiitossanat Vuorinaisille.



Lounastaulolla ihmettelyn aiheita olivat, mm. miten jokainen Fiskarsin retki voi olla niin erilainen ja kuinka paljon jäi vieläkin katsottavaa seuraavalle kerralle.



Maatalouden käyttöesineet viljelyyn ja maidon jalostamiseen sekä työkoneet löysimme Brödtorpista siirtäystä vilja-aitasta.



Maatalous- ja kotiseutumuseon Gillesgårdenin opas Guy Rejström johdatteli pihatantereelta vuoden 1907 äänestyspaikalle, jossa äänestyssalaisuutta rajoitti tarkasti määritellyt ehdokkaat. Alkuperäisellä paikallaan oleva pohjalaisen kirvesmiehen vuonna 1785 rakentama asuinrakennus on entinen Fiskars-yhtiölle kuuluneen lamputitilan päärakennus, jonka hirsisiltä seiniltä saimme lukea, mm. kuvallista kansalaisista, jotka oli poistettu Suomesta vuosina 1903 -1904, sekä Mannerheimin allekirjoittamaa todistusta.



Toisessa kerroksessa näimme käsitöitä ja muistelimme kiiltokuvakirjan ja runovärssyjen välityksellä omaa lapsuuttamme. Oppaamme kertoi museoesineiden lukumääräksi yli 3000 kappaletta, joita Pohjan kotiseutuyhdistys huoltaa talkoovoimin.

Erik Gustaf Mathias Hackzell
19.11.1914 – 19.4.2009

Bergsmannaföreningens styrelse har nåtts av budet, att dipl.ing. Erik Hackzell gått ur tiden. Erik Hackzell var den sista i livet av de 29 bergsmän som var med om att grunda Vuorimiesyhdistys r.y. – Bergsmannaföreningen r.f. då föreningen höll sitt konstituerande möte i Hotell Kämpen festvåning den 12 januari 1943.

Med Erik Hackzells bortgång avslutas ett kapitel i Bergsmannaföreningens historia. Föreningen hedrar hans minne.

Dipl.ins. Erik Hackzellin poismeno on saatettu Vuorimiesyhdistyksen hallituksen tietoon. Erik Hackzell oli viimeinen niistä 29 vuorimiehestä, jotka osallistuivat yhdistyksen perustavaan kokoukseen Hotelli Kämpin juhlahuoneistossa tammikuun 12. päivänä 1943.

Hackzellin poismenon myötä päättyy eräs jakso Vuorimiesyhdistyksen historiassa. Yhdistys kunnioittaa hänen muistoaan.

**Vuorimiespäivät 2011 –
Riittävätkö resurssimme?**

Vuorimiesyhdistyksen hallituksen toukokuun kokouksessa seuraavien Vuorimiespäivien teemaksi valittiin ”Riittävätkö resurssimme”. Pääteemaa tullaan lähestymään seuraavista lähtökohdista: raaka-aineet, energia ja ihmiset. Ohjelmaa täsmennetään hallituksen seuraavassa kokouksessa elokuussa. Isäntä on Rautaruukki Oyj.

Tapahtumapaikoiksi on varattu jo perinteiset eli Marina Congress Center, Dipoli ja Royal at Crowne Plaza. Saadun palautteen pohjalta näiden kanssa käydään keskustelu, jotta asiat sujuisivat paremmin ensi vuonna. Tämä koskee erityisesti Marina Congress Centerin lounasta ja muuta tarjoilua sekä Dipolin äänentoistoa. Parannusehdotuksia otetaan mielellä vastaan!

Hallituksen kokouksessa keskusteltiin myös paikkakunnasta tulevana vuosina ja todettiin, että jo aikaisemmin tehty päätös päivien pitämisestä pääkaupunkiseudun ulkopuolella 5-10 vuoden välein on edelleen hyvä lähtökohta. Nykyiset tapahtumapaikat on ennakkoarattu lähivuodeksi ja varaukset pidetään edelleen voimassa.

*

Täällä Hankoniemellä on kesäisin kaksi tapahtumaa, jolloin nuorisovaihtaa aika reippaasti vapaalle eli juhannuksena ja Hangon Regatan aikaan. Tänä vuonna juhannus sujui rauhallisesti johtuen ehkä seuraavasta ohjeesta:

Tässä grillaus vinkki hangöläisen tapan: Otta grilli ja sytytä se. Otta kossu snapsi. Heissa naapuri joka aina olla olevina bätre folk kun sinä. Laitta kasvois grilli kun se ei lihota. Ätän iso kossu ryyppy tai kaks. Katto kun se naapuri laitta oma grilli sisäfile ja hejsa sulle. Ätän vaihteks konjakki. Muista kääntä sun porkkana ettei bränna. Ätän uus pullo kossu ja pitkä ryyppy et granni näke et sul on. Katto kun grani alka syödä sen liha. Huämat et sun porkkana helvete mustana grillis. Ätän tosi paljo kossu ja heittä sun säätäns grilli grannis täntti! Hyvää jussia.

Toivotan hyvää ja lämmintä loppukesää kaikille!

Hangossa juhannuksen jälkeen 2010

Erkki Ristimäki

Alansa osaajat

 TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TWC

Towards comprehensive control of wear
Tampere Wear Center
www.tut.fi/twc

 **FINNROCK**
CONSULTING

LOUHINTATÖIDEN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN AMMATILAINEN

 Osa Forcitia

Oy Finnrock Ab • finnrock@finnrock.fi
Puh. 010 832 1300 • www.finnrock.fi

 **VTT**

Teknologiasta liiketoimintaa

/ins
industrial news service
www.ins.fi

Kasvaville markkinoille kansainvälisellä lehdistökampanjalla
Venäjä, Kiina ja Intia

 **CST**

Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

LUT CENTRE FOR SEPARATION TECHNOLOGY
LUT EROTUSTEKNIIKAN KESKUS

Expertise in Separation Technology.
[www.lut.fi/cst]

 **Ekenäs Tryckeri**
Tammisaaren Kirjapaino

www.ekenastryckeri.fi



Lukijamatka Hulvattomille Vuorimiehille

Jussi X Hämäläinen
 Sukkelin Kielioppi – Sananmuunnoksia ja Limerikkejä
Per P. Raakku
 Pulu nimeltä Perttuli – Novelleja Kehä III:n sisältä
Jussi X Hämäläinen
 Muutetut Sitsit – Uusia suomenkielisiä snapsilauluja

desibelius.com



OY KATI AB KALAJOKI puh. +358 207 430 660 www.oykatiab.com

Mine On-Line Service
 Geochemical analysis service
www.mineonlineservice.com

NIKKELIÄ HARJAVALLASTA
 1960 = 2010
 NORILSK NICKEL

NORILSK NICKEL
 NORILSK NICKEL HARJAVALTA Oy

Infrarakentamisen moniosaaja

Together we can do it. **YIT**

CASR | Centre for Advanced Steels Research
Terästudkimuskeskus – CASR
 Oulun yliopisto www oulu.fi/casr

CIRU
 Teollisuuden poisteiden hyötykäytön tutkimus- ja kehityspalvelua
www.cirucentre.fi

Kovaa faktaa.

www.gtk.fi

ABB Power and productivity for a better world™
www.abb.fi

YTM-Industrial
 INDUSTRY GROUP

materia
www.vuorimiesyhdistys.fi

Endomines Oy rakentaa parhaillaan Ilomantsiin Pampalon kultakaivosta. Koetuotannon suunnitellaan alkavan vuoden 2010 lopulla ja kaupallisen tuotannon vuoden 2011 alussa. Malmin louhinta tulee olemaan 230 000 tonnia/a ja vuotuinen kultatuotanto n 1000 kg. Kokonaisinvestointi on noin 20 M€ ja kaivos tulee työllistämään noin 70 henkeä.

Endomines



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

Kokouksessa 19.5.2010

Hokka, Janne Taneli, 153 ov, 22.10.1982, opiskelija, HY/Geologian laitos, *janne.hokka(at)gmail.com*, Siemenkuja 1 B 40, 00700

HELSINKI jaosto: geo
Kousa, Jukka, FK, 26.2.1953, geologi, GTK Kuopio, *jukka.kousa(at)gtk.fi*, Petosennotko 1 E 5, 70820 KUOPIO jaosto: geo

Leveinen, Jussi, FT, professori, Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu, *jussi.leveinen(at)tkk.fi*, Osuuskunnantie 47 A 2, 00660 HELSINKI jaosto: geo

Nykanen, Ilkka, ins., 1959, toimitusjohtaja, Stone Pole Oy, *ilkka.nykanen(at)kivikeskus.com*, Kokinniemi 169, 8

0400 YLÄMYLLY jaosto: geo
Salo, Aleksi Petteri, 255 op, 26.1.1985, opiskelija, OY/Geotieteiden laitos, Valtatie 59 B 5, 90500 OULU jaosto: geo

Hannukainen, Kimmo Sami Johannes, ins., 6.8.1973, HR Manager, Agnico-Eagle Finland, *kimmo.hannukainen(at)agnico-eagle.com*, Agnico Eagle Finland, Pokantie 541, 99250 KIISTALA jaosto: kai

Hietanen, Pasi, DI, 14.1.1972, Otafokus-koulutettava, Kevitsa Mining, *pasinboxi(at)hotmail.com*, Halsuantie 1 a 11, 00420 HELSINKI jaosto: kai

Huttu, Kyösti Samuli, ins.(AMK), 9.5.1979, käyttöinsinööri, Agnico-Eagle Finland, Järveläntie 3, 99100 KITTILÄ jaosto: kai

Juntunen, Arto Tapani, DI, 17.6.1981, Otafokus-koulutettava, Yara Suomi Oy, *juntunen.arto(at)luukku.com*, Harjutie 6 G 20, 06750 TOLKKINEN jaosto: kai

Leskisenoja, Hans Petri Sakari, ins., 19.11.1969, kaivostekniikan koulutettava, Kevitsa Mining, *hans.leskisenoja(at)suomi24.fi*, Anolinintie 19, 28400 ULVILA jaosto: kai

Pihlaja, Jaakko Samuli, ins., 28.8.1980, kaivosinsinööri, Inmet Mining Pyhäsalmi, *jaakko.pihlaja(at)luukku.com*, Inmet Mining, Mainarintie 2, 86800

PYHÄSALMI jaosto: kai
Räsänen, Olli Pekko Matias, DI, 26.2.1979, projektipäällikkö, Oy Forcit Ab, *olli.rasanen(at)forcit.fi*, Oy Forcit Ab, Ruutitehtaantie 80, 31330 VIHTAVUORI jaosto: kai

Wahtera, Gert Henrik, ins., 16.11.1966, käyttöpäällikkö, Nordkalk Oyj Abp, *gert.wahtera(at)nordkalk.com*, Nordkalk Oyj Abp, Kaiuvostie 3, 21600 PARAINEN jaosto: kai

Leinonen, Mikko Olavi, DI, 13.10.1980, myyntipäällikkö, Outotec Minerals Oy, *mikko.leinonen(at)outotec.com*, Rosendalinkuja 1 A 9, 01520 VANTAA jaosto: rik

Hietala, Hannu Juhani, DI, 2.1.1962, kunnossapitopäällikkö, Rautaruukki Oyj, *hannu.hietala(at)ruukki.com*, Tiilimiilunkuja 4, 92140 PATTIJOKI jaosto: met

Karassaari, Olli-Pekka, DI, 1.10.1983, käyttöinsinööri, Outokumpu Chrome Oy, *olli-pekka.karassaari(at)outokumpu.com*, Outokumpu Chrome Oy, Terästie 1, 95490 TORNIO jaosto: met

Kivi-Koskinen, Helena Marjatta, VTM, 2.4.1966, energia- ja ympäristöpäällikkö, Rautaruukki Oyj, *helena.kivi-koskinen(at)ruukki.com*, Rautaruukki Oyj, Suolakivenkatu 1, 00810 HELSINKI jaosto: met

Lindell, Esa Kalevi, DI, 6.1.1964, T&K johtaja, Norilsk Nickel Harjavalta Oy, *esa.lindell(at)normik.fi*, Norilsk Nickel Harjavalta Oy, Teollisuuskatu 1, 29200 HARJAVALTA jaosto: met

Oinas, Miikka Olavi, DI, 17.4.1984, kehitysinsinööri, Outokumpu Chrome Oy, *miikka84(at)yahoo.com*, Väylätie 3 as. 1, 94400 KEMINMAA jaosto: met

Lindell, Esa Kalevi, DI, 6.1.1964, T&K johtaja, Norilsk Nickel Harjavalta Oy, *esa.lindell(at)normik.fi*, Norilsk Nickel Harjavalta Oy, Teollisuuskatu 1, 29200 HARJAVALTA jaosto: met

Teknologiaeollisuuden 100-vuotissäätiön Metallinjalostajien rahaston apurahojen hakutilmoitus vuodeksi 2011

tulee Metallinjalostajien rahaston kotisivuille (www.metallinjalostajienrahasto.fi) **1. syyskuuta 2010.**

Lisätietoja antaa asiamies *Asmo Vartiainen*, puh. 020 529 2012, *asmo.vartiainen(at)outotec.com*



FT Elias Ekdahl, puheenjohtaja/President
Geologian tutkimuskeskus,
PL 96, 02151 ESPOO
020 550 2200 *elias.ekdahl(at)gtk.fi*

DI Harri Natunen, varapuheenjohtaja/ Vice president
Boliden Zinc Production,
PL 26, 67101 KOKKOLA
06-8286000 *harri.natunen(at)boliden.com*

YHDISTYKSEN PÄÄSIHTEERI/ Secretary General, DI Erkki Ristimäki
Mannerheimintie 14, 10960 HANKO
0400-473 270
erkki.ristimaki(at)vuorimiesyhdistys.fi

YHDISTYKSEN RAHASTONHOITAJA/ Treasurer, TkL Ulla-Riitta Lahtinen
Kaskilaaksontie 3 D 108, 02360 ESPOO
0400-456 195
u-r.lahtinen(at)vuorimiesyhdistys.fi

GEOLOGIAJOSTO/Geology section Ph.D. Juhani Ojala pj/chairman
Store Norske Gull As, 040-8480285
juhani.ojala(at)snsk.no
DI Mari Lahti sihteeri/secretary
Posiva Oy, 040-7544334
mari.lahti(at)posiva.fi

KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO/ Mining and Excavation section DI Matti Pulkkinen pj/chairman
Kevitsa Mining Oy, 050-3251310
matti.pulkkinen(at)fqml.com
DI Pentti Vihanto, sihteeri/secretary
Talvivaara Sotkamo Oyj, 050-5390314
pentti.vihanto(at)talvivaara.com

RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/ Mineral processing section DI Kari Föhr, pj/chairman
Outotec Minerals Oy, 020 5292 721,
040-594 5657 *kari.fohr(at)outotec.com*
DI Saku Junnikkala, sihteeri/secretary
Boliden Harjavalta Oy, 040-517 7959,
saku.junnikkala@boliden.com

METALLURGIJAOSTO/Metallurgy section DI Jorma Panula, pj/chairman
Boliden Kokkola Oy
040-509 57 10
jorma.panula(at)boliden.com
DI Sasu Penttinen, sihteeri/secretary
Boliden Kokkola Oy
040-529 49 23
sasu.penttinen(at)boliden.com

Hyvän vastaanoton saanut FinnMateria järjestetään nyt jo kolmatta kertaa! Jos olet kaivosteollisuuden, metallinjalostuksen, kiviainesteollisuuden tai maarakentamisen alalla – et voi jättää messuja väliin.

Ota heti yhteyttä.

Näytteilleasettajapaikkoja on vain vähän jäljellä!
Raimo Pylvänäinen (014) 334 0028 tai 0400 671 923

FinnMATERIA

Jyväskylän Paviljonki
24.-25.11.2010

POHJOISMAIDEN
SUURIN
TAPAHTUMA -
KOKONAISUUS
VUONNA 2010!



“Kotikenttänä Suomi. Erikoisalana palvelu.”

Metson kaivosteollisuudelle toimittamat mineraalienkäsittelyratkaisut vahvistavat asiakkaittemme kannattavuutta haastavissakin olosuhteissa.

Suomessa olemme kotikentällämme. Meillä on koko maan kattava huolto- ja palveluverkosto pitämässä tärkeät pyörät pyörimässä. Vuorokauden ympäri.

Metso Minerals Finland, Vantaa 02048 45200, www.metso.com/miningandconstruction

 **metso**
Expect results