

# MATERIA

2-2017 | Toukokuu

GEOLOGIA  
KAIVOS  
LOUHINTA  
RIKASTUS  
PROSESSIT  
METALLURGIA  
MATERIAALIT

YLI 70 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA





60

1957 • 2017



# TÖITÄ RIITTÄÄ VIELÄ, KUN SEURAAVA SUKUPOLVI ASTUU TURVASAAPPAISIIN

Urahaaveet todeksi Kittilässä – pitkälle tulevaisuuteen.

[www.agnicoeagle.fi](http://www.agnicoeagle.fi)



**AGNICO EAGLE**  
KITTILÄN KAIVOS





Hannele Vuorimies, Tommi Juntikka,  
Simo Pyysing, Inka Tuononen

## MATERIA 2–2017 | Toukokuu



15

- 5 Lukijalle **Ari "Frisco" Oikarinen**
- 7 Pääkirjoitus **Jari Rosendal**: Valoa tunnelin päässä
- 9 **Sakari Kallo**: Vuoriteollisuuden tila Suomessa 2016
- 13 Tilastotietoja vuoriteollisuudesta 2016
- 14 Rikasteiden, metallien, mineraalien ja vuolukiven tuotantoluvut
- 15 **Leena K. Vanhatalo**: Vuorimiespäivät 2017 – Täällä taas!
- 19 Outokummun käänne
- 19 Terrafamen alkusoitossa on jämäkkä tunnelma
- 21 Valtiovalta ja vuoriteollisuus- eilen, tänään, huomenna
- 23 **Alan Delaney**: The Acquisition of Kevitsa Mining Oy by Boliden: "When Adoption works out just fine"
- 25 **Janne Pirttijoki**: Yritystoiminnan haasteet nopeasti muuttuvassa markkinaympäristössä Case Ovako
- 27 **Leena K. Vanhatalo**: Illallistanssiaiset vuosimallia 2017
- 30 **Ari Oikarinen**: Vuorimiespäivien lauantai – Se parempi lounas
- 33 **Veikko Heikkinen ja Kirsti Loukola-Ruskeeniemi**: Metallinjalostus muuttuvassa maailmassa: Investointiympäristön kehitys



61



41



58

- 39 Tuomo Tiainen:** Tiedemaailman sillanrakentaja TTY:n Materiaaliopin laboratorio uudisti strategiansa
- 41 Peppi Vilén:** Aalto Yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulun nykypäivää
- 42 Ari Jokilaakso:** Metallurgit ja kemistit yhdistyivät
- 43 Tapio Ruotoistenmäki:** TrTarget: Toolpack for locating potential target areas for mineral exploration
- 49 Anne Taivalkoski:** Future Mine & Mineral 2017
- 50 Matti Järveläinen, Pasi Vakaslahti:** Development of in situ measuring devices: case example Collo
- 52 Jyrki Savolainen:** Kaivosinvestointien teknistaloudellinen arviointi ja optimointi simulaatiomallien avulla
- 56 Antti Peronius, Jouko Karinen:** Mikrovaskoolin toteutus ja testaus
- 58 Maunu Mänttari:** Kaivostoimintaa Tampereella
- 61 Pertti Koukari, Mari Lundström, Antti Porvali, Sergei Kirillov:** Waste heaps may be set to reveal their content of critical metals
- 66** In memoriam: Suuri liikemies – visionäärinen yrittäjä Nuutti Olavi Vartiainen 1925–2017
- 67** In memoriam: Lars Johan Reinhold Witting (1929–2017)
- 67** Hallituksen hyväksymät jäsenet ja nuoret jäsenet
- 69 Toni Eerola:** Viipyyvä ilo – Saamelaiskiista ja alkuperäiskansan oikeudet
- 70 Leena K. Vanhatalo:** Mansessa mörisi
- 72 DIMECC on-line Timo Paananen, Hannu Suopajärvi:** SIMP-ohjelma Show case 4: Substitution of fossil fuels in steel industry – potential of biomass (CARBO)
- 73** Kolumni **Pertti Voutilainen:** Kaikkea hyvää kaikille
- 74** Kaivosteollisuus **Pekka Suomela:** Kaivostoiminnan mahdollisuudet Suomessa
- 75** Metallinjalostajat **Kimmo Järvinen:** Loikka, pidennys ja kilpailukyky
- 76** Pakina **Tuomo Tiainen:** Galvaanisen korroosion kummalliset koukerot
- 78** Pääsihteeriltä **Ari Juva:** Vuorimiespäivien jälkipuintia
- 79** Alansa osaajat
- 80** Ilmoittajamme tässä numerossa
- 83** VMY:n toimihenkilöitä
- 84** Swedish Steel Prize 2017 -finalistit ovat innovatiivisen suunnittelun edelläkävijöitä



## Korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betoniteollisuudelle



**Suomen TPP Oy**

Suomen TPP Oy on kallion lujitukseen ja tiivistykseen, maanalaisten tilojen ilmanvaihtoon sekä betonin lujituskuituihin erikoistunut yritys. Toimintamme periaatteena on kustannustehokkuus ja korkealaatuisten tuotteiden toimittaminen asiakkaidemme tarpeiden mukaisesti.

Edustamme tunnettuja tuotteita maailman johtavilta valmistajilta.

- Kalliopultit ja injektointipultit
- Täydellinen valikoima vaijeripultitustuotteita
- CEMENTA Ab:n injektointisementit
- HIC teräskuidut ja Forta Ferro makrokuidut
- Tammet kaivosverkot
- Zitron puhaltimet
- Protan Ventiflex tuuletusputket
- Alvenius pikaliitinputket

**Suomen TPP**

Suomen TPP Oy :: [info@suomentpp.fi](mailto:info@suomentpp.fi) :: [www.suomentpp.fi](http://www.suomentpp.fi)

# enemmän mineraaleista

Kehitämme teille parhaat ratkaisut eri puolilla Eurooppaa sijaitsevilla tehtaillamme.

Valmistamme luonnon materiaaleista keskeiset raaka-aineet rakennusaine-, lasi- ja keramiikkateollisuudelle.

[www.sibelco.com](http://www.sibelco.com)

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo  
+358102179800



## Tiedät kenelle soittaa.

Maailmanlaajuinen Weir Minerals Solutions -tiimimme toimii aina tukenasi ajasta ja paikasta riippumatta. Weir Minerals Solutions varmistaa järjestelmiesi suorituskyvyn, luotettavuuden ja monipuolisuuden paremmin kuin kukaan muu maailmassa.

Laitteistomääritysten ja -kokoonten osaamisemme, luotettavat ratkaisumme ja joustavat rahoitusvaihtoehdot varmistavat toimintasi parhaan mahdollisen tuottavuuden.

Vieraile sivustollamme osoitteessa [www.weirmineralsolutions.weir](http://www.weirmineralsolutions.weir) ja tehosta kaivoksesi toimintaa.

**WEIR**

WEIR MINERALS  
SOLUTIONS

Minerals  
[www.minerals.weir](http://www.minerals.weir)

CAT.COM/MINING



Wherever there's mining, there are challenges. Lowering costs. Keeping people safe.  
Working more efficiently. Managing your assets. Reducing fuel consumption.

And wherever there are challenges, there's Caterpillar. We don't just sell mining  
equipment; we solve problems. We're true business partner who shares your  
goal of mining excellence – however you define it. And we have the knowledge,  
products, technologies and solutions to help you get there.

**WHEREVER THERE'S MINING, WE'RE THERE.**



© 2017 Caterpillar All Rights Reserved. CAT, CATERPILLAR, their respective logos, "Caterpillar Yellow" and the "Power Edge" trade dress, BUILT FOR IT, as well as corporate and product identity used herein, are trademarks of Caterpillar and may not be used without permission.



**BUILT FOR IT.**

Olli Siltanen, Tampere, p. 020 510 2400  
Tero Hagelin, p. 020 510 2013  
Jaakko Autio, Oulu, p. 020 510 3802  
Wihuri Oy Tekninen Kauppa, Witraktor  
Kiitoradantie 4, 01510 Vantaa [www.witraktor.fi](http://www.witraktor.fi)

**WITRAKTOR**



**HYVÄT LUKIJAT**, taas ovat takana yhdet Vuorimiespäivät. Tällä kertaa oli isännöinti ja järjestelyvastuu jaettu usean toimijan kesken, mikä osoittautui toimivaksi konseptiksi. Tästä kannattaa kerätä opit talteen ja hyödyntää jatkossa. Tämähän mahdollistaa päivien isännöinnin laajemmalle yritysperustalle ja tuo siten uusia tuulia myös päivien ohjelmaan ja läpivientiin.

Vuorimiespäivien pääpuhujilla oli vahvaa viestiä yhdistyksen jäsenistölle. Miten kilpaillaan maailmalla ja miten parannetaan yrityksen prosesseja ja toimintoja. Kiinnostavia esityksiä, jotka toivat raikastavankin tuulahduksen siitä, millä tavoin kilpailukykyä voidaan kohentaa ja yrityksen kannattavuutta parantaa niin, että se on myös pitkällä aikavälillä toimivaa.

Jo aikaisemmin viime vuoden puolella allekirjoittanut mainitsi, että lehden vetovastuu vastaavan päätoimittajan osalta vaihtuu. No nyt ollaan vihdoon siinä tilanteessa, että Kari on palannut Saudi-Arabiasta, ja minä olen muuttanut Yhdysvaltoihin. Jatkossa siis lehden vastaavana päätoimittajana toimii Kari Pienimäki, ja minä jatkan päätoimittajana ja epävirallisena ulkomaantoimittajana haistellen Tyynen valtameren aaltoja.

Hyvää kesää kaikille! ▲

Frisco



## MATERIA

**JULKAISIJA / PUBLISHER** Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. | 75. vuosikerta | ISSN 1459-9694 www.vuorimiesyhdistys.fi | LEVIKKI 4000 kpl  
**MATERIA-LEHTI** kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessitekniikka ja metallurgia sekä materiaalien valmistus ja materiaalitekniikan erilaiset sovellutukset. Lehden alkuosa painottuu alan ja yritysten ajankohtaisiin asioihin. Tiede & tekniikka -osa keskittyy tutkimuksen ja kehitystyön tuloksiin. | Materia magazine covers all areas of technology in the mining and metallurgical field, from geology and geophysics to mining process technology, metallurgy, manufacturing and various materials technology applications. The first part of the magazine focuses on whats happening in the field and the companies involved while the R&D section concentrates on the results of research and development.

**VAST. PÄÄTOIMITTAJA / EDITOR IN CHIEF** DI **Kari Pienimäki** 040 527 2510 kari.pienimaki@outotec.com | **PÄÄTOIMITTAJA/ DEBUTY EDITOR IN CHIEF** DI **Ari Oikarinen** 050 569 9884 ari.e.oikarinen@gmail.com | **TOIMITUSSIHTEERI / MANAGING EDITOR** DI **Leena K. Vanhatalo** 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi | **ERIKOISTOIMITTAJAT / SPECIALISTS** TkT, prof.(emer.) **Tuomo Tiainen** 040 849 0043, 050 439 6630 tuomo.j.tiainen@gmail.com, DI **Hannele Vuorimies** 040 187 6060 Oy Atlas Copco Louhintatekniikka Ab hannele.vuorimies@atlascopco.com | **TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD** DI **Liisa Haavanlammi** pj /Chairman Outotec 040 864 4541 liisa.haavanlammi@outotec.fi, DI **Jani Isokääntä** SFTec Ltd. 040 854 8088 jani.isokaanta@svy.fi, Professori (associate) **Ari Jokilaakso** 050 313 8885 ari.jokilaakso@gmail.fi, DI **Matti Palperi** Helsinki 09 565 1221, FM **Esa Pohjolainen** GTK 050 374 1169 esa.pohjolainen@gtk.fi, TkT **Topias Siren** 050 354 9582, DI **Pia Voutilainen** 040 590 0494 pia.voutilainen@copperalliance.se, Scandinavian Copper Development Ass. | **OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET / CHANGES OF ADDRESS & SUBSCRIPTIONS** **Leena K. Vanhatalo** 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi, VMY:n jäsenistö myös verkkosivujen jäsenrekisterin kautta. | **PAINO JA TAITTO/ PRINTING HOUSE** Painotalo Plus Digital Oy, Lahti | **KANSI** Alkusoitto, Kuva **Leena K. Vanhatalo**

**Ilmestymisaikataulu / Coming out  
 Deadline / Postitus**

3/2017 12.9. 10.10.  
 4/2017 10.11. 12.12.

**Ilmoitustilavaraukset / aineistopäivä  
 Booking ads dl / Ads delivered**

3/2017 12.9. 18.9.  
 4/2017 10.11. 20.11.

**Ilmoitusmyynti / Ad Marketing**  
 L&B Forsten Öb Ay, 0400 875 807  
 materia.forsten@pp.inet.fi





[orica.com](http://orica.com)

# RÄJÄYTYSTÖIDEN ASIAANTUNTIJA

Orica on maailman suurin räjähdysaineiden ja sytytysjärjestelmien toimittaja sekä maailmanlaajuinen louhinta-alan asiantuntijaorganisaatio. Teemme globaalisti noin 1500 päivittäistä räjäytystä asiakkaidemme kaivos- ja louhintakohteissa.

Tarjoamme ammattikäyttöön suunniteltuja ja valmistettuja ratkaisuja kaivostoiminnan sekä kalliorakentamisen käyttöön maanalaisessa ja maanpäällisessä toiminnassa. Varmistamme teknisen etumatkamme kilpailijoihin nähden, sijoittamalla tuotekehitykseen 2-3 kertaa enemmän kuin lähimmät kilpailijamme.

Turvallisuus on aina toiminnassamme ykkössijalla. Viemme räjähdysainealaa eteenpäin kehittämällä entistäkin luotettavampia, tarkempia ja turvallisempia tuotteita. Työllistämme yli 12 000 ihmistä, yli 100 maassa markkina-alueemme kattaessa koko maapallon.

## Orica Finland Oy

Kankaantie 13  
16300 Orimattila  
Tel. +358 (0) 10 3212 550  
Email [finland@orica.com](mailto:finland@orica.com)





**JARI ROSENDAL**Vuorimiesyhdistyksen  
puheenjohtaja

## Valoa tunnelin päässä

VUORIMIESPÄIVÄT 2017 on vietetty onnistuneesti. Seminaarissa oli 610 kuulijaa, illallisjuhlassa 467 juhlijaa ja lounaalla 625 innokasta vuorihenkistä lounastajaa.

Vuorimiesyhdistyksen tila on hyvä ja tästä on hyvä jatkaa, kuten sanoin illallispuheessani: ”We do not need to make Vuorimiesyhdistys great again – Vuorimiesyhdistys already is GREAT ☺”

Haluaisin kiittää jäseniä ja vuosikokouksen osallistujia osoittamastanne luottamuksesta valitessanne minut seuraavaksi puheenjohtajaksenne. Haluan myös lämpimästi kiittää Sakari Kalloa erinomaisesti johdetusta viimeisestä kolmesta vuodesta.

JÄSENISTÖN TILA on kehittynyt ja pysynyt hyvänä, ikäkauma on terve ja nuoria jäseniä hakee jäseniksi ilahduttava määrä. Kumma kyllä jäsenhakemusruuhka tahtoo aina sattua juuri Vuorimiespäivien alle, mistähän moinen ilmiö johtuu?

Olemme hallituksessa ja yhdistyksen hallinnossa tehneet merkittäviä muutoksia viimeisten vuosien aikana. Tilitoimisto ja kirjanpito on uudistettu ja ulkoistettu onnistuneesti. Yhdistys on tarkistanut sen arvonlisäverovastuut ja tässä on tehty tarkennuksia toimintaamme ja saamme projektin loppuun vuoden lopulla, jotta toimintamme vastaa nykyisiä ALV-säännöksiä. Haluaisinkin esittää lämpimät kiitokset koko hallituksen ja yhdistyksen puolesta Outi Lampelalle, joka on ansiokkaasti nyt pois jäävänä rahastonhoitajana vienyt nämä muutokset eteenpäin.

Pääsihteeri Ari Juvan ensimmäisen kauden sopimus tuli päätökseen ja yksimielisesti päätimme jatkaa hänen Pääsihteerisopimustaan, joten hallinto on jatkossakin hyvissä käsissä.

YHDISTYKSEN TALOUS ON VAKAA. Viimeaikoina haasteena on ollut saada jäsenien jäsenmaksulaskut löytämään kaikkien jäsenien sähköposteihin tai kotiosoitteisiin, tässäkin hallinto on tehnyt paljon töitä. Haasteenamme on, että kun jäsenet muuttavat tai vaihtavat työpaikkaa, ei jäsenrekisterimme pysy mukana. Pyydänkin kaikkia jäseniä tarkistamaan ja varmistamaan, että yhteystiedot ovat kunnossa. Valitettavasti meillä on jäseniä, joilla meidän vaatimaton, mutta yhdistyksen toiminnalle tärkeä jäsenmaksu on ollut jo vuosia maksamatta. Harkitsemmekin hallituksessa jatkossa jopa jäsenyyden jäädyttämistä, jos maksuhistoria on puutteellinen. Toivonkin kaikkia jäseniä huolehtimaan myös kaverista, en

nyt tarkoita vaan, että hänen ryppylasinsa on täynnä, vaan että kaveri on myös päivittänyt tietonsa jäsenrekisteriimme, jotta jäsenmaksut saadaan jatkossa kunnialla hoidetuksi. Pistäkää sana kiertämään. Kun kaikki meistä hoitaa 5–10 kaveria, homma hoituu kuntoon!

MATERIA-LEHTI jatkaa vahvan asemansa eteenpäin vientiä. Lehdessä olemme myös tehneet vastuumuutoksia viimeisen vuoden aikana. Lehteä noin 20 vuotta toimittaneet Leena ja Bo-Erik Forstén luopuivat vuoden vaihteessa toimituksellisesta työstä. Mainosmyynnissä Forsténit kuitenkin jatkavat ja haluan kiittää heitä pitkästä ja menestyksellisestä työrupeamasta Materia lehden eteen sekä siitä, että he jatkossakin ovat valmiit lehteä tukemaan pitkällisellä kokemuksellaan. Toimituksesta vastaa tämän vuoden alusta alkaen Leena Vanhatalo. Lehden taitto ja painatus tehdään Painotalo Plus Digitalissa. Myös lehden päätoimittajien kaksikossa tapahtui muutos, kun Kari Pienimäki palasi Saudi Arabian komennukseltaan ja otti vastaavan päätoimittajan tehtävän Ari Oikariselta. Ari jatkaa toisena päätoimittajana ja ”ulkomaantoimittajana” muutettuaan USA:han.

MAAILMAN TILANTEEN KEHITTYMINEN ON KAKSIJAKOISTA. Viimeaikaiset uutiset ja talousmittarit toinen toisensa jälkeen osoittavat vihreää valoa, etenkin Suomessa. Olemmekohan taas vihdoinkin päässeet kasvun tielle? Euroopan tilanne on parantumassa, mutta on niitä mustia pilviäkin: Nationalismin ja protektionismin kasvu, Brexit-prosessi, USA:n politiikka jatkossa, Kiinan vakaus ja velkataakka jne. Niiden lisäksi yleisen turvallisuustilanteen muutos on asia, joka pitää meidät kaikki varmasti mieteliäänä – näen yleisesti ottaen kuitenkin valoa tunnelin päässä, mitä tulee vuoriteollisen alan näkymiin jatkossa. Toimintaolosuhteet ovat parantuneet, metallien ja muiden tuotteiden yleinen hintakehitys on ollut positiivista, yhtiöiden taseet ovat vahvistuneet, joka taas on mahdollistanut investointihankkeiden käynnistymisen, ei tosin millään huimalla tahdilla, mutta piristys on jo selvää.

NYT MEIDÄN KAIKKIEN on vain pidettävä huolta siitä, että me Suomen kansalaisina + EU:n kansalaisina + yritystoiminnan vaikuttajina + Vuorimiehinä vaikutamme yhdessä siihen, että saamme Suomen taas vakaaseen nousuun. Tämä tietenkin edesauttaa myös Vuorimiesyhdistyksen positiivista eteenpäin kehittämistä. ▲

Optimoi laitteistosi suorituskykyä ja prosesseja:

**SMART SOLUTIONS™**

- Reaaliaikaista tietoa laitteiston toiminnasta
- Ennaltaehkäisevää huoltoa
- Tuotedokumentaatio käden ulottuvilla
- Alhaiset kokonaiskustannukset



**Teollinen internet laitteidesi yhdistäjänä**

- Malibu-käyttöliittymä
- Smart-venttiilit
- Smart-pumput



Proven performance -  
Innovatiivisia ratkaisuja ”

Päähkonttori  
Lappeenranta  
Puh. 020 111 3311  
sales@flowrox.com

Pumppuhuolto  
Kouvola  
Puh. 020 787 1570  
orders.service@flowrox.com

www.flowrox.com  
info@flowrox.com



**GET YOUR DRILLING DONE**

ANYWHERE, ANY CLIMATE

**Uuden sukupolven kairakoneiden valmistus**

Turvallisimmat, tehokkaimmat ja ekologiset liikuteltavat kairakoneet äärimmäisiin olosuhteisiin.

**Sertifioidut etsintäkairauspalvelut**

Tehokasta, laadukasta ja luotettavaa timanttikairausta, RC-kairausta sekä maaperä-näytteenottoa.



MAANALAISET KAIRAKONEET | PINTAKAIRAKONEET

**ARCTIC DRILLING COMPANY LTD.**

Teollisuuste 26B, 96320 Rovaniemi, Finland, Tel. +358 40 511 2289

[www.adcltd.fi](http://www.adcltd.fi)

3RD NORDIC ROCK MECHANICS SYMPOSIUM



**NRMS 2017**

October 11-12, 2017, Helsinki, Finland

48 Abstracts from 16 Countries

4 Keynotes and 2 Excursions

Register as Delegate & Sponsor Now!

**www.ROCK2017.fi**

ISRM SPONSORED CONFERENCE



# Vuoriteollisuuden tila Suomessa vuonna 2016

Maailmantalous kehittyi inflaatiokorjatulla BKT:lla mitaten vuonna 2016 edellisvuoteen verrattuna 3,1 %. EU-alueen kasvu oli 1,8 % ja Suomen 1,4 %. Kiinan kasvu oli edelleen huomattava 6,7 % ja Intia on noussut BKT kasvussa yli 7 %:in. Aasian kasvu on selvästi muuta maailmaa suurempi.

Teksti: **SAKARI KALLO**, Vuorimiesyhdistyksen puheenjohtaja  
Kuvat: **LEENA K. VANHATALO**

**V**uonna 2017 maailmantalouden ennustetaan kasvavan 3,4 %. Teknologiateollisuuden päävientimarkkinoilla kasvu on maltillista, keskimäärin päävientimarkkinoilla kasvu on 2,2 % verrattuna vuoteen 2016.

## MALMINETSINTÄ JA KAIVOSTEOLLISUUS

### Kaivosteollisuus

Kaivosteollisuuden kasvunäkymät ovat kohtuulliset johtuen piristyneestä malminetsinnästä, metallien positiivisista markkinanäkymistä, talouden elpymisestä sekä uusista energiamuodoista, jotka tarvitsevat mm litium- ja kobolttimetalleja.

Kestävän kaivostoiminnan verkoston kaivosteollisuus näkee tärkeänä osana yhteiskuntavastuuta, verotuksen ennakoimattomuus kuitenkin on edelleen kysymysmerkki.

### TUKES

Fraser-Instituutin listalla maailman houkuttelevimmista malminetsintämaista Suomi on sijalla 5, jo viides vuosi 10 houkuttelevimman maan joukossa, Euroopassa Suomi on sijalla 1.

Vuoden kairausmäärä 178 km oli 34 % suurempi kuin vuonna 2015. Tukesille raportoi 40 yhtiötä, jotka ovat budjetoineet voimakasta kasvua kuluvalla vuodelle. Malminetsintäluvahakemusten määrä kasvoi voimakkaasti ja kaivosviranomaisen tehtäviin ollaan palkkaamassa lisää henkilöstöä, jotta voidaan vastata malminetsinnän



aktivoitumiseen. Kaivosten kokonaisinvestoinnit olivat 242 Me (187 Me v. 2015). Kaivosten kokonaislouhinta kasvoi 31 % ollen 117 Mt. Louhintaa raportoi 20 yhtiötä 42 kaivokselta. Kolmen suurimman, Kevitsan, Siilinjärven ja Talvivaaran, osuus kokonaislouhinnasta oli yhteensä 86 %.

### GTK

GTK:n organisaatio-, henkilöstörakenne ja projektirakenne uudistettiin. Vetovastuu kaivostoiminnan kasvuoajelmasta siirtyi GTK:lle, ohjelma on käynnistynyt hyvin ja partnereiden määrä on kasvussa. Vuoden 2016 toiminnan pääpaino oli edelleen mineraalitalous-sektorilla.

GTK toimi ydinpartnerina vahvassa EIT Raw Materials KIC-konsortiossa. Mineraalipotentialikartoituksen volyymi jäi alhaiselle tasolle johtuen niukasta rahoituksesta.

### Agnico Eagle Finland Oy

Kittilän kaivoksen malmintuotanto oli 1,65 milj. tonnia ja kaivoksen kullantuotanto oli 202508 unssia. Liikevaihto oli 228 MEUR (187 MEUR) ja liikevoitto 47 MEUR (34 MEUR). Investoinnit olivat 69 MEUR ja tapaturmataajuus 2,05 200 000 työtuntia kohden. Vuoden aikana sattui yksi kuolemaan johtanut urakoitsijan tapaturma.

Rikastamon laajennus valmistui ja lisäkapasiteetti on käytössä. Sulfaatinpoistolaitos otettiin käyttöön syksyllä 2016. Malminetsintä oli tulokSELLISTA Sisar-vyöhykkeellä. Syksyllä 2015 havaittu rikastushiekkaaltaan vuoto korjattiin talven 2016 aikana. Kaivoksella on 458 omaa työntekijää ja 361 urakoitsijan työntekijää.

### Boliden

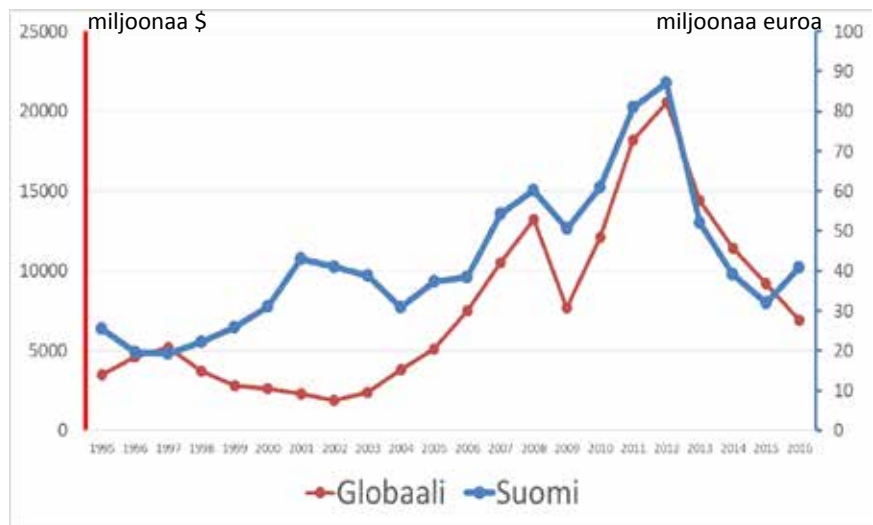
Vuosi 2016 oli vahva, liikevaihto oli 4257 milj euroa ja liikevoitto 600 milj euroa. Boliden on laajentanut kaivostoimintaansa vahvasti: Kylahti 2014, Kevitsa 2016. Malminetsintä Suomessa aloitettiin 2015. Vuosi sitten kuulimmekin toimitusjohtaja Evrellin esityksen Bolidenista.

**Boliden Kevitsa:** Siirtyi Bolidenin omistukseen 2016, laajenemisvaihe on käynnissä. Liikevaihto oli 132 MEUR ja käyttökate 42 MEUR.

**Boliden Kylahti:** Kaivoksen malminosto oli 815752 t, kasvua oli +14 %. Uudet vuosituotantoennätykset tehtiin sinkin, kuparin ja kullan tuotannossa. Liikevaihto oli 60 MEUR ja käyttökate 18 MEUR.

**Boliden FinnEx:** Malminetsintää tehtiin Outokumpu-jaksolla ja Lapissa. Bo-

## Malminetsintäinvestoinnit 1995-2016



liden Suomen malminetsintä keskitettiin hallinnollisesti kokonaan FinnEx:iin 2017.

### Endomines

Pampalon kultakaivoksen tuotanto vuonna 2016 oli 325 kg kultaa. Pampalon kaivoksen syvyysjatkeiden kairaus jatkuu edelleen vuonna 2017. Vinotunneli on ajettu jo 700 m syvyyteen. Alueellinen malminetsintä on aktiivista.

### Hannukainen Mining

Hannukainen Mining Oy:n ympäristölupa menee kuulutukseen 2017 aikana, YVA on vahvistettu ja kaivospiirihakemus on käsiteltyssä. Kolarin kunnan kaavoitusprosessi on käynnissä. Syväkairaukset jatkuvat ja koeirrotus ja koeirikastukset tehdään syyskesällä 2017.

### Nordkalk

Nordkalk on kalkkikivipohjaisten tuotteiden johtava valmistaja Pohjois-Euroopassa. Yhtiöllä on toimintaa yhdeksässä maassa yli 30 paikkakunnalla pääosin Itämeren ympärillä. Yhtiön noin 970 työntekijästä yli 400 työskentelee Suomessa. Markkinatilanne jatkui haastavana mutta kysyntä on piristynyt loppuvuonna 2016. Kokonaislouhinta oli 13,4 milj t, josta Suomessa 4,4 milj t. Investointeja tehtiin mm ympäristövaikutusten vähentämiseen ja Lappeenrannan teollisuusalueen muutoksiin.

Oman henkilöstön tapaturmataajuus parani ja organisaatiota uudistettiin.

### Sotkamo Silver

Hankkeeseen on investoitu 28 MEUR, kai-

voksen luvitus on kunnossa. Vuoden aikana feasibility study päivitettiin ja hankerahoitus eteni. Avainhenkilöiden rekrytointi on aloitettu, samoin kaivoksen valmistelevat työt.

### Pyhäsalmi Mine

Tuotanto jatkui vakaana. Kuparituotanto nousi malmin pitoisuuden takia. Kuparia tuotettiin 14 700 tonnia (11 900 t) ja sinkkiä 20 500 t (21 600 t). Pyriitin tuotanto keskeytettiin Kiinan markkinatilanteen vuoksi, v 2016 tuotanto oli 490 000 t. Pyriittiä toimitettiin 520 000 t, josta 100 000 t Kiinaan. Liikevaihto oli 109 Me ja liiketulos 46 Me.

### Terrafame

Nikkeliä tuotettiin 9554 t ja sinkkiä 22575 t. Liikevaihto oli 100,8 MEUR ja käyttökate -120,4 MEUR. Omaa henkilöstöä vuoden lopussa oli 645 ja urakoitsijoita 550.

Toiminnan ylösajo etenee ja tavoitteena on 18 Mt malmia vuodessa. Metallitehtaan molemmat linjat ovat olleet toiminnassa lokakuusta lähtien. Terrafame Group, Terrafame, Trafigura-konserni ja siihen kuuluva Galena Asset Management sekä Sampo sopivat kaivoksen rahoituksesta ja yhteistyöstä kuluvan vuoden helmikuussa.

Terrafamesta kuultiin tarkemmin yhdessä päivän esitelmistä.

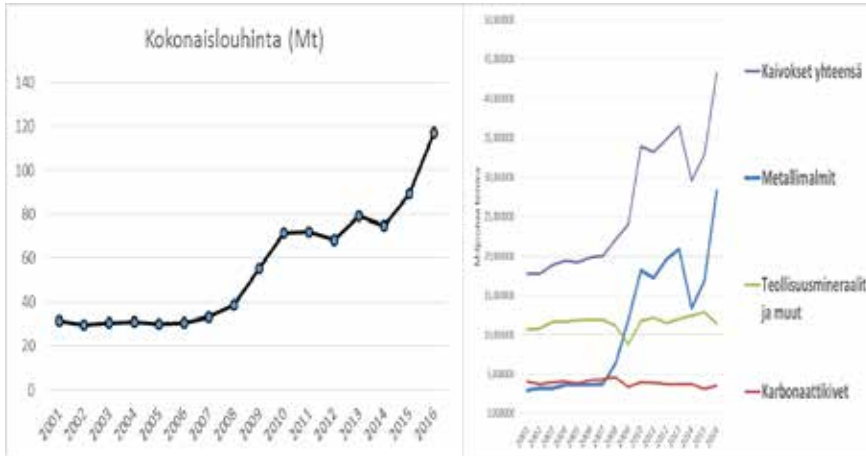
### Yara Siilinjärven kaivos

Loistava turvallisuustilanne! Tapaturmataajuus, jossa urakoitsijat mukana, oli 0. Mielestäni aplodit ansaitseva suoritus!

Investoinnit turvallisuuteen, tuottavuuteen ja toiminnan jatkumiseen olivat 52 MEUR.



## TUKES: Kaivosten kokonaislouhinta sekä malmi- ja hyötykivilouhinta 2001 -2016



Kokonaislouhinta oli 29 Mt, josta malmiä 13 Mt. Apatiittirikastetta tuotettiin 940000 t.

Siilinjärvellä Yara työllistää mukaan lukien apatiitin jatkojalostuksen 390 yäralaista ja 400 urakoitsijaa

### METALLIEN TUOTANTO JA VALMISTUS

Maailman teräksen tuotanto 1628 Mt v 2016 oli samalla tasolla verrattuna vuoteen 2015 (1623 Mt). Kiinan osuus tuotannosta oli 50 %. Teräksen tuonti EU-alueelle kasvoi +9 % ja se vastaa EU alueen kysynnästä peräti 25 %. Intia suunnittelee kasvattavansa omaa tuotantoaan 300 milj tonniin vuoteen 2030 mennessä.

### Valutuotanto 2016

Valurautojen tuotanto v 2016 lisääntyi hieinan edellisvuodesta, teräsvalujen tuotanto sen sijaan laski liki 30 %. Kupariseosten osalta tuotannon lasku oli merkittävä, yli 40 %. Valutuotannon arvo pieneni 12 % tasolle 215 MEUR. Valimoiden henkilöstömäärä jatkoi laskuaan noin 9 %:lla. Kuluvan vuoden ensimmäisen kvartaalin tuotantomäärän arvioidaan piristyvän selvästi.

### Koverhar

Kappale suomalaista teräksenvalmistusta siirtyi lopullisesti historiaan, kun Koverharin terästehtaan muistomerkki juljistiin syksyllä 2016. Oy Koverhar Ab:n perustivat Oy Vuoksenniska Ab ja Stora Kopparbergs Bergslagen Ab vuonna 1960.

Masuuni käynnistyi 1961 ja terästehtaan v 1971. Vuosikymmenien aikana Koverhar palveli monia isäntiä. Tehtaan tarina sai niittänsä kesäkuussa 2014 FN Steelin konkurssissa. Historiansa aikana Koverharin tehdas tuotti 20 milj tonnia terästeelmiä. Koverharilaiset ovat olleet aktiivisia jäseniä yhdistyksessämme.

### Aurubis

Työ yrityksen vision eteen tuottaa tulosta. Valssattujen tuotteiden myynti ja valmistus ovat kasvaneet 50 % ja kannattavuuden alamaiki saatu taitetuksi. Operatiivinen tulos on positiivinen.

### Boliden sulatot Suomessa

Bolidenin Harjavallalla oli ensimmäinen täysi vuosi nikkeli tuotannossa Bolidenin myyntiin. Liikevoitto oli 74,4,MEUR.

Kokkolan koko kapasiteetti oli käytössä. Rikkihappotehtaan investoinnilla on saavutettu merkittävä päästövähennys. Liikevoitto oli 60 MEUR.

### Nornickel Harjavalta

Vuoden 2016 tuotanto oli 53700 t Ni, 9600 t Cu ja 1200 t Co. V 2016 tehtiin strateginen raaka-ainemuutos, jossa Harjavalta integroitiin oman konsernin raaka-aineketjuun. Nesteytetty maakaasu otettiin käyttöön vedyn- ja energiantuotannossa ja 30 MW biohyörylaitoksen rakentaminen NNH energiatuotantoon käynnistyi.

### Outokumpu

Vuosi 2016 oli Outokummulle vahvan kehityksen vuosi. Yrityksen oikaistu liiketulos

oli voitollinen 45 MEUR. Vuoden liikevaihto oli 5960 MEUR. Ruostumattoman teräksen toimitukset olivat 2444 milj t.

Yhtiö julkisti uuden vision ja toimenpiteet kilpailukyvyyn ja tuloksen parantamiseksi. Näistä saamme kuulla toimitusjohtaja Baanin esityksessä myöhemmin tänään. Fokusalueina Outokummulla ovat jatkossa asiakaskeisyys ja tehokkuus koko myynti/toimitusketjun alueilla.

### Ovako

Ovako Imatran tehtaan vuosi oli koko tehtaan 101-vuotisen historian turvallisim, tapaturmataajuus oli 6. Mainittakoon, että kesän 2016 jälkeen Imatralla ei ole sattunut tapaturmia.

Toinen vuosipuolisko jäi vaatimattomaksi teknisten häiriöiden takia. Toimitusmäärät 193 kt 2016 kasvoivat pääosin Keski- ja Itä-Euroopan laakeri- ja ajoneuvoteollisuudessa. Vuoden 2016 liikevaihto oli 157 MEUR.

### SSAB

Konsernin liikevaihto oli 55 354 miljoonaa kruunua. Liikevoitto parani huomattavasti ja oli 1213 MSEK, kustannussäästötoimenpiteiden, korkeampien volyyymien ja paremman kapasiteetin käyttöasteen ansiosta. Nettovelat laskivat 17,9 miljardiin kruunuun. SSAB/Ruukki yhdistymisessä saavutettiin yli 3 miljardin synergiahyödyt, henkilöstömäärä väheni yli 2500.

Yhtiö siirtyy nyt yhdistymisen jälkeen jatkuvan parantamisen ja kasvun vaiheeseen valituilla toimialoilla erikoisteräksissä ja autoteollisuudessa. Tavoitteena on 10 mrd. kruunun nettovelan vähennys.

### LAITEVALMISTAJAT JA PALVELUJEN TARJOAJAT

#### ABB

ABB Suomen liikevaihto oli 2,2 miljardia euroa. Suomessa ABB:lla on 5 140 työntekijää, joista kuudesosa tutkimuksessa ja tuotekehityksessä. Metall- ja kaivosteollisuudessa ABB oli yhteistyöpartnerina vuoden aikana mm. LKAB Kiirunan kaivoksen nostokoneen modernisoinnissa ja AM Puolan toimitetussa energiatehokkuushankkeessa, jossa sanotaan saavutetun 20 GWh energiasäästö.

#### Atlas Copco

Koko konsernin liikevaihto kasvoi 2 % 10,7 miljardiin euroon ja tulos ennen veroja oli 2 miljardia, samalla tasolla kuin v 2015.

Oy Atlas Copco Louhintatekniikka Ab:n liikevaihto nousi 23 % 47,5 miljoonaa euroon. Merkittävimmät laitekaupat olivat Lemminkäisen maanalaiset porauslaitteet Länsimetroon ja Lemminkäinen Kiviaineikselle ja E. Hartikaiselle toimitetut porauslaitteet.

### Flowrox

Liikevaihto laski hieman edellisvuodesta. Vuosi oli haastava, mutta nyt markkinoilla sanotaan olevan kasvun merkkejä.

Flowrox SMART tuoteperhe on lanseerattu markkinoille ja tarjoamaa vahvistettu huoltopuolella.

### Forcit

Suomen louhinnoissa vuosi 2016 oli ennätysellinen, kaikkiaan räjähdysaineita käytettiin 70000 t, samaa tasoa kuin Ruotsissa ja Norjassa. Kasvun perustana oli mm Boliden Kevitsa, Yara Siilinjärvi, Terrafame sekä muut kaivokset. E18 moottoritie ja Länsimetro vaikuttivat myös räjähdysaineen kysynnän lisääntymiseen. Pohjolan osuus koko Euroopan räjähteistä on lähes puolet!

Forcit konsernin liikevaihto oli 101 MEUR, josta räjähdysaineiden osuus 77 MEUR eli 76 %.

### Keliber Oy

Alustava kannattavuusselvitys ja management Case näkyy oheisessa kuvassa. Lopullinen kannattavuusselvitys valmistuu Q3 2017 aikana, koelouhintaa tehdään Syväjärven litiumesiintymällä ja rikastetaan GTK Mintec Outokummussa. YVA prosessit ovat menossa ja yhtiöstä kerrotaan hankkeen olevan ensimmäisenä kaivoshankkeena ennakkoneuvottelumenettelyssä.

### Kemira

Kemiran liikevaihto oli 2,4 miljardia EUR, operatiivinen EBITDA parani hieman 12,8 %:iin.

Tulos parani johtuen paremmasta myyntivolyymistä ja sähköomaisuuserien myynnistä.

### Kuusakoski

Kierrätysmateriaalien kysyntä parani Skandinaviassa, Euroopassa ja Japanissa. Tulos parani suoritettujen tehostamistoimenpiteiden ja parantuneen hintakehityksen ansiosta. Markkinat ennustavat kierrätysmateriaalien keskihinnan nousevan vuonna 2017.

### Normet

Liikevaihto oli vuonna 2016 yli 200 MEUR ja se kasvoi 4% vuoteen 2015 verrattuna johtuen lähinnä kaivoslaitteiden kysynnän kasvusta. NormetGroup Oy:n uusi toimitusjohtaja Robin Lindahl aloitti tehtävänsään 1.5.2016. Normet osti MEYCO kuivaruiskutusliiketoiminnan Atlas Copcolta. Ostettu liiketoiminta vahvistaa Normetin tarjoamaa asiakkaille kaivostoiminnassa ja tunnelirakentamisessa sekä täydentää Normetin tarjoamaa rakennuskemikaali-liiketoiminnan uusissa teknologioissa, varsinkin vesieristysmembranin (Tamseal 800) ruiskutuksessa.

Tuotekehitystoiminnan pääpaino oli NorGreen projektissa, joka oli osa TEKESin Green Mining hanketta ja keskittyi laite- ja palveluinnovaatioiden sekä ekotehokkaan, käyttäjäystävällisen, turvallisen ja laadukkaan teknologian kehittämiseen.

### Metso

Metson liikevaihto v 2016 oli 2 586 MEUR, oikaistu EBITA % 10,6 %. Pääkonttorin sijainti muuttui. Metso sai merkittävän tilauksen uudesta esimurskauslaitoksesta Aitikin kaivokselle Ruotsiin.

### Pöyry

Vuonna 2017 Pöyryn tarjouspyyntöjen määrä lisääntyi geologisissa palveluissa, kaivossuunnittelussa ja kalliomekaniikassa. Loppuvuonna investointien selvitys- ja toteutushankkeet ovat käynnistyneet. Vuodelle 2017 investointihalukkuuden arvioidaan lisääntyvän.

### Outotec

Vuosi 2016 oli edelleen haasteellinen Outotecille, mutta vuoden loppua kohti kysyntä vilkastui. Liikevaihto oli 1,06 miljardia euroa.

Palveluiden osuus liikevaihdosta oli 42 % ja T&K-kustannusten osuus 5 %. Työntekijöitä Outotecillä oli 4192. Palveluliiketoiminnan toistuvia varaosatilauksia ja teknisiä huolto-tilauksia oli hieman edellisvuotta enemmän, mutta suuria seisokkihuoltotilauksia sekä uusia käyttö- ja kunnossapitosopimuksia edellisvuotta vähemmän. 49 % tilauksista tuli EMEA-alueelta, 33 % Amerikoista ja 18 % Aasian ja Tyynenmeren alueelta. (2 rikkihappotehdasta, litiumin rikastuslaitos Brasiliaan, rikastusteknologiaa Venäjälle, kuparisulaton ja rikkihappotehtaan uudistaminen Etelä-Amerikassa, kaivostäyttöyksiköt Filippiineille ja Australiaan). Outotec julkisti modulaarisen ratkaisun kaivosten ja metallurgisten laitosten saastuneiden jätevesien ja poisteiden käsittelyyn ja uuden tyyppisen kaivostäyttöjärjestelmän.

### Robit

Robitissa kasvu on ollut voimakasta ja maailmanlaajuisista, mm 4 isoa yritysostoa.

### Sandvik Mining and Construction

Konsernilla on 43 000 työntekijää yli 150 maassa. Liikevaihto oli vuonna 2016 noin 82 miljardia kruunua. Sandvik Mining ja Sandvik Construction yhdistettiin Sandvik Mining and Rock Technology divisioonaksi.

Vuonna 2016 Sandvik lanseerasi uusia laitteita ja palveluita mm. automaattoratkaisuihin, hienonnustekniikkaan sekä huolto- ja korjauspalveluihin.

### Weir

Weir-konsernin liikevaihto oli 1,85 M€. Weir Minerals divisioonan osuus liikevaihdosta on noin 60 %.

### Oulun yliopisto- Kaivannaisalan tiedekunta

Opetussuunnitelmat on uusittu lisäten integroitua opetusta geo- ja insinööritieteiden välillä. OMS tutkimuskeskuksen laajennus on valmistumassa. Nordic Mining School-konseptia laajennetaan muihin pohjoisiin yliopistoihin (UO, LTU, Tromssa). Tutkimusyhteistyötä on lisätty mm Latinalaiseen Amerikkaan. ▲



## Tilastotietoja vuoriteollisuudesta 2016

Kaivos/Louhos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu (t)	Malmia tai hyötykiveä (t)	Sivukiveä (t)
<b>Metallimalmit</b>						
Suurikuusikko	Kittilä	Au	Agnico Eagle Finland Oy	2 526 942	1 652 974	873 968
Jokisivu	Huittinen	Au	Dragon Mining Oy	423 985	232 870	191 115
Orivesi	Orivesi	Au	Dragon Mining Oy	169 948	88 050	81 898
Pampalo	Ilomantsi	Au	Endominex Oy	147 625	147 625	0
Rämepuro	Ilomantsi	Au	Endominex Oy	11 500	8 500	3 000
Kevitsa	Sodankylä	Ni, Cu, PGE	Boliden Kevitsa Mining Oy	39 578 998	7 674 060	31 904 938
Kylylahti	Polvijärvi	Cu, Zn, Ni, Co	Boliden Kylylahti Oy	815 787	815 762	25
Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Chrome Oy	2 105 338	2 105 338	0
Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S	Pyhäsalmi Mine Oy	1 379 546	1 379 546	0
Talvivaara	Sotkamo, Kajaani	Zn, Cu, Ni	Terraforma Oy	32 601 571	14 209 539	18 392 032
<b>Yhteensä 10 kpl</b>				<b>79 761 240</b>	<b>28 314 264</b>	<b>51 446 976</b>
<b>Karbonaattikivet</b>						
Reetinniemi	Paltamo	Do	Juuan Dolomiittikalkki Oy	56 700	53 700	3 000
Matara	Juuka	Do	Juuan Dolomiittikalkki Oy	12 200	12 200	0
Matkusjoki	Huittinen	Do	Nordkalk Oy Ab	116 050	61 217	54 833
Putkinotko	Huittinen	Kals	Nordkalk Oy Ab	56 550	51 191	5 359
Ihalainen	Lappeenranta	Do, Kals, Wo	Nordkalk Oy Ab	1 832 093	1 371 210	460 883
Tytyri	Lohja	Kals	Nordkalk Oy Ab	260 068	249 620	10 448
Limberg-Skräbböle	Parainen	Kals	Nordkalk Oy Ab	1 963 329	1 276 818	686 511
Sipoo	Sipoo	Do, Kals	Nordkalk Oy Ab	39 054	38 023	1 031
Mustio	Raasepori	Kals	Nordkalk Oy Ab	55 323	20 274	35 049
Ryytimaa	Vimpeli	Do	Nordkalk Oy Ab	46 712	31 565	15 147
Siiikainen	Siiikainen	Do	Nordkalk Oy Ab	50 741	50 741	0
Hyypiämäki	Salo	Kals	Salon Mineraali Oy	284 163	148 142	136 021
Ankele	Pieksämäki	Do	SMA Mineral Oy	59 212	54 300	4 912
Kalkkimaa	Tornio	Do	SMA Mineral Oy	119 987	119 987	0
<b>Yhteensä 14 kpl</b>				<b>4 952 182</b>	<b>3 538 988</b>	<b>1 413 194</b>
<b>Muut teollisuusmineraalit</b>						
Siilinjärvi	Siilinjärvi	Ap	Yara Suomi Oy	28 350 000	10 170 000	18 180 000
Horsmanaho	Polvijärvi	Tik, Ni	Mondo Minerals B.V.	937 583	132 317	805 266
Punasuo	Sotkamo	Tik, Ni	Mondo Minerals B.V.	392 353	78 915	313 438
Uutela	Sotkamo	Tik, Ni	Mondo Minerals B.V.	1 333 886	535 976	797 910
Karnukka	Polvijärvi	Tik, Ni	Mondo Minerals B.V.	612 575	307 347	305 228
Joutsenlampi	Lapinlahti	Al	Paroc Oy Ab	170 124	143 738	26 386
Lehlampi	Mäntyharju	Ol	Paroc Oy Ab	20 150	20 150	0
Sallittu	Salo	Al, Mg, Fe, Ms	Paroc Oy Ab	28 165	28 165	0
Ybbernas	Parainen	Al, Mg, Ms, Kv	Paroc Oy Ab	2 141	2 141	0
Salpä	Kemiönsaari	Ms	Sibelco Nordic Oy Ab	27 206	27 206	0
Kyrkoberget	Kemiönsaari	Ms	Sibelco Nordic Oy Ab	26 815	26 815	0
Kinahmi	Kuopio	Kv	Sibelco Nordic Oy Ab	60 300	60 300	0
Ristimaa	Tornio	Kv	SMA Mineral Oy	127 332	95 481	31 851
<b>Yhteensä 13 kpl</b>				<b>32 088 630</b>	<b>11 628 551</b>	<b>20 460 079</b>
<b>Teollisuuskivet ja muut</b>						
Lampivaara	Pelkosenniemi	JK	Kaivosyhtiö Arctic Ametisti Oy	6	2	4
Nunnanlahti	Juuka	Vlk	Nunnanlahden Uuni Oy	21 626	21 386	240
Vaaralampi	Juuka	Vlk	Tulikivi Oyj	46 185	38 625	7 560
Koskela	Juuka	Vlk	Tulikivi Oyj	184 136	82 572	101 564
Kivikangas	Suomussalmi	Vlk	Tulikivi Oyj	98 134	75 837	22 297
<b>Yhteensä 5 kpl</b>				<b>350 087</b>	<b>218 422</b>	<b>131 665</b>
<b>Kaivoksia/louhoksia yhteensä 42 kpl</b>				<b>117 152 139</b>	<b>43 700 225</b>	<b>73 451 914</b>

Lähde: Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes)

Rikasteiden, metallien, mineraalien ja vuolukiven tuotantoluvut (tonnia /v)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Suomessa tuotetut metallimalmirikasteet</b>												
Rikkirikaste	461 341	512 131	485 780	565 204	383 901	584 085	804 884	909 299	994 155	1 035 637	1 039 671	719 102
Kromirikaste	571 100	548 713	556 101	613 544	246 818	598 000	692 527	425 217	981 752	1 034 750	946 188	1 070 281
Nikkelikaste	39 854	40 474	44 824	43 038	11 413	43 151	87 974	99 089	137 911	126 801	108 303	149 981
Sinkkirikaste	74 369	66 327	71 812	52 518	56 197	95 305	91 196	89 026	72 910	77 425	55 585	84 073
Kuparirikaste	51 319	44 663	46 325	46 096	50 876	50 709	48 668	104 393	145 758	163 016	165 021	193 349
Kobolttirikaste								117 819	76 210	51 258	44 419	35 463
<b>Metallit ja metallurgiset tuotteet (osa raaka-aineista Suomen ulkopuolelta)</b>												
Teräsahtiot (sis. jaloteräsahtiot)	4 738 446	5 053 714	4 430 726	4 416 792	3 066 000	4 029 000	3 989 000	3 759 000	3 517 000	3 808 000	3 988 000	4 102 000
Rauta	3 056 165	3 157 894	2 915 130	2 942 946	..	..	..	..	..	..	..	..
Ferrokromi	234 881	243 350	242 000	234 000	123 000	238 000	231 405	228 744	433 677	441 292	457 063	469 141
Sinkki	281 904	282 238	305 543	297 722	295 049	307 144	307 352	314 742	311 686	302 024	305 717	290 599
Katodikupari, kuparituotteet (t Cu)	132 126	137 961	109 870	131 249	105 411	120 528	124 360	129 256	135 840	146 542	141 474	145 189
Nikkeli- ja kobolttituotteet (t Ni)	39 159	47 469	55 000	51 963	41 556	49 772	49 823	46 275	44 498	42 750	60 709	85 424
Kobolttituotteet (t Co)	8 171	8 582	9 173	9 645	8 970	9 429	10 627	10 562	10 798	12 551	9 615	12 393
Germaniumituotteet (t Ge)	-	-	-	-	-	12	12	16	17	17	13	0,1
Elohopea (kg)	34 200	22 820	45 000	33 120	6 210	9 000	-	-	-	-	-	-
Hopea (kg)	47 462	50 843	44 895	69 906	70 062	64 596	73 081	128 200	100 890	142 360	135 720	118 180
Seleeni (kg)	65 675	70 458	52 171	64 730	59 040	73 130	85 663	92 769	72 459	93 682	93 051	104 420
Kulta (kg)	3 747	5 292	4 261	4 148	5 749	7 628	8 461	10 886	9 981	9 385	10 286	11 153
<b>Jalometallien kotimainen kaivostuotanto</b>												
Kulta (kg)	1 303	1 326	1 479	1 368	3 996	5 896	6 674	9 100	8 660	8 085	8 342	8 865
Hopea (kg)	12 647	10 422	11 720	11 258	11 721	11 020	11 160	10 479	14 226	12 830	13 051	16 348
Platina (kg)	..	..	..	..	..	..	..	429	946	1 060	992	1 178
Palladium (kg)	..	..	..	..	..	..	..	379	766	808	784	901
<b>Mineraalit, mineraalirikasteet ja kivi- ja kiviluotokset</b>												
Apatiitti	822 987	857 922	830 989	780 000	658 347	817 289	869 694	858 005	877 189	946 234	956 564	939 531
Talkki	508 169	547 146	535 882	527 686	375 302	419 345	429 494	396 332	361 840	380 821	332 174	345 739
Magnesiittihiiekka	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12 276	22 390	54 227
Kvartsi	194 070	169 322	232 295	224 152	154 689	160 545	153 159	111 183	90 131	87 903	103 587	92 813
Vuoriviljakivi	224 016	215 853	352 301	230 444	145 665	161 734	223 584	188 896	226 926	122 822	88 280	87 680
Maasälpä	42 783	43 187	48 980	45 250	23 120	28 013	26 292	43 124	47 636	46 233	38 026	18 549
Vuolukivituotteet	39 684	50 282	41 795	50 323	30 953	31 930	28 827	27 708	23 062	20 369	17 430	13 006
Kiillirikaste	9 473	8 097	11 449	10 706	7 855	13 809	12 896	12 112	11 244	11 973	11 896	52 310
Biotiitti raaka-ainekäyttöön	59 381	62 959	57 720	57 661	53 860	37 850	31 504	27 493	42 150	41 997	38 169	10 843



## Vuorimiespäivät 2017

## Täällä taas!

Vaikka aamu valkeni Helsingissä lumisena ja loskaisena, se ei vääntänyt vuorimiesten naamaa mutruun, sillä maaliskuun loppuhan on aina iloisten jälleennäkemisten aikaa. Vuorimiesyhdistyksen 74. vuosikokous järjestettiin tällä kertaa viimeisenä mahdollisena sääntöjen sallimana päivänä näin aprillipäivän aattona ja toistamiseen peräkkäin Helsingin Messukeskuksessa.

**I**lmoittautumisen auettua kello kahdeksan alkoi aulatila käydä nopeasti ahtaaksi, sillä kokoukseen oli ilmoittautunut 630 Vuorimiesyhdistyksen jäsentä. Kellon lyödessä yhdeksän ei juttelu tahtonut tauota. **Sakari Kallon** napauttaessa puheenjohtajan nuijaa napakasti pöytään kokouksen alkamisen merkiksi sali hiljeni ja päästiin kokoukseen käsiksi. Puheenjohtaja toivotti kokousväen, valtiohallan edustajat alivaltiosihteeri **Petri**

**Peltosen** ja kaivosylitarkastaja **Riikka Aaltosen** Työ- ja Elinkeinoministeriöstä sekä kutsuvieraat toimitusjohtaja **Bo-Erik Persin** Jernkontoretista ja puheenjohtaja **Anders Ullbergin** Bergshandterings Vänner:stä tervetulleiksi.

Tervetuloitovotusten jälkeen hiljennyimme kunnioittamaan viimeisen vuoden aikana poisnukkuneita yhdistyksemme jäseniä, jotka olivat **Tom Alander, Pekka Fomin, Lars Hukkinen, Tauno Häkli, Mar-**

**ko Hämäläinen, Markku Klemola, Martti Kokkola, Mikko Lahtela, Eino Lucander, Juhani Nylander, Heikki Pankka, Väinö Pihlainen, Pentti Rautimo, Knut Rosenlund, Simo Ruonamaa, Nuutti Vartiainen, Kalle Ylätalo ja Matti Äyräs.**

VUOSIKATSAUKSEN jälkeen jatkettiin kokousta **Pekka Erkkilän** johdolla. Pöytäkirjan tarkastajiksi valittiin yksimielisesti **Liisa Haavanlammi ja Pia Voutilainen.**





Sami Kinnunen, Ronja Ruismäki,  
Sanna-Mari Nevala ja Jenina Noki



Eeva Ruukonen ja Kimmo Ulvelin

Yhdistyksen pääsihteeri **Ari Juva** luki toimintakertomuksen ja rahastonhoitaja **Outi Lampela** puolestaan esitteli tilinpäätöksen ja luki tilintarkastajien kertomuksen. Jäsenmäärä oli vuonna 2016 kasvanut kuudella jäsenellä. Tilinpäätöksen vahvistamisen ja tilintarkastuskertomuksen hyväksymisen jälkeen vastuuvapaus myönnettiin hallitukselle. Seuraavana oli vuorossa katsaus tulevaan. Outi Lampela esitti vuoden 2017 talousarvion. Huolella laadittu talousarvio takasi sen, että keskustelua ei syntynyt ja näin ollen esityksen mukaiset yhdistyksen jäsenmaksut ja lehtimaksut pysyvät ennallaan. Väistyvä rahastonhoitaja poistui aplodien kera puheenjohtajan kiittäessä Outi Lampelaa pitkästä ja ansioituneesta urasta rahaston- ja jäsenrekisterinhoitajana. Outin ansiosta yhdistyksen talous ja sen järjestelmät ovat erinomaisessa kunnossa. Kiitos vielä kerran Outille!

Toimintasuunnitelman hyväksynnän jälkeen valittiin yhdistykselle uudet luottamushenkilöt. Puheenjohtajaksi valittiin DI **Jari Rosendal** ja varapuheenjohtajaksi TkT **Kalle Härkki**. Kolmen erovuoroisen hallituksen jäsenen tilalle kokous valitsi vaalitoimikunnan ehdotuksen mukaisesti

kolmivuotiskaudeksi 2017–2020 DI **Juha Koskisen**, DI **Jukka Tuomisen** ja DI **Pentti Vihannon**.

Kokous valitsi ehdotuksen mukaisesti tilintarkastajaksi vuodelle 2017 DI, KHT **Katja Hanskin** ja toiminnantarkastajaksi DI, KTM **Antti Pihkon** sekä varalle tilintarkastajaksi Nexia Oy KHT yhteisön ja varalle toiminnantarkastajaksi KTM **Tanja Nordlundin**.

KOKOUKSESSA jaettiin myös tavanomaiseen tapaan huomionosoituksia ansioituille vuorimiehille.

Berndt Grönblom -kultainen ansiomitali numero 11 myönnettiin tänä vuonna DI **Jarmo Tonterille**. Mitalin jakoperusteissa mainitaan, että mitali voidaan antaa suomalaisen terästeollisuuden palveluksessa toimivalle tai toimineelle henkilölle, joka on ansioitunut alan kehittämisessä tai pohjoismaisen yhteistyön rakentamisessa. Jarmo Tonteri on koulutukseltaan metallurgian diplomi-insinööri Teknillisestä korkeakoulusta ja kauppatieteiden maisteri Helsingin kauppariikoulusta. Tonteri on työskennellyt muun muassa Kuusankosken metallurgiadivisioonan johtajana,

Lokomo Steelin toimitusjohtajana USA:ssa, Rautaruukki Gasellin toimitusjohtajana Ruotsissa, Fundian ja sittemmin OVAKO konsernin toimitusjohtajana sekä Outokummun ja SSAB konsernin johtotehtävissä. Jarmo Tonteri on ollut mukana lukuisissa luottamustehtävissä ja hallituksissa mm Worldsteel Associationissa, Jernkontoretin ja Metallinjalostajien hallituksissa. Jarmolla jos kellä on näyttöä kultaisen Berndt Grönblom mitalin kriteerien täyttämisestä.

Eero Mäkinen -hopeinen ansiomitali numero 51 myönnettiin DI **Pekka Lappalaiselle**. Pekka Lappalaisen palkitsemista on ehdottanut yhdistyksen jaostojen lisäksi arvovaltaisista yhdistyksen jäsenistä koostuva ryhmä. Perustelut ovat niin pitkät, että tässä voin vain kiteyttää ne seuraavasti: Pekka on ansioitunut merkittäväällä tavalla kaivosteollisuuden monipuolisena asiantuntijana vaativissa tehtävissä eri puolilla maailmaa. Varsinaisen työnsä lisäksi ja ohella hän on omalla panoksellaan merkittävästi parantanut alamme arvostusta niin viranomaisten, järjestöjen kuin suuren yleisönkin piirissä.

Eero Mäkinen -hopeinen ansiomitali numero 52 myönnettiin professori, emeri-



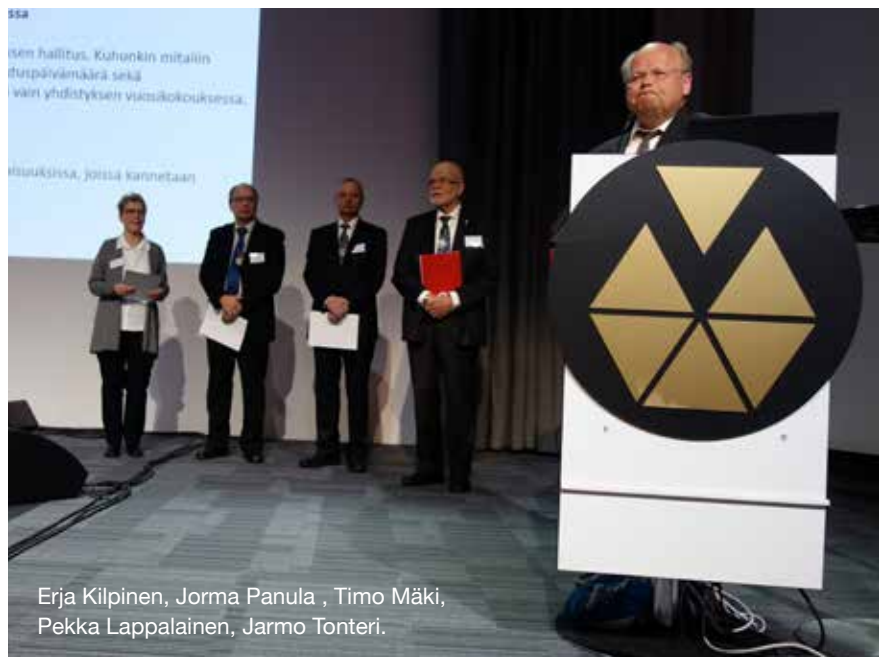


Outi Lampela

tus **Pentti Karjalaiselle**. Pentti Karjalainen valmistui Oulun yliopiston teknillisen fyziikan osastolta vuonna 1969 ja on tehnyt sen jälkeen merkittävän elämäntyön Oulun yliopistossa. Hänen roolinsa metalliopin opetuksessa ja tutkimuksessa on ollut merkittävä. Hän on aktiivisuudellaan lisännyt maamme metalliopillisen tutkimuksen ja opetuksen arvostusta kansainvälisesti ja myös kunnostautunut tutkimuksen rahoituksen ja organisoinnin saralla.

Eero Mäkinen -pronssinen ansiomitali numero 44 myönnettiin **DI Erja Kilpiselle**. Erja on pitkän linjan vuorimies, jolla on Kaivosjaoston johtokunnasta kokemusta 9 vuoden ajan 2000-luvulta lähtien ja lisäksi hän on ollut yhdistyksen hallituksessa kolmen vuoden ajan. Erja tunnetaan alalla erittäin aktiivisena ja pyyteettömänä aheratajana, joka antaa myös tukea nuoremmille tieteenharjoittajille. Hän on myös esimerkiksi killinen vuorinainen.

Eero Mäkinen -pronssinen ansiomitali numero 45 myönnettiin **Jorma Panulalle**. Jorma on tehnyt ansiokkaan uran valmistuttuaan Oulun yliopistosta 1991. Hän on muun muassa ”keksinyt lisää ruutia” Lappuan patruunatehtaalla tuotekehityksinsä-



Erja Kilpinen, Jorma Panula, Timo Mäki, Pekka Lappalainen, Jarmo Tonteri.

nöörinä ja tuotantopäällikkönä. Jorma on toiminut Metallurgijaoston johtokunnassa vuosina 2006–2011 ensin kolme vuotta varapuheenjohtajana ja sitten kolme vuotta puheenjohtajana.

Eero Mäkinen -pronssinen ansiomitali numero 46 myönnettiin **Timo Mäelle**. Timo

on tehnyt ansiokkaan elämäntyön kaivoksissa. Hän on mm vaikuttanut vahvasti kaivostekniikan käytännön kouluttamiseen Suomessa. Pyhäsalmissa hän on järjestänyt geologian opiskelijoille kaivoskursseja jo 80-luvulta lähtien. Tämän lisäksi Timolla on ollut ratkaiseva rooli Pyhäsalmen kaivoksen

syvyysjatkeiden löytämisessä ja näin kaivoksen eliniän pidentämisessä 15 vuodella.

Petter Forsström -palkinto myönnetään vuosittain Materia-lehden parhaan artikkelin kirjoittajalle. Valinnan tekee lehden toimitusneuvosto. Tänä vuonna Materia-lehden toimitusneuvosto järjesti myös neuvoa antavan lukijäänestyksen, jonka perusteella se valitsi useiden hyvien artikkeleiden joukosta yhden ylitse muiden. Hallitus päätti myöntää toimitusneuvoston esityksen mukaisesti 1000 euron suuruisen Petter Forsström -palkinnon **Hanna-Leena Heikkilälle** hänen artikkelistaan: ”Kuparihienokuonan kaatopaikan luvitus”. Artikkelin oli hyvin valmisteltu kokonaisuus ja myös kieliasultaan erinomainen. Kirjoittaja oli lausunut viestinsä positiivisessa hengessä, vastoinkäymisistä huolimatta. Lisäksi hän toi hienolla tavalla esiin ”insinöörimielissä” suoraviivaiseen projektiin vaikuttavia epäsuoria haasteita, kuten liito-oravan jätökset sekä museoviraston interventio. Heikkilän artikkeli sai myös eniten ääniä yleisöäänestyksessä.

Lopuksi vielä muistettiin alan opiskelijoita, sillä hallituksen myöntämät nuoren jäsenen 1 000 euron stipendit jaettiin neljälle hakijalle. Stipendin saajat olivat **Sini Anttila**, Aalto-yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulu, **Henri Höytiä**, Helsingin yliopiston Geotieteiden ja maantieteen laitos, **Sanna-Mari Nevala**, Aalto-yliopiston Materiaalitekniikka ja **Roope Partamies**, Aalto-yliopisto, European Mining Course. Stipendin hakijoita oli lähes kaikista killoista ja kerhoista, joille kuulutus stipendihakemuksista lähetettiin. Joukossa oli lukuisia hyviä hakijoita, joista moni olisi stipendin ansainnut. Jaostot seuloivat hakemusten joukosta ehdotuksensa hallitukselle, joka päätti palkita nämä neljä hakijaa. Kaikille heille on yhteistä hyvä kombinaatio opin- tomenestystä ja lukuisia aktiviteetteja opiskelijaelämässä.

KOKOUKSEN loppusanoissa Sakari Kallo toivotti pääesitysten pitäjät tervetulleiksi. Vuorimiespäiviemme teema oli ”Yritystoiminnan haasteet nopeasti muuttuvassa markkinaympäristössä”. Ensimmäisen esityksen piti **Roeland Baan**, Outokumpu Oyj:n toimitusjohtaja. Toisena lavalle nousi Talvivaara Oy:n hallituksen puheenjohtaja **Lauri Ratia**. Ja ennen lounasta kuulumme vielä TEMin alivaltiosihteeri **Petri Peltosen** esityksen ”Valtiovalta ja vuoriteollisuus”. ▲



Sini Anttila, Henri Höytiä, Sanna-Mari Nevala, Roope Partamies



Ari Juva ja Sakari Kallo



Bo-Erik Pers (Jernkontoret) ja Roeland Baan (Outokumpu OYJ:n t) vasemmalla ja Outotecin t Markku Teräsvasara oikealla



## Outokummun käänne

OUTOKUMPU teki vuonna 2016 positii-visen tuloksen usean vuoden tappioputken jälkeen. Reilu vuosi sitten yhtiön toimitusjohtajana aloitti hollantilainen **Roeland Baan**, joka antoi heti alkuun kovan lupauksen kääntää yhtiö voitolle.

Roeland Baan tuli yhtiön johtoon hetkellä, jolloin iso yritysjärjestely saksalaisen kilpailijan kanssa oli loppusuoralla. Liiketoiminnan peruselementit olivat hänen mukaansa jo paikoillaan, ja vahvuuksia oli paljon enemmän kuin heikkouksia. Baan totesi kuitenkin, että yhtiön piti nopeasti tehostaa toimintaansa ja parantaa kannattavuuttaan.

Baanin mukaan Outokummun tavoitteena on olla ruostumattoman teräksen johtaja, joka luo alan parhaan arvon olemalla asiakassuuntautunut ja tehokas. Lähtöasetelma on hyvä – yhtiön tuotevalikoima on laaja, Euroopassa ja Amerikassa sijaitsevat tehtaat ovat maailmanluokan tasoa, ja yhtiö on jo nyt ruostumattoman teräksen markkinajohtaja Euroopassa ja kakkonen Yhdysvalloissa. ”Ennusteiden mukaan ruostumattoman teräksen kysyntä kasvaa vuo-



teen 2020 mennessä 21 prosenttia. Käyttö lisääntyy erityisesti rakentamisessa, kuluttajatuotteissa ja autoteollisuudessa, jotka ovat Outokummun tärkeimmät asiakas-toimialat.”

Euroopan alueella tuloskehitys on ollut jo selvästi plussan puolella, ja Amerikassa-

kin käänne parempaan on jo tapahtunut. Vuodelle 2020 asetettu 500 miljoonan euron liikevoittotavoite on saavutettavissa, lupaa Roeland Baan: ”Outokummusta tulee maailman kannattavin ruostumattoman teräksen valmistaja.” ▲

## Terrafamen alkusoitossa on jämäkkä tunnelma

Monimetalliyhtiö Terrafame Oy presentoi Vuorimiespäivillä 20 kuukauden alkusoitostaan. Yhtiö aloitti toimintansa elokuussa 2015 ja on jatkanut tuotannon ylösajoa määrätietoisesti kohti toiminnan vakiinnuttamista. Vuorimiespäivillä esiintymislavalle nousivat hallituksen puheenjohtaja Lauri Ratia ja yhtiön toimitusjohtaja Joni Lukkaroinen sekä McKinsey & Companyn Antti Ryytty.

SOTKAMOSSA sijaitseva Terrafame tuottaa nikkeli-kobolttisulfidia ja sinkkisulfidia. Viime kesänä päivitetyn arvion mukaan kaivospiirin mineraalivarannot ovat noin 1 458 miljoonaa tonnia, mikä riittää vuosikymmenien kaivostoimintaan. Tähän saakka yhtiö on keskittänyt louhintatyöt Kuusilammen esiintymän alueelle.

Terrafamen tuotanto perustuu bioliuotusmenetelmään. Tyypilliseen kaivostoimintaan verrattuna bioliuotus on energiatehokas menetelmä, jonka ansiosta puolituote voidaan valmistaa pienemmillä kasvihuonepäästöillä.

”Terrafamen aikana bioliuotus on pienten prosessimuutosten ansiosta saatu toimimaan hyvin, ja liuotussaan to on vastannut



Terrafame hyödyntää bioliuotusta metallien tuotannossa Sotkamossa sijaitsevalla kaivoksellaan.

odotuksiamme”, kertoo yhtiön hallituksen puheenjohtaja **Lauri Ratia**.

Ratia muistutti yleisöä omassa presentaatiosuudessaan siitä, että nikkelin ja sinkin hinnat kehittyivät hyvin koko viimen vuoden ja tänäkin vuonna kehitys on ollut myönteistä. Helmikuussa 2017 nikkelin keskihinta oli noin 31 % korkeampi kuin vuosi sitten ja sinkin keskihinta noin 66 % korkeampi kuin edellisvuonna vastaavaan aikaan.

### Eteenpäin huolellisella suunnittelulla

Vaikka Terrafamen tilanne on hyvä ylösajon loppuun viemiseen tarvittavan rahoituksen selvittyä alkuvuodesta, palattiin esityksessä myös lähtöpisteeseen eli elokuuhun 2015. Terrafamen johdon kanssa esityksessä oli oma osuutensa myös McKinsey & Companyn **Antti Ryytyllä**, joka oli mukana tukemassa yhtiön ylösajoa ensimmäiset kahdeksan kuukautta.

Ryytty kertoi osuudessaan Terrafamen organisoitumisesta ja tavoitteiden asettamisesta. Tavoitteita oli kolme: ei vahinkoja, tehokas toiminta ja sitoutuminen. Tavoitteille määriteltiin myös prioriteetit ja ne purettiin hankkeiksi. Hankkeet puolestaan jaettiin noin 600 toimenpiteeseen, joita seurattiin huolellisesti viikoittaisissa palavereissa.

Ensimmäisen puolen vuoden jälkeen Terrafamelle palkattiin toimitusjohtajaksi **Joni Lukkaroinen** jatkamaan operatiivista johtamista. Tilaisuudessa Lukkaroinen esiteltiin myös videolla laskeutumassa kiivaudesta.

### Turvallisuudessa merkittäviä kehitysaskelaita

Joni Lukkaroinen mukaan Terrafame on tuotannollisen ja kaupallisen ylösajon ohella tehnyt paljon työtä ympäristö- ja työturvallisuudessa. Kaivosalueelle varastoidun

veden määrä saavutti turvallisen tason alkuvuodesta 2017, mutta vesitilanteen selvittäminen on vaatinut sinnikäästi työtä aina kevästä 2016 alkaen.

Kaivosalueelta pois johdettu vesi on koko ajan täyttänyt kirkkaasti kaikki sulfaatti- ja metallipitoisuuksille asetetut luparajat. Yhtiön toiminnan aikana kaivos- ja tehdasalueelle on myös rakennettu uusi, parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan perustuva keskusvedenpuhdistamo, jonka koekäyttö aloitettiin marraskuussa 2016 ja varsinainen käyttö alkuvuodesta 2017.

Terrafamen työntekijöiden poissaoloihin johtaneiden tapaturmien määrä miljoonaa työtuntia kohti laski viime vuonna kvartaali kvartaalilta niin, että vuoden lopussa oltiin lukemassa 8,4, kun vuotta aiemmin oltiin vielä lukemassa 23,3.

”Olemme todella panostaneet työturvallisuuskulttuurin kehittämiseen. Hyödynnämme tässä työssä esimerkiksi turvakierroksia ja turvallisuuskokouksia sekä videomateriaalia. Tapaturmien ja läheltä piti-tilanteiden juurisyyt tutkitaan tarkkaan”, kertoo Lukkaroinen.

Viime vuoden lopussa Terrafame työllisti suoraan 645 henkeä, joiden lisäksi alueella kävi säännöllisesti töissä noin 550 kumppaniyritysten työntekijää. Tänä vuonna myös kumppaniyritysten työturvallisuuteen kiinnitetään yhä enemmän huomiota.

### Toiminnan vakiinnuttaminen jatkuu

Terrafamen vuosi 2016 päättyi yli 100 miljoonan euron liikevaihtoon sekä mediassakin huomattuihin viimeisen kvartaalin positiiviseen käyttökatteseen ja liiketulokseen. Tämä johtui ennen muuta keskeneräisen tuotannon arvon muutoksesta. Yhtiö on ennakoinut toiminnan kääntyvän kannattavaksi vuonna 2018.



”Kokonaisuutena toiminnan ylösajo on edennyt hyvin ja olemme saavuttaneet kaikki keskeiset tavoitteet. Ensimmäisen kokonaisen toimintavuoden myötä Terrafamesta on kasvanut Suomen mittakaavassa merkittävä vientiyritys”, toteaa Joni Lukkaroinen.

Toiminnan vakiinnuttamisen ohella Terrafame on miettinyt myös seuraavia strategisia askeleitaan. Pohdinnassa ovat mm. nikkelin jatkojalostus sekä uraanin ja muiden sivutuotemetalien hyödyntäminen. Tänä vuonna Terrafame tuotteistaa kuparin ja jatkaa edelleen toiminnan tehostamista. ▲

## EAPKY VIOLANA KÖSSÖLÄSSÄ

Vuoden 2017–2018 Vuorimiesyhdistyksen hallituksen ja jaostojen johtokuntien yhteystiedot löytyvät osoitteesta <http://www.vuorimiesyhdistys.fi/yhteystiedot>.

# Valtiovalta ja vuoriteollisuus – eilen, tänään, huomenna

Työ- ja elinkeinoministeriön alivaltiosihteeri **Petri Peltonen** esitelmöi Vuorimiespäivien kolmannessa pääesitelmässä valtiovallan ja vuoriteollisuuden suhteesta kautta aikojen.

SUOMI, siis Suomen maakunta, sai ensimmäisen vuorialasta vastaavan virkamiehen, vuorimestarin, vuonna 1638. Silloin elettiin kuningatar **Kristiinan** valtakautta ja **Gustaa II Adolf** oli juuri kaatunut Lutzernin taisteluissa. Hakkapeliitat – tuo sen ajan Team Finland – valloittivat maailmaa. Siitä alkoi liki 400-vuotinen tähän päivään yltävä kaari. Samalla tehtävällä on näiden vuosien saatossa ollut useampikin titteli vuorimestarin jälkeen kuten vuorikomisario, vuorikivalteri, vuori-intendentti, kaivostarkastaja ja nyt tänä päivänä kaivosylitarkastaja. Kaivosylitarkastajana virassa TEM:ssä on tällä hetkellä **Riikka Aaltonen**.

TEM on vuoriministeriö, mutta jo Ruotsin vallan aikana oli Suomessa vuorilaitos ja vuorikollegio. Tsaarin aikaan puolestaan vuorihallitus vastasi kaivosteollisuudesta. Vuoden 1885 alusta vuorihallituksen tehtävät siirtyivät uudelle perustetulle Kauppa- ja teollisuusministeriölle. TEM:n historia alkaa vasta vuonna 2008. Vuonna 1877 vuorihallituksen yhteyteen perustettiin Geologinen toimisto. Geologinen Komissioni perustettiin sen jatkajaksi vuonna 1886 ja myöhemmin nimeksi tuli Geologinen tutkimuslaitos eli nykyään Geologian tutkimuskeskus. GTK on siis yksi vanhimmista tutkimuslaitoksista Suomessa.

TEM on Vuoriministeriö, mutta Peltonen painotti sen olevan ennen kaikkea kasvuministeriö. Kansantalouden kasvua näyttäisi olevan näköpiirissä lähivuosille vain 1,5 %, ja sitä tarvitaan. Kaivosklusteri työllistää suoraan 17 000 ihmistä ja välillisesti kahdesta kolmeen tuhatta lisää. Kaivosteknologiaviennin arvo on reilu puolitoinen miljardia euroa. Kaivostoiminnassa ja malminetsinnässä työskentelee noin 5000 henkilöä. Metallinjalostuksen osuus koko Suomen tavaraviennistä on 12 prosenttia ja suuria työpaikkoja on 14 000.

Valtion ja vuoriteollisuuden rooli on monesti hyvinkin symbioottinen. Valtion rooli on olla hallinnollinen lainsäätävä, viranomainen ja luvittaja. Lisäksi se on elinkeinopoliittinen edistäjä ja joskus myös omistaja. Valtio on mukana koulutuksen ja infran takaaajana, pitää huolta toimivista



rahoitusmarkkinoista ja verotuksesta. Valtiolla on myös rooli teollisuus-, energia-, kauppa-, tutkimus-, omistaja- ja ympäristöpolitiikassa. GTK on tärkeä toimija vuoriteollisuuden pelikentässä. Suomessa on maailman parhaiten kartoitetut malmivarat ja tiedot ovat ilmaiseksi saatavilla. Näillä kaikilla on vaikutusta siihen, että Suomi on Fraiserin rankingeissa kaivostoiminnan toimintaympäristönä maailman kärkeä.

Tulevaisuudessa alan uudistuminen saattaa vain kiihtyä. Nyt jo on digitalisaatiota käytössä, mutta malminetsinnässä, kuten esimerkiksi lääketieteen diagnostiikassakin, nopeasti kehittyvän keinoalyn suomat mah-

dollisuudet tulevat varmasti muuttamaan tutkimuksen ja etsintätöiden toimintatapoja ja tuloksellisuutta isosti. Eikä kaivostoiminta tulevaisuudessa välttämättä rajoitu vain maapallolle. Vaikka se vielä uskomattomalta kuulostaakin, kaivostoiminta saattaa olla tulevaisuutta myös muilla taivaankappaleilla. Planetary Resources ja Asteroid Mining ovat jo nyt nousevia teemoja USA:n startup-kentässä. Myös Luxemburgin valtio on jo muokkaamassa omaa lainsäädäntöään avaruuskaivostoimintaa silmällä pitäen. Lopetussanoissaan Peltonen kysyykin, milloinkahan Vuorimiesyhdistys perustaa avaruusjaoston? ▲



# Drill right – every time

# Robit®

Saat meiltä maailman laajimman porakalustovalikoiman ja ammattitaitoisen tuen, joilla minimoit riskit ja metrihinnan.

Poikkea osastollamme

## MAXPO

7.- 9. syyskuuta 2017





# The Acquisition of Kevitsa Mining Oy by Boliden: "When Adoption works out just fine"

ALAN DELANEY, General Manager, Boliden Kevitsa Mining Oy

IN MID 2014, after 8 years with First Quantum Minerals in Zambia, I accepted the challenge of moving up to FQM's first breakout (of Africa) operation, Kevitsa, in Finnish Lapland. Little did I know that just more than a year later, the possibility of a sale of my new favourite mine was on the cards. "Why us?", we lamented! The apparently sombre and reflective mood that settled over the management team was far more in tune with the regional character of Lapland than this diverse group normally adopted.

Next came the process of attracting buyers. All aspects of our business were scrutinized, poked and prodded by multiple teams of people comprised of strategy and decision makers, financial managers and bankers, experts in all things in mining from health, safety and environment through mining to processing and commercial. This was on the one hand, as intrusive and uncomfortable as a visit to a urologist, but on the other hand, it was a curiously rewarding opportunity for exhibitionism in which we could strut our stuff and show off our achievements, competence and present our bona fides as premier league metal miners.

While we continued to believe that our parent company would relent and cancel the adoption, it became clear that we had done too well in marketing our prowess, and an offer was made. The offer was accepted and our world changed.

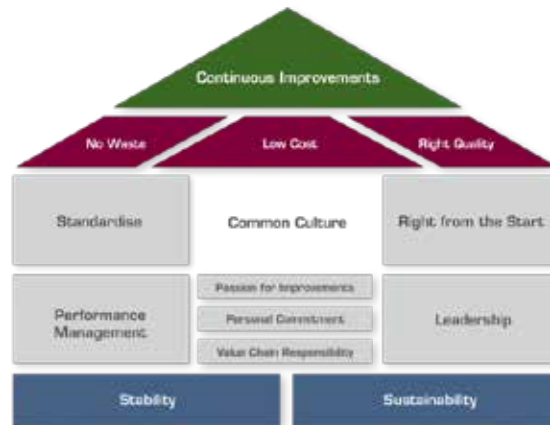
## Adoption Papers Signed – What Now?

The New Boliden House encapsulates the foundation, principles and values resident in Boliden's way of doing business.

The real world impact for Kevitsa as a new family member was a clearly defined, rapid and effective integration into Boliden's business processes and ways of doing business. The initial fear of the unknown and the imagined loss of identity and free will were soon allayed, and the message we received from our new owners was well received – "Keep on doing what you are doing...and by the way, do more of it!"

## Who Dares, Wins

The purchase of Kevitsa was a quite bold expression of the third major element of Boliden's strategy – "selective acquisition".



Buying Kevitsa strengthened Boliden's position in nickel as well as copper; it was a perfect geographical fit through the mine's proximity to Aitik, and provides the opportunity for synergies in mining, mineral concentration, smelting, regional exploration and the supply of suitable feed materials for Harjavalta and Rönnskär.

Kevitsa is already benefitting from the savings in transport of concentrate to smelter, and is also exploring avenues for optimisation of concentrate specification to achieve the best economics from a Boliden group perspective.

## Bringing Our Skills to The Party

Treatment of the Kevitsa orebody is complicated by variable mineralogy that provides challenging and sometimes conflicting requirements for optimal extraction of our copper and nickel bearing minerals. Widely changeable grindability has resulted in significant variability in throughput, metallurgical and economic performance. The key to addressing this has been the identification of easily measurable parameters that are reliably indicative of the probable metallurgical processing response. Such factors were found in mineralogical data from X-ray Diffraction analysis. The factor best correlating mill throughput potential was identified as the degree of *amphibole alteration* of the rock. This realization was the key that unlocked the door to a variety of activities aimed at optimizing blasted fragmentation and milling performance to better match ore needs.

The next step after identifying alteration and other performance impacting characteristics has been to extend the min-

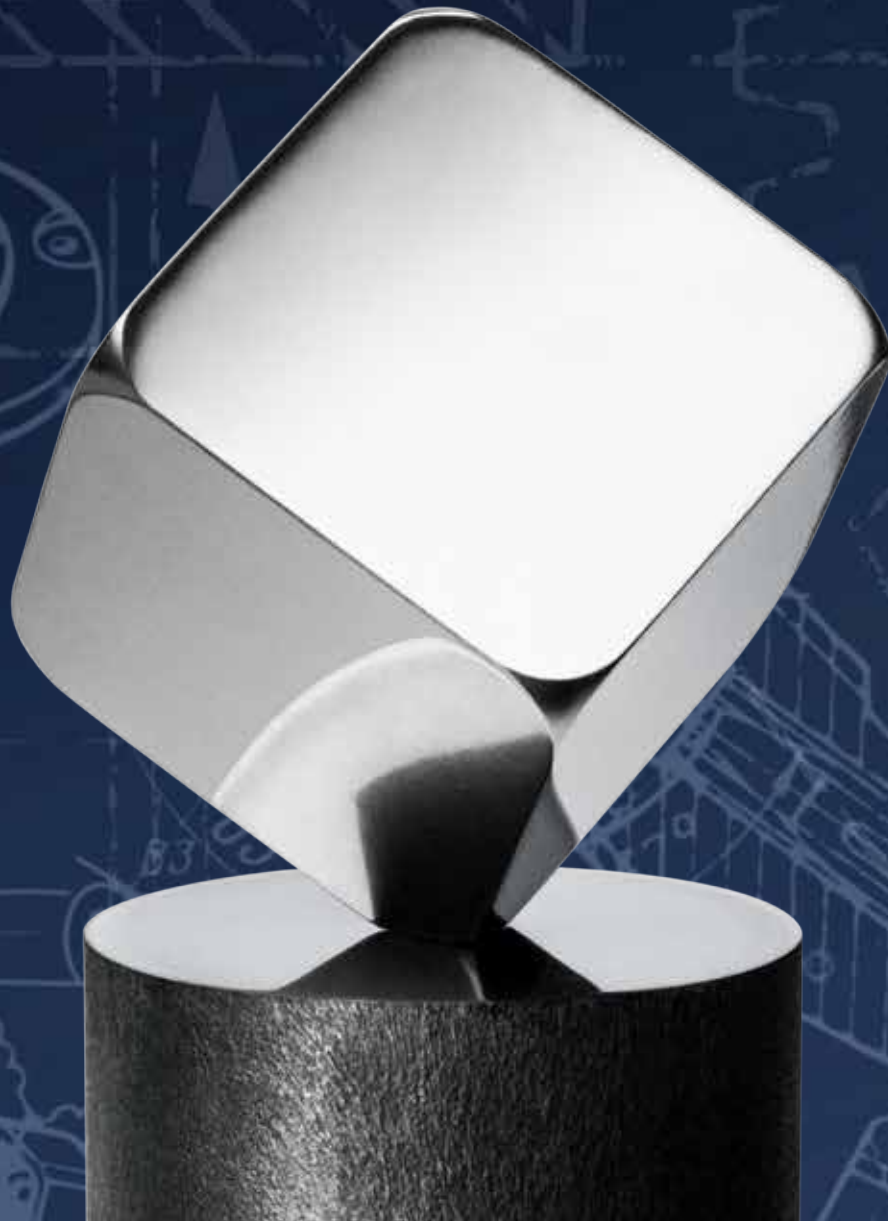
eralogical characterization of the ore to the ore reserve. We have migrated from simple grade control models to an ore-body model that more accurately reflects and predicts the economic potential of the in-situ ore. This in turn facilitates the adoption of strategies such as blending to maximise the return for the ore.

## Kevitsa Strategy –9Mtpa and beyond

More than 50% of Kevitsa's resource lies outside of the current mineral reserve. Ongoing work aims to put us in the best position to exploit more of the resource. We have a two-part strategy, with a first step to increase the mill throughput up towards the currently permitted 10Mtpa limit. Settling on how to go about this between several viable options is at the decision making stage; work towards resolving the details and executing the project then begins in earnest. The second part of the strategy is to determine the ultimate optimal mining and processing rate for the mine, with a view to deriving maximum value from the resource.

## We're Part of the Family Now

I am sure that building on our own strengths and drawing on the synergies that have become possible with Kevitsa's adoption in to New Boliden will ensure that Kevitsa mine stands proud from the crowd as an example of 21st century mining done well. I feel strongly that as a new mine, under New Boliden, our application for an enduring social license to operate has all the right boxes ticked and we will pass the practical test with flying colours. ▲



## **With the right steel, imagination is your only limit**

**There is an Ovako steel to suit almost every design and engineering challenge, no matter how extreme. Don't let your material limit your imagination.**

Ovako are experts in producing steel for the most demanding engineering applications. Whatever your challenges, we can support you with knowledge and the right steel from our portfolio, so you can design without limitations. Find out how we can help free your imagination at [ovako.com](https://www.ovako.com)

**OVAKO**



# Yritystoiminnan haasteet nopeasti muuttuvassa markkinaympäristössä

## Case Ovako

toimitusjohtaja **JANNE PIRTTIJOKI**, Ovako Imatra Oy Ab

TURVALLISUUS on tärkeintä. Ovako Imatralla on tehty viime vuosina hyvin merkittävä kehityssteppi tapaturmataajuudessa miljoonaa työtuntia kohti. Kaksi-kolme vuotta sitten taajuus oli yli 25. Nyt liukuva 12 kk tulos on painunut kolmeen. Henkilöstön sitoutuminen turvallisuuden edistämiseen on hyvän kehityksen edellytys.

*Ovako kehittää teknisesti korkeatasoisia teräsratkaisuja kuulalaakeri-, ajoneuvo- ja konepajateollisuudessa toimiville asiakkailleen yhteistyössä näiden kanssa. Teräksemme tekee asiakkaidemme lopputuotteista kestävämpiä ja pidentää niiden käyttöikää – se merkitsee viime kädessä älykkäämpiä, vähemmän energiaa kuluttavia ja ympäristöystävällisempiä tuotteita.*

*Tuotantomme pääraaka-aine on kierrätysteräs, josta valmistetaan tankoja, putkia, renkaita ja puolivalmiita komponentteja. Ovako on edustettuna yli 30 maassa. Vuonna 2016 Ovakon liikevaihto oli 781 miljoonaa euroa ja henkilöstömäärä vuoden lopussa 2 773.*

Ovakon liiketoiminnan juuret ulottuvat 400 vuoden päähän. Moni ei tiedä, että Ovakon nimi on Imatralla lähtöisin: nimi tulee sanojen Oy Vuoksenniska Ab ja Koverhar ensimmäisistä kirjaimista. Triton on omistanut Ovakon vuodesta 2010.

Ovakolla on Imatran tehtaan lisäksi terästehtaat Hoforsissa ja Smedjebackenissa Ruotsissa. Tehtaat tuottavat erikoisteräksiä, pääsääntöisesti eri asiakasvaatimuksia varten.

Pohjoismaisen teräsalan toimialayhteistyötä on tärkeää tehdä. Sitä helpottaa se, että Ovakon, SSAB:n ja Outokummun tuotteet ovat eri segmenteille eivätkä siten kilpaile keskenään. Ovako on asemoinut itsensä innovatiivisten, huippukehitettyjen erikoisterästen toimittajaksi.

### Markkinat ja tuotteet

Ovakon tuotanto on tärkeä palanen kierrättämisessä, ja olemme pohjoismaisessa yksi suurimmista teräksen kierrättäjistä. Tehtaillamme kierrätysteräs sulatetaan sähköuuneilla ja valun jälkeen teräksestä prosessoidaan eri jalostusasteisia terästan-



**OVAKO**

koja. Ovako Imatra toimittaa tuotannostaan Pohjoismaihin 40 %, Länsi-Eurooppaan 40 % ja muualle maailmaan 20 %.

Merkittävimmät asiakassegmentit ovat auto-, konepaja-, laakeri-, kaivos- ja energiateollisuus.

Ovakon päämarkkinat ovat Euroopassa, jonka kysynnän ja valmistuksen tasapaino on edelleen epäsuhtainen. Kysyntää on vähemmän kuin miehitettyä kapasiteettia, ja siksi on etsittävä kannattavaa myyntiä myös Euroopan ulkopuolelta. Samaan aikaan kotimarkkinasta eli Pohjoismaista huolehtiminen on Ovakolle tärkeää. Palvelemme laajasti näitä pohjoismaisia markkinoita; Euroopassa olemme valituilla segmenteillä ja globaalisti läsnä niche-tuotteissa. Asiakas-kunta on hyvin laaja ja palvelemme erittäin montaa globaalia brändiä.

Ovakon tuotebrändiperheeseen (kuva) kuuluu eri ominaisuuksilla varustettuja teräksiä. Ovakon asiakastarjonnasta Ovako Imatran tehtaan valikoimaan kuuluvat BQ-Steel®, WR-Steel® ja SZ-Steel® sekä M-Steel®, joka on Imatralla kehitetty, helpposti koneistettava teräs. Se mahdollistaa asiakkaalle tuottavuuden kehittämisen, sillä työkalujen elinikä ja työstönopeus kasvavat. Oleellista on M-Steelin optimi sulkeuma-koostumus lastuttavuuden kannalta.

Toisaalta Imatra on jatkuvavaluteknikan mahdollistamalla teräksen puhtaudel-

laan päässyt merkittävään asemaan laakeriteräsvalmistajana. Tähän on tarvittu uskallusta investoida tarvittavaan teknologiaan.

### Menestyksen avaimet

Vaikka liiketoimintamuutokset ovat nopeita, on yhtiöllä kuitenkin pitkän tähtäimen strategia liiketoimintansa perustana. Esimerkiksi kuonapuhutaiden laakeriterästen kehitys ei tapahdu yhdessä yössä. On suunniteltava pitkäjänteisesti omaa tekemistä, jotta se vastaa asiakkaiden tarpeita. Kilpailukyky tulee muualta kuin massamarkkinoiden palvelemisesta. Kehitystoimintaa pitää viedä eteenpäin ja se tarkoittaa myös uskallusta investoida. Toimitusketjumme on oltava tehokas ja luotettava. Kilpailussa pärjääminen vaatii tehokkuuden kehittämistä ja osaavia ihmisiä, joilla on tahtoa joustaa. Ympäristöpolitiikka ei saa olla merkittävästi kireämpää kuin muualla, jotta tekemisen edellytykset eivät katoa Euroopasta. Tarvitsemme myös varmat ja kohtuuhintaiset kuljetus- ja logistiikkaratkaisut sekä energiaa kilpailukykyiseen hintaan. Myös yliopistomaailman kanssa tehtävä huippuutkimus hyödyntäen sekä julkista että yksityistä rahoitusta edesauttaa teollisuudenalamme paljon tässä maailman kolkassa. ▲



# POHJOINEN TEOLLISUUS

TEOLLISUUDEN SUURTAPAHTUMA JÄLLEEN OULUSSA 23.-24.5.2018

- OLETHAN MUKANA!

2 päivää | 350 näytteilleasettajaa | seminaarit, puheenvuorot |  
uusimmat tuotteet, teknologiat ja ratkaisut

[www.pohjoinenteollisuus.fi](http://www.pohjoinenteollisuus.fi)

EXPOMARK  
●●●●

## Martin luo uusia kontakteja ja ideoita. Hän tarvitsee metalleja onnistuakseen.

Viestintävälineet ja liikenne tuovat ihmisiä lähemmäksi toisiaan ja helpottavat verkostoitumista, ajatustenvaihtoa ja uusien ideoiden syntymistä. Juniin, busseihin ja mobiililaitteisiin tarvitaan kuparia ja sinkkiä, joita käytetään esimerkiksi sähköjohdoissa ja teräsrakenteissa. Martin on tärkeä linkki verkostossa – aivan kuten meidän metallimme.



**W BOLIDEN**  
Metals for modern life





# Illallistanssiaiset vuosimallia 2017

Vaikka Vuorimiespäivien kokous ja iltajuhla juhlittiin samassa tilassa, meinasi kiire tulla, että kerkesi majapaikkaan vaatteiden vaihtoon ja takaisin. Aamun lumiloska oli lähes sulanut ja aurinkokin paistoi, kun Messukeskus vastaanotti juhlakansan. Aulatila oli melkoisen ahdas 465 juhlijalle. Janoiset vuorimiehet jonottivat aveceineen juomia baareista, joiden tempo ei ollut ehkä suhteessa janon määrään. Tämä ei kuitenkaan onneksi haitannut juhlatunnelmaa, ja kohta ovet avautuivatkin itse juhlatilaan. Vuorimieskitalaiset toivottivat halausten kera väen etsimään pöytiään. Lavan reunalla istuskeli raksamies saksofoneineen soittelemassa taustamusiikkia.

Teksti ja kuvat **LEENA K. VANHATALO**

>





Bo-Erik Pers



Jari Rosendal



Tänä vuonna isäntäyhteyksiä oli tavanomaisesta poiketen neljä kappaletta – Atlas Copco, Flowrox, New Paakkola ja Weir. 4 is more -tunnukset olivat näkyvästi esillä. Vuorimiesyhdistyksen puheenjohtaja **Jari Rosendal** esitti tervetuliaissanat iloisille vuorimiehille ja heidän seuralaisilleen, kunhan raksamies kävi ensin korjailemassa mikrofonian. Olisikoan tuokin ennalta sovittua showta vai ei? Se jäi arvoitukseksi. Keittiömestari kävi

esittelemässä illan menun ja ”vaikeasti lausuttavat viinit”. Kohta saimmekin eteemme lohipastramia, maa-artistokkaa ja kanttarelleja ja jonkin ajan kuluttua pääruuaksi tarjoihtiin oikein maistuvaa rotukarjanhärkää, punaviinikastiketta ja perunagratiinia. Myöhemmin illalla oli vuorossa 4 is more -leivos. Pitkin iltaa muistutettiin siitä, että illan paras juomalauluja esittävä pöytä palkittaisiin kuplivalilla juomalla. Alkuruuun jälkeen lavalle astui vuorimieskillan puheenjohtaja Walteri Leskinen esittämään

perinteisen killan tervehdysten. Saimme kuulla myös Jernkontoretin johtaja **Bo-Erik Persin** kiitokset kutsuvieraiden puolesta.

Ennen tanssin alkua ilmoitettiin – ei ehkä kovin yllättävä – päätös siitä, että kupliva juoma löysi tiensä pöytään aivan salin perälle – olisikohan ollut Vuorimieskillan pöytä! **Lauri Mikkola** bändin aloittaessa soiton tanssilattia täyttyi välittömästi. Puolen yön tietämissä alkoivat pöytäseurueet pikku hiljaa harventua ja taas on vuosi aikaa odotella näitä aina niin onnistuneita juhlia. ▲



Riitta Suurla & Ari Jokilaakso



Walteri Leskinen



Tarja Korteniemi,  
Marke ja Antti Pihko



Kari Pienimäki, Lauri Holappa ja  
Jarmo Lilja





# Vuorimiespäivien lauantai – Se parempi lounas

Perinteiseen tapaan Vuorimiespäivät huipentuivat lauantain lounaaseen. Jo tilaisuuden alusta lähtien oli Crowne Plaza hotellin talvipuutarhassa iloinen puheensorina ja väentungos oli melkoinen, olihan lounaalla ennätysmäärä osallistujia.

Teksti: **ARI "FRISCO" OIKARINEN** ja Kuvat **ARI OIKARINEN** ja **LEENA K. VANHATALO**

**K**un siirryttiin itse lounas-pöytiin, ei iloinen tunnelma mitenkään lopahtanut, vaan yltyi entisestään. Tässä auttoivat hyvä ruoka, hyvä seura ja mainio ohjelma. Humpsvakarna viihdytti orkesterimusiikilla ja laulullaan, ja jopa jalkautui juhlaväen seuraan esityksensä loppupuolella. Pöytien välissä oli ahdasta, mutta tunnelma oli korkealla.

Ruokailun loputtua jatkettiin tuttujen kanssa jutustelua ja ilonpitoa, tanssit alkoivat ja parketti täyttyi. Illan hämärtyessä jatkettiin päivien viimeistelyä takaisin talvipuutarhassa ja alakerran ravintolassa.

Mielenkiintoista nähdä, miten ensi vuonna saadaan mahtumaan mukaan vielä muutama lounastaja lisää.





**normet**  
FOR TOUGH JOBS

# FOR TOUGH JOBS UNDERGROUND

LAITTEET | RAKENNUSKEMIKAALIT |  
D-BOLT | LIFE TIME CARE

Normet Oy  
Ahmolantie 6, 74510 Iisalmi  
puh.: 017-832 41, fax.: 017-832 606  
s-posti: info@normet.com

## *Nordic know-how*

*Since 1893*

**FORCIT.FI**

 **FORCIT**  
EXPLOSIVES



**OULU MINING  
SCHOOL**

UNIVERSITY  
OF OULU

Kaivannaisalan  
tiedekunta  
OMS-tutkimuskeskus  
Oulu Mining School  
Oulu R&D Centre  
[www.oulu.fi/katk](http://www.oulu.fi/katk)

Prof. Dean.  
Juha-Pekka Lunkka  
+358 294 481 434  
[juha.pekka.lunkka@oulu.fi](mailto:juha.pekka.lunkka@oulu.fi)

Prof. Saija Luukkanen  
Mineral Processing  
+358 50 465 2982  
[saija.luukkanen@oulu.fi](mailto:saija.luukkanen@oulu.fi)

Prof. Eero Hanski  
Geology  
+358 40 756 9367  
[eero.hanski@oulu.fi](mailto:eero.hanski@oulu.fi)

Prof. Kari Strand  
Arctic and Antarctic geology  
+358 294 483 556  
[kari.strand@oulu.fi](mailto:kari.strand@oulu.fi)

Prof. Zongxian Zhang  
Mining Engineering  
Director of OMS R&D Centre  
+358 50 355 2744  
[zongxian.zhang@oulu.fi](mailto:zongxian.zhang@oulu.fi)

Prof. Holger Paulick  
Economic geology  
+358 50 344 0718  
[holger.paulick@oulu.fi](mailto:holger.paulick@oulu.fi)

Prof. Elena Kozlovskaya  
Geophysics  
+358 29 448 1411  
[elena.kozlovskaya@oulu.fi](mailto:elena.kozlovskaya@oulu.fi)

Prof. Kari Knuutila  
Research professor  
+358 40 779 9566  
[kari.knuutila@outotec.com](mailto:kari.knuutila@outotec.com)

Prof. Pertti Sarala  
Geochemical exploration  
[pertti.sarala@gtk.fi](mailto:pertti.sarala@gtk.fi)

**DIAMONDS ARE FOREVER**



Kuva: GTK/ Kari Kinnunen



## Pyhäsalmen kupari-sinkki-rikkikaivos

- Tuotanto alkoi 1.3.1962
- Kokoluokassaan maailman tehokkaimpiin kuuluva maanalainen kaivos, jossa työskentelee n. 250 henkilöä
- Tehokkuuden lisäksi kiinnitämme erityistä huomiota turvallisuuteen, miellyttävään ja terveelliseen työympäristöön sekä ympäristönsuojeluun
- Olemme olennainen osa Pyhäjärveä ja yhteisöämme.



**Pyhäsalmen Mine**

Pyhäsalmen Mine Oy | tel. +358 8 7696 111 | [www.first-quantum.com](http://www.first-quantum.com)

 **TEKNIKUM**  
Flexible technology

## Keraamiset letkut

Materiaalinsiirtoletkut erittäin kuluttaville materiaaleille



[www.teknikum.com](http://www.teknikum.com)



# Metallinjalostus muuttuvassa maailmassa:

# Investointiympäristön kehitys

TkT **VEIKKO HEIKKINEN**, VKH Consulting

Toimialajohtaja **KIRSTI LOUKOLA-RUSKEENIEMI**, Työ- ja elinkeinoministeriö

## Abstrakti:

Suomessa toimii elinvoimainen ja monipuolinen metallinjalostusteollisuus. Vuoden 2009 lama laski merkittävästi alan liikevaihtoa ja tuotantoa kuten tapahtui monilla muillakin vientiteollisuuden aloilla, mutta vastaavaa vähenemistä ei tällä hetkellä ole näkyvissä. Ala painii kuitenkin rakennemuutoksen kourissa. Yritykset ovat suurentuneet ja kansainvälinen kilpailu koventunut. Teräksen globaali ylitarjonta on laskenut hintoja. Onko mahdollista edistää tämän teollisuusalan kehitystä ja varmistaa työpaikkojen säilymistä Suomessa? Voiko arvoketjua kasvattaa? Työ- ja elinkeinoministeriössä käynnistyi vuonna 2014 hanke, jossa on selvitetty kansainvälistä investointiympäristöä muun muassa vertailemalla lupamenettelyjä, päästökauppaa ja sähkön hintaa. Selvitykset on tehty osin yrityshaastatteluina.

Metallien jalostuksen osuus Suomen tavaraviennistä on noin 12 %. Suomessa tuotetaan ruostumattomien terästen ja hiiliterästen ohella erikoisteräksiä ja pinnoitettuja levyjä. Värimetallien osalta parhaat näkymät ovat puhtailla metalleilla ja metalliseoksilla, joiden valmistus edellyttää korkeaa osaamista. Palveluliiketoimintaa on rakennettu teknologiaviennin ympärille. Metallurgisen teknologian ja osaamisen perustalle on syntynyt laitteellisuutta ja teknologiavientiä. Cleantech -teollisuuden tuotteiden kysyntä on kasvussa. Metalleja käytetään entistä tehokkaammin, tuotteista tehdään keveämpiä ja romua kierrätetään entistä enemmän. Tuonti Euroopan ulkopuolelta on lisääntynyt.

## Johdanto

Suomen talouskasvu on viime vuosina hiipunut, ja metallien kulutuksen kasvu on taantunut paitsi länsimaissa myös kehittyvissä talouksissa kuten Kiinassa ja Intiassa. Kiina tuottaa jo puolet maailman teräksestä ja siitä on tullut viime vuosikymmeninä myös merkittävä värimetallien valmistaja. Terästeollisuuteen on muodostunut globaali ylitarjonta, joka on painanut hintoja alas. Kiinan terästeollisuuden kehitys vaikuttaa ratkaisevasti teollisuudenalan toimintaedellytyksiin ja kehitykseen myös Euroopassa, ja sen vuoksi EU on pystyttänyt tuontitulleja polkumyyntisyytteiden perusteella. Kansainvälisen ylituotannon purkamiseen pyritään vuosina 2017–2018 muun muassa vuonna 2016 toimintansa aloittaneessa 'Global Forum on Steel Excess Capacity' -ohjelmassa (G20/OECD), johon työ- ja elinkeinoministeriö aktiivisesti osallistuu.

Kirsti Loukola-Ruskeeniemen vetämän hankkeen tavoitteena on vuosina 2014–2017 ollut kansainvälisen investointiympäristön



Teräksen valmistus käynnissä 120 tonnin BOF-konvertterissa SSAB:n Raahen terästehtaalla. Suhteellisen pienen panoskoon ansiosta tehdas soveltuu hyvin erikoistuotteiden valmistukseen (Lähde: SSAB).

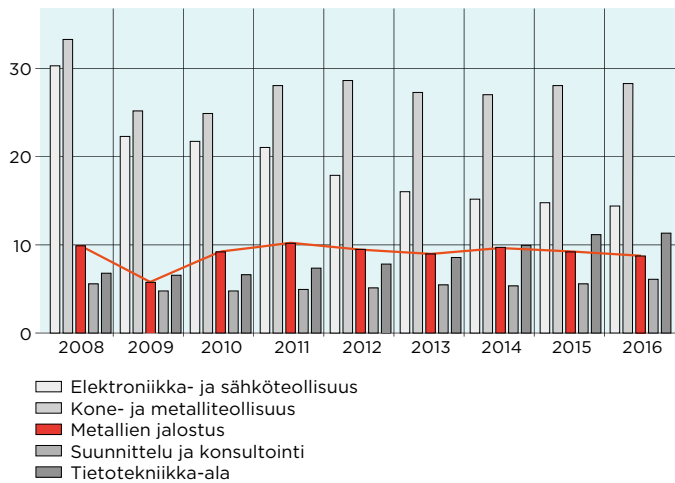
vertailun lisäksi taustoittaa yleistajuisesti alan faktoja erityisesti päättäjille ja virkamiehille. Paljon puhutaan nykyisin siitä, että syvällistä tutkimustietoa ei pystytä täysin hyödyntämään poliittisessa päätöksenteossa. Nämä uuden tyyppiset työ- ja elinkeinoministeriön julkaisut pyrkivät omalta osaltaan täyttämään tätä aukkoa. Metallinjalostuksen lisäksi vastaava kooste on julkaistu kiviaines- ja luonnonkiviteollisuudesta tiiviissä yhteistyössä alan toimijoiden kanssa.

Työ- ja elinkeinoministeriö on julkaissut kolme metallinjalostusteollisuutta koskevaa selvitystä, jotka löytyvät TEM:n verkkosivuilta [www.tem.fi/julkaisut](http://www.tem.fi/julkaisut):

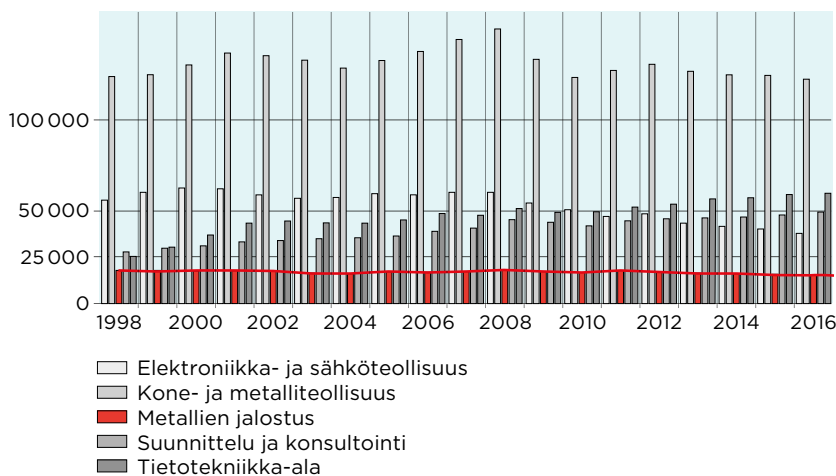
- *Metallien jalostus Suomessa: nykytila ja tulevaisuuden haasteet. TEM-julkaisu 22/2015*
- *Selvitys metallinjalostusteollisuuden lupamenettelyistä ja päästökaupasta. TEM-raportteja 1/2016*
- *Energian kulutus ja sähkön hinta metallinjalostusteollisuudessa. TEM-julkaisu 15/2017*

>





Kuva 1. Metallien jalostuksen ja muun teknologiateollisuuden liikevaihto miljardia euroa, käyvin hinnoin, vuosina 2008-2016 (Lähde: Teknologiateollisuus 2017).



Kuva 2. Metallien jalostuksen ja muun teknologiateollisuuden henkilöstö Suomessa päätoimialoittain vuosina 1998-2016 (Lähde: Teknologiateollisuus 2017).

Julkaisut liittyvät työ- ja elinkeinoministeriön hankkeeseen, jossa on kartoitettu suurten vientiyritysten kansainvälistä kilpailukykyä ja mitä sen hyväksi voi tehdä kansallisilla toimenpiteillä. Globaalisti on lähemmin tarkasteltu Kiinan kehitysnäkyelmiä.

Seuraavissa kappaleissa on yhteenvedo näistä raporteista.

### Teollisuuden rakennemuutos

Suomessa on monipuolinen metallurginen teollisuus ja metallienjalostus. Muutaman suur yrityksen lisäksi alalla toimii useita keskikokoisia ja pieniä yrityksiä. Pääosa tuotteista päätyy vientimarkkinoille joko suoraan tai välillisesti koneiden, laitteiden ja laivojen rakennusaineena. Alan osuus suorasta tavaraviennistä on noin 12 prosenttia. Erityisen merkittävä ala on Kemin-Tornion, Raahen, Kokkolan, Porin-Harjavallan,

Hämeenlinnan ja Imatran alueilla, missä suurimmat tuotantolaitokset sijaitsevat.

Suomen terästeollisuus on käynyt läpi voimakkaan rakennemuutoksen viime vuosina. FN Steel meni konkurssiin 2012, ja siihen kuuluneet Koverharin ja Taalintehaan yksiköt suljettiin. Imatran terästehdas liitettiin samalla ruotsalaiseen Ovako -konserniin, joka on Euroopan johtavia pitkien erikoisterästen valmistajia. Rautaruukki fuusioitui vuoden 2014 alussa kilpailijansa ruotsalaisen SSAB:n kanssa, jolla on tehtaita myös USA:ssa. Uusi SSAB on hiiliteräslävyjen, pinnoitettujen levyjen ja hitsattujen putkien tuottaja, joka harjoittaa myös laajaa teräspalvelukeskustoimintaa. Globaaleilla markkinoilla yhtiö on merkittävä erikoislujien terästen kehittäjä ja valmistaja. Outokumpu nousi maailman kolmanneksi suurimmaksi ruostumattoman teräksen valmistajaksi hankkimalla omistukseensa

saksalaisen Inoxumin 2012. Tornion tehdaskombinaatti valmistaa sekä massateräksiä että erikoistuotteita. Yrityksellä on tehtaita myös Ruotsissa, Englannissa ja USA:ssa.

SSAB:n Raahen terästehdas, joka on Suomen ainoa integroitu hiiliteräksen valmistusyksikkö, toimii tätä nykyä kokonaan ulkoa, lähinnä Ruotsista ja Venäjältä, tuotavien pellettien varassa, sillä tehdas omaa sintterin tuotanto ajettiin alas 2011. Toinen raudanvalmistuksen tärkeä raaka-aine, hiili, hankitaan esimerkiksi Puolasta, Venäjältä ja Australiasta ja koksataan omilla uuneilla Raahessa. Koksille ei masuuniprosessissa käytännössä ole vaihtoehtoja, sillä esimerkiksi puuhiili on tarkoitukseen liian pehmeää. Outokumpu saa kromimalmin omalta Kemin kaivokseltaan ja sulattaa sen ferrokromiksi Tornion tehtaillaan, mikä tyydyttää yhtiön oman tarpeen. Jonkin verran sitä liikenee myös myyntiin. Seostukseen tarvittava nikkeli lisätään teräkseen pääasiassa kierrätysteräksen muodossa. Ovakon Imatran terästehdas puolestaan tekee terästä sähkösulatuksella ja käyttää raaka-ainettaan kierrätysterästä. Teräksen valmistuksessa käytettävät ferroseokset kuten ferropii, ferromangaani, ferronikkeli, ferromolybdeeni ja ferroniobi ovat tuontitavaraa.

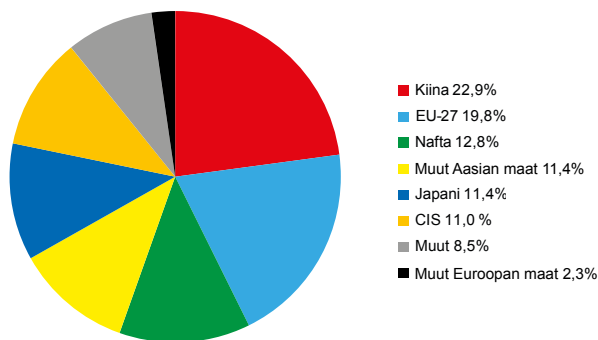
Vielä suurempia rakenteellisia järjestelyjä on tapahtunut parin viime vuosikymmenen aikana värimetalleissa, kun alaa aiemmin yksin hallinnut Outokumpu päätti 1990-luvun lopulla luopua niistä keskittyäkseen ruostumattomaan teräkseen. Kemin kromikaivosta lukuun ottamatta Outokumpu oli luopunut kaikista kaivoksistaan jo 2000-luvulle tultaessa. Jäljellä oli enää värimetallien valmistus. Näistäkin liiketoimintoista yhtiö hankkiutui eroon vuosittain ensimmäisellä vuosikymmenellä.

Suomen metallinjalostuksen kannalta merkittävimpiä hyödynnettäviä värimetalleja ovat kupari, nikkeli, sinkki ja koboltti. Näiden osalta valmistus on tätä nykyä paljolti tuontirikasteiden varassa. Arvometalleja, kultaa, hopeaa ja platinää, esiintyy eri kaivoksilta hankittavissa rikasteissa vaihtelevia määriä niiden alkuperästä riippuen. Niitä saadaan talteen kuparin, nikkelin ja sinkin prosessoinnin sivutuotteena.

Sinkin valmistusta Kokkolassa jatkaa ruotsalainen kaivosyhtiö Boliden, joka osti tehdas Outokummulta 2004. Boliden Kokkola Oy on 315 000 tonnin vuotuisella kapasiteetillaan Euroopan toiseksi suurin sinkinvalmistaja. Tehtaalla käynnistettiin 2014 sivutuotteena myös hopean talteenotto. Suurin osa tehdas käyttämästä sinkkiri-

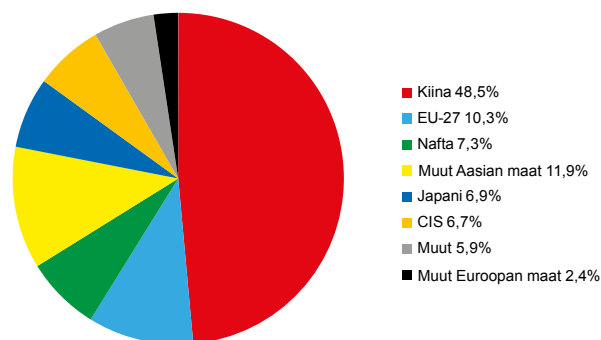
## Teräksen tuotanto ja sen maantieteellinen jakauma vuonna 2003

Raakateräksen tuotanto koko maailmassa 972 miljoonaa tonnia



## Teräksen tuotanto ja sen maantieteellinen jakauma vuonna 2013

Raakateräksen tuotanto koko maailmassa 1 606 miljoonaa tonnia



Kuva 3. Maailman terästuotanto ja sen maantieteellinen jakauma vuosina 2003 ja 2013. Kiinan osuus on yli kaksinkertaistunut kymmenessä vuodessa (Lähde: World Steel Association).

kasteesta tulee Bolidenin omilta kaivoksilta Ruotsista, Irlannista ja Suomesta. Rikasteita ostetaan myös muilta kaivosyhtiöiltä eri puolilta maailmaa.

Kupari- ja nikkelikasteiden sulatusta Harjavallassa jatkaa Boliden Harjavalta Oy. Käytössä on Outokummun kehitystyötä oleva energiatehokas liekkisulatusmenetelmä. Syntynyt raakakupari toimitetaan yhtiön Porin elektrolyysilaitokselle, missä siitä valmistetaan puhdasta katodikuparia. Kuparin ja nikkelin ohella merkittäviä tulonlähteitä ovat raaka-aineiden sisältämien arvometallien kullan ja hopean talteenotto sekä prosessien tuottama energia. Sivutuotteena valmistetaan Harjavallassa rikkihappoa. Raaka-aineina käytetään sulatoilla kierrätysmetalleja ja rikasteita, jotka ovat peräisin muun muassa Bolidenin Kylylahden ja Kevitsan kaivoksilta.

Nikkelin valmistusta Harjavallassa jatkaa venäläinen Norilsk Nickel, joka on maailman suurin nikkelin tuottaja. Se osti tehtaan OMG:ltä 2006. Tähän saakka nikkelikasteet tehtaalle on ostettu pääasiassa maailmalta ja sopimussulatuksi nikkelikiveksi. Kun Norilskissa sijaitseva vanha sulatto ja nikkelitehdas suljetaan, tulee nikkelikiven jalostus lopputuotteiksi tapahtumaan konsernin muilla laitoksilla Kuolan niemimaalla ja Harjavallassa. Harjavallan tehdas integroituu näin tiiviimmin konserniin, sen raaka-ainepohja vakiintuu ja tuotantokapasiteetti täyttyy.

Outokumpu myi Porissa sijainneen kupari- ja nikkelikasteiden pääomasiioitusyhtiö Nordic Capitalille 2006. Toiminta jatkuu Luvata Oy:n nimellä. Kauppaan kuulumaton putkiliiketoiminta myytiin 2008 muodostetulle Cupori Group Oy:lle. Po-

riassa sijaitsevat kuparivalimo ja valssaamo siirtyivät puolestaan vuoden 2011 syksyllä Aurubis Finland Oy:lle, joka on osa saksalaista Aurubis-konsernia, maailman toiseksi suurinta kuparintuottajaa. Vaikka kuparin jatkojalostus Suomessa on tonnimääräisesti hieman vähentynyt viime vuosina, on sen jalostusarvo kuitenkin kasvanut erikoistuotteiden määrän lisääntyessä.

Tuottavuuden parantaminen edellyttää valmistusprosessien, uusien tuotteiden sekä toimintojen jatkuvaa kehittämistä. Useimmat Suomessa toimivat yksiköt ovat läheneet panostamaan erikoistuotteisiin, joissa kilpailu on vähäisempää ja katteet parempia. Erikoistuotteiden ohella on niiden kuitenkin kyettävä valmistamaan myös perustuotteita kilpailukykyiseen hintaan, sillä suuret tuotantoyksiköt eivät voi jättäytyä pelkästään erikoistuotteiden varaan niiden suhteellisen pienen kysynnän vuoksi. Värimetallirikasteista on kyettävä ottamaan talteen kaikki arvoaineet sekä hyödyntämään raaka-aineen energiasisältö. Teknologia- ja ympäristöasioiden osalta on merkittäväksi tulonlähteeksi muodostumassa palvelutoiminta, mikä tasaa suhdannevaihteluita.

Alan suurimmilla toimijoilla, SSAB:llä, Outokummulla ja Outotecilla, on hyvin varustellut tutkimuslaboratoriot ja ne tekevät merkittävää omaa tutkimus- ja kehitystyötä Suomessa. Omien kehitysresurssien vahvistamiseksi yritykset osallistuvat aktiivisesti myös kansallisiin ja EU:n tukemiin tutkimusohjelmiin. Tätä kautta myös yliopistojen ja VTT:n resurssit saadaan kytketyksi teollisuuden kannalta kiinnostaviin hankkeisiin. Samalla vältytään päällekkäisyyksiltä ja saadaan koulutetuksi korkeatasoisia osaajia teollisuuden tarpeisiin.

Valtiovalta on Outokummun ja Rautaruukin suurimpana omistajana ollut osaltaan mukana yritysten rakennejärjestelyissä.

### Lupaprosessit ja niiden sujuvoittaminen

Teollista toimintaa säädellään monipuolisen luvituksen ja viranomaisvalvonnan keinoin. Metallinjalostuksen kannalta merkittävimmät luvituskohteet ovat päästöt ilmaan, maaperään ja veteen. Ohjenuorana on EU:n teollisuuspäästädirektiivi, jonka tarkoituksena on vähentää teollisuuden aiheuttamia ympäristö- ja terveyshaittoja yhdenmukaistamalla ja tehostamalla teollisuuden päästöjä käsittelevien ohjeiden ja rajoitusten täytäntöönpanoa. Energiatehokkuusdirektiivi ja siihen läheisesti liittyvä päästökauppadirektiivi puolestaan velvoittavat jäsenmaat luomaan kansallisen energiansäästöohjelman, jonka tavoitteena on tehostaa energian käyttöä ja edistää kasvihuonekaasujen vähentämistä kustannustehokkaasti. Kemikaalidirektiivillä (REACH) halutaan edistää terveyden ja ympäristön suojelua tehostamalla kemiallisten aineiden sisäisten ainesosien tunnistamista. Se edellyttää kaikkien EU-maissa valmistettävien tai tänne tuotavien aineiden rekisteröintiä.

Direktiivien velvoitteita toteutetaan jäsenmaissa kansallisella lainsäädännöllä ja viranomaisvalvonnalla, mikä yhdessä direktiivien erilaisten tulkintojen kanssa on johtanut hieman toisistaan poikkeavaan sovelluskäytäntöön eri jäsenmaissa. REACH-asetus on kaikissa jäsenmaissa sellaisenaan sovellettavaa oikeutta.

Kertaluokkaa suurempi kilpailuhaitta aiheutuu siitä, että metalliteollisuuden tuotteita tuodaan EU-alueelle maista, >



joissa vastaavia säädöksiä ei vielä lainkaan ole tai ne ovat löysempiä. Pahimmillaan tämä on teollisuuden mukaan aiheuttanut sen, että perusteellisuutta on siirtynyt tai siirtymässä EU:n ulkopuolelle ja Eurooppa on tullut entistä riippuvaisemmaksi tuontimetalleista ja samalla menettänyt teollisia työpaikkoja.

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisussa 22/2015 suosittelemme organisaatiorekennettä, jossa nk. Teollisuuslupavirastoon koottaisiin sekä luvutusta että valvontaa hoitavia viranomaisia, vaikka toimipisteet edelleen olisivat eri puolilla Suomea. Yhtenä vaihtoehtona ehdotettiin lupamenettelyn uudistamista siten, että otetaan käyttöön laaja-alainen lupa, nk. investointilupa, johon yhdistetään useita nykyisiä lupaprosesseja. Yhden luukun periaate voi myös merkittävästi sujuvoittaa lupamenettelyjä.

Yritysten asiantuntijoiden haastatte- luissa ja kirjallisissa kyselyissä nousi luvutusprosesseista esille useita toiveita ja kehittämistarpeita (TEM-raportti 1/2016).

### **Kiinan metallurginen teollisuus ja tukipolitiikka**

Kiinan osuus maailman 1,6 miljardin tonnin terästuotannosta on jo hieman yli puolet. Ennen finanssikriisiä Kiina oli suuri teräksen nettotuojia, mikä piti korkeina sekä raaka-aineiden että lopputuotteiden hinnat. Samalla Kiinassa rakennettiin uutta teräksenvalmistuskapasiteettia kotimaisen kulutuksen tarpeisiin. Kasvun heikennyttä ja erityisesti infrarakentamisen vähennyttä on Kiinasta tullut teräksen nettoviejiä, mikä on painanut hinnat laskuun kaikkialla maailmassa. Vuonna 2015 terästä vietiin Kiinasta 112 miljoonaa tonnia, mikä on samaa suuruusluokkaa kuin Japanin koko terästuotanto. Kiinan terästuonti Eurooppaan on ollut kasvussa ja välillisesti myös aiheuttanut painetta vallatessaan muiden toimijoiden markkinoita, jotka sitten puolestaan tarjoavat tuotteitaan Eurooppaan.

Kasvava tuonti Kiinasta ja muista kolmansista maista on iskenyt Euroopassa erityisesti perusteräksiin, joita Suomessa valmistavat SSAB ja Outokumpu. Korkeiden kustannusten ja teräksen alhaisen hinnan takia alan yritysten kannattavuus Euroopassa on heikentynyt, ja ne ovat joutuneet saneeraamaan toimintojaan kustannuskilpailukykyänsä ylläpitämiseksi. Myös yhden- tymiskehitys on ollut ripeää.

Sekä Kiinan valtionyhtiöt että yksityiset teollisuusyritykset toimivat markkinaehtoisesti. Ylimmän poliittisen johdon laatimien viisivuotissuunnitelmien toteuttamiseksi

käytössä on saman tyyppiset instrumentit kuin länsimaissa: säädökset, verot ja rahapolitiikka. Suunnitelmien painopistettä ollaan siirtämässä energiatehokkuuden ja ympäristönsuojelun parantamiseen.

Kiinassa vuonna 2014 laaditussa Kansallisessa ilmastomuutosuunnitelmassa ja Energia-alan kehityksen strategisessa toimintasuunnitelmassa vuosille 2014–2020 mukaan tulivat uusiutuvat energiamuodot sekä päästöjen rajoittaminen lainsäädännöllä ja päästökaupalla. Ympäristökysymykset pyritään maassa ratkaisemaan markkinaehtoisesti. Kiinan metallurgisen teollisuuden merkitystä taloudelle kuvaa se, että ala kullutti vuonna 2013 lähes viidenneksen koko maan sähköntarpeesta.

Virallisten tilastojen mukaan Kiinan raakateräksen tuotantokapasiteetista oli käytössä vuonna 2015 vain 71,5 prosenttia. Huhtikuussa 2016 Kiina ilmoitti lopettavansa kokonaan vientituet aloilta, joilla on liikkakapasiteettia. Myös terästeollisuus kuuluu näihin aloihin. Samalla julkistettiin tukiohjelma, jonka tavoitteena on teräksen valmistuskapasiteetin karsiminen 100–150 miljoonalla tonnilla viiden vuoden kuluessa. Ohjelma on herättänyt suurta kiinnostusta kannattavuusongelmien kanssa kamppailevissa yrityksissä. Sen tultua julki yksin Heibein maakunta on anonut avustusta 100 miljoonan tonnin kapasiteetin purkuun. Ohjelman seurauksena tulisi terästeollisuudesta katoamaan lähivuosina 300 000–500 000 työpaikkaa, minkä pelätään aiheuttavan sosiaalisia ongelmia.

Kiina on aiemminkin ilmoittanut karsivansa teräksenvalmistuskapasiteettia, mutta asiassa ei ole tapahtunut konkreettista edistymistä. Maan kaksi merkittävintä teräsyhtiötä Baosteel ja Wuhan Iron & Steel ovat lehtitietojen mukaan yhdistymässä. Fuusion tuloksena syntyi Tata Steelin jälkeen maailman toiseksi suurin teräsyhtiö, mikä avasi tietä ylikapasiteetin purkamiseen vanhentuneimmista tehtaista alkaen.

Kiinan tuonnin hillitsemiseksi ja paikallisen valmistuksen turvaamiseksi on niin USA:ssa kuin EU:ssakin nostettu parina viime vuonna polkumyynnitysytteitä ja asetettu tuonnille rangaistustulleja. Tuontitulleja kestävämmän ratkaisun saaminen edellyttäisi, että valmistuskapasiteettia leikattaisiin maailmanlaajuisesti kysyntää vastaavalle tasolle. Tähän pyritään joulukuussa 2016 käynnistyneessä 'Global Forum on Steel Excess Capacity' -ohjelmassa, johon Suomi osallistuu.

Uunituore Greenpeace East Asia Report 'Research Report on Overcapacity Reduction in China's Steel Industry' kuvaa, että Kiina

ei todellisuudessa ole vähentänyt terästuotantoa esittämistään virallisista vähennyslukuista huolimatta, vaan vähennykseksi on kirjattu laitoksia, jotka eivät ole olleet tuotannossa. Näiden lisäksi vähennykseksi on kirjattu sellaisia tuotantoyksiköitä, joiden on nopeasti mahdollisuus aloittaa tuotanto uudelleen ja näin on tehtykin, kun kysyntä on vilkastunut.

Taloukasvun ja kotimaisen kulutuksen siivittämänä on Kiina lisännyt tällä vuosituhanella voimakkaasti myös värimetallien tuotantoa. Koska uusia kaivoksia ei ole maassa avattu vastaavassa määrin, on Kiinasta tullut myös merkittävä värimetallirikasteiden ostaja. Tämä on heikentänyt hyvälaatuisten rikasteiden saatavuutta ja nostanut niiden maailmanmarkkinahintaa. Suomessa toimivat värimetallien valmistajat Boliden ja Norilsk Nickel turvautunevat jatkossa nykyistä enemmän konsernien omilta kaivoksilta saataviin raaka-aineisiin.

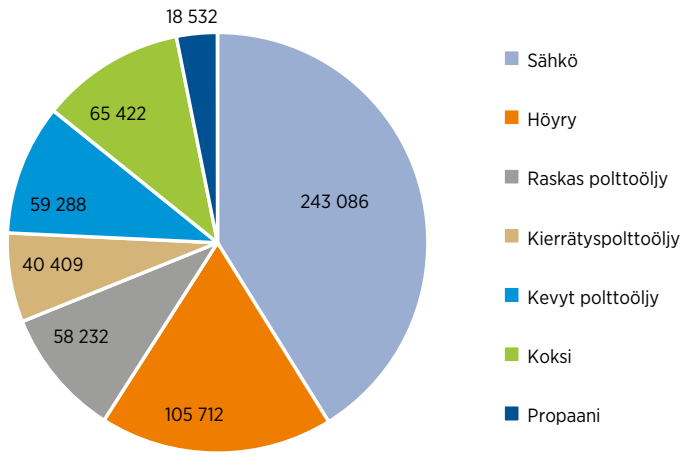
### **Energian säästötoimet, päästökauppa ja sähkön hinta**

Energian osuus metallien valmistuskustannuksista on 10–40 prosenttia, minkä vuoksi energian säästö ja sen tehokas käyttö ovat alan keskeisiä kilpailutekijöitä. Vähiten energiaa kuluu kierrätysmateriaalin käyttöön perustuvissa prosesseissa, sillä romun energiasisältö on suuri.

Metallinvalmistuksessa käytetään monia polttoaineita, polttoöljyä, kivihiltä ja siitä tehtyä koksia, maakaasua, sähköä, propania sekä omista valmistusprosesseista saatavia prosessikaasuja. Myös nesteytetty maakaasu ja bioenergia ovat tulossa teolliseen käyttöön. Tulevaisuuden vaihtoehtona tutkitaan myös vedyn käyttöä teräksen valmistuksessa.

Metallinjalostajat ovat olleet mukana vapaaehtoisissa kansallisissa energiatehokkuussopimuksissa 1990-luvun alusta lähtien. Vapaaehtoinen ohjelma on antanut yritykselle mahdollisuuden toteuttaa energiansäästötoimenpiteitä tarvelähtöisesti. Valtio on myös myöntänyt jossain määrin tukea energiatehokkuusinvestoinneille, mikä on auttanut hankkeiden toteutusta. Ohjelmien avulla on voitu osaltaan edesauttaa kansallisen energia- ja ilmastostrategian toteutumista.

EU:n komission energiapolitiikan yleisenä tavoitteena on varmistaa energian riittävyys, kohtuuhintaisuus ja vähähiilisyys, mikä on myös teollisuuden intressien mukaista. EU:n energia- ja ilmasto- politiikka 2030 suuntaa kansallista politiikkaa päästövähennyksissä, uusiutuvan energian



Kuva 4. Metallinjalostuksessa on käytössä laaja energiavalikoima. Kuvassa esimerkkinä energian käyttö energialajeittain (MWh) Bolidenin Harjavallan tehtaalla 2015 (Lähde: Boliden).

osuudessa ja energiatehokkuudessa.

Ympäristöluvassa voidaan antaa määräyksiä energiatehokkuudesta ja sen parantamisesta. Määräysten on kuitenkin oltava teknisesti, taloudellisesti ja tuotannollisesti toteuttamiskelpoisia. Määräyksiä ei kuitenkaan ole tarpeen antaa, jos yritys on liittynyt energiatehokkuussopimukseen, jonka energianhallintajärjestelmässä se on sitoutunut energian käytön tehokkuuden seurantaan ja jatkuvaan parantamiseen.

Suomen päästökauppalaki tuli voimaan 2011. Se perustuu EU:n direktiiviin 2003/87/EY päästökaupasta. Lain tarkoituksena on edistää kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämistä kustannustehokkaasti ja taloudellisesti. Suomessa päästökaupan toteutuksesta vastaa työ- ja elinkeinoministeriö. Kansallisena päästökauppaviranomaisena toimii energiavirasto, jonka tehtäviin kuuluu muun muassa päästö lupien myöntäminen, päästökaupparekisterin ylläpitäminen, päästökaupasta johtuvien velvoitteiden valvominen ja päästökauppatodentajien valvominen.

Alan teollisten toimijoiden mielestä päästökauppa toimii meillä teknisesti hyvin, mutta tuotantolaitosten päästöjen vertailutason laskenta on ongelmallista. Nykyisessä järjestelmässä määrittely tehdään siten, ettei teollisuuden mukaan ole käytännössä mahdollista päästä vertailutasoon, vaikka laitokset olisivat puhtaimpia maailmassa. Teollisuus ehdottaa, että markkinava-kausrahastoon siirretyt käyttämättömät päästöoikeudet vapautetaan ja ne tarjotaan hiilivuotouhan alaisille laitoksille.

Euroopan komissio antoi heinäkuussa 2015 esityksen päästökauppadirektiiviksi vuoden 2020 jälkeiselle ajalle. Sen mukaan päästökaupan piiriin kuuluvien teollisuudenalojen, joihin myös metallinjalostus

lukeutuu, on vähennettävä hiilidioksidipäästöjä 43 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta. Näin suurta vähennystä ei teollisuuden mukaan ole mahdollista saavuttaa, koska se edellyttäisi uusien prosessien kehittämistä ja käyttöönottoa.

Energiaintensiivisen teollisuuden kustannusten nousua on meillä pyritty hillitsemään kilpailijamaiden tapaan keveämmällä energiaverotuksella. Käytännössä tämä on tapahtunut sähköveron osittaisen palautusjärjestelmän avulla.

Päästökauppa aiheuttaa teollisuudelle sekä välittömiä että välillisiä kustannuksia nostamalla sähkön hintaa. Tämän vuoksi käyttöön ollaan ottamassa kompensatiojärjestelmä toimialoille, jotka ovat erityisen alttiita hiilivuodolle. Eduskunnan 2016 hyväksymä laki tulee voimaan tänä vuonna annettavalla asetuksella, kun EU-komissio on hyväksynyt järjestelmään sisältyvän valtiontuen. Metallinjalostus kuuluu tämän tuen piiriin.

Sähkön kulutuksessa ei metallinjalostuksessa ole odotettavissa merkittäviä muutoksia vuoteen 2030 mennessä, sillä tuotanto säilyy toiminnanharjoittajien ennusteiden mukaan lähes ennallaan. Tosin yritykset eivät halua ennakoita mahdollisia tuotannon laajennuksia. Teknologisen yleisen kehityksen myötä saatava energian säästö kuluu pääosin lisääntyvissä jälkikäsitellyissä sekä uusien ympäristönsuojeluvälineiden edellyttämissä laitteissa ja prosesseissa.

Suurin energiaan liittyvä epäkohta tällä hetkellä on, että teollisuuden maksama sähkön markkinahinta on Suomessa korkeampi kuin Ruotsissa ja Norjassa, vaikka kuulumme samaan markkina-alueeseen. Tämä johtuu pääosin siitä, että Ruotsin ja Suomen välillä on tällä hetkellä ajoittain

tarpeeseen nähden liian vähän sähkönsiirtokapasiteettia. Maiden kantaverkkoyhtiöt ovat kuitenkin ilmoittaneet valmistelevänsä uuden sähkön siirtoyhteyden rakentamista maiden välille, mikä parantaisi sähkön toimitusvarmuutta ja pienentäisi hintaeroa Ruotsiin verrattuna.

Nykyinen sääntely tähtää ennen kaikkea primäärienergian käytön vähentämiseen. Tämä edellyttäisi mahdollisimman puhtaiden ja vähän päästöjä aiheuttavien mutta kalliiden raaka-aineiden käyttöä. Toiminnanharjoittajat huomauttavat, että tehtaiden operatiivisena tavoitteena tulee olla pikemminkin kaikkien resurssien optimaalinen hallinta. Tämä tarkoittaa sitä, että raaka-aineesta otetaan talteen kaikki arvometallit ja hyödynnetään sen sisältämä energia. Sivuvirtoja kierrätetään tehokkaasti, jotta jätettä syntyy mahdollisimman vähän. Prosessista saatava energia ei välttämättä näy ostettavan energian vähenemisenä, mutta se tulee hyödynnettyä esimerkiksi ympäröivän yhdyskunnan kaukolämpönä.

### Tulevaisuuden näkymiä

Metallinjalostus on kehittynyt alun perin Suomen raaka-ainevarojen hyödyntämiseen, mutta nykyisin tehtaot toimivat pääosin tuontirikasteiden varassa. Malminetsintää harjoittavat Suomessa tällä hetkellä pääasiassa ulkomaiset kaivosyhtiöt. Vaikka ne löytäisivätkin hyödyntämiskelpoisia malmiesiintymiä ja avaisivat uusia kaivoksia, niiden malmin ja rikasteiden myynti täällä sijaitseville tehtaalle ei ole itsestään selvää globaalissa liiketoimintaympäristössä, ellei jalostusketju ole integroitu kuten esimerkiksi ferrokromin tuotanto Kemi-Tornion alueella.

Rakennusjärjestelyjen myötä suomalaiset metallinjalostusalan yritykset ovat integroituneet kansainvälisiin konserneihin ja entistä valmiimpia kohtaamaan globalisaation mukanaan tuomat haasteet.

Avainkysymys metallinjalostuksen menestymisen kannalta on, pysyvätkö teollisen toiminnan kannattavuuden edellytykset kyllin suotuisina ja onko meillä metallinjalostuksessa tarvittavaa tietotaitoa ja osaamista riittävästi myös tulevaisuudessa. Vahva konepajaklusteri tarjoaa erinomaisen sovellusympäristön uusien materiaalien kehitykselle.

Metallinjalostusteollisuus on toiminut viime vuosina vajaakapasiteetilla, koska tarjonta on ollut suurempaa kuin kysyntä. Tämä on heijastunut yritysten kannattavuuteen ja myös niiden investointimahdollisuuksiin. Talouden elpymässä tehtaiden käyttöasteet kuitenkin nousevat, metallien





Suurin osa metallinjalostusalan tuotteista päätyy vientiin joko suoraan tai muun laiteviennin mukana (Lähde: SSAB).

hinnat vahvistuvat ja alan yritysten kannattavuus kohenee.

Terästeollisuudessa on tällä hetkellä runsaasti ylikapasiteettia maailmanlaajuisesti, eikä sillä ainakaan nykyisessä markkinatilanteessa liene edellytyksiä kapasiteettia lisääviin investointeihin Suomessa. Alan kehitystoimenpiteet tullaan lähitulevaisuudessa kohdistamaan pääasiassa olemassa olevien tehtaiden ja tuotantolinjojen pitämiseen kilpailukykyisinä sekä erikoistuotteiden ja palvelujen kehittämiseen. Myös ympäristönsuojeluväitteet luovat uusia kehitystarpeita.

Energian kulutus ja siihen sidoksissa olevat hiilidioksidipäästöt riippuvat ennen kaikkea tuotantomäärästä. Komission asettama hiilidioksidin päästövähennystavoite vuoteen 2030 mennessä edellyttäisi teollisuudelta kuitenkin myös täysin uusien prosessien kehittämistä ja käyttöönottoa. Hiiliteräksen valmistus on erityisen vaikeassa tilanteessa, sillä hiilipohjaiselle valmistukselle ei teollisuuden mukaan ole taloudellisesti kannattavaa vaihtoehtoa. Päästöttömään vetypelkistykseen siirtyminen on vielä kaukana tulevaisuudessa.

Metallien kulutus seuraa kansantuotteen kehitystä ja se on nopeinta kehittyvillä talousalueilla kuten Kiinassa ja Intiassa. Teräslajeista parhaat näkymät on ruostumattomalla teräksellä, sillä sen kulutus kasvaa elintason noustessa. Polttoaineen säästö ja rakenteiden painon keventäminen puolestaan luovat kysyntää erikoislujille ja pinnoitetuille hiiliteräksille. Värimetallien osalta kasvavaa kysyntää on puhtailla metalleilla ja metalliseoksilla, joiden valmistus edellyttää korkeaa osaamista.

Värimetallialan yrityksissä nähdään mahdollisuuksia toiminnan laajentamiseen myös Suomessa. Mielenkiintoisim-

piä ovat sellaiset tuotannon laajennukset, jotka voivat tukeutua tehtaiden olemassa olevaan infrastruktuuriin. Kansainvälisten konsernien osina suomalaiset tehtaajat joutuvat kuitenkin kilpailemaan investoinneista yritysten muiden yksiköiden kanssa.

Suomessa sijaitsevien tehtaiden laitekanta on uutta ja kansainvälisesti verrattuna energiatehokasta. Teollisuudelle on tarjolla monipuolinen energiavalikoima, joka on täydentymässä biopolttoaineilla ja nesteytetyllä maakaasulla. Kaksi rakenteilla olevaa ydinvoimareaktoria turvaavat osaltaan yritysten sähkönsaantia ja hintavakautta pitkällä aikajänteellä. Sähkönsiirtokapasite-

teetin lisääminen tasaa markkinasähkön hintaeroa Suomen ja muiden Pohjoismaiden välillä.

Kannattavuuden parantamiseen ei ole ihmeläkkeitä tarjolla, sillä Suomessa sijaitsevat tehtaajat ovat jo nyt hyvässä kunnossa kansainvälisessä vertailussa. Pienuudesta aiheutuva haitta on korvattavissa ketteryydellä ja erikoistumalla tuotteisiin ja palveluihin, joille on kasvavaa kysyntää. Menestyminen globaalissa toimintaympäristössä edellyttää tiivistä yhteistyötä valtiovallan, teollisuuden ja tutkimusyhteisön välillä. Alan viimeaikainen kehitys osoittaa, että olemme kykeneviä tähän. ▲



## TkT Veikko Heikkinen, CV

Veikko Heikkinen valmistui dipl.insinööriksi TKK:n Vuoriosaston fysikaalisen metallurgian opintosuunnalta 1969 ja väitteli tekniikan tohtoriksi Miekko-ojan ohjaamana 1972. Valmistuttuaan hän työskenteli liki 40 vuotta eri tehtävissä Rautaruukilla, viimeksi kehitysjohtajana. Vuosina 1974–1976 hän oli vierailavana tutkijana CANMET:illa Kanadassa. Jäätyään eläkkeelle 2009 hän toimi viisi vuotta Oulun yliopiston Terästudkimuskeskuksen puolipäiväisenä toiminnanjohtajana. Vuodesta 2015 lähtien hän on jatkanut työtään konsulttina. Kokeuksistaan hän on kirjoittanut kaksi kirjaa: *Ituja ja rönsyjä – uutta liiketoimintaa teknologiasta ja Rautaa ja terästä – 50 vuotta terästudkimusta*.



## Toimialajohtaja Kirsti Loukola-Ruskeeniemi, CV

Kirsti Loukola-Ruskeeniemi on vuodesta 2012 alkaen ollut kutsuttuna työ- ja elinkeinoministeriöön, vastuualueena kaivannais- ja metallinjalostusteollisuus. Loukola-Ruskeeniemi toimi teknillisen geologian professorina TKK:lla (nyk. Aalto-yliopisto) vuosina 2003–2008 ja veti sen jälkeen GTK:lla kallioperä- ja raaka-aineet -toimialaa, jolla oli laaja projektitoiminta sekä kotimaassa että ulkomailla. Loukola-Ruskeeniemen tutkimuskeskettä on poikkitieteellinen, tieteellisiä julkaisuja on noin 150. Pitkä kansainvälinen kokemus, esim. Unescon projektien kansainvälisiä johtotehtäviä 15 vuoden ajan ja lukuisia EU-hankkeita. Kotimaisista luottamustehtävistä merkittävimpiä ovat olleet Suomen Akatemian L&T-toimikunnan jäsenyys ja geotieteiden rakenteellisen kehittämisen vetovastuu opetusministeriön alaisuudessa. Terästeollisuuden Global Forum, OECD ja EU-asiat ovat teettäneet töitä viime aikoina, esim. OECDn korkean tason teräskokoukseen Loukola-Ruskeeniemi osallistui ministerin sijaisena vuonna 2016.

# Tiedemaailman sillanrakentaja

## TTY:n Materiaaliopin laboratorio uudisti strategiansa

Materiaaliopin laitoksen tutkimustoiminta oli arvioitavana TTY:ssä vuonna 2011 järjestetyn kansainvälisen RAE-arvioinnin yhteydessä. Sitten moni asia on muuttunut. Laboratorion johtaja professori **Erkki Levänen** kertoo seuraavassa, miten yksikössä on reagoitu vuoden 2011 arviointiin ja ympäristössä tapahtuneisiin muutoksiin strategiaa uudistamalla. Taustalla on valmistautuminen vuonna 2017 toteutettavaan uuteen RAE-arviointiin. Haastattelijana on prof. (emeritus) Tuomo Tiainen.

Teksti: **TUOMO TIAINEN**

”Pärjäsimme vuoden 2011 arvioinnissa varsin hyvin. Saadut kommentit ja suositukset on otettu tosissaan. Arvioinnin jälkeen laitokseen on liittynyt uusia yksiköitä ja organisaatiomuutoksessa laitoksista tehtiin laboratorioita” aloittaa Erkki Levänen. ”Myös yliopiston ja yritysten linjaukset ovat muuttuneet. Halusimme strategian uusimisella reagoida näihin muutoksiin ja parantaa sopeutumistamme jatkuvaan muutokseen”.

Ympäristön muutokset ovat olleet suuria. Tutkimusrahoituksen pienentyminen, Tekesin tilanteen epäselvyys ja SHOK-ohjelmien vähittäinen alasajo ovat lisänneet epävarmuutta. Akatemian ja EU:n merkitys rahoituslähteinä on korostunut ja kilpailu rahoituksesta on edelleen kiristynyt. Yritysyhteistyö on säilynyt hyvällä tasolla, mutta sen suuri kuvio on yhä avoin. Yliopiston organisaation ja opetus suunnitelmien muutokset sekä tilajärjestelyt ovat tuoneet prosessiin oman lisänsä.

Muutoksista on kuitenkin ollut myös hyviä seurauksia. Julkaisujen merkitys tuloksellisuussmittareina on sisäistetty myös yrityksissä. SHOK-ohjelmat olivat tässä suhteessa merkittävä päänavaaja lyhyestä elinkaarestaan huolimatta. Yliopistojen ja tutkimuslaitosten profiloituminen on vauhdittunut ja sen varaan on rakentumassa uudenlaista yhteistyötä.

Yliopiston sisäinen poikkitieteellinen yhteistyö on lisääntynyt ja näkyvyyttä esimer-



Professori Erkki Levänen.

kiksi entistä laajempina laitteiden yhteiskäyttönä. Hyöty tästä tulee yhteisjulkaisujen muodossa. Yliopiston investointeja tutkimusympäristöihin tarkastellaan nyt yhtenä strategisena kokonaisuutena ja niille on laadittu yhteinen suunnitelma. Tampere3-hankkeen odotetaan laajentavan tutkimusinfraa ja lisäävän poikkitieteellisen tutkimuksen toiminta-alueita.

Yliopiston koulutus- ja tutkimusstrategiat ovat linjassa keskenään. Kandidaatti- ja

diplomi-insinööri- ja koulutukset on rakennettu osaamis pohjaisen ajattelun varaan. Tavoitteena on ottaa entistä enemmän vastuuta suomalaisen teollisuuden menestymisestä.

”Tiedemaailman kentässä Materiaaliopin laboratorio asemoi itsensä insinöritieteiden ja luonnontieteiden välimaastoon. Haluamme olla sillanrakentajana näiden kahden tieteenalan välillä ja ottaa mahdollistajan roolin yliopistossa”, linjaa Erkki Levänen. ”Tuomme teollisuuden tutkimuskysymyksiä luonnontieteiden ja perustutkimuksen piiriin ja lisäämme sillä tavoin ilmiöiden ymmärtämistä ja siihen pohjautuvaa osaamista. Tavoitteemme on olla kokeellisen tutkimuksen eturintamassa”, hän jatkaa.

”Strategisia toiminta-alueitamme ovat materiaalien karakterisointi, prosessointi ja suorituskyky. Jatkossa mukaan tulee voimakkaammin myös jo käynnissä oleva mallintaminen ja kokeellisen tutkimuksen nopeuttaminen sen avulla. Sitä teemme yhteistyössä VTT:n kanssa”, valottaa Levänen. ”Keihäänkärkinä ovat tällä hetkellä materiaalien äärimmäinen suorituskyky kuten kestävyys ja lisäarvoa tuova toiminnallisuus, edistyneet valmistusteknologiat kuten pinnoitustekniikka ja tietysti materiaalien perustutkimus mikrorakenteen ja mekaanisten ominaisuuksien osalta”.

”Laboratorioon aikaisemmin liittyneiden yksiköiden lisäksi RAE-arvioitavassa tutkimusyhteisössämme on mukana aeroso-



li- ja partikkelifysiikka. Yhteistyötä TTY:n sisällä on merkittävästi tiivistetty. Siitä yhtenä esimerkkinä on laskennallisen fysiikan kanssa yhteistyössä toteutettu strateginen avaus, jolla varmennettiin ja selitettiin monia aikaisemmin arvoituksiksi jääneitä koikkeellisen tutkimuksen havaintoja” kertoo Levänen. ”Haluamme tällä tavoin laajentaa ja vakiinnuttaa myös omaa tieteellistä profiiliamme. Uusia yhteistyömahdollisuuksia on näköpiirissä joka suuntaan sekä tiedekunnan sisällä että laajemmin TTY:ssä”.

Uuden strategian hedelmiä alkaa olla näkyvissä muun muassa itämisvaiheessa olevien start up-yritysten muodossa. Keskeisellä paikalla sijaitseva Kampusareena tarjoaa niille hyvän alkuvaiheen kodin. Laboratorion piiristä on lähdössä liikkeelle start-up kolloiditekniiikan sovellusten alueella. Toinen, vähän yllättäväkin start up-yrityksen mahdollisuus on avautumassa, kun laboratorioon materiaalien muodonmuutostutkimuksia varten hankittua DIC (Digital Image Correlation) -tekniikkaa käytetään hyväksi avosydänkirurgiassa.

”Kansallisella tasolla haluamme olla teollisuuden toimintaedellytysten eräs turvaaja Suomessa”, toteaa Erkki Levänen. ”Kansainvälisesti tavoitteenamme on olla vielä enemmän tunnettu ja arvostettu tieteellinen tutkimusyksikkö. Keihäänkärkiemme alueilla olemme jo tunnustusta ja arvostusta saaneetkin”.

”Strategian jalkauttaminen on koko laboratorion yhteinen ponnistus”, muistuttaa Erkki Levänen. ”Kun nykytilanteessa maali liikkuu koko ajan, on myös strategian oltava ketterä muuttumaan. Tällä konseptilla uskon vakaasti onnistumiseemme”, hän päättelee. ▲

TTY toteuttaa vuonna 2017 tutkimuksen kansainvälisen arvioinnin (TUT RAE 2017). Tällä kertaa arvioitavana ei vuoden 2011 arvioinnin mukaisesti ole koko yliopiston tutkimustoiminta, vaan kyseessä on valikoiva arviointi. Arvioinnin tavoitteena on tunnistaa huiput ja uudet potentiaalisimmat avaukset. Arvioinnin yksikkö on tutkijoiden itse muodostama tutkimusyhteisö ja alkuvuonna 2016 järjestetyn sisäisen haun kautta yksiköiksi on valittu parhaat ja potentiaalisimmat yhteisöt. TTY tulee tukemaan pitkäaikaisesti niitä tutkimusyhteisöjä, jotka menestyvät varsinaisessa arvioinnissa.

**xylem**  
Let's Solve Water



## Vedenpoisto haasteisiin vastaus on Xylem

Flygt, Godwin, Vogel ja Lowara

Pumppujen myynti ja vuokraus

Vantaa: Mikael Fabritius p. 040 727 6059

Haukipudas: Veli-Matti Tiilikainen p. 0440 341 725

[www.xylem.fi](http://www.xylem.fi)

# Aalto Yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulun nykypäivää

Teksti **PEPPI VILÉN**, Metallikerho ry:n ekskursiomestari 2017–2018

Kuva: **ELINA MAKKONEN**

**V**uosi 2013 oli myllerrysten vuosi Aalto Yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulussa. Tällöin tapahtui suuri kandiudistus, jonka seurauksena vanhat koulutusohjelmat, materiaalitekniikka, kemiantekniikka, biotuotetekniikka ja puunjalostustekniikka yhdistyivät. Uuden koulutusohjelman nimeksi tuli Kemian-, bio- ja materiaalitekniikan koulutusohjelma, oikea sanahirviö, jonka muistamisessa meni jo linjan opiskelijoilla helposti useampi kuukausi, puhumattakaan sukulaisista. Onneksi viime syksystä 2016 lähtien nimi pelkistettiin kemiantekniikan kandidaattiohjelmaksi. Uutta koulutusohjelmaa varten perustettiin korkeakoulu yhdistys Prosessiteekkarit ry, joka ottaa tällä hetkellä kaikki fuksit vastaan. Tästä johtuen vanhat killat, Vuorimieskilta, Puunjalostajakilta ja Kemistikilta, ovat joutuneet uudistumaan ja keksimään uusia keinoja houkutellessa opiskelijoita kiltta-aktiiveiksi. Hallitukset ovat pienentyneet ja kilttojen toimintaa on kohdennettu enemmän maisterivaiheen opiskelijoille. Perinteiset tapahtumat ovat säilyneet ja alumnitoiminnasta on pidetty huolta. Ekskursiot ja yrityssuhteiden vaaliminen ovat nousseet erityisen tärkeiksi.

Tällä hetkellä Kemian tekniikan korkeakoulun kandidaatin tutkinto sisältää perus-, pääaine- ja sivuaineopintoja sekä vapaasti valittavia opintoja. Tämän 70 opintopisteen perusopintokokonaisuus on tarkoitus suorittaa toisen vuoden syyslukukauden loppuun mennessä. Se sisältää matematiikan, fysiikan ja kieliopintojen lisäksi johdantokursseja kaikista vanhoista koulutusohjelmista. Toisen vuoden syksyllä opiskelijat jakautuvat kahteen pääaineeseen kiinnostuksensa mukaan; kemian- ja biotekniikan pääaineeseen sekä materiaalitieteen ja -tekniikan pääaineeseen. Kemian- ja materiaalitekniikan opiskelijoille valinta on selkeä, mutta puunjalostajat jakautuvat tässä kohtaa kahtia, sillä vanhan puunjalostustekniikan kurssit on sisällytetty osittain kumpaankin pääaineeseen, mutta niitä on erittäin niukasti. Jos opinnot ovat edenneet aikataulussa, kolmannelle vuodelle jää 50 opintopisteen verran sivuaineopin-



toja ja vapaasti valittavia kursseja sekä 10 opintopisteen kandidaattityö. Kandivaiheen pääaineopintojen päätyttyä vuorimies on opiskellut kuituja, polymeerejä ja metalleja, niiden ominaisuuksia ja muokkausta. Nykyisiä pullonkaulukursseja lujuusopin sijasta ovat kurssit Kemiallinen reaktio ja Virtaukset ja reaktorit. Tässä tulevat Vuorimiehelle tutuksi bio- ja analyttinen kemia sekä vanhalta nimellä tunnettu Kemian laitetekniikka.

Kandidaatin tutkinnon jälkeen opiskelijoille on tarjolla kemian tekniikan korkeakoulusta seitsemän eri maisterivaiheen pääainetta. Näistä materiaalitekniikan opiskelijaa kiinnostaa eniten Functional Materials sekä Sustainable Metals Processing. Muita vaihtoehtoja ovat Biomass Refining, Biotechnology, Chemical Engineering, Chemistry ja Fibre and Polymer Engineering. Uusiin maisterivaiheen pääaineisiin on sisällytetty vanhojen kandiohjelmien opintoja sen verran, että vanhasta kandiohjelmasta ei ole mahdollista siirtyä tiettyihin vastaaviin uusiin maisteriohjelmiin kurssien päällekkäisen sisällön vuoksi. Tämä ongelma koskee kuitenkin vain opiskelijoita, joiden opinnot

ovat venyneet kandiudistuksen siirtymäajan yli. Kemian tekniikan korkeakoululla on myös yhteisiä maisteriohjelmiä muiden laitosten kanssa. Nämä ovat Advanced Energy Solutions -ohjelman alta löytyvä Industrial Energy Processes and Sustainability, Life Science Technologies -ohjelman alta löytyvä Biosystems and Biomaterials Engineering sekä Environomical Pathways for Sustainable Energy Systems, Nordic Master in Polymer Technology sekä European Mining, Minerals and Environmental Program.

Kandiudistus on jakanut opintojen osalta mielipiteitä. Opiskelijat, jotka tietävät jo ennen yliopiston alkua mitä he haluavat työkseen tehdä, ovat kokeneet turhautumista joutuessaan opiskelemaan melkein koko kandivaiheen myös kaikkea muuta. Valtaosalle opiskelijoista tulevaisuus ei kuitenkaan ole kristallin kirkkaasti selvillä. Heille kandiudistus on tarjonnut mahdollisuuden perehtyä moneen eri kemian alaan ennen sen oman alan valitsemista. Vasta maisterivaiheen pääaineen valinta määrää, mihin opiskelija tulee opinnoissaan syventymään. ▲



# Metallurgit ja kemistit yhdistyivät

Kirjoittaja **ARI JOKILAAKSO**

**A**alto-yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulun entiset neljä laitosta ovat yhdistyneet kolmeksi laitokseksi, jotka ovat: Biotuotteiden ja biotekniikan laitos (Department of Bioproducts and Biosystems), Kemian ja materiaalitieteen laitos (Department of Chemistry and Materials Science) sekä Kemian tekniikan ja metallurgian laitos (Department of Chemical and Metallurgical Engineering).

Vuoden alusta myös korkeakoulun englanninkielinen nimi muuttui. Nimi School of Chemical Technology muuttui muotoon School of Chemical Engineering. Muutoksen taustalla on se, että uusi nimi on linjassa Aallon muiden korkeakoulujen nimien sekä alan kansainvälisten käytäntöjen kanssa.

Uusien laitosten logiikka löytyy nyt perusilmäiden alueelta, ikään kuin vertikaalisesti, jos aiemmin Vuoriteollisuusosasto oli horisontaalisen arvoketjun mukainen.

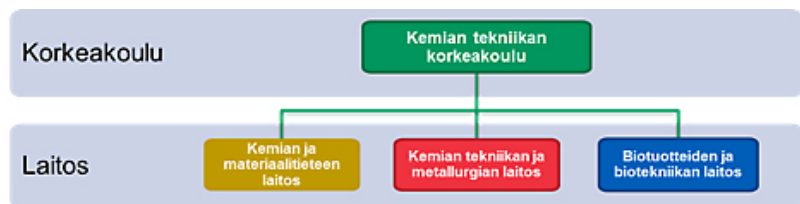
**Kemian tekniikan ja metallurgian laitoksen** tutkimus ja opetus perustuu kestävän kehityksen ajatteluun niin raaka-aineiden paremman hyödyntämisen kuin tehokkaampien prosessien ja uusien tuotteiden kehittämisenkin osalta. Laitoksen erityisalalat liittyvät kemian tekniikkaan, metalliteollisuuteen, energiatekniikkaan sekä uusien materiaalien valmistukseen. Laitoksen professuurit perinteisen Vuoriteollisuuden alueelta ovat tällä hetkellä seuraavat: Hydrometallurgia ja korrosio, Mari Lundström; Materiaalien valmistustekniikka ja jauhemetallurgia, Michail Gasik; Metallurgia, Ari Jokilaakso; Metallurgisten prosessien termodynamiikka ja mallinnus, Pekka Taskinen; Mineraalien prosessointi ja kierrätys, Rodrigo Serna; Muovaus ja pintatekniikka, Antti Korhonen.

**Kemian ja materiaalitieteen laitoksen** tutkimus keskittyy funktionaalisiin materiaaleihin, mallinnukseen sekä orgaaniseen ja analyttiseen kemiaan. Funktionaalisten materiaalien tutkimus liittyy vahvasti uusiutuvien energioiden materiaaleihin, joita ovat muun muassa akut, termosähköiset materiaalit ja erilaiset nanomateriaalit. Tutkimuksen teemoina ovat myös pinnan optiset ominaisuudet, bioanturit ja mikrofluidistiikka. Laitoksen professuurit ovat vastaavasti: Uudet materiaalit ja niiden ominaisuudet, Simo-Pekka Hannula; Pintojen ja rajapintojen fysikaaliset ominaisuudet, Jari Koskinen; Materiaalitiede ja -kemia, Mady Elbahri.

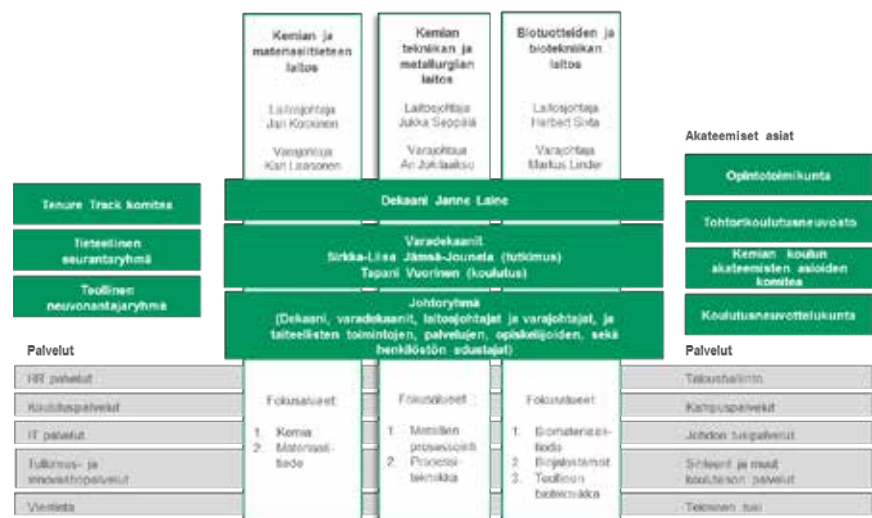
Näillä muutoksilla viimeisetkin rippeet entisestä Vuoriteollisuusosastosta fyysisesti yhtenäisenä laitokseksi hävisivät. Tästä muutosta korostaa vielä tilojen tiivis-

tysprojekti, jossa koko Vuorimiehentie 2 -kiinteistö remontoitetaan vaiheittain (osa jo tehty), minkä jälkeen taloon asettuvat uudet vuokralaiset (LUKE on jo asettunut uuden puolen toiseen kerrokseen). Vanha puoli on tyhjä ja uuden puolen tilat odottavat päätöstä väistötuloista. Remontin jälkeen taloon tulevista vuokralaisista ei ole täyttä varmuutta vielä, mutta ainakin GTK tulee laboratorioineen.

Vuorimieshenki ja koko ala on vahva eikä ole yhdestä rakennuksesta tai osastosta/nimestä kiinni. Koko arvoketjun yli jatkuu hyvä yhteishenki ja yhteistyö perinteinen, jota muiden alojen edustajat ihmettelevät ja katsovat ehkä hiukan kadehtien. ▲



Laitosten hallintorakenne:



# TrTarget: Toolpack for locating potential target areas for mineral exploration

## TrTarget: 'Työkalupakki' uusien malminetsintäkohteiden määrittämiseen

Yhdistämällä Geologian Tutkimuskeskuksen litogeokemian ja malmiesiintymien tietokantojen sekä geofysiikan aineistot on mahdollista suodattaa tietokannoista uusia kohteita, joiden parametrit vastaavat valittujen 'malliesiintymien' parametreja. Vertailuparametreina käytetään yhdessä tai erikseen kivilajien kemiaa (pää- ja sivualkuaineet sekä harvinaiset maametallit), geofysiikkaa (magneettiset, radiometriset ja painovoima-anomaliat) sekä lineamenttien tiheysvaihteluja. Menetelmän tulosteena saadaan suositeltavien tutkimuskohteiden koordinaatit, alustavat karttakuvat sekä listaus kohteiden kemiasta, geofysiikasta ja lineamenttien tiheydestä. Lisäksi saadaan vertailuaineistona listaus 'malliesiintymää' parhaiten muistuttavista mineralisaatioista, jolloin voidaan arvioida menetelmän tehokkuutta uusien ekonomisten kohteiden havaitsemiseksi.

### TAPIO RUOTOISTENMÄKI

Geophysicist, Dtech

Hannuksenkuja 4A5, FIN-02270 ESPOO, FINLAND

E-mail: ruotois@gmail.com

### Introduction

In late 2015 - early 2016 I published two manuscripts (Ruotoistenmäki 2015, 2016), where I considered statistics and areal variations of litho-geochemical data and their applications for defining ore potential trends in Finland (Figure 1).

Based on ideas and observations from these publications, I developed a toolpack 'TrTarget' to locate precisely targets / target areas for exploration of potentially economic mineralizations. The basic principle of this package is to locate the samples from the Rock Geochemical Database of Finland (RGDB; Rasilainen et al., 2007), whose chemistry, interpolated airborne geophysics and lineament density correlate best with corresponding parameters interpolated for known Finnish ore mineralizations (945 locations). The litho-geochemical and mineralization data and licencing information are available from Geological Survey of Finland (GTK) web-pages: <http://hakku.gtk.fi/fi/locations/search>. The lineaments have been digitized by Aimo Kuivamäki, (GTK, unpublished report).

The number of samples in RGDB is 6544 and number of analysis varies from 537 to 6544. The number of rock types (defined by field geologists) is 77 varying from granites (1053 samples) to ultrapotassic rock (1 sam-

ple). The sampling strategy was based on a stratified procedure described in Rasilainen et al., 2007, where the number of samples per area depends on the lithological variation seen on geological maps. The sample spacing of litho-geochemical primary data used

in this study varies between ca. 0–10 km, majority (ca. 80%) being closer than 6 km. Their analysis methods have been explained in detail in Sandström 1996 and Rasilainen et al., 2007. The elements, analytical methods and units are given here in the format:

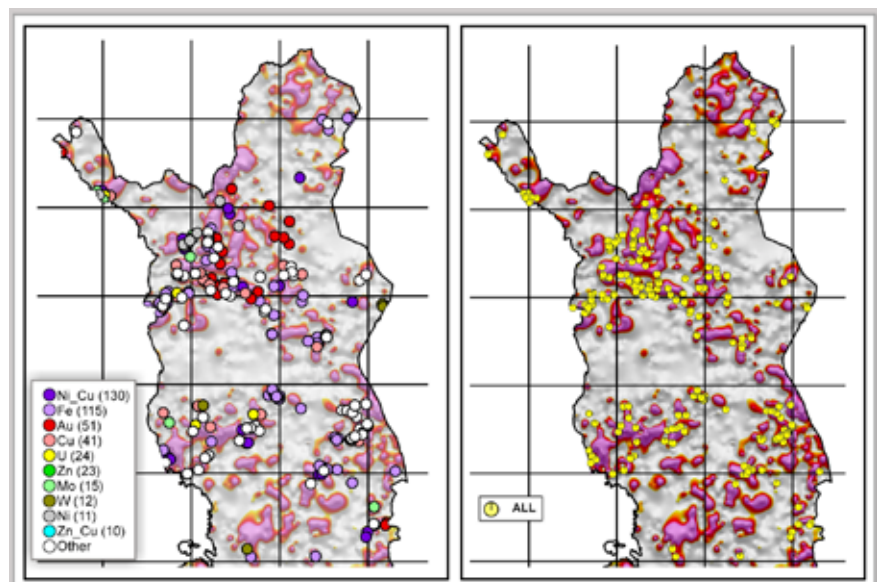


Figure 1. Example of prospectivity map of Northern Finland (high potential in violet). Left: Ten most common ore types (number of types in parenthesis) are classified by colored dots. Right: Same deposits are shown by smaller, yellow dots to visualize their inferred relation to high prospectivity areas. Adopted from (Ruotoistenmäki 2015).



SiO<sub>2</sub>\_XRF [%] = X-ray fluorescence spectrometry using pressed powder pellets,

La\_ICPAES [ppm] = Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry after aqua regia digestion,

Y\_ICPMS [ppm] = Inductively coupled plasma mass spectrometry after hydrofluoric acid-perchloric acid dissolution and lithium metaborate/sodium perborate fusion.

The relatively high areal distribution density of RGDB data is demonstrated in maps in Figure 2. However, for some less common elements (e.g. Au), there are several samples with no value; for detailed statistics, see Ruotoistenmäki, 2016.

For the study, the databases were pre-processed:

1. Lithochemical database is completed with interpolated geophysical and lineament data,
2. Mineralization database is completed with interpolated lithochemical, geophysical and lineament data.

The output data of toolpack consist of calculated correlation values, coordinates, primary maps of most potential RGDB data points, rock types, and parameter values

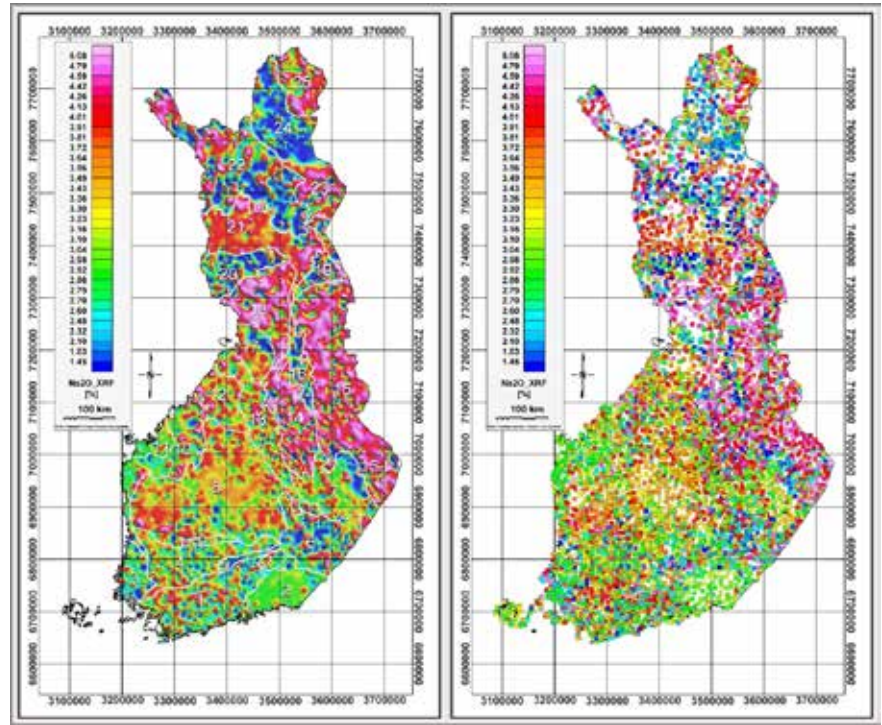


Figure 2. Example of lithochemical maps of Finland and data distribution (Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Adopted from Ruotoistenmäki, 2016. Left: Interpolated colour surface map. Right: 'dot map' showing distribution of the primary RGDB data.

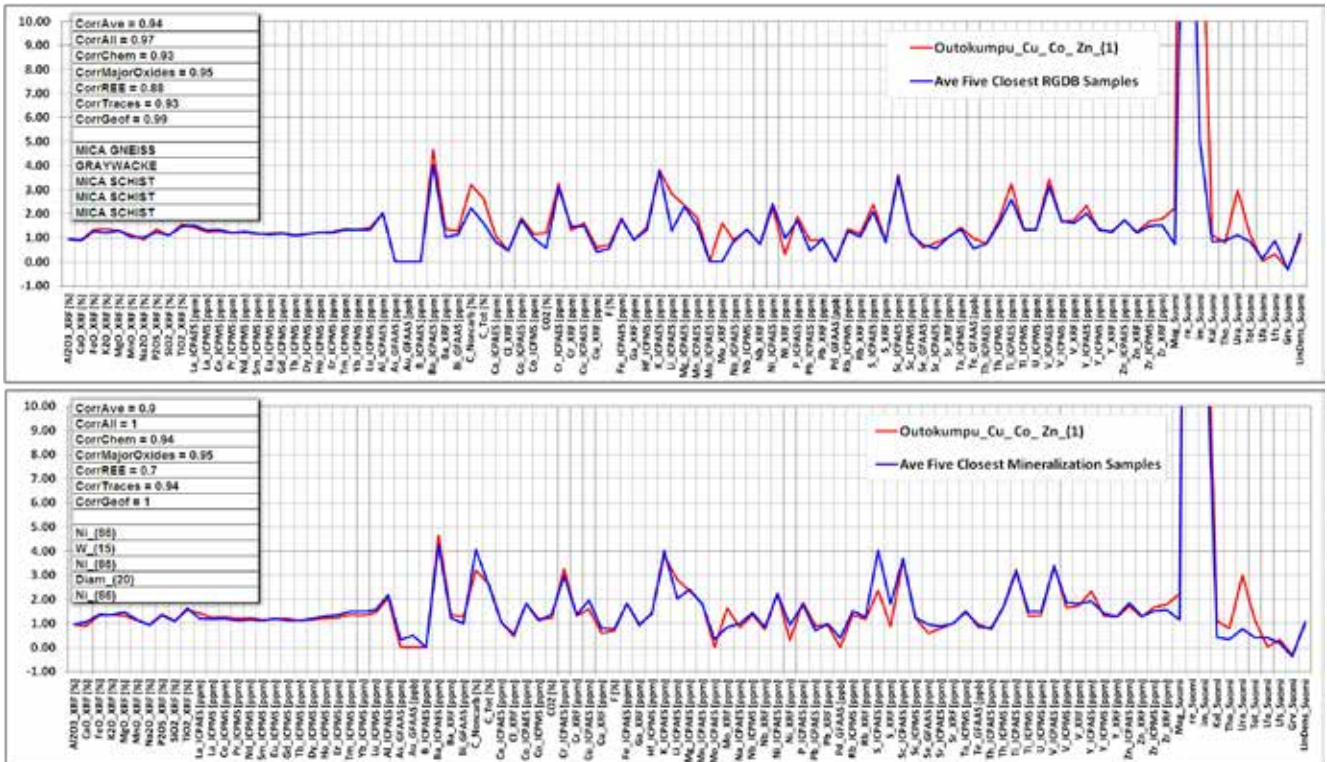


Figure 3. Relation of all lithochemical and geophysical parameters of Outokumpu Cu-Co-Zn mine area and average of five RGDB samples (upper diagram) and five mineralizations (lower diagram) correlating best (CorrAve ≥ 0.9) with Outokumpu Cu-Co-Zn mine area. Normalized by RGDB averages. The correlations, rock and mineralization types of five closest groups are given in boxes. CorrAll: Correlations of all data (Ceochemical and geophysical, including lineament data). CorrChem: Correlations of all lithochemical data. CorrMajorOxides: Correlations of major elements. CorrREE: Correlations of Rare Earth Elements. CorrTraces: Correlations of trace elements. CorrGeof: Correlations of geophysical parameters (including lineaments). CorrAve: Average of CorrMajorOxides, CorrREE, CorrTraces and CorrGeof.



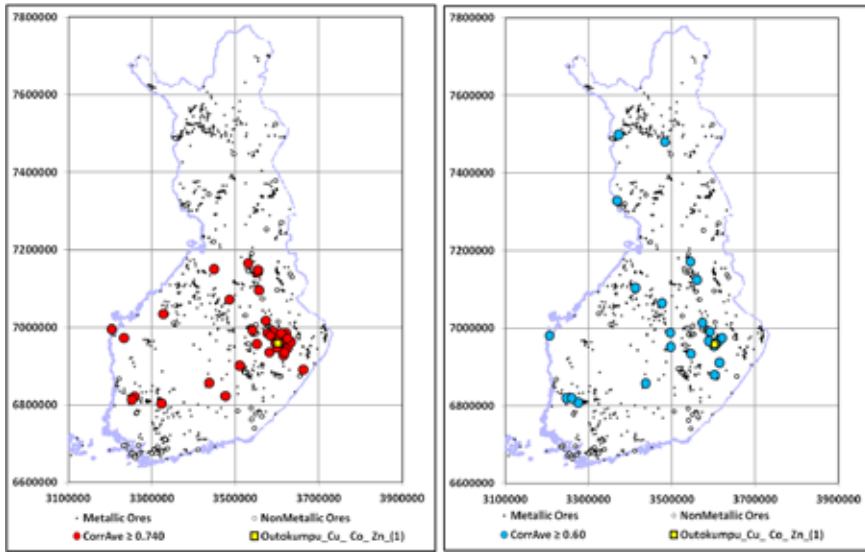


Figure 4. Left: Red Dots: Location of RGDB samples correlating best ( $\text{CorrAve} \geq 0.7$ ) with Outokumpu Cu-Co-Zn mine area parameters (yellow square). Black dots: Location of Finnish metallic mineralizations. Yellow small circles: Location of Finnish non-metallic mineralizations. Right: Blue Dots: Location of mineralizations correlating best ( $\text{CorrAve} \geq 0.6$ ) with Outokumpu mine area mineralization parameters.

(chemical and geophysics) of all data used for calculations. Using these parameters, the data can be further filtered for selecting optimum targets / target areas for more detailed studies. Moreover, the output data is directly applicable for combining with geological and geophysical diagrams and maps.

In the following, I give simplified examples of the method. It must be emphasized that I use *publicly available coordinate information* of the litho-geochemical and mineralization data, *public litho-geochemical data* (original for RGDB and *interpolated* for mineralizations) and *interpolated geophysical data (not original)* in the coordinate points of RGDB and mineralization coordinates. The accuracy of selected target data is the same as original RGDB data (Figure 2).

### Locating targets for prospecting Cu-Co-Zn mineralizations

Figure 3 demonstrates the relation of all litho-geochemical and geophysical parameters of Outokumpu Cu-Co-Zn mine area (used here as a 'Model Mineralization') and the average of five RGDB samples correlating best with Outokumpu area data (upper diagram). Correspondingly, the lower diagram depicts the relation of five known mineralizations correlating best with Outokumpu Cu-Co-Zn mine area, thus *demonstrating the capability (potential) of the method for finding economic, mineralized areas potential for mineral prospecting*.

As shown in the diagrams, correlations of Outokumpu mine area data

with the 'unknown' RGDB samples and 'known' mineralizations are very good. The rock types in the upper diagram are gneiss, schists and graywacke. The normalized peaks in the diagrams are relatively low, mainly below four. The highest peaks ( $>3$ ) of Outokumpu data are:  $\text{re\_Suomi}$ ,  $\text{im\_Suomi}$ ,  $\text{Ba\_ICPAES}$ ,  $\text{K\_ICPAES}$ ,  $\text{Sc\_ICPAES}$ ,  $\text{V\_ICPAES}$ ,  $\text{Cr\_ICPAES}$ ,  $\text{Ti\_ICPAES}$ ,  $\text{C\_Noncarb}$ . The very high values of electromagnetic  $\text{re\_Suomi}$  and  $\text{im\_Suomi}$  (electromagnetic in- and out of phase components) reflect the high conductivity of this mineralization type (=low apparent resistivity,  $\text{Lfa}$ ).

The mineralizations in the lower diagram are mainly Ni, W and diamond (!) mineralizations. The high correlations in the diagrams demonstrate that the method locates RGDB and/or mineralization data areas, which are 'Outokumpu-Like', but not necessarily 'Outokumpu-Type'.

Figure 4 gives the approximate locations of RGDB and mineralization samples correlating ( $R \geq 0.7$  and  $0.6$ ) with Outokumpu area data. From the maps, it can be noted that the distributions of selected target areas vary on both Archaean and Proterozoic sub-areas, thus also demonstrating the similarity of parameter associations, but not their genesis. However, the method has located effectively also the mineralized areas in the surroundings of the Outokumpu mine itself (some of them related to Outokumpu-association rocks).

### Locating targets for prospecting Au mineralizations

Figure 5 depicts the relation of all litho-geochemical and geophysical parameters of Hookana Au mineralization area and the average of five RGDB samples (upper diagram) and five mineralizations (lower diagram) correlating best ( $R \geq 0.9$ ) with Hookana Au mineralization. The highest peaks ( $>5$ ) of Hookana data are:  $\text{Cr\_ICPAES}$ ,  $\text{Ni\_ICPAES}$ ,  $\text{Cr\_XRF}$ ,  $\text{Ni\_XRF}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{MgO\_XRF}$ ,  $\text{Mg\_ICPAES}$  and  $\text{im\_Suomi}$  reflecting the mafic content of the source rocks. Rock samples are ultramafic volcanites and one amphibolite. Mineralizations vary from Ni, Fe and Zn-Ag.

In maps in Figure 6, the Au-potential samples and mineralizations concentrate in Archaean northern Lapland and eastern Finland sub-areas. The 'lonely' sample in Proterozoic SW Finland area (accompanied by four known mineralizations) is also interesting.

### Locating targets for prospecting Diamond mineralizations

The diagrams in Figure 7 show the relation of all litho-geochemical and geophysical parameters of Kymälähti diamond mineralization area and the average of five RGDB samples (upper diagram) and five mineralizations (lower diagram) correlating best with Kymälähti area. The majority of peaks are relatively low, close to one (=RGDB average). The main peaks ( $>2.5$ ) of Kymälähti data in the diagrams are:  $\text{S\_ICPAES}$ ,  $\text{im\_Suomi}$ ,  $\text{re\_Suomi}$ ,  $\text{S\_XRF}$ ,  $\text{Ba\_ICPAES}$ ,  $\text{K\_ICPAES}$ ,  $\text{Sc\_ICPAES}$ ,  $\text{Ti\_ICPAES}$ ,  $\text{V\_ICPAES}$  and  $\text{Cu\_ICPAES}$ .

The rock types are diorite, gneisses, granite and schist. Mineralizations are diamonds, Cu and Ni. In both diagrams the curves coincide strikingly well. In maps in Figure 8, the majority of diamond potential RGDB samples and mineralizations concentrate on Archaean and Proterozoic sub-areas in SW Finland.

### Prospectivity matrix

The prospectivity matrix in Figure 9 adopted from Ruotoistenmäki (2015) depicts the most potential elements associated with Finnish economic mineralizations. This matrix and prospectivity map in Figure 1 show further applications for defining ore potential parameters for regional scale studies. These results are applicable when considering general characteristics of ore types and making regional scale ore potential studies. It should be noted that 'pro-

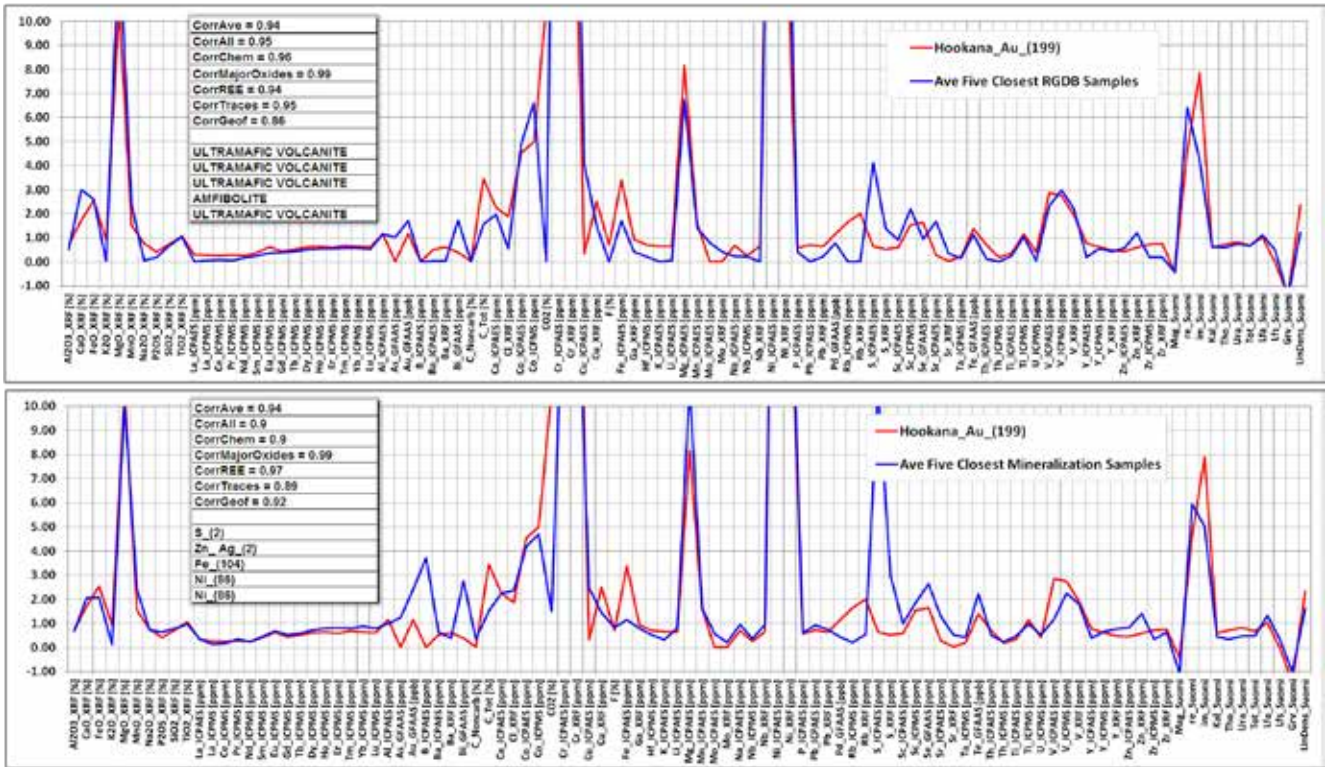


Figure 5. Relation of all lithochemical and geophysical parameters of Hookana Au mineralization area and the average of five RGDB samples (upper diagram) and five mineralizations (lower diagram) correlating best (CorrAve  $\geq 0.9$ ) with Hookana Au mineralization. Normalized by RGDB averages. The correlations, rock and mineralization types of five closest groups are given in boxes.

spectivity maps' like that in Figure 1 also define areas, where ore potential is low and thus not to be prioritized in exploration. At present, I am continuing this study by applying all lithochemical and updated mineralization data.

### Summary: Applications of the Toolpack

Using known or otherwise pre-defined 'Model-Mineralizations', the toolpack **Tr-Target** can effectively locate potential target areas for future prospecting. The tests with known mineralizations demonstrate that the method locates effectively also known, economically significant mineralizations, although not necessarily exactly similar (same type) as the original 'Model-Mineralization'. The output data of toolpack consist lists of correlations, original coordinates and parameter values of all data used for calculations. These data can be further applied for detailed filtering of the target parameters. Moreover, these data can be connected with more detailed geological and geophysical maps and diagrams.

The calculated diagrams also give a very fast chemical and geophysical summary of the RGDB samples and mineralization deposits considered by the method.

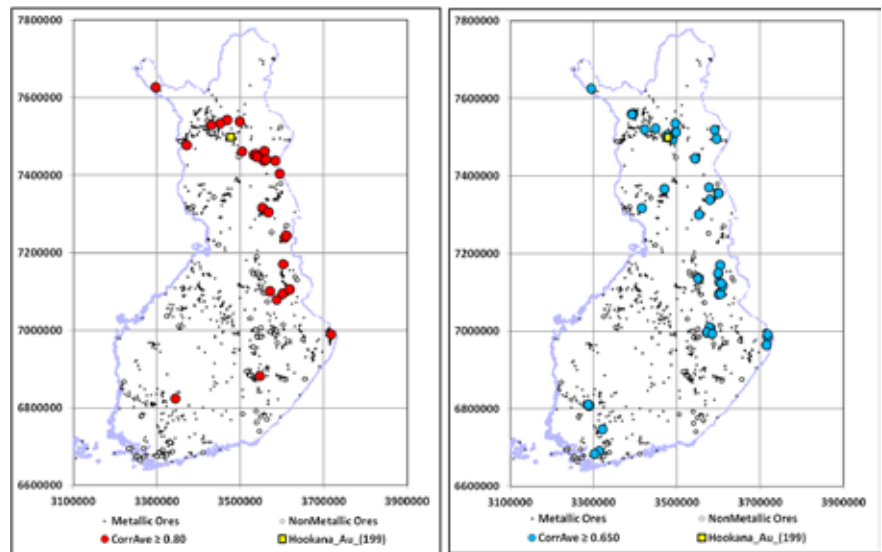


Figure 6. Left: Red dots: Location of RGDB samples correlating best (CorrAve  $\geq 0.8$ ) with Hookana Au mineralization parameters (yellow square). Black dots: Location of Finnish metallic mineralizations. Yellow small circles: Location of Finnish non-metallic mineralizations. Right: Blue Dots: Location of mineralizations correlating best (CorrAve  $\geq 0.65$ ) with Hookana Au mineralization parameters.







## References

Ruotoistenmäki, T. 2015. Ore potential trends in Finland: Indications from geochemical, geophysical and lineament data. *Journal of Geochemical Exploration* 159, 278–289. [https://www.researchgate.net/publication/283320271\\_Ore\\_potential\\_trends\\_in\\_Finland\\_Indications\\_from\\_geochemical\\_geophysical\\_and\\_lineament\\_data](https://www.researchgate.net/publication/283320271_Ore_potential_trends_in_Finland_Indications_from_geochemical_geophysical_and_lineament_data)

Ruotoistenmäki, T. 2016. Lithochemical Maps (Atlas) of Finland. Geological Survey of Finland, Guide 62, 121 pages, 190 figures and 9 tables. [https://www.researchgate.net/publication/309410004\\_Ruotoistenmaki\\_T\\_2016\\_Lithochemical\\_Maps\\_Atlas\\_of\\_Finland-Excel-Tables](https://www.researchgate.net/publication/309410004_Ruotoistenmaki_T_2016_Lithochemical_Maps_Atlas_of_Finland-Excel-Tables)

Hautaniemi, H., Kurimo, M.; Multala, J., Leväniemi, H. and Vironmäki, J. 2005. The “Three In One” aerogeophysical concept of GTK in 2004. In: Airo, Meri-Liisa (ed.) 2005. *Aerogeophysics in Finland 1972–2004: Methods, System Characteristics and Applications*. Geological Survey of Finland, Special Paper 39. 197 pages, 115 figures, 12 tables and 8 appendices, 21–74.

Rasilainen, K., Lahtinen, R. and Bornhorst, T. J. 2007. *The Rock Geochemical Database of Finland Manual*. Geological Survey of Finland. Report of Investigation 164. 38 p. Electronic publication (in: <http://arkisto.gsf.fi/tr/tr164/tr164.pdf>).

Sandström, H. 1996. The analytical methods and the precision of the element determinations used in the regional bedrock geochemistry in the Tampere-Hämeenlinna area, southern Finland. *Geol. Surv. Finland. Bull.* 393, 25 p. ▲



Knowledge grows

# Kivestä leipää



Yaran Siilinjärven kaivoksen apatiittimalmista irrotettava fosfori jatkojalostetaan lannoitteeksi, josta se kulkee viljan kautta suomalaisten ruokapöytään.

Yara on maailmanlaajuinen kivennäislannoitteiden, teollisuuskemikaalien ja ympäristönsuojelutuotteiden toimittaja. Lannoitteemme ja kasvinravitsemusosaamisemme auttavat tuottamaan ruokaa maapallon kasvavalle väestölle.

**yara.fi**

# Future Mine & Mineral 2017

Teksti: **ANNE TAIVALKOSKI**, Geologian tutkimuskeskus Kuvat: **P. NURMI**, GTK

**T**ukholmassa pidettiin 30.–31.1.2017 seitsemäs Future Mine & Mineral 2017 – Framtidens Gruv & Mineral 2017 -tapahtuma. Grand Hôtel Tukholman keskustassa tarjosi upeat puitteet tapahtumalle.

Kaivos- ja mineraaliteollisuuden päättäjille, alan yrityksissä toimiville pääjohtajille, rahoitusalan toimijoille, alan tutkijoille ja poliitikoille suunnattuun tapahtumaan oli ilmoittautunut hieman yli 300 osallistujaa. Lisäksi tapahtumassa olivat edustettuina Kanadan suurlähetystö, Euroopan Komissio sekä ruotsalaisia seutukuntia. Tapahtuma keräsi näyttelyyn myös 25 esitteille panijaa.

Kahden päivän mittaisen konferenssin ohjelma koostui varsinaisten esitelmien lisäksi paneelikeskusteluista sekä seminaari workshopista. Eri sessioissa Geologian tutkimuskeskus sekä myös yritykset Suomesta olivat hyvin edustettuina. Tapahtuman yhtenä teemana oli kestävä kaivostoiminta sekä sosiaalinen toimilupa. GTK:n tieteellisen tutkimuksen johtaja **Pekka Nurmi** esitteli Suomessa kehitettyä Green Mining -konseptia ja viime vuonna päättynyttä Tekesin Green Mining -ohjelmaa, jonka tarkoituksena on etsiä ratkaisuja kestäväälle kaivostoiminnalle kokonaisvaltaisen näkökulman kautta. Kaivosteollisuuden rahoitusta ja investointeja käsittelevässä sessiossa Suomesta esitelmän pitivät ohjelmajohtaja **Harry Sandström** GTK:sta sekä Sotkamo Silverin toimitusjohtaja **Timo Lindborg**. Harry Sandström kertoi mahdollisuuksista investoida suomalaiseen kaivosteollisuuteen, jota edistetään GTK:n vetämän Mining Finland -kasvuohjelman avulla. Mining Finlandin toimintaa esiteltiin myös ohjelman omalla näyttelyosastolla.

Pohjoismaisen malminetsinnän nykyiseen tilaan ja tulevaisuuden haasteisiin keskittyneessä sessiossa Mawson Oy:n ympäristöjohtaja **Noora Ahola** kertoi haasteista, joita yhtiö on kohdannut hakiessaan lupia malminetsintään Natura 2000 -alueella ja millaista on tehdä vastuullista malminetsintää herkillä alueilla. **Kenneth P. Green** Fraser Institutesta valotti esitelmässään sitä, mitkä tekijät vaikuttavat kaivosteollisuuden houkuttelevuuteen ja mikä on Suomen ja



Ensimmäisen tapahtumapäivän yhteenvetokeskustelussa mukana ovat Bengt Ivansson (Skellefteån kunta), Kenneth P. Green (Fraser Institute), Åsa Persson (kaivosylitarkastaja), Ingmar Haga (Agnico Eagle) ja Christian Kopfer (Nordea). Puheenjohtajana Magnus Ericsson (Luleå University of Technology).

**Future Mine & Mineral tarjoaa erityisen hyvän foorumin mineraali-poliittiseen keskusteluun.**

Ruotsin asema vuosittaisessa Fraser Institutin tutkimuksessa.

Kestävä kaivostoiminta ei koske pelkästään malminetsintää ja kaivoksia, vaan asiaa voidaan tarkastella myös laajemmalti. Esimerkiksi Swerea Mefos Ab:n tekemä prosessin kehitystyö raaka-aineesta metallurgian tuotteeksi ja Siemensin visiot kaivoskuljetusten sähköistämiseksi tarjoavat omalta osaltaan ratkaisuja ympäristöä säästävään kaivostoimintaan.

Tapahtuman sosiaalinen ohjelma koostui ensimmäisenä iltana juhlaillallisesta, joka oli koottu Västerbottenin alueella tuotetuista raaka-aineista. Tapahtuma päättyi toisena iltana pidettyyn Kanadan suurlähetystön vastaanottoon. Suurlähettiläs Heather Grantin tervetuliaispuheen jälkeen iltana vietettiin rennon keskustelun merkeissä.

Suomessa toimivien kaivosyhtiöiden Agnico Eaglen ja Bolidenin lisäksi paikalla olivat Suomesta ainakin Outotec Oy ja ympäristömittauksiin erikoistunut EHP-Tekniikka Oy. GTK:n lisäksi tapahtumassa olivat edustettuina myös Kaivosteollisuus ry ja Tukes.

Future Mine & Mineral on vakiinnuttanut paikkansa pohjoismaisena alan tapahtumana. Se tarjoaa erityisen hyvän foorumin mineraalipoliittiseen keskusteluun. ▲

# Development of in situ measuring devices: case example Collo

The following discusses a certain approach for creating in situ measuring methods that I used and developed in my doctoral thesis [6] written at Tampere University of Technology in the laboratory of Materials Science under the guidance of Prof. Erkki Levänen. Chapter 1 describes the need and a systematic way to develop in situ measurement; Chapter 2 documents our learnings in creating such a method; and chapter 3 takes a look towards our future with our colloidal suspension online analyzer that is a case example of the development and in situ device. The Collo-technology was studied in Tekes-funded commercialization research.

by **MATTI JÄRVELÄINEN** (LinkedIn & Twitter: @jarvelam), and **PASI VAKASLAHTI** (LinkedIn: pasivakaslahti)

## Chapter 1: Thesis – In situ measuring in process industry

### 1.1. Need to measure in situ

In situ measuring means analyzing something in, at, or near a process line in order to make a process leaner through a faster and more integrated analysis. In the future, processes must be driven with a state based adjustment instead of time or recipe control. This enables the inevitable shift towards a more variable raw material stock and optimization of lead times saving energy, raw materials and improving the built-in product quality as early in the production line as possible. To develop such in situ -methods a systematic and streamlined methodology, suggested in my thesis [6, ch. 1.3], is beneficial.

### 1.2. Means to develop in situ methods

From the developers angle, the most crucial factor is capability to focus in a money-consuming problem. This can be ensured only by operating close to the customer, still taking heed that common beliefs e.g. “industry truths”, by the same customer may overshadow the possible benefits. The core of in situ method is created around the measuring technology which, when fully functional, can lead to an improved process understanding and a leaner process.

## Chapter 2: What makes a good in situ method and how will it reach the market?

To reap the above benefits of in situ control the analytical methods must entail certain features and often the new ideas need to be turned into commercialized innovations.

### 2.1. From lab to process

Starting from the traits of in situ devices the first rule of thumb is that a some amount of preciseness and quantitiveness must be sacrificed to gain robustness, integrability, reliability and comprehensiveness. [6, pp. 66-67] In effect, this typically renders the method qualitative but more advantageous in the rough industrial environment finally capable in yielding a pervasive understanding on the critical variable of high volume process flows. In contrast, the laboratory counter parts are limited to a small analysis volumes and less direct analytical methods. From the device development angle to reach these traits often leads to the need of tailored solutions, innovation and in the between the need to commercialize. A novel approach in commercialization is needed according to Pasi Vakaslahti, who leads us closer to our case example “Collo”, which will be spinning off from Tampere University of Technology as a start-up.

### 2.2. Paving a path for commercialization

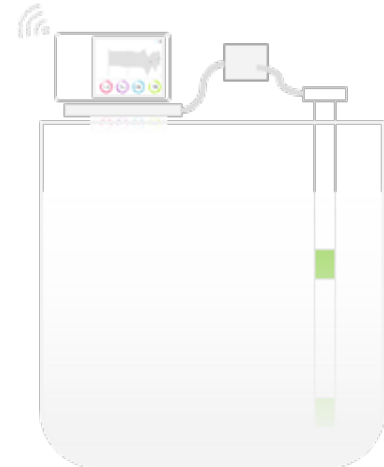
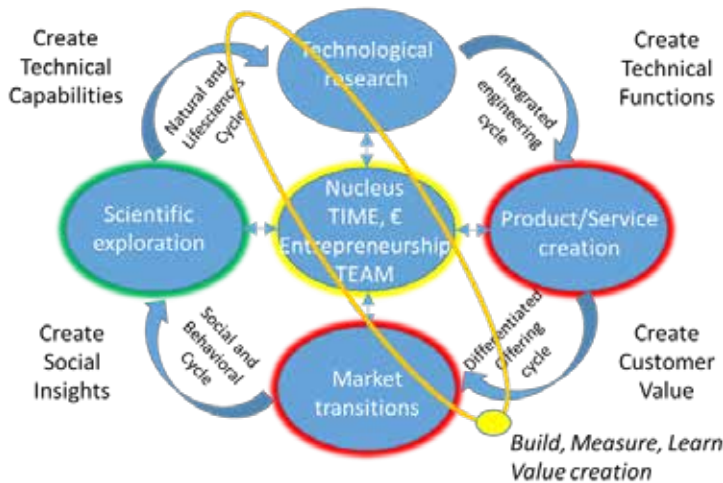
The two core tasks for university is to secure scientific advancement and to enable lifelong learning. The third auxiliary task, making societal impact, has many forms, e.g. creating spinoffs from research. Traditional stage-gated, linear, timeline and plan driven commercialization processes (technology push / market pull) [1] even with a feedback loop from end customers are not sufficiently describing the start-up type of commercialization path. Speed and agility is needed when growing and scaling the initial idea from technical invention into commercial viable innovation and business in global competitive environment. Com-

plex environment [2] sets also a special need for simplification, focus and priority.

Figure 1 illustrates a new cyclical commercialization model continuing from CIM model [3] where the venture nucleus is grown with several parallel and fast “build, measure, learn” [4] spins. In the nucleus the team has certain resources (time, euros) and the knowledge. Typical spins are intersecting step by step all described four dimensions gathering each more information into nucleus. The four core dimensions of the model are connected also to each other with defined cycles. Scientific exploration related spins typically clarifies the application area. Technological research spins produce tangible IPR. Product/service creation spins generates MVP [5]. With MVP the concept, business model, manufacturing, logistics and value capture mechanisms can be refined further. Market transitions related spins gives more insight from competition, business opportunity and go to market options. Social and behavioral spins explore how the concept penetrates and is accepted in the assumed market.

As we can see, all key activities of the presented start-up commercialization model are connected into each other. So if a key finding in nucleus is changed typically it creates a resonance wave of spin cycles across all four core dimensions that changes some other nucleus findings as well. This illustration explains the mercury like of operating environment where the path for commercialization is explored. With the entrepreneurship in the heart of the model the venture aims to create and grow its capabilities during the execution in four dimensions: technical capabilities,





functionality, customer value creation and social insights. This approach and cyclical commercialization process has been also applied in the “Collo” case with validated and documented learnings.

### Chapter 3: Testing the premises in real business environment.

The first invention has found its way into an innovation with the above commercialization model using the in situ measuring development steps [6]. I will finalize this story by examining the technique developed in TUT. The concept was also described in my thesis [6, p. 76].

#### 3.1. Collo – a novel method for the benefit of processing industry

Collo [10] is a patent pending non-contact electrical analyzer that can be used in analyzing liquids and colloidal size suspensions which are introduced more in depth in [8 (in Finnish)]. Shortly, the colloidal suspensions [9] are particle - liquid mixtures with a particle size so small that the electrical forces generated around the particles cause them to suspend in the liquid regardless of the gravity. These suspensions are surprisingly largely abused in numerous processes such as mineral refinement, paint production, drug production, water treatment, preparation of certain foods, precipitation reactions in chemicals, the list can be continued elsewhere later.

Depending on the process, the state of suspensions is needed to optimize, which will save time, usage of raw materials, chemicals and energy. The state of dispersion includes variables such as:

- homogeneity (e.g. is the mixing ready),
- stability (e.g. is sedimentation taking place), and the

- interactions between particle surfaces and molecules.

The above features are typically analyzed in a laboratory because as an in situ -measuring the analysis has been problematic due to a harsh environments and lack of a proper technology. For example the light-based analyzers are often sensitive to accumulation of dirt and limited to a dilute suspensions. For this reason we have studied the resonator principle [7] and developed the idea together with our industrial partners using the systematic development approach in explained in [6, pp. 20]. We are currently in a verge of founding a business that will focus on providing these analyzer for the industry.

#### 3.2. Testing all this in real life

The most important task for this year will be the mechanical design and software design for Collo. We are currently developing different ways to connect in to a suspension vessel. Figure 2 shows a probe-design used for vessels that can be instrumented through the lid. On more basic level we are investigating the behavior of colloidal particles in the high-frequency electric field induced by the resonator and are interested on how the intensity and frequency of the field affects the received output of our resonator. This spring Collo is offering the high solid content suspension analyzer for selected customers with the in situ integration as described in this article. ▲

#### References

- Roy Rothwell, Towards the Fifth-Generation Innovation Process, Article in International Marketing Review 11(1):7-31 · February 1994
- David Snowden, Mary E. Boone, A leader’s framework for decision making, Article in Harvard Business Review, volume 85,

issue 11, pp 68-76, 2007

Guus Berkhout, Dap Hartmann and Paul Trott, Connecting technological capabilities with market needs using a cyclic innovation model, Article in R&D Management Volume 40, Issue 5 Pages 474–490, November 2010

Eric Ries, The Lean Startup: How Today’s Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses, September 13, 2011

Eric Ries, Frank Robinson 2001, <http://www.syncdev.com/minimum-viable-product/>. Definition stands on the “Sharpe Ratio” shoulders applying risk-adjusted return thinking into lean product design. It is a way to examine the performance of an experiment by adjusting for its risk.

M. Järveläinen, “Towards In Situ Methods for Characterization of Porous Materials Matti Järveläinen Towards In Situ Methods for Characterization of Porous Materials,” Tampere University of Technology, 2016.

T. Salpavaara, M. Järveläinen, S. Seppälä, T. Yli-Hallila, J. Verho, M. Vilkkö, J. Lekka, and E. Levänen, “Passive resonance sensor based method for monitoring particle suspensions,” Sensors Actuators B. Chem., vol. 219, pp. 324–330, 2015.

M. Järveläinen, T. Yli-hallila, T. Salpavaara, J. Verho, M. Vilkkö, and E. Levänen, “Kolloidisten suspensioiden online-analysointi: tutkimuksesta liiketoimintaa,” Materia-lehti, vol. 5. Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen ry, pp. 54–57, 2015.

R. G. Holdich, “Colloids and agglomeration,” in Fundamentals of particle technology, Loughborough: Midland Information Technology and Publishing, 2002, pp. 1–16

[www.collo.fi](http://www.collo.fi)

# Kaivosinvestointien teknistaloudellinen arviointi ja optimointi simulaatiomallien avulla

Kaivoksen taloudellista kannattavuutta koskevat päätökset tehdään useimmiten yksinkertaisilla kynä-paperi tason työkaluilla siinä, missä insinöörien käyttämät teknisen analyysin ohjelmistot ovat vuosien saatossa kehittyneet huimasti. Tämä on merkittävä epäkohta, jota ei enää 2010-luvulla pitäisi perustella laskennan monimutkaisuudella tai laskentatehon puutteella. Taloudellisen analyysin parantamiseksi voidaan soveltaa tietokonepohjaisia simulointimalleja, jotka mahdollistavat epävarmuuksien mallinnuksen ja niihin varautumisen. Ajamalla mallin kautta jo toimivan kaivoksen data voidaan luoda päätöksentekosääntöjä epävarmuuden oloihin ja näin lisätä kaivostoiminnan kannattavuutta.

**JYRKI SAVOLAINEN** (KTT, DI)

## Johdanto

Kaivosinvestointien taloudellinen kannattavuus on riippuvainen metallimarkkinoiden kehityksestä ja talouden sykleistä. Suomalaisessa kaivosteollisuudessa nähtiin mielenkiintoinen kaivosinvestointien kehityskulku Outokummun luovuttua kaivososaamisestaan 2000-luvun alussa ja metallien hintojen noustessa kaikkien aikojen ennätystasolle vuosien 2003 – 2008 aikana. Tuolloin monet uusien kaivoshankkeiden alullepanijat kuten Talvivaara, Raahen kultakaivos ja Kolari-Pajala rautakaivos, olivat vasta perustettuja yhtiöitä, joilla ei ollut olemassa olevia kaivoksia tai aiempaa kokemusta alalta yhtiönä. Hetken näytti siltä, että alan dynamiikka oli muuttunut useamman kai-

voksen omistavasta suuryhtiöstä kohti useita pieniä, yhden kaivoksen toimijoita.

Jälkiviisaasti tarkasteltuna useimmat näistä yhden kaivoksen varassa toimineista yrityksistä jäivät tähdenlennoiksi Suomen kaivoskartalla ja päättivät toimintansa ensimmäiseen metallimarkkinoiden hintashokkiin. On toki huomattavaa, että suomalainen kaivosbuumi toi Suomeen myös kannattavia kaivoksia kuten Kittilän kultakaivos ja Sodankylän kuparikaivos. Pienten yhden kaivoksen toimijoiden osalta voimme perustellusti kysyä, mikä meni pieleen?

## Kaivoksen kassavirtalaskelma

Yleisimmin kaivosten kannattavuuden analyysissä käytetään yksinkertaisia net-

tokassavirtojen laskentaan pohjautuvia menetelmiä, joissa tulevaisuuden odotetuista tuotoista vähennetään niiden synnyttämiseen käytetyt kustannukset. Kun nettokassavirroista vähennetään tarvittavat investoinnit, saadaan tuloksena investoinnin nettoarvo (kuva 1). Vaihtoehtoisten sijoitusmahdollisuuksien ja riskin huomioimiseksi kassavirroille tehdään arvon alennus eli *diskonttaus*, joka on sitä suurempi mitä kauempana tulevaisuudessa tuotot ovat<sup>1</sup>. Jos saatava investoinnin nettonykyarvo (engl. Net Present Value, NPV) on suurempi kuin nolla, niin investointi on kannattava.

Kaivosprojektien taloudellisissa analyysissä on otettava huomioon suuri määrä epävarmuuksia<sup>2</sup>, joista tässä keskitymme



Kuva 1. Kaivoksen nettoarvon laskennan periaate.

<sup>1</sup> Sama toimii myös toisinpäin eli nyt saatavan euron arvo on suurempi kuin euron arvo tulevaisuudessa. Esimerkiksi: sijoitetaan tänään saatu euro riskittömällä 1,75% korolla. Tällöin nykyeuron arvo viiden vuoden päästä on 1,09 € (kaavasta  $1 \cdot (1 + 0,0175)^5$ ).

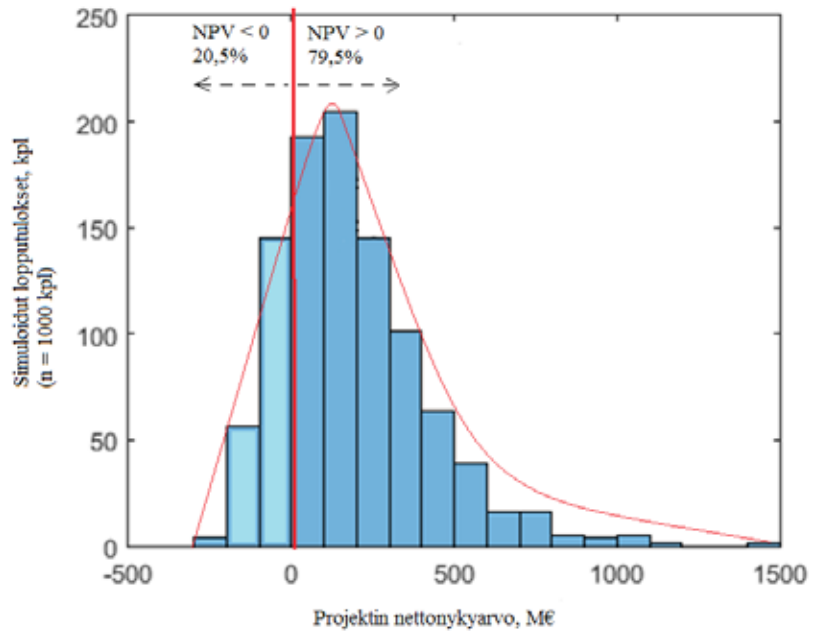
<sup>2</sup> Suuri osa muuttujista voidaan jättää huomiotta sikäli kuin niiden vaikutus kaivoksen arvoon on vähäinen.

tarkastelemaan numeerisesti esitettäviä epävarmuuksia eli ns. *parametrisia* epävarmuustekijöitä<sup>3</sup>. Ehkä yleisin keino ”hallita” epävarmuutta nettonykyarvon laskennassa on nostaa investoinnin diskonttaus korkoa vastaamaan arvioitua projektin riskitasoa, jolloin esimerkiksi suunnitteluvaiheen projektin kassavirrat diskonttataan suuremmalla korolla kuin jo toimivan kaivoksen tuotot. Toinen vaihtoehto on esittää kassavirtalaskelman yhteydessä herkkyysanalyysi, jolla tutkitaan esimerkiksi hintojen laskun tai valuuttakurssien muutoksen vaikutusta kokonaiskannattavuuteen tekemällä niille kiinteä tasokorjaus ylös- ja alaspäin. Tämä tarkastelu on kuitenkin helppo kyseenalaistaa. Herkkyysanalyysissä (usein) oletetaan, että kaikki parametrit liikkuvat yhtäaikaaisesti samaan suuntaan, vaikka todellisuudessa esimerkiksi metallien hinnoilla ei ole minkäänlaista riippuvuussuhdetta projektin tekniseen onnistumiseen.

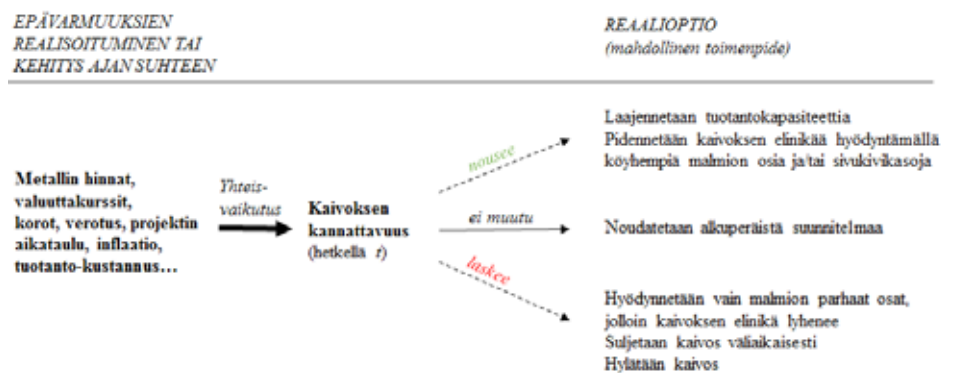
Herkkyysanalyysiä edistyneempi vaihtoehto on ajaa kassavirtalaskelmalle niin sanottu Monte Carlo (MC) –simulaatio, jossa kassavirtalaskelma ajetaan *n* kertaa eri muuttujien arvoilla ja lopputuloksena saadaan projektin nykyarvon todennäköisyysjakauma. Todennäköisyysjakauma kuvaa myös investoinnin riskitasoa: kuvan 2 esimerkkituulokuvasta nähdään, että projekti on kannattava (simulaation mukaan) 79,5 % todennäköisyydellä. Laskettaessa perinteiseen tapaan yksi NPV-luku ei vastaavaa todennäköisyysinformaatiota ole olemassa. Nykytekniikalla MC-simulaatioita pystyy ajamaan jo maksullisten Excel-lisäohjelmistojen kautta<sup>4</sup>, joten kynnyksen niiden käyttöönottoon on matalampi kuin ehkä yleisesti kuvitellaan.

### Epävarmuuksien mallintaminen ja niihin varautuminen

Huolimatta Monte Carlo –analyysin eduista sekään ei huomioi yhtä kaivosprojektien erityispiirrettä: *mahdollisuutta varautua epävarmuuksien realisoitumiseen*. Kuten tunnettua, kaivoksia suljetaan väliaikaisesti hintojen painuessa alle kannattavuusrajan ja avataan taas hintojen noustessa. Vähemmän radikaaleina toimenpiteinä loushintasuunnitelmaa voidaan muuttaa kohti rikkaampia malmion osia kannattavuuden parantami-



Kuva 2. Projektin nettonykyarvon todennäköisyysjakauma Monte Carlo –simulaatiosta. Simulaatiokierrosten lukumäärä 1000 kpl, josta projektin NPV:n keskiarvo noin 185 M€. Ohut punainen käyrä kuvaa jakauman arvioitua muotoa.



Kuva 3. Epävarmuuksien vaikutus kaivoksen toimintaan.

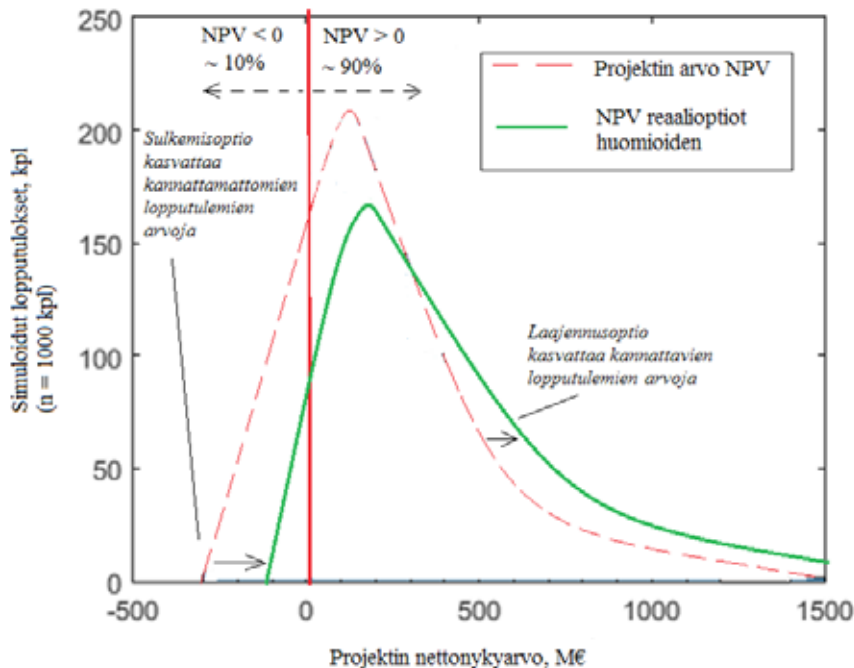
seksi (usein myös lyhentää kaivoksen elinikää). Osa kaivoksen fyysisestä tuotannosta voidaan myydä kiinteällä hinnalla etukäteen tulevaisuuden kassavirtojen takaamiseksi (engl. hedging). Näitä ja muita mahdollisia varautumistoimenpiteitä tai tuotannon joustavuuksia kutsumme yleisnimityksellä *reaalioptiot*. Sanan *optio*-loppuosa viittaa mahdollisuuteen, mutta *ei pakkoon* toimia.

Kaivoksen taloudellisuuden kannalta reaalioptioiden rooli on kaksijakoinen: ensimmäiseksi suojata tuottoja epäedullisten olosuhteiden vallitessa ja toiseksi luoda lisätuottoja olosuhteiden kääntyessä ennakoitua paremmiksi. Kuvassa 3 on esitetty havainnekuva reaalioptioiden käytännön soveltamisesta kaivoksen toiminnassa.

<sup>3</sup> Päätöksenteko-ongelmaan sisältyy usein myös rakenteellista tai päätöksentekoon liittyvää epävarmuutta esimerkiksi teknologian muutokseen tai kaivosten lupakysymyksiin liittyen. Näitä epävarmuuksia ei (usein) voida arvioida numeerisesti, jolloin kassavirtalaskelman rooli menettää merkitystään.

<sup>4</sup> Esimerkiksi @Risk® ja Crystal Ball® –laajennukset.





Kuva 4. Projektin nettonykyarvon todennäköisyysjakauma Monte Carlo –simulaatiosta ottaen huomioon tuotannon joustavuudet (ts. reaaliopitot).

Ajatustasolla voidaan olettaa yksinkertainen tapaus, jossa yhtä metallirikastetta tuottava esimerkkikaivos voidaan sulkea väliaikaisesti tuotannon pudotessa alle kannattavuusrajan tai tuotantoa voidaan laajentaa hintojen kehittyessä yleistä näkemystä paremmin (vrt. kuva 3). Oletetaan lisäksi, että näiden toimenpiteiden kustannukset ovat pienet<sup>5</sup>. Nyt väliaikaisen sulkemisen mahdollisuus vähentää negatiivisten lopputulosten määrää Monte Carlo -simulaatiossa, koska kaivosta *ei ole pakko* pitää auki sen ollessa kannattamaton. Toisaalta esimerkkikaivoksen laajennusoptio kasvattaa positiivisten lopputulosten arvoa, mutta sekin toteutetaan vain riippuen kulloisestakin simuloidusta hintakehityksestä. Periaatetason kuvaus reaaliopitoiden vaikutuksesta kaivoksen arvon todennäköisyysjakaumaan on esitetty kuvassa 4. Kuvan perusteella voidaan päätellä, että *epävarmuuksiin varautuminen reaaliopitoilla lisää kaivoksen arvoa*.

### Kaivoksen taloudellisuuden optimointimalli

Reaaliopitopohjainen ajatusmalli on siis periaatteiltaan selkeä ja tiedämme, että näin kaivosmaailma myös käytännössä toimii. Ongelmana analyysin kannalta kuitenkin on ollut se, kuinka laskea joustavuuksien vaikutus kaivoksen kannattavuuteen epävarmuuden oloissa. Toisin sanoen nykyisillä mallinnusmenetelmillä<sup>6</sup> pystytään kyllä rakentamaan keinotekoisesti yksinkertaisettuja tilanteita päätöksenteon tueksi, mutta ne eivät pysty kuvaamaan kaivoksen todellisuutta, jossa useat epävarmuudet vaikuttavat yhtä aikaa ja useita toisiinsa vaikuttavia reaaliopitot on käytössä. Esimerkiksi mikään ei estä samanaikaista louhintasuunnitelman päivitystä tuotannossa ja hintojen suojaamista sopimusten kautta.

Vastauksena tähän ongelmaan väitöskirjassani kehitettiin systeemidynaaminen (SD) kaivosinvestointien analyysimalli, joka kuvaa yksityiskohtaisesti kaivoksen toi-

mintaa sekä tekniseltä että taloudelliselta näkökannalta. Systeemien tutkimuksessa puhutaan termistä ”Requisite variety”, jolla tarkoitetaan vapaasti käännettynä sitä, että mallin ominaisuuksien tulisi vastata mallinnettavan tilanteen moniulotteisuutta. Yksityiskohtaisuuden lisääntyminen kaivosten mallinnuksessa on siis askel eteenpäin, koska aiemmat mallit ovat keskittyneet kaivosten kuvaamiseen yleisellä tasolla ja yksinkertaistaneet ongelman asettelua liiaksi. Näin ollen niiden pohjalta ei ole voitu tehdä useinkaan tehtä reaaliopitioanalyysiä uskottavasti.

Kehitetty analyysimalli räätälöidään kaivoskohtaisesti kuvaamalla siihen keskeiset kannattavuuteen vaikuttavat avaintoiminnot, kuten louhinta- ja tuotantosuunnitelma, rahoitusrakenne, investointisuunnitelma, voimassaolevat taloudelliset sopimukset ja niin edelleen. Räätälöinnin jälkeen mallin tiedonkeruu automatisoidaan yrityksen käyttämiin sisäisiin ja ulkoisiin tietokantoihin. Yhdistämällä tällä tavoin kaikki kaivokseen liittyvä data päästään tarkastelemaan kaivoksen kokonaistaloudellisuutta siinä, missä perinteiset optimointityökalut ovat toimintokohtaisia<sup>7</sup>.

Malli ajaa Monte Carlo -simulaation  $n$  (esimerkiksi  $n = 10\,000$ ) kertaaottaen huomioon olemassa olevat ja suunnitellut reaaliopitot suhteessa epävarmuuksien realisoitumiseen. Näin voidaan tarkastella esimerkiksi optimaalista laajentamisaikakohtaa ottaen huomioon tulevaisuuteen liittyvä epävarmuus tai määrittää hintasuojauksista maksettavalle summalle katto. Simulaatituloson pohjalta voidaan edelleen johtaa päätöksentekosääntöjä<sup>8</sup> vallitseviin epävarmuuden oloihin, mikä voi sekä säästää kustannuksissa että kasvattaa operaatioiden tuottoja (kuva 5).

### Yhteenveto

Kaivokset ovat monimutkaisia teknistaloudellisia kokonaisuuksia, joiden toimintaan liittyy sekä epävarmuuksia että joustavuutta. Nykyiset yhteen hintaennusteeseen pe-

<sup>5</sup> Todellisuudessa kaivosten väliaikaisten sulkemisten kustannukset ovat merkittäviä. Kustannuksista johtuen markkinoilla nähdään ”hystereesi”-ilmiö, jossa kannattamattomia kaivoksia ajetaan pidempään kuin olisi taloudellisesti kannattavaa ja toisaalta kaivoksia ei avata heti, kun ne nousevat kannattavuusrajan yli.

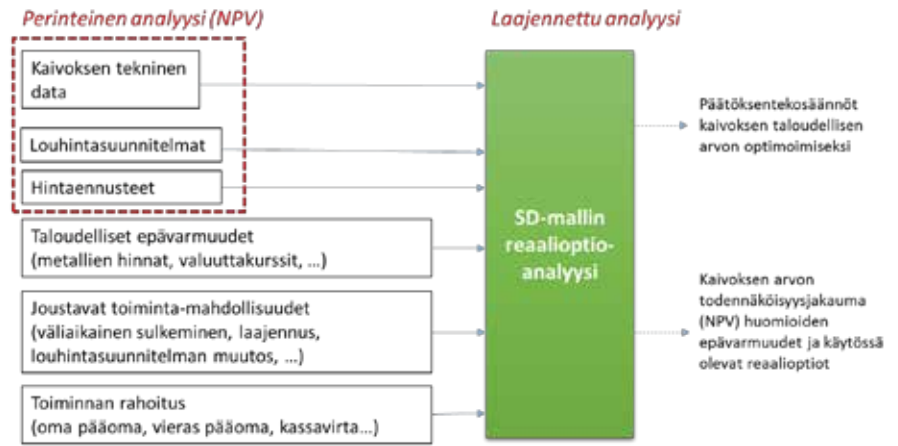
<sup>6</sup> Esimerkiksi päätöspuumenetelmät, lineaarinen optimointi.

<sup>7</sup> Vrt. esimerkiksi louhintasuunnitelmassa optimoitavan Net Smelter Return (NSR) -arvon kattavuus ottaen huomioon koko kaivoksen toiminnot ja sopimukset.

<sup>8</sup> Optimaalisen ajotavan määrittäminen on mahdollista vain ex-post eli jo tapahtuneen pohjalta. Tulevaisuuden epävarmuuden takia malli voi antaa ainoastaan tulevaisuutta ennakoivia toimintasuosituksia (= päätöksentekosääntö).

rustuvat analyysimenetelmät eivät pysty tuottamaan luotettavaa kuvaa kaivosten todellisesta pitkän tähtäimen toimintaedellytyksistä. Kaivosinvestointien kannattavuusanalyysejä voidaan kehittää käyttämällä edistyneitä, reaaliopitot huomioon ottavia simulointimalleja. Kehittyneen mallinnuksen kautta voidaan parantaa sekä uusien investointien suunnittelua että jo avattujen kaivosten toimintasuunnitelmien taloudellisuutta. ▲

Jyrki Savolaisen väitöskirja ”Analyzing the profitability of metal mining investments with system dynamic modeling and real option analysis” (ISBN 978-952-335-040-3 ja ISSN 1456-4491) on tarkastettu Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa 17.12.2016. Hänellä on noin 10 vuoden kokemus kaivosteollisuudesta. savoljyr@gmail.com; +358 50 5279 404



Kuva 5. Perinteisestä NPV-analysistä reaaliopitioanalyyysiin.

## Malminetsinnän & timanttikairauksen palkittu edelläkävijä

Safe Discovery Award – Innovaatio  
Myöntänyt Anglo American Plc.

ISO 14001  
Ympäristösertifikaatti  
vuodesta 2004

Vuoden ympäristöteko 2013  
Myöntänyt Euro Mining Jury, Suomi.

Palkittu suljetun kierron järjestelmä

**KATI**  
Oy Kati Ab Kalajoki  
Sievintie 286 | 85160 Rautio  
www.oykatiab.com

**NEWPAKKOLA**

# CONVEYOR TECHNOLOGY SPECIALIST

DESIGN & ENGINEERING + PRODUCTION & INSTALLATION + MAINTENANCE SERVICES

NewPaakkola is an engineering and manufacturing company which brings innovative conveyor solutions to the industry. We combine design and engineering in an efficient, ecological, operational and reliable manner. **Our aim is to save the costs of our clients.**

[www.newpaakkola.com](http://www.newpaakkola.com)

# Mikrovaskoolin toteutus ja testaus

**ANTTI PERONIUS**, geologi, Hangasojan kulta  
**JOUKO KARINEN**, geologi, projekti-insinööri, Lapin AMK

## Tausta

Kultaan liittyvä geokemiallinen analytiikka on ongelmallista, sillä pienenkin kultapartikkelin painoarvo näytteessä on huomattavan suuri ja voi vääristää tulosta. Kultanäytteiden yhteydessä puhutaan sparsity effectistä. Tämä tarkoittaa sitä, että näytteestä mitattu kultapitoisuus kuvastaa ennemminkin yksittäisen kultapartikkelin todennäköisyyttä osua näytteeseen kuin näytteen todellista kultapitoisuutta. Tuoksina on usein korkeita pitoisuuksia ja nollatuloksia, ei juurikaan mitään näiden väliltä (Clifton et al. 1969).

Kultapartikkelien painoarvon aiheuttama epävarmuustekijää voidaan vähentää kehittämällä menetelmää, jolla saataisiin talteen ja analysoitaisiin erikseen myös mikroskooppisia (<50 µm:n) kultapartikkeleita. Tämä mikrohippujen eristäminen on perinteisesti suoritettu käsin tehtävällä hienovaskauksella.

Olemme kehittäneet Lapin AMK:n Arctic Steel and Mining-tutkimusryhmässä laitetta, jolla tämä hienovaskaus voitaisiin toteuttaa koneellisesti. Laitteen testaus on toteutettu Lapin AMK:n Mineralogian laboratorioympäristössä (MinLappi), jota käytetään kaivos- ja mineraalitekniikan laboratoriotöiden ja opetuksen toteutuksessa. Usein halutaan tutkia myös mikrokokoisten kultapartikkelien ulkonäköä ja tehdä sen perusteella arvioita partikkelien genetiikasta ja kulkeutumisprosesseista.

## Kullan esiintyminen maaperässä

Kulta esiintyy maaperässä hyvin erikokoisina ja -muotoisina partikkeleina, mikä riippuu kullan primäärilähteestä ja kultapartikkelin kulkeutumishistoriasta. Kultapartikkelin koon on todettu olevan kääntäen verrannollinen sen etäisyyteen lähtöalueesta ja hienojakoista kultaa on löydetty jopa 400 km:n etäisyydellä primäärilähteestä (Marsden & House 2006).

Kultapartikkelien muodon perusteella voidaan päätellä niiden kulkeutumishistoriaa. Pyörinyt partikkelit kuvastavat pidempiaikaista kulkeutumista ja kilometrin jäätikkökuljetuksessa ollut hippu on täysin pyörinyt. Litteäksi takoutunut hippu on ollut virtaavan veden kuljetettavana.

Menetelmä	Näytteenkäsittelynopeus	Tarkkuus µm
Knelson + mikrovaskaus	4 näytettä/pvä	Jopa <5
Lautasspiraalierotin	10 näytettä/pvä	>30
Perinteinen vaskaus	20 näytettä/pvä	>40

**Taulukko 1:** Näytteenkäsittelytarkkuuksien vertailua painovoimapohjaisessa erotuksessa.

Jos kultapartikkelista voidaan tunnistaa primäärirakenteita tai se on rakenteeltaan kulmikas, sen voidaan päätellä kulkeutuneen lyhyen matkan ja sijaitsevan lähellä primäärilähdettään (Levson & Giles 1993).

Kultahippujen primäärirakenteiden olemassaolon varsinkin ulkopinnoilla on tulkittu kuvastavan hyvin lyhyttä kulkeutumismatkaa ja primäärirakenteiden puuttuminen kokonaan kuvastaisi pidempää kulkeutumista.

Tulkinnassa pitää olla hyvin varovainen, sillä kuluneisuus (havainto) ja kulkeutuneisuus (tulkinta) eivät ole synonyymejä. Lisäksi hippujen lähtömuodot voivat vaihdella valtavasti ja kuljetusprosessit voivat tuottaa yllättäviä lopputuloksia. Hippuun voi jopa uudestisyntyä kulkeutumishistorian aikana primäärirakenteiden näköisiä rakenteita.

## Sparsity-effect

Sparsity effect- käsite sisältää tavallaan kaksi eri asiaa. Kultapartikkeli pienessä näytteessä nostaa keskipitoisuuden hyvin korkealle ja kultapartikkeleita sisältävästä moreenista otettu toinen pieni näyte ei sisällä lainkaan kultaa ja antaa nollatuloksen. Toinen elementti on keskijajonta, sillä silloinkin, jos kultapartikkeleita on runsaasti ja näytteenotto on onnistunut, on analyysitulosten välillä suuria eroja ja keskijajonta vääristää tulosta.

Kolmas moreeninäytteenottoa sotkeva asia on kullan voimakas rikastuvuus kaikissa eksogeenisissä prosesseissa. Rinneprosessit jopa ilman vettä rikastavat kultaa voimakkaasti. Painovoiman vaikutuksesta ominaispainoltaan korkeat partikkelit rikastuvat helposti ja kultaesiintymiä on löydetty mm. debrisvirtausten kerrostumista (colluvial placers).

Veden läsnä ollessa rikastuminen on vielä voimakkaampaa, ja merkittäviä kultaesiintymiä tavataan tyypillisesti jokikerrostumien yhteydessä (fluvial placers) (Marsden & House 2006).

Kullan pysyvyys monimutkaistaa tätä asiaa vielä lisää. Vaikka voitaisiinkin osoittaa, että moreeni laajasti ajatellen olisikin suhteellisen homogeenista, niin moreenin lähtöaineksen heterogeenisyys heijastuu moreeniin ja moreenissa saattaa olla kultapitoisuudeltaan hyvin erilaisia linssejä tms. rakenteita. Kultapitoisuuden vaihtelu moreenissa kuvastaakin monimutkaisella tavalla lähtöainesta, kulkeutumismatkaa ja moreenin synnyn mekanismeja, joista keskeisintä on veden läsnäolo.

Moreenin kultapitoisuuden luotettavaan määrittämiseen on ratkaisuna suuri näyttekoko ja näytteen rikastaminen. Näytteen jakaminen ei kultahippututkimuksissa toimi, sillä yksikin mikrohippu on anomaalinen.

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa 10–20 kg näyte on luotettava. Kvantitatiiviseen analyysiin käytetään tyypillisesti satojen litrojen näytettä. Kultapartikkeleiden kokojakauman tunnistaminen on kvantitatiivisessa analyysissä tärkein tekijä, mutta yleisesti alan kirjallisuudessa todetaan, että kvantitatiivisen analyysinkään tarkkuus ei oleellisesti parane enää 700 litran näytteen jälkeen. (Clifton et al. 1969)

## Menetelmä – Knelson + hienovaskaus

Moreenin kultapitoisuuden määrittämisessä toimivaksi todettu menetelmä on näytteen esirikastus Knelson-spiraalierotimella, minkä jälkeen kultahiput erotetaan mikrovaskauksella ja analysoidaan stereomikros-



koopilla. Kyseisen menetelmän on todettu pystyvän kertaluokkaa parempaan määrittärsrajaan tavallisiin märkägeokemiallisiin menetelmiin verrattuna (Taulukko 1). Menetelmän etuna on myös kemikaalittomuus.

Mikrovaskauksessa raskasneeste on keskeisessä roolissa, sillä näytteeseen jäävät esirikastuksen jäljiltä vain ominaispainoltaan raskaimmat partikkelit. Tässä tapauksessa muut raskasmineraalit todennäköisesti suojaavat kultapartikkeleita joutumasta suspensioon. Hienojakoiset kultapartikkelit liittyisivät siis muiden raskasmineraalien mukana osaksi muodostunutta raskasnestettä, jolloin ne eivät huuhtoutuisi pois. Tätä tukee se havainto, että hienovaskaus on vaikeampaa, jos muita raskasmineraaleja ei ole läsnä (yleensä enimmäkseen raudan oksideja).

Mikäli mikrovaskoolin automatisointia vietäisiin pidemmälle, voisi laitteiston toimintaa ohjata suurnopeuskameran ja ohjelmiston avulla. Suurnopeuskameran avulla voidaan tarkastella yksittäisten partikkeli liikettä virtauksessa, jolloin saataisiin käsitys kokonaisprosessista. Kameroilla saadaan otettua tuhansia kuvia sekunnissa ja kahden peräkkäisen kuvan aikaerosta voidaan määrittää tarkasteltavan partikkelin nopeus virtauksessa. Suurnopeuskameroita on käytetty virtausdynamiikan määrittelyssä syöttämällä tarkasteltavaan liuokseen synteettisiä, jopa 10 µm:n partikkeleita ja tarkkailemalla näiden liikettä virtauksissa ("Imaging the flow", Vision Systems Design, 2016).

Lienee syytä tarkastella, voisiko samaa kuvaustekniikkaa hyödyntää yksittäisten kultapartikkeli liikkeiden seuraamiseen ja veden virtausdynamiikan määrittelyyn vaskoolissa. Lopputuloksena voisi olla täysin automaattinen laite, joka toistuvan liikesarjan sijaan suorittaa tilanteeseen sopivan liikkeen. Laite analysoisi tilanteen liuoksen värin harmaasävyarvon tai suspendoituneiden kultapartikkeli määrän perusteella ja valitsisi sen pohjalta liikkeen huuhtelun ja täristyksen väliltä.

Myöskin valomikroskopointi-vaiheen automatisointia lienee syytä tutkia, sillä se on aikaa vievää ja tulkinta on tässäkin tapauksessa käyttäjästä kiinni. ▲

## Lähteet

Clifton H.E et al. 1969. Sample Size and Meaningful Gold Analysis. Geological survey professional paper 625-C. United States Government Printing Office, Washington.

Marsden, J.O. ja House, C.I. 2006. The chemistry of gold extraction, 2nd edi-

tion. *Littleton, Colo.: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, cop. 2006.* 651p.

Levson, V.M. ja Giles, T.R. 1993. Geology of Tertiary and Quaternary Gold-bearing Placers in The Cariboo Region, British Columbia. *Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, bulletin 89.* December 1993 Victoria British Co-

lumbia Canada.

Vision Systems Design:n verkkosivu. < <http://www.vision-systems.com/articles/print/volume-15/issue-10/Features/imaging-the-flow.html> >. 04.08.2016.

## Kiitokset

*Haluamme antaa erityiskiitokset K.H. Renlundin säätiölle, joka mahdollisti tutkimuksen toteutuksen.*

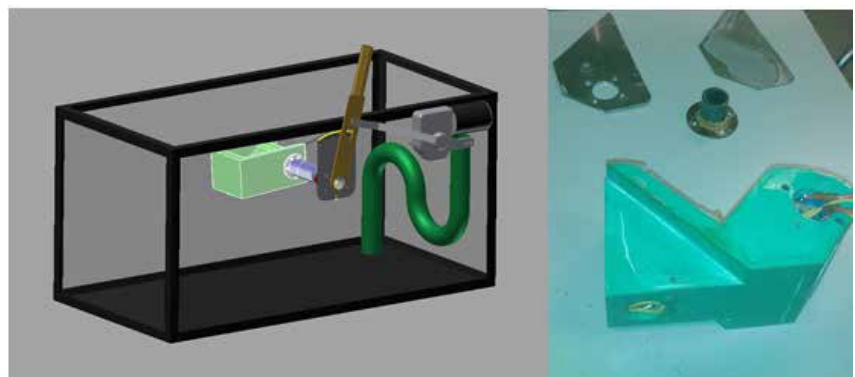
## Testilaite

Koneellisen mikrovaskauksen toteutusta varten on Lapin Ammattikorkeakoulun toimesta rakennettu testilaite, joka jäljittelee käyttäjän liikeratoja vaskauksen aikana (Kuva 1). Perusajatuksena on, että veden noste vaikuttaisi samalla tavalla kuin käsin tehtävässä mikrovaskauksessa. Tämän takia laite on sijoitettu akvaarioon, jossa erottelijan muodostuu noste. Rikastustapahtumaa pystytään seuraamaan reaaliaikaisesti lasin lävitse, ja laitteistoon on mahdollista liittää suurnopeuskamera.

Erottelijana toimii edestakaisin liikkuva kaukalo, jonka keskellä on kolmiomainen syvennys. Raskasmineraalit rikastuvat syvennyksen pohjalla olevaan uraan. Kaukalon lähtötason kallistuskulma on säädettävissä. Erottelijan sisällä on kaksi tasavirta-sähkömoottoria, jotka aiheuttamallaan värinällä jäljittelevät taputusliikettä vaskoolin kummallakin puolen. Veden pinta akvaariossa nostetaan erottelijan tasolle, jolloin vesi saadaan virtamaan laminaarisesti keinuvan kaukalon yli. Keinuva liike luodaan erottelijalle henkilöauton tuulilasinyyhkijän moottorilla (Kuva 2).

Säädettäviä elementtejä on siis kaikkiaan neljä: värinän taajuus, keinuvan liikkeen nopeus, alustan kaltevuus ja laminaarisen virtauksen määrä.

Tavoitteena testilaitteella on saada toistettavia tuloksia ja päästä lähelle käsin tehtävän vaskauksen erotuskykyä. Pidemmällä tähtäimellä olisi tarkoitus myös luoda jonkinlainen ihmisen kädenliikkeitä jäljittelevä, epälineaarinen liikesarja. Suuremmassa mittakaavassa voisi lopullisena kokoonpanona olla täysin automatisoitu laitteisto, joka reagoisi olosuhteiden muutoksiin ja määrittäisi tarvittavat liikkeet seuraamalla liuoksen sameutta ja kultapartikkeli liikettä käyttäytymistä liuoksessa.



**Kuva 1:** Suunnittelun 3D-malli konevaskoolista (vas.) ja siihen liittyvä erottelija (oik.).



**Kuva 2:** Konevaskoolin testilaite ylhäältä kuvattuna (vas.). Erottelijan edestakainen liike saa voimansa henkilöauton tuulilasinyyhkijän sähkömoottorista (oik.).



# Kaivostoimintaa Tampereella

Harva varmaan varmaan tietää, että myös Tampere on suomalainen kaivoskaupunki. Sandvikin Tampereen tehtaan alueella Myllypurossa sijaitsee aktiivinen kahdessa tasossa maan alla toimiva testikaivos. Virallisesti se ei ole kaivos, eikä se niin ollen kuulu kaivoslainsäädännön piiriin, koska siellä ei louhita malmia, vaan pääasiallinen tarkoitus on maanalaisten poraus- ja lastauslaitteiden kehitys ja testaus.

Teksti **MAUNU MÄNTTÄRI**, Specialist, Mining Applications, kuvat **SANDVIK**

**T**estikaivoksen historia ulottuu 1970-luvun alkupuolelle, kun silloinen suomalainen kaivoslaittevalmistaja Tamrock halusi kasvattaa poralaittevalmistuskapasiteettiaan. Alkuperäinen Tampellan alueella sijaitseva tehdas oli jäänyt auttamatta pieneksi ja Tampereen kaupungin kanssa saatiin sovituksi uusi tontti tehtaalle Myllypuron teollisuusalueelle. Oleellinen seikka tontin valinnassa olivat siellä sijainneet otolliset kallio-olosuhteet. Silloinen Tamrockin johto oli nimittäin päättänyt, että uuden tehtaan yhteyteen tehtäisiin myös testikaivos. Testikaivoksen louhinnat aloitettiin samaan aikaan kuin tehtaan rakennustyöt 1971.

Nyt yli 45 vuoden ikään ehtineen testikaivoksen merkitys Sandvikille ja erityisesti sen Tampereen tehtaalle on ajankohtaisem-

pi kuin koskaan aikaisemmin. Mittavat rahalliset investoinnit testikaivoksen kehitykseen ja eri toimintojen laajentamiseen ovat osoituksena paikan tärkeydestä myös ylimmän johdon silmissä.

Sandvik on maailman ainoa kaivoslaittevalmistaja, jolla on tehdasalueellaan oma kaivos. Kaikki Tampereella valmistettavat maanalaiset poralaitteet, joita on vuosittain useita satoja, testataan poraamalla oikeaan kiveen. Näin halutaan varmistaa, että asiakkaalle toimitettava tuote on aidosti plug-and-play eli toiminnallisuus on varmistettu aidossa ympäristössä eikä säätöä ja viritämistä enää tarvita. Asiakaslaitetestauksen lisäksi testikaivos palvelee Sandvikia monella muullakin tavalla. Omalla tontilla sijaitseva realistinen testiympäristö antaa luonnollisesti etua erilaisille tutkimus- ja tuotekehitysprojekteille, joiden tulokse-

na saadaan kaivosolosuhteisiin soveltuvia tuotteita nopeasti markkinoille.

Porakone on porauslaitteen oleellisin yksittäinen komponentti ja sen kehittämiseen satsataan paljon. Testikaivos toimii porakoneiden testipaikkana alusta alkaen. Uudet prototyypit sekä konseptitestausta suoritetaan yleensä ensin erillisissä testipenkeissä, joita on useita omissa testihalleissaan. Seuraavana vaiheena on testaus aplikaatiotesteillä, jotka tehdään joko peränporaus-, kallionlujitus- tai tuotantoporauslaitteella.

Testikaivoksessa on myös oma erillinen alueensa autonomisesti kulkevia maanalaisia lastaus- ja kuljetuslaitteita varten. Siellä kehitetään ja esitellään asiakkaille AutoMine® -tuoteperheen tarjontaa. Niiden kehittämisen aloitettiin jo 1990-luvun alussa täällä samassa paikassa. Alue on pyritty tekemään mahdollisimman monikäyttöiseksi ja siellä





## Kaikkia sovelluksia pystytään testaamaan reaaliaikaisesti autenttiossa ympäristössä.

on muun muassa kaatokuilu, johon voidaan kipata kivet joko lastarin kauhasta tai dumpperin lavalta. Etävalvomo, josta voidaan seurata ja hallinnoida autonomisella alueella liikkuvia koneita, sijaitsee myös testikaivoksessa.

Sandvikin kaivosautomaatiojärjestelmän kehittäjät saivat suomalaisen insinööriyöpalkinnon vuonna 2013. Automaatiojärjestelmässä yhdistetään tekniikan eri osa-alueiden, mekatroniikan, säätötekniikan, turvallisuustekniikan sekä erilaisten informaatio- ja viestintäteknologioiden osaamista. Automaatiojärjestelmää rakennettaessa on tehty myös pioneerityötä asiakaslähtöisyydessä ja tiimityöskentelyssä yli yksikkö- ja yritysrajojen.

Kaikkien oleellisten kehitys ja testaus-toimintojen lisäksi testikaivos toimii myös erinomaisena demoympäristönä asiakasvierailuille. Lähes päivittäisten AutoMine- ja porauslaite-esittelyiden lisäksi järjestetään koekaivoksessa myös ajoittain suuria masatapahtumia kuten uusien tuotteiden lanseerauksia sekä asiakas- ja lehdistötilaisuuksia. Viime vuosina koneet ovat kehittyneet entistä turvallisemmiksi ja käyttäjäystävällisemmiksi. Lisäksi automaatio ja digitalisaatio ovat lisääntyneet. Turvallisuuteen,

tuotekehitykseen, tutkimukseen ja data-pohjaiseen tiedonkeruuseen panostetaan jatkuvasti, sillä historia on osoittanut, että jatkuvalla tuotekehitysyhteistyöllä kansainvälisten asiakkaiden kanssa on suuri merkitys yhtiön menestyksessä. Digitalisaatio ja IoT -pohjaiset sovellukset ovat arkipäivää automaation lisäksi. Kaikkia sovelluksia pystytään testaamaan reaaliaikaisesti autenttiossa ympäristössä Sandvikin testikaivoksessa.

Testikaivoksen turvallisuutta parannetaan jatkuvasti. Ehdottomasti rahallisesti suurin viime vuosien satsaus on ollut kuiluprojekti, joka valmistuu toukokuussa 2017. Tässä projektissa uudenaikaistettiin testikaivoksen ilmanvaihto sekä saatiin uusi hätäpoistumistie alatasolta maanpintaan. Vierailijoiden ja oman henkilökunnan turvallisuutta on parannettu myös siirtymällä sähköiseen RFID-tekniikalla toimivaan kulunvalvontaan ja paikkaseurantaan sekä ottamalla käyttöön pelastautumispakkaukset.

Yhteenvetona voidaan todeta, että testikaivos on koko olemassa olonsa ajan ollut ja tulee olemaan merkittävässä asemassa Sandvik Mining and Rock Technologyn liiketoiminta-alueen osaamiskeskuksena sekä tuotteiden kehityksessä ja tutkimuksessa. ▲

## Sandvik Group

Sandvik Group on kansainvälinen korkean teknologian teollisuuskonserni, jonka pitkälle kehitetyt tuotteet parantavat asiakkaiden tuottavuutta, turvallisuutta ja kannattavuutta. Sandvik on markkinajohdaja valikoiduilla erikoisaloilla. Näitä ovat metallintyöstössä käytettävät työkalut, kaivos- ja urakointiteollisuuden laitteet ja työkalut, ruostumattomat materiaalit, erikoismetalliseokset, metalliset ja keräämiset kestmateriaalit sekä prosessijärjestelmät. Vuonna 2016 konserni työllisti 43 000 henkilöä ja sillä oli työntekijöitä ja toimintaa yli 150 maassa. Liikevaihto oli noin 82 miljardia Ruotsin kruunua.

Sandvikilla on Suomessa toimintaa Tampereella, Turussa, Lahdessa, Hollolassa ja Vantaalla. Sandvik työllistää Suomessa noin 1900 henkilöä. Tampereella työskentelee noin 1000 ja Turussa noin 570 henkilöä. Tuotannosta yli 95 prosenttia menee vientiin. Tampereella valmistetaan maanalaisia ja -päällisiä porauslaitteita. Lisäksi siellä sijaitsevat teknologian osaamiskeskus, koekaivos ja automaatiotoiminnot. Turussa valmistetaan lastauslaitteita ja dumppereita, ja siellä sijaitsee myös laitteiden ja teknologian osaamiskeskus.





# UUTUUS SANDVIK CS550 MURSKAAVAAN MENESTYKSEEN

Sandvik tarjoaa huippu-uutuuden välimurskaukseen: Sandvik CS550 -kartiomurskain on todellinen tuottavuuden supersankari! Se mahdollistaa jopa 50 % suuremman kapasiteetin kuin muut vastaavat murskaimet – lisäksi murskaimen kiertokuorma on 50 % pienempi ja murskaussuhde 25 % parempi. Tämä älykäs voimanpesä tarjoaa enemmän läpivirtauskapasiteettia, tasalaatuisemman lopputuotteen ja tehokkaamman tuottavuuden.\*

## OTA YHTEYTTÄ – SANDVIK PALVELEE

Pekka Jauhianen 0400 204 082

Juuso Aalto 0400 220 094

Lars Lönnqvist 0400 683 235

\* Testitulokset ja laskelmat on saavutettu valvotuissa testiolosuhteissa ja niitä ei voi yleistää koskemaan kaikkia työmaaolosuhteita.

[CONSTRUCTION.SANDVIK.COM/CS550](https://CONSTRUCTION.SANDVIK.COM/CS550)





Figure 1. Jarosite and phosphogypsum heap.

# Waste heaps may be set to reveal their content of critical metals

PERTTI KOUKKARI, MARI LUNDSTRÖM, ANTTI PORVALI, SERGEI KIRILLOV

In the production of fertilisers and commodity metals large amounts of stabilised waste is generated. Conventionally, manufacturing is targeted at the recovery of economically and technically most attractive key elements while the inorganic waste stream will gather all the other added-value chemical quantities. For example, substantial amounts of rare earth metals, which are increasingly used in various modern technologies including cleantech and photonics are present in *phosphogypsum*, the voluminous waste of the worldwide fertiliser industry. There

are also other underutilized rare earth metal rich waste streams such as *NiMH battery* and *permanent magnet waste*. The *jarosite* waste of bulk zinc production includes, e.g. silver and typically critical metals such as indium and gallium, which have become of increasing importance for new energy, electronics and touchpad applications.

The waste heaps, while generally stabilised against weathering, appear usually granular or even as powder-like fines. Thus they represent a readily comminuted raw material for innovative mechanical, hydrometallurgical, biohydrometallurgical and

pyrometallurgical techniques to recover considerable amounts of valuable metals and metal concentrates.

## Content of critical metals and rare earths in waste piles and NiMH battery waste

Jarosite [typically of formula  $MFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ , where M represents a metal cation (Na, K, Pb/2 etc.) or ammonium] is an industrially produced iron sulphate residue from bulk metal processing. Its most abundant source is electrolytic zinc production, which extends to 11–12 Mt/yr, >

the respective jarosite amount being up to 5 Mt/yr worldwide. Jarosite is typically compiled in the plant vicinity and within EU considered as hazardous waste. While zinc ore typically is a carrier of many other metals, the content of both base, valuable and critical metals in such heaps is significant. The analysis of typical jarosite stack shows content of zinc 2 %, lead up to 3%, and variable amounts (10-150 g/t) of valuable metals such as silver, indium and gallium. Iron content is at least 15 %. Such compositions are comparable with present day commercial ores.

Phosphogypsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; PG) heaps exist in over 50 countries, the annual stockpiling exceeding 200 Mt worldwide (exact figures are difficult to gain as, e.g., statistics in large Asian countries are not available). Russia has compiled 250 Mt and every year produces 4 Mt, in Finland the PG stacks exceed 50 Mt altogether with 1.5 Mt annual increase.

In the fertilizer manufacturing process even 80% of the REE will end up in the phosphogypsum side product, which then holds from 0.2 to 0.4 w-% REE. Thus the content of REE in each PG stack may vary. In Russia, the average is given as 0.4 % while in Finland the content is lower (0.17 %) due to the igneous phosphate rock used in the fertiliser process. Recovery of the REE from such piles yet would allow a considerable production volume reaching to 10–15 000 t/yr of REE.

Currently, in NiMH batteries, the most common anode electrode material consists of a hydride forming metal alloy of type AB<sub>5</sub>, containing light rare earth elements such as La, Ce, Pr and Nd. The content of REE in NiMH battery waste depends on the preprocessing of the fraction. According to Larsson (2014), one battery cell in portable 1kg battery contains approximately 13 wt% of REEs.

### Reprocessing jarosite for its metal values

Jarosite is the iron containing sulphate residue from many metallurgical industries. In largest amounts it is formed in electrolytic zinc production as a neutralisation product (sodium and ammonium jarosite). When typical zinc ores are being used as raw materials, the waste will include significant amounts of lead and silver in addition to residual zinc (due to this fact, some modern zinc facilities are converting their production lines for the recovery of silver as a side product).

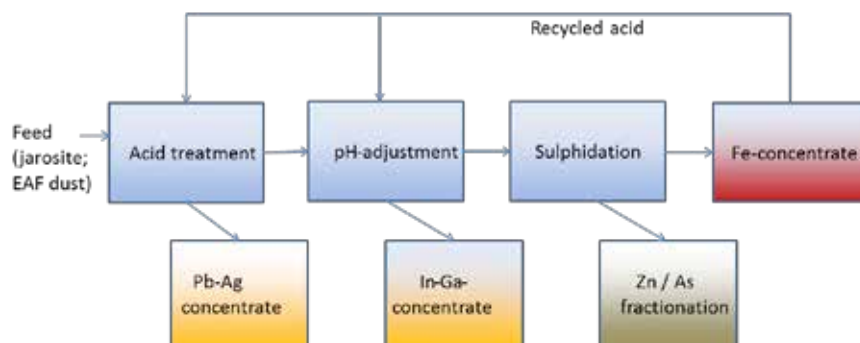


Figure 2. Block diagram of the Jarogain –process recovering value-added concentrates from jarosite waste.

The precipitation of jarosite will equally bind the minority metals present in the aqueous electrolyte solution into the M position. Thus, e.g., gallium is readily precipitated in jarosite-type compounds and the extent of gallium bound in jarosite increases as the Ga concentration of the solution increases. Similar precipitation behaviour is encountered with indium and thus these two critical metals are also often present in significant amounts in jarosite heaps.

Major research for utilising jarosite so far has been focusing on its uses as stabilised construction or landfilling component. Yet, as the stack necessarily contains but heavy metals also poisonous constituents (As, Cd), such developments have had limited success. Thus, it is conceivable that interest in reprocessing jarosite to recycled value added products has also been increasing during the last few years.

### Hydrometallurgical fractionation of jarosite

The hydrometallurgical fractionation process proposed by VTT and Aalto University in co-operation with experienced zinc process wizards (FI20165972) takes advantage of jarosite being readily powderous and directly available for hydrometallurgical processing. In a sequential holistic operation including controlled dissolution-precipitation steps four metal rich concentrates will be recovered. In the first stage the dissolution of the soluble constituents to sulfuric acid-sulfur dioxide leachant will allow subsequent precipitation of lead and silver as sulphides together with insoluble fines, from which Pb and Ag are recovered with conventional flotation techniques. Further pH adjustment of the overflow of the first stage will allow the recovery of In

and Ga rich hydroxide precipitate. Then, after pH- adjustment, Zn and As can again be recovered as sulphides. The process will be operated at non-oxidative conditions to maintain  $\text{Fe}^{2+}$  in soluble form until it will be deposited in an evaporation-crystallisation stage to ferrous sulphate. The precipitate will include Mg used in the former stages as the key neutralising agent. A roasting process will then be used to recover iron as hematite and to recycle sulphur dioxide. With further processing, MgO could be recovered via dissolution and with a secondary roasting stage. The originally insoluble sludge, from which Pb and Ag are removed does not contain harmful constituents and can be utilised either as a construction material or as landfill. Sulfur is recovered from the thermal treatment of sulphates and can be re-used in the first stage of the process or re-directed to zinc electrolysis. Finally the proposed process may be merged with treatment of zinc containing dust, typically originating from electric arc furnaces of steel plants. In such case, the amount of zinc and iron recovered will substantially increase, improving the process economy.

Potential production volumes of the bulk metals for the holistic Jarogain plant are presented in Table 2. The values are estimated for a plant processing 400 kt of jarosite material annually. Respective recovery of Ag, In and Ga concentrates could reach 5-60 t/yr, depending on source and process conditions.

The prices of metal products and concentrates are prone to large cyclic variations depending on the world economy, yet all the product metals are either those with established commodity markets (Zn, Pb, Fe) or those of increasing interest in many high-tech areas. In particular silver and



indium are known as indispensable for, e.g., novel solar energy techniques and touch screen electronics. Indium and gallium both belong to the metal and mineral products which are listed according to their critical availability within the EU region.

### Recovery of REE from phosphogypsum with solid ion exchanging adsorbent

Rare earth elements (REE) are as well classified as EU critical metals. The Finnish apatite minerals, industrially utilized for manufacturing phosphate fertilizers represent a potential secondary source of REE. In the current fertilizer manufacturing process even 80% of the REE will end up in the phosphogypsum (PG) side product, which then holds 0.15–0.5 % of REE.

So far economical means of recovering REE from apatite or PG have not been found. Novel active extraction or ion exchange methods as well as innovative biochemical methods have been recently examined by VTT and its co-operation partners.

In the conventional processing of Rare Earth Elements (REE) from dilute saline solutions containing large amounts of Fe, Al and other elements are typically formed. The extraction of REE then becomes an elaborate task to be solved by traditional hydrometallurgical methods. For example in the industrial scale the recovery of REE from these solutions is traditionally conducted via deposition by ammonia, alkalis and anions such as  $F^-$ ,  $S_2O_4^{2-}$ , and  $PO_4^{3-}$ . Disadvantages of these methods include, e.g., a large loss of REE (20–25%) as coprecipitating hydroxides with metals such as Fe (III), Al, Zr and Ti. The waste waters caused by the large flow rates, chemicals used for precipitation and low regeneration rates can cause challenges.

Sorption and extraction are currently the most promising methods for extracting REEs from dilute solutions, since they have a high-performance and simple hardware design. They are also selective and well suitable for construction of closed circulation. Yet, even in such processes, the maximum extraction efficiency has appeared as a challenge (Yahorava & al. 2012). At Ural Federal University (Jekaterinburg, Russia) REE from phosphogypsum have been recovered by counter current acidic sorption leaching as described in figure 3. With the data received from the authors, a multicomponent process model has been developed at VTT (Co-op agreement RF-MEFI58114X0002, see Kirillov & al. 2016).

Component	Content	Annual production
Pb	3 %	12 000 t
Zn	2 %	8 000 t
Fe	15 %	60 000 t
Fe2O3		86 000 t

Table 1. Annual volumes of a holistic jarosite recovering plant.

Component	w-% in phosphogypsum (CaSO4·2H2O)
CaO	32.5
SO3	44
P2O5	0.65
F	1.2
SiO2	0.5
Fe2O3	0.1
Al2O3	0.1
MgO	0.1
H2O (cryst.)	19
SREE	0.15-0.4

Table 2. Composition of phosphogypsum

	PG	SRB
La [ppm]	390	30 400
Ce [ppm]	1100	66 200
Y [ppm]	23	8 800

Table 3. REE enrichment from PG into the sulphate reducing bacteria (SRB) precipitate

With sulfuric acid leaching and commercial cationites as sorbents extraction efficiency of 60–65 % has been gained. The respective minipilot has been operated continuously to process a batch of 45 tonnes PG. The REE concentrate obtained was ca 100kg's with 48–54 % of rare earth elements.

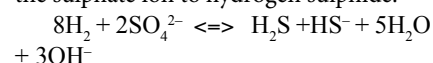
Desorption was carried out with a solution of ammonium sulphate. The choice of this reagent was dictated by the fact that further processing of the eluates will involve the use of ammonia and ammonium salts

to precipitate concentrates. Ammonium ions also have a good desorbing capability because of the affinity to cation binding functional groups in the adsorbent resin. To further refine the desorbed REE solution it was treated with 10%  $NH_4OH$ . Pre-neutralization of the excess acidity with ammonia was necessary, firstly, to help reduce the formation of ammonium carbonate salts, and secondly, to precipitate bulk metal hydroxides such as  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$  simultaneously sorbed with REE. Precipitation led to pH 4.5–5. This interval is characterized by the end of the precipitation of hydroxides of the above metals.

Precipitation of REE as carbonates is a well-known process and can be performed by use of ammonium carbonate. With this treatment, a recovery rate of 75–80 % of REE as  $Ce_2O_3$  and light and heavy REM carbonate concentrates has been achieved with purity exceeding 99 % when up to 50 kg's of original REE concentrate solution has been treated.

### Passive treatment of PG with sulphate reducing bacteria

The use of sulphate reducing bacteria (SRB) for removing contaminants such as heavy metals from aqueous solutions is well known. The SRB can be used for treating ground- and surface waters contaminated with acid mine drainage (AMD), and for recovering metals from wastewater and process streams. The biologically produced  $H_2S$  precipitates metals as metal sulfides, while biogenic bicarbonate alkalinity neutralizes acidic waters. In such method, the aqueous sulphate solution, provided with appropriate electron donor (either hydrogen or organic compound) is inoculated with micro-organisms, such as *Desulfovibrio* bacteria, which promote the reduction of the sulphate ion to hydrogen sulphide:



Instead of hydrogen, organic compounds descending form, e.g., fermentation processes or waste streams with anaerobic degradation stages and including, e.g., organic acids or alcohols can be used as electron donors. One may expect the SRB sulphide sludge to contain large fraction of the REM sulphides as a finely dispersed precipitate. The SRB sludge containing the insoluble REM (sulphides) will have high magnetic susceptibility and could be recovered from the bio-sludge by physical separation with a recently patented concept (FI 125550 B).

Preliminary results achieved by aqueous >

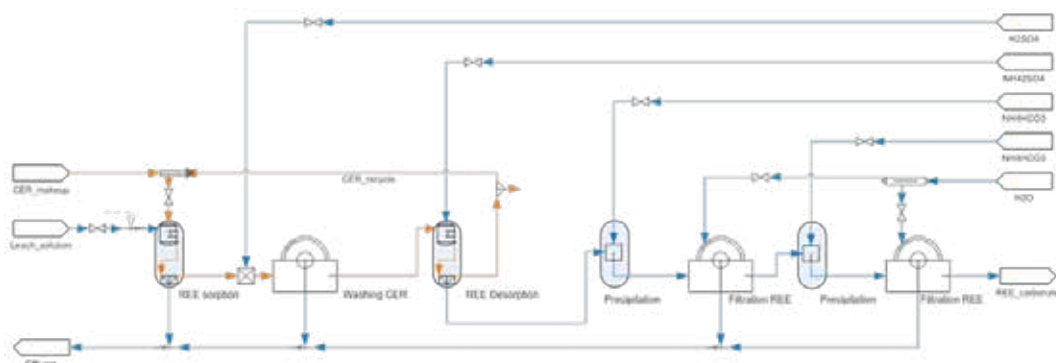
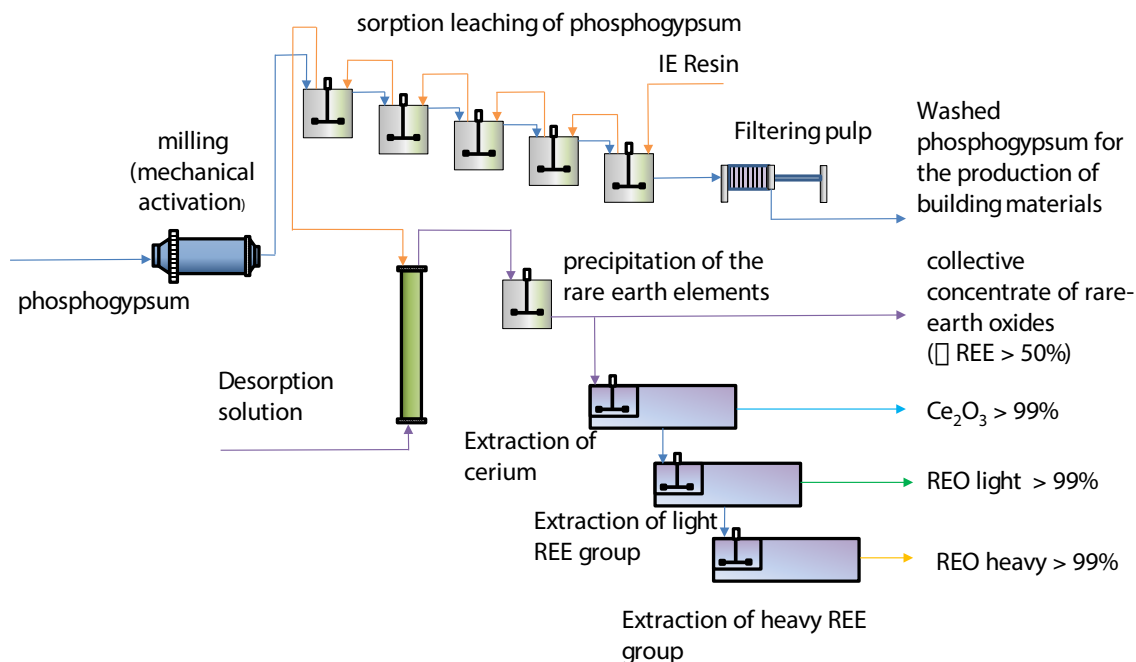


Figure 3. The technological scheme of countercurrent REE recovery from PG (above). Flowsheet process model of the countercurrent sorption process (below).

	Leaching efficiency (%)	Precipitation efficiency (%)	Total yield from raw material to precipitate (%)
La [%]	62.5	98.6	61.7
Ce [%]	77.0	99.0	76.2
Pr [%]	69.0	99.7	68.7



Table 4. REE enrichment into the solution and precipitate from NiMH battery waste. Figure shows the REE precipitate formed.

PG leachate amended with yeast extract and lactate donor using *Desulfovibrio desulfuricans* and mixed cultures are presented in Table 4. The result indicates substantial enrichment of rare earth metals in the formed SRB precipitate. New research (REE-PG) will pursue to enhanced volumetric efficiency of the SRB based technique. SRB

strains such as *Desulfovibrio*, *Desulfobulbus* and *Desulfotomaculum* will be isolated from environmental samples and cultivated, and their activity in different media containing PG sludge will be tested. The research commenced in 2016 will be conducted by VTT in co-operation with MINTEK biohydro-metallurgical division as part of

the REE-PG project led by Lappeenranta University of Technology and funded by Academy of Finland (Finland-South Africa co-operation).

#### Recovery of REE from NiMH battery waste

REE recovery is of the global interest due to the geographical occurrence of the ore bodies, ca. 90% of the primary rare earth metals being produced in China. Currently, there is no REE recovery in Finland whereas in Europe, e.g., Umicore and Solvay (Rhodia) jointly recover also REEs present in the battery waste. METYK – project led by Aalto University focuses on REE recovery from NiMH battery waste. In Aalto University the focus is on investigating a straightforward hydrometallurgical method for REE recovery from NiMH battery waste utilizing industrial symbiosis present in the

Harjavalta Industrial Park. The focus of the REE research in the project has been in the leaching of NiMH battery waste in sulphuric acid lixiviant and the subsequent recovery of REEs from the acidic sulfate media. Table 5 shows the REE enrichment to the precipitate. The project has been conducted in collaboration with TEKES, EU and nine industrial and municipal partners.

## Conclusion

The inorganic waste heaps being compiled in large volumes in the metallurgical and fertiliser industries provide both environmental challenge in their storage and a potential urban mine having the “concentrate” already in a ready processed form for recycling their contents. Thus in environmentally conscious world striving for available sources of precious and critical metals the waste stacks appear as a rewarding target. The objective is to find means to reduce or remove the environmental footprint of problem waste storage and to find technically and economically viable means to recover their value-added contents. Jarosite and phosphogypsum are among the foremost examples of such utilisation.

The advantage of the ‘Jarogain’ concept is its energy efficiency as no thermal or mechanical processing is directed to the bulk mass. The step-wise hydrometallurgical treatment is aimed at high purity products with equally high yields. The process can be realised with conventional hydrometallurgical equipment (reactor-thickener-clarifiers). The leftover precipitate is sustainably lower in quantity compared to the original waste heap and will mainly consist of silicate gypsum without toxic components and can be used either as embankment fillings or even as construction material.

For the phosphogypsum processing, the treatment by countercurrent absorption allows the recovery of valuable rare earth metals. A more further off concept could be provided by the biological treatment, where absorption steps would then be replaced by bacterial activity and adjacent physico-chemical fractionation.

While the biochemical method has yet to be scaled up from small laboratory scale,

the absorption technique is attested robust, combining the best practices of resin-in-leach and conventional selective precipitation techniques. The operated minipilot appears as ‘proof-of-concept’ while giving fractionated REE concentrates. The economic operation of the rather complex process will depend on demand and price levels of rare earth applications. Yet, with their wide range of established uses in new energy techniques, mobile electronics, lasers, lighting and photonics, power transmission etc. the global demand most likely will but increase.

The NiMH battery waste is rich in base metals and REEs compared to inorganic waste heaps. Furthermore, the raw material volumes and equipment in the processing are smaller being closer to precious metal refinery scale compared to base metal production. Yet, to improve the circular economy of metals and to improve the independency in REE production, there is also nationally a need to development of REE recovery processes.

Both jarosite and PG treatments rely mostly on unit processes, whose technical feasibility has been proven in many applications before. Thus, with appropriate references gained in the ongoing research, the concepts can also be copied to treat the multiple similar sources around the globe. ▲

## Literature:

- Rastas, J.; Jarvinen, A.; Hintikka, V.; Leppinen, J.: Recovery of lead, silver and gold in the zinc process and possibility of non-waste technology in zinc production, VTT Symposium (1989), 103(Non-Waste Technol., Vol. 2), 235-51.
- Moors, E. and Dijkema, G.: Embedded industrial production systems - Lessons from waste management in zinc production, *Technological Forecasting & Social Change* 73 (2006) 250-265
- Kaksonen & Puhakka, Eng. Life Sci. 2007, 7, No. 6, 541-564
- Rathore & al.: Utilisation of jarosite generated from lead-zinc smelter for various applications, *Int. J. Civil Engineering & Technology*, 5 (2014), Issue 11, , pp. 192-200

- United Nations Environment Programme, (2013), *Metals Recycling Full Report*
- Koukkari, P., Mäkinen, J., Bomberg, M., Lehtonen, A. & Arnold, M. 2013. Method for recovering rare earth metals from waste sulphates. FI 125550 B, 30.11.2015.
- Kirillov, S., Kirillov, Y., Pajarre, R., Rychkov, V. and Koukkari, P: Recovery of Rare Earth Elements and Scandium as Side Products of Uranium and Phosphate Mining, *Konferens i Mineralteknik*, 2.-3.2.2016, Lulea, Sweden
- Larsson, K., 2012, *Hydrometallurgical Treatment of NiMH Batteries*. Göteborg : Chalmers University of Technology (Doktorsavhandlingar vid Chalmers tekniska högskola. Ny serie, no: ).
- Rollat, A., Guyonnet, D., Planchon, M., Tuduri, J., 2016, Prospective analysis of the flows of certain rare earths in Europe at the 2020 horizon, *Waste Management* 49, 427 – 436.
- Tunsu, C., Petranikova, M., Gergoric, M., Ekberg, C., Retegan, T., 2015, Reclaiming rare earth elements from end-of-life products: A review of the perspectives for urban mining using hydrometallurgical unit operations, *Hydrometallurgy* 156, 239 – 258.
- Yahorava, V., Bazhko, V., Khosa, G., du Preez, A., Mottay, R., 2012: Recovery of rare earths from phosphogypsum: development of the flowsheet up to refinery. Randburg, MINTEK.

## Acknowledgements:

Academy of Finland:  
Grants nr 298094, 303453, 303454  
Raw Matters Finland Infrastructure (RaMI)

TEKES:  
3089/31/2015 (JAROGAIN)  
3254/31/2015 (METYK)

Ministry of Education and Science of Russian Federation:  
14.581.21.20002

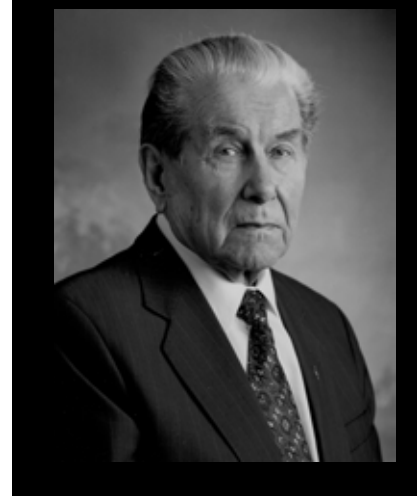


# Suuri liikemies

## – visionäärinen yrittäjä

*Nuutti Olavi Vartiainen 1925–2017*

Tekniikan kunniatohtori **Nuutti Vartiainen** kuoli Lappeenrannassa 15. tammikuuta 2017 91-vuotiaana. Hän oli syntynyt Helsingin Punavuorella 30. maaliskuuta 1925.



**J**atkosotaan Nuutti osallistui pioneerikoulutuksen saaneena 1944 täytettyään 18 vuotta. Hän haavoittui kahdesti kranaatin sirpaleista, jälkimmäisen kerran Vuosalmen taisteluissa heinäkuun 16. päivänä 1944. Hän osallistui vielä vapaaehtoisena pioneerina Lapin sotaan. Sodan päätyttyä hänet pakkovärvättiin Lappiin miinanraivaustöihin ja syyskuussa 1945 kotiutettiin lopullisesti.

Helsingin teknillisen koulun vuosikirjaan 1946–1947 kirjoitettu luonnehdinta ennakoii tulevaa: ”Pystyi puhumaan höyrykoneesta kuin olisi sen itse keksinyt. Tarkka ja älykäs poika joka asiassa, ja tiesi sen itsekin.” Nuutti oli tuolloin 22-vuotias.

Valmistuttuaan Helsingin teknillisestä koulusta Nuutti aloitti työuransa piirtäjä-suunnittelijana Wärtsilä Konesilta -yhtymässä. Emigrantiksi hän lähti Kanadaan 1951 ja palasi kotimaahan 1952.

Nuutti tapasi tulevan vaimonsa Tyyneen juhannuksena 1953. Tapaamisesta sai alkunsa yli 60 vuotta kestänyt avioliitto.

Nuutti työskenteli maanrakennus- ja urakointiyriyten palveluksessa ennen yrittäjäksi ryhtymistä. 1960-luvun alussa hän perusti Hollolan Salpakankaalle murs-

kaus- ja seulantalaitoksia suunnittelevan Murskaussuunnittelun, josta myöhemmin tuli Murskauskone.

Kaivosala kasvoi voimakkaasti 1960-luvulla. Murskauskoneesta tuli merkittävä tekijä Suomen kaivosteollisuuden murskaus- ja seulantalaitosten toimittajana. Nuutti tutustui moniin sen ajan teollisuusjohtajiin ja ystävyysuhteet jatkuivat hänen loppuelämänsä ajan.

Ulkomaankaupan osuuden kasvaessa Murskauskoneen liiketoiminnassa yrityksen nimi muutettiin Roxon Oy:ksi vuonna 1974. Vientiyriyksellä oli 430 työntekijää ja tuotantolaitos Salpakankaan lisäksi Outokummussa ja Lappeenrannassa.

Nuutti myi Roxonin Kone Oy:lle vuonna 1977. Osamaksuna kaupasta hän sai Lappeenrannan konepajan, jonka osakeenemmistö oli ollut Roxonin omistuksessa vuodesta 1974. Tästä sai alkunsa Laroxin tarina.

Laroxin menestys palkittiin Tasavallan Presidentin vientipalkinnolla vuonna 1986 ja valtakunnallisella yrittäjäpalkinnolla vuonna 1989. Laroxista kasvoi markkinajohtaja nesteen ja kiintoaineen erotuksen alalla. Yritys toimi 16 maassa ja työllisti yli

600 henkilöä ympäri maailmaa. Nuutti jäi eläkkeelle 65-vuotiaana vuonna 1990, jolloin hän jätti yrityksen johdon lapsilleen. Eläkkeelle siirryttyään hän lähti mukaan Taipalsaaren kunnallispolitiikkaan.

Tutkimus ja tuotekehitys oli Nuutille tärkeää, mikä johti läheiseen yhteistyöhön Lappeenrannan teknillisen yliopiston kanssa. Nuutille myönnettiin vuonna 1999 Lappeenrannan teknillisen yliopiston kunniatohtorin arvonimi.

Vapaa-aikoinaan hän kalasti, sienesti, hoiti kasvihuonettaan ja veneili. Valokuvaamalla hän tallensi lasten ja lastenlasten elämää. Viime vuosina hänestä tuli innokas golfaaja.

Muistamme Nuutin määrätietoisena, vaativana ja lämpimänä persoonana. Hän oli huolehtivainen ja kannustava perheenjäsenilleen ja ystävilleen. Hänen tukensa ja apunsa oli arvokasta.

Rakkaan Isämme muisto elää meissä!

Timo Vartiainen, Karoliina Kupias ja Katariina Aaltonen

*Kirjoittajat ovat Nuutti Vartiaisen lapset*

## Lars Johan Reinhold Witting (1929–2017)

**L**ars (Lasse) Witting syntyi Helsingissä 23.9.1929. Hän kirjoitti ylioppilaaksi Nya Svenska Läroverketissä 1947 ja valmistui diplomi-insinööriksi Helsingin Teknillisen Korkeakoulun sähkötekniiseltä osastolta vuonna 1952. Hän avioitui Etel Margareta Wittingin (os. Sandqvist) kanssa ja heille syntyi kolme lasta – Nils Englannissa, Kristian ja Sonja Imatralla. Vuosina 1953-1955 Lasse suoritti jatko-opintoja Manchesterissä Englannissa.

Työuransa Lasse aloitti Oy Vuoksenniska Ab:n sähköosastolla Imatralla 1955 ja siirtyi myöhemmin projektien suunnittelu- ja toteutustehtäviin. Näistä muodostuikin hänen erityisalueensa koko työuran ajaksi. Hän veti useita mittavia investointiprojekteja – muun muassa Ovakon Koverharin terästehtaan

rakentamisen 60-luvulla ja Imatran terästehtaan uudistusprojektin 80-luvulla. Kotimaisten projektien lisäksi hän oli keskeisessä roolissa Ovako Engineering-liiketoiminnassa, jolla oli hankkeita eri puolilla maailmaa.

Lasse Witting hallitsi laajoja kokonaisuuksia ja johti niin suunnittelua kuin toteutustakin varmalla ja taitavalla kädellä. Hän oli karismaattinen projektijohtaja, joka omalla vahvalla ja kannustavalla esimerkillään motivoi projektiryhmiään erinomaisiin suorituksiin. Hän antoi alaisilleen riittävästi itsenäisyyttä ilman turhaa byrokratiaa. Päämäärätietoisuuden hän varmisti itse kehittämällään projektinhallintajärjestelmällä.

Witting toimi myös Forciti-yhtiön hallituksessa, neljä vuotta sen puheenjohtajana.

Kesäisin Ruokolahden kesämökki oli tärkeä paikka perheen ja ystävien kesken.



Jäätyään eläkkeelle 1990 Lasse omistautui harrastuksilleen, mm. Egyptin historialle. Lars Witting kuoli 9.2.2017 Helsingissä.

Lasse Witting oli Vuorimiesyhdistyksen jäsen vuodesta 1964.

Kristian Witting  
Pertti Kostamo  
Matti Palperi  
Kalevi Taavitsainen  
Martti Veistaro

## Hallituksen hyväksymät jäsenet ja nuoret jäsenet (N):

Aho, Anni (Rik); Alalääkkölä, Arto (Kai); Alopeus, Juha (Met); Anttila, Miia (Met); Blomqvist, Rasmus (Geo); Delaney, Alan (Kai); Eriksson, Ida (Geo); Eronen, Janiika (Rik) N; Garcia-Balbuena, David (Geo); Hansen, Carl (Kai, Geo); Hietanen, Matti (Kai); Hämäläinen, Roosa (Geo) N; Hänninen, Veikko (Kai) N; Jokelainen, Maija (Kai); Jokinen, Eero (Met) N; Juntunen, Tommi (Rik); Jääski, Kari (Kai) N; Kante, Nfaly (Kai); Kela, Mari (Geo) N; Kinnunen, Sami (Met) N; Korhonen, Annika (Geo); Korhonen, Olli (Kai); Kämäräinen, Veli-Pekka (Geo); Kylli, Herkko (Kai); Kyllönen, Juho (Rik); Kyllönen, Tomi (Kai); Käyhkö, Tomi (Rik) N; Lassila, Saara (Geo) N; Latvala, Markus (Kai); Lehtilä, Tommi (Geo); Lehtimäki, Olivia (Met) N; Lehtola, Jenna (Met) N; Lilius, Kaj (Met); Lohtander, Tia (Met) N; Luukkonen, Hanna (Kai); Luukkonen, Ilmari (Rik); Mä-

enpää, Juha (Met); Mäki, Esa (Met); Nevala, Sanna-Mari (Rik) N; Nuutinen, Elisa (Met) N; Ohtonen, Arttu (Kai); Peltola, Ville (Met) N; Peltonen, Petri (Rik); Pennala, Juha (Kai) N; Pihlström, Max (Kai) N; Pohjanperä, Paula (Kai); Romu, Ilona (Geo); Ruoho, Tiina (Geo) N; Ruokanen, Jussi (Rik); Rämä, Minna (Met) N; Rötsä, Kalervo (Kai); Saarijärvi, Kaisa (Kai); Siren, Kari (Met); Sirviö, Markus (Geo); Smeds, Helmer (Geo); Suomela, Matias (Kai); Stafas, Mikael (Kai); Talka, Marja (Kai, Rik); Tenhunen, Mari (Rik); Teräsvasara, Markku (Rik); Tiitinen, Pekka (Met); Torvinen, Marja (Geo); Tuhkanen, Vesa (Geo); Vainikka, Petri (Geo) N; Varis, Ville (Met) N; Vehmas, Janne (Geo); Vestman, Antti (Met); Vihervaara, Satu (Rik); Vuolukka, Petri (Rik)

A Member of  
The Linde Group

AGA

# Curious minds.

Curiosity has been a strong driver in the past.  
It will continue to drive us in the future.

Ideas becomes solutions.

[www.aga.fi](http://www.aga.fi)



# Viipyvä ilo – Saamelaiskiista ja alkuperäiskansan oikeudet

Itsenäisyyspäivän juhlissa numero 169 ohimolla, taidenäyttelyä syytetään kulttuurisesta omimisesta ja saamelaistaidekollektiivi tuottaa protestiteoksia. Mistä on kyse?

SAAMELAISET ja heidän oikeutensa ovat esillä monessa yhteydessä. He ovat EU:n ainoa alkuperäiskansa ja kaivosteollisuuden sidosryhmä. Tällä on merkitystä, kun maamme on Arktisen neuvoston puheenjohtaja ja kiinnostus alueen luonnonvaroihin kasvaa.

Samalla kun Suomi juhlii 100-vuotista itsenäisyyttään, saamelaiset viettivät kansallispäivänään 6.2. ensimmäisen pohjoismaisen saamelaiskokouksen 100-vuotisjuhlaa. Paljon aihetta ei juhlimiseen kuitenkaan ole. Suomi ei ole ratifioinut Maailman työjärjestön (International Labour Union - ILO) alkuperäiskansojen oikeuksia koskevaa kansainvälistä sopimusta nro 169. ILO 169-sopimus takaisi alkuperäiskansalle samat oikeudet ja mahdollisuudet kuin valtaväestöllä ja korjaisi sulauttamispolitiikan kielteisiä vaikutuksia. Ratifioimiskeskustelu aiheuttaa jännitteitä Lapissa, missä monet haluavat saamelaisstatuksen. Vain alkupe- räiskansalla itsellään on kuitenkin oikeus määrittää siihen kuulumisesta ja oikeus kuuluu Saamelaiskäräjille. Määrittelyn ulkopuolelle jäävät pelkäävät menettävänsä oikeutensa jos ILO-169 ratifioidaan. Tästä on syntynyt nk. saamelaiskiista.

Saamelaiskiistaan ei ”etelän miehen” kannattaisi sekaantua. Luin kuitenkin Oulun yliopiston saamelaiskulttuurin professorin Veli-Pekka Lehtolan kirjan *Saamelaiskiista. Sortaako Suomi alkuperäiskansaansa?* Aihe koskee pohjoisen luonnonvarakysymyksiä, mutta kaivostoiminta kuitenkin vain mainitaan kirjassa. Kirja keskittyy pohjoisessa ja Eduskunnassa käytävään julkiseen keskusteluun saamelaismääritelmästä. Tähän liittyy surkuhupaisia ja surrealistisia piirteitä. Pohjoisen asukkaiden osallistumisen keskusteluun ymmärtää, mutta siihen on sekaantunut poliitikkoja myös muualta. Joidenkin poliitikkojen tuntuu olevan hankalaa ymmärtää ihmisoikeuksien- ja alkuperäiskansan käsitteitä sekä vähemmistöjen asemaa. Vihapuhe ei koske vain maahanmuuttajia, vaan myös saamelaisia ja heidän asioitaan ajavia.



Kriteereinä saamelaiseksi tunnustamiseksi ovat saamen kielen hallinta ja sukulaissiteet. Tässä on kuitenkin ollut ongelmia. Saamen kielen osaaminen on monissa saamelaisuissa kadonnut pakkosuomalistamisen myötä. Määrittelykiistoja on viety korkeimpaan hallinto-oikeuteen asti. Samasta perheestä on saattanut joku saada saamelaisstatuksen, kun taas toinen ei. Kiista koskee niin Inarin-, koltta-, kuin metsäsaamelaisiakin.

Kirja tuokii esille kaksi eri näkökohtaa, joita edustavat Saamelaiskäräjät ja nk. metsäsaamelaiset. Lehtola ei peittele kirjassa kantaansa, asettuen Saamelaiskäräjien puolelle. Kirjan sisäkannessa professorilla on lapinpuku. Kirjan kuvitus on saamelaisen taidekollektiivi Suohpanterrorin käsialaa. Suohpanterror on tuottanut vastamainosmaisia teoksia protestoiden mm. kaivosteollisuutta vastaan.

Saamelaisten oikeudet alkuperäiskansana muodostavat Suomessa keskeisen perus- ja ihmisoikeuskysymyksen, johon kansainväliset ihmisoikeuksien valvontaelimetkin ovat kiinnittäneet huomiota. Saamelaisten

oikeuksia heidän perinteisiin alueisiinsa ei ole vahvistettu. Sopimuksen ratifioineessa Kanadassa alkuperäiskansoja pitää konsultoida ja saada heiltä hyväksyntä mm. malminetsinnälle ja kaivostoiminnalle, varmistaen heidän hyötyvän hankkeista. Suomessa saamelaiskiista peittää tämän alleen.

Kaivostoimintaa ei ole Suomessa saamelaisten kotiseutualueella. Poronhoidon ja saamelaisten huomioon ottaminen ovat kuitenkin kaivosteollisuuden haasteita. Saamelaiset vastustivat irlantilaisen Karelian Diamond Resourcesin varaushakemusta timanttien etsintään Kevon luonnonpuiston ja saamelaisten kotiseutualueella Utsjoella joitakin vuosia sitten. Tapaus sai kansainvälistä huomiota ja yhtiö perui varauksensa.

Alkuperäiskansoilla on paikallista vaikutusvaltaa laajempi ulottuvuus. Paikallinen luonnonvarakonflikti saamelaisten kanssa saa helposti kansainvälistä mediahuomiota, johon globaalilla tasolla operoivat sijoittajat ja kansalaisjärjestöt reagoivat herkästi. Alkuperäiskansaa saatetaan myös käyttää käsikassarana ympäristö- ja luonnonvarakiistoissa. Saamelaiskysymyksellä saattaa olla merkittävä painoarvo keskustelussa arktisista luonnonvaroista. Se nousee esiin vahvemmin Suomen ollessa Arktisen neuvoston puheenjohtajamaa.

*Saamelaiskiista. Sortaako Suomi alkuperäiskansaansa?* on puheenvuoro saamelaisten oikeuksia koskevaan keskusteluun. Suositellen kirjaa aihepiiristä kiinnostuneille. Pohjoisessa työskentelevien kollegoidemme kannattaa perehtyä aiheeseen ennakkoluluttomasti. Se auttaa ymmärtämään villinä vellovaa keskustelua. ▲

Lehtola, V.-P. 2015. *Saamelaiskiista. Sortaako Suomi alkuperäiskansaansa?* Helsinki: Into, 230 s. Ovh 26 € (saatavissa 15 € hintaan Innolta).

## Toni Eerola

Kirjoittaja on kaivoskeskustelua seuraava geologi.

Koneportti Rotator Oy:n  
pihassa.



# Mansessa mörisi

Mansen mörinät järjestettiin huhtikuun alussa kaksi-päiväisenä tapahtumana. Mukana järjestäjinä oli Pirkanmaalaisia maanrakennusalan varaosa- ja konekauppiaita. Väkeä oli vilkkaasti liikkeellä, arviolta 10 000 kävijää ja konekauppakin on myyjien mukaan vilkastunut.

Teksti ja kuvat: **LEENA K. VANHALO**

**R**otator Oy:lla Hitachin EH1100-5 kiviautosta ja ZX870LCR-5 kaivinkoneesta tehdyn portin kautta pääsi konepihalle tarkastelemaan lisää laitteita ja Suomen Maanrakennus Oy:n pihassa oli komea rivi myyjiä kaivinkoneita odottaen luovutusta, joka tapahtui Mansen Mörinöiden päätöspäivänä. Volvo CE:n Teijo Lähdekorpikin vahvisti alalla tapahtuneen piristymistä. Hän myös valotti heidän laitteidensa tyyppillistä elinkaarta. Maanrakennuskoneiden ikä vaihtelee 15–18 vuoteen. Yleensä ensimmäisellä käyttäjällä kone on kolmesta viiteen vuotta, jonka jälkeen kone siirtyy varakoneeksi tai uudelle omistajalle. Alan piristyminen näkyy myös siinä, että huoltosopimuksiakin on solmittu aiempaa enemmän. Lempäälässä Wihuri Oy Witraktorin pihassa seisoi sitten hiukan vanhempi vaihtokonekaupan yhteydessä Wihurin omistukseen siirtynyt pyöräkuormaaja CAT988A. Koneella on ikää jo huikeat 51 vuotta ja se onkin vapautettu raskaista arkias-kareista. Nyt on eläkeläisen reissuelämän aika, sillä seuraavaksi kone matkaa Ouluun näyttille.

Raskaskonekauppiaiden lisäksi lukuisat muut laitevalmistajat olivat paikalla esittelemässä tuotteitaan. Tamtron esitteli Mansen mörinöillä ensimmäistä kertaa yleisölle uutta versiotaan pilvipalvelusta, jolla hallitaan punnitustietoja reaaliaikaisesti myös mobiili-



Tamtronin Eero Hiltunen esittelee punnitustietojen mobiiliraporttia.

lilaitteilla. Tamtronin laitteita asennetaan laitevalmistajien kautta suoraan lastauskoneisiin tai myös jälkiasennuksina.

Maanrakennusväen yhtenä uniformuna voisi sanoa olevan mainoslippiksen. Lippalakit näyttivätkin olevan halutuinta tavaraa tapahtumassa. Jonkin aikaan valinnut muotituote ämpäri näkyi vain yhden yrityksen kampanjassa. Nälkäisenä ei tarvinnut koneita tutkia, sillä lähes jokaisen yrityksen pihalla oli tarjolla pyttipannua tai makkaraa. ▲



Vuosimallia 1966  
Cat 988A.



# YLIVOIMAISTA KAIVUVOIMAA, UUSI INNOVATIIVINEN EC750E.



Järeä Volvo EC750E tarjoaa täydellisen yhdistelmän voimaa ja vakautta käsitellä suuria massoja vaativissa olosuhteissa. Volvon suorituskyvyltään ylivoimainen, taloudellinen ja luotettava 523 hevosvoimainen D16 Tier 4f moottori, innovatiivinen sähköhydraulinen teknologia sekä virtaushäviöitä vähentävä ECO Mode antavat kuljettajalle täydellisen koneen hallinnan optimaaliseen ja tuottavaan kaivutyöhön. Turvallinen, hiljainen ja mukava Volvo ohjaamo on alansa ehdotonta kärkeä. Alhainen melutaso, monipuoliset säilytystilat, hyvät jalkatilat, 12 säädettävää ilmastoinnin venttiiliä ja säädettävä istuin pitävät kuljettajan virkeänä. Nostokapasiteettia alavaunun suuntaan on peräti 30 760 kg ja irrotusvoima 329 kN. Suurin kaivussyvyys 7210 mm ja suurin kaivu-ulottuvuus 11 460 mm. Kauhan tilavuudet 3,3 – 5,16 m<sup>3</sup>.

Koneen työpaino 73 500 – 75 300 kg.



**Suomalaisen urakoitsijan vahva valinta – Volvo maansiirtokoneet!**

[www.volvoce.fi](http://www.volvoce.fi)

Volvo Construction Equipment





## SIMP-ohjelma Show case 4:

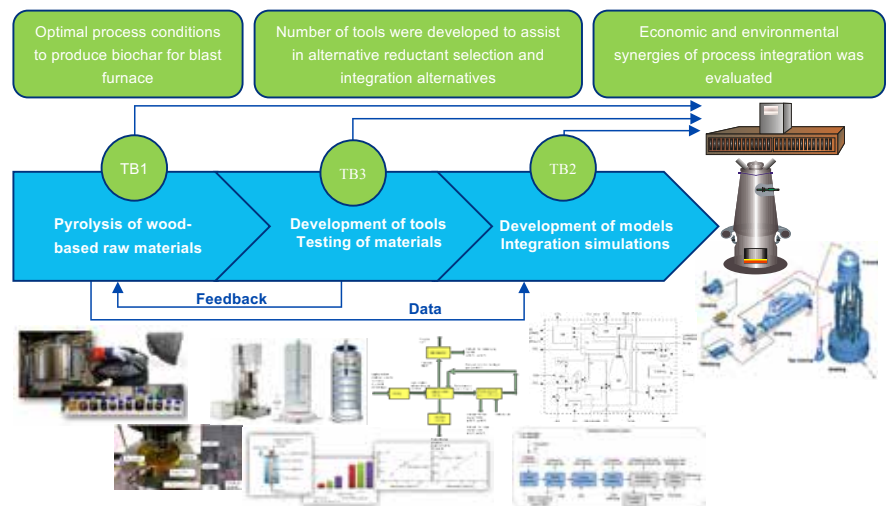
# Substitution of fossil fuels in steel industry – potential of biomass (CARBO)

Malmipohjaisten raudan ja ferroseosten valmistusprosesseissa tarvitaan merkittäviä määriä hiiltä; osittain energian tuojaksi, mutta pääasiassa pelkistysaineeksi. Suomessa olevat nykyiset valmistusprosessit ja prosessiketjut (pelletointi-sintraus-masuuni/uppokaariuuni-konverterteri) ovat energia- ja materiaalihokkuudeltaan aivan maailman huipputasoa. Nykyisillä prosesseilla ja tekniikoilla hiiltä ei kuitenkaan voida korvata täysin millään muulla pelkistimellä. Suurin osa metallurgisten prosessien raaka-ainehiilestä on fossiilista kivihiiltä, jonka käyttömäärää on kuitenkin pyritty prosessitehokkuuden avulla minimoimaan.

Kirjoittajat **TIMO PAANANEN** ja **HANNU SUOPAJÄRVI**

CARBO-projektissa tavoitteena on ollut tuoda vaihtoehtoja fossiilisten polttoaineiden osittaiseen korvaamiseen uusiutuvilla ja sekundaarisilla pelkistysaineilla. Uusiutuvien raaka-aineiden osalta tavoitteena oli valmistaa pelkistysainetta, joka täyttää metallurgiset laatuvaatimet ja jota voitaisiin käyttää nykyisissä metallurgisissa prosesseissa heikentämättä prosessien energiatehokkuutta. Sekundaarisilla raaka-aineilla on tässä tapauksessa tarkoitettu hiilipitoisten alitteita ja prosesseista kerättäviä hiilipitoisia pölyjä. CARBO-projektin laajempaan tavoitteena oli tutkia teknisten ratkaisujen lisäksi biomassan käytön taloudellisia edellytyksiä ja hiilidioksidipäästöjen vähennyspotentiaalia. Tavoitteiden saavuttamiseksi luotiin projektille selkeät raamit (Kuva 1).

Projektissa luotiin edellytykset ja työkalut tutkia pelkistysaineiden soveltuvuutta masuuni- ja muihin prosesseihin. Pyrolyysitutkimusten perusteella oikein valitulla raaka-aineella ja sopivilla prosessointiolosuhteilla saadaan tuotetuksi biohiiltä, jonka hiilipitoisuus on korkeampi ja tuhka- ja epäpuhtauskomponenttien määrä alhaisempi kuin fossiililla pelkistysaineilla. Projektissa kehitettiin kokeellisia työkaluja, joiden avulla voidaan mallintaa ja tutkia hiilen ominaisuuksia ja soveltuvuutta prosessien eri vaiheissa. Injektiohiilen haihtuva-ainesten karakterisointi, injektiohiilen virtauskäyttäytyminen ja kuumamikroskopian käyttö ovat työkaluja, joiden avulla saadaan tietoa erityyppisten hiilten fyysikaalisesta ja kemiallisesta käyttäytymisestä proses-



Kuva 1. CARBO-projektin kokonaiskuva.

sia simuloivissa olosuhteissa. Työkalut ja menetelmät, jotka on kehitetty biokoksien tuotantoon ja analysointiin, masuunikoksin reaktiivisuuden mittaamiseen ja reaktiivisen koksin käyttöön masuunissa helpottavat päätöksentekoa sopivan koksin valitsemisesta masuuniin. Antrasiittia testattiin CARBO-projektin aikana menestyksellisesti uppokaariuunin pelkistimenä ja puuhiiltä tarkasteltiin kromiittipellettien sintrauksessa laboratoriomittakaavassa koksin sijasta. Projektissa tehtiin kokeellisen biomassan pyrolyysin perusteella scale-up tarkasteluita sekä terästehdasmittakaavan simulointitarkasteluita, joilla arvioitiin eri prosessikombinaatioiden kannattavuutta, hiilidioksidipäästöjä ja hiilijalanjälkiä.

Projektin lopputuloksena luotiin työkalukokonaisuus, jolla on erinomainen valmius arvioida biohiilten käyttöönottoa. Suurimpana haasteena biohiilen käyttöönotossa on biohiilen saatavuus ja tuotannon puuttuminen Suomesta. Pelkästään SSAB:n Raahen rautatuotanto käyttää vuosittain noin 350 000 t injektoitavaa pulverisoitua kivihiiltä, jonka hiilipitoisuus on lähellä 90 %. Jo 20 % osuus tästä korvattuna biohiilellä, mikä projektin tuloksena arvioitiin mahdolliseksi, tarkoittaisi 70 000 t biohiilituotantoa. Tämän määrän tuottamiseksi tarvittaisiin noin 200 000 t kuivattua puuta ja noin 400 000 t tuoretta puuta. Toisaalta tällä voitaisiin vähentää noin 200 000 t CO<sub>2</sub>-päästöjä! ▲



PERTTI VOUTILAINEN

## Kaikkea hyvää kaikille

KUNTAVAALIT käytiin, ja ehdokkailla oli kaikkea hyvää tarjolla kaikille. Ainut asia, jota en huomannut kenenkään tarjoavan, oli vanha toive saada verot valtion maksettaviksi. Suurimman voiton saavutti puolue, joka eniten tarjosi unelmahöttöä, mutta ei esittänyt keinoja tuon ihanuuden saavuttamiseksi. Tässä ilmapiirissä ihmeenä voidaan pitää sitä, että suurimman äänisaaliin kuitenkin saalisti puolue, joka vähiten lupasi rahaa kaikkiin hyviin asioihin. Olen itse varsin suurikokoinen, joten en täysin rinnoin voinut iloita siitä, että kaikki ehdokkaat sanoivat olevansa pienen ihmisen asialla.

En ole populismin ystävä, joten en ole tykästynyt myöskään vihreään populismiin. Ehkä eniten tuossa kansanliikkeessä ärsyttää se, että sen edustajat antavat ymmärtää olevansa meitä tavallisia kansalaisia fiksumpia. Tämä saattaa olla tottakin, mutta itsensä ylentämisen sanotaan johtavan huonoon lopputulokseen. Jos joku sanoo kaikki asiat tietävänsä, hän ei yleensä riittävästi tiedä mistään yksittäisestä aiheesta. Siihenköhän perustuu vihreiden kriittinen suhtautuminen kaivostoimintaan. Kun tosiasiat sivuutetaan, riskinä on, että valhe pääsee pukeutumaan totuuden vaatteisiin, kuten Vladimir Vysotski aikanaan laulussaan meille nerokkaalla tavalla opetti. Mutta eipä heittäydytä toivottomiksi. Uskokaamme totuuden lopulta voittavan.

Kaikkietävien yleinen ominaisuus on herkkähipiäisyys. Toisenlaisten mielipiteiden esittäjät tuomitaan tyyli. Vihreitäkin pahempia ovat tässä suhteessa median edustajat. Sananvapaus on niin tärkeä asia, ettei sitä pitäisi jättää yksinomaan toimittajien käyttöön. Eivät heidän erehtymättömiä ole vaikka niin luulevat ja väittävät. Pääministeriämme käy sääliksi, kun täysin mitättömiä asioita on kaivettu esiin hänen mustamaalaamiseksi. Samoin käy sääliksi kaikkia haastateltavia, joita vaaditaan vastaamaan kyllä vai ei kysymyksiin, joihin ei noin selkeää vastausta ole olemassa. Jos tarkoituksena on näin nolata haastateltava, journalisti ei toimi reilusti.

Medialta odotan myös selkokielisyyden vaalimista. Lehden tilaajalla ja maksajalla on oikeus vaatia, että hän saa luettavakseen ymmärrettävää tekstiä. Aina tämä ei toteudu. Pahimpia syntisiä ovat taidekriitikot. Vai mitä ajattelette seuraavasta poiminnasta valtakunnan suurimman lehden tekstistä: ”Mälkki raikasti kitschmäistä tahmaa jäsentämällä blokkikasaamista ja loputtomasta toistosta rakentuvan teoksen napakasti niin rytmien kuin sointikerroksien suhteen”. Uskon, että tuon voisi selkeämminkin sanoa myös meille, jotka emme ole musiikin teoriaa opiskelleet. Vai olenko vain

kateellinen niille, jotka ymmärtävät?

Vanhaa hyvää sanontaa lainaten valtakunnan on voitu sanoa pitkään olleen tilanteessa, jossa ”maa on jäässä ja kärsä kipeänä”. Vientimarkkinat ovat olleet alamaissa ja meidän kykymme kilpailla muiden maiden tuottajien kanssa on ollut heikko. Kokonaisen vuosikymmenen kasvun hedelmät jäivät saamatta. Nyt on optimismi kuitenkin voittamassa, kun talous on palannut kasvun tielle. Olkaamme pienestäkin kasvusta iloisia, mutta muistakaamme, että yhteiskunnan rakenteiden uusiminen on edelleen kesken. EK:n puheenjohtaja oli oikeilla jäljillä puhuessaan liian korkeista palkkoista, mutta asetti sanansa väärin. Ei ole realismia, että palkkoja voitaisiin alentaa, mutta selvää on, että työvoimakustannuksia on voitava alentaa järjestämällä työelämä uuteen malliin niin, että työllä saadaan enemmän aikaa. Ei tätä selkänahasta tarvitse ottaa, jos asiat nykyistä fiksummin järjestetään. Tyhmintä olisi olla tekemättä mitään uskoen, että kurimus nyt on lopullisesti ohi. Maailma on tänään erityisen levoton ja riskejä täynnä. Hulluja riittää lietsomaan isompia ja pienempiä konflikteja. Hulluus on ehtymätön luonnonvara. Pitämällä oma pesä kunnossa varmistamme parhaiten, että kestäimme rajutkin vastoinkäymiset.

Yritystoiminnassa ikuinen kysymys tuntuu olevan, pitääkö fokusoida vai hajauttaa. Pitkän aikaa on muodissa ollut fokusointi kapealle alalle. Me vanhemmat muistamme ajan, jolloin yrityksen piti hajauttaa toimintansa usealle alueelle riskejä tasatakseen. Heiluri heiluu puolelta toiselle. Ihmeellinen hajautusidea on postin suunnitelma alkaa kesällä leikata asiakkaiden nurmikkoja ja luoda talviaikaan lumia pihapoluilta. Viimeisin hullulta tuntuva idea on alkaa tarkkailla polttoainoiden hintoja bensa-aseilla. Enpä oikein usko, että tällainen toiminta auttaa meitä rakennertakaisuissa, joita maa kipeästi tarvitsee. Vaikka en ole koskaan ollut äärimmillen viedyn fokusoinnin innokkain kannattaja, neuvoisin postia keskittämään perustehtävänsä eli postin jakeluun. Vuosi sitten kulki lähettämäni pikakirje Kanadaan kokonaisen kuukauden; siitä ensimmäisen viikon Tapiolan ja Seutulän väliä. Korvaukseksi pitkästä toimitusajasta lupasivat 20 postimerkkiä. Kehittämisen tarvetta siis vielä olisi perustoiminnassakin.

Vuorimiespäiviä vietettiin aprillipäivän aikaan. Toivottavasti aprillia ei ollut se positiivinen ilmapiiri, joka kokoontumisessa vallitsi. Kivaa oli olla mukana. Uskoani alan tulevaisuuteen en ole koskaan menettänyt. Nyt olen uskossani entistä vahvempi. ▲

**PEKKA SUOMELA**Toiminnanjohtaja  
Kaivosteollisuus ry

## Kaivostoiminnan mahdollisuudet Suomessa

Suomi pärjää vuodesta toiseen erinomaisesti Fraser-instituutin vertailussa. Maamme arvotetaan kaikilla keskeisillä arviointikriteereillä kelpolliseksi paikaksi toimia. Kilpailukyky on tärkeää ja siihen julkinen valta panostaa. Vuorimiespäivillä kuultiin lisää hyviä uutisia myös malminetsinnän ja kaivostoiminnan osalta. Louhintamäärät ovat kasvussa, odotamme uutisia investoinneista ja kairausmäärät ovat kasvussa. Tilastot lupaavat hyvää. Myös kaivosteollisuuden globaalit näkymät ovat aiempaa positiivisemmat. Kaivostoiminnalla täytyy olla siis auvoiset olosuhteet. Vai onko?

Välillä kuulee mainittavan, että Suomen ympäristölainsäädännön vaatimukset ovat kireimpiä Euroopassa. Tämä on lähtökohtaisesti oikein, mutta on hyvä muistaa kaiken ihmistoiminnan aiheuttavan jossain määrin vaikutuksia elinympäristöömme. Kaikilla kaivoksilla on ympäristölupa ja siihen liitetty lupamääräykset, joilla tapauskohtaisesti rajataan toiminnasta aiheutuvia vaikutuksia hyväksyttävälle tasolle. Lupavaatimukset

koetaan pääosin kohtuullisiksi, kun ne perustuvat kotimaiseen tietoon ja osaamiseen. EU:ssa päätetyn lainsäädännön osalta uskotavuus on koetteilla, ja usein nimenomaan toiminnanharjoittaja kokee perusteissa osaamattomuutta ja yksipuolisuutta. Kaivosten ja olosuhteiden erilaisuus ei ole täysin tavoittanut liittovaltion päättäjiä.

Tiedotusvälineissä kaivostoiminnan käsittely on monella tapaa kaksijakoista. Toiminnassa olevat kaivokset ovat vakiinnuttaneet paikkansa suuren yleisön mielessä. Julkisuus on usein myönteistä, vaikka ei täysin hyväksyvää. Kaivoshankkeilla polku sen sijaan on ohdakkeista. Olettamuksia, mielipiteitä ja jopa pelkoja esiintyy edelleen yleisesti. Kaksijakoisuus näkyy myös kaivoksista kertovien juttujen asiantuntevuudessa. Kirjoitukset voivat olla kriittisiä, mutta kuitenkin johdonmukaisia. Toimittajan kokemus ja panostus aiheeseen näkyvät tekstissä. Liian usein kuitenkin varsinkin alkuvaiheen malminetsinnästä piirretään värikkäitä kaivoskuvauksia, jotka eivät perustu

muuhun kuin vahvaan asenteellisuuteen.

Kaivosten hyväksyttävyyys ja yhteiskunnan tuki ei vät riipu pelkästään lainsäädännön vaatimuksista taikka uutisjuttujen sävystä. Työpaikat ja kaivosklusterin mukanaan tuoma taloudellinen aktiviteetti ovat tärkeässä roolissa. Selkeimmin hyviä tuloksia on saatu aikaan vuoropuhelun kehittämisessä sekä kaivostoiminnan läpinäkyvyyden kehittämisessä. Kestävän kaivostoiminnan verkoston työ näkyy, ei vielä kovin vahvasti, mutta hyvällä kehitysuralla.

Onko siis kaivostoiminnalla mahdollisuuksia Suomessa? Ja onko Suomella mahdollisuuksia kaivosteollisuudessa? Kaivosteollisuus ry uskoo tähän. Jatkamme suomalaisen kaivososaamisen vastuullista kehittämistä. Metallien jatkojalostus, teknologiateollisuus ja laiteosaaminen perustuvat jatkossakin kotimaiseen kaivostoimintaan. Työpaikat, jatkuvuus sekä vastuu ympäröivästä yhteiskunnasta ovat alalle tärkeitä - ja antavat mahdollisuuden teollisuudelle ja Suomelle. ▲



## 11<sup>th</sup> FENNOSCANDIAN EXPLORATION AND MINING

31 October - 2 November 2017 • Levi • Lapland • Finland  
Congress & Exhibition Centre Levi Summit • fem.lappi.fi

**WELCOME TO FEM 2017!**

FEM Conference, founded in 1998, is one of the largest and most significant mineral industry events in Europe – thanks to our loyal customers and supporters. FEM brings together exploration and mining industry experts and leaders worldwide. Our goal is to advance and develop business by sharing current ideas and insights. We aim to help building connections and prompting mineral industry globally. FEM has a strong focus on exploration and mining development in Fennoscandia. **The online registration opens on 20 February 2017 at fem.lappi.fi/registration.** We are expecting again over 1000 participants.

Don't miss out on valuable networking opportunities - come and experience the warm FEM atmosphere!

FEM 2017 Organizers





**KIMMO JÄRVINEN**

Toimitusjohtaja  
Metallinjalostajat ry  
p. 043 825 7642

Metallinjalostajat ry on Suomessa toimivan, teräksiä ja muita metalleja valmistavan ja muokkaavan sekä niiden jalostukseen liittyviä teknologioita kehittävän ja markkinoivan teollisuuden toimialajärjestö, jonka tarkoituksena on edistää metallien jalostuksen toimintaedellytyksiä läheisessä yhteistyössä Teknologiateollisuus ry:n kanssa. Suomen metallien jalostajat toimivat avoimilla, globaaleilla markkinoilla kaikilla mantereilla. Toiminnassa korostuvat monipuolinen osaaminen ja innovatiivisuus.

## Loikka, pidennys ja kilpailukyky

Pääministeri Sipilän hallitus on tuonut meillemme käsitteet tuottavuusloikka, kilpailukyky-sopimus ja työaika- ja pidentäminen. Kaikki nämä ovat olleet raikkaita avauksia. Lisäämällä tehtyjen työtuntien määrää voidaan lisätä työntekijöiden tuotoksen määrää, mutta yhtä tärkeää on tehostaa käytettyä työaika. Työajan tehokkuuden parantamisen mahdollisuudet, ratkaisut ja vastuu löytyvät vain yrityksistä itsestään. Työajan pidentäminen vaatii suomalaisessa mallissa voimassa olevien sopimusten muuttamista.

### Miljoona tuntia vuodessa

Ajatellaan lähtökohtana kuudensadan hengen yritystä. Sen työntekijät tekevät yritykselle töitä yhteensä noin miljoona työtuntia vuodessa. Miljoona tuntia koulutettujen, kokeneiden ja osaavien ihmisten ajattelua ja suorituksia. Globaalissa kilpailussa tämä yritys menestyy tai kärsii sen perusteella, kuinka hyvin tai huonosti näiden ihmisten tekeminen suhteessa yrityksen kilpailijoihin onnistuu. Hyvät esimiehet näyttävät mallikkaasti johtavan satoja ihmisiä, mutta kuinka hyvin onnistutaan miljoonan vuosittaisen työtunnin sisällön ohjaamisessa? Kuinka moneen tuntiin saadaan vaikutetuksi johtajien tai esimiesten yksittäisillä päätöksillä? Tuhanteen tai sataan tuhanteen?

### Mikä mies, mikä siivousalue?

Monet meistä oppivat armeijassa siivousalueiden menetelmän. Kasarmin kaikki tilat – tuvat, pesuhuoneet, käytävät ja niin edelleen – on vastuutettu listojen perusteella. Monet myös muistavat käytävällä kajahtavan kysymyksen ”mikä mies, mikä siivousalue?” Siivousasiat hoituivat itseltään ja johtaminen oli mahdollisiin poikkeamiin puuttumista. Mitkä olisivatkaan olleet vaihtoehdot: järjestely, jossa pidetään paikat yhdessä siistinä tai järjestely, jossa

työt käskytetään valikoituneille henkilöille pari kertaa päivässä? Ensimmäinen olisi johtanut parissa viikossa valtavaan sotkuun ja jälkimmäinen useampaan kapinaan. Yhteisvastuu ei varsinkaan epämiellyttäviksi koetuissa asioissa toimi ja jatkuva käskyttäminen rutiiniasioissa syö esimiesresursseja ja johtamispääomaa. Listoihin perustuva siivousalueiden vastuutus on toiminut Suomessa sadalla kasarmilla sata vuotta ja toimii tulevaisuudessakin.

### Suomalaista johtamista

Vastuuttaminen on perisuomalaista johtamista: annetaan omat vastuualueet ja melko vapaat kädet toimia. Tällä lähestymistavalla voidaan ohjata kaikkien työntekijöiden kaikkea työaika. Työntekijät kokevat asiat omikseen ja käyttävät työssäoloaikaansa vastuidensa hoitamiseen ja kehittämiseen. Tarkalla vastuutuksella voidaan hyödyntää yksilöiden vahvuuksia ja väistää heikkouksia. Avoin järjestelmä selkiyttää kokonaiskuvaa ja edesauttaa ihmisten suoraa kommunikaatiota. asiat hoituvat ja kehittyvät suoraan vastuuhenkilöiden välillä eivätkä ne rasita yhtiön johtoa, esimiehiä ja sisäisiä palaverieita. Organisaation vastuutuslistoilla hallitaan sen toimintaa laajemmin ja perusteellisemmin kuin esimerkiksi yksittäisten asioiden TODO-listoilla. Pelkkien lisätöiden listat eivät lähtökohtaisesti ole suuressa suosiossa.

### Ikääntyneen organisaation vastuutus on yleensä rapautunut

Yrityksen alkuaikoina vastuutus on yrittäjälle ja hänen ensimmäisille työntekijöilleen selkeä. Organisaation ikääntyessä kasvu, henkilövaihdokset, henkilökohtaiset tarkoitukset ja monet muut voimat rapauttavat ja sumentavat järjestyksen. Kaikki tekeminen on toki jonkun henkilön tiedossa,

mutta tällainen tieto on organisaatiossa hajallaan. Kun kaikki merkittävä tekeminen ei ole vastuuttamalla jaettu yhtiön käytössä oleville henkilöresursseille, valuu maksettua työaika päivittäin hukkaan.

### Omat asiat kuntoon

Yhtiön vastuiden listaaminen ja vastuutusjärjestelmän luominen on kertaurokka, jonka jälkeen sen ylläpito on kevyttä. Kun vastuiden lista on kunkin henkilön osalta kattava, muodostuu siitä kullekin hänen oman työnsä ajan tasalla oleva kuvaus. Erimielisyyttä aiheuttaneet rajanvedot nousevat pöydälle ja keskustellaan auki. Vastuutusjärjestelmästä muodostuu paikka, mistä selvitetään organisaation toimintaa, ja työväline, minkä avulla sitä muutetaan. Yksittäisiä vastuita on helppo siirrellä henkilöltä toisille ilman titteliä tai organisaatiokaavion laatikkoon liittyvää kitkaa.

### Suomalaisten on otettava käyttöön oma voittava toimintamallinsa

Suomi ja suomalaiset yritykset elävät viennistä ja kansainvälinen kilpailu on yhä useamman yrityksen arkipäivää joko suoraan tai välillisesti. Jokaisen yrityksen on löydettävä ja omaksuttava oma toimintakulttuuriinsa parhaiten sopiva johtamismalli, joka tuottaa tehokkaimman mahdollisen tuloksen. Ruotsissa toimiva ratkaisu ei välttämättä ole Suomessa paras. Vastuuttamisen kulttuuri on kehittynyt Suomessa useiden vuosikymmenten aikana. Vastuutusjärjestelmä on tuotteistettu ja sen on osoitettu nostavan yritysten tehokkuutta nopeasti. Tällaisen ajattelun avulla meillä kaikilla on mahdollisuus tehdä organisaatioissamme oma tehokkuusloikkamme ylittäen pääministeri Sipilän kunnianhimoisimmatkin tavoitteet. ▲

## Galvaanisen korroosion kummalliset koukerot

SATTUIPA KERRAN NIIN, että kulta ja rauta joutuivat keskenään intiimiin kosketukseen. Niin intiimiin, että raudan pinnalla ollut oksidikerros murtui pois ja kulta istahti paljastuneen metallisen raudan pinnalle. Siinä rajapinnalla istuivat kulta- ja rauta-atomit vierekkäin toisiinsa sekoittumatta. Elektronit, nuo vallattomat veitikat, veisasivat viis rajapinnasta ja pujahtelivat sen läpi visiitille kumpaankin suuntaan lainkaan estoja tuntematta.

Aikaa myöten alkoivat kulta- ja rauta-atomit hieroa tuttavuutta keskenään. Ne juttelivat harvakseltaan ja yrittivät päästä perille toistensa näkemyksistä ja suhtautumisesta maailmaan ja sen ilmiöihin. Varsin pian rupesi raudan mielestä tuntumaan siltä, että kullan asennoitumista leimasi jonkinlainen ylemmyden tunto. Kulta puhui pitkiä aikoja itsestään ja historiastaan sekä siihen liittyvistä tapahtumista korostaen sitä, että oli itse säilynyt muuttumattomana kaikenlaisissa olosuhteissa ja lukemattomista houkutuksista huolimatta.

Raudalla ei ollut panna peliin mitään vastaavaa. Sen täytyi myöntää, että ylenmääräinen mieltymys hapteen sai sen helposti ruostumaan eikä ruosteeksi muuttuneella raudalla enää ollut alkuperäistä metallin identiteettiä. Sitä myöten myöskin historialliset kokemukset ja näkemykset jäivät huomattavasti vajaammiksi kultaan verrattuna. Nykyaikaan liittyviä asioita ja raudan mielipiteitä kulta ei taas tuntunut ottavan kuuleviin korviinsa.

Vähän kerrassaan rauta alkoi ärsyyntyä ja jopa tuskastua kullan mahtailuun. Lopulta se mietti, että missä hyvänsä olisi parempi olla kuin kullan vieruskumppanina. Rajapinnan läheisyydessä ja sen poikki puikkivat elektronit kuitenkin sitoivat sitä kiinni rajapintaan ja kullan naapuriksi samaan tapaan kuin ne pitivät koossa sekä kullan että raudan rakennetta.

ERÄÄNÄ PÄIVÄNÄ rupesi satamaan. Satoi niin rankasti, että veden pinta alkoi nousta ja peitti lopulta koko kappaleen sekä kullan ja raudan välisen rajapinnan. Elektronit säikähtivät vettä ja pyrkivät loitonemaan mahdollisimman kauaksi mokomasta häiriköstä.

Silloin rauta tunsu tilaisuutensa tulleen. Sen atomit heitivät hyvästi rakenteeseen luovuttamilleen elektroneille ja heittäytyivät uimasilleen ympäröivään veteen. Mennessään ne hihkuivat hyvästit naapureilleen kulta-atomeille ja ke-



hottivat niitä tekemään perässä. Kulta-atomit nyripistivät nokkaansa ja sanoivat, ettei pientä vesikylpyä tarvinnut pelätä. Se ei kuitenkaan kykenisi tekemään kullalle mitään.

Rakenteeseen jääneet ylimääräiset elektronit alkoivat pian tuntea ahdistusta, sillä nekään eivät oikeasti kovin paljon pitäneet toisistaan. Niiden välillä oli liiaksi samanmerkkistä sähköä. Niinpä ne lähtivät joukkona vaeltamaan rakenteen sellaisille alueille, joissa elektroneja olisi vähemmän ja ympäristössä enemmän toisenmerkkistä sähköä.

Perille tultuaan kiinteässä materiaalissa parveilevat elektronit huomasivat pian, että ympäröivässä vedessä oli varsin paljon niitä kiinnostavia asioita. Siellä harhaili yksittäisiä, ainoan elektroninsa menettäneitä vetyatomeja. Siellä oli myös uimaretkellään olevia rauta-atomeja, jotka olivat tulleet katumapäälle ja halusivat saada luovuttamansa elektronit takaisin. Ne alkoivat houkutellessa kiinteässä materiaalissa olevia elektroneja liittymään itseensä.

Omaa joukkoahdistustaan lievittääkseen elektronit suosivat pian houkutuksiin, livahtivat veteen ja istahtivat joko puutteessa olevien vetyatomien tai rauta-atomien uloimille elektroneille. Kiitolliset vetyatomit liittyivät pian toisiinsa kaksiatomiseksi vetykaasuksi ja kohosivat laulaen kuplina veden pinnalle. Mukavuudenhaluiset rauta-atomit puolestaan jäivät istumaan kiinteän materiaalin pinnalle ja tekivät olonsa siinä mukavaksi. Ainakin ne tunsivat tehneensä jotakin radikaalia ja nokittaneensa tempullaan ylimielisiä kulta-atomeja.

PROSESSIN JATKUessa rauta-atomien määrä alkuperäisellä kullan ja raudan rajapinnalla väheni vähenemistään. Rauta ikään kuin häipyi pois tämän rajapinnan läheisyydestä ja kertyi vähitellen elektronien kokoontumisalueille, elleivät sen atomit sitten päättäneet liittyä vedessä olevien toisten tekijöiden kanssa muiksi yhdisteiksi. Elektronien kokoontumisalueilla syntyi myös pintaan ajoittain kuplina pulpahtelevaa vetykaasua.

Kiinteässä materiaalissa liikkuvat elektronit ja vedessä liikkuvat elektroneja kaipaavat atomit tulivat samalla kuljettaneeksi sähkövarauksia paikasta toiseen eli synnyttivät sähkövirtaa. Virtapiiri sulkeutui sekä rauta-atomien liukenemiskohdassa että elektronien kokoontumisalueilla ja

virtapiirissä kulkeva virta piti prosessia yllä. Rauta jatko liukenemistaan alkuperäisellä raudan ja kullan rajapinnalla ja kertymistään elektronien kokoontumisalueille, joissa myös vetykuplat pulpahtelivat määrävälein veden pinnalle.

Kävi kuitenkin niin, että sade lakkasi ja aurinko kuivatti veden. Sitä karttaneet elektronit palasivat kullan ja raudan rajapinnalle ja pidättelivät rauta-atomeja irtaantumasta sidoksistaan. Veden mukana hävisivät myös elektroneja kappavat vetyatomit ja elektroneja luovuttaneet rauta-atomit menettivät liikkumiskykynsä. Virtapiiri katkesi ja raudan liukeneminen pysähtyi alkaakseen heti uudestaan, kun seuraava sadekuuro tai pinnalle kondensoituva vesi kostuttaisi metallien pintoja.

TODENMUKAISUUDELTAAN HÄMÄRÄKSI jäänyt tarina kertoo, että tämän tapahtumasarjan selvittämiseen johtava työ olisi käynnistynyt siitä, kun 1700 -luvun loppupuolella elänyt italialainen **Luigi Galvani** oli paistamassa päivällisikseen kuparivartaaseen pistettyjä sammakonreisiä öljyssä valurautaisessa paistinpannussa. Kun hän laski vartaan pannun reunalle, vartaaseen pistetyt sammakonreidet nytkähtivät. Ilmiö toistui aina, kun Galvani laski vartaan pannun reunalle. Tämä sai hänet ajattelemaan systeemiin mahdollisesti syntyviä sähkövirtoja ja niiden syntyyn johtaneita syitä. Vähän myöhemmin **Alessandro Volta** havaitsi

sähkövirran muodostuvan toisiinsa liitettyjen erilaisten metallien välille nesteen eli *elektrolyytin* läsnä ollessa.

Myöhemmin yllä kuvattua tapahtumasarjaa ja siihen liittyviä ilmiöitä on ryhdytty kutsumaan *galvaaniseksi korroosioksi*. Sen syntymiseen tarvitaan eri *jalousasteen* metallit (esim. mahtaileva kulta ja alakynnessä oleva rauta), niiden välinen metallinen kosketus (elektronien liikkeen mahdollistava eli *sähköä johtava yhteys*) sekä pinnat kostuttava *elektrolyytti* (esim. sade- tai kondenssivesi), jossa liuenneet elektronejaan luovuttaneet metalliatomit tai liuoksessa olevat elektronittomat vetyatomit (*metalli- tai vetyionit*) voivat liikkua (*ionijohtava yhteys*). Näiden edellytysten toteutuessa muodostuu korroosiovirtapiiri ja epäjalompi metalli alkaa liueta eli syöpyä.

Prosessi katkeaa, mikäli yksikin näistä kolmesta edellytyksestä puuttuu. Tähän perustuvat kaikki ne korroosiosuojaus- tai korroosionestomenetelmät, joita tähän mennessä on kehitetty ja joita mahdollisesti tullaan kehittämään ilmiöön liittyvän ymmärryksen lisääntyessä. Kuitenkin korroosioilmiöiden täydellinen hallinta on edelleen materiaali-insinöörin haastavimpia tehtäviä. ▲

Opetus: Eivät suuret sanat suuta halkaise.

**POHTO**  
Oikeaa osaamista

  
VUORIMIESTYHDISTYS  
Bergsmannaföreningen ry



## Tulevia koulutuksia v. 2017

- Laboratorioalan teemapäivät 20.-21.9. Oulu
- Kemikaalien teollinen käsittely ja varastointi 4.-5.10. Oulu
- Työsuojelupäivät 5.-6.10. Oulu
- Teräksen ja aihoiden valmistus, lokakuu
- Valssaustekniikka, joulukuu

## Yhteistyössä Metallurgian VAT:n kanssa:

- Hydrometallurgia 15.-16.11. Oulu
- Kuonametallurgia kevät 2018 Oulu

Ilmoittaudu  
[www.pohto.fi](http://www.pohto.fi)

QR-koodista  
löydät lisätietoa  
POHTOsta >



Oikeaa osaamista



## Kalliolujituksen ammattilainen

Kaivos- ja kalliorakentamiseen

Kalliolujitus tuotteita • Tunnelitilojen eristysrakenteet • Kallioverkot

Rakennusteollisuuteen

Kierretangot • Vetotankojärjestelmiä • Peruspultteja  
Järeämpiä asennus- ja kiinnitysosia • Elementtiteollisuuden tuotteita



Let's connect

Pretec Finland Oy Ab

Billskogintie 12 02580 Siuntio

Puh. 020 7345 681 | [info@pretec.fi](mailto:info@pretec.fi) | [www.pretec.fi](http://www.pretec.fi)



## Vuorimiespäivien jälkipuintia

VUORIMIESPÄIVÄT onnistuivat taas hienosti. Vuosikokous meni sujuvasti Sakari Kallon ja Pekka Erkkilän luotsaamana, kuultiin hyviä esitelmiä ja tavattiin tuttuja. Kolmen hyvän esitelmän kokonaisuus oli erittäin mielenkiintoinen. Ensin Outokummun Roeland Baanin ja Terrafamen Lauri Ratian esitykset ja päälle vielä TEM:in alivaltiosihteerin, Petri Peltošen kiteytys. Kiitos kaikille hienoista esityksistä!

Osallistujamäärät eri tilaisuuksissa olivat edellistä vuotta ja myös aikaisempaa keskiarvoa suuremmat. Ehkä sekin indikoi piristymisen merkkejä alalla.

Järjestelyt toimivat niin Messukeskuksessa kuin Royal Crowne Plazassakin hienosti. Vuosikokouksen lounaalla vaan meinasi käydä kalpaten, kun varatut lounaspaikat lopuivat kesken. Lounaalla oli yli kolmekymmentä lounastajaa enemmän kuin ennalta ilmoitettu. En vielä tiedä, oliko ilmoituksessamme jokin kämmi vai tuliko noin paljon ilmoittautumattomia lounaalle. Toivon, että jatkossa kaikki lounastajat ilmoittautuvat ohjeiden mukaan ajoissa, jotta saadaan luvut täsmäämään.

Isäntäyritysten ”4 is more”-tiimi ansaitsee huikeasta suorituksestaan täydet pisteet! Järjestäjätiimi: Hannele Vuorimies, Inka Tuononen, Simo Pyysing ja Tommi Juntikka panivat itsensä likoon ja lopputuloksena oli mieleenpainuva, kerrassaan upea tilaisuus! Suurkiitokset meidän kaikkien puolesta ”kaivosteollisuuden menestyksen mahdollistajille”!

OHJELMA oli hieno. Oikeus voitti ja vangitut vapautettiin! GT-baarit toimivat ”liiankin hyvin”, kun joka sorttia piti maistaa. Nakkikioski sen sijaan jäi minulta kokematta ja ilmeisesti suurimmalta osalta muitakin, sillä sen myynti jäi todella pieneksi. Ilmeisesti illallinen oli erittäin hyvä ja runsas, kun hodaritarvetta ei sen jälkeen ilmennyt. Juhlat jäivät varmaan meille kaikille muistojen helminauhaan. Parhaimmat kiitokset onnistuneista juhlista myös Messukeskuksen ja Fazerin henkilökunnalle ja Factor Novan ohjelmatiiimille.

Se ”parempi lounas” lauantaina sujui keväisissä tunnelmissa Sipilä Sving Bandin ja Humpsvakarieren tahdittamana. Iloisia lounastajia oli 625, joten ”tupa oli täynnä”.



VUORIMIESPÄIVIEN kontrastia hain tällä kertaa Lappia lähempää. Hiihtelin Vuokatissa puolisen viikkoa ja sitten Kuhmon erämaassa ”äijäporukalla”. Pääsiäinenkin tuli vielä samaan putkeen, joten nyt on aika hoitaa Vuorimiespäivien jälkihoito ja ryhtyä suunnittelemaan seuraavia. Ensi kevään Vuorimiespäivät ovat 23-24.3.2018. Paikka voi olla sama kuin tänä vuonna, mutta ”huhujen mukaan” myös Dipoli olisi käytettävissämme. Merkitkää siis aika kalenteriinne, mutta jääkää odottamaan vahvistusta juhlapaikasta!

TÄNÄ VUONNA Vuorimieskilta juhlii 70-vuotisiaan! Vuorimiesyhdistys on mukana juhluvuoden järjestelyissä. Syyskesällä on luvassa VK:n ja VMY:n yhteinen ”urheilullinen iltapäivä”, johon toivotaan yhdistyksen jäsenkunnasta runsasta osallistumista. Tilaisuus järjestettäneen Otaniemessä ja tietysti urheilun jälkeen pitää saunoa perusteellisesti ja syödäkin... Jäädään odottelemaan tarkempia tietoja jäsenkirjeen, kotisivujen yms kautta!

Toivotan kaikille hyvää kesää ja Vuorimiespäivien välistä aikaa!

**Ari Juva**, pääsihteeri



IMWA  
2017  
FINLAND  
A GREEN CONGRESS

Welcome to the

**13th IMWA Congress**



**Mine Water & Circular Economy**

JUNE 25-30, 2017 - LAPPEENRANTA, FINLAND

[www.IMWA2017.info](http://www.IMWA2017.info)



[www.endomines.com](http://www.endomines.com)



DIA-TEAM AS  
Mäntysuonkatu7, 53550 LAPPEENRANTA  
Puh. 040 1684244 Email: [post-fi@diateam.no](mailto:post-fi@diateam.no)

## Kulutusteräskeskus



**Kovaa reunasta reunaan**

Hannu Rantasuo

Olli Mattila

Juha Huttunen

p. 044 771 3695

p. 044 771 3693

p. 010 585 6394

[www.miilux.fi](http://www.miilux.fi)



Conceptual & Feasibility studies  
Permitting  
Environmental & Water technology  
Basic & Detailed engineering  
Project & Construction management  
Site management  
Engineering services for maintenance



[www.ctse.fi](http://www.ctse.fi)



Real Mining. Real People. Real Differences.



Anglo American aims to be the leading global mining company – the investment, the partner and the employer of choice – through the operational excellence of world class assets in the most attractive commodities.



**Kuljetinhinnat ja tarvikkeet.  
Asennus- ja huoltopalvelut.**

[www.contitech.fi](http://www.contitech.fi)

ContiTech

LABORATORIOKUMPPANISI Pohjoismaissa



[WWW.LABTIUM.FI](http://WWW.LABTIUM.FI)



**NORICKEL**

HARJAVALTA

**Nikkelijalostuksen  
maailmanluokan  
asiantuntija**

[www.norilsknickel.fi](http://www.norilsknickel.fi)

**If you can think it  
– we can do it!**

From raw materials – all the way through the metallurgical and forming processes – Swerea MEFOS takes on challenges and creates progress.

We offer pilot facilities and experimental equipment for large-scale research and development.

[www.swereamefos.se](http://www.swereamefos.se)

swerea|MEFOS



**KELIBER**

[www.keliber.fi](http://www.keliber.fi)

[facebook.com/keliberoy](https://facebook.com/keliberoy)

## Kaivosteollisuuden raaka-aineet



Brenntag Nordic Oy kuuluu Brenntag-konserniin, joka on kemikaalijakelun globaali markkinajohtaja.

Kaivosteollisuudessa Pohjoismaissa hyödynnämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme. Esittelemme asiakkaille menestystarinoita muista maanosista.

## PÄÄTUOTTEET

- Aktiivihielet
- Ditiiofosfaatit
- Jauhinkuulat ja tangot (myös kromiseosteiset)
- Ksantaatit (PAX, SEX, SIPX ja SIBX)
- Kupari- ja sinkkisulfaatti
- Pölyämisenestoaineet
- Yleisesti kokooja-, kerääjä-, painaja-, vaahdotus-, aktivaattori- ja pH-säätö kemikaalit rikastukseen

## PALVELUT

- Kemikaalitestaukset ja konsultaatio
- Starttipaketit uusille kaivoksille
- Varastointi- ja logistiikkapalvelut

## YHTEYSTIEDOT

### Brenntag Nordic Oy

Antti Takala

Puhelin 040 6731 800

[antti.takala@brenntag-nordic.com](mailto:antti.takala@brenntag-nordic.com)

<http://www.brenntag-nordic.com/fi/>

## Ilmoittajamme tässä lehdessä

AGA	69	New Paakkola	55
Agnico Eagle	2.kansi	Nordkalk	82
Anglo American	79	Norilsk	79
Arctic Drilling Company	8	Normet	31
Atlas Copco	3.kansi	Oulu Mining School	32
Boliden	26	Orica	6
Brenntag	80	Ovako	24
Contitech	79	Palsatech	83
CTS Engtec	79	POHTO	77
DIA TEAM	79	Posiva	83
EAPKY	20	Pretec	77
Endominex	79	Pyhäsalmi Mine	32
Expomark	26	Robit	22
FEM, Lapin liitto	74	Rotator	81
Flowrox	8	Sandvik	60
Forcit	31	Sibelco	3
GRM Services	82	Suomen TPP	3
Kalliomekaniikkatoimikunta/		Swerea Mefos	79
ISRM	8	Tamtron	81
KATI	55	Tekniikum	32
Keliber	79	Weir	3
Kokkolan Satama	84	Wihuri	4
Labtium	79	Volvo	71
LUT/IMWA	78	Xylem	40
Metso	takakansi	Yara	48
Miilux	79		

## Syksyn ja talven riennot

Vuoriteollisuus kulkee valoisimpia aikoja kohti. Alan toimijoilla on tulevan syksyn ja talven aikana monta tilaisuutta näyttää kykynsä hyödyntää nousun luomia mahdollisuuksia.

Tässä osa tapahtumista, joissa Materia-lehden yhteistyökumppaneiden kunto ja valmius puntaroidaan.

### 2017

**FTR Forum Teollisuus ja Teknologia** | 16.–17.5. | Lappeenranta | [www.ftrforum.fi](http://www.ftrforum.fi)

**Maxpo 2017** | Hyvinkään lentokenntä | 7.–9.9. | [www.maxpo.messukeskus.com](http://www.maxpo.messukeskus.com)

**AlihankintaHEAT** | Tampereen Messu- ja Urheilukeskus | 26.9. | [www.finlandevents.fi/ali Hankintaheat](http://www.finlandevents.fi/ali Hankintaheat)

**Alihankinta 17** | Tampereen Messu- ja Urheilukeskus | 26.–28.9. | [www.ali Hankinta.fi](http://www.ali Hankinta.fi)

**Teknologia 17** | Helsingin Messukeskus | 10.–12.10. | [www.teknologia.messukeskus.com](http://www.teknologia.messukeskus.com)

**LOGY iSCM** | Helsingin Messukeskus | 11.–12.10. | [www.logyiscm.fi](http://www.logyiscm.fi)

**Kunnossapitomessut | Teknologia17** | 10.–12.10. | Messukeskus | [www.teknologia17.fi](http://www.teknologia17.fi)

**FEM 2017** | Congress & Exhibition Centre Levi Summit | 31.10.–2.11. | [fem.lappi.fi](http://fem.lappi.fi)

**Nordic Energy Forum** | 14.–15.11. | Helsinki | [www.nef2017.com](http://www.nef2017.com)

### 2018

**SähköTeleValoAv** | Jyväskylän Paviiljonki | 7.–9.2. | [www.sahkomessut.fi](http://www.sahkomessut.fi)

**Euro Mining Day** | Tampereen Messu- ja Urheilukeskus | 20.3. | [www.euromining.fi](http://www.euromining.fi)

**Konepaja** | Tampereen Messu- ja Urheilukeskus | 20.–22.3. | [www.konepajamessut.fi](http://www.konepajamessut.fi)

**Nordic Welding Expo** | Tampereen Messu- ja Urheilukeskus | 20.–22.3. | [www.weldingexpo.fi](http://www.weldingexpo.fi)

**Pohjoinen Teollisuus** | 23.–24.5. | Oulu | [www.pohjoinenteollisuus.fi](http://www.pohjoinenteollisuus.fi)

**Energia** | 23.–25.10. | Tampere | [www.energiamessut.fi](http://www.energiamessut.fi)

Koonnut Bo-Eric Forstén



**TAMTRON**

WEIGH TO KNOW

## PUNNITUSRATKAISUT MATERIAALINKÄSITTELYN JA KIERTOTALOUDEN VAATIMUKSIIN

- ▶ Kaupalliseen käyttöön hyväksytyt silta-, materiaalikone- ja pyöräkuormaajavaat
- ▶ Luotettavat dumpperivaat varastoonkantotoiminnolla
- ▶ **WNexus 2** -pilvipalvelu punnitustiedon tehokkaaseen hallintaan ja jakamiseen

Ota yhteyttä ja kysy lisää! | Puh. 03 3143 5000 | [weighing@tamtron.fi](mailto:weighing@tamtron.fi) | [www.tamtron.fi](http://www.tamtron.fi)

LUOTETTAVAT  
RATKAISUT JA  
MAAN KATTAVAT  
JÄLKIPALVELUT.  
ROTATORILTA.

**HITACHI**

Reliable solutions

**ROTATOR**

[www.rotator.fi](http://www.rotator.fi)

Hitachi-maarakennuskoneiden  
valtuutettu jälleenmyyjä

*Ja pyörät pyörivät...*



# GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä  
riskejä kattavalla  
3D-mallinnuksella!

Urakointi- ja konsultaatiopalveluita ammattitaidolla, kustannustehokkaasti ja ympäristöä kunnioittaen malminetsinnän, geotekniikan ja ympäristötutkimusten tarpeisiin.



## GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

- Maapinnan ensimetreistä yli kilometrin syvyyteen.
- EM, 3D/2D IP, painovoima, magneettinen, lataus-potentiaali, seisminen, vastusluotaus, maatutka, reikäkuvaukset ja fyysiset ominaisuudet in-situ.



## KALLIOMEKANIIKAN ASENNUKSET JA MITTAUKSET

### Monitorointi

- Reaaliaikaiset mittausjärjestelmät - niin maan päällä kuin alla.

### Jännitystilamittaukset

- Hydraulinen murtaminen reikiin pinnalta ja maan alta satojen metrien syvyyteen.
- Irtikairaus-menetelmä tunneleista ja maan alta.



Lento-, maanpinta ja reikägeofysikaalisen datan prosessointi, mallinnus ja tulkinta. Historiallisen aineiston uudelleenkäsittely.

[www.grm-services.fi](http://www.grm-services.fi) | Antti Kivinen: 040-5394224 | [info@grm-services.fi](mailto:info@grm-services.fi)

# FROM MINE TO MINE

For more information, please call:

Erja Kilpinen, phone +358 (0)20 753 7707

[www.nordkalk.com](http://www.nordkalk.com)







## EXPLORATION SERVICE CENTER

### Services:

- Long term core storage
- Sample treatment, logging facilities
- Geotechnical services
- Geological core logging
- Drill core cutting

**Less Investments - more results**

**PALSATECH**  
www.palsatech.fi

Yhteistyössä **KATI**



Jätämme  
jälkemme  
turvallisin  
mielin.

Turvallisuus on loppusijoituksen edellytys.

Posiva on Teollisuuden Voiman ja Fortumin omistama asian-  
tuntijaorganisaatio, jonka tehtävänä on suunnitella ja rakentaa  
käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusratkaisu.  
Työ jatkuu siihen asti, että kaikki Olkiluodon ja Loviisan  
laitosten käytetty ydinpolttoaine on sijoitettu syvälle Olkiluodon  
peruskallioon ja tunnelit on täytetty ja suljettu.

Lue lisää [www.posiva.fi](http://www.posiva.fi)

**POSIVA**



### VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2016-2017

#### PUHEENJOHTAJA/ President

DI Jari Rosendal, Kemira Oyj Porkkalankatu  
3, 00180 HELSINKI  
040 595 1456, etunimi.sukunimi@kemira.com

#### VARAPUHEENJOHTAJA/ Vice president

TkT Kalle Härkki, Outotec (Finland) Oyj  
PL 86, FI-02201 Espoo  
040 513 3383, etunimi.harkki@outotec.com

#### PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

TkL Ari Juva Matkamiehenpolku 2D 23,  
00320 HELSINKI, 0400 457 907  
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

#### WEBMASTER

TkT Topias Siren, 050 354 9582  
topias@smcoy.fi

#### RAHASTONHOITAJA/Treasurer

DI Leena K. Vanhatalo  
050 383 4163  
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

#### GEOLOGIJAOSTO/ Geology section

FM Jyrki Bergström pj/chairman Imerys F&PA  
+33 6 7440 7609  
etunimi.sukunimi@imerys.com  
FM Ilkka Ylander, sihteeri/secretary  
040 865 0081  
etunimi.sukunimi@ylander.com

#### KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO/Mining and Excavation section

DI Mari Halonen pj/chairman Forcit Oy,  
040 869 0417 etunimi.sukunimi@forcit.fi  
DI Visa Myllymäki, sihteeri/secretary YIT  
Rakennus Oy, 0400 365 593  
etunimi.sukunimi@gmail.com

#### RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/ Mineral processing section

DI Hannele Vuorimies, pj/chairman  
Oy Atlas Copco Louhintatekniikka Ab,  
040 187 6060  
etunimi.sukunimi@fi.atlascopco.com  
Ins. Simo Pyysing, sihteeri/secretary  
Weir Minerals, 040 350 5542  
etunimi.sukunimi@weirminerals.com

#### METALLURGIJAOSTO/ Metallurgy section

DI, KTM Ilkka Harri, pj/chairman  
Componenta Finland Oy Högfors  
040 356 4588  
etunimi.sukunimi@componenta.com  
DI Päivi Tikkanen, sihteeri/secretary  
Ovako Imatra Oy Ab, 040 555 7378  
etunimi.sukunimi@ovako.com



# Swedish Steel Prize 2017 -finalistit ovat innovatiivisen suunnittelun edelläkävijöitä

INNOVATIIVINEN SUUNNITTELU, joka haastaa erikoislujien terästen käytön rajoja, yhdistää tämän vuoden neljää Swedish Steel Prize -finalistia. Voittaja julkistetaan palkintoseremoniassa Tukholmassa 11. päivä toukokuuta.

”Tänä vuonna saimme ennätyselliset 102 hakemusta 32 eri maasta ympäri maailman. Hakemusten korkea taso osoittaa, että palkinnolla on merkittävä rooli alan edistämiseksi ja että se jopa kannustaa etsimään uusia, innovatiivisia tapoja käyttää erikoislujia teräksiä paremman suorituskyvyn saavuttamiseksi”, Swedish Steel Prize -tuomariston puheenjohtaja ja SSAB:n tutkimus- ja kehitysjohtaja Eva Petursson sanoo.

## Neljä finalistia ovat:

### Fermel, kaivosajoneuvo, Etelä-Afrikka

Fermel on kehittänyt ainutlaatuisen monitoimiajoneuvomalliston turvallisia kaivoskuljetuksia varten. Ajoneuvot ovat uuden, entistä tiukemman turvallisuuslainsäädännön mukaisia ja niillä on tarkoitus korvata tällä hetkellä käytössä olevat ajoneuvot. Koko ajoneuvon suunnittelu korista lähtien on optimoitu takaamaan paras mahdollinen

suorituskyky henkilöturvallisuuden, suuremman hyötykuorman, ketteryyden, vauri-onkestävyyden, luotettavuuden ja käyttöiän osalta. Kaikki nämä edut saavutetaan käyttämällä monipuolisesti pitkälle kehitettyjä erikoislujia rakenne- ja kulutusteräksiä.

### JMG Cranes, sähkötoiminen pick and carry -nosturi, Italia

JMG Cranes on kehittänyt ainutlaatuisen, erittäin kompaktin nosturin, jonka käyttökohteet ovat hyvin monipuolisia. Pelkistetty muotoilu yhdistettynä sähköiseen voimansiirtoon ja erinomaiseen käsiteltävyyteen mahdollistaa sen käytön sekä sisätiloissa että ulkona. Lisäksi tehokkaalla pick and carry -mallin nosturilla on hyvä nostokapasiteetti. Erinomainen suorituskyvyn ja painon suhde on saatu aikaan optimoimalla puomin suunnittelu ultralujien terästen avulla. Lisäksi tiekuljetus on helppoa irrotettavien tukijalkojen ja vastapainojen ansiosta.

### Kiruna Wagon, malmivaunu, Ruotsi

Kiruna Wagon on kehittänyt innovatiivisen malmivaunujärjestelmän mineraalien pitkiin rautatiekuljetuksiin ja tehokkaan kuormanpurkuun. Pitkälle kehitettyjen erikoislujien rakenne- ja kulutusterästen ansiosta pystyttiin suunnittelemaan

erittäin kevyitä vaunuja, joissa on kiinteä Helix-terminaali liikkeessä tapahtuvaa, rotaatiota kuormanpurkua varten. Lähes kaksinkertaisen purkunopeutensa ansiosta Helix-järjestelmä voittaa kaikki perinteiset sovellukset ja ratkaisee useat tarttuvista kuormausmateriaaleista johtuvat ongelmat. Lisäksi terminaali-järjestelmä on erittäin kustannustehokas sekä hankinta- että käyttökustannuksiltaan.

### Wabash National, takatörmäysuoja, Yhdysvallat

Wabash Nationalin rekkoihin ja puolipe-rävaunuihin suunnittelema uusi takatörmäysuoja ylittää pohjoisamerikkalaiset tiukat vaatimukset myös erityisen vaativan, toispuoleisen törmäyksen osalta. Optimoitu muotoilu, jossa on käytetty erikoislujaa rakenneterästä, on testattu kattavasti, ja se on osoittanut erinomaista suorituskykyä törmäävässä autossa olevien henkilöiden suojaamisessa. Patentoitu järjestelmä absorboi energiaa erinomaisesti, minimoi raskaille ajoneuvoille aiheutuvat vahingot ja varmistaa erittäin kustannustehokkaan valmistuksen ja kokoonpanon.

Lisätietoja Swedish Steel Prize -palkinnosta osoitteessa [www.steelprize.com](http://www.steelprize.com).



Cape size  
or small size  
need?

190  
VUOTTA/ÄR/YEARS

Onpa kuljetustarpeesi iso tai pieni – me tyydytämme sen. Käytössäsi on kapasiteetti isoista Cape-size-aluksista viikottaiseen konttiliikennevuoroon. Laivaamme tehokkaasti ja kokonaisedullisesti kaiken mahdollisen rahdin kaivannaisteollisuuden tuotteista pk-yrityksen kappaletavaraan. Vieläpä erinomaisen palvelun kera.



## KOKKOLAN SATAMA

KOKKOLAN SATAMA OY • Puh: (06) 824 2400  
[satama@portofkokkola.fi](mailto:satama@portofkokkola.fi) • [www.portofkokkola.fi](http://www.portofkokkola.fi)



## ***KAIKKI SAMAN KATON ALTA***

Tunnelinporauslaitteet, poravaunut, kalliontukemislaitteet, lastaus- ja kuljetuskalusto, tuuletus- ja apuölaitteet, panostusajoneuvot, kairauskalusto, porakalusto, iskuvasarat, rikotuspuomit, iskuvasarat, pumput, kompressorit, generaattorit, valomastot, huollot, koulutukset, varaosat, tekninen tuki - kaikki saman katon alta!

Oy Atlas Copco Louhintatekniikka Ab  
Itäinen Valkoisenlähteentie 14 A, 01380 Vantaa  
puh. 020 718 9300  
[www.atlascopco.fi](http://www.atlascopco.fi)

***Atlas Copco***



## Paranna murskaimesi tuottavuutta jopa 30 %:lla Metson päivityspaketeilla

**Tuomme ratkaisevan edun asiakkaillemme.**

Pystyt nyt yhdistämään vankkoihin ja luotettaviin Superior™-, Nordberg™- ja Symons™-murskaimiin tehokkuuden, jonka voit saavuttaa vain Metson uudenaikaisimmilla murskaintyypeillä. Sinun ei tarvitse ostaa uutta murskainta, vaan lisäät sen sijaan päivityspaketeillamme laitteesi murskaustehoa, turvallisuutta ja huollettavuutta.

Kysy lisää murskainpäivityksistä Metson asiantuntijoilta: Joakim Colpaert, puhelin 045 317 5198, joakim.colpaert@metso.com, Timo Sarvijärvi, puhelin 050 317 0906, timo.sarvijarvi@metso.com, Jouko Tolonen, puhelin 050 355 7580, jouko.tolonen@metso.com

#TheMetsoWay

 **metso**  
Expect results

