

# MATERIA

1-2016 HELMIKUU

GEOLOGIA  
KAIVOS  
LOUHINTA  
RIKASTUS  
PROSESSIT  
METALLURGIA  
MATERIAALIT

Yli 70 vuotta vuoriteollisuuden asialla

## Vuosi 2015 tuotti kylmää kyytiä – lisää tulossa?

**FEM Levillä, s. 8**

**TWC Tampereella, s. 29**



# KITTELÄN KAIIVOS

Huolenpitomme ulottuu työntekijöistä koko yhteisöön ja ympäröivään luontoon. Vapaa-ajalla elämme mukana kylän tapahtumissa. Menestymme yhdessä lappilaisten kanssa.

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



**AGNICO EAGLE**  
FINLAND



# SISÄLTÖ

1 / 2016 helmikuu

5

**Lukijalle Ari Oikarinen:**  
Ensimmäinen vuosi takanapäin

7

**Pääkirjoitus Ingmar Haga:**  
Konferenssit ovat tärkeitä kaivosalalle

**FEM-kongressi Levillä, 8-23**

**Bo-Eric Forstén (8-18)**

8 Kaivosalan tuumaviikko Levillä

10 Siilinjärvellä Yara investoi täyttää  
häkää (Teija Kankaanpää)

10 FEMissä puhutaan asiaa  
(Jukka Jokela, Anglo American)

11 Osallistuminen FEMiin kannatti  
(Päivi Mannila, Kemira)

11 New Paakkola on konseptinsa  
löytänyt (Tommi Juntikka)

12 Kokkolan kautta maailmalle  
(Torbjörn Witting, Kokkolan Satama Oy  
ja Henrik Hagström, Oy M. Rauan-  
heimo Ab)

13 Ruotsin kautta Suomeen  
(Päivi Picken, SRK Consulting)

14 Forciti panostaa konsultointi-  
palveluihin (Jari Honkanen)

14 ALS tietää, miten malmit jäljitetään  
(Björn Anckar, David Berglund, Kaija  
Laatikainen)

15 FEMissä on paljon erinomaista  
asiaa (Jukka Ylänen, Geomachine)

16 YIT haluaa maan alle  
(Visa Myllymäki)

**Oulu Mining School 18-21**

18 Bo-Eric Forstén: Oulun yliopisto  
keskeinen tekijä pohjoisessa yhteis-  
työssä

18 Holger Paulick: Toppkunnande  
behövs

20 Saija Luukkanen: Malmien hienon-  
nus ja veden käyttö suuria haasteita

21 Elena Kozlovskaya: Applied  
Geophysics Education at OMS

22 Jyrki Bergström: Karjalan kulta-  
ryntäys 2015 – Endominesin malmin-  
etsintähaaste

24

Tuomo Tiainen: Kohti kestäväää ja  
hyväksyttävää kaivosteollisuutta,  
SAM-hankkeen päätösseminaari;

26

Paneeli pohti kiperiä kysymyksiä



20

29

Kati Valtonen, Arto Lehtovaara:  
Kitka ja kulumisen haastavat  
koneensuunnittelijat

33

Tuomo Tiainen: 3D-tulostus tulee –  
oletko valmis? ASM Finland ry:n  
seminaari

36

Sari Heikkinen: Merox – osa SSAB:n  
kestävää kehitystä

8

FEM-kongressi Levillä.



38

Nordkalkin  
tavoitteena on  
saada kaikki  
kivi käyttöön.



29

38

Anne Foley: Nordkalk haluaa kaiken  
kiven hyötykäyttöön

39

Tiina Roine: Kiviaineksen reitti  
kaivoksesta käyttöön

40

Bo-Eric Forstén: Rahaa tutkimukseen ja  
opetukseen (Teknologiatoellisuuden  
100-vuotissäätiön Metallinjalostajien  
rahasto)

42

Pertti Miettunen, Nina Harjula:  
Uusi kansainvälinen Cleantech-  
markkinapaikka

44

Eeva Jernström: CST – LUTin  
Erotustekniikan keskus

# SISÄLTÖ

1/ 2016 helmikuu



40

Metallinjalostajien rahasto jakoi apurahoja teknologian ja liiketoiminnan tieteelliseen tutkimukseen, opetukseen ja yliopisto-opiskeluun.



66

Rikastus- ja prosessijaoston syys-exkursio Ruotsiin.

## 46 FIMECC on-line

Mervi Leinonen, Ville-Valtteri Visuri, Ingmar Baarman: Dynamic multi-physics modelling as guidance in progressing steel making (DYNAMO)

## Tiede & Tekniikka 47-51

48 Jarmo Partanen:  
LUT School of Energy Systems

## Väitöstiedotteita 53-55

53 Elina Ilén: Puettavat tekstiilelektrodit sairaalaympäristössä

54 Marianna Vehviläinen: Wet-Spinning of Cellulosic Fibres from Water-Based Solution Prepared from Enzyme-Treated Pulp

54 Topias Siren: Excavation damage zones, fracture mechanics simulation and in situ strength of migmatitic gneiss and pegmatitic granite at the nuclear waste disposal site in Olkiluoto, Western Finland

55 Vilma Ratia: Behavior of Martensitic Wear Resistant Steels in Abrasion and Impact Wear Testing Conditions

55 Zhen Song: A new method to improve operating performance for underground hard rock mining

## 56 Metallinjalostajat ry

Kimmo Järvinen: Tutkimustoiminnan valtion tukien poisto vaarantaa alan tulevaisuuden ja työpaikat

57 Alan maailmasta Ajankohtaista alan toimintaympäristöstä (Koonnut BEF)

58 Pintaa syvemmältä Esa Pohjolainen Ajankohtaista malminetsinnästä ja kaivostoiminnasta Suomessa

59 Kaivosteollisuuden edunvalvontaa Marko Mannila: Mediaa täytyy muistuttaa kaivosten tärkeydestä; Teija Kankaanpää johtamaan Kaivosteollisuus ry:tä

60 Bo-Eric Forstén: FinnMateriaan toivotaan pöhinää ja vilskettä

61 Pirjo Luoma-Aho: GeoPros-kuulumisia

## 62

Simo Pyysing: Rikastus- ja prosessijaoston pumppu- ja lieteseminaari PuLi'15

63 Ilkka Harri: Metallurgijaoston syysseminaari VTT:llä

64 Juuso Pynttari: Kaivos- ja louhinta- jaoston syysretki

66 Simo Pyysing, Heli Rautjärvi: BlySi'15, rikastus- ja prosessijaoston syysexcursio

## 69 PAKINA Tuomo Tiainen:

Myötövanhenemisen merkilliset vaiheet

70 In memoriam

72 Alansa osaajat

73 Ilmoittajamme tässä numerossa

73 Ohjeita kirjoittajille

## 74 KOLUMNI Pertti Voutilainen:

Voiko Venäjää ymmärtää?

75 VMY:n toimihenkilöitä 2015–16

76 Leila Holmström: Valmistuneita, TTY

76 Pääsihteeriltä Ari Juva: Vuorimiespäivät 18. ja 19. maaliskuuta 2016

76 VMY:n tapahtumia 2016



KUVA BO-ERIC FORSTÉN

## ILMESTYMISAIKATAULU / COMING OUT DEADLINE / POSTITUS

1/2016	31.12.15	/ 16.02.
2/2016	30.03.	/ 11.05.
3/2016	13.06.	/ 24.08.
4/2016*	03.10.	/ 09.11.

\*FINNMATERIA-MESSUNUMERO

ILMOITUSMYynti / AD MARKETING  
L&B FORSTÉN ÖB AY, 0400 875807,  
MATERIA.FORSTEN@PP.INET.FI

SEURAAVA NUMERO (2-2016)  
POSTITETAAN 11.5.

## ILMOITUSTILAVARAUKSET / AINEISTOPÄIVÄ BOOKING ADS DL / ADS DELIVERED

1/2016	11.01.	/ 18.01.
2/2016	30.03.	/ 11.04.
3/2016	13.06.	/ 01.08.
4/2016*	03.10.	/ 10.10.

\*FINNMATERIA-MESSUNUMERO

VAKIONUMEROIDEN LEVIKKI 4000 KPL.  
FINNMATERIA 2016 -MESSUJEN ERIKOISNUMERO (N:O 4) 7000 KPL

PAINO/PRINTING HOUSE  
PAINOTALO PLUS DIGITAL OY, LAHTI



# YIT

Pioneer in mine  
construction.



[yitgroup.com/mining](http://yitgroup.com/mining)



Knowledge grows

# Kivestä leipää



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

Yara on maailmanlaajuinen kivennäis- lannoitteiden, teollisuuskemikaalien ja ympäristönsuojelutuotteiden toimitaja. Lannoitteemme ja kasvinravitsemusosaamisemme auttavat tuottamaan ruokaa maapallon kasvavalle väestölle.

[yara.fi](http://yara.fi)



## Oikea teräs – ja vain mielikuvitus on rajana

Ovakolta löytyy teräs lähes mihin tahansa koneenrakennushaasteeseen, olivatpa vaatimukset kuinka kovat tahansa. Älä anna materiaalin rajoittaa mielikuvitusta.

Ovako on vaativimpiin koneenrakennussovel-  
lukseen tarkoitettujen terästen asiantuntija. Olipa  
haasteesi kuinka kova tahansa, osaamisemme ja  
teräsvalikoimamme antavat vapaat kädet suunnittelijoillesi. Käy tuulettamassa mielikuvituksen tukkeita osoitteessa [ovako.com](http://ovako.com)

**OVAKO**

# Ensimmäinen vuosi takanapäin

Hyvää uutta vuotta lukijat. Uutena vuotena on taas toivottavasti suoritettu metallurgiset prosessit, joissa tina-lyijy-seos on sulatettu, valettu ja arvioitu. Toki jokainen varmasti tietää, että se on lähinnä lyijyä, mitä meille kaupassa tinana myydään, kuulemma jopa 90%:sti lyijyä.

Muistan kyllä uudenvuoden vuosien takaa, jossa opiskeluaikaisten kavereiden kesken olimme kokoontuneet viettämään uudenvuodenaattoa, ja valettiin ihan perinteistä 60/40 juotostinaa. Kiitos siitä tangosta kuuluu luonnollisesti suomalaiselle elektroniikan kokoonpanoteollisuudelle. Se, mitä kukin on valoksistaan nähnyt ja miten luotettavina saati tarkkoina ennustuksina niitä pitää, lienee jokaisen oma asia.

Moni on varmaan myös lupailut uudelle vuodelle kaikenlaista. Koitetaan pitää niistä kiinni ja tehdään tästä edellistä parempi.

Uuden vuoden tullen myös Materia-lehti on kokenut muutoksia. Kädessäsi oleva numero on painettu uudessa kirjapainossa, ja samalla kun vaihdoimme painotaloa, päätimme hieman hienosäätää lehden ulkoasua. Lehti on edelleen painettu pääasiassa kivitavaramilla, mikä varmasti lukijakuntaa miellyttää.

Itselläni ja kollegallani Karilla on nyt takana ensimmäinen vuosi lehden päätoimittajina, ja tämän takia haluammekin kerätä palautetta siitä, miltä lehti lukijakunnalle näyttää, ja miltä sen pitäisi näyttää. Tämä tullaan toteuttamaan kevään aikana kyselyin toivon mukaan niin netissä kuin Vuorimiespäivilläkin. Kaikenlainen muu palaute otetaan toki ilolla vastaan, ja vuoropuhelu toivotaan tervetulleeksi.

Lähestykää toimitusta mielipiteiden ja juttuaiheiden muodossa. Tai sitten ihan muuten vain, jos haluatte jotain meille kertoa, tai jotain lehdeltä toivoa. Muistakaa, että tätä lehteä tehdään teille, ei meille. Me haluamme tehdä lehdestä entistä paremmin lukijakuntaa palvelevan.

*Frisco, vastaava päätoimittaja*

*"Edistyksessä on vikana se, että se menee eteen- eikä taaksepäin."*

*– Oscar Wilde –*



**JULKAISIJA / PUBLISHER** VUORIMIESYHDISTYS - BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.

74. VUOSIKERTA ISSN 1459-9694  
WWW.VUORIMIESYHDISTYS.FI

MATERIA-LEHTI KATTAU TEKNOLOGIAN ALUEET GEOFYSIKASTA JA GEOLOGIASTA LÄHTIEN ML. KAIVOS- JA PROSESSITEKNIikka JA METALLURGIJA SEKÄ MATERIAALIEN VALMISTUS JA MATERIAALITEKNIIKAN ERILAISET SOVELLUTUKSET. LEHDEN ALKUOSA PAINOTTUU ALAN JA YRITYSTEN AJANKOHTAISIIIN ASIOIHIN. TIEDE & TEKNIikka -OSA KESKITTYY TUTKIMUKSEN JA KEHITYSTYÖN TULOKSIIN.

MATERIA MAGAZINE COVERS ALL AREAS OF TECHNOLOGY IN THE MINING AND METALLURGICAL FIELD, FROM GEOLOGY AND GEOPHYSICS TO MINING, PROCESS TECHNOLOGY, METALLURGY, MANUFACTURING AND VARIOUS MATERIALS TECHNOLOGY APPLICATIONS. THE FIRST PART OF THE MAGAZINE FOCUSES ON WHAT'S HAPPENING IN THE FIELD AND THE COMPANIES INVOLVED WHILE THE R&D SECTION CONCENTRATES ON THE RESULTS OF RESEARCH AND DEVELOPMENT.

**VAST.PÄÄTOIMITTAJA / EDITOR IN CHIEF**  
DI ARI OIKARINEN, 050 568 9884  
ARI.E.OIKARINEN@GMAIL.COM

**PÄÄTOIMITTAJA/DEPUTY EDITOR IN CHIEF**  
DI KARI PIENIMÄKI, 040 527 2510  
KARI.PIENIMAKI@OUTOTEC.COM

**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@FLATLASCOPCO.COM

**TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD**  
DI LIISA HAAVANLAMMI, PJ / CHAIRMAN  
OUTOTEC 040 864 4541  
LIISA.HAAVANLAMMI@OUTOTEC.COM

DI JANI ISOKÄÄNTÄ, SFTEC LTD,  
040 834 8088 JANI.ISOKAANTA@SVY.FI

PROF. (EMER.) VEIKKO LINDROOS,  
AALTO-YLIOPISTO, TKK, MATERIAALITEKNIikka  
09 451 2673, 050 550 2673  
VEIKKO.LINDROOS@AALTO.FI

DI MATTI PALPERI, HELSINKI, 09 565 1221

FM ESA POHJOLAINEN, GTK, 050 374 1169  
ESA.POHJOLAINEN@GTK.FI

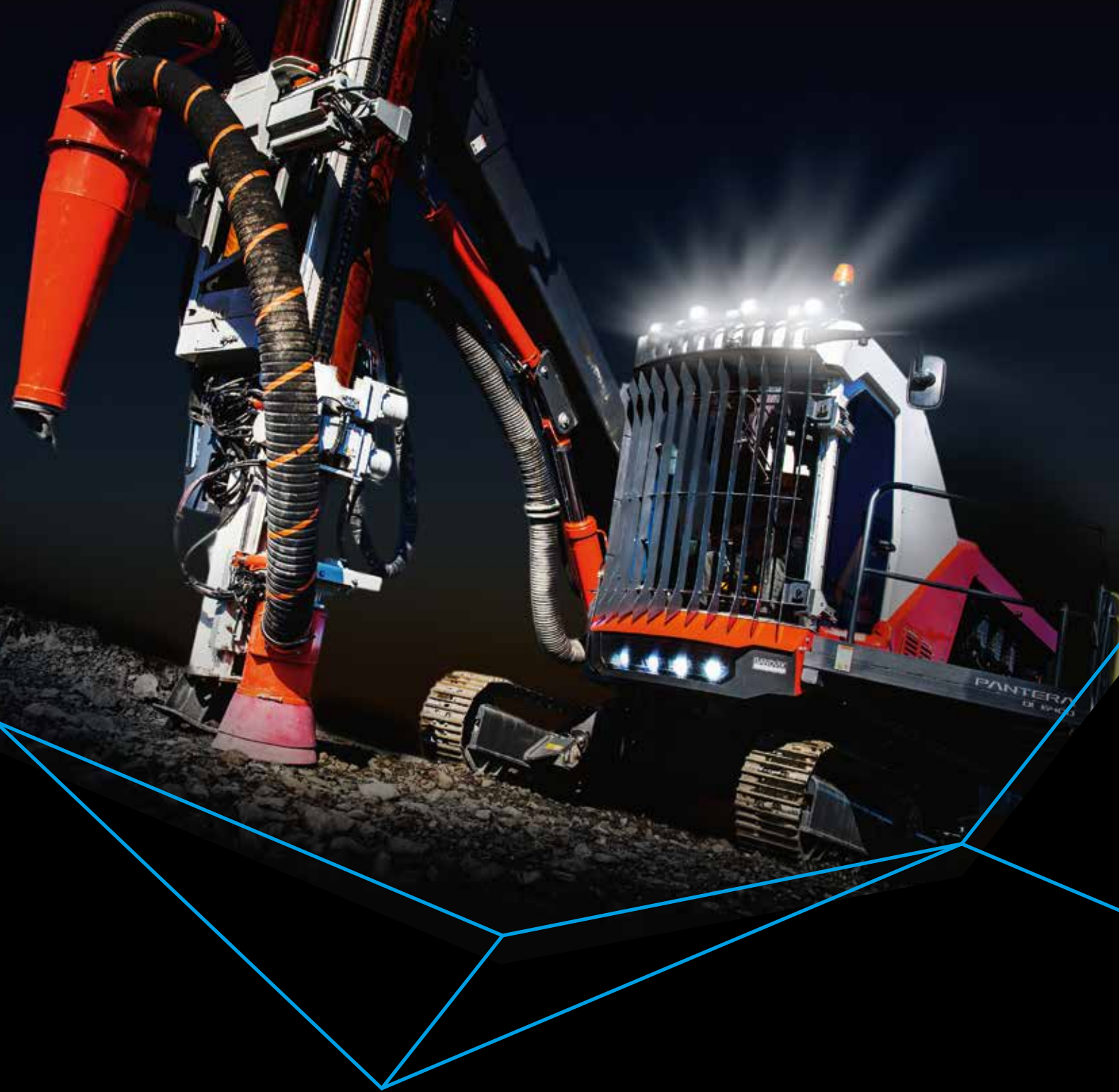
DI TOPIAS SIREN, 050 354 9582  
TOPIAS.SIREN@VUORIMIESYHDISTYS.FI

M.SC PIA VOUTILAINEN, 040 590 0494  
PIA.VOUTILAINEN@COPPERALLIANCE.SE  
SCANDINAVIAN COPPER DEVELOPMENT ASS.

**TOTEUTTAVA TOIMITUS / EDITORIAL STAFF**  
L & B FORSTÉN ÖB AY,  
MATERIA.FORSTEN@PP.NET.FI  
BO-ERIC FORSTÉN, LEENA FORSTÉN (LAYOUT)  
0400 875 807, 040 587 8648

**OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET / CHANGES OF ADDRESS & SUBSCRIPTIONS**  
OUTI LAMPOLA, 040 539 4688  
OUTI.LAMPOLA@VUORIMIESYHDISTYS.FI  
VMY:N JÄSENISTÖ MYÖS VERKKOSIVUJEN JÄSENREKISTERIN KAUTTA.





# TOMORROW'S TECHNOLOGY TODAY'S SOLUTION

As automation becomes an increasingly important technology in your surface mining operation, our PANTERA™ DI6400 will amplify your down-the-hole drilling possibilities. Developed from the ground up to maximize your productivity and improve safety, PANTERA™ delivers power with precision. Longer drill pipes, higher penetration rates and advanced automation capabilities make PANTERA™ the safe, productive and cost-efficient solution for your drilling challenges now and in the future. Put tomorrow's technology to work in your open pit today.

Visit [mining.sandvik.com](http://mining.sandvik.com) to learn more.





# PÄÄKIRJOITUS

INGMAR HAGA, CEO

AGNICO EAGLE FINLAND OY



## Konferenssit ovat tärkeitä kaivosalalle

**MAAILMALLA JÄRJESTETTÄVISTÄ** erilaisista malminetsintä- ja kaivoskonferensseista suurin osa järjestetään perinteisissä kaivosmaissa kuten Kanadassa, Australiassa, Etelä-Afrikassa ja Yhdysvalloissa. Kiinan nousu merkittäväksi kaivosmaaksi on tehnyt siitäkin merkittävän konferenssijärjestäjän.

**ALUN PERIN** malminetsintä- ja kaivosalan tapahtumat olivat pieniä ja niitä järjestettiin etupäässä prospektorien ja sijoittajien yhteen saattamiseksi. Raaka-aineriikkaiden maiden kuten Kanadan ja Australian suurten rautatieprojektien rakentamisen yhteydessä löytyneet uudet lupaavat malmiviitteet synnyttivät paikoin laajan prospektoriammattikunnan. Tämän ammattikunnan oli haettava rahoitusta toiminnalleen erilaisilta sijoittajilta tai osakepörssien kautta. Näin malminetsinnän ja kaivosalan konferensseja alettiin järjestää suurissa kaupungeissa, joissa oli toimivat rahoitusmarkkinat.

**VUOSIEN AIKANA** näiden tapahtumien luonne muuttui ja toiminta-alue laajeni. Tänä päivänä malminetsintä- ja kaivoskonferenssit tarjoavat osallistujille mahdollisuuden verkostoitua ja malminetsintä- ja kaivosyhtiöille tilaisuuden hakea yhteistyökumppaneita sekä markkinoida projektejaan. Kaivosalan laite-toimittajille annetaan tilaisuus esitellä tuotteitaan ja uusia innovaatioita ja yliopistoille ja tutkimuslaitoksille mahdollisuuksia löytää ja luoda yhteisiä projekteja teollisuuden kanssa, sekä antaa opiskelijoille informaatiota alan työmahdollisuuksista.

**MONILLE MALMINETSINTÄFIRMOILLE** näistä tapahtumista on kehittynyt tärkeitä paikkoja rahoittajien löytämiseksi ja toiminnan varmistamiseksi. Yhä merkittävämpää on viime aikoina konferenssien suoma julkisuus, joka mahdollistaa yhtiöille tuoda laajempaan tietoisuuteen kestävän kehityksen arvojaan sekä miten näitä sovelletaan kaivosteollisuudessa. Tämä on osa sitä avoimen keskustelun kulttuuria, johon kaivosyhtiöt tänä päivänä pyrkivät.

**EHKÄ MERKITTÄVIMMÄT** malminetsintä- ja kaivoskonferenssit tänä päivänä ovat PDAC Torontossa, Kanadassa ja Diggers & Dealers Kalgoorliessa Länsi-Australiassa. PDAC Torontossa on ylivoimaisesti suurin tapahtuma ja se kerää vuosittain lähes 30 000 osallistujaa. Se on nyt järjestetty jo 83 kertaa.

**SUOMEN LIITTYMINEN EU:hun** soi ulkomaalaisille toimijoille oikeuden hankkia malminetsintäluvan ja toimia kaivosalalla Suomessa. Tämä herätti Suomessa 90-luvulla idean kansainvälisen malminetsintä- ja kaivostapahtuman organisoinnista. Mallia tälle konferenssille otettiin pitkälti PDAC:sta ja nimeksi muutettiin Fennoscandian Exploration and Mining Conference (FEM). Ajatuksena konferenssille oli alun perin, että se olisi lähellä toimijoita ja malminetsintäpainotteinen. Sijoituspaikaksi tuli Pohjois-Suomi ja Rovaniemi ja tämä osoittautui erinomaiseksi valinnaksi. Toinen merkittävä asia oli, että Lapin Liitto suostui pääjärjestäjäksi. Tämä luo konferenssille vahvan ja uskottavan perustan ja yhdistää konferenssin selkeästi Suomen Lappiin. Konferenssi on nyt järjestetty 10 kertaa. Konferenssi on kasvanut vaatimattomasta alusta tämän päivän noin 1 000 osallistujan tapahtumaksi, johon

osallistujat tulevat useasta eri maasta.

**TOISIN KUIN MONISSA MUISSA** vastaavanlaisissa konferensseissa rahoitusala puuttuu FEM:n tarjoamasta valikoimasta. Yritystä tähän suuntaan on kuitenkin ollut muutaman kerran ja olisi hyvä, jos jatkossa pyrittäisiin edistämään ja tukemaan rahoitusalan sisällyttämistä ohjelmaan. Moni ulkomainen pankki-alan edustaja on sanonut, että Levi on liian kaukana merkittävistä sijoittajakeskuksista ja alaa seuraavista analytyikoista, jotta rahoitusalan edustajia saataisiin suuremmassa mittakaavassa kiinnostumaan tapahtumasta. Tämä on varmasti totta, eikä FEM tule todennäköisesti koskaan kilpailemaan suurten kaivos-sijoittajakonferenssien kuten esimerkiksi Lontoon Mines and Money'n kanssa, mutta järjestelmällisillä pyrkimyksillä lisätä rahoitusalan edustusta voidaan ehkä pitkällä tähtäimellä luoda juniorifirmoille paremmat rahoitusmahdollisuudet Suomessa (ja Ruotsissa) kuin mitä niillä tällä hetkellä on.

**KONFERENSSI SIIRRETTIIN** Kittilän Levi Summitille Rovaniemen Lappi Hallin mentyä remonttiin. Levi tarjoaa ainutlaatuiset puitteet tälle konferenssille. Hyvien palvelujen ja lentokentän läheisyyden lisäksi sijainti hyvin lähellä toimivia kaivoksia ja aktiivisia malminetsintäalueita luo mahdollisuuden konferenssin yhteydessä helposti järjestettävälle exkursioille ja kaivoskäynneille. Vastaavanlaisia mahdollisuuksia ei ole metropoleissa järjestettävien konferenssien yhteydessä.

**FEM:stä ON TULLUT** suurin ja väittäisin tärkein tämän alan konferenssi Euroopassa – konferenssi, jonka painopiste on ketjun alkupäässä eli malminetsinnässä. Tämä kehitys on luonnollinen ja ehkä väistämätönkin, koska Fennoskandian alue on yksi EU:n metallipotentialisista alueista. Konferenssi on muodostunut hyvin merkittäväksi ja yhdistäväksi tapahtumaksi koko Fennoskandian kaivosalalle. Tapahtuma on hyvin kansainvälinen, osallistujat tulevat monista kymmenistä maista. Se on muuttunut taloudellisesti tärkeäksi tapahtumaksi Levin paikalliselle palveluklusterille ja koko Keski-Lapin matkailuteollisuudelle. Paikallisille kaivosalan yrittäjille konferenssi taas tuo näkyvyyttä alan kansainvälisten toimijoiden keskuudessa ja näin lisää yhteistyömahdollisuuksia.

**METALLIEN ALHAINEN HINTATASO**, joka johtuu pääosin Kiinan ja Aasian maiden voimakkaan kehityksen pysähtymisestä, on aiheuttanut kaivosalalle ympäri maailmaa suuria ongelmia. On arvioitu, että ainakin pari vuotta kestää ennen kuin hinnat oleellisesti paranevat – etenkin perusmetallien osalta. Tilanne tulee yhä enenevässä määrin vaikuttamaan myös Suomen ja Ruotsin kaivosteollisuuteen ja tuloksentelekykyyn. Kustannusten alentaminen on suurimmalla osalla edessä. Tässä kannattaa kuitenkin muistuttaa, ettei pidä unohtaa tukea alaa palvelevia konferensseja. FEM:n kaltainen korkeatasoinen konferenssi on tärkeä pitää Suomessa. Näin pystymme myös pitämään kansainväliset kaivosyhtiöt olemaan kiinnostuneina mukana malminetsinnän rahoittamisessa ja Fennoskandian kilven esiintymien kehittämisessä. ▀

# 10<sup>th</sup> Fennoscandian Exploration and Mining Conference – FEM

## Kaivosalan tuumaviikko Levillä

FEM on kotiutunut Levin rinteelle ja toimii, kuten hiihtokeskuksen toinen suurtapahtuma naisten MC-pujottelun osakilpailu, paikkakunnan ja koko Lapin käyntikorttina maailmalla. Tällä kertaa laskettelijat joutuivat pettymään, kun kylmää ja lunta ei saatu ajoissa. Kaivosalalla on sen sijaan riittänyt kylmää kyytiä viime aikoina. Siitä huolimatta pohjoismaista ja kauempaa tulleiden mainareiden kokoontumisesta tuli ehkä entistä lämpimämpi ja läheisempi tapahtuma.



*FEM-kooste, sivut 16-18: tekstiit Bo-Eric Forstén, kuvat L&B Forstén*



Varsinainen konferenssi osui keskele marraskuun ensimmäistä viikkoa, mutta innokkaimmille riitti ohjelmaa koko viikoksi.

Perinteiset ja loppuunmyydyt Pre-Conference Short Courses alkoivat maanantaina iltapäivällä ja jatkuivat tiistaina. Aiheita olivat "Hyperspectral Core Imaging" ja "Geophysics for Geologists".

Tiistaina liikenne Kittilän lentokentän ja Levin välillä vilkastui iltaa kohden, kun konferenssin avajaiset lähestyivät.

Avajaissanoissaan järjestelytoimikunnan puheenjohtaja, Lapin Liiton maakuntajohtaja **Mika Riipi** nosti esiin Lapin aseman yhtenä Euroopan kuudesta mallialueesta klusterien rakentamisessa. Key note -puhujina olivat PDAC:n presidentti **Rod Thomas** ja Kestävän kaivostoiminnan verkoston pääsihteeri **Eero Yrjö-Koskinen**.

Thomas kuvasi, miten yritys avoimella yhteistyöllä ja kestäväällä toiminnalla pystyy saavuttamaan toimintaympäristönsä hyväksynnän. Yrjö-Koskinen selvitti vuorostaan, miten kestävä kaivostoiminnan verkosto toimii vastuullisen kaivostoiminnan edistämiseksi Suomessa.



*GTK:n tutkimusjohtaja Pekka Nurmi (oik.) ojensi FEM Special Award'in Bolidenin Jarmo Vesannolle (Business Development Director) malminetsinnän ja kaivosprojektien kehittäjänä. Valintakomiteassa oli mukana myös Anglo Americanin tutkimusjohtaja Jukka Jokela (vas.).*



HAYDEN LLOYD PHOTOGRAPHY

*Ingmar Haga (vas.), Agnico Eaglen Euroopan toimintoista vastaava varatoimitusjohtaja, palkitsi Reijo Anttosen kultamalmin etsintään ja jalostamiseen liittyvällä Agnico Eagle Awardilla. Palkinnon nouti Jarmo Vesanto (toinen vas.). Hänestä oikealle Agnico Eaglen varatoimitusjohtaja Seppo Voutilainen ja kaivoksen johtaja Mikko Korteniemi.*



HAYDEN LLOYD PHOTOGRAPHY



HAYDEN LLOYD PHOTOGRAPHY

*FEMin palkintolautakunnan puheenjohtaja Pekka Nurmi (oik.) luovutti Kestävän kaivostoiminnan verkostolle myönnetyn vuoden 2015 Fennoscandian Mining Award'in. Palkinnon vastaanottivat Sylvie Fraboulet-Jussila (Sitra) ja verkoston pääsihteeri Eero Yrjö-Koskinen. Vasemmalla professori Pertti Lamberg (Luulajan tekninen yliopisto).*

## Palkintoja jaettiin

Osoituksena siitä, että verkosto on oikealla tiellä, saatiin, kun FEMin palkintolautakunnan puheenjohtaja **Pekka Nurmi** hetkeä myöhemmin luovutti verkostolle vuoden 2015 Fennoscandian Mining Awardin. Palkinnon vastaanottivat Yrjö-Koskinen ja hänen edeltäjänsä **Sylvie Fraboulet-Jussila**.

Pekka Nurmi ojensi FEM Special Award'in Bolidenin **Jarmo Vesannolle** malminetsinnän ja kaivosprojektien kehittäjänä.

Pääsponsoreiden puheenvuoron piti Anglo Americanin puolesta yhtiön Afrikan, Euroopan ja Australian toimintoista vastaava **Stuart McCracken**. Agnico Eaglen tervehdyksen toi vastaavasti Agnico Eagle Europe'n varatoimitusjohtaja **Ingmar Haga**. Myöhemmin hän palkitsi **Reijo Anttosen** kultamalmin etsintään ja jalostamiseen liittyvällä Agnico Eagle Awardilla.

Vauhti kiihtyi ja tunnelma nousi, kun päästiin Trade Shown avajaisiin ja siihen kuuluvaan Ice-breaker Partyyn.

Sataviisi näytteilleasettajaa kolmessa kerroksessa oli täydessä valmiudessa vastaanottamaan breikkaajat, kun ovet näyttelykerroksiin avautuivat. Jäästä ei ollut jälkeäkään, joten illasta tuli lämmin.

Kerroksissa lämpö ja vilskke säilyivät vielä kaksi vuorokautta.

Luentosalissa edettiin ehkä hillitymmmin, mutta vauhtia riitti sielläkin. Yhteensä 29 esitystä kahdessa päivässä on paperilla melkoinen annos, mutta kaivosmiesten innostus säilyi. Vielä torstai-iltapäivänä ei tilapäisille kuulijoille löytynyt salista tilaa kuin piipuhyllyltä.

Kittilän ja Kevitsan kaivokset tarjosivat halukkaille vielä perjantaina mahdollisuuden jälkiverryttelyyn kaivosekskursioiden muodossa.

Kaikki järjestelyihin osallistuneet ovat ansainneet suurkiitoksen antoisasta ja mielenkiintoisesta kaivosviikosta. ▴

# Siilinjärvellä Yara investoi täyttä häkää

Tapaamme **Teija Kankaanpään**, Yaran Siilinjärven kaivoksen johtajan, hänen valmistautuessaan johtamaan puhetta iltapäiväsessiossa konferenssin päätöspäivänä. Sen tehtävän hän jakaa Jukka Jokelan kanssa. Hän on tämän kanssa samaa mieltä siitä, että FEM 2015 on osoitus alan voimasta ja sinnikkydestä.

”Hienoa nähdä, että vaikka elämme taloudellisesti näin alavireistä aikaa, tällainen väkimäärä on löytänyt tiensä tänne Leville. Satunnaisia ohikulkijoita on turha täältä etsiä. Jokaisella tänne tulleella on ollut siihen omat syynsä”.

Yara on viime vuoden aikana saanut Soklin takia paljon julkisuutta eivätkä Siilinjärvi ja Teija Kankaanpää ole jääneet siitä osattomiksi.

”Täällä Levilläkin on paljon kysytty Soklista. Ihmisiä askarruttaa se, onko hanke lopullisesti haudattu vai ei. Siihen voi vaan sanoa, ettei niin isoon investointiin kannata nykyisin fosfaatihinnoin lähteä mukaan”.

Teijan mukaan Siilinjärvellä on vuorostaan pullat hyvin uunissa. Syksyn aikana kaivoksella todettiin, että valmistusolosuhteiden parantamista pystytään nostamaan 0,1 % tulevina vuosina.

”Se ei ole paljon, mutta meidän voimmeilläme sillä on merkitystä. Vuonna 2015 valmistamme 940 000 tonnia apatiittirikastetta ja ensi vuonna 30 000 tonnia enemmän”.

Siilinjärvellä on rakenteilla iso pastalaitos, joka valmistuu alkuvuonna 2017.

”Sen ansiosta meidän ei tarvitse rakentaa uutta rikastushiekka-allasta. Nykyisellä läjitystavalla allas on tulos täyteen. Tekemällä rikastushiekasta pastaa voimme nostaa kiintoainepitoisuuden neljästäkymmenestäviidestä seitsemääkymmeneen prosenttiin”.

Pastalaitoksen kokonaisinvestoinnin arvo on 75,5 miljoonaa euroa.

”Sen lisäksi muut investoinnit pyörivät 30 miljoonan euron paikkeilla. Sillä rahalla turvataan kaivoksen luotettavuus ja turvallisuus”. ▴



”Siilinjärven apatiittirikasteen tuotanto nousi uuteen ennätykseen vuonna 2015 eli 957 000 tonniin”, kertoi Teija Kankaanpää tammikuussa 2016. Tässä hän on Jukka Jokelan kanssa johtamassa puhetta FEMissä.

Jukka Jokela:

## FEMissä puhutaan asiaa

”FEMissä puhutaan asiaa. Löysät puheet eivät mene läpi, sillä täällä kaikki ovat ammattilaisia. Tälläkin kertaa esitelmissä ja puheenvuoroissa malminetsintää ja kaivostoimintaa on käsitelty hyvin monipuolisesti. Sosiaalinen vastuu ja se, miten sosiaalinen lisenssi ansaitaan, ovat olleet keskeisiä aiheita ja uskon, että keskustelu on antanut jokaiselle jotakin. Elämme tänään taloudellisen syklin pohjalla, mutta siitä huolimatta FEM on tuonut Leville lähes tuhat osanottajaa. Se kertoo kaiken tapahtuman merkityksestä alalle”, toteaa **Jukka Jokela**, Anglo Americanin projektijohtaja.

Jukka Jokela nostaa rahoituksen esiin asiana, joka tänä päivänä on sekä isojen että pienten toimijoiden huulilla.

”Kustannusten arvioiminen on han-

kalaa, kun maamme moniportainen lupajärjestelmä sallii valitusten tekemisen prosessin jokaisessa vaiheessa. Näkisin, että lupakäytännön selventäminen ja yksinkertaistaminen ovat kaikkein tärkeimpiä kysymyksiä, mikä hallituksen pitää saada kuntoon. Toimiva lupajärjestelmä avaisi tien kovasti odotetuille investoinneille. Tämä asia ei koske pelkästään kaivostoimintaa, vaan kaikkia teollisuuden aloja”.

Malminetsinnän tyrehtymisestä Jukka Jokela muistuttaa, että taloudellisessa taantumassa kaikista asioista joudutaan leikkaamaan. Kun aloitetaan helpoimmasta päästä, niin malminetsintä kuuluu ensimmäisiin kohteisiin.

”Minulle tämä on kolmas tai neljäs taantuma ja aina niistä on toivuttu”. ▴

### 11th Fennoscandian Exploration and Mining (FEM 2017)

Next FEM will be organized on 31 October – 2 November 2017 in Levi, Lapland, Finland at the Congress & Exhibition Centre Levi Summit.

Registration will open in February 2017 at <http://fem.lappi.fi/en/registration>

The first flyer of FEM 2017 will be available in March 2016. #FEM2017Levi.

FEM  
2017

Riitta Muhojoki, Lapin Liitto





## Päivi Mannila, Kemira: Osallistuminen FEMiin kannatti

”Tämä oli oikein hyvä reissu. Kaikilla, jotka tulevat Leville osallistuakseen FEMiin, on tavalla tai toisella yhteyksiä alaan. Täällä ollaan tiiviisti yhdessä kolme päivää. Yhteistyökumppanien tapaamisen lisäksi FEM tarjoaa hyvän mahdollisuuden solmia uusia tuttavuuksia”, toteaa Päivi Mannila, Senior Specialist Kemiran Oil & Mining -segmentistä.



Päivi Mannila ja James Miller Kemiran osastolla FEMissä

”Konferenssin esitelmien avulla saa hyvän käsityksen alan tilasta ja tulevaisuudesta. Tämä kuva tarkentuu ja täydentyy sitten ohjelman ulkopuolella tapahtuvassa kanssakäymisessä”, Päivi Mannila jatkaa.

”On mukavaa nähdä näin paljon alan ihmisiä täällä, vaikka suhdanteet eivät tällä hetkellä ole otollisimmasta päästä. Kaiken lisäksi kaikki tuntuvat olevan avoimin mielin liikkeellä. Henki on hyvä ja innostusta riittää”.

Kemiran omaa tilannetta Päivi kuvaa hyväksi: ”Meillä on kolme liiketoimintasegmenttiä, joiden kautta tarjoamme asiantuntemusta, sovellusosaamista ja kemikaaleja massa- ja paperi-, öljy- ja kaivosteollisuuteen sekä veden käsittelyyn. Koko yhtiön tasolla olemme kyenneet toteuttamaan kasvustrategiamme hyvin, öljyteollisuuden viimeaikaisesta turbulenssista huolimatta”,

sanoo Päivi Mannila.

FEM ja sen ohella suomalaiset saavat kehuja Päivin ständikaverilta **James Milleriltä**, jonka pettymykseksi lumi ja revontulet eivät näyttäneet konferenssin aikana.

”Vaikka kyllä meillä on lunta omasikin takaa. Parinsadan kilometrin päässä Johannesburgista meillä on vuoristo, jonka huiput ulottuvat 3 500 metrin korkeuteen. Sieltä löytyy sekä lunta että laskettelukeskuksia”, toteaa James, joka Etelä-Afrikasta käsin toimii Kemiran Oil & Mining -segmentin myyntijohtajana vastuualueinaan Eurooppa, Lähi-Itä ja Afrika.

”Afrikassa kaivostoiminnan haasteet ovat pitkälti samat kuin Skandinavianakin, esimerkiksi ammattitaitoisen työvoiman puute on yhteinen. Tänäpäin alhaiset metallihinnat vaivaavat kaivostoimintaa niin täällä Pohjolassa

kuin meitä Afrikassa. Eroja on siinä, miten se vaikuttaa kaivosten toimintaan ja investointeihin. Afrikassa kaivostoiminnassa liikkuu kiinalaista ja intialaista rahaa, sitä ei täällä näy. Lisäksi erilaiset poliittiset riskit ovat todellisuutta Afrikassa”, toteaa James.

Hän arvioi Kemiran mahdollisuudet menestyä Afrikassa hyväksi. Konserni perusti vuonna 2012 myyntiyhtiön Etelä-Afrikkaan Johannesburgin ulkopuolelle.

”Afrikka on paljon muutakin kuin Etelä-Afrikka. Yrityksen liiketoiminta painottuu Etelä- ja Keski-Afrikan maihin sekä Afrikan itä- ja länsirannikoille. Kemiran osaaminen vesi- ja prosessikemikaalien osalta on tärkeä myyntivaltti. Kuparikaivosten saostuskemikaalien toimittajana olemme onnistuneet saamaan jalansijan sekä Zambiassa että Kongossa”, kertoo James Miller. ▀



Tommi Juntikka

## New Paakkola on konseptinsa löytänyt

”Meidän toimintamme on mennyt yhä enemmän siihen suuntaan, että olemme tänään suunnittelutoimisto, jolla on konepaja. Vanha Paakkola oli konepaja, jossa suunnittelu oli osa toimintaa”, sanoo **Tommi Juntikka**, joka yrittäjänä on kokenut melkein kaiken, mitä alalla on tarjottavana sekä myötä- että vastoin käymisinä. Paakkola Conveyors joutui melkoisen menestystarinan päätteeksi talousvaikeuksiin keväällä 2013. Velkasaneerauksen jälkeen seurasi konkurssi.

Nyt Tommi Juntikka tiimeineen on nousemassa takaisin alan toimijoiden joukkoon vaikeista ajoista huolimatta.

”Etenemme askel kerrallaan. Meitä on tänään 16 henkilöä, kun vanhassa Paakkolassa oli 70 työntekijää, mutta osaaminen on tallella. Olemme oppineet, että osaamista pystyy hyödyntämään ainoastaan silloin, kun kaikki taloudelliset realiteetit ovat hallinnassa”.

FEMin yhteisillallinen saa Tommilta kehuja.

”Ei ilta ollut antoisampi kuin edellisellä. Nyt ei ollut istumajärjestystä ja ihmiset käyttivät liikkumisvapauden oikealla tavalla hyödyksi. Merkittävää oli myös se, että paikalla olleiden yritysten edustajina oli kiitettävän paljon päätöksentekijöitä.” ▀

## Port of Kokkola

Kokkolan satama on Suomen kolmanneksi suurin yleissatama Hamina-Kotkan ja Helsingin jälkeen. Vuonna 2014 sataman kautta kulki 8,5 miljoonaa tonnia. Satama koostuu kolmesta eri satamasta:

### Syväsatomassa

käsitellään pääasiallisesti bulkkia, kuten terästeollisuuden raaka-aineita ja kaivannaisteollisuuden tuottamia materiaaleja. Laituritilaa on yhteensä 2260 metriä. Syvälaituria (13 m) on runsaat 600 metriä, mikä mahdollistaa Panamax- ja Cape Size -luokan laivojen liikennöinnin. Panamax-luokan alukseen mahtuu lastia 1150 junavaunun verran. Lastaus- ja purkausjärjestelmät on mitoitettu sen mukaan. Syväsatamassa on junavaunujen kaatolaite, jonka avulla juna voi purkaa 1500 tonnin tuntivauhdilla. Sataman lastaus- ja purkausteho on parhaimmillaan yli 40 000 tonnia vuorokaudessa. Vuosikapasiteetti Syväsatamassa on yli 7 miljoonaa tonnia.

### Kantasatamassa

käsitellään kappaletavaraa ja ns. vaaleaa bulkkia, mm. kalkkikiveä. Satamassa on vaaleaan bulkkiin, kuten alumiinisaveen ja lannoitteeseen, räätälöityjä erikoisterminaaleja. Terminaaleja käytetään sekä tuontiin että vientiin menevälle bulkille. Kantasataman AWT-terminaali on pohjoismaiden ainoa, missä laivoja voi lastata tai purkaa sisätiloissa. Kantasataman kulkusyvyyks on yhdeksän ja puoli metriä.

### Hopeakiven satama

on satamista uusin. Siitä ollaan kehittämässä toinen syväsatama. Tähän asti sinne on rakennettu 320 metriä laituria ja lisää rakennetaan koko ajan. ▀

*Kokkolan satamajengi Levillä, vasemmalta: Henrik Hagström, Rauanheimon myyntipäällikkö, Alexandra Aho, Kokkolan Sataman markkinointisihteeri, Sofie Rasmus, Rauanheimon CRM-asiantuntija ja Torbjörn Witting, Kokkolan Sataman toimintusjohtaja.*



## Kokkolan kautta maailmalle

Trade Shown ylimmässä kerroksessa Kokkolan Satama Oy:n ja Oy M. Rauanheimo Ab:n yhteinen tiimi neuvoi kaivannaisteollisuuden edustajia siitä, miten alan materiaalitoimitukset Suomesta maailmalle tai maailmalta Suomeen hoituvat näppärästi ja kustannustehokkaasti. Vietimme mielenkiintoisen ja mukavan puolituntisen kokkolalaisten kuunteluoppilaina.

”Olemme palvelleet kaivannaisteollisuutta yli viisikymmentä vuotta ja viimeisten kymmenen vuoden aikana meille on käynyt yhä selvemmäksi, että kaivosala on meille se jokin. Tänäkin kaivosalan tarpeet pitkälti ohjaavat meidän kehitystoimintaamme”, toteaa **Torbjörn Witting**, Kokkolan Satama Oy:n toimitusjohtaja.

Levillä Kokkolan Satama jakaa tilan Rauanheimon kanssa aivan kuten kotona Kokkolassakin. Yhteiselo on jatkunut jo tovin aikaa. Viime vuonna Kokkolan satama täytti 190 vuotta ja Rauanheimo juhlisti 130-vuotista taivaltaan vuonna 2014. Tämä tapahtui julkaisemalla historiikki Ykspihlajan satamasta sekä yhtiöiden yhteisestä taipaleesta.

”Tunemme toisemme perin pohjin ja vuosien varrella meille on syntynyt yksinkertainen ja toimiva yhteistyömalli. Me keskitymme investointeihin rakentamalla uusia laitureita ja satama-alueita ja varustamalla ne nostureilla ja muilla tarvittavilla laitteilla. Rauanheimon osuus on vuorostaan myydä sataman palveluja ja pyörittää sataman operatiivista toiminta-

ta. Käytännössä strategia ja suunnittelu ovat kuitenkin meillä yhteiset”, sanoo Torbjörn Witting.

Sataman laajentaminen on jatkuvaa toimintaa.

”Täyttämällä valloitamme mereltä jatkuvasti uusia alueita tulevaisuuden tarpeita varten. Pyrimme kartoittamaan ne 10–20 vuoden tähtäyksellä. Asiakkaittemme materiaalit vaativat jokainen erikoisosaamista ja usein myös erikoisvarusteita ja varastotilaa. Investoimme niihin jatkuvasti palveluvalmiutemme säilyttämiseksi. Usean materiaalin kohdalla pystymme reagoimaan välittömästi asiakkaan toivomuksiin”, toteaa Torbjörn Witting.

Rauanheimo ja Kokkolan Satama Oy ovat suomalaisessa kaivannaisteollisuudessa ja kemianteollisuudessaakin monelle tuttu ja arvostettu yhdistelmä. Usea kaivos käyttää sataman palveluja. Yara ja Siilinjärven kaivos kuuluvat niihin.

**Teija Kankaanpää**, Siilinjärven kaivoksen johtaja antoi kokkolalaisille vilpittömän tunnustuksen haastattelunsa yhteydessä: ”Rauanheimo on meidän kumppanimme todella hyvä ja laadukas toimija. Tärkeä partneri, joka on kehittänyt toimintaansa meidän tarpeemme huomioon ottaen.”

Siilinjärven rautapasute- ja apatiittitoimitukset kulkevat Kokkolan kautta. Satamalla on kummallekin materiaalille omat terminaalin erikoislaitteineen.

Toinen näyttävä esimerkki Rauanheimon ja Kokkolan sataman välisestä yhteistyöstä on Rauanheimon vuoden 2013 lopussa venäläisen Severstalin kanssa solmima sopimus rautamalmin kuljettami-



sesta Venäjältä Kokkolaan laivattavaksi maailmalle.

”Vastuu toimituksen toteuttamisesta siirtyy meille Vartiuksen rajanylityspaikalla. Sieltä malmi kuljetetaan satamaan rautateitse Rauanheimon vuokraamisessa venäläisissä erikoisvaunuissa. Näitä vaunuja on noin 600. Perillä hoidamme vaunujen purkamisen, malmin varastoinnin ja lastaamisen aluksiin sekä kaiken toimitukseen liittyvän dokumentoinnin aina siihen saakka, kun loppuasiakas ottaa toimituksen vastaan”, kertoo Rauanheimon myyntipäällikkö **Henrik Hagström**.

Hän painottaa, että tällaisen kokonaispaketin tarjoaminen asiakkaalle edellyttää toimijalta laajaa yhteistyöverkostoa. Sen lisäksi on tunnettava tarkkaan, miten toimia kuljetusketjun kaikilla osaluilla.

”Meidän toiminnassamme VR on erittäin keskeinen yhteistyökumppani. Viime vuoden 7,5 miljoonan tonnin materiaalivirrasta viisi miljoonaa tuli Kokkolaan tai lähti sieltä rautateitse. VR hoitaa osuutensa erinomaisesti”.

Venäjän transitoliikenteellä on ollut oma osuutensa siinä, että satamaliikenne rikkoi kaikki ennätykset vuonna 2014. Uusi ennätys oli 8 575 miljoonaa tonnia ja siitä transitoliikenteen osuus oli 42 prosenttia.

”Tällaisten kokonaispakettien, joissa me kannamme vastuun koko kuljetusketjun toimivuudesta, pitäisi olla asiakkaiden mieleen. Mahdollisten kitkakohtien määrä vähenee, kun vastuu palveluista keskitetään yhdelle toimijalle. Asiakkaalle avautuu mahdollisuus säästää sekä aikaa että rahaa”, aprikoi Torbjörn Witting, ja Henrik Hagström täydentää:

”Maassamme tavaravirrat on usein edelleen pilkottu pieniin osiin. Moni yritys haluaa hoitaa rautatiekuljetukset itse. Sama koskee myös operaattorin, huolintaliikkeen ja varustamon valintaa. Asioiden, aikataulujen ja toimintatapojen yhteensovittaminen saattavat aiheuttaa asiakkaalle turhaa työtä ja siten kustannuksia”.

Tänään maan talustilanne ja raaka-aineiden alhaiset maailmanmarkkinahinnat häiritsivät kuitenkin näitä positiivista ajattelua ja tulevaisuuden uskoa uhkuvia kokkolalaisiakin.

”Vuosi 2015 on ollut kaukana edeltäjästään. Tavaravirroissa on ollut selvä pudotus ja mekin olemme joutuneet leikkaamaan kustannuksiamme lomautusten avulla, vaikkakin tilanne näyttää jo valoisammalta. On vaan todettava, että me Kokkolassa olemme kovia poikia, mutta teräksen maailmanhinnalle emme mahda mitään”, tunnustaa Torbjörn Witting. ▀

## Ruotsin kautta Suomeen

SRK Consulting astui viime vuonna askeleen lähemmäksi suomalaisia asiakkaitaan perustamalla toimiston Rovaniemelle. Ruotsiin ja Skellefteå'hon tämä malminetsinnän ja kaivostoiminnan asiantuntijayhtiö tuli vuonna 2009. Vuonna 1974 perustetun SRK Consultingin palveluksessa on yli 1500 asiantuntijaa viidessäkymmenessä toimipisteessä kuudella mantereella.

”Meillä on Suomessa tärkeitä asiakkaita ja yhteistyökumppaneita, joten päätös toimipisteen perustamisesta Suomeen tuli kuin itsestään. Meitä oli kolme, jotka muutimme Skellefteå'sta Rovaniemelle. Muutto on tiivistänyt yhteydenpitoamme tšekäläisiin asiakkaisiimme ja uusia kontakteja alan toimijoihin on luotu. Sen sijaan palvelujen sisällössä ei ole tapahtunut isompia muutoksia. Kuten ennenkin tarjoamme asiakkaittemme käyttöön kaiken sen osaaminen, mikä SRK:lla on”, toteaa **Päivi Picken**, joka Trade Showssa emännöi SRK:n osastoa.

Päivi kuvailee SRK:ta täyden palvelun taloksi:

”SRK:lla on kokemusta malminetsinnän ja kaivostoiminnan kaikista vaiheista. Olemme olleet mukana hyvin erilaisissa projekteissa eri puolilla maailmaa. Liioittelematta voi sanoa, että pystymme kaivosasioissa palvelumaan asiakasta lähes kaikissa eteen tulevissa kysymyksissä. SRK on kansainvälinen työyhteisö, jossa löytyy asiantuntijoita joka asiaan. SRK:n sisäisen tietojenvaihdon ansoista tiedämme tarkkaan, missä alalla mennään”.

Päivin mukaan erilaiset kannattavuuslaskelmat ja raportoinnit rahoittajille muodostavat peruskuorman toimeksiannoissa.

”Jos meidät kytketään projektiin aivan sen alkuvaiheessa vastaamme jo hankkeen alustavan kannattavuuslaskelman laatimisesta ja myöhemmin lopullisesta. Meillä on myös omat malminetsintäpalvelut tarjottavina. Mutta teemme paljon muitakin. Esi-



merkiksi 3D-mallintaminen mineraalivarantojen arvioinnissa on usein pyydetty palvelu. Paljon muitakin asioita mallinnetaan, esimerkiksi mahdollisten haitta-aineiden kulkeutuminen kaivosvesissä.”

Päivi nimeää kalliomekaniikan SRK:n kärkituotteeksi pohjoismaissa.

”Meillä on vahva ja kokenut kalliomekaniikan tiimi täällä Pohjolassa. Sen osaamisesta on asiakkaalle arvaamaton tuki: se auttaa optimoimaan sekä kaivoksen turvallisuuden että tuottavuuden. Taloudellinen geologia on meille toinen tärkeä tukijalka: laadimme mm. erilaisia kansainvälisten raportointistandardien mukaisia arvioita mineraalivarannoista ja niihin liittyvistä hankkeista”.

Geokemistinä Päivi on itse erikoistunut ympäristöasioihin, ja hänellä on kahdeksantoista vuoden kokemus projektityöskentelystä eri puolilla Eurooppaa.

Ruotsin ja Suomen toimintaympäristön hän tuntee hyvin ja muutto Rovaniemelle on hänelle iloinen asia.

”Olen Lapista lähtöisin ja tunnen, että nyt olen palannut kotiin. Asun Pellon kunnan puolella juuri sellaisessa ympäristössä, josta olen haaveillut. Tänne olen aina halunnut”, tunnustaa Päivi Picken. ▀

**SRK Consulting (Sweden) AB** ja  
**SRK Consulting (Finland) Oy:**  
Toimitusjohtaja **Johan Bradley**

Skellefteåssa 3 asiantuntijaa  
Rovaniemellä 3: **Päivi Picken, Pekka Bergström** ja **Michael Di Giovannozzo**

# Forcit panostaa konsultointipalveluihin

Finnrock tunnetaan Suomessa Forcitin louhinta- ja värinätekniikkaan erikoistuneena tytäryhtiönä.

”Suomessa olemme alamme edelläkävijä ja toimintamme on kehittynyt tasaisesti neljänkymmenenviiden toimintavuotemme aikana. Nyt katto kasvamiselle on kuitenkin kotimaassa tulossa vastaan, joten olemme lähteneet laajentumaan Ruotsiin ja Norjaan. Consulting on uusi liiketoiminta-alue, joka jo tällä hetkellä vastaa 15 prosentista konsernin liikevaihdosta”, kertoo **Jari Honkanen** Forcitin ständillä.

Jari on toiminut Finnrockin toimitusjohtajana kahdeksan vuotta ja nyt hänen reiviiriinsä kuuluvat myös Ruotsi ja Norja. Jari vastaa Helsingistä käsin liiketoiminta-alueen toiminnasta hallituksen puheenjohtajana muissa viidessä Consulting-yrityksessä. Liiketoiminta-alueen liikevaihto on tänään 15 miljoonaa euroa ja se työllistää 85 henkilöä.

Forcit teki kolmisen vuotta sitten päätöksen panostaa consulting-toimintaan. Siitä

lähtien on edetty ripeästi. Suomessa yhtiö osti Räjätyskonsultit Oy:n vuonna 2014 ja perusti samana vuonna Bergcon AS:n tukikohdaksi Norjaan. Ruotsissa Forcit on kahden viime vuoden aikana vahvistanut consulting-valmiuttaan kolmella yritysostoksella: Bergsäker AB, BergUtbildarna AB ja Spijkerman Berg- och Sprängteknik AB.

Tuorein hankinta on Bergsäker AB, joka 40 työntekijällään on kolmikosta suurin. Yrityksen liikeideana on rakennus- ja ympäristöhankkeiden yhteydessä luoda turvallisuutta rakentajille ja lähistössä asuville. Liikeidea on hyvä – yritys on voimakkaassa kasvussa.

”Nämä ostetut yritykset tarjoavat kukin asiakkailleen oman erikoisosaamisensa. Ruotsissa meillä on tarjolla samat palvelut kuin Finnrockilla Suomessa, mutta kolmen yrityksen yhteisvoimin. Kellään heistä ei ole tarjota kaikkia palveluja”.



*”Tarjoamme kaivosteollisuudelle lähinnä ympäristövaikutusten mittauksia ja seuranta- ja louhinta- ja kaivosteknisiä koulutusta. Olemme juuri lanseeranneet 3-päiväisen maanalaisten kaivostekniikan täydennyskoulutus-paketin nimeltään Kaivosmestari-kurssi. Kurssi on lajissaan käsittääksemme Suomen ainoa”, kertoo Jari Honkanen.*

## ALS tietää, miten malmit jäljitetään

Malminetsinnälle ja kaivosteollisuudelle näytteiden valmistelu- ja analyysipalveluja tarjoava ALS panostaa menetelmäkehitykseen.

”ALS:n Vancouverin kehityslaboratorion asiantuntijat kehittävät yhdessä alan yritysten kanssa jatkuvasti uusia tarkempia analyysimenetelmiä, joiden avulla pystytään yhä pienempien

pitoisuuksien määrittämiseen. Esimerkiksi arseeni maaperässä voi jo pieninä määrinä kertoa, mistä kultaa on löydettävissä. Toisessa uuden tekniikan menetelmässä taas hyvinkin alhaiset seleenipitoisuudet voivat johtaa malminetsijän oikeille jäljille”, kertoo **Björn Anckar**, ALS Mineralsin johtaja Pohjoismaissa.

”Haluamme tarjota asiakkaillemme parasta mahdollista palvelua. Alhaiset määrittelyrajat luovat uusia ulottuvuuksia malminetsintään”, selittää **David Berglund**, ALS Mineralsin Pohjoismaiden asiakas- ja markkinointipäällikkö.

Ständillä on myös **Kaija Laatikainen**, joka toimii ALS Mineralsin Otokummun laboratoriossa laboratoriopäällikkönä.

”Me kaksi olemme tulleet FEMiin Piteästä. Piteä on suurin kolmesta laboratoriomme. Ruotsissa meillä on laboratorio myös Malässä. Suomalaisia asiakkaitamme palvelemme Otokummusta käsin, toteaa David.

Björn Anckar nostaa Kiinan esille, kun pyydämme hänen näkemystään



David Berglund (vas.), Kaija Laatikainen ja Björn Anckar edustivat ALS:ää.



Yrityskaupat ovat tuoneet Forcittille uusia asiakkaita ja entisille asiakkaille uusia palveluita samalla kun henkilöstön osaaminen on laajentunut.

”Tätä pyrimme hyödyntämään. Tarkoituksenamme on mm. tiivistää yhteistyötämme konsernin räjäytysliiketoiminnan kanssa ja sitä kautta löytää uutta asiakaspintaa ostamillamme konsulttiyrityksille”, Jari sanoo.

Bisneksestä hän toteaa, että Suomessa kasvunäkymät ovat ainakin lyhyellä tähtämällä melko vähäiset. Sen sijaan Ruotsissa on erittäin nopeasti kasvavat markkinat ja kasvupotentiaalia näkyy olevan jatkossakin.

”Ruotsissa investoidaan voimakkaasti infrastruktuuriin ja yleisesti ottaen Ruotsin kansantalous on paremmassa kunnossa kuin meidän. Sen sijaan alhaiset metallinhinnat näkyvät Ruotsissakin kaivosteollisuuden hiljaiselona”, toteaa Jari Honkanen. ▀

#### Forcit Consulting

**Suomi** – Oy Finnrock Ab, Räjätyskonsultit Oy  
**Ruotsi** – Bergsäker AB, BergUtbildarna AB, Spijkerman Berg- och Sprängteknik AB  
**Norja** – Bergcon AS



markkinatilanteesta ja sen kehityksestä:

”Asetelma on sama koko maailmassa. Joka puolella seurataan, mitä Kiinassa tapahtuu. Muutokset lähtevät sieltä liikkeelle, jos ovat lähteäkseen. Ruotsissa tilanne on kuitenkin olosuhteisiin nähden siedettävä. Meidän asiakaskunnassamme on suuria yrityksiä, joihin pakkaskeli ei heti pure. Junioripuolella tilanne on kuitenkin tukala. Aikoina, jolloin hinnat ovat niin pohjassa niinkuin nyt ovat, malminetsinnästä leikataan hyvin herkästi. Moni pienyritys on ainakin hetkeksi heittänyt pyyhkeen kehään. Me olemme käyttäneet aikalisän menetelmien kehittämiseen. Siitä on hyötyä koko alalle”, sanoo Björn Anckar.

Kaija Laatikainen kommentoi vuorostaan tilannetta suomalaisesta näkökulmasta.

”Lama on näkynyt sekä bisneksessä että meidän omassa toiminnassamme. Täällä FEMissä on kuitenkin käyty keskusteluja, joiden pohjalta voi ainakin ajatella, että pahin olisi vähitellen ohi. Malminetsinnälle ja varsinkin pienille toimijoille ajat ovat vaikeat”, sanoo Kaija. ▀

## Jukka Ylänen, Geomachine: FEMissä on paljon erinomaista asiaa



*”FEMin henki on ollut positiivinen ja antoisa”, toteaa Jukka Ylänen.*

”Täällä Levillä esitelmien perussävy on heijastanut markkinoiden nykyistä tilannetta, mutta silti niissä on esitetty paljon positiivisia ajatuksia ja suunnitelmia. Fokus on hyvin pitkälle ollut malminetsinnässä, vaikka markkinat ovatkin vaikeat juuri nyt. Alalle on myönteistä ja arvokasta, että tilanne käydään sen toimijoiden toimesta perusteellisesti ja monipuolisesti läpi. Meille nämä päivät ovat olleet hyvin mielenkiintoisia”, arvioi Geomachinen toimitusjohtaja ja pääomistaja **Jukka Ylänen**.

Geomachine on valmistanut Tuusulan tehtaallaan 30 vuoden ajan kallio- ja maaperätutkimuskoneita. Tehdas toimitti lokakuussa kuudennensadannen koneensa asiakkaalle. Valmistuksesta yli puolet menee vientiin, pääasiallisesti Pohjoismaihin. Yrityksellä on jälleenmyyjä Ruotsissa, Norjassa, Venäjällä ja Puolassa. Myynti kotimaahan ja Baltiaan hoidetaan Tuusulasta.

”Paraikaa haemme uusia markkinoita Kanadasta”, Jukka Ylänen kertoo.

Geomachinen koneet soveltuvat hyvin liikkuvuutensa vuoksi sekä maanpäälliseen että maanalaiseen käyttöön malmiston kartoituksessa ja koekäytöksissä. Malleja on useita eri painoluokissa välillä 4–10 tonnia.

”Meillä on koneenrakennuksessa ja huollossa kaiken kaikkiaan kolme eri tuoteperhettä. Suurimpana ovat maaperätutkimuskoneet. Toinen on malminetsintäkoneet ja uuden tuoteperheen muodostavat pora- ja lämpökaivokoneet. Ajankohta uudelle tuoteperheelle ei ollut paras mahdollinen. Näinä aikoina urakoitsijat välttävät investointeja ja käyttävät vanhat koneensa loppuun. Onneksi maaperätutkimus on myötätuulessa ja tämä auttaa meitä tasapainottamaan tilannetta. Positiivista on myös se, että huoltotoiminta on jatkuvassa kasvussa”.

Geomachine on maaperätutkimuskoneissa kehittänyt täysin uuden tyyppisen, ohjelmoitavan CAN-Buss-väyläkoneen, joka on otettu hyvin vastaan. Väyläkone mm. tekee itsenäisesti osan työkiirroista, säättää kierroslukua kuorituksen mukaan jne. Työn tekeminen on turvallisempaa ja tehokkaampaa.

”Koneiden valmistuksessa Geomachine käyttää modulaarisia, itse suunniteltuja ja valmistettuja alustoja eri konetyypeille. Konetyypin valinta ja varustelu tehdään aina asiakkaan kairaus- ja poraustarpeiden mukaan”, lisää Jukka Ylänen.

Geomachine valmistaa keskimäärin noin 20 konetta vuodessa. Yhtiöllä on oma, hyvin varusteltu huoltoverstas Nurmijärvellä. ▀

# YIT haluaa maan alle



YIT:läisiä FEMissä: Heini Soininen, Heikki Pöyhönen ja Visa Myllymäki.

Visa Myllymäki toimii työpäällikkönä vastuualueinaan YIT Rakennus Oy:n Infrapalveluiden kalliorakennus- ja kaivostyömaita.

YIT:llä on louhinnan lisäksi vankka kokemus tunnelirakentamisesta, infra-rakentamisesta ja rakentamisesta yleensä.

”Kaikille näille taidoille löytyy käyttöä, kun tehdään yhteistyötä kaivosten kanssa. Osaavat yhteistyökumppanit takaavat vuorostaan sen, että meillä on valmius lähteä mukaan hyvin vaativiinkin projekteihin. Vastaavasti kaikkiin olosuhteisiin löytyy aina sopiva kalusto, sillä Suomessa ja Pohjoismaissa on maailman eturivin laitevalmistajia”.

Visan mukaan YIT:n valmius auttaa kaivosyrittästä alkaa jo silloin, kun tulevan kaivoksen paikka on vielä metsän peitossa. Yhteistyötä voidaan jatkaa

aina kaivoksen sulkemiseen ja alueen maisemointiin saakka.

”Niin mittavia urakoita ei kuitenkaan vielä ole tullut vastaan”, hän huomauttaa.

Pyydämme Visaa kuvailemaan YIT:n roolia kaivosyrityksen yhteistyöpartnerina.

”Lähtökohtana on, että kaivosyhtiö on paikallistanut malmion. Heillä on selkeä käsitys sen sijainnista ja laajuudesta. Sen ympärille kaikki rakentaminen sitoutuu ja siitä suunnittelu alkaa. Tärkeintä on löytää tapa, jolla malmiin päästään nopeasti ja kustannustehokkaasti käsiksi. Sen suunnittelussa on otettava huomioon hyvin monenlaisia asioita. Kaivoksessa tarvitaan sekä sähköä että vettä ilmastoinnista puhumattakaan”.

Kun nämä asiat on selvitetty, päästään rakentamiseen ja YIT pääsee näyt-

”Kaivokset ovat tuoneet meidät tänne Leville. Olemme kehittäneet erilaisia urakkamuotoja, joiden puitteissa pystymme tarjoamaan kaivoksille laajoja työkonkaisuuksia. Niissä pääkohteenamme on maan alla tapahtuva raaka työ. Erikoisosaamisemme on maanalaisessa louhinnassa. Siihen meillä on omat, ammattinsa osaavat louhijat sekä tarvittava kalusto”, kiteyttää DI **Visa Myllymäki** YIT Rakennus Oy:n esiintymistä FEMin Trade Show'ssa.

tämään osaamistaan.

”Turvallinen ja tehokas tuotanto” on Visan määrittely YIT:n ydinosaamisesta maanalaisessa louhinnassa.

”Teemme Kylalahdessa töitä Bolideinin laskuun, mutta muuten YIT:llä ei ole kaivoksissa liikettä tällä hetkellä. Infra-rakentamisessa on onneksi vähän vilkkaampaa.”

FEMiä hän silti pitää maineensa arvoisena.

”Täällä tapaa vanhoja tuttuja ja tustuu uusiin, keskusteluissa liikkuu paljon asiantietoa. Ihmiset ovat positiivisella mielellä liikkeellä. Onhan maassa kaivoksia, jotka tälläkin hetkellä ovat kannattavia. Alan ihmiset tietävät, että käänne parempaan tulee ennemmin tai myöhemmin. Tämä maailma kun tarvitsee metalleja edelleen”, Visa Myllymäki toteaa. ▴

## Cape size or small size need?



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 • www.portofkokkola.fi





# Rethinking mine waters

The mining industry is a large consumer of water, and managing quality and quantity is a critically important part of the process. Kemira provides a unique combination of innovative chemicals and application knowledge that improves process efficiency and yield in metals recovery.

**kemira** Where water meets chemistry™

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



***Nordic know-how  
Since 1893***

 **FORCIT**  
EXPLOSIVES

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

# Oulun yliopisto keskeinen tekijä pohjoisessa yhteistyössä



Elokuussa 2014 Oulun yliopistoon perustettiin kaivannaisalan tiedekunta, joka kokoaa kaivannaisalan oppialat saman katon alle. Tavoitteena on luoda Ouluun kansallisesti ja kansainvälisesti johtava kaivosalan opetus- ja tutkimusyksikkö Oulu Mining Schoolin viitoittamalle tielle.

Kaivannaisalan tiedekunta on osa laajempaa tutkimus- ja koulutusverkostoa, jonka puitteissa se on läheisessä yhteistyössä etenkin Luulajan teknillisen yliopiston, Aalto-yliopiston, Lappeenrannan teknillisen yliopiston sekä Lapin ja Itä-Suomen yliopistojen kanssa. Kotimaassa Geologian tutkimuskeskus ja Helsingin yliopisto ovat niin

ikään tärkeitä yhteistyökumppaneita.

Perustamisvaiheessa tiedekunnan pesämunan muodostivat yliopiston jo olemassa olevat geokemian ja maaperägeologian professorit ja niiden haltijat **Eero Hanski** ja tiedekunnan dekaanina toimiva **Juha Pekka Lunkka**.

Vuonna 2015 tiedekuntaa vahvistettiin kolmella uudella professorilla:

*Oulu Mining Schoolin ständillä tutkimuskoordinaattori Jari Ruuskalla (oik.) oli täysi työ vastata uutta tiedekuntaa koskeviin kysymyksiin. "Tiedekunnan ensimmäinen opiskelijahaku syksyllä tuotti kuitenkin pienen pettymyksen, hakijoita oli hieman odotettua vähemmän". Vasemmalla geologian opiskelijat Mikko Pelto ja Ville Vesilahti.*

**Elena Kozlovskaya**, sovellettu geofyysikka, **Holger Paulick**, talousgeologia ja **Saija Luukkanen**, rikastustekniikka.

Kaikki kolme kävivät FEMissä esittelytymässä alan toimijoille. Oulu Mining Schoolin ständillä tapasimme Elena Kozlovskayan ja Holger Paulickin. Saija Luukkanen oli käyntimme aikana toisessa tapaamisessa, mutta tavoitimme hänet sähköpostin avulla. Kolmikko suostui mielihyvin pyyntöömme esittäytyä Materian lukijoille lyhyen tekstin muodossa.

Oulu Mining Schoolin kansainvälisyyttä kuvaa se, että saimme tekstit kolmella eri kielellä. Tosin pyysimme Holger Paulickilta tekstin ruotsiksi englannin sijaan, kun huomasimme, että kieli oli tarttunut mieheen hänen työskennellessään Ruotsissa kuutisen vuotta. Saksalaissyntyinen Holger Paulick yllätti meidät täysin ruotsin kielen taidoillaan. Saimme tekstin ruotsiksi kirjoitettuna – hatun noston arvoinen suoritus.

Näin professorit kirjoittivat:

## Holger Paulick: **Toppkunnande behövs**



Holger Paulick, Oulu Mining School's professor i ekonomisk geologi, är tysk till bördan men har sett världen och samtidigt prospekteringen och gruvhanteringen ur många synvinklar. Sin doktorsexamen avlade han i Australien. Till Uleåborg kom han från Danmark där han var anställd vid GEUS (Geologiske undersøgelser for Danmark og Grønland). Före det arbetade han sex år för Boliden. I Sverige lärde han sig tala svenska och är inte rädd för att använda språket även i skrift.

Då han hörde att hans kolleger Elena Kozlovskaya och Saija Luukkanen använder sig av engelska och finska i den här presentationen och att Materia vill betona Oulu Mining School's internationella inriktning gick han omedelbart med på att skriva på svenska. Vi lyfter på hatten.

Här är Holger Paulicks tankar om prospekteringen och gruvhanteringen i nordligaste Europa:

"En levande och framgångsrik gruvbransch i Fennoskandien behöver kontinuerligt forskning och utveckling. I den här globala industrin är man i konkurrens med länder som producerar till låga kostnader när det gäller arbetskraft, miljökrav, skattenivå osv. Därför är det viktigt att hålla sig på toppen inom exempelvis sådana tekniska områden som automatisering, optimering av brytningsmetoder och malmanrikning.

Samtidigt behövs prospektering av nya malmtillgångar – på djupet under existerande gruvor och i trakter med geologisk potential för mineralisering. Den geologiska forskningen är avgörande för att man skall kunna ut-





veckla förståelsen för malmbildningsprocesser och uppfattningen om vilka kännetecken i berggrundens sammansättning kan användas som ledtrådar till nya fyndigheter. Undervisningen i malmgeologi på universiteten ska bereda studenterna för den här uppgiften, men erfarenheter som praktikant eller sommargeolog på fältet är även mycket viktiga.

Så klart behövs forskningen och utvecklingen duktiga människor som brinner för sitt ämne. Och det gäller inte bara när man tänker på forskningen vid universiteten. För att ny utveckling och nya möjligheter ska komma till användning i det dagliga arbetslivet behövs det medarbetare som stöttar den kontinuerliga förbättringen. Jag tycker att det är mycket viktigt för gruvbranschen att vara en attraktiv arbetsgivare som får ett kontinuerligt intag av engagerade medarbetare med nya idéer. På Oulu Mining School vill vi att våra studenter ska vara förberedda för jobbet inom gruvbranschen på bästa möjliga sätt.

Vid universitetet i Uleåborg byggdes Oulu Mining School upp enligt ett nytt koncept i åtanke. Vanligtvis är gruvrelaterade ämnen uppsplittrade mellan olika enheter på universitetet, det kan vara geologi, geofysik, bergteknik, anrikningsprocesser osv. Det här leder till en brist på förståelse mellan de olika disciplinerna och till dålig kommunikation.

Oulu Mining School ska undvika det här genom att integrera gruvbranschens värdekedja, allt från prospektering till gruvdrift och mineralanrikning, till en enda fakultet. Som en del i det här konceptet investerades omkring två miljoner euro i ett nytt mineralanrikningslaboratorium (mini pilot plant). På Oulu Mining School ska vi utveckla ett bättre samarbete mellan experter från olika vetenskapliga inriktningar. Det ska ge positiva effekter såväl inom forskning som utbildning.

Forskning, utveckling och utbildning är av allra största betydelse för

gruvindustrin inom Fennoskandien. Speciellt då konkurrensen på den globala marknaden blir allt tuffare pga. sjunkande metallpriser. Vi vill gärna uppmuntra våra partner i gruv- och prospekteringsbranschen att planera i långsiktigt perspektiv och att kontinuerligt investera i framtiden. Det är viktigt att vi tillsammans utvecklar relationerna mellan företag och universitet så att gruvindustrin kan se fram emot en trygg framtid i Fennoskandien". ▲

HOLGER PAULICK

**OMS OULU MINING SCHOOL**  
**RESEARCH CENTER**

**Education**

- Bachelor
- Master
- PhD
- Lifelong learning

**Research**

- Exploration
- Geology
- Mining
- Mineral processing
- Chemistry
- Environmental
- Social
- Automation

**Services**

- Training
- Research
- Education

UNIVERSITY of OULU  
OULUN YLIOPISTO

**Contact:**

[www oulu fi / oms](http://www oulu fi / oms)  
**Prof. Juha-Pekka Lunkka** (Dean)  
 tel. +358 294 481434  
 juha.pekka.lunkka@oulu.fi

**Prof. Eero Hanski**  
 (Edu.Dean, Geology)  
 tel. +358 40 756 9367  
 eero.hanski@oulu.fi

**Prof. Saija Luukkanen**  
 (Mineral.Prof.)  
 tel. +358 50 4652982  
 saija.luukkanen@oulu.fi

**Prof. Elena Kozlovskaya** (GeoFys.)  
 tel. +358 294481411  
 elena.kozlovskaya@oulu.fi

**Prof. Holger Paulick**  
 tel. +358 50 3440718  
 (Econ.Geology)  
 holger.paulick@oulu.fi

**Prof. Kari Knuutila** (General)  
 tel. +358 40 779 9566  
 kari.knuutila@outotec.com

Leverage from  
**the EU**  
2014-2020

**POHJOIS-POHJANMAA**  
Council of Oulu Region

**Oulu Mining School**

Energiankulutuksen vähentäminen, prosessimenetelmien optimointi ja kehittäminen entistä matalapitoisemmille malmeille sekä vedenkäytön tehostaminen rikastusprosessissa ovat haasteita, joita kaivosyritykset kohtaavat tänä päivänä ja tulevaisuudessa yhä enenevässä määrin. Tämä tiedostetaan hyvin myös tutkimusmaailmassa: esimerkiksi Tekesin Green Mining -ohjelmassa sekä Horizon 2020:ssa aihepiirit ovat olleet keskeisessä asemassa.



Saija Luukkanen:

## Malmien hienonnus ja veden käyttö suuria haasteita

Rikastuksessa suurin energiankuluttaja on malmin hienonnusvaihe ja siksi erityisesti jauhatuksen optimoinnilla on merkittävä vaikutus prosessin kokonaistalouden kannalta. Malmisyötteen laadun vaihtelu (mineralogia, kovuus, koostumus jne.) vaikuttaa olennaisesti jauhatustulokseen ja luonnollisesti edelleen rikastustulokseen. Mitä paremmin laadunvaihtelua pystytään seuraamaan reaaliaikaisesti, sitä paremmin muutoksiin voidaan reagoida ajoissa ja jauhatusvaihetta kontrolloida.

Köyhiä malmeja louhittaessa muodostuu enemmän sivukiveä, jonka määrää tulisi minimoida mahdollisimman tehokkaasti jo ennen rikastusprosessia ja etenkin ennen energiaintensiivistä hienonnusvaihetta. Malmin esirikastusmenetelmien soveltaminen tapauskohtaisesti ja eri tekniikoiden kehittäminen edelleen voivat tarjota merkittäviä mahdollisuuksia rikastustuloksen parantamiseksi – ja rikastus-hiekan määrän vähentämiseksi.

Vesi, ja erityisesti sen kierrätyksen tehostaminen rikastusprosessissa, on hyvin keskeisessä roolissa paitsi tiukentuvien ympäristönormien ja jätteenhallinnan kannalta, myös erityisesti kuivilla alueilla, joissa tuoreveden saanti on merkittävä ongelma. Meri-

veden käyttö tuoreveden korvaajana on vaihtoehto, mutta se puolestaan tuo omat haasteensa prosessiin ja/tai vaatii suolanpoistoyksikön rakentamisen. Prosessiveden laatuun vaikuttavat muun muassa eri ionien konsentraatiot ja keskinäiset suhteet, hienoaines ja prosessissa käytettävät kemikaalit sekä niiden hajoamistuotteet, joiden aiheuttamat ei-toivotut reaktiot saattavat aiheuttaa ennalta arvaamattomia häiriöitä prosessissa. On-line mittaus- ja säätömenetelmien hyödyntäminen ja edelleen kehittäminen olennaisten mitausparametrien selvittämiseksi auttaa osaltaan vedenkierrätyksen optimoinnissa ja prosessiohjauksessa.

Prosessiautomaation ja simulointimenetelmien sekä reaaliaikaisten mittausten optimointi ja kehittäminen esimerkiksi juuri yllämainittuihin haasteisiin auttavat kehittämään ratkaisuja, jotka vastaavat paremmin kestäväan kehityksen mukaisia rikastusprosesseja.

Oulun yliopiston Kaivannaisalan tiedekunnassa eräs keskeisimmistä tutkimusaihepiireistä liittyy nimenomaan prosessiautomaation ja mittausmenetelmien kehittämiseen, mihin puolestaan linkittyvät olennaisesti prosessin toimivuuden kannalta oleellisten fysikaaliskemiallisten ilmiöiden tutkimus-

*Saija Luukkanen oli puolitoista vuotta Pöyryn Liman toimistossa Perussa töissä. Hän kävi tutustumassa mm. Salineras de Maras -suolakaivoksella*

ja tunnistaminen eri yksikköprosesseissa.

Tiedekunnassa parhaillaan käynnissä olevassa EAKR-rahoitteisessa Oulu Mining School (OMS) Research Centre -hankkeessa yhdistetään geotieteiden, malminetsinnän sekä kaivos- ja rikastustekniikan osaamiskokonaisuudet ja toiminnot kansainvälisesti merkittäväksi koulutus- ja tutkimuskeskittämäksi. Hankkeen aikana laajennetaan ja kehitetään osin jo olemassa olevaa tutkimusinfrastruktuuria (ml. jatkuvatoimisen minipilot-rikastamon monipuolistaminen ja kapasiteetin lisääminen sekä vedenkäsittely-yksikön rakentaminen) vastaamaan entistä paremmin tutkimusmaailman tarpeisiin. Uusi kokonaisuus tulee tarjoamaan erinomaisen toimintaympäristön paitsi alan opetukselle ja koulutukselle, myös kaivos- ja teknologiateollisuutta tukevalle T&K-toiminnalle. ▀

SAIJA LUUKKANEN



Elena Kozlovskaya:

## Applied Geophysics Education at OMS



A new master program in applied geophysics has been established at Oulu Mining School (OMS) in 2015. The foundation of this program was motivated by long-term trends in energy and natural resources sector around the world.

In spite of short-term fluctuations in oil, gas and metals prices in the world market, supplying the energy and mineral needs of the world will become even more important in the future as population and demand for energy and resources increase.

This would require well-educated specialists in applied geophysics capable to apply their professional knowledge across many sectors, including industry, government and non-profit academic organizations. That is why such specialists need to have the appropriate skills that meet the scope and depth of employers' requirements.

In particular, graduates employed by non-academic industry sector need to have a number of skills in addition to the expertise in geophysics. They need to have technical knowledge of

geophysical instrumentation and information and computer science as well. They need to be able to work in the multidisciplinary team and have a basic knowledge of legislation and project management. They are responsible for planning and performing field experiments, data acquisition and processing. They are the key persons in modelling, inversion, visualization, interpretation and reporting of the geophysical experiment results.

Addressing these challenges, the OMS is now upgrading the existing teaching in geophysics at the University of Oulu. In order to succeed, we need to establish stronger relationships with industry partners and partnership with other universities in Finland and abroad. We plan to upgrade the educational infrastructure with new geophysical instrumentation and software and implement new education technologies.

We hope that our new program in applied geophysics will attract motivated and technically skilled students which are interested to develop their careers in the demanding energy and mineral resources sector. ▀

ELENA KOZLOVSKAYA

### E. Kozlovskaya biographic information:

Elena Kozlovskaya defended her PhD thesis in geophysics at the Department of Geosciences of the University of Oulu in 2001 and was nominated as a docent of geophysics of the University of Oulu in 2004.

Her research interests are planning, carrying out geophysical surveys and interpretation of their results. This includes gravimetric surveys, seismic sounding with active and passive sources, geophysical modeling and inversion, numerical modeling and inverse theory.

In 1996–2011 Elena Kozlovskaya participated in numerous international projects devoted to studying the Earth's crust and lithosphere of Eastern, Middle and Northern Europe by seismic methods and joint geophysical-geological interpretation.

Since 2004 Kozlovskaya worked as a seismologist at the Sodankylä Geophysical Observatory, where she was responsible for operating of the network of permanent seismic stations in northern Finland.

In 2007-2011 she was the principal investigator of the POLENET/LAPNET polar seismological project in northern Fennoscandia.

In 2012 she organized the Laboratory of Applied Seismology at the University of Oulu.

Her recent research interests are polar and applied seismology and geophysics. She also coordinates the participation of the University of Oulu in EPOS (European Plate Observing System) research infrastructure consortium funded by the HORIZON2020 program.

Nowadays she is a professor of applied geophysics at Oulu Mining School. ▀



Jyrki Bergström

# Karjalan kultaryntäys 2015

– Endominesin malminetsintähaaste

## Joukkoistaminen malminetsinnässä

Endomines Oy on pohjoismainen kultakaivosyhtiö, jonka ensimmäinen kultakaivos Pampalo on ollut tuotannossa vuodesta 2011 ja satelliittikaivos Rämepuro vuodesta 2014. Pampalon kultakaivos sijaitsee Itä-Suomessa Karjalan kultalinjalla, joka on osa Ilomantsin arkeista vihreäkivivyöhykettä. Karjalan kultalinjan kaivospiirit ja malminetsintäluvat ovat pääosin Endomines Oy:n hallinnassa.

Pampalon kultakaivoksen rakentaminen aloitettiin syksyllä 2009 ja saatiin päätökseen vuoden 2010 lopulla. Projekti eteni aikataulussaan ja toteutui 20 miljoonan euron budjetissaan.

Vuosien 2011–2015 mittavat malminetsintätoimet ovat vahvistaneet Karjalan kultalinjan merkittävän kultapotentiaalin.

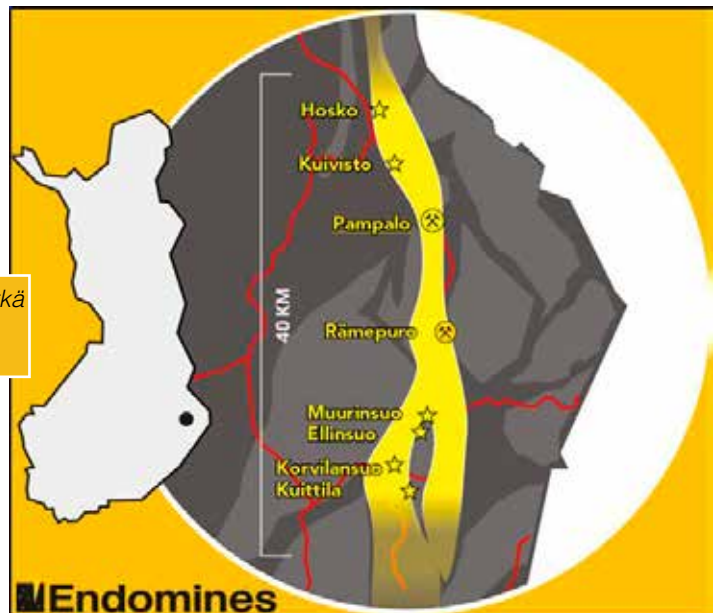
Ympäristöä ja työntekijöitä koskeva ”Zero Harm” -periaate on muun muassa edesauttanut vahvan sosiaalisen toimiluvan saantia Endominesille. Pampalon kaivos kierrättää kaiken prosessiveden, kaivosvesi ja prosessivesi pumpataan rikastushiekka-altaalle ja sieltä takaisin prosessiin. Räjähdykset maan alla tehdään emulsiolla typpi-kuorman pienentämiseksi. Endominesin henkilöstöstä noin 70 % on paikallisia.

Endomines Oy:n omistaa kokonaisuudessaan Endomines AB, joka on listautunut NASDAQ OMX Stockholm -päälistalle (ticker ENDO) ja NASDAQ OMX Helsinki -rinnakkaislistalle (ticker ENDOM).

### Crowdsourcing – Joukkoistaminen

Joukkoistaminen ja avoin koodi (*crowdsourcing and open source*) -käsitteet ovat

40 km pitkä  
Karjalan  
kultalinja



suurelle yleisölle tuttuja **Linus Torvaldsin** kehittämästä Linux-käyttöjärjestelmästä. Ideana on antaa ohjelmiston lähdekoodi avoimesti suuren yleisön käyttöön ja edelleen kehitettäväksi. Tätä ideaa on testattu myös malminetsinnässä.

Kanadalainen kaivosyhtiö Goldcorp Inc. aloitti malminetsintäkilpailun vuonna 2000 julkaisemalla geologisen tietokantansa. Kilpailun idea pohjautui joukkoistamisen konseptiin; kenellä tahansa oli mahdollisuus tutkia ja analysoida julkaistua tietoa sekä tehdä omat johtopäätöksensä mahdollisista malminetsintäkohteista.

Kilpailu tuotti yli 100 ehdotusta malminetsintäkohteiksi, joista 50 % oli yhtiölle ennestään tuntemattomia. Näistä uusista malminetsintäkohteista 80 % osui kultaminalisaatioihin, jotka lisäsivät yhtiön malmivarantoja – yhteensä

kahdeksan miljoonaa unssia kultaa löydettiin. Yhtiön markkina-arvo nousi sadasta miljoonasta yhdeksään miljardiin.

### *Karelian Gold Rush 2015 – Karjalan kultaryntäys 2015*

Endomines Oy päätti järjestää joukkoistamiseen perustuvan malminetsintäkilpailun – Karelian Gold Rush 2015. Julkaisemalla kaiken olennaisen malminetsintäaineiston yli kolmenkymmenen vuoden ajalta Endomines haastoi tieteellisen-, geologisen- ja kaivosyhteisön etsimään seuraavaa suurta kultaminalisaatiota Karjalan kultalinjalta.

Neljäkymmentä kilometriä pitkä Karjalan kultalinja on osa Hatun liuskejaksoa arkeisella Ilomantsin vihreäkivivyöhykkeellä. Uusien merkittävien kultaminalisaatioiden löytymisen



mahdollisuus alueella on suuri. Karjalan kultalinjalla on pitkästä malminetsintähistoriasta huolimatta runsaasti tutkimattomia alueita. Keskellä linjaa operoi kaksi kultakaivosta ja alueelta on paikannettu sekä tutkittu useita kultaminalisaatioita.

Kilpailumateriaali sisältää mm. kairasydäntä noin 2 500 kairareikästä yhteensä noin 190 km, moreeni- ja maaperägeokemianaineistoa lähes 100 000 näytteestä, SkyTEM sähkömagneettiset ja magneettiset helikopterimittaukset sekä geologisia raportteja. Geologian tutkimuskeskus (GTK) on antanut luvan julkaista omistamaansa aineistoa kilpailualueelta.

### LouhiGold

Julkaistua aineistoa voi tarkastella LouhiGold-karttapalvelimella osoitteessa <http://louhigold.sito.fi/>. Palvelu on rakennettu yhteistyössä Siton kanssa. "Teaser"-versio on kaikille avoin ja kaiken aineiston sisältävä versio kilpailuun rekisteröityneille.

Tämä malminetsintähaaste julkaisiin PDAC2015-konferenssissa Kanadan Torontossa maaliskuussa 2015. Ennakkorekisteröityminen avautui syyskuun ensimmäisenä päivänä 2015 ja kilpailuaineisto julkaistiin FEM 2015-konferenssissa Levillä marraskuun neljäntenä 2015.

Kaikki aineisto oli saatavilla samanaikaisesti internetissä kilpailun virallisella verkkosivulla <http://goldrush.endomines.com>. Kilpailuehdotukset tulee jättää tammikuun 15. päivään 2016 mennessä. Riippumaton kansainvälinen tuomaristo tulee käsittelemään kaikki kilpailuehdotukset ja voittajat julkaistaan PDAC2016-konferenssissa Kanadan Torontossa maaliskuussa 2016. Tuomaristossa istuvat PhD **Paul Evins** (rakennegeologia) WSP Sweden, Ruotsi; PhD **Denis Schlatter** (geokemia) Helvetica Exploration Services, Sveitsi ja FM **Turo Ahokas** (geofysiikka), Suomi.

Osallistuvien yksilöiden tai yhteisöjen tulisi tarkastella aineistoa avoimin mielin ja yrittää ajatella "laatikon ulkopuolelta" saadakseen aikaan innovatiivisia omia ehdotuksia uusiksi malminetsintäkohteiksi. Osallistuakseen ei tarvitse olla ammattilainen, vaan kilpailu on avoin kaikille: yksilöille, ryhmille, yliopistoille, geologeille, matemaatikoille, kemisteille, fyysikoille, konsulteille jne.

Voittajaehdotus palkitaan 40 000 eurolla, toiselle sijalle yltänyt 20 000 eurolla ja kolmas 10 000 eurolla. Viisi seuraavaa sijaa palkitaan jokainen 2 000 eurolla. ▀

## enemmän mineraaleista

Kehitämme teille parhaat ratkaisut eri puolilla Eurooppaa sijaitsevilla tehtailtamme.

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

Tuotteitamme käytetään valimoissa ja voimalaitosten kattiloissa ja olemme vahvasti mukana ympäristönsuojelukohteiden ja golf- ja urheilukenttien rakentamisessa.

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

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo  
+318102179800



### Räjähdeyhdistys ry

Räjähdeyhdistys toimii valtakunnallisena yhdyssiteenä räjähteistä kiinnostuneiden, alalla toimivien henkilöiden ja yhteisöjen välillä, sekä edistää jäsentensä välistä kanssakäymistä ja alan tuntemusta.

Yhdistys järjestää räjähteiden turvalliseen valmistukseen, käsittelyyn ja käyttöön liittyvää koulutusta sekä julkaisee räjähteisiin liittyvää materiaalia.

**Räjähdepäivät 2016**  
**3.-4.5.2016**

Lisää tietoa löytyy:

[www.rajahdeyhdistys.fi](http://www.rajahdeyhdistys.fi)  
[rajahdeyhdistys@outlook.com](mailto:rajahdeyhdistys@outlook.com)

## Sustainable and Acceptable Mining (SAM) -hankkeen päätösseminaari 26.11.2015

# Kohti kestäväää ja hyväksyttävää kaivosteollisuutta

Tekesin Green Mining -ohjelmaan kuuluvan SAM-hankkeen päätösseminaari järjestettiin 26.11.2015 Innopoli 2 -talossa Espoossa. Seminaarin 93 osanottajaa saivat hengästyttävän tiiviillä tahdilla läpiviedyssä seminaarissa hyvän kuvan hankkeen taustasta, tavoitteista, tehdystä työstä ja saaduista tuloksista.

Vuosina 2013–2015 toteutetun SAM-hankkeen tavoitteena oli lisätä kaivos-toiminnan hyväksyttävyyttä ja kestäväen kehityksen periaatteiden mukaista toimintaa erityisesti Suomessa ja pohjoisilla alueilla. Hanke oli myös kansainvälinen verkottumisprojekti, jossa edistettiin tiedonvaihtoa mm. USA:n, Chilen ja Australian kanssa. Hanke tuotti kaivannaissektorille uusia kestäväen kehityksen arviointiin tarkoit-

tuja työkaluja erityisesti ympäristö- ja sosiaalisten kysymysten hallintaan ja viestintään. Hankkeessa olivat mukana kaikki kestäväen kehityksen kolme elementtiä eli ympäristö, talous sekä sosiaaliset/yhteiskunnalliset vaikutukset: sosiaalinen toimilupa, vesi ympäristökysymyksenä sekä uudet liiketoiminta- ja palvelukonseptit. Fokuksena oli koko kaivoksen elinkaari. Kaikkia osalu-alueita tarkasteltiin sekä alueellisten vaikutusten että kestäväen kehityksen näkökulmasta.

Laajassa yhteistyöhankkeessa olivat kotimaasta mukana VTT Teknologian tutkimuskeskus (koordinaattori), Suomen Ympäristökeskus SYKE, Geologian tutkimuskeskus GTK, Helsingin yliopisto, taloustieteiden laitos, ympäristöekonomia sekä useita yrityksiä, järjestöjä ja viranomaistahoja.

Hankkeessa oli viisi työpakettia: WP1 Tulevaisuuden kaivostoiminta, WP2 Kestävät liiketoimintakonseptit, WP3 Vedenkäytön tehokkuus ja riskien arviointi, WP4 Sosiaalinen hyväksyttä-

vyys ja WP5 Synteesi. Kullakin työpaketilla oli omat tavoitteensa ja toimintatapaansa. Esimerkiksi työpaketissa WP3 kehitettiin työkaluja kaivosvesien ympäristöhallintaan ja siihen liittyvään viestintään. Työpaketissa WP4 tarkasteltiin sosiaaliseen toimilupaan tarvittavia elementtejä, konfliktin hallinnan keinoja sekä viestintää alueellisesta näkökulmasta. Viidennessä työpaketissa keskityttiin tulosten synteisiin sekä tehokkaaseen tiedonsiirtoon ja verkostoitumisen edistämiseen kansallisella ja kansainvälisellä tasolla. Kaikkiaan hankkeessa oli viisi osaprojektia ja sen rahoitusvolyyymi oli 1,5 miljoonaa euroa.

### *Tuloksia esiteltiin seminaarissa*

Hankkeen päätösseminaari jakaantui lounas- ja kahvitaukojen rytmittämään kolmeen sessioon eli istuntoon. Kussakin istunnossa oli erillisiä jaksoja, joilla oli oma puheenjohtajansa ja Key Note -esitelmänsä. Kaikkiaan ohjelmassa oli





yhteensä 16 esitystä sekä paneelikeskustelu ja loppupuheenvuoro, mikä teki ilman rinnakkaisosioita toteutusta ohjelmasta tiiviin ja sisällöllisesti painavan paketin. Lounas- ja kahvitaukojen aikana oli mahdollisuus tutustua seminaarin tuloksia esittelevään posterinäyttelyyn. Istuntojen päätyttyä, lounaan jälkeen ja seminaarin lopuksi harjoitettiin yhteistä ”taukojumppaa” VTT:n **Jouko Myllyjojan** johtaman ryhmän vetämänä.

**Ensimmäinen istunto:** *Suomalaisen kaivosteollisuuden visiot, kestävät liiketoimintamallit ja sosiaalisen hyväksynnän taloudellinen näkökulma*

Aluksi hankkeen koordinaattori **Helena Wessman-Jääskeläinen** esitteli SAM-hanketta ja kertoi sen tavoitteista, sisällöstä ja toteutuksesta. Hän näki hankkeen laajana alueellisena oppimisprosessina, jonka tuloksena alalle luotiin kestävä kehityksen kansallinen ja kansainvälinen toimijaverkosto. Hankkeessa kehitettiin työkaluja sekä veteen liittyvien ympäristövaikutusten arviointiin että sosiaalisen toimiluvan syntymiseen kaivannaisalan yritysten, alueellisten viranomaisten ja muiden osallistajien välisissä keskusteluissa ja luotiin uusia liiketoiminta- ja palvelukonsepteja.

Spinverse Oy:n **Harry Sandström** tarkasteli kaivannaisalan verkottumista Tekesin Green Mining -ohjelman pohjalta. Ohjelmassa on mukana 20 tutkimusorganisaatiota Suomesta, 23 kaivos- ja malminetsintäyhtiötä, 80 teknologia- ja palveluyritystä sekä 54 kansainvälistä partneria kaikilta mantereilta ja 20 eri maasta. Alalle on myös muodostumassa uusia verkostoja, kuten kaivosvesiverkosto, jossa on 22 partneria sekä kaivosvastuuverkosto.

Ensimmäisen istunnon toisessa jaksossa teemana olivat suomalaisen kaivostoiminnan visiopolut. Key Note -puhujana **Riikka Aaltonen** työ- ja elinkeinoministeriöstä tarkasteli Suomen strategiaa päämääriä ja visioita hallitusohjelman ja kaivannaisalan näkökulmasta. Hän toi esille kaivannaisalan merkityksen erityisesti EU:n kriittiseksi luokittelemien raaka-aineiden kannalta sekä alan keskeisen roolin myös kiertotalouden toimijana. Nämä linkittyvät hyvin myös nykyiseen hallitusohjelmaan ja sen kärkihankkeisiin.

VTT:n **Johanna Kohl** tarkasteli ennakointia, tietkarttaa ja niiden roolia tutkimuksessa. Ennakointi on luonteeltaan pitkän aikavälin prosessi, ei lyhytkestoinen projekti. SAM-hankkeessa rakennettiin pitkän aikavälin visio ja tietkartta sen saavuttamiseksi hahmot-

tamalla tulevaisuutta menneisyyden ja havaittujen kehitystrendien kautta. Tulevaisuuden selvittämiseksi toimijoiden näkökulmasta rakennettiin erilaisia visiopolkuja.

Esityksiä seuranneissa spontaanissa keskustelussa **Riikka Aaltonen** totesi, että Kestävän kaivostoiminnan ohjelma on eräs esimerkki vuodelta 2010 olevan mineraalistrategian toteutumisesta. Hallitusohjelmaan sisältyvät normien purkutalkoot ovat aiheuttaneet vilkasta keskustelua eri ministeriöiden välillä mm. kiertotalouden alaan kuuluvan jätteiden hyödyntämisen osalta. Yleisön puolelta kiertotalouden nähtiin tällä hetkellä toimivan liaksi kuluttajalähtöisen ajattelun pohjalta suurivolyymisen teollisuusajattelun sijasta. Nykyinen tilanne nähtiin ennen kaikkea oppimisprosessina kaivannaisalaan Suomen mittakaavassa liittyvien uusien ihmisten ympärillä.

Kolmannen jakson Key Note -esityksessä ympäristöalan konsultti **Erkki T. Peltonen** kertoi luottamuksen rakentamisesta liiketoimintaan metsä- ja papeerteollisuuden näkökulmasta. Metsäteollisuudessa käännekohtia suhtautumisessa ympäristökysymyksiin olivat uusi vesilaki 1960-luvulla sekä ilmastomuutoksen esille nouseminen ja avohakkuut 1990-luvulla. Käännekohtat johtivat investointeihin puhdistusjärjestelmiin ja ympäristöystävällisempiin prosesseihin, uusiin johtamisjärjestelmiin, metsien sertifiointiin, viestinnän uudistamiseen, resurssijohtamisen ja -tehokkuuden kehittämiseen, sosiaalisen vastuun ohjelmiin ja lopulta paradigman muutokseen metsätaludesta biotalouteen. Seurauksena tuotantomäärät ovat nousseet ja päästöt pienentyneet radikaalisti 1960-luvulta lähtien. Avainasemassa tämän saavuttamisessa ovat olleet teollisuuden yhteistoiminta, osaavat konsulttiyritykset ja viranomaisten panostaminen metsäteollisuuden prosessien oppimiseen. Johdon sitoutuminen ja ihmisten osallistaminen ovat onnistumisen keskeinen edellytys. Uusien hankkeiden käynnistämiseksi kannattaa kiinnittää huomiota YVA-prosessiin, koska sen huolellinen läpivienti voi nopeuttaa luvitusprosesseja merkittävästi. Toimintojen lopettaminen ja siihen liittyvät näkökohdat sekä kustannukset tulee ottaa vakavasti ja vastuullisesti. Ajurina metsäteollisuuden muutokselle olivat ennen kaikkea asiakkaiden vaatimukset; metallipuolella kaikkia ajureita ei vielä ole nähty.

**Markku Ollikainen** Helsingin yliopistosta linkitti esityksessään toisiinsa kaivostoiminnan, alueellisen talouden

ja ympäristön. Tutkimusmenetelmänä oli arvoketjun osien ja sosiaalisen toimiluvan linkittäminen toisiinsa ja niiden käyttö alueviranomaisten ja alueellisten yhteisöjen roolin arviointiin aluetalouden muodostumisessa. Keski-Lapissa toteutetussa tutkimuksessa todettiin viranomaisten toivovan kaivoksilta suurempaa aktiivisuutta yhteydenpidossaan. Lisäksi todettiin, ettei yhdelläkään kunnalla ollut suunnitelmaa kaivostoiminnan ja muun teollisuuden tai yritystoiminnan kuten matkailun integroimiseksi. Kunnat myös kilpailivat keskenään yhteistyön kehittämisen sijasta.

**Ari Jussila** ja **Markku Mikkola** VTT:ltä kävivät esityksessään läpi veden aiheuttamia kustannuksia kaivostoiminnassa ja esittivät kaivostoiminnan vesitehokkuuden mallin. Karkeasti veden aiheuttamat kustannukset ovat 3–5 % investointikustannuksista ja noin 4 % vuotuisista tuotantokustannuksista. Prosessin vesijalanjälki on käsitteenä nousemassa yhä merkityksellisemmäksi.

Istunnon päätöskeskustelussa pohdittiin kaivosteollisuuden kehityksen ajureita ja esteitä. Standardit ja kansainväliset rahoittajat saattavat muodostua loppukäyttäjää tärkeämmiksi ajureiksi. Erilaiset muoti-ilmiot samoin kuin paikalliset ilmiöt ja vaikuttajat saattavat myös olla tärkeitä. Paikallisen poliittisen päätöksenteon avuttomuus ja puhtaamman teknologian muuttaminen markkinahyödyksi koettiin keskeisiksi ongelmiksi.

**Toinen istunto:** *Vedenkäytön tehokkuus, riskinarviointi ja sen työkalut*

**Airi Karvonen** ympäristöministeriöstä totesi Key Note -esityksessään, että Suomen tavoitteena kaivosalalla on olla edelläkävijä kaivannaisteollisuudessa, ylläpitää vesistöjen hyvää kemiallista ja ekologista tilaa sekä vahvistaa elinvoimaisen ja joustavan paikallisen liiketoiminnan pohjaa erityisesti Pohjois- ja Itä-Suomessa. Kaivos synnyttää aina pysyviä ympäristövaikutuksia; kyse on hyväksyttävyyden rajoista. Paikallisilla asukkailla ja viranomaisilla sekä itse kaivossektorilla tulisi olla selkeä ymmärrys kulloisenkin kaivosprosessin ympäristövaikutuksista; siksi viestintä on eräs avaintekijöistä hyväksyttävyyden saavuttamisessa. Vesitehokkuus on ala, jossa tällä hetkellä tarvitaan uusia teknologioita ja muita tehostamiskeinoja.

**Sirkku Tuominen**, **Panu Juntunen** ja **Sari Kauppi** Suomen Ympäristökeskus SYK:stä sekä **Helena Wessman-Jääskeläinen** ja **Elina Saarivuori**

# Paneeli pohti kiperiä kysymyksiä

Varsinaisten seminaariesitysten päätteeksi pohdittiin paneelikeskustelussa alaan liittyviä kysymyksiä, jotka oli laatinut paneelin moderaattorina toiminut **Jyrki Alkio** (Tekniikka & Talous). Panelisteina olivat **Anita Alajoutsijärvi** (Agnico Eagle), **Eero Yrjö-Koskinen** (Kestävän kaivostoiminnan verkosto), **Sari Kauppi** (SYKE), **Riikka Aaltonen** (TEM), ja **Harry Sandström** (Spinverse Oy). Seuraavassa kysymykset ja yhteenveto keskustelussa esitetyistä mielipiteistä:

## Mikä on keskiarvosana kouluasteikolla 4–10 suomalaiselle kaivostoiminnalle?

Keskiarvoksi muodostui 7,5 yksittäisten arvosanojen vaihdellessa välillä 8+ - 7.

## Onko Suomi alan mallimaa?

Suomen pragmaattista suhtautumista arvostetaan, samoin sosiaalista toimilupakäytäntöä. Meillä on luotu loistavia toimintamalleja ja -verkostoja. Tekniikassa olemme kärkkäissä, mutta patoaltaat ovat ongelmana. Eri osapuolten näkökantojen huomioon ottaminen on edistynyt valovoimia. Toiminnan ympäristövaikutusten huomioon ottamisessa ja sidosryhmien sitouttamisessa olemme mallimaa ja keskustelijoiden ääripäät ovat lähestyneet toisiaan. Kaivosyhtiöiden keskinäinen yhteistyö on esimerkillistä.

## Onko vastuullinen tapa toimia todellinen osa liike-elämää vaiko vain rasite?

Se on todellinen osa liike-elämää ja kaikkien osapuolten tulee olla tietoisia kaikista asioista.

## Voivatko asiakkaiden vaatimukset toimia vastuullisuuden ajureina kaivosteollisuudessa?

Kuluttajien asema metsäteollisuudessa on vahvempi kuin kaivospuolella, jossa tuotteen valmistamista kestäväällä tavalla ei kyseenalaisteta samalla tavoin kuin kulutustarviketeollisuudessa. Timanttikaivosteollisuus on tästä poikkeus. Kaivospuolella paine tulee enemmän rahoittajien kuin asiakkaiden puolelta.

## Miten kierrätyksen lisääntyminen vaikuttaa?

Teollisuudella on rummunlyöjän asema, koska suomalainen teollisuus kierrättää hyvin

tehokkaasti. Kaikkea tarvetta ei kuitenkaan voida tyydyttää kierrättämällä. Laadun heikkeneminen on ongelma; tietyn kiertomäärän jälkeen materiaali yksinkertaisesti katoaa. Suunnittelu kierrätettävyyden kannalta on vielä lapsenkengissä.

## Kaivosten ranking-lista kestävyiden kannalta: onko realismia?

Ei vielä, mutta ehkä muutaman vuoden tai vuosikymmenen sisällä. Tehtävä on kuitenkin vaikea.

## Onko alalla pahoja poikia, jotka eivät välitä säännöistä?

Ihmisillä on vilpiton halu kehittää toimintaa. Täystyrmäystä ei ole tullut miltään ryhmältä, vaikka asioista ollaan eri mieltäkin. Kustannukset pelottavat usein yhtiöitä. Kaivosvastuujärjestelmään odotetaan noin puolta tusinaa sitoutujia; nyt on vasta osallistujien kartoitus menossa.

## Tuovatko ulkomaiset yhtiöt tullessaan mukanaan omat käytäntönsä?

Suomessa toimitaan suomalaisten lakien mukaan, mutta onneksi ulkomaiset yhtiöt ovat tuoneet mukanaan omia hyviä käytäntöjään esim. kypärän käytössä. Jos turvallisuussääntöjä ei noudateta, tulee lähtö. Joustavuutta pitää tässäkin kuitenkin löytyä. Olennaista on, että resursseja ei hukata.

## Mitkä ovat alan suomalaisia kipupisteitä?

Eri hankkeiden tulosten jalkauttamisessa käytäntöön on paljon työtä. Ilmastonmuutoksen vaikutus kaivosalaan ja sen suhteuttaminen muihin toimialoihin on vielä prosessoimatta. Tiedottaminen, verkottuminen ja kansainvälistyminen vaativat vielä työtä. Proaktiivisuuden kehittäminen sekä ympäristöasioiden seuranta pitkällä aikavälillä vaativat edelleen toimenpiteitä. On valvuduttava EU-päätösten seurauksissa ja niihin vaikuttamisessa. Nousevien teknologiayritysten mukaan ottaminen on olennaista. ▲

VTT:ltä esittelivät hankkeessa kehitetyjä työkaluja kaivoksen vesiriskien ja ympäristövaikutusten arviointiin. Pohjavesitarkistuslistan avulla voidaan parantaa pohjavesien suojelua, saada informaatiota pohjaveden mahdollisesta kontaminaatiosta ja vuoro-vaikutuksesta pintavesien kanssa sekä helpottaa pohjaveden riskienhallintaa. Verkkopohjainen alueellinen vesitase-malli on reaaliaikainen vesienhallintatyökalu, jota voidaan käyttää ennusteen laadintaan, prosessimonitorointiin ja riskienhallintaan. Vaikutusten havainnollistamistyökalulla voidaan tutkia kaivostoiminnan vaikutuksia esim. hydrologiaan ja biodiversiteettiin. Vesijalanjäljen määrittämisestä on olemassa standardi. Kyse ei ole vedenkulutuksen, vaan vedenkäytön vaikutusten selvittämisestä. Esim. Pyhäsalmen kaivos aiheuttaa luokkaa 0,25 m<sup>3</sup>/t kuparirikastetta olevan rasisuvaikutuksen, kun vastaava luku Perussa on n. 90 m<sup>3</sup>/t ja Australiassa luokkaa 350 m<sup>3</sup>/t veden niukkuudesta johtuen.

Esitysten jälkeen käydyssä keskustelussa käsiteltiin mm. vesijalanjäljen määrittämisestä. Se perustuu prosessista eri tavoin poistuvan veden määrittämiseen. Poistuvan veden määrä kerrotaan alueellisella kertoimella, joka puolestaan koostuu kahdeksasta eri osakertoimesta. Myös biodiversiteetin mittaustapa herätti keskustelua. Siinä otetaan huomioon kaikki, mikä on tärkeää paikalliselle ekosysteemille. Joissakin tapauksissa biodiversiteetti voi jopa lisääntyä toiminnan seurauksena. Pelkät pitoisuusmittaukset eivät kerro mitään seurattavien aineiden vaikutuksista. Kaivosyhtiöiden tulisi kyetä tarjoamaan viranomaisille, paikallisille asukkaille ja osakkeenomistajille vaikutusanalyysien tulokset mahdollisimman valmiiksi pureskeltuina.

## Kolmas istunto: Kaivosten sosiaalinen hyväksyntä ja sidosryhmäyhteistyö

Pääsihteeri **Eero Yrjö-Koskinen** Kestävän kaivostoiminnan verkostosta kuvaili Key Note -esityksessään verkoston syntyä, toimintaperiaatteita ja saatuja tuloksia. Verkosto syntyi alun perin Sitran siipien suojassa, mutta on nyt kaivosten vastuulla. Mukana verkostossa ovat kaikki keskeiset tahot ja järjestöt matkailu- ja ravintola-alaa sekä hiljattain ulkokehälle jättäytyneitä saamelaiskäräjiä lukuun ottamatta. Kanadasta otettuun toimintamalliin on Suomessa lisätty kaivoksen sulkeminen ja vesien hallinta. Toiminta kattaa koko kaivosalan; myös malmin etsintä on tulossa mukaan. Verkostossa on mm. laadittu muistilista siitä, mitä

Panelistit: Riikka Aaltonen (vas.), Sari Kauppi, Eero Yrjö-Koskinen, Anita Alajoutsijärvi ja Harry Sandström.





kaikkea tulee ottaa huomioon kaivos-toimintaa suunniteltaessa. Lisäksi on saatu aikaan jo vakiintumassa oleva kaivosvastuujärjestelmä. Haasteina ovat verkoston säilyminen, rahoitus ja toiminnan levittäminen muihin EU-maihin.

**Nina Wessberg** VTT:ltä käsitteli esityksessään sosiaalisen hyväksynnän periaatteita selvittänyttä tutkimusta. Osahankkeessa on tehty mm. benchmarking-tutkimus suomalaisen metasteollisuuden murroksesta, kehystutkimus suomalaisen kaivosteollisuuden muutoksesta sekä pidetty draama- ja viranomaistyöpajoja keskinäisen vuorovaikutuksen lisäämiseksi. Tuloksena on mm. laadittu sosiaalisen toimiluvan hankkimisen prosessikuvaus. Kaivosteollisuus on havahtunut, viestinnän merkitys ja sidosryhmien moninaisuus ovat tulleet voimakkaasti esille ja luottamus on alkanut lisääntyä. Hyväksytävyyden saavuttaminen mielletään yhä voimakkaammin strategiseksi asiaksi.

**Kari Oinonen** SYKEstä esitteli sidosryhmien vuorovaikutuksen edistämiseen tarkoitettujen työkalujen kehittämishanketta. Kohdetapauksena oli Kuusamossa Rukan turistikeskuksen läheisyydessä sijaitseva Juomasuon kultakaivosohanke, joka on eskaloitunut paikallisen konfliktin asteelle. Lehdistötutkimuksessa yleinen suhtautuminen hankkeeseen oli lähinnä neutraalia. Sosiaalinen media on kuitenkin muuttumassa perinteistä mediaa tärkeämmäksi, jolloin myös toimintailmapiiri ja -tavat muuttuvat. Haasteena on tämän muutoksen kääntäminen positiiviseksi ja myötävaikuttavaksi tekijäksi.

Kaikki sidosryhmät mukaan ottaneen työryhmä- ja työpajapohjaisen hankkeen tuloksena voitiin intressiryhmäpohjainen työskentelytapa todeta toimivaksi. Sosiaalinen toimilupa on vahvasti kytköksissä maankäyttöön sekä yritysten että paikallisviranomaisien ajattelussa. Kansalaisyhteiskunta on toteutumassa ja kansalaisaktivismi nousemassa osallistumisen myötä. Sosiaalisten vaikutusten huomioon ottaminen lupamenettelyssä on tulossa mahdolliseksi uuden kaivoslain myötä; tämä korostaa entisestään viranomais-tahoja laajemmalle pohjalle rakentuvan sosiaalisen toimiluvan merkitystä.

Geologian tutkimuskeskuksen **Toni Eerola** esitteli malminetsinnän sidosryhmätoimintaan kehitetyn monivaiheisen ja integroidun vuokaaviomallin. Sosiaalista mediaa tulisi hyödyntää mm. sidosryhmien identifioinnissa jo ennen kuin paikkakunnalle mennään fyysisesti. Toisaalta vaikutusmahdol-

lisuuksien informointi sidosryhmille luvanhakuvaiheessa on tärkeää, jotta konflikteilta voidaan välttyä kaivoksen suunnitteluvaiheessa.

### Tutkimukselle rahoitusta

Seminaarin loppusanoissaan Tekesin **Kari Keskinen** valotti tutkimusrahoituksen näkymiä lähitulevaisuudessa. Aluksi hän yhtyi panelistien näkemykseen siitä, että suunnittelu kierrätettävyyden kannalta on vielä lapsenkengissä. Vuosina 2011–2016 toteutettava Green Mining -ohjelma on Tekesin kärkihankkeita: ohjelmassa on kaikkiaan 97 projektia, joista 44 tutkimusprojektiä. Kokonaisvolyyminä muodostuu 110–120 M€ alkuvaiheessa suunnitellun 60 M€:n asemesta. Tutkimushankkeiden volyyminä on noin 29 M€. Hankkeen rahoitus jakaantuu kutakuinkin tasan suuryritysten, pienyritysten ja tutkimuslaitosten kesken. Hankkeessa on luotu toimiva verkosto, jonka ylläpito ja hyvä hoito on tärkeää.

Tulevaisuuden rahoitusmahdollisuuksina Kari Keskinen mainitsi valmistelussa olevan, bioteknologiaan ja cleantechiin keskittyvän Kestävä liiketoiminta -ohjelman, jonka haku on käynnissä. Hallituksen kärkihankkeisiin liittyviä hakuja auennee ensi vuoden aikana. Uusia ohjelmia on valmistella mm. ekosysteemien alueella. EU:n Horizon 2020 -ohjelmassa raaka-ainealueelle on varattu 140 M€ vuosille 2016–2017. Haut ovat parhaillaan auki myös Spire -ohjelmassa prosessiteollisuuden sivuvirroille sekä kiertotalouden ohjelmassa. Vuonna 2015 päättyneeseen ERA-MIN-ohjelmaan on uusi kierros haussa ja Tekes tulee todennäköisesti olemaan siinä mukana. Rakennerahasto-ohjelmat sekä haussa oleva EIT:n KIC Raw Materials -ohjelma tarjoavat myös rahoitusmahdollisuuksia kaivannaisteollisuuden alalle.

Seminaariesitysten aineisto on saatavilla osoitteessa <http://virtual.vtt.fi/virtual/sam>. ▲



**ADC**  
Arctic Drilling Company

## GET YOUR DRILLING DONE

ANYWHERE, ANY CLIMATE

**Top quality mineral exploration drilling**  
Efficient and reliable drilling services: Surface, Underground, RC and Bot Drilling.

**Manufacturing new generation drill rigs**  
Increased safety, ecofriendly, perfect for extreme conditions.

UNDERGROUND DRILL RIG | SURFACE DRILL RIG

**ARCTIC DRILLING COMPANY LTD.**  
Teollisuustie 26B, 96320 Rovaniemi, Finland, Tel. +358 40 511 2289  
[www.adcltd.fi](http://www.adcltd.fi)



Hydroyklonit



Värähtelyseulat



Suurpainemurskaustelat



Hihnankiristysjärjestelmä



Lieteventtiilit



Kumituotteet



Letkut



Kaivosten  
vedenpoistoratkaisut



Murskaimet



Kulutuskestävät  
pinnoitteet



Keskipakolietepumput



Weir Minerals Huolto

**Meiltä löydät  
parhaat  
ratkaisut  
tärkeimpiin  
kohteisiin.**

Weir Mineralsin valikoimasta löydät oikeat tuotteet kriittisen tärkeisiin kohteisiin, aina lietteen kuljetuksesta aineksen hienontamiseen. Ota meihin yhteyttä, niin kerromme lisää tarjonnastamme.

**WEIR**

**Minerals**  
weirminerals.com

Copyright © 2015, Weir Minerals Europe Limited. Kaikki oikeudet pidätetään. WEIR ja WEIR logo ovat tuotemerkkejä ja/tai Weir Engineering Services Ltd:n rekisteröityjä tuotemerkkejä.

**FLOWROX**

Proven Performance

**FLOWROX - TEHTY KESTÄMÄÄN**

- Letkuventtiilit
- Levyluistiventtiilit
- Saostumavahdit
- Letkupumput
- Epäkeskoruuvipumput
- Pulsaatiovaimentimet

**MITTAA PUTKISTON SAOSTUMAA  
REAALIAIKAISESTI!**

Skannaa koodi ja tutustu  
Flowrox - saostumavahtiin:



Lisätiedot: [www.flowrox.com](http://www.flowrox.com)

**Pääkonttori**

**Lappeenranta**

Puh. 020 111 3311

sales@flowrox.com

**Pumppuhuolto**

**Kouvola**

Puh. 020 787 1570

service@flowrox.com





# Kitka ja kuluminen haastavat koneensuunnittelijat

Tampereen teknillisen yliopiston Materiaaliopin laitoksen Tampere Wear Center (TWC) ja Suomen Tribologia-yhdistys järjestivät ”Tribological challenges in industrial applications”-seminaarin Museokeskus Vapriikissa lokakuun lopulla. Seminaari keskittyi koneenosien tribologiseen tutkimukseen eli pintojen välisessä kosketuksessa tapahtuvaan kitkaan, kulumiseen ja voiteluun. Koneenosien tribologian keskeisiä sovelluskohteita teollisuudessa ovat laakerit, hammaspyörät ja liitosten kitkaväsyminen ja nämä olivat pääroolissa myös seminaarin ohjelmassa.

Seminaarin pääpuhujaksi oli kutsuttu Dipl.-Ing. **Daniel Kadach** esittelemään tunnettujen FZG-testien hyödyntämistä Münchenin yliopiston FZG-laboratoriossa (*Gear Research Centre*). FZG:llä tutkitaan noin 80 henkilön voimin sekä kokeellisesti että numeerisesti mekaaniseen tehonsiirtoon liittyviä koneenosia kuten hammaspyöriä, vierintälaakereita ja monilevykytkimiä.

Ensimmäisessä esityksessä kuulijat perehdyttiin syvällisesti hammaspyörien päävauriotyyppeihin, joita ovat väsyminen, kuluminen, kuoppautuminen sekä mikro- että makrotasolla, hammas-tyven tai -kyljen murtumat ja tahmautuminen (*scuffing*). Hammaspyörien kestoikään voidaan vaikuttaa oleellisesti oikeaoppisella suunnitteluparametrien valinnalla. Hammaspyörän kuormankantokyvyn kasvattaminen vaatii pitkäkestoiset testisarjat standardoiduilla menetelmillä ja perehtymistä hammaspyörien geometriaan, materiaaleihin, voiteluun, valmistukseen sekä käyttöolosuhteisiin. Näihin Kadach paneutui toisessa esityksessään. Kuormituksen ja jännitysten mallintaminen tuo nykyään lisääpua haastavien kohteiden suunnitteluun.

SKF:n tutkimuskeskuksen johtava tutkija, tohtori **Guillermo E. Morales-Espejel** esitti arvion, että seuraavan kymmenen vuoden aikana tuulivoimailoiden siipiväli tulee tuplaantumaan eli

lähemmään 250 metriä. Lisäksi koneenosilta vaaditaan yhä parempaa suorituskykyä, mikä haastaa hammaspyörien lisäksi laakerit. SKF:llä on kehitetty laakerien kestoian malli (*GBLM, SKF generalized bearing life model*), joka mahdollistaa laakerin kosketuspinnalla ja pinnan alla tapahtuvien vaurioiden ja vaurioriskien eriyttämisen. Mallin etuna on sen nopeus, sillä laakeripintojen muuttuvat olosuhteet luovat haasteita luotettavien mallien kehitykselle.

Suomessa koneenosien tribologia-osaaminen on karttunut merkittävästi FIMECC Oy:n DEMAPP-, BSA- ja HYBRIDS-tutkimushankkeiden myötä. Seminaarissa kuultiin neljässä esityksessä tuloksia näistä hankkeista. **Tuomo Jaatisen** mukaan Moventas Oy on kehittänyt tuulivoimaloiden vaihteistoja tavoitteenaan saavuttaa yli 200 Nm/kg:n taso optimoimalla sekä suunnitteluparametreja että käytettäviä materiaaleja. Uudet materiaalivalinnat vaativat laajoja testisarjoja, jotta ne voidaan sertifioida. Tämä on ollut juuri sellaista pitkäjänteistä tutkimustyötä, joka on soveltunut hyvin FIMECC-ohjelmiin tehtäväksi yhteistyössä alan muiden toimijoiden kanssa.

*FZG-testeissä eri tavoin vaurioituneita hammaspyöriä.*



KUVA JARMO LAAKSO



*Guillermo E. Morales-Espejel, Daniel Kadach ja Arto Lehtovaara myhällivät tyytyväisinä onnistuneen seminaarin jälkeen.*

KUVA KATI VALTONEN

## Suomen Tribologiyhdistys ry

Suomen Tribologiyhdistys tukee maassamme tapahtuvaa tribologian alan tutkimusta, teknistä kehitystä sekä koulutusta. Se pyrkii parantamaan tribologisen tietouden käyttöönottoa teollisuudessa sekä yhteiskunnassa mm. järjestämällä seminaareja ja konferensseja, kuten 2016 Nordtrib2016-konferenssin yhdessä VTT:n kanssa. Suomen Tribologiyhdistys julkaisee TRIBOLOGIA – Finnish Journal for Tribology -lehteä, joka vuonna 2016 muuttuu avoimeksi verkkojulkaisuksi. Yhdistyksen jäsenet saavat lehden edelleen kotiinkannettuna. Lisätietoja: [www.tribologyociety.fi](http://www.tribologyociety.fi).

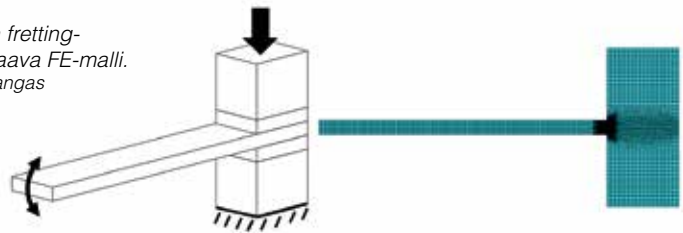
TTY:n Materiaaliopin laitoksen TWC-kulumistutkimusyksikössä tehtävää tutkimusta edustivat tohtorikoulutettavat **Janne Juoksukangas** ja **Aki Linjamaa** professori **Arto Lehtovaaran** Tribologian ja koneenosien tutkimusryhmästä. Ryhmän kokeellinen tutkimus keskittyy laskentamallien verifiointiin sekä koneenosien käytännön kuormitus- ja kosketustilanteiden simulointiin. Koetointia sisältää keskeisesti myös koneiden käynnin monitoroinnin ja diagnostiikan.

Kitkaväsymistä (*fretting fatigue*) esiintyy yleisimmin akselien ahdustussovitteissa ja ruuvi- ja niittiliitoksissa, kun pintojen välinen suhteellinen edestakainen liike on hyvin vähäistä mutta syklimäärä nousee suureksi. Janne Juoksukangas viimeistelee parhaillaan väitöskirjaansa, joka käsittelee sekä fretting-kontaktien testaamista laboratorio-olosuhteissa että ilmiön numeerista mallintamista elementtimenetelmällä (FEM). Esityksessään hän pureutui tarkemmin fretting-koelaitteistolla tehtyihin testeihin. Kuvaamalla testipintojen välistä liikettä mikroskooppilla varustetulla kameralla ja hyödyntämällä digi-

taalista kuvakorrelaatiota (*digital image correlation, DIC*) voitiin numeerisen mallin toimivuus verifioida. Lisäksi kitkakerroimen kehittyminen kuormitusryhmäfunktiona voitiin määrittää yhdistämällä DIC-tulokset FEM-malliin.

Professori Arto Lehtovaara esitteli Aki Linjamaan FIMECC HYBRIDS-ohjelmassa tekemää tutkimusta elastisten ja termisten muodonmuutosten vaikutuksista hybridimateriaalista valmistetun säteisliukulaakerin suorituskykyyn. Tällaisissa laakereissa metallisen rungon päälle on valmistettu liukupinta polymeeristä. Tässäkin tutkimuksessa laboratoriokoelaitteisto oli pohjana numeeriselle mallinnukselle. Säteisliukulaakerin numeerisessa mallissa hydrodynamiikan laskentaan hyödynnetään tutkimusryhmässä kehitettyä Matlab-ohjelmistoa ja muodonmuutosten laskentaan elementti-

Kaaviokuva TWC:n fretting-laitteistosta ja vastaava FE-malli.  
Kuva Janne Juoksukangas



menetelmää. Laskennallisten tulosten perusteella hybridimateriaalit voivat olla hyvä vaihtoehto, jos polymeerin ominaisuudet valitaan todellisten käyttöolosuhteiden mukaan. Tutkimusta jatketaan jännitysanalyyseillä ja mallin verifiointilla laboratoriotesteissä.

Seminaarin lopuksi kuultiin esitys Ovako Sweden AB:n uusista kulumiskestävästä teräksistä. **Mersedeh Ghadangahi** esitteli etenkin maataloudessa ja kaivosteollisuuden sovelluksissa esiintyvää liukuvaa abrasivista kulumista, jossa teräs on raskaassa kontaktissa ma- tai kiviaineksen kanssa. Hän nosti esiin kulumistestien sovellusläh-

tökohtaisuuden tärkeyden; testien tulisi olla toistettavia ja niiden tulisi mallintaa todellisia kontaktiolosuhteita ja kulumisympäristöä mahdollisimman hyvin. Tämä on ollut myös Tampere Wear Centerin koko laitekannan kehityksen perusajatuksena.

Kulumisfoorumi kokoontui seminaarin päätteeksi teemana NDT-menetelmien hyödyntäminen terästen pintatutkimuksessa. Assoc. Prof. **Minna-mari Vippolan** materiaalikirjallisuuden tutkimusryhmällä on käytössään useita erityyppisiä NDT-menetelmiä ja niitä käytiin esityksessä läpi esimerkkitapausten kautta. Barkhausen-kohinamenetelmää on TTY:llä kehitetty vuosia etenkin hammaspyörien koneistuksen ja karkaisun jälkeiseen laadunvarmistukseen. Aihepiiristä on valmistunut jo kaksi väitöskirjaa ja useita diplomitoita.

Merkittävää tutkimusta on tehty myös jäännösjännitysmittausten parissa. Tällä hetkellä on käynnissä tutkimusprojekti polttoleikkauksen aiheuttamista jäännösjännityksistä paksuissa lujissa teräslevyissä. Monimuotoisinta NDT-tutkimusta on tehty rautatiekiskojen parissa yhdessä Liikenneviraston ja TTY:n Rakennustekniikan laitoksen kanssa. Rautatieverkoston toimivuus ja turvallisuus vaativat luotettavia menetelmiä kiskojen kunnan ja eliniän määrittämiseksi. NDT-menetelmistä käytössä ovat olleet mm. ultraääni- ja pyörrevirtamenetelmä sekä tunkeumanestetarkastelut. ▴



Seminaari innosti yli 60 kuulijaa Vapriikin auditorioon. Esiintymisvuorossa Helena Ronkainen Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:stä.





# POHJOINEN TEOLLISUUS

## Teollisuuden suur tapahtuma 2016

25.-26.5.2016 Oulu

## Menestys louhitaan pohjoisessa

Menestymiseen tarvitsemme uusia ratkaisuja, ajatuksia ja kontakteja. Olethan mukana!

Mukana neljä kovaa messutapatumaa:

**Kaivos | Kunnossapito | Sopimusvalmistus | Norrkama**

- ▶ **ILMOITTAUDU** mukaan kävijäksi netissä ja tutustu näytteilleasettajiin!
- ▶ **OHJELMASSA** mm. Kaivosvastuu-seminaari. Lue lisää seminaareista ja messualueen ohjelmasta tapahtuman nettisivuilta!

Päyhteistyökumppani:

**FENNOVOIMA**

Järjestäjä:

**EXPOMARK**  
●●●●

Yhteistyökumppani:

**VR TRANSPORT**

Yhteistyössä:

Kunnossapitoyhdistys Promaint ry | Vuorimiesyhdistys - Bergsmannaföreningen ry  
INFRA ry | BusinessOulu | SMSY PIPO ry

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

www.normet.com

**normet**  
FOR TOUGH JOBS

FOR TOUGH JOBS  
UNDERGROUND



## Uusi SNS- pumppusarja – lähtökohtana tehokkuus



**SULZER**

Teollisuudessa vaaditaan yhä energiatehokkaampia pumppausratkaisuja. Siksi päätimme kehittää uuden innovatiivisen SNS-prosessipumppusarjan, joka ylittää suorituskyvylään teollisuuden tiukimmatkin vaatimukset ja standardit. Pumpun nykyaikainen rakenne takaa erinomaisen luotettavuuden, alhaisen energiankulutuksen sekä tuo merkittävää säästöä elinkaarikustannuksissa. Sinun tarvitsee vain päättää mitä saavuttamillasi säästöillä teet.

**Sulzer Pumps Finland Oy**

PL 66, 48601 Kotka

Puh. 010 234 3333

[www.sulzer.com/Sulzer-Pumps-Finland](http://www.sulzer.com/Sulzer-Pumps-Finland)



ASM Finland ry:n seminaari 10.11.2015

# 3D-tulostus tulee – oletko valmis?



Seminaarin puheenjohtajana toiminut Tarja Laitinen avauspuheenvuoroaan pitämässä.

Seminaariyleisö seurasi kiinnostuneena Jouni Partasen esitystä.

ASM Finland ry järjesti 3D-tulostusta käsittelevän seminaarin ”3D-tulostus tässä ja nyt – kokemuksia metallien, muovien ja keraamien 3D-tulostuksesta” 10.11.2015 Taitotalossa Helsingissä. Seminaari kokosi yhteen kuutisenkymmentä 3D-tulostuksesta kiinnostunutta osanottajaa kuulemaan esityksiä tekniikan nykytilanteesta, sovellusmahdollisuuksista ja tulevaisuuden näkymistä. Tilaisuus valotti monipuolisesti 3D-tulostuksen mahdollisuuksia kaihtamatta myöskään sen tämänhetkisten rajoitusten esille tuomista.

Seminaarin avannut yhdistyksen varapuheenjohtaja, tutkimusalueen päällikkö, TkT **Tarja Laitinen** VTT:ltä esitteli avauspuheenvuorossaan ASM Finland -yhdistyksen ja sen katto-organisaationa toimivan ASM Internationalin. Hän totesi, että 3D-tulostuksesta on viime aikoina tullut ns. kuuma tutkimusalue ja se avaa tuotekehitykselle ja -valmistukselle kokonaan uusia mahdollisuuksia.

## Menetelmien ja tutkimuksen näköaloja

Seminaarin varsinaiset esitykset aloittanut Aalto-yliopiston professori **Jouni Partanen** kertoi esityksensä ”3D-valmistus ja sen tulevaisuuden näkymät” aluksi 3D-tulostukseen pohjautuvasta liiketoiminnasta. Teolliset sovellukset käynnistyivät Rapid Prototyping -toiminnasta, joka tällä hetkellä on jo vakiinnuttanut asemansa. Erikoistuotteiden ja laitekomponenttien teollinen valmistus on nyt vakaalla kasvu-uralla ja kuluttajatuotteiden valmistukseen kohdistuu hyvin suuria odotuksia. Vuodesta 1987 harjoitetun teollisen 3D-tulostuksen volyyymi oli vuonna 2012 noin kaksi miljardia dollaria ja vuotuinen kasvu luokkaa 30 %. Kuluttajatuotteiden valmistus tuli kaupalliseksi vuoden 2007 tienoilla. Vuonna 2012 sen volyyymi oli noin 100 miljoonaa USD ja vuotuinen kasvuvauhti 50 prosentin luokkaa.

Jouni Partanen esitteli myös tärkeimmät, seitsemään pääryhmään luokitellut 3D-tulostusmenetelmät ja niiden sovelluksia. Sovellusalat ulottuvat lääketieteestä koneen- ja talonrakennukseen sekä ilmailuteollisuuteen saakka. Esimerkkejä ovat mm. luunkasvatusalustat luuvaurioiden korjaamiseksi, hampaiden oikomislaitteet, superte-

hokkaat lämmönvaihtimet sekä suihkumoottorien polttoainesuuttimet, joiden kohdalla aikaisemmin 15 erillisestä osasta koostunut komponentti voidaan nyt valmistaa yhdellä kerralla 30 % aikaisempaa kevyempänä.

**Tarja Laitinen** liitti esityksessään ”Digitaalinen komponentti” 3D-tulostuksen osaksi laajaa Multiscale Design -konseptia, joka pitää sisällään komponentin 3D-suunnittelun, materiaali- ja kuormitusmallinnuksen, valmistuksen 3D-tulostusta käyttäen sekä komponentin käytön suunnittelussa järjestelmässä ja kierrätyksen. Konseptilla saadaan tuotanto nopeammaksi, joustavamaksi, ekologisemmaksi sekä lean-filosofian periaatteita vastaavaksi. Tuotekehitysprosessin läpimenoajan lyhenemisen arvioidaan olevan jopa 50 % ja TCO (Total Cost Ownership) -kustannusten alenemisen luokkaa 10 %. Kierrätyksen yleistymisen myötä saadaan tuotteiden sisältämät arvokkaat raaka-aineet tehokkaammin ja taloudellisemmin talteen primääri- ja sekundaari-ainetuotantoon verrattuna.

Tutkimuspäällikkö **Jorma Vihinen** Tampereen teknillisestä yliopistosta (TTY) kertoi Pirkanmaalla käynnistetyistä oppilaitosten yhteistyöverkostosta 3D-tulostuksessa. Hankkeessa ovat mukana Sastamalan koulutus kuntayhtymä SASKY, Tampereen Ammattikorkeakoulu TAMK, TTY sekä Pirkanmaan Liitto. Hankkeen tavoitteena on saada pirkanmaalaisiin oppilaitoksiin ajanmukaiset 3D-tulostuslaitteet sekä luoda alueelle teollisuuden kanssa kiinteässä yhteistyössä toimiva AM-valmistuksen osaamiskeskittymäaihio. Hankkeen kokonaisvolyymi on noin 2,3 M€. Siitä noin 1,57 M€ käytetään laitehankintoihin 3D Invest -osahankkeen puitteissa ja noin 0,73 M€ hankkeen toteuttamiseen 3D Boosti -osahankkeessa vuosina 2015–2017.

Hankittavat laitteistot kattavat kuusi tärkeintä 3D-tulostusmenetelmien pääryhmää ja ne jakaantuvat verkoston eri toimijoiden kesken. SASKY keskittyy pursotuspohjaisiin menetelmiin, TAMK materiaaliruisutus- ja jauhepeptimenetelmiin ja TTY fotopolymerointi- sekä suorakerrostusmenetelmiin.

Laminointipohjaisten menetelmien hankinta on vielä selvitysvaiheessa. Tulostettavat materiaalit ovat metalleja, keraameja ja polymeerejä. Hankkeen toteuttamisessa keskeisiä osa-alueita ovat toimijaverkoston luominen, tiedon hankinta ja sen jakaminen, tutkimus ja tulosten näkyviksi tekeminen, yritys yhteistyö, kestävyysajattelun huomioon ottaminen, osallistuminen kansainvälisiin verkostoihin sekä oppimisympäristöjen kehittäminen.

### *Metallit, keraamit ja muovit tulostusmateriaaleina*

Professori **Erkki Levänen** TTY:ltä kertoi esityksessään ”Keraamien printtauksella nopeutta ja uusia mahdollisuuksia tuotekehitykseen” 3D-tulostuksen mahdollisuuksista keraamisten komponenttien tuotannossa. Hän kävi läpi keraamituotteiden perinteisen valmistusprosessin vaiheet ja haasteet ja esitteli keraamituotteiden 3D-tulostukseen soveltuvat menetelmät. Keraamien 3D-tulostus on luonteeltaan pääsääntöisesti sideaineellista valmistusta, jossa

valmistetut tuotteet tarvitsevat sideaineen poisto- ja sintrauskäsittelyn. Yleisimmät tulostettavat materiaalit ovat tällä hetkellä alumiini- ja zirkoniumoksidi sekä kalsiumtrifostaatti lääketieteellisiin sovelluksiin. 3D-tulostuksen etuja keraamituotteiden valmistuksessa ovat halpa ja nopea valmistus suoraan CAD-tiedostosta, monimutkaisten geometrioiden mahdollistuminen, muottien tarpeettomuus sekä geometriamuutosten helppous. Haasteena on usein riittävän pinnanlaadun saavuttaminen.

Tekniikan tohtori **Mika Salmi** Aaltoyliopistosta esitteli muovien 3D-tulostukseen soveltuvat menetelmät. Suorakerrostusta lukuun ottamatta muoveille soveltuvia menetelmiä on kaikissa pääryhmissä lukuisina erilaisina variaatioina. Tulostettavista materiaaleista yleisimpiä ovat ABS, Peek ja Ultem, mutta olemassa on myös kirkkaita, läpinäkyviä linssi- ja optiikka-sovelluksiin käytettäviä materiaaleja, bioyhteensopivia materiaaleja sekä joustavia, kumimaisia materiaaleja. Erityisalueena Mika Salmi nosti esille hybridimateriaalikomponentit, joissa samassa komponentissa on useita erilaisia materiaaleja ja joiden materiaaliominaisuudet rakennetaan komponentin valmistuksen yhteydessä.

Esimerkkeinä muovien 3D-tulostuksen kaupallisista sovellusalueista tällä hetkellä ovat mm. kuulolaitteiden korvaan sijoitettavat osat, yksilölliset purentakiskot hammashoidossa ja erilaiset pelihahmot. Muoveista voidaan tulostaa hyvinkin pieniä, mikrometri- luokan komponentteja, mutta toisaalta erikseen tulostetuista osista voidaan



Vasemmalta Ari Hämynen, Rolls Royce Oy Ab, Erkki Levänen, TTY ja Petri Vuorinen, Patria Land Systems Oy keskusteluun syvenyneinä.



Kahvitauolla keskusteltiin vilkkaasti seminaarin teemoista.



koota suuriakin rakenteita kuten autionkoreja. Esimerkiksi lasersintrausta käyttäen polyamidista tulostetulla tarraikomponentilla saavutettiin perinteiseen valmistukseen verrattuna 86 prosentin painonsäästö ja komponenttiin sisältyvien osien lukumäärä väheni kahdestakymmenestä yhdestä kahteen. Mika Salmi esitteli myös uuden, muoville soveltuvan DDShape-menetelmän, jossa haluttu muoto lisätään kerros kerrokselta muovilevyyn.

Group Manager **Tatu Syvänen** (Metal Materials and Processes R&D, EOS Finland Oy) esitteli ensin EOS-konsernin ja sen suomalaisen tytäryhtiön. EOS (Electro Optical Systems) on saksalainen perheyryitys, joka valmistaa metallien ja muovien lasersintrauslaitteita, sintrattavia materiaaleja sekä tuotantojärjestelmiä. Konsernin metallimateriaalien ja valmistusprosessien tuotekehitys sekä materiaalitöimitukset tapahtuvat pääosin suomalaisin voimin EOS Finland Oy:n toimesta.

Tatu Syvänen kävi myös läpi metallien 3D-tulostuksen ja sen materiaalien kehityshistorian Suomessa alkuehetkettä 1995 lähtien. Pronssipohjaisesta materiaalista käynnistynyt työ on johtanut materiaalivalikoimaan, joka käsittää tällä hetkellä erikoisteräksiä, koboltti-, kromi- ja nikkelipohjaisia superseoksia, ruostumattomia teräksiä sekä alumiiniseoksia. Kullasta tehdään koruja ja jopa wolframia on sintrattu menestyksellisesti tuotekehityshankkeiden yhteydessä. EOS:n tarjoamat ratkaisut perustuvat järjestelmän, prosessin ja materiaalin samanaikaiseen kehitykseen, jonka keskiössä on aina tuotettujen komponenttien laatu. Tatu Syvänen esitteli myös sintrattuja tuotteita mm. työkalusovellusten ja hammersäätöalueilta.

### *Teollisuuden näkökulma ja kokemukset*

Seminaarin viimeiset kolme esitystä käsittelevät 3D-tulostusta teollisten soveltajien näkökulmasta. Kehityspäällikkö **Petteri Piippo** Valtra Oy:stä kertoi, että Valtran perusajatuksena on asiakasräättöityjen tuotteiden sarjajalvistus.

Muovikomponenttien prototyypin valmistuksessa Valtra on hyödyntänyt 3D-tulostusta jo 20 vuotta. 3D-tulostus avaa uusia mahdollisuuksia mm. ergonomiatarkasteluille. Yksilöllisesti räätälöidyissä tuotteissa on varmistettava sarjatuotteiden laatu myös yksittäiskomponenttien valmistuksessa. 3D-tulostuksen etujen täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää komponentin

### 3D-tulostus

on materiaalia lisäävien valmistusmenetelmien (Additive Manufacturing, AM) laajan perheen merkittävin ryhmä. Tulostuksessa haluttu kolmiulotteinen kappale kasvatetaan kerros kerrokselta kasvatusalustalle. Materiaalista riippuen kerrokset joko sulatetaan, sintrataan tai polymeerien tapauksessa polymerisoidaan eli kovetetaan kiinni toisiinsa kiinteäksi materiaaliksi. 3D-tulostus mahdollistaa monimutkaistenkin muotojen, sisäkkäisten kappaleiden jne. tuottamisen yhdessä valmistusprosessissa. Alun perin muovisten prototyypikappaleiden valmistukseen kehitetty menetelmä soveltuu tänä päivänä kaikkien materiaalien, jopa korkean sulamispisteen metallien ja keraamien tulostukseen. Tuotettujen kappaleiden materiaaliominaisuuksien kehittymisen myötä 3D-tulostus on leviämässä prototyyppien valmistuksesta myös tuotantokappaleiden valmistukseen.

tin suunnittelua 3D-tulostusta varten; perinteisen komponentin tulostaminen on harvoin kannattavaa. Valtran omat suunnitteluohjeet 3D-tulostettavia kappaleita varten ovat työn alla. Metallikomponenttien tulostus on vielä hidasta ja kallista ja niiden käyttöön tarvitaan jokin erityinen syy kuten työkalun välttäminen tai nopean toimituksen tarve. Kustomoidut osat ja varaosat ovat todennäköisimpiä sovelluskohteita.

Teknologijaohjaja **Juha Elonen** Nurni Cylinder Oy:stä esitteli 3D-tulostuksen käyttömahdollisuuksia hydraulikan venttiililohkojen valmistuksessa. Hän korosti komponentin topologisen optimoinnin välttämättömyyttä 3D-tulostuksen etujen saavuttamiseksi. Venttiililohkojen tapauksessa etuja perinteiseen valmistukseen verrattuna ovat jopa 74 prosentin painonsäästö, mahdollisuus öljyvirtausten optimointiin käyrien virtauskanavien myötä sekä potentiaalisten vuotokohtien väheneminen tulppattavien apuporausten määrän vähentyessä. Toisena esimerkkinä Juha Elonen pohti hitsaukseen pohjautuvan "3D-tulostuksen" käyttömahdollisuuksia hydraulisynterierien modulaarisuuden lisäämisessä.

Senior Adviser **Pauli Lemmetty** (Drilling R&D, Sandvik Mining) esitteli Sandvik-konserniin perustettua AM Center-keskusta ja sen hankkimia kokemuksia 3D-tulostuksesta. Keskus työskentelee kaikkien relevanttien materiaalien, lähinnä erilaisten metalliseosten parissa. Keskuksella on käytössään lasersintraus- ja elektronisuihkupohjaiset laitteet sekä sideaineen ruiskutukseen

### ASM International (The Materials Information Society)

on kansainvälinen voitto tavoittelematon materiaalitieteiden alalla toimiva organisaatio. Sen tehtävänä on levittää materiaalitieteiden uusinta tietämystä teollisuudessa ja tutkimuslaitoksissa toimiville jäsenilleen ja muille materiaaleista ja materiaalitieteistä kiinnostuneille.

Suomen alayhdistys ASM Finland ry järjestää alan kokouksia ja vuosittaisia seminaareja sekä tukee ja edistää alan julkaisu- ja opiskelijatoimintaa. Yhdistykseen liitytään kansainvälisen kattojärjestön kautta; ASM Finland ry:llä ei ole erillistä jäsenmaksua. ASM Internationalin vuosijäsenmaksu on tällä hetkellä 107 USD ja se tarjoaa jäsenetuina mm. Advanced Materials and Processes -lehden samoin kuin järjestön sähköisessä muodossa julkaisemien Desk Edition -käsikirjojen (mm. ASM Metals Handbook) sekä useiden alan verkkolehtien käyttöoikeuden.

perustuva laitteisto, jolla valmistetut metallikomponentit tarvitsevat erillisen sintrauksen tiivistyskäsittelykseen. Suorakerrostuslaitteisto on tulossa.

Pauli Lemmetty kertoi tulostuskustannusten olevan haarukassa 2 000–4 000 euroa/litra mm. erityyppisten menetelmien erilaisen tulostusnopeuden seurauksena. Sarjatuotannossa kustannusten break-even -piste perinteisiin menetelmiin verrattuna on luokkaa 100–200 kappaletta; suuremmilla sarjoilla perinteiset menetelmät tulevat edullisemmiksi. Myös Lemmetty korosti topologisen optimoinnin merkitystä 3D-tulostuksen hyödyntämisessä. Tuotettujen kappaleiden väsymisominaisuudet on todettu erittäin hyväksi, erityisesti elektronisuihkumetelmällä tuotettujen komponenttien pitkän kestoajan väsymislujuuden osalta. Haasteina ovat erikseen sintrattavien kappaleiden työstövarojen hallinta sekä tulostusprosessin tiheä parametrisointi. Potentiaalisia sovelluskohteita ovat mm. työstökoneiden teränpitinten sekä hybridimateriaalien ja -komponenttien valmistus. Sandvik ei näe 3D-tulostusta minään perinteistä menetelmää syrjäyttävänä tekijänä, vaan pikemminkin uutena lisäyksenä valmistusmenetelmiensä valikoimaan.

Seminaarin päätösaikoinaan Tarja Laitinen totesi päivän antaneen hyvän katsauksen 3D-tulostuksen nykytilaan ja tulevaisuuden näkymiin. Tämän hetken näkemyksen mukaan alalla tapahtuva voimakas tutkimus- ja kehitystyö johtavat lähivuosina teollisten sovellusten sekä myös kuluttajatuotteiden valmistuksen voimakkaaseen lisääntymiseen. ▀



## Uusi Merox

Merox on osa SSAB-konsernia ja pyrkii lisäämään SSAB:n sivutuotteiden arvoa ja vähentämään jätteiden määrää Pohjoismaissa.

### Ensisijaiset toiminta-alueet:

- Materiaalin kierrättäminen takaisin SSAB:n tuotantoon.
- Tuotteiden prosessointi ja myynti yrityksen ulkopuolelle.
- Sellaisen jätteen käsittely, jota ei voida kierrättää uusiokäyttöön tai myydä.
- Tuotantoa kuudella paikkakunnalla Ruotsissa ja Suomessa.

Henkilöstömäärä: 70 omaa työntekijää ja noin 200 alihankkijoiden työntekijää  
 Vuonna 2014 käsitellystä neljästä miljoonasta sivutuotetonnista 46 % kierrätettiin, 32 % myytiin yrityksen ulkopuolelle, 9 % varastoitiin, 5 % käytettiin sisäisessä rakennustyössä ja 6 % toimitettiin kaatopaikalle.  
 Myynti yrityksen ulkopuolelle vuonna 2014: 70 M€  
 Sisäisen kierrätyksen arvo vuonna 2014: noin 75–85 M€ (arvio, perustuu vertailukohtana olevaan markkinahintaan).

# Merox – osa SSAB:n kestävästä kehityksestä

SSAB:n Pohjoismaiden toiminnossa käsitellään vuosittain noin neljä miljoonaa tonnia teräksen valmistuksen ohessa tuotettavia materiaaleja. Lähes puolet näistä materiaaleista hyödynnetään omassa tuotannossa raaka-aineena.



Maria Långberg



Marko Mäkikyrö

SSAB päätti jo varhain 1970-luvulla käsitellä terästuotannosta yli jäävän materiaalin itse. Tuohon aikaan kestävyysajattelu oli yhteiskunnassa hyvin vierasta. Nyt yli 40 vuotta myöhemmin ympäristön huomioiminen ja kestävyys ovat itsestään selviä asioita.

SSAB:n ja Ruukin yhdistymisen yhteydessä oli luonnollista tarkistaa sivutuotteiden käsittely Ruotsissa ja Suomessa kokonaisuudessaan. Ruukissa sivutuotteiden hyödyntämisestä vastasi Ruukki Metalsiin kuulunut Kierrätys ja Mineraalituotteet -yksikkö, kun taas SSAB:lla oli Ruotsissa toimiva tytäryhtiö Merox. SSAB:n ja Ruukin integraation myötä yhdistettiin vanha Ruotsin Merox ja Ruukin kierrätysyksikkö uudeksi Meroxiksi, joka on vastuussa kaikista Ruotsin ja Suomen toimintojen

sivutuotteista, romuista ja jätteistä.

”Kun vastuu sivutuotteiden käsittelystä on keskitetty yhteen paikkaan, voimme optimoida materiaalin käsittelyn ja luoda mahdollisimman paljon arvoa sekä ympäristön että SSAB:n kannalta”, kertoo Meroxin hallituksen puheenjohtaja ja SSAB:n kestävä kehityksen johtaja **Maria Långberg**.

”Minulle Merox on erittäin tärkeä osa SSAB:n kestävä kehityksen kokonaisvaltaista työtä, ja kertoessani kentällä SSAB:n kestävä kehityksen työstä ja Meroxin toiminnasta minulla on tapana sanoa, että Merox on kestävä kehitystä käytännössä.”

”Säästämisellä luonnonvarojen käytössä on sekä taloudellisia että ympäristövaikutuksia. Samalla SSAB pystyy vähentämään raaka-aineiden ostoa.

Sisäisen kierrätyksen arvo on noin 70–80 miljoonaa euroa vuodessa. Tärkeimmät materiaalit ovat rauta- ja terästuotannossa käytettävä romu, rautatuotannossa käytettävä teräskuona sekä hienojakoinen kooksi, joka voidaan kierrättää briketöimällä se masuunien käyttöön”, selittää Meroxin toimitusjohtaja **Marko Mäkikyrö**.

Uusi Merox muodostuu neljästä liiketoiminta-alueesta: Pohjois-Ruotsi (Luulaja), Keski-Ruotsi (Borlänge), Etelä-Ruotsi (Oxelösund) ja Suomi (Raahe ja Hämeenlinna). Vastuuseen sisältyvät kuonasta ja romunkäsittelystä huolehtiminen, kaatopaikat, sisäinen kierrätys ja jätehuolto.

”Voidaksemme huolehtia parhaalla mahdollisella tavalla SSAB:n neljästä miljoonasta sivutuotetonnista panos-



tamme merkittävästi T&K-toimintaan, jota teemme yhdessä SSAB:n tuotannon ja prosessikehityksen kanssa. Pyrimme kehittämään koko ajan mahdollisimman monia käyttökohteita sellaisille materiaaleille, joita ei tällä hetkellä hyödynnetä teräksen valmistuksessa”, Mäkikyrö kertoo.

Merkittävä osa Meroxin toimintaa on myös sivutuotteiden myynti: esimerkiksi masuunihiekkaa ja -mursketta myydään tienrakennukseen ja sementtiteollisuuteen ja koksaaon sivutuotteita kuten tervaa ja bentseeniä kemianteollisuuteen. Yhteensä Merox myy yli sataa eri tuotetta. Hyvä esimerkki tuotekehityksestä on jauhettu masuunihiekka, jota myydään Merit 5000 -sideaineena. Kun sitä käytetään esimerkiksi itsetasoittuvissa lattiatasotteissa, tasoitteesta tulee juoksevampaa ja lopputuloksesta lujempi. Vuonna 2014 Meroxin sivutuotteiden ulkoisen myynnin liikevaihto oli noin 70 miljoonaa euroa. Hieman erikoisempia käyttökohteita Meroxin tuotteille ovat muun muassa perunanviljelyssä käytetyt Beston-kalkitusaineet ja ratsastuskenttien maarakenteissa käytettävä Paddex-murske.

Tuotantopaikkakunnilla Merox myös hallinnoi ja kehittää kaatopaikkoja. Esimerkiksi Oxelösundissa Ruotsissa on meneillään kaksi kaatopaikkoihin liittyvää hanketta. Kun kaikki luvat on saatu, suunnitelmissa on rakentaa aivan uusi kaatopaikka, jonka suunnitellaan riittävän 35–70 vuodeksi. Sinne voidaan vastaanottaa noin 220 000 tonnia vuodessa. Samaan aikaan toisella tehtaalla kaatopaikoista ollaan suorittamassa loppupeittämistä, ja se poistetaan käytöstä viimeistään vuonna 2018.

”Kaatopaikat on rakennettu niin, että materiaali voidaan ottaa käyttöön uudelleen sitten, kun olemme kehittäneet varastoiduille tuotteille käyttökohteen. Siksi kaikki materiaali, myös kaatopaikalle viety, kiinnostaa meitä aivan erityisen paljon”, Mäkikyrö kertoo.

Paljon muutoksia on jo tapahtunut: muun muassa vastuu Raahen tehtaalla kaatopaikasta ja Luulajan sekä Borlängen romunkäsittelystä on siirtynyt SSAB:n tuotannolta Meroxille. Merox myös ottaa vuoden 2016 aikana isomman vastuun Raahen sisäisesti kiertävistä materiaaleista ja kaikkien Suomen toimipaikkojen jätteidenkäsittelystä.

SSAB on julkistanut uuden kestävä kehityksen strategian ja sen tavoitteet. Muun muassa vuotuisia hiilidioksidipäästöjä on tarkoitus vähentää pysyvästi 200 000 tonnilla ja ostetun energian määrää 300 gigawattitunnilla. Kestävä kehityksen strategian kehittämisen taustalla on ollut ennen kaikkea SSAB:n kilpailukykyyn vahvistaminen pitkällä tähtäimellä, mutta myös tuotannon ympäristövaikutusten vähentäminen. Sivutuotteiden hyödyntämisessä tavoitteena on pysyvä 30 000 tonnin parannus, mikä vähentää kaatopaikalle toimitettavan materiaalin määrää. Merkittävimmät läjitettävät sivutuotteet ovat masuunien ja LD-konvertterien savukaasujen pesulietteen ja pölyt, joista jo osa kierrätetään takaisin masuuniprosessiin joko briketoimalla tai injektioimalla. Merox on mukana kehittämässä uusia menetelmiä, joilla nämä sinkkiä sisältävät rautapitoiset materiaalit voidaan kierrättää tai prosessoida uusiksi raaka-aineiksi tai myyntituotteiksi. ▀

## Korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betonteollisuudelle



**Suomen TPP Oy**

Suomen TPP Oy on kallion lujituksen ja tiivistykseen, maanalaisen 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 vaijeripultitus tuotteita
- 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)

## Käsiin kaivoksen elinkaareen



### GeoProsPD Täydennyskoulutusohjelma 2016

GeoPros-täydennyskoulutusohjelman haku on käynnissä ja päättyy 4.3.2016. Toimi pian!

**TOPIK**  
TÄYDENTÄVIEN OPINTOJEN KESKUS  
EXTENSION SCHOOL

**OULUN YLIOPISTO**  
UNIVERSITY OF OULU

Lisätietoja sekä hakukaavake:  
[www oulu.fi/taydennyskoulutus/geopros2016](http://www oulu.fi/taydennyskoulutus/geopros2016)  
Pirjo Luoma-aho, p. 0294477380, [pirjo.luoma-aho@oulu.fi](mailto:pirjo.luoma-aho@oulu.fi)



KUVA EMMI NUPPULA



*Nordkalk-kiviainekset ovat ympäristöystävällisiä, turvallisia ja edullisia kalkkikivipitoisia kalliotuotteita.*

# Nordkalk haluaa kaiken kiven hyötykäyttöön

Nordkalkin tavoitteena on sadan prosentin materiaali-tehokkuus, joka edellyttää myös kaikkien toiminnassa syntyvien sivutuotteiden hyödyntämistä. Valtaosa sivutuotteista on yhtiön päätuotteen kalkkikiven ohella louhittavaa kiviainesta, jota käytetään monipuolisesti infrastruktuurin rakentamisessa. Uusia käyttökohteita on löytynyt lähialueiden lisäksi Suomenlahden eteläpuolelta.

”Sivukiven hyötykäyttö on niin ympäristön kuin yhteiskunnankin etu, kun valmiiksi louhittu kivi käytetään sen sijaan, että uusi louhimo avattaisiin koskemattomaan maaperään. Yrityksen kannalta se on myös taloudellisesti järkevää, sillä kiven läjittäminenkin aiheuttaa kustannuksia”, perustelee Nordkalkin Koillis-Euroopan alueesta vastaava myyntijohtaja **Olav Sjövall**.

Sivukivi on tyyppillistä suomalaisille

KUVA EMMI NUPPULA



*Sivukiven käyttö hyödyttää ympäristöä, yhteiskuntaa ja yritystä, sanoo Olav Sjövall.*

kalkkikivikaivoksille. Esimerkiksi Paraisien kaivoksessa louhitaan vuosittain yli kaksi miljoonaa tonnia kiveä, josta runsas kolmasosa on sivukiveä. Sitä on vuosikymmenten varrella läjitetty avolouhoksen viereen ja vain osa on hyödynnetty lähinnä sepelinä. Nyt Nordkalk panostaa sivukiven myyntiin ja käytön monipuolistamiseen, mikä näkyy materiaalitehokkuuden paranemisena. Jätteiden syntyä ehkäi-

sevän kiertotalouden arvostus nousee samalla kun ympäristötietoisuus ja ymmärrys luonnon resurssien rajallisuudesta kasvavat.

”Teemme yhteistyötä kuntien ja viranomaisten kuten SYKE:n (Suomen ympäristökeskus) ja Varsinais-Suomen Liiton kanssa löytääksemme ja kehitteäksemme uusia käyttökohteita yhtiön kiviaineksille”, kertoo myyntipäällikkö **Erno Somervuori**, jonka vastuulla on kiviainesten myynti Suomessa.

## *Kiviaineksille monia käyttökohteita*

Nordkalkin CE-merkitty kiviaines on puhdasta luonnonmateriaalia, jolla voidaan korvata neitseellisiä kallio- ja hiekkakiviaineksia. Kiviaineksia käytetään tienrakentamiseen, pohjustuksiin, satama- ja vesirakentamiseen, maisemarakentamiseen sekä betonin ja asfaltin runkoaineeksi. Kivimurskeita hyödynnetään myös hiekoitussepelinä liukkauden torjunnassa sekä koristekiviaineksina.

Logistiikka on yksi kiviaineksen



hyödyntämisen haasteista, sillä kivi on raskasta kuljettaa. Nordkalkin kattavan toimipaikkaverkoston ansiosta tuotteita on tarjolla eri puolilla Suomea. Paraisilta meren rannalta kivi kulkee laivoilla maantiekuljetuksia edullisemmin ja ympäristöystävällisemmin ulkomaille asti, ja markkinoita on löytynyt Baltian maista ja Venäjältä.

”Virossa ja Venäjällä infrarakentamiseen käytettävän kiven luokitus mahdollistaa kiviaineksen monipuoliseman käytön kuin Suomessa. Virossa esimerkiksi Pärnun ja Rakveren sekä Tallinnan ja Tarton välisten valtateiden ja Tarton kehätien rakentamisessa on hyödynnetty Nordkalkin Paraisten louhoksen sivukiveä, samoin kuin kaupunkialueiden asfalttikaduilla”, kertoo Erno Somervuori. Venäjän Kaliningradissa Paraisten kiveä on käytetty tien- ja kadunrakennuksen ohella sataman ja lentokentän rakennustöihin.

### Jätehierarkia tukee käyttöä

Kuljetuksen ohella sivukiven hyödyntämistä rajoittaa kova alueellinen kilpailu. Toistaiseksi lainsäädäntö mahdollistaa luonnon sora- ja kalliokiviaineksen nopean luvittamisen. Toisaalta eurooppalainen jätehierarkia tukee sivutuotteiden hyödyntämistä, sillä jätehierarkian mukaan jätteiden syntyä on ehkäistävä eli hyödynnettävä tehokkaasti kaikki käytettävät raaka-aineet. Se on kiertotalouden ydin: tuotanto ja käyttö suunnitellaan siten, että jätettä ei synny, vaan materiaalit ja niiden arvo säilyvät kierrossa.

”Nordkalk on jo saavuttanut 100 prosentin materiaalitehokkuuden usealla Ruotsin, Puolan ja Viron toimipaikallaan. Suomessa kalkkikiviesiintymät ovat erilaisia, ja tavoite on runsaan sivukiven määrän takia haastavampi,

## Kiviaineksen reitti kaivoksesta käyttöön

Geologi kartoittaa ensin kaivoksen kalkki- ja sivukiven laadun louhittavalta paikalta. Geologin tekemän louhintasuunnitelman perusteella kiveä louhitaan niin, että mahdollisimman paljon kalkkikiveä saadaan erotettua sivukivestä. Sivukivi erotellaan myös kuormauspaikalla laadun perusteella ja kuljetetaan varastopaikoille. Kovempi kiviaines kuljetetaan suoraan murskattavaksi ja pehmeämpi kivi varastoidaan myöhempää käyttöä varten.

Murskauspaikalla on kiinteä kolmivaiheinen murskauslaitos, joka tuottaa haluttuja fraktioita. Toiminnan päästöt rajataan mahdollisimman hyvin: murskaimen syöttösuppilot on kumisuojuattu melun pienentämiseksi ja kuljettimen hihnat pölysuojattu. Prosessissa käytetään kasteluvettä pölyn ehkäisemiseksi.

Nordkalk seuraa jatkuvasti prosessin laatua ja tekee analyyseja niin eurooppalaisten standardien kuin Venäjän Gost-standardinkin mukaan. Tuotteet varastoidaan ja toimitetaan asiakkaille autoilla tai laivoilla. ▲

TIINA ROINE

Suomalaisilla kalkkikivikaivoksilla syntyy runsaasti sivukiveä. Kuvan seinämässä erottuu kalkkikiveä tummempina graniittia, amfiboliittia ja diopsidigneisiä.



KUVA GERHARD HAKKARAINEN

mutta toteutettavissa. Esimerkiksi käy Lappeenranta, jossa vuonna 2015 hyödynnettiin aikaisemmin varastoituja kiviaineksia niin, että 100 prosentin tavoite ylittyi, kertoo Olav Sjövall. ▲



KUVA EMMI NUPPULA

Erno Somervuori esittelee kiviainesten ominaisuuksia ja mahdollisuuksia.

### Tiesitkö, että keskimäärin

- omakotitalon pohjatoihin tarvitaan 300 tonnia kiviainesta.
- kilometri moottoritietä vaatii 50 000 tonnia kiviaineksia pohjustustyöhön.
- kiviaineksesta 50 % menee teiden ja katujen rakentamiseen.
- Suomessa käytetään rakentamiseen vuodessa 100 miljoonaa tonnia kiviaineksia. Nykyään 2/3 maa-aineksesta on neitseellistä kalliomursketta.

# Rahaa tutkimukseen ja opetukseen



Alan nykyiset ja tulevat tutkijat eläytyivät joulun alla kilttien lasten rooliin, kun Metallinjalostajien rahasto kutsui apurahojen jakotilaisuuteen SSAB:n Helsingin konttoriin. Ovako Metals Oy Ab:n toimitusjohtaja **Heikki Nyholm** toimi Metallinjalostajien tämänkertaisena pukkina. Ojennettavana hänellä oli yhteensä 50 apurahaa yhteissummaltaan 304 783 euroa, tosin muutama jäi postin toimitettavaksi. Suurin osa saajista oli kuitenkin saapunut paikan päälle rahaansa vastaanottamaan ja viettämään perinteistä tutkimus-iltaa yhdessä yritysten edustajien kanssa.

Päivän pääisäntä oli SSAB Euroopan johtaja **Olavi Huhtala**, jonka tervehdyssanojen jälkeen puheenvuoro siirtyi Heikki Nyholmille. Hän maalasi vähemmän myönteisen kuvan metallinjalostuksen ja terästeollisuuden globaalista tilasta, mikä luonnollisesti vaikuttaa myös alan tilanteeseen Suomessa. Heikki ei kuitenkaan lähtenyt synkistelemään.

”Tänne ei olla tultu masentumaan. Nykyinen markkinatilanne vaan tarkoittaa, että meidän kaikkien pitää yrittää vielä vähän enemmän. Meidän



Heikki Nyholm ja Olavi Huhtala tunnelin päässä valon voimakkuutta mittaamassa.

on lähdeittävä siitä, että metallit ja teräs säilyvät tärkeimpinä perusmateriaaleina, mitä tulee yhteiskunnan teollisuus- ja muuhun rakentamiseen nyt ja tulevaisuudessa”.

”Meillä on Suomessa elinvoimainen, kilpailukykyinen ja monipuolinen metallinjalostus. Metalleja jalostavat yritykset ovat tärkeitä työnantajia ja niiden osuus Suomen tavaraviennistä on merkittävä. Haluamme myös, että mahdollisimman suuri osuus Suomen maaperässä olevien materiaali- ja mineraalivarantojen hyödyntämisestä jää tähän maahan. Se toisi lisäarvoa Suomen kansantalouteen”.

Heikki muisti myös maan hallituksen. ”Hallituksen tekemät leikkaukset ovat johtaneet siihen, että rahaa löytyy yhä harvempiin kehityshankkeisiin. Tutkimusrahan saanti on vaikeutunut

Kuvassa vasemmalta: Simo-Pekka Hannula, Henrik Saxén, Tuomas Alatarvas, Antti Kajjalainen, Ari Vuokila, Pasi Peura, Jani Harju, Petri Vuoristo, Lauri Holappa, Minttu Pasanen, Katariina Tarkkio, Ted Nuorivaara, Mari Lundström, Lassi Klemettinen, Sanni Lassila, Olli Kanninen ja Suvu Papula.



Tehnologiateollisuuden  
100-VUOTISSÄATIO

varsinkin yliopistojen ja pienyritysten osalta. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki tutkimusrahoitus käy yhä tarkemman seulan läpi”.

Heikki Nyholm kertoikin, että apurahoista esityksen tekevä Metallinjalostajien työryhmä ei säästänyt voimia eikä aikaa valitessaan apurahan saajat 118 anomuksen jättäneen joukosta.

Kuvan siitä, miten teollisuuden panostus tutkimukseen saattaa maksaa itsensä monikeräisesti takaisin, antoi Aalto-yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulun professori **Mari Lundström** esitellessään tutkimusryhmänsä projektia.

”Sekundääristen raaka-aineiden hyödyntäminen on yksi koko Aalto-yliopiston tutkimuskentän avainalueista. Raaka-aineiden kestävä käyttö on yhteiskunnankin kannalta tärkeä





Tilaisuuden seremoniamestarina toiminut Asmo Vartiainen antoi mikrofonin kautta tunnustuksen Mari Lundströmille: "Hieno puhe. Ymmärsin kaiken mitä kerroit".

asia. Meitä kiinnostavat erilaiset kuonat, rikastushiekat, pölyt, liuotusjätteet, romukat ja kaikenlaiset muut tuotteet, mitkä prosesseissa jäävät jäljelle."

Mari Lundström antoi apurahan myöntäjille tunnustuksen siitä, ettei tutkimus ole sidottu määrättyyn raaka-aineeseen.

"Nyt meillä on mahdollisuus verrata erilaisia vaihtoehtoja ja valita pilotti-projektiksi se, joka antaa laajaa tietoa ja osaamista, jota voi tulevaisuudessa soveltaa kapeampiin projekteihin".

Tasapuolisuuden nimissä tutkijoiden toisenkin puheenvuoron piti nainen, tunnustuspalkinnon tohtorinväitöskirjastaan saanut Aalto-yliopiston Insinöörityö- ja materiaaliteiden korkeakoulusta valmistunut **Suvi Papula**. Hänen mukailtu suomennuksensa väitöskirjan otsikosta "Delayed cracking of metastable low-nickel austenitic stainless steels" auttoi ulkopuolistakin pääsemään jyvälle. Ymmärsimme, että viimeaikainen linja ruostumattomien terästen valmistuksessa on ollut nikkeli-pitoisuuden vähentäminen. Silloin on kuitenkin muovauksen yhteydessä saattanut ilmentyä viivästyneitä murtumia. Tällaiset murtumat ovat tapahtuneet melkoisellakin viiveellä, viikkoja tai jopa kuukausia muovauksen jälkeen. Tutkimuksissaan Suvi Papula on osoittanut murtumisen olevan yhteydessä siihen, miten vety pääsee liikkumaan materiaalisissa, ja että martensiitti näyttää olevan tepsivä vastalääke.

Ei ihme, että Suvin esitys herätti huomiota paikalla olleiden teräsmiesten keskuudessa. ▲

Teknologiaeollisuuden 100-vuotissäätiön Metallinjalostajien rahasto perustettiin vuonna 2009. Rahaston tarkoituksena on edistää metallien valmistuksen koko jalostusketjun kattavaa teknologian ja liiketoiminnan tieteellistä tutkimusta, opetusta ja opiskelua yliopistoissa, korkeakouluissa ja tutkimuslaitoksissa. Rahaston jäsenyritykset ovat Outokumpu, Outotec, SSAB, Boliden ja Ovako.

#### APURAHAT TUTKIMUSRYHMILLE

Professori **Simo-Pekka Hannula**, Aalto-yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, 19 500 euroa "Uusien ruostumatontersäpohjaisten korkeentropisten seosten ominaisuudet"

Professori **Mari Lundström**, Aalto-yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, 30 000 euroa "Uudenlainen hydrometallurgisten menetelmien ja prosessien soveltaminen sekundääristen raaka-aineiden hyödyntämisessä (METSEK)"

Professori **Pasi Peura**, Tampereen teknillinen yliopisto, 20 500 euroa "Ilmiöt suorakarkaisun jälkeen kylmävalssattujen ja hehkutettujen terästen ominaisuuksien taustalla"

Professori **Henrik Saxén**, Åbo Akademi, 20 000 euroa "Terästehtaan energianhallinnan malli"

Professori **Petri Vuoristo**, Tampereen teknillinen yliopisto, 25 000 euroa "Uusien korkeakineettisesti ruiskutettujen toiminnallisten pinnoitteiden käyttömahdollisuudet terästeollisuuden jalostusprosessissa"

#### APURAHAT JATKO-OPISKELIJOILLE

Diplomi-insinööri **Tuomas Alatarvas**, Oulun yliopisto, 10 000 euroa "Teräksen puhtauden hallinta sulaton prosessiketjussa"

Filosofian maisteri **Tiina-Riitta Helminen**, Aalto-yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, 20 000 euroa "Kaivosten vesijärjestelmien hallinta mallinnuksen avulla"

Filosofian lisensiaatti **Anne Hietava**, Oulun yliopisto, 13 333 euroa "Uppokaariuunin panoksen sähköjohtavuudesta"

Diplomi-insinööri **Mikko Iljana**, Oulun yliopisto, 20 000 euroa "Rautapellettien metallurgisten ominaisuuksien kehittäminen"

Diplomi-insinööri **Ted Nuorivaara**, Aalto-yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, 19 800 euroa "Vaahdotusprosessin parantaminen selluloosapohjaisten vaahdotuskemikaalien avulla"

Diplomi-insinööri **Marina Shakhanova**, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 8 350 euroa "Väitöstyö kankaisen suodinväliaineen ominaisuuksien ja suodatuskäytännön välisestä korrelaatiosta"

Filosofian maisteri **Petri Sulasalmi**, Oulun yliopisto, 20 000 euroa "Kuonan emulgoitumisen ja kuonan pelkistyksen mallintaminen CAS-OB -prosessissa"

Diplomi-insinööri **Ari Vuokila**, Oulun yliopisto, 20 000 euroa "Masuunin lisäpoltoaineinjektioon CFD-mallinnus hormin ja palo-onkalon alueella"

#### MATKA-APURAHAT

Professori emeritus **Lauri Holappa**, Aalto-yliopisto, 3 300 euroa konferenssimatkaan "MOLTEN 2016" Seattlessa Yhdysvalloissa 22.-26.5.2016, kutsuttu esitelmä

Diplomi-insinööri **Antti Kajjalainen**, Oulun yliopisto, 3 300 euroa konferenssimatkaan "International Symposium on Plasticity 2016" Kona, Hawaiji. Aiheina "Kemiallisen koostumuksen ja kuumavalssauksen vaikutus pinnan mikrorakenteeseen ja särmättävyyteen korkealujuusteräksillä" ja "Mikrorakenteellinen tarkastelu myötymän paikallistumisesta ja murtumamekanismeista korkealujuusterästen särmäyksessä"

Professori **Pekka Taskinen**, Aalto-yliopisto, 3 300 euroa konferenssimatkoihin ja esitelmien pittoon "TMS2016/MOLTEN 2016/Copper 2016"

#### OPISKELIJA-APURAHAT KOTIMAA, ä 1 100 e Aalto-yliopisto

Otto Forsström, Jani Harju, Lassi Klemettinen,

Elisa Nuutinen, Minttu Pasanen,

Katariina Tarkkio

#### Tampereen teknillinen yliopisto

Atte Antikainen, Jori Kangasmäki

#### OPISKELIJA-APURAHAT ULKOMAAT

**Jani Adolfsson**, (Aalto-yliopisto), National University of Singapore, 1 500 euroa

**Mika Ahistus**, (Aalto-yliopisto), National University of Singapore, syksy 2015, 1 500 euroa

**Matti Ahiluoto**, (Tampereen teknillinen yliopisto), Kobe, Japani, 1 500 euroa

**Ivan Baulin**, (Lappeenrannan teknillinen yliopisto), Budapest University of Technology and Economics, 1 500 euroa

**Jaakko Joensuu**, (Lappeenrannan teknillinen yliopisto), Czech Technical University in Prague, 1200 euroa

**Henna-Maria Jänkälä**, (Oulun yliopisto), National University of Singapore, 1 500 euroa

**Olli Kanninen**, (Aalto-yliopisto), Tokyo Institute of Technology, 1 500 euroa

**Ukko Kilpinen**, (Aalto-yliopisto), National University of Singapore, 1 500 euroa

**Juha Klaper**, (Lappeenrannan teknillinen yliopisto), Swinburne University of Technology, 1 500 euroa

**Olli Komulainen**, (Oulun yliopisto), University of Waterloo, Kanada, 1 500 euroa

**Olli Kumpulainen**, (Tampereen teknillinen yliopisto), Technische Universität Hamburg-Harburg, 1 500 euroa

**Sanni Lassila**, (Aalto-yliopisto), Grenoble INP (PHELMA), 1 500 euroa

**Olli Latva-Pukkila**, (Tampereen teknillinen yliopisto), Ostrava, Tsekin tasavalta, 1 500 euroa

**Ottopekka Leskinen**, (Tampereen teknillinen yliopisto), Technische Universität München, 1 500 euroa

**Nina Liljeblad**, (Oulun yliopisto), National University of Singapore, 1 500 euroa

**Samuli Partanen**, (Aalto-yliopisto), KAIST (Korea Advanced Institution of Science and Technology), 1 500 euroa

**Matias Paukkio**, (Aalto-yliopisto), Technische Universität Wien, 1 500 euroa

**Sazan Rexhepi**, (Aalto-yliopisto), The University of Sydney, 1 500 euroa

**Julius Riikonen**, (Aalto-yliopisto), National University of Singapore, 1500 euroa

**Timo Ristola**, (Tampereen teknillinen yliopisto), National University of Singapore, 1 500 euroa

**Ronja Ruismäki**, (Aalto-yliopisto), University of Iceland, 1 500 euroa

**Jaakko Salonpää**, (Lappeenrannan teknillinen yliopisto), Beijing University of Technology, 1 200 euroa

**Tatu Saukkoriipi**, (Oulun yliopisto), Milanon teknillinen yliopisto, 1 200 euroa

**Teemu Suutari**, (Oulun yliopisto), Technische Universität München, 2015/2016, 1 500 euroa

**Mathias Westerholm**, (Aalto-yliopisto), National University of Singapore, 1 500 euroa

#### TUNNUSTUSPALKINNOT OPINNÄYTEISTÄ

Aalto-yliopiston Insinöörityö- ja materiaaliteiden korkeakoulusta valmistuneelle tekniikan tohtori **Suvi Papulalle** myönnettiin 3 000 euron tunnustus-palkinto erinomaisesti suoritetusta väitöskirjasta "Delayed cracking of metastable low-nickel austenitic stainless steels". ▲

# Uusi kansainvälinen Cleantech- markkinapaikka

Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT) on uuden “Trailblazer”-strategiansa mukaisesti keskittynyt ympäristöteknologiaan ja mm. kiertotalouteen, teollisiin symbiooseihin, prosessiteollisuuden uusiin kestäväen kehityksen sovelluksiin, älykkäisiin koneisiin ja laitteisiin sekä myös uusiin palveluliiketoimintamalleihin. LUT on myös aina toiminut erittäin läheisessä suhteessa elinkeinoelämän kanssa.

Vuonna 2012 LUT päätti yhdessä yliopiston tukisäätiön ja Viipurin Taloudellisen Korkeakouluseura Vitakon kanssa perustaa sijoitusyhtiön, joka tekee pääomasijoituksia LUT:in tutkimuksesta syntyviin uusiin kasvuyhtiöihin. Yhtiön kaikki osakkaat sitoutuivat rahoittamaan yhtiön sijoitustoimintaa yhtä suurin pääomapanostuksin.

## *Green Campus Innovations*

Vuonna 2015 sijoitusyhtiö otti käyttöön nimen **Green Campus Innovations**, ja yhtiön neljänneksi omistajaksi tuli Saimaan Ammattikorkeakoulu Saimia.

LUT ja Saimia ovat keskittäneet toimintansa Lappeenrannassa kestäväen kehityksen periaatteille rakentuvalla yhteiselle kampusalueelle – kansainvälisestäkin palkitulle Green Campukselle.

## GREEN CAMPUS INNOVATIONS

Green Campus Innovations on kehittänyt LUT:in innovaatioiden kaupallistamiseksi jatkuvan End-to-End-kehitysprosessin, johon kuuluvat Green Campuksella syntyvien innovaatioiden aktiivinen kehittäminen ja patentointi sekä uuden liiketoiminnan systemaattinen hautomo- ja kiihdyttämöprosessi. Tavoitteena on rakentaa LUT:in cleantech-erityisosaamista hyödyntäen globaalisti skaalautuvia kasvuyhtiöi-

*Cleantech Venture Day on Pohjoismaiden suurin cleantech-sijoittajatapahtuma.*



## KIRJOITTAJAT



NINA HARJULA, NORDIC INNOVATION ACCELERATOR OY:N TOIMITUSJOHTAJA



PERTTI MIETTUNEN GREEN CAMPUS INNOVATIONS OY:N TOIMITUSJOHTAJA

tä, jotka täyttävät myös kansainvälisten pääomasijoittajien sijoituskriteerit. Erittäin tärkeänä kriteerinä on myös kehittää uutta, aidosti kansainvälistä liiketoimintaa Suomeen.

Green Campus Innovationsin ensimmäinen sijoituskohte on **Endev Oy**, joka on kehittänyt täysin uudenlaisen hajuttoman, kompaktin ja päästöttömän PAKU-prosessin. PAKU hävittää kokonaan jätevedenpuhdistamoilla syntyvän yhdyskuntalietteen sekä siinä olevat taudinaiheuttajat, lääkejäämät ja mikromuovit, mutta ottaa lietemassasta kallisarvoisen fosforin talteen. Toisena kohteenaan yhtiö sijoitti **Aurelia Turbinesiin**, joka on kehittänyt hyötysuhteeltaan maailman tehokkaimman pienen kaasuturbiinin soveltuvaksi mm. hajautetun puhtaan energian tuotantoon. Molemmat yhtiöt ovat jo sopimassa ensimmäisistä kaupallisen mittakaavan asiakastoimituksista. Myös uusia sijoituskohteita on koko ajan valmisteilla LUT:in erityisosaamiseen perustuen.

## *Nordic Innovation Accelerator*

Vuoden 2015 lopussa lahtelainen Nordic Innovation Accelerator -toiminta





liittyi kiinteäksi osaksi Green Campus Innovationsia. Lahden seudun kehitys Ladec Oy:ssä alunperin perustettuun toimintoon kuuluu mm. pohjoismaiden suurimmaksi vuotuiseksi cleantech-sijoittajatapahtumaksi kasvanut **Cleantech Venture Day**, joka on järjestetty jo kymmenenä vuonna Lahden Sibelius-talossa. Nopeasti kasvava **Corporate Venture Program** -kehitysohjelma sekä suuryrityksiä ja kasvuyrityksiä palveleva **Nordic Innovation Accelerator** -verkkojohdanto ovat laajenemassa nyt myös mm. Ruotsiin, Tanskaan ja Vieroon. Yhtiön johto on ollut perustamassa maailmanlaajuisia Global Cleantech Cluster Associationia, joka on noin 50 kansallisen cleantech-klusterin ja yli 10 000 cleantech-yhtiön aktiivinen ja koko ajan kasvava verkosto.

Nordic Innovation Accelerator Oy yhtiöitettiin tammikuussa 2016 Green Campus Innovationsin itsenäiseksi tytäryhtiöksi. Ladec on uudessa yhtiössä edelleen mukana aktiivisena vähemmistöomistajana, ja yhtiö toimii jatkosakin Lahdessa. Cleantech Venture Day -tapahtuma järjestetään tänä vuonna lokakuun 4. päivänä, luonnollisestikin Lahden Sibelius-talossa.

### *Corporate Venture Program*

Sekä Green Campus Innovations että Nordic Innovation Accelerator toimivat myös suuryrityskentässä aktiivisesti ja synergisesti.

Nordic Innovation Acceleratorin **Corporate Venture Program** tarjoaa kasvuyrityksille ainutlaatuisen mahdollisuuden päästä esittelemään oman yrityksensä ja sen kehittämät innovatiiviset ratkaisut ohjelmaan kuuluville suuryrityksille. Ohjelmaan ovat menestyksekkäästi osallistuneet tähän mennessä mm. Fortum, Kuusakoski ja S-Ryhmä.

Jokainen osallistuva suuryritys valitsee määrittelemänsä kehitystarpeen puitteissa suojatukseen 2-4 potentiaalisinta ja kiinnostavinta kasvuyritystä. Nämä yritykset saavat ammattimaista neuvontaa, kasvuohjelmaan nimetyn ohjausryhmän kanssa yhdessä tehdyn tarkistuksen liiketoimintastrategiaansa

sekä selkeän kasvusuunnitelman.

Ohjelman tavoitteena on tuottaa innovatiivisia ratkaisuja suuryrityksille ja samalla skaalata ohjelmaan osallistuvat kasvuyritykset vahvaan nousuun uusien asiakkaiden avulla. Corporate Venture Program antaa mukaan valituille yrityksille vahvat eväät ja edellytykset liiketoiminnan kasvuun, kehitykseen ja kansainvälistymiseen sekä rahoituspuolelta vahvistamiseen mm. Cleantech Venture Dayn sijoittajatapahtumissa.

Green Campus Innovations puolestaan kehittää erityisesti teollisten suuryritysten ns. Non-Core Spin-Off -liiketoiminnoista uusia cleantech-alueen startup-yhtiöitä omassa hautomoprosessissaan mm. LUT:in ja Saimian teknologiaosaamisen sekä Nordic Innovation Acceleratorin kansainvälisten yritysten ja sijoittajaverkostojen tukemana.

Tavoitteena on myös teollisten symbioosien luominen synnyttämällä uusia palveluyhtiöitä erityisesti prosessiteollisuuden sivuvirtojen ja aikaisemmin jätteiksi luokiteltujen uusien raaka-aineiden hyödyntämiseen. Teollisten symbioosien ydinalueita on myös ener-

gian säästöön ja hukkalämmön talteenottoon keskittyvien kasvuliiketoimintojen kehitys, joissa LUT:in osaaminen on maailman huippuluokkaa.

### *Ainutlaatuinen uuden cleantech-liiketoiminnan markkinapaikka*

Tämä kokonaisuus muodostaa kansainvälistenkin kriteerien mukaan ainutlaatuisen, aktiivisesti toimivan ja ennen kaikkea avoimen cleantech-markkinapaikan, jossa yhdistetään sekä suuryritysten että PK-sektorin kasvuyritysten strategiset kehitystavoitteet yliopistotasoiseen uuden, puhtaan teknologian tutkimukseen ja kehitykseen. Näin syntyvät uudet, skaalautuvaan kasvuun pyrkivät liiketoiminnot ovat erityisen mielenkiintoisia sijoituskohteita verkostossamme toimiville kansainvälisille rahoittajille ja pääomasijoittajille.

Kehittämällä puhdasta, hajautettua ympäristöteknologiaa, tehostamalla nykyisiä teollisia prosesseja ja edistämällä kiertotaloutta pyrimme myös siihen, että maailmasta tulisi taas entistä puhtaampi paikka elää. ▴

**RF VALVES**

**World Class Performance in Abrasive, Scaling and Corrosive Slurries, Liquids and Powders**

**RF Valves Oy**  
Phone +358 207 851 790  
Tullitie 9  
53500 Lappeenranta, Finland  
www.rfvalves.com  
Home of the RF Valve®, aiRFlex®, RF Valve® SKG and Vent-O-Mat®

KUVA SATU TÄHKÄ



KUVA TEEMU HEINONEN

# CST – LUTin Erotustekniikan keskus

Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa Kemianteeniikan keskeinen osaaminen on erotustekniikka: erotustekniikan yksikköoperaatiot ja prosessiratkaisut. Tutkimus- ja opetus-työmme perustuu erotustekniikan perusilmiöiden syvälliseen ymmärtämiseen ja siihen perustuviin ratkaisuihin.

Sovellamme osaamistamme sekä kaivettaviin raaka-aineisiin että kasvatettavaan raaka-aineeseen eli mineraaleihin ja biopohjaisiin raaka-aineisiin. Myös prosessivedet ja prosessiteollisuuden sivuvirrat ovat tutkimuskohteitamme.

Teknillisenä yliopistona haluamme tutkia teollisuudelle relevantteja asioita ja ilmiöitä. Erotustekniikan keskus, CST, on LUT:n Kemianteeniikan ja erotustekniikan rajapinta teollisuuteen. CST:n jäseninä on prosessiteollisuuden yrityksiä, laite- ja materiaalitöimittäjiä.

CST:n toiminnan kautta varmistamme, että meillä on aktiivinen keskusteluyhteys alan teollisuuteen ja olemme selvillä niistä isoista asioista, jotka ovat tärkeitä prosessiteollisuudelle. CST:n jäseninä on myös yliopistoja ja tutkimuslaitoksia, joiden kanssa verkottamalla LUT voi täydentää tutkimusohjelmissa tarvittavaa osaamista.

Yliopistoihin kohdistuu tällä hetkellä säästötoimenpiteitä ja muutosvaatimuksia, vaatimuksia erikoistumisesta. LUT on tehnyt jo usean vuoden ajan systemaattista työtä fokuoituakseen ja tehdäkseen valintoja, siis myös poisvalintoja. Nyt kun valinnat on tehty, yksi tärkeistä fokualueista on erotustekniikka ja siinä isoina tutkimusalueina ovat kaivannaisteollisuuden, metsäteollisuuden ja vedenpuhdistuksen yksikköoperaatiot ja prosessit.

Viime vuonna LUT otti seuraavan askeleen kohti valittujen keihäänkärkien luomista päättämällä käynnistää moniosaamisen perustuvan ratkaisukeskeisen tutkimusallustakonseptin. Tutkimusallustoilla yhdistetään LUT:n eri osaamisia, tekniikkaa ja taloutta tavoitteen saavuttamisen kannalta parhaalla

mahdollisella tavalla. Verkottamalla viisaasti muiden yliopistojen kanssa haetaan kokonaisuuteen täydentävää osaamista. Tutkimusallustat pyrkivät luomaan ratkaisuja tulevaisuuden suuriin kohtalonkysymyksiin: Poltammeko kaiken loppuun? Jätämmekö ihmiskunnan kärsimään pilaantuneesta vedestä? Hautaammeko tulevaisuutemme jätteiden mukana? Annammeko Euroopan taantua maailman takapihaksi? Näihin kysymyksiin ei voi vastata kuin ”emme”.

Euroopan Unionin vuoden 2015 aikana valmistelemaat uudet, entistä kunnianhimoisemmat tavoitteet kiertotaloudelle kertovat Euroopan alueen yleisestä huolesta resurssien riittäväydestä ja Euroopan alueen riippuvuudesta resurssien tuonnista ja saatavuudesta. Kiertotalous pitää sisällään kestävämmät tuotteet, kierrätyksen, kierrätettävyyden ja resurssitehokkuuden. Resurssitehokkuus on ensiarvoisen tärkeää, sillä vain raaka-aineen käytöstä parantamalla voidaan saada luonnonvarat riittämään myös tuleville sukupolville.

Resurssitehokkuus ja vesi muodostavat kaksi tärkeää tutkimusallustaa ja molemmissa keskeisenä teknologiana ovat erotustekniikan yksikköoperaatiot ja prosessit. Resurssitehokkuus tarkoittaa käytännössä tutkimusta raaka-ainetehokkuuden alueella: yhä matalamman pitoisuuden raaka-aineista joudutaan erottamaan ja puhdistamaan mineraaleja energiatehokkaasti ja taloudellisesti kannattavasti. Kaivosvesien puhdistus on iso tutkimusalue erotustekniikassa. Kaivosvesiin liittyen LUT:lla on omien kuuden professorin lisäksi vierailevana professorina FiDiPro professori **Christian Wolkersdorfer** Etelä-Afrikasta. ▴

KUVA TEEMU HEINONEN



*Keraaminen suodin pinnoitetaan hiili-nanoputkilla ennen sen pinnoitusta polyelektrolyytille. Keraamisia membraaneja käytetään erilaisten vesien ja teollisuuden virtojen puhdistamiseen/käsittelyyn. Ennen polyelektrolyytille tehtävää pinnoitusta keraamisuodatin pinnoitetaan hiili-nanoputkilla (CNT), jotta pintaa saadaan tiivistettyä. Kuvassa lasipulloissa näkyvä musta neste on erilaisia vesiliuoksia hiili-nanoputkista.*



# 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.



## Technology for optimum fragmentation



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

## **i-kon™ II** Electronic Blasting System

### Electronic Blasting Systems

Introducing the Next Generation i-kon™ II system. Featuring two times greater precision, five times louder back signal, and 30 second maximum delay times, it enables even more precise control of shock waves to improve fragmentation.

Whatever the challenge, your site knowledge and experience combined with our people and technology, are equal to it.

*That's the Power of Partnership.*



## SIMP-ohjelman Show Case 2.1

# Dynamic multiphysics modelling as guidance in progressing steel making (DYNAMO)

Tällä FIMECC on-line palstalla esitellään vuorotellen kaikki SIMP-ohjelman Show Caset eli projektit.

Show Case 2.1 DYNAMO-projektissa tutkimus keskittyy sulametallurgiaan sekä hiiliteräksen että jaloteräksen tuotantoprosesseissa. Projektiin osallistuvat SSAB Europe Oy, Outokumpu Stainless Oy, Ovako Imatra Oy Ab, Sapotech Oy, Aalto-yliopisto ja Oulun yliopisto. Projektin tavoitteena on rakentaa dynaaminen laadun ennustus- ja ohjausmalli, jossa yhdistyvät on-line mittaukset, ilmiö- ja datapohjaisista prosessimalleista saatava informaatio sekä todellisen prosessin tapahtumat.

Laadun ennustusmallin tuloksena saadaan uutta tietoa prosessin tilasta jokaisessa prosessivaiheessa. Tiedon avulla prosessia voidaan optimoida ja ohjata, jolloin lopputuotteen laatu paranee. Laadun ennustusmallin hyödyntämisessä pääpaino tulee olemaan prosessin ohjaamisessa ennakoivasti, jotta lopputuotteen laatuvaatimukset saavutettaisiin ja syntyisi mahdollisimman vähän hukkaa. Siten laadun ennustus- ja ohjausmallin avulla voidaan lyhentää tuotteiden läpimenoaika, parantaa saantia ja vähentää energiankulutusta. Edellä mainitut tavoitteet tukevat myös kestäväen kehityksen ja kiertotalouden periaatteita.

Tutkimusmenetelmien näkökulmasta projektin tehtävät jakautuvat kolmeen ryhmään (toolbox). Seuraavassa on esitelty esimerkkejä projektin tehtävistä ja tutkimuskohteista:

### Toolbox 1: materiaalit, ilmiöt ja monifysiikkamallinnus (Materials, Phenomena, Multi-physics Modelling)

Sulametallurgisten yksikköprosessien mallinnusta tehdään yhteistyössä neljän tutkimusryhmän kesken. Aalto-yliopistossa hankkeeseen osallistuvat metallurgian laitos (prof. **Seppo**

**Louhenkilpi**) ja energiatekniikan laitos (prof. **Mika Järvinen**) sekä Oulun yliopistossa prosessimetallurgian tutkimusryhmä (prof. **Timo Fabritius**) ja ympäristö- ja kemiantekniikan tutkimusryhmä (dos. **Esa Muurinen**). Prosessimalleja on luotu mm. CAS-OB-senkkäkäsittelyyn, vakuumprosessiin sekä AOD- ja LD-konverttereille. Laskennallisina tutkimusmenetelminä hyödynnetään matemaattista reaktiomallinnusta, numeerista virtausmallinnusta ja laskennallista termodynaamiikkaa. AOD-prosesseille kehitettyä simulaattoria on validoitu alustavasti teollisuusprosessista saadulla aineistolla hyvin tuloksin ja laajempi validointikampanja on jo meneillään.

Simulaattori on rakenteeltaan modulaarinen ja koostuu kolmesta reaktiomallista, jotka kuvaavat suutinpuhallusta, lanssipuhallusta ja kuonan pelkistymistä. Graafisen käyttöliittymän ansiosta simulaattorilla voidaan tutkia nopeasti erilaisten prosessiparametrien, kuten käytettävien puhalluskaasujen, seosaineiden, kuonanmuodostajien ja operointilämpötilan vaikutusta hiilenpoistotehokkuuteen ja seosainehäviöihin. Jatkossa on tarkoitus tutkia mallin soveltuvuutta muiden samankaltaisten prosessien mallintamiseen. Yksikköprosessien lisäksi mallinnetaan sulkeumien muodostumista ja kehittymistä prosessivaiheiden välillä. Oulun yliopistossa materiaalitekniikan tutkimusryhmässä (prof. **David Porter**) tutkitaan sulkeumien vaikutusta lopputuotteen ominaisuuksiin.

### Toolbox 2: kestävät järjestelmät, prosessireitit ja tuotteet (Sustainable Systems, Process Routes & Products)

Toolbox 2:ssa kehitetään työkaluja, joiden avulla prosessimittaukset ja -mallit integroidaan osaksi tuotantoprosessia. Show Case 2.2:ssa on kehitetty valssausprosessiin laadun moni-

torointityökalu, joka on asennettu web-pohjaisena käyttöliittymänä sekä SSAB Europe Raahen että Outokummun Tornion tehtaalle. Laadun monitorointityökalu on eräänlainen alusta erilaisille prosessimalleille ja tätä työkalua on tarkoitus seuraavaksi laajentaa sulan teräksen laadun monitorointiin. Tässä on erinomainen esimerkki SIMP-ohjelman toolboxien perimmäisestä tarkoituksesta eli siitä, että työkalut ovat koko ohjelman hyödynnettävissä yli yksittäisten projektien rajojen.

### Toolbox 3: mittaukset, ohjaus ja sovellukset (Measurements, Control & Apps)

OES-PDA on esimerkki on-line-mittausmenetelmästä sulkeumakoostumuksen analysointiin. Mittausmenetelmää kehitetään ja sovelletaan projektissa Ovako Imatran ja SSAB Europe Raahen terästehtaalla. Kun sulkeumapuhautauden määrittäminen tänään kestää päiviä, niin OES-PDA:n tavoitteena on saada sulatusten sulkeumapuhkaus määritetyksi on-line niin, että prosessia voi ohjata OES-PDA-tulosten perusteella.

Sapotech on puolestaan kehittänyt ja soveltanut projektissa uutta mittausmenetelmää kuumien kohteiden kuvantamisessa. Mittausmenetelmässä hyödynnetään korkeatehoista laseria ja rakenteellista valoa, joiden avulla punahehkuisista kohteista, kuten aihioista tai sulan teräksen kaatosuihkusta, voidaan tuottaa erittäin tarkkoja kuvia. Kuvien tehokkaan analyysin avulla voidaan määrittää valuvikoja ja vastavasti korjaavia toimenpiteitä itse valutahtuman aikana.

Luxmetin kehittämän emissiospektrimittauksen avulla Outokumpu Stainless Tornion valokaariuunista on voitu määrittää kuonan kromioksidipitoisuus tarkasti. Tarkkaa kromioksidipitoisuuden määrittämistä voidaan käyttää prosessin ohjauksessa. ▀





# Tiede & Tekniikka

**LUT School of Energy Systems, s. 48-51**

**Partanen, LUT School of Energy Systems Schoolin johtaja**



# LUT School of Energy Systems

Jarmo Partanen valmistui Tampereen teknillisestä yliopistosta (TTY) diplomi-insinööriksi vuonna 1980 ja tekniikan tohtoriksi vuonna 1991. Vuosina 1980–1994 hän toimi TTY:ssä tutkijana, apulaisprofessorina ja professorina. Vuodesta 1994 alkaen hän on toiminut professorina, laitoksen johtajana, vararehtorina ja hallituksen jäsenenä Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa. Tällä hetkellä Partanen toimii LUT School of Energy Systems'in johtajana. Hänen omat tutkimus- ja opetusalueensa liittyvät sähköverkkoihin (mm. LVDC), sähkömarkkinoihin ja energiamurrokseen.



## Yleistä

Energiajärjestelmät on Lappeenrannan teknillisen yliopiston keskeinen vahvuusalue ja se on myös yksi LUT:n kolmesta koulusta eli Schoolista. Schoolin toiminnan tavoitteet voidaan kiteyttää seuraavasti;

LUT School of Energy Systems (LES)-yksikön tutkimus- ja opetustoiminnan tavoitteena on systeemipohjainen energiamurroksen ja kiertotalouden ymmärrys ja hallinta tekniikan, talouden ja kestävyden näkökulmista.

Erityisenä vahvuutena on energiaketjun kokonaishallinta (kuva 1); energialähteistä tuotannon, tarvittavien koneiden ja laitteiden sekä verkkojen ja markkinoiden kautta loppukäyttöön. Schoolin tutkimus luo edellytyksiä rakentaa yhteiskunnallisesti kestävä, taloudellinen ja toimitusvarma energiajärjestelmä kasvihuonekaasupäästöttömiä energiamuotoja optimaalisesti yhdistämällä. Tutkimus luo pohjaa ja teknologista osaamista siirtymiselle lineaarisesta kertakäyttökulttuurista kohti resurssiviisasta kiertotaloutta. Teorian ja simuloinnin kautta saatujen tutkimustulosten verifiointi omissa tutkimuslaboratorioissa on keskeisessä roolissa tieteellisessä toiminnassa ja yritys yhteistyössä.

LES:n vastuulla on energia-, kone-, sähkö- ja ympäristötekniikan tekniikan alojen kandidaatin, diplomi-insinööri- ja tohtorikoulutusohjelmien toteutus, <http://issuu.com/unilut/docs/lut-school-of-energy-systems>. Vuosittain koulutusohjelmista valmistuu 150 tekniikan kandidaattia, 180 diplomi-insinööriä ja 30 tohtoria. Tutkimus- ja opetustoimintaa toteutetaan 340 henkilön voimin. Henkilöstön tieteellinen osaamistaso on korkea, tohtorin tutkinto on noin sadalla

osaajalla, joista 26 on professoreita. Kokeellisen tutkimustoiminnan tukena on LUT Voima -yksikkö, jonka tehtävänä on toteuttaa tutkimus- ja opetustoiminnassa tarvittavat vaativat laitteistokokonaisuudet.

## Schoolin tutkimusta profiloivat painoalat ovat:

- **Energy market and Solar Economy;** Energy Scenarios, Energy Economy, Recycling of Carbon, Smart Grids, Market Design, Regulation, Demand Response, Entrepreneurship
- **Energy Conversion and Storage Technologies;** Renewables (Bio, Wind, Solar), Power to X (fuels from electricity), Electric Power Conversion, Efficient Energy Use, Nuclear safety, Virtual Design, Resource-efficient Manufacturing
- **Sustainability Science;** Energy Transition, Environmental Technology, Sustainable Community, Energy-Water-Food interaction, Energy Efficiency, Resource Efficiency

**Sähkö- ja energiatekniikan** osaamisalueiden vahvuuksia ovat energian muokkaaminen ja varastointi (Energy Conversion, Storages, Power Electronics), uusiutuva energia (bio, tuuli, aurinko), suurnopeus- ja turbotekniikka sekä energiainfrastruktuurit (Smart Grids & Solar Economy). Energiatekniikan osaamisalueen erityisenä kansallisenä ja kansainvälisenä vahvuutena on ydinenergiatekniikan tutkimus ja koulutus (kokeellinen ja laskennallinen mallinnus, ydinturvallisuus). Vahvuusalueiden tutkimustoiminta on perusta myös koulutuksen kärkituotteille. Koulutusvienti käynnistyy vuoden 2016 syksyllä, kun reilut 10 opiskelijaa Saudi-Arabiasta aloittaa ydinenergiatekniikan turvallisuuteen liittyvässä maisteriohjelmassa.

**Ympäristötekniikan** osaamisalueen vahvuuksia ovat kestävyuden arviointimenetelmät, erityisesti elinkaarimallintaminen, sekä systemisen kestävyysmuutoksen ja kiertotalouden tutkimus. Osaamisalue edustaa uuden voimakkaasti kasvavan tutkimusalan, kestävyystutkimuksen (sustainability science), kärkeä Suomessa. Ympäristötekniikan osaamisalueen nimen



**Kuva 1.** Energiaketjun kokonaishallinta by LUT School of Energy Systems.

**Fig. 1.** Management of energy value chain by LUT School of Energy Systems.



muuttaminen on harkinnassa, uudeksi nimeksi on ehdolla "Kestävyystutkimuksen osaamisalue".

**Konetekniikan** osaamisalueen vahvuudet ovat Mechatronic System Design, Welded Structures ja Sustainable Production in Mechanical Engineering, jotka ovat myös koulutuksen kärkituotteet. Kärkituotteet kattavat ja kokoavat yhteen kaikki konetekniikan tutkimusryhmät ja yhdeksän professoria. Konetekniikan laaja tarjoama alkaa oikeiden, rakenteen kannalta optimaalisten materiaalien valinnasta ja päättyy tietokoneavusteisen suunnittelun ja mallinnuksen kautta kustannustehokkaaseen valmistukseen, jossa automaatiolla on merkittävä rooli. Osaaminen on laajasti eri toimialoilla hyödynnettävää.

### Teoriasta yhteiskunnalliseksi vaikuttavuudeksi

Kansallisen menestyksen näkökulmasta on välttämätöntä, että yliopistojen vahva teoreettinen osaaminen jalostuu rohkeiksi ja kykeneviksi uusiksi osaajiksi sekä teollisiksi tuotteiksi ja palveluiksi, **kuva 2**.

LUT:n ja erityisesti School of Energy Systems -yksikön toiminnalle on ominaista kiinteä ja laaja yhteistyö elinkeinoelämän kanssa. Yhteistoiminnan pohjana ja jatkumona on korkea tieteellinen

osaaminen. Yksikön 30 M€/a rahoituksesta noin puolet tulee nk. ulkoisista lähteistä (yrityksistä, Suomen Akatemiasta, Tekesistä, EU:lta, ymv.). Seuraavassa on esimerkkejä laajoista monivuotisista hankekokonaisuuksista ja niiden toteutusmalleista.

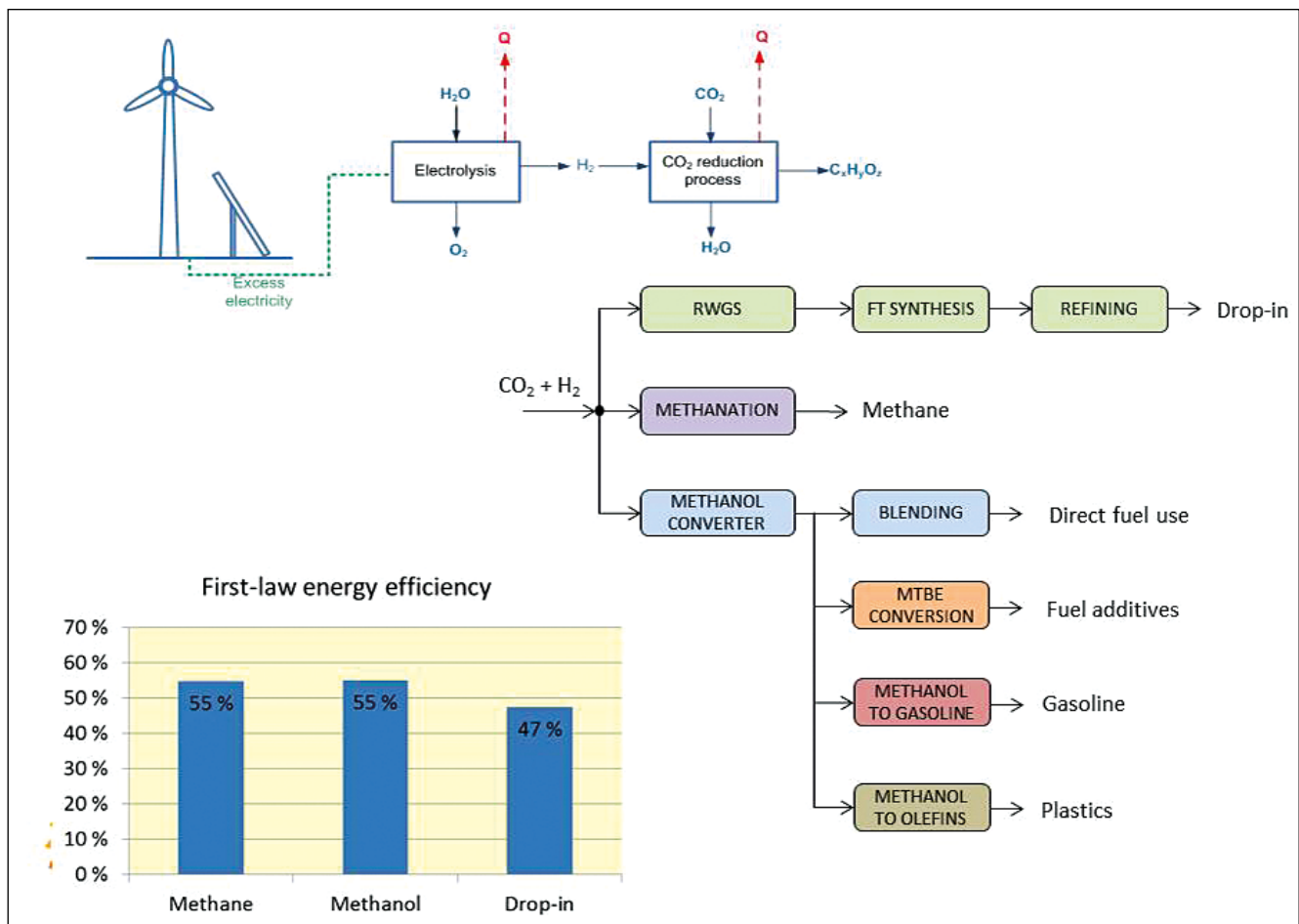
### Neo-Carbon

Fossiilisten polttoaineiden hyödyntäminen on ollut yksi maailmanlaajuisen hyvinvoinnin kehittymisen perusta. Ilmastonmuutoksen myötä hiilidioksidista on kuitenkin tullut



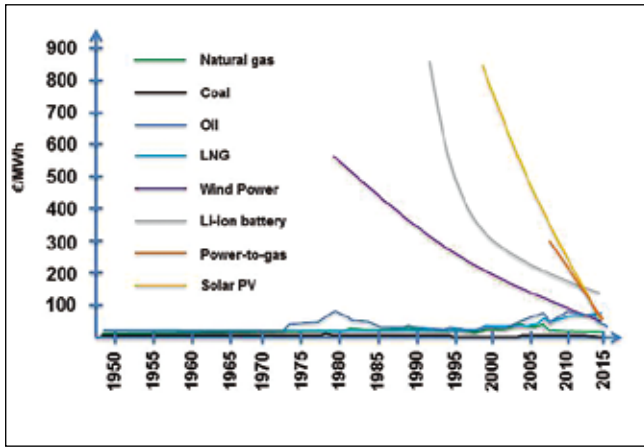
**Kuva 2.** Teoriasta simulointien ja kokeellisen tutkimustoiminnan kautta teollisiksi tuotteiksi ja palveluiksi by LUT School of Energy Systems.

**Fig. 2.** Scientific research by LUT – From theory into practice.



**Kuva 3.** Power to X -prosessin periaatekaavio, lähde Neo-Carbon Tekes-hanke (LUT, VTT, Turun yliopisto).

**Fig. 3.** Power to X principle.



**Kuva 4.** Sähkön tuotantohinta €/MWh, lähde Neo-Carbon Tekes-hanke (LUT, VTT, Turun yliopisto).

**Fig. 4.** Production cost of electricity €/MWh.

paha haitake. Lyhyellä aikavälillä tosin polttamisen tuottamat pienhiukkaset näyttävät olevan sitäkin pahempi uhka, suoranainen uhka terveydelle.

LUT:n, VTT:n ja Turun yliopiston yhteisessä Tekesin laajan strategisen avauksen tutkimushankkeessa (Neo-Carbon) tavoitteena on muuttaa hiilidioksidi tehokkaasti kiertäväksi raaka-aineeksi haitakkeen sijasta. Tutkimustoiminnan pelkistettynä tavoitteena on tuottaa vettä ja ilmaa raaka-aineena käyttäen puhtaita liikennepolttoaineita (metaania, dieseliä, metanolia, bensiiniä) ja muoveja sekä sähkön pitkäaikainen varastointijärjestelmä, kokonaisuutena Power to X -prosessi, **kuva 3**. Prosessin energialähteenä käytetään puhtaasti tuotettua sähköä (vesi, tuuli, aurinko, ydinvoima). Varastointi perustuu tuotetun kaasun varastointiin ja siitä tarvittaessa muuntuon takaisin sähköksi kaasuvoimalaitoksessa. Prosessin hyötysuhde sähköstä polttoaineeksi on 60-70 % ja takaisin

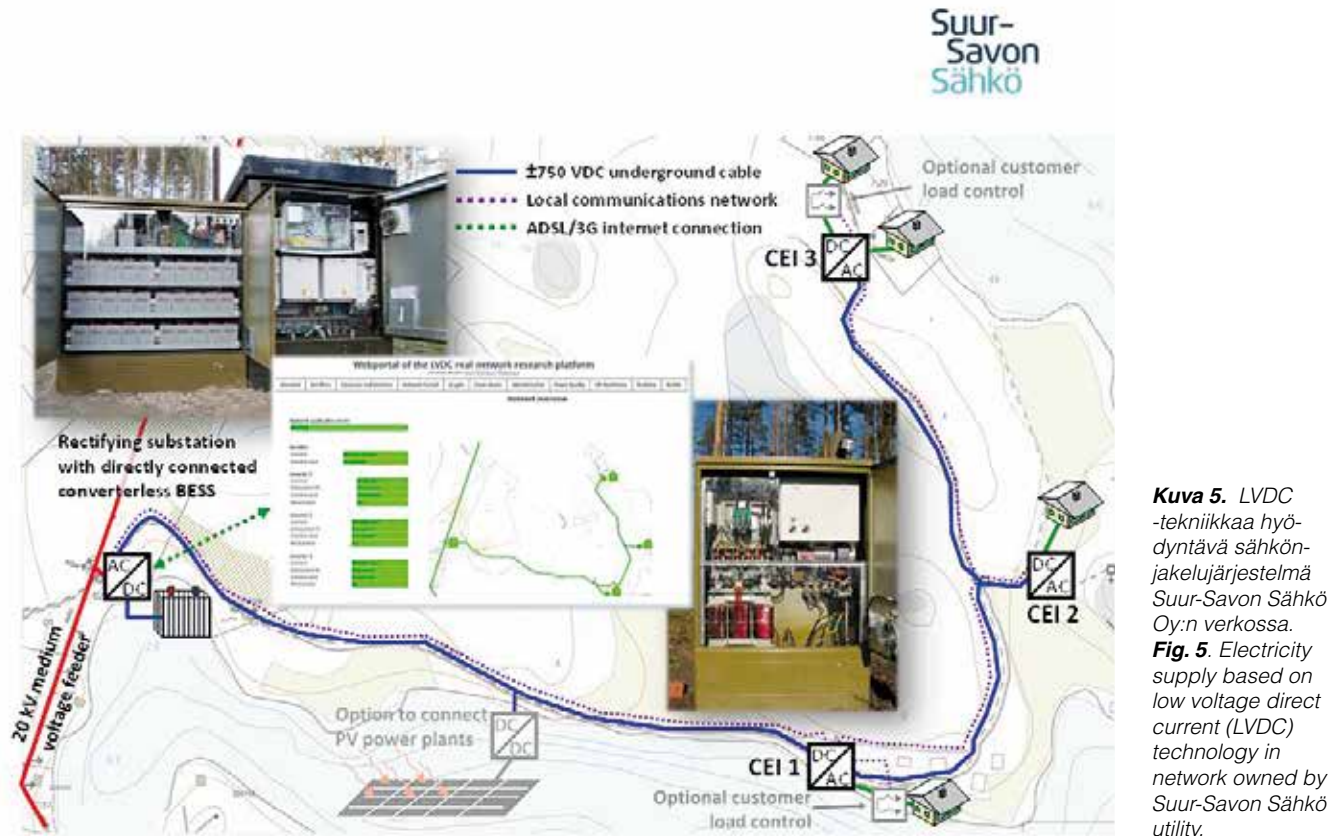
sähköksi 30 % (vastaa lauhdevoimalaitoksen hyötysuhdetta).

Power to X -konseptin perustana on uusiutuvien energialähteiden hintatason erityisen voimakas hintakehitys viimeisen kahden vuosikymmenen aikana, **kuva 4**. Tuulisähkön yksikköhinta on monilla alueilla maailmassa edullisin tuotantomuoto uutta tuotantoa rakennettaessa. Erityisen kiintoisaksi ja samalla haasteelliseksi tilanteen koko energiajärjestelmän kannalta tekee uusiutuvan energian polttoaineen hinta, joka on nolla. Tuotannon muuttuvat kustannukset ovat siten hyvin pienet ja kilpailukyvyyn ratkaisee investointikustannusten kehitys. Massatuotanto onkin jo aurinkosähkön kohdalla näyttänyt voimansa. Saman tyyppinen kehitystrendi on tapahtumassa tuulivoiman, akkuvarastojen ja Power to X -konseptin kohdalla.

### Sähkökäytöt – Suomi maailman kärkimä

Suomi on ollut vuosikymmenet kärkimä modernien sähkökäyttöjen kehittämisessä. Kärkiyrityksinä ovat toimineet ABB ja Vacon, joiden lisäksi on monia muita huippuyrityksiä. Sähkökäytöt on ollut LUT:n vahvuusalue lähes kaksi vuosikymmentä, yhteistyötä tehdään kaikkien kotimaisten kärkiyritysten lisäksi monien ulkomaisten toimijoiden kanssa. Sähkökäytöissä tarvittava saumaton teoreettinen ja käytännöllinen osaaminen sähkö- ja konemekaniikan, tehoelektronikan, integroidun magneettikenttä-, lämmön- siirto- ja mekaniikkalaskennan, sulautettujen järjestelmien, suurnopeustekniikan, magneettilaakereiden sekä valmistus- ja tuotantotekniikan osalta löytyvät kaikki yhdestä pöydästä ja osoitteesta – LES.

Yritysten ja LUT:n yhteistoiminnan mainiona esimerkkinä voidaan todeta muutama fakta LUT:n ja ABB:n yhteistyöstä CDMC-nimikkeen alla. Pitkäjänteisen toiminnan keskeisiä tuloksia ovat mm. 21 Tkt ja 65 DI tutkintoa, 24 kansainvälistä patenttia sekä kymmeniä tieteellisiä julkaisuja. Tieteellisten tulosten ja uusien osaajien lisäksi toiminnan tulokset ovat jalostuneet ABB:n toimesta useiksi globaaleik-



**Kuva 5.** LVDC -teknikkaa hyödyntävä sähkönjakelujärjestelmä Suur-Savon Sähkö Oy:n verkossa.

**Fig. 5.** Electricity supply based on low voltage direct current (LVDC) technology in network owned by Suur-Savon Sähkö utility.



si tuotteiksi. Tulokset ovat yhteiskunnallista vaikuttavuutta parhaimmillaan tehokkaan innovaatioprosessin kautta Suomen hyväksi.

### Edison vai Tesla – kumpi ajan myötä lopulta voittaa-kaan?

1900-vuosisadan alkupuolella käytiin tiukka taisto suurmiesten Nikola Tesla ja Thomas Edison kesken. Onko vaihtosähkö tasasähköä parempi? Vaihtosähköhän silloin voitti helpon muuntamisen (muuntaja) sekä edullisen ja varman oikosulkumoottorin myötä. Tehoelektroniikan hintakäyttämisen oppimiskäyrä on samantyyppinen monien muiden massatuotantoon soveltuvien ja materiaalikustannuksiltaan edullisten teknologioiden kanssa. Esimerkiksi aurinkokennojen ja akkuvarastojen kohdalla muistisääntö on seuraava; tuotannon globaali tuplaus laskee yksikköhintaa 20 %. Tehoelektroniikan hinta on myös laskenut voimakkaasti aurinkosähköjärjestelmien ja sähköistyvän liikenteen määrän kasvun myötä. Samanaikaisesti komponenttien energiatehokkuus on parantunut merkittävästi.

Tehoelektroniikalle onkin luvassa menestystarina myös sähköverkoissa ja tuloksena voikin lopulta olla, että suuri osa sähköjärjestelmistä toimiikin tulevaisuudessa tasasähköllä. LUT:ssa on kehitetty tehoelektroniikkaa hyödyntävää sähköverkkotekniikkaa lähes vuosikymmenen ajan. Tutkimustyön tuloksena ja samalla tutkimusympäristönä on toiminut jo yli 1000 vuorokautta **kuvan 5** mukainen, maailmanlaajuisesti ainutlaatuinen tasasähköpienjännitejakelu (LVDC) Suur-Savon Sähkön verkossa Suomenniemellä.

Kuvassa punaisella näkyvästä keskijänniteverkosta sähkö tasasuunnataan  $\pm 750$  V tasajännitteeksi, josta neljä sähkökäyttäjää saa sähkönsä tavanomaisena 230 V vaihtosähkönä DC/AC invertterin kautta. Tasasähköverkkoon on kytketty 60 kWh akkuvarasto, jonka turvin sähkökäyttö on jatkunut keskeytyksettä monissa keskijänniteverkon vikatilanteissa. Akkuvarasto yhdistettynä sähkökäyttäjien kuormien ohjaukseen tarjoaa erinomaisia työkaluja mm. valtakunnan verkon hetkelliseen taajuussäätöön, säätösähkömarkkinoille, sähkön ostoon edullisen hinnan aikajaksoilla ja sähköverkon kuormitushuippujen leikkaukseen. Kyseessä on siis huippuvarusteltu mikroverkkoratkaisu.

Tasasähköjärjestelmän kilpailukyky perinteiseen vaihtosähköön verrattuna tulee käyttövarmuudesta ja pienemmistä investointikustannuksista, kun edullista pienjänniteverkkoa voidaan käyttää jopa 1500 V jännitteellä nykyisen 400 V sijasta. Tämä mahdollistaa monissa paikoissa pienjännitekomponenttien käytön merkittävästi kalliimpien keskijännitekomponenttien sijasta. Asia korostuu etenkin tilanteissa, joissa nykyistä ilmajohtoverkkoa on korvattava myrskyvarmalla tekniikalla eli pääsääntöisesti kaapeloinnilla.

Tasasähköjärjestelmä, aurinkosähkö ja akkuvarastot sopivat erityisen hyvin kustannustehokkaaksi perusjärjestelmäksi uudissähköistyttilanteissa. Esimerkiksi Intiassa on noin 400 miljoonaa ihmistä ilman sähkön tuomaa mahdollisuutta hyvinvoinnin kehittämiseen. LUT:ssa on parhaillaan käynnissä Suomen Akatemian yhteishanke Indian Institute of Technology (Delhi ja Bhubaneswar) kanssa. Hankkeessa kehitetään yhdessä suomalaisten ja intialaisten toimijoiden kanssa mikroverkkoratkaisuja, jotka voivat toimia itsenäisesti sekä osana olemassa olevaa sähköjärjestelmää. ▀

## SUMMARY

LUT is profiled as having a system-based approach in clean energy. In practice, this means the management of the entire energy chain from fuels/resources through generation/transmission/distribution to the use of energy including technologies, devices, market design, business models, policies, resource efficiency and sustainability.

School of Energy Systems consists of 340 persons (26 professors and 70 other doctors). Main strategic areas of School of Energy Systems are:

**Energy Market and Solar Economy;** Energy Scenarios, Energy Economy, Recycling of Carbon, Smart Grids, Market Design, Regulation, Demand Response, Entrepreneurship.

**Energy Conversion and Storage Technologies;** Renewables (Bio, Wind, Solar), Power to X (fuels from electricity), Electric Power Conversion, Efficient Energy Use, Nuclear safety, Virtual Design, Resource-Efficient Manufacturing.

**Sustainability Science;** Energy Transition, Environmental Technology, Sustainable Community, Energy-Water-Food Interaction, Energy Efficiency, Resource Efficiency. ▀

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

## Tulevia koulutuksia

- Teräksen mekaaninen leikkaus ja oikaisu, 18.2.2016 Raahe
- Teräksen peittäys, 17. - 18.5.2016 Hämeenlinna
- Hyvä tietää teräksestä, 7.6.2016 Oulu
- Laboratorioalan teemapäivät 28. - 29.9.2016 Oulu
- Teräksen ja aihoiden valmistus 11. - 12.10.2016 Raahe

### Yhteistyössä Metallurgian VAT:n kanssa

- Polttotekniikan hyödyntäminen metallien jalostuksessa 6. - 7.4.2016 Oulu
- Fysikaalisen metallurgian hyödyntäminen metallurgisen teollisuuden tuotekehityksessä 2. - 3.11.2016 Oulu

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



Koulutusta ja kehittämistä jo 40 vuoden ajan.

# FinnMATERIA

Jyväskylän Paviljonki  
23.-24.11.2016

JO 6. KERTA!

## KOKO KLUSTERIN SUURTAPAHTUMA! MALMISTA METALLIKSI EKOSYSTEEMI.

Vuoden johtava kaivosteollisuuden, metallinjalostuksen, kiviainesteollisuuden ja maarakentamisen erikoismessu tarjoaa uusimman tiedon, tekniikan ja innovaatiot.

**VARAA PAIKKASI NÄYTTEILLEASETTAJANA JA PYSY EDELLÄKÄVIJÖIDEN JOUKOSSA!**

KONEET,  
LAITTEET,  
LAITOKSET,  
RAKENTAMINEN

PALVELUT JA  
KUNNOSSA-  
PITO

KOULUTUS JA  
TUTKIMUS  
LAIT JA  
VIRANOMAISET

KESTÄVÄ  
KEHITYS  
IMAGO

MALMINETSINTÄ

KAIVOSTOIMINTA

RIKASTUSTOIMINTA

METALLINVALMISTUS

KIERRÄTYS

### LISÄTIETOA JA NÄYTTELY- PAIKKOJEN MYYNTI:

Myyntipäällikkö Tanja Hurttia  
Puh. (014) 334 0026  
tanja.hurttia@jklmessut.fi

Myyntipäällikkö Harri Mäkinen  
Puh. (014) 334 0053  
harri.makinen@jklmessut.fi

### YHTEISTYÖSSÄ:



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

Jyväskylän Messut Oy | PL 127, 40101 Jyväskylä  
puh. (014) 334 0000 | info@jklmessut.fi

JYVÄSKYLÄN  
**MESSUT**



# Puettavat tekstiilielektrodit sairaalaympäristössä

Puettava elektroniikka ja etenkin kehonmittaus sairaala-, terveydenhuolto- ja hyvinvointituotteissa on kasvava ala, jossa materiaalitekniikka, elektroniikka ja informaatioteknologia yhdistyvät lääketieteeseen. Toisin kuin perinteiset sairaalassa käytetyt ns. geelielektrodit, tekstiilielektrodit mahdollistavat jatkuvan pitkäaikaisen mittauksen. Ne voidaan kiinnittää huomaamattomasti vaatteeseen huonontamatta vaateen perusominaisuuksia.

Tekstiilien anturijärjestelmien tulee luonnollisesti kestää käytön aikainen rasitus ympäristöstä riippuen; sairaala- ja terveydenhuollon tuotteissa tämä tarkoittaa, että niiden tulee kestää jopa satojen kertojen sterilointi-, desinfiointi- ja puhdistuvuusvaatimukset. Sairaalaolosuhteissa bakteerien ja virusten tuhoaminen materiaalin pinnalta on välttämätöntä sairaalabakteerien ja muiden infektioiden leviämisen estämiseksi. Ennen sterilointia tulee tekstiilimateriaalin olla visuaalisesti puhdas. Perinteisesti vaatetuksessa puhdistuvuutta parannetaan käyttämällä erilaisia lianhylykivyyssiä.

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia steriloinnin, desinfioinnin ja lianhylykivyyksikäsittelyjen vaikutusta puettavien tekstiilielektrodien sähköisiin ja mekaanisiin ominaisuuksiin. Elektrodien materiaalit ja rakenne valittiin niiden kaupallisen potentiaaliperusteella. Mukana oli kudottuja ja neulottuja, hopeakuidusta ja teräskuidusta valmistettuja sekä hopealla pinnoitettuja elektrodereja. Sterilointi suoritettiin myös tekstiiliin laminoitavalle johtavalle TPU-elektrodille. Hopeakuidun etuja ovat loistava johtavuus, antibakteerisuus ja etenkin kuitumuodossa hyvä mekaaninen kestävyys. Teräskuidun kiinnostavuus johtuu taas sen huomattavasta kustannusedusta hopeaan nähden. TPU on myös kustannustehokas tapa tuottaa kehonmittausanturi. Hopea ja johtava TPU ovat eniten käytet-

tyjä elektrodimateriaaleja markkinoilla olevista tuotteista.

Elektrodit sterilointiin höyryautoklaavilla, joka on erittäin yleinen, tehokas, turvallinen ja edullinen tapa tekstiilien bakteerien ja virusten dekontaminointiin. Sterilointikierrroksia suoritettiin yhteensä 20 ja materiaalin pintaresistanssi mitattiin tietyin väliajoin. Tulokset osoittavat, ettei steriloinnilla ollut merkittävää vaikutusta elektrodien pintaresistanssiin. Sen sijaan johtava TPU-elektrodi muuttui muodottomaksi heti ensimmäisen höyrykäsittelyn (121°C) jälkeen, eikä se ole siten soveltuva autoklaavisterilointiin. Hopeakuidusta valmistetut elektrodit ovat paras vaihtoehto, jos tekstiili desinfioidaan tai käsitellään lianhylykiväksi. Ko. käsittelyt eivät aiheuta merkittäviä muutoksia pintaresistanssiin. Teräskuitujen kovuus ja hauraus aiheuttavat kuitujen katkeamista muodostaan elektrodiin karheen tunnun, joka ei enää tällöin sovellu ihokontaktiin.

Käytetyt lianhylykivyyksikäsittelyt olivat nanopinnoitteita ja perustuivat C6-tekniikkaan ollen kuitenkin PHOS, PHOA vapaita. Lianhylykivyysominaisuus saatiin aikaan sekä neuloksille että kudoksille, eikä se juurikaan huonontunut steriloinnin eikä tavallisen konepesun (20 kierrosta) seurauksena.

Elektrodien mekaanisista ominaisuuksista tutkittiin kudottujen tekstiilien osalta hankauslujuutta sterilointimäärien funktiona ja hankausmäärien vaikutusta pintaresistanssiin. Sterilointi ei vaikuttanut materiaalien hankauslujuuteen, mutta hopeakuidulla oli absoluuttisesti selvästi paras hankauslujuus verrattuna teräskuituun. Neuloksista tutkittiin maksimivenyvän ja palautumattoman venymän muutosta steriloinnin funktiona. Voidaan todeta, että elastania sisältävät neulokset palautuvat huonoiten, joten sterilointi vaurioittaa niitä. Kuitenkin oikeilla materiaalivalinnoilla ja rakenneratkaisuilla voidaan myös elastaanipohjaisia neuloselektrodereja steriloida. Kutistuvuus käsittelyjen jälkeen oli selvästi merkittävämpää neulosten kuin kudosten osalta, mutta käytännössä kutistuma tapahtui heti ensimmäisessä käsittelyssä, joten kaikki



DI Elina Ilénin väitöskirja "Decontamination of Wearable Textile Electrodes for Medical and Health Care Applications" tarkastettiin Tampereen teknillisessä

yliopistossa 26.6.2015. Vastaväittäjänä toimivat prof. **Lieva van Langenhoven** (Ghent University, Belgia) ja prof. **Dominique Adolphe** (University of Mulhouse, Ranska). Tilaisuutta valvoi prof. (em.) **Heikki Mattila**. Elina Ilén, [www.planno.fi](http://www.planno.fi)

tuotteessa käytettävät neulosmateriaalit, johtavat ja ei-johtavat olisi syytä stabiloida höyrykäsittelyllä (121–134°C) ennen kokoonpanoa.

Sterilointi, desinfiointi ja hyvä puhdistuvuus tuovat nyt puettavan elektroniikan sovellukset sairaalaympäristön lisäksi myös kotiterveydenhuollon ulottuville, kun puettava mittaustila voidaan turvallisesti siirtää käyttäjältä toiselle. Erityisesti kotikäytössä hyvä puhdistuvuus tavallisessa vesipesussa on oleellista anturien pidemmän toiminta-ajan takaamiseksi. Tämä tutkimus lisää tietoa kehoa mittaavan tekstiilituotteen suunnittelemisesta ja avaa entistä laajempia mahdollisuuksia mm. esineiden internet-sovellusten luomiseen erityisesti sairaala- ja terveydenhuollon tarpeisiin.

Esimerkiksi paitaan integroituna tutkitut elektrodit voivat mitata mm. sydämen, raajojen lihasten, keuhkojen tai aivojen aktiivisuutta, kehon koostumusta tai nestetasapainoa. Sovelluksista hyötyisivät esim. riskiryhmiin kuuluvat ja kroonisia sairauksia potevat henkilöt. Vaate voi mitata käyttäjänsä jatkuvasti ja lähettää sairaalaan tiedon, mikäli henkilön elintoiminnat muuttuvat niin, että sairaalahoitoa tarvitaan. Vastaavasti sairaala voi etäseurata reaaliajassa henkilön liikkeitä ja elintoimintoja esimerkiksi leikkausoperaation jälkeen. Vaateintegraatioita on myös hyötyä raajojen fyysisessä kuntoutuksessa operoinnin jälkeen. Tällaiset vaatesovellukset vaativat jatkuvaa ja pitkäaikaista mittausta, johon vaatteeseen integroidut elektrodit ovat käyttömukavuudeltaan paras ratkaisu. Jos käyttöympäristö vaatii tuotteen steriloitavuutta tai desinfioitavuutta on käytettävä tekstiilielektrodereja. ▀

## Wet-Spinning of Cellulosic Fibres from Water-Based Solution Prepared from Enzyme-Treated Pulp

Entsyymiavusteinen selluloosakuitujen valmistus



**Väittelijä:** DI Marianna Vehviläinen  
**Väitöskirjan nimi:** Wet-Spinning of Cellulosic Fibres from Water-Based Solution Prepared from Enzyme-Treated Pulp

**Väitöskirjan ala:** Materiaalitekniikka  
**Väitöksen ajankohta:** 4.9.2015  
**Vastaväittäjä:** professori **Herbert Sixta**, Aalto-yliopisto ja professori **Monica Ek**, KTH Royal Institute of Technology, Ruotsi  
**Valvoja:** professori (emer.) **Perti Nousiainen**, TTY, Materiaaliopin laitos  
**Väitöskirjan verkko-osoite:** <http://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/23317>  
**Yhteystiedot:** Marianna Vehviläinen, 040 5188119, [marianna.vehvilainen@gmail.com](mailto:marianna.vehvilainen@gmail.com)

Marianna Vehviläinen kehitti väitöstyössään uuden myrkyttömän menetelmän, jolla selluloosasta voidaan kehrätä kuitua esimerkiksi vaatteiden valmistukseen. Raaka-aineena käy-

tettiin kemiallista sellua, joka saatiin liuennemaan vesipohjaiseen natriumsinkaattiin mekaanisen ja entsyymattisen muokkauksen jälkeen. Entsyymien käytöllä voitiin korvata kaupallisessa viskoosiprosessissa tarvittava rikkihiilikäsittely, jolloin prosessissa ei synny ympäristölle haitallisia päästöjä.

Ensimmäisessä vaiheessa oli oleellista löytää entsyymi, joka kykenee pilkkomaan selluloosan molekyyliketjuja riittävästi muodostamatta kuitenkaan liikaa sokereita. Projektityhteistyö VTT:n kanssa mahdollisti laajan entsyymivalmisteiden kartoituksen, jonka ansiosta löydettiin potentiaalisia vaihtoehtoja. Merkittävä läpimurto selluloosan liuotuksessa saavutettiin, kun Vehviläinen keksi pakastaa alkalisen sellusulpun. Pakastusta käyttämällä selluloosa liukeni alhaisemmalla alkalimäärällä, jolloin prosessin taloudellisuuteen vaikuttava alkalisuhde parani. Selluloosaliuos kehrättiin kuiduiksi märkäkehrutekniikalla käyttämällä samoja laitteita kuin viskoosiprosessissa. Entsyymi-

miavusteisesti valmistettu liuos käyttäytyi regeneroinnissa erilailla kuin viskoosiliuos, koska siinä ei tapahdu kemiallisia reaktioita. Vehviläinen tutki työssään eri kehruuparametrien vaikutusta kuitujen ominaisuuksiin ja optimoi niiden lujuutta. Työssä ei päästy ihan viskoosikuitujen lujuuteen, mutta ominaisuudet olivat kuitenkin riittävät kuitujen jatko-prosessointeihin. Tekesin rahoittamassa ja FIBIC:n koordinoimassa FuBio Cellulose (2011–2014) -projektissa demonstroitiin kuitujen valmistus isommassa mittakaavassa ja saatiin 4 kg uusia kuituja (Biocelsol). Näistä valmistettiin sekä kuitukankaita vesineulamalla että lankaa rengaskehrulla. Langasta valmistettiin edelleen neulosta, joka värjätettiin ja ommeltiin neulepipoksi.

Tällä hetkellä yli 90 % maailman tekstiilikuiduista on synteettisiä tekokuituja ja puuvillaa. Näiden kuitujen saatavuus kuitenkin heikkenee, mikäli ennustettu öljyvarantojen loppuminen toteutuu ja maapallon väestönkasvu jatkuu samanlaisena. Öljyn ehtyminen leikkaa synteettisten kuitujen tuotantoa ja kaikki viljelykelpoinen maa puolestaan tarvitaan ruoan tuottamiseen, jolloin puuvillan tuotantoa ei voida lisätä. Työssä tutkittu ympäristöystävällinen ja uusiutuvia raaka-aineita hyödyntävä tekstiilikuitujen valmistusprosessi tarjoaa potentiaalisen menetelmän valmistaa kuituja, joilla voidaan täyttää osa tulevaisuuden kuitutarpeesta. ▲

## Excavation damage zones, fracture mechanics simulation and in situ strength of migmatitic gneiss and pegmatitic granite at the nuclear waste disposal site in Olkiluoto, Western Finland

Louhinnan vauriovyöhyke, rakomekaaninen mallinnus ja migmatiittisen gneissin ja pegmatiittisen graniitin in situ lujuus ydinjätteen loppusijoituspaikalla Olkiluodossa, Länsi-Suomessa.



**Väittelijä:** DI Topias Siren  
**Väitöskirjan nimi:** Excavation damage zones, fracture mechanics simulation and in situ strength of migmatitic gneiss and pegmatitic granite at the nuclear waste disposal site in Olkiluoto, Western Finland  
**Väitöskirjan ala:** Kalliomekaniikka

**Väitöksen ajankohta:** 4.12.2015, Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulussa  
**Vastaväittäjä:** professori **Ove Stephansson**, Helmholtz Centre Potsdam GFZ German Research Centre for Geosciences, Saksa  
**Valvoja:** professori **Mikael Rinne**, Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulu, yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos  
**Väitöskirjan verkko-osoite:** <https://aaltdoc.aalto.fi/handle/123456789/18518#files-section>  
**Yhteystiedot:** Topias Siren, puh. 050 354 9582, [topias.siren@aalto.fi](mailto:topias.siren@aalto.fi)

Suomessa ja Ruotsissa ydinjätteen loppusijoitus etenee toteutusvaiheeseen lähivuosina. Loppusijoituksessa tieto louhinnan vauriovyöhykkeestä ja kalliomassan kestävyvyydestä on oleellista pitkäaikaisturvallisuuden kannalta.

Sirenin väitöskirjassa tutkittiin sekä vaaka- että pystysuuntaisen loppusijoituskonseptin soveltuvuutta Olkiluodossa sijaitsevassa kallion karakterisointiluolassa ONKALossa.

Kokeet, joissa seurattiin kallion vaurioitumista kuormituksen seurauksena noin 345 metrin syvyydessä, osoittivat, että kallion käyttäytyminen oli joiltakin osin ennustamatonta. Kokeissa havaittiin, että kallion vauriot syntyivät rakojen kasvaessa ns. litologisilla rajapinnoilla, mikä tunnistettiin uudeksi vaurioitumismekanismiksi.

Väitöskirjan tutkimusten perusteella kallioon porattavien loppusijoitusreikien pinnalle voi syntyä uusia rakoja louhinnan jälkeen, mutta kalliomassan ei odoteta vaurioituvan merkittävästi. Väitöskirjan perusteella kallion vauriot Olkiluodossa ovat kohtuullisia ja kalliomekaanisesti sijoituspaikka soveltuu hyvin ydinjätteen loppusijoitukseen. ▲



# Behavior of Martensitic Wear Resistant Steels in Abrasion and Impact Wear Testing Conditions

Martensiittisten kulumiskestävien terästen käyttäytyminen abrasiivisissa ja iskumaisissa testausolosuhteissa



**Väittelijä:** DI Vilma Ratia  
**Väitöskirjan nimi:** Behavior of Martensitic Wear Resistant Steels in Abrasion and Impact Wear Testing Conditions  
**Väitöskirjan ala:** Materiaalitekniikka

**Väitöksen ajankohta:** 6.11.2015

**Vastaväittäjä:** professori **Mikael Olsson** (Dalarna University, Ruotsi) ja tekniikan tohtori **Mikko Uusitalo** (Valmet Technologies Oy)

**Valvoja:** professori **Veli-Tapani Kuokkala** TTY:n materiaaliopin laitokselta

**Väitöskirjan verkko-osoite:** <http://URN.fi/URN:ISBN:978-952-15-3627-4>

**Yhteystiedot:** Vilma Ratia, 040 5118 234 vilma.ratia@gmail.com

Kulumista kestäville materiaaleille voidaan saavuttaa suuria säästöjä esimerkiksi kaivos-teollisuudessa, mineraalien prosessoinnissa ja kuljetuksessa. Diplomi-insinööri Vilma Ratia tutki materiaalitekniikan alan väitöskirjassaan terästen kulumista.

Kulumisen hallinnalla ja kestäville materiaaleille voidaan saavuttaa monenlaista taloudellista hyötyä ja tehokkuutta. Esimerkiksi terästen tapauksessa parempi kulumisen kesto voi alentaa korjauskustannuksia pitemmän käyttöajan ansiosta. Jos materiaali kestää paremmin kulumista, se voi olla ohuempaa. Näin esimerkiksi laitteista saadaan kevyempiä. Kuljetussovelluksissa kyytiin mahtuu enemmän kuormaa ja polttoainekustannukset alenevat.

Materiaalien kulumisen keston parantamiseksi täytyy ymmärtää niiden tyypillisiä kulumistapoja ja sitä, miten erilaiset tekijät

ja olosuhteet vaikuttavat. Kulumisen testaminen hallituissa, mutta mahdollisimman hyvin todellisuutta vastaaviin pyrkivissä olosuhteissa mahdollistaa kulumisilmiöiden tarkan havainnoinnin.

"Kulumisilmiön monimutkaisuus ja siihen liittyvät monet muuttujat ovat syy siihen, miksi kulumisen on tutkimusaiheena niin kiehtova. Testeistä saatujen tulosten ja havaintojen hyödyntämiseksi täytyy tuntee tarkoin ne olosuhteet, jotka käytetyssä testausmenetelmässä vallitsevat", Vilma Ratia kertoo.

Materiaalin kulumisen kesto ei ole materiaaliominaisuus kuten vaikkapa kovuus, vaan se riippuu kokonaisolosuhteista. Kulumisen etenemiseen vaikuttavat kuluvan materiaalin itsensä lisäksi sitä ympäröivät tekijät kuten kuluttavien partikkeleiden koko ja koostumus.

Vilma Ratia määritteli väitöskirjassaan abrasiivisissa kulumistestausmenetelmissä vallitsevia kokonaisolosuhteita ja pohti eri tekijöiden vaikutuksia teräksistä saatuihin tuloksiin, keskittyen erityisesti impeller-tumbler-tyyppiseen iskevää ja naarmuttavaa kuormitusta tuottavaan kulumistestilaitteistoon. Hän myös vertaili erilaisissa naarmuttavissa ja iskevissä olosuhteissa syntyneitä terästen kulumispintoja ja määritteli eri tekijöiden vaikutusta niiden kulumistapoihin. ▀

## A new method to improve operating performance for underground hard rock mining

Maanalaisen kaivoksen tuotantotehokkuuden optimointi uusien menetelmien avulla

**Väittelijä:** Zhen Song, M.Sc.

**Väitöskirjan nimi:** A new method to improve operating performance for underground hard rock mining

**Väitöskirjan ala:** Materiaalitekniikka

**Väitöksen ajankohta:** 9.10.2015, Aalto-yliopiston insinöörیتieteiden korkeakoulussa

**Vastaväittäjä:** professori **Ingo Valgma**, Tallinn University of Technology, Estonia

**Valvoja:** professori **Mikael Rinne**, Aalto-yliopiston insinöörیتieteiden korkeakoulu, yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos  
**Väitöskirjan verkko-osoite:** <https://aalto-doc.aalto.fi/handle/123456789/49>

**Yhteystiedot:** Zhen Song, 050 5929 268

Maanalaisessa kaivostoiminnassa esiintyy puutteita suunnittelun, tuotannon sekä rikastuksen välillä. Nämä puutteet vaikuttavat merkittävästi kaivostoiminnan kokonaisvaltaiseen suorituskykyyn. Tutkimuksia maanalaisen kaivoksen suorituskyvyn parantamiseksi on kuitenkin julkaistu vain vähän. Maanalaisissa kaivoksissa tuotantokalusto

aikataulutetaan usein vaistonomaisesti, ilman teoreettista tukea päätöksille. Tämän lisäksi kaivoksissa sattuvien odottamattomien tapahtumien takia työnjohtajien on vaikea löytää tehokkaita ratkaisuja nopeasti, uuden optimaalisen aikataulun luomiseksi. Maanalaisen kaivoksen tuotantoa rajoittavat kaivoksen rakenne ja geologia. Maanalaisen kaivoksen eri operaatiot pyritään tavallisesti toteuttamaan sarjassa peräkohtaisesti. Tämän seurauksena yhdenkin operaation pitkäytyminen viivästyttää seuraavan operaation alkua ja tämä edelleen koko prosessin valmistumisaikaa. Kaivostoiminnassa malmia varastoidaan maan päälle varmuusvarastoihin. Tämä takaa rikastamon tarvitseman jatkuvan syötteen ja suojaa tuotantoketjua seisokeilta. Varmuusvarastojen tarve selittyy louhinnan korkeasta epävarmuudesta sekä ennalta arvaamattomista geologisista olosuhteista. Mahdolliset vajeet malmintuotannossa heikentävät rikastamon tehokkuutta tai jopa pysäyttävät tuotannon. Kaivoksen epäsäännöllinen malmintuotanto voi siten johtaa merkittäviin taloudellisiin tappioihin.

Kaivostoiminnalla on piirteitä, jotka vaativat siihen tarkoitukseen räätälöidyn rat-

kaisun varmuusvarastojen määrittämiseksi. Tässä väitöskirjassa on tutkittu monia kaivossuunnittelussa ja aikataulutuksessa käytettyjä optimointimenetelmiä. Yllämainittuja ongelmia varten esitellään ohjelmistopohjainen ratkaisu päätöksenteon avustamiseksi. Ohjelmiston rakenne ja ohjelmiston käytämät algoritmit esitellään. Tämä tutkimus esittelee myös uuden lähestymistavan maanalaisen kaivoksen tuotannonohjaukseen. Tämän lisäksi kehitettiin ns. reaaliopio-menetelmä malmin vaaditun varmuusvarastotason määrittämiseksi.

Esitellyt menetelmät on koestettu käyttäen Kittilän kaivokselta saatuja todellisia parametreja. Tulokset osoittavat, että ehdotetut menetelmät parantavat merkittävästi työttehokkuutta ja samalla minimoivat käytetyn työajan maanalaisissa prosesseissa. Menetelmien avulla pystytään havaitsemaan kriittiset operaatiot sekä arvioimaan operaatioiden valmistumisaika tarkemmin. Tulokset osoittavat myös, että reaaliopio-menetelmä tarjoaa työnjohtajille tarkemman ja perustellun ratkaisun. Tämä toimii myös hyvänä mittarina kaivoksen tulevaisuuden tuotantosuunnittelussa. ▀



# Tutkimustoiminnan valtion tukien poisto vaarantaa alan tulevaisuuden ja työpaikat

Kiinan talouskasvun hidastuminen ja rakenteelliset muutokset ovat aiheuttaneet maailmanlaajuisen markkinahäiriön niin teräksen kuin muidenkin metallien tarjonnassa. Teräksen osalta kiinalainen ylikapasiteetti vastaa suuruudeltaan koko Euroopan teräksen kysyntää.

Metallinjalostus on Aasian valtioissa erityisessä valtiollaan suojeluksessa ja sen toimintaedellytykset on turvattu pitkälle tulevaisuuteen. Kiinalaisia terästuotteita vastaan on tällä hetkellä meneillään 21 dumpaussyytettä. Lisäksi maailmanlaajuisesti ja EU:ssa on asetettu useita kymmeniä suojatulleja kiinalaisten metallituotteiden tuonnille.

Suomessa toimivilla metallinjalostusyrityksillä ei ole erityistä valtiollaan suojelusta, vaan ne toimivat täysin kansainvälisillä markkinoilla. Tuotannosta valtaosa eli yli 80 % menee vientiin. Tuotteiden tulee olla kilpailukykyisiä sekä laadultaan että hinnaltaan verrattuna muualla valmistettuihin tuotteisiin. Useiden eri tekijöiden seurauksena Suomen valmistuskustannukset ovat korkeammat kuin useissa kilpailijamaissa, erityisesti verrattuna Aasian halpatuottajamaihin, joissa ei ole toistaiseksi ollut länsimaiden tasoisia vaatimuksia investoida esimerkiksi työntekijöiden turvallisuuteen, terveydenhoitoon eikä vähäpäästöiseen teknologiaan.

Saksassa on kompensoitu esimerkiksi EU:n päästökaupasta johtuva sähkön hinnan nousu metallinjalostusyrityksille täysimääräisenä jo vuosia, kun Suomessa vasta valmistellaan kompensointia. Lienee sanomattakin selvää, että Kiinassa ei toistaiseksi ole ollut vastaava lisäkustannusta metallinjalostukselle ollenkaan.

Tutkimus- ja innovaatiotoiminta niin valmistusprosessien kuin tuotteidenkin osalta yhdistettynä osaavaan henkilöstöön onkin jäänyt ainoaksi kilpailumahdollisuudeksi Suomessa toimiville metallinjalostusyrityksille. Tästä syystä olisi erittäin tärkeää jatkossakin pyrkiä parantamaan ja vahvistamaan koko suomalaisen innovaatiojärjestelmän toimintaa ja tehokkuutta.

Toistaiseksi suomalainen innovaatiojärjestelmä onkin pystynyt tuottamaan maailmanluokan innovaatioita metallien jalostamiseen ja metallituotteisiin (erikoislujat ja kulutusta kestävätkä rakenneteräkset, duplex-teräkset, M-teräkset, tuotannon automatisointiasteen nostot, liekkisulatusmenetelmä, ferrokromiprosessi, sinkkirikasteen suoraliuotus, uuttoteknologia, jne.). Näiden innovaatioiden avulla olemme mahdollistaneet nykyisen, noin kymmenen miljardin suuruisen ja yli 15 000 ihmistä suoraan työllistävän teollisen toiminnan säilyttämisen Suomessa.

Tyypillinen tutkimus- ja kehitysprosessin kesto on 5–10 vuotta. Maailma on valitettavasti pullollaan esimerkkejä liian aikaisin kaupallistetuista kehitystuloksista ja projekteista, joissa on pyritty "oikaisemaan" innovaatioprosessien toteutuksessa. Viimeisimpänä karneena esimerkkinä on Ranskassa tehty lääkekokeilu noin 90 ihmiselle, mikä johti yhteen aivokuolemaan ja useisiin pysyviin vammautumisiin. Volkswagenin päästöseikkailu on toinen esimerkki ja Talvivaaran epäonnistunut yritys skaalata lupaavat laboratorikokeet liian nopeasti täysimittakaavaiseen tuotantoon kolmas.

Toisenlainen esimerkki uuden innovaation epäterveestä tukemisesta löytyy Espanjasta ja aurinkosähkön tuotannosta. Noin kymmenen vuotta sitten Espanjan valtio päätti lähteä tukemaan aurinkopaneelilla tuotettavaa sähköä ilman kunnollista kehitysvai-

hetta ja pilotointia. Tuloksena oli nopeasti tukien varaan kasvanut aurinkosähköteollisuus, joka romahti lähes totaalisesti, kun valtion rahat tukien maksuun loppuivat.

Suomen metallinjalostusyritykset toimivat vielä tänään yhdessä alan konepajojen ja automaatioalan yritysten kanssa kärkiyrityksinä laajoissa kotimaisissa ja ulkomaisissa tutkimusverkostoissa. Näistä keskeisin on innovaatioekosysteemi FIMECC Oy. Näiden verkostojen luominen ja niiden kautta tehdyt tutkimusprojektit ovat synnyttäneet useita merkittäviä innovaatioita alan kilpailukykyyn säilyttämiseksi ja parantamiseksi. Useat viimeaikojen lupaavat spin-off-yritykset pohjaavat myös metallinjalostajien näissä yritysverkostoissa saavutettaviin tuloksiin (LUXMET, Sapotech, KraftCer).

Tutkitusti yli 80 % metallinjalostusyrityksille osoitetusta valtion innovaatorahoituksesta kanavoituu pienille ja keskisuurille yrityksille ja tutkimuslaitoksille. Metallinjalostusyritysten kannalta ei ole tärkeintä se, että valtion tuki yritysten T&K-toiminnalle maksimoidaan, vaan se, että tuki säilytetään sellaisella tasolla, että se mahdollistaa yritysten vaikutusmahdollisuudet tutkimus- ja innovaatiotoiminnan ohjaamiseen oikeisiin ja parhaiten alaa hyödyttäviin hankkeisiin ja että hankkeisiin saadaan paras mahdollinen osaaminen. Koko Suomen etu on, että valtion rahoituksella sitä osaamista etsitään ja ylläpidetään Suomessa eikä anneta sen valua Suomen kilpailijamaihin.

Mikäli tuki (hallituksen esityksen mukaisesti) poistetaan kokonaan, menetetään valtion mahdollisuus ohjata yliopistoissa ja alan verkostoissa tehtävää tutkimus- ja innovaatiotoimintaa yhdessä metallinjalostusyritysten kanssa. On selvää, että pienillä ja keskisuurilla yrityksillä ei ole resursseja ylläpi-



## ALAN MAAILMASTA

KOONNUT BO-ERIC FORSTÉN

**Valtioneuvosto** on nimittänyt TkL, ylijohtaja *Petri Peltosen* työ- ja elinkeinoministeriön alivaltiosihteerin virkaan. Alivaltiosihtööri toimii kansliapäällikkö *Jari Gustafssonin* ensimmäisenä sijaisena. (*tem.fi*)

**Tekes.** Valtioneuvosto on nimittänyt Kemira Oyj:n T&K- ja teknologiajohtaja *Heidi Fagerholmin* Innovaatorahoituskeskus Tekesin johtokunnan puheenjohtajaksi. Johtokunnan uudeksi jäseneksi nimitettiin Business Oulun johtaja *Juha Ala-Mursula*. Johtokunnan muut jäsenet ovat *Taina Susiluoto*, TEM (varapj.), partner *Timo Ahopelto*, Lifeline Venture Oy, tutkimusjohtaja *Aki Kangasharju*, Nordea Finland, toimitusjohtaja *Eero Pekkola*, Oilon Oy ja professori *Liisa Välikangas*, Aalto-yliopisto. (*tem.fi*)

**Teknologian tutkimuskeskus VTT** on kehittänyt kappaleittavaran valmistuksessa käytettävän teollisuusrobottien ohjausjärjestelmän, joka lyhentää ratkaisevasti robotin asetus- ja ohjelmointiaikaa. Järjestelmä mahdollistaa automatisoinnin myös kappaleittavaran lyhyissä tuotantosarjoissa. (*vtt.fi*)

**Suomen ABB** lahjoittaa miljoona euroa kotimaisen tutkimustyön ja innovoinnin edistämiseen. Tuki osoitetaan Aalto-yliopistolle, Lappeenrannan ja Tampereen teknillisille yliopistoille sekä Vaasan yliopistolle. (*abb.fi*)

**Boliden** investoi Harjavallan sulatolla uuteen rikkihappotehtaaseen. Investointi toteutetaan kahdessa osassa vuosina 2016–2019. Ensimmäisestä osasta on tehty päätös. Sen arvo on 65 miljoonaa euroa ja investoinnin kokonaiskustannuksen arvioidaan nousevan 90 miljoonaan euroon. Uusi tehdas korvaa toisen, vanhemman, sulatun nykyisistä rikkihappotehtaista. Uudistuksen myötä sulatun rikkidioksidipäästöjä pystytään vähentämään 20–25 %, ja jäähdytysveden tarve vähenee 40 %. (*boliden.com*)

**Atlas Copco** on ostanut italialaisen pumppuvalmistajan Variscon. Paduassa toimivan yrityksen pumppuja käytetään mm. rakennus-, kaivos-, öljy- ja kaasuteollisuudessa. Variscon palveluksessa on 135 työntekijää

ja yrityksen liikevaihto on 30 miljoonaa euroa. (*atlascopco.se*)

**Outotec** on sopinut Mintal Groupin kanssa yhtiön toisen ferrokromitehtaan suunnittelusta ja toimituksesta Baotouhun, Sisä-Mongoliaan, Kiinan pohjoisosaan. Tämä on Outotecille kaikkiaan kolmas Kiinaan toimitettava ferrokromitehdas. Tilauksen arvo on yli 25 miljoonaa euroa. (*outotec.com*)

**Ovako.** DI *Marcus Hedblom* on nimitetty Ovakon uudeksi toimitus- ja konsernijohdajaksi. Hedblom on vuodesta 2011 lähtien toiminut Ovakon talousjohtajana. Uudessa tehtävässään hän seuraa *Tom Erixonia*, joka on siirtynyt Alfa Lavalin toimitusjohtajaksi. (*ovako.com*)

**Ovako Metals Oy Ab.** Turengin teräs- palvelukeskus on siirtynyt osaksi Ovako Metals Oy Ab:n liiketoimintaa. Toiminta tulee vuoden 2016 aikana vaiheittain siirtymään Ovako Metalsin Tampereen Lahdesjärvellä toimivan logistiikkakeskuksen yhteyteen.

**Sandvik Mining.** *Lars Engström* on nimetty Sandvik Miningin uudeksi johtajaksi ja konsernin johtoryhmän jäseneksi. *Lars Engström* on viimeksi toiminut Munters-konsernin toimitusjohtajana. Hänellä on laaja kokemus johtotehtävistä kaivos- ja laiterakennusteollisuuden piirissä. (*sandvik.com*)

**Robit Oyj:** uutena toimitusjohtajana on aloittanut DI *Mikko Mattila*, joka on 15 vuoden ajan palvellut johtotehtävissä konsernia sekä Etelä-Koreassa että Suomessa. Viimeksi hän on toiminut Robit Oyj:n Suomen tuotantoyhtiön toimitusjohtajana ja Group Executive VP:nä. Hänen edeltäjänsä, *Jussi Rautiainen* keskittyy jatkossa Robit Oyj:n rakenteellisen kasvun suunnitteluun ja toteuttamiseen. (*robit.fi*)

**Nordkalk.** Ruotsin maa- ja ympäristö- ylioikeus on antanut luvan Nordkalkin Klinthagenin louhoksen koko laajennukselle Pohjois-Gotlannissa. Päätös mahdollistaa kaivostoiminnan jatkumisen nykyajajuuksaan. Raaka-aineen saatavuus on turvattu vähintään viideksi vuodeksi. (*nordkalk.fi*) ▲

→ tää verkostojen toimintaa. Tutkimus- ja koulutuslaitoksille yritys yhteistyö tuo arvokkaan lisän niin projektien kohdentamiseen markkinoiden tarpeiden mukaisiksi kuin myös mahdollisuuden toteuttaa omien koulutusohjelmien suunnittelu työelämän tarpeiden mukaisiksi. Tästä seuraa automaattisesti alan tutkimus- ja innovaatiotoiminnan sekä koulutuksen tason kurjistuminen ja metallinjalostuksen kilpailukyvyyn ainoan olemassa olevan kilpailutekijän häviäminen.

Koska esitetty leikkaus koskee kaik-

kia Suomelle tällä hetkellä tärkeitä vientialoja (metsäteollisuus, metallinjalostaminen, sähkö- ja elektroniikkateollisuus), on vaikeaa ymmärtää, miksi me harkitusti ja tiedostaen olemme päättämässä oman tärkeimmän tukijalokamme, tutkimus- ja innovaatiotoiminnan, alasajosta. Ainakin minä haluaisin jättää lapsilleni sellaisen Suomen, jossa osaamiseen ja tutkimukseen kannattaa panostaa ja yritykset pystyvät toimimaan kilpailukykyisesti kansainvälisesti muillakin toimialoilla kuin puun polttoainekäytössä. ▲

# BRENTTAG

## Kaivosteollisuuden raaka-aineet



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

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

## PÄÄTUOTTEET

- Aktiivihiilet
- Ditiiofosfaatit
- Jauhinkuulat ja tangot (myös kromiseosteiset)
- Ksantaatit (PAX, SEX, SIPX ja SIBX)
- Kupari- ja sinkkisulfaatti
- Pölyämisenestoaineet
- Yleisesti kokooja-, kerääjä-, painaja-, vaahdotus-, aktiivaattori- 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/>

## Pintaa syvemmältä



Ajankohtaista malminetsinnästä ja kaivostoiminnasta Suomessa

Euroopan suurin kaivosalan investointita- pahtuma **Mines & Money** kokosi Lontoon suomenlaiset rahoitusta etsivät kaivos- hankkeet ja ulkomaiset sijoittajat. Maassamme on lukuisia lupaavia mineraaliesiintymiä ja Suomi on arvioitu kaivosalan parhaaksi toimintaympäristöksi, mutta haasteena on vaikea rahoitustilanne. Vuodesta 2012 alkanut kaivosalan laskusuhdanne on heijastunut myös suomalaisyrityksiin, ja metallien alhaiset markkinahinnat heikentävät kaivos- hankkeiden kannattavuutta. Metallien ja mineraalien kysyntä on vahvasti sidoksissa kehittyvien maiden talouksiin. Erityisesti Kiinan hidastunut talouskasvu, edellisen raaka-ainebuumin aikana rakennettu globaali ylikapasiteetti ja runsas tarjonta näkyvät monien raaka-aineiden laskeneina hintoina. Kiinan talouden kehitys vaikuttaa ratkaisevasti kaivosalan kehitykseen, sillä Kiina vastaa esimerkiksi noin 40 % kuparin ja 60 % raudan globaalista kulutuksesta. Kaivosala ei tervehdy ilman merkittäviä kapasiteetin leikkauksia, minkä jälkeen hinnat voivat myös elpyä. Maailman suurimmat kaivosyhtiöt BHP Billiton, Rio Tinto, Vale, Glencore ja Anglo American ovat karsineet investointejaan viime aikoina. Yhtiöt ovat siivonneet taseitaan ja myyneet vähemmän kannattavia kaivoksiaan. Joulukuussa investointien leikkauksista ja säästökuureista kertoivat mm. Rio Tinto ja Anglo American. Lisäksi Anglo ilmoitti myyvänsä tai sulke- vansa merkittävän määrän kaivoksistaan. Haastava tilanne vaikuttaa myös kaivosalal- la toimivien suomalaisten teknologiatoimit- täjien markkinanäkymiin.

**Keliber** ja **Sotkamo Silver** tapasivat **Mines & Money** -messuilla kansainvälisiä rahoittajia. Yritykset hakevat välirahoitusta kaivostensa avaamiseksi. Kilpailu sijoittajien rahoista on kovaa ja rahahanat ovat tiukassa. Valtion pääomasijoitusyhtiö **Teollisuus-**

**sijoitus** on mukana monissa kotimaisissa kehitysvaiheen kaivoshankkeissa. Sotkamo Silveriin ja Keliberiin sijoittanut Teollisuus- sijoitus osallistuu hankkeisiin kotimaisena sijoittajana, mutta pääosa pääomista täytyy houkutella Suomen rajojen ulkopuolelta. Teollisuussijoitus rahoittaa Keliberin alus- tavaa kannattavuusselvitystä. Rahoituksen yksi pullonkaula on hankkeiden alkuvai- heen kannattavuusselvitykset. Lupaavien malmiesiintymien taloudellisen potentiaalin selvittäminen on keskeinen askel kohti teollista tuotantoa. Selvityksen tekeminen vie kuitenkin yli vuoden ja maksaa yhtiölle tyypillisesti 5–10 miljoonaa euroa.

**Agnico Eaglen** Kittilän kultakaivoksella havaittiin syyskuussa, että puhdistettua pro- sessivettä vuoti läheiseen ojaan rikastushiek- ka-altaan (NP3) kaaripadon sisäpuolelta. Havainto johti toimenpiteisiin vuotokohdan korjaamiseksi ja tehostetun ympäristötark- kailun käynnistämiseen. Lapin ELY-keskus antoi lokakuussa määräykset toimenpiteis- tä rikastushiekka-altaan kaaripadon sisä- puolisen selkeytsaltaan hallitsemattoman vuodon estämiseksi. ELY-keskuksen anta- man poikkeuksellista tilannetta koskevan päätöksen perusteella yhtiö johti vuotavasta altaasta käsiteltyjä prosessijätevesiä Seurujö- keen. ELY-keskus määräsi, että altaan veden pintaa on laskettava hallitusti. Kaivoksella aloitettiin veden pumpaus uuteen vesiva- rastoaltaaseen ja puhdistetun prosessiveden lisäjuoksentus rikastushiekka-altaasta pinta- valutuskenkälle. ELY-keskuksen mukaan vä- litöntä altaan murtumisen riskiä ei todettu. Korjaustoimenpiteiden ensimmäisessä vai- heessa altaaseen ajettiin moreenia vuodon tukkimiseksi. Moreenin päälle ajettiin rik- astushiekkaa moreenikerroksen tiivistämi- seksi. Toimenpiteiden viimeisenä vaiheena altaan vaurioitunut osa täytetään kokonaan rikastushiekalla, jolloin vesialue saadaan siirrettyä pois patorakenteen läheisyydestä ja vaurioituneelta alueelta.

**Terrafame** käynnisti joulukuussa puhdis- tettujen vesien lisäjuoksentukset Talvivaaran kaivosalueelta lähivesistöihin. Kortelammen ja Latosuon padoilla vedenpinta oli noussut tasolle, jossa riski vesien hallitsemattomasta vuotamisesta ympäristöön kohosi liian kor- keaksi. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto myönsi Nuasjärven purkupuutkelle ympä- ristöluvan huhtikuussa 2015, mutta Vaasan hallinto-oikeus puolitti syyskuun välipäätök- sellään purkupuutken sulfaattikiintiön. Tämä on rajoittanut kaivokselta pois johdettavan puhdistetun veden määrän pienemmäksi kuin alueelle muodostuu sadannan kautta. Tämän vuoksi kaivoksen vesivarastot olivat kriittisen täynnä. Kainuun ELY-keskus kat- soi Terrafamen lisäjuoksentusten olevan pe- rusteltuja pato- ja ympäristöturvallisuuden varmistamiseksi. Samalla kohotettiin Nuas-

järven purkupuutken virtaama maksimikapa- siteettiin. Terrafame lähti syksyllä 2015 aja- maan Talvivaaran kaivosta ylös. Nuasjärven purkupuutken varsinainen käyttö aloitettiin marraskuussa 2015.

Nivalassa kaivostoimintaa harjoittanut **Belvedere Mining Oy** hakeutui joulukuussa konkurssiin. Hituran nikkeli-kaivos on ollut pysähdyksissä jo pari vuotta nikkelin alhai- sen maailmanmarkkinahinnan takia. Kon- kurssipesä etsii kaivokselle uutta omistajaa ja jatkajaa.

**Suomen Malmi Oy** haettiin joulukuus- sa konkurssiin. Ruotsalaisen Drillcon AB:n suomalaisen tytäryhtiön tilanne on ollut jo pidemmän aikaa vaikea, koska kaivos- ja malminetsintäyhtiöt ovat vähentäneet kaira- uspalvelujen ostoa varsinkin raaka-aineiden hintojen halpenemisen takia.

**Endomines** on saanut lisää hyviä lävis- tyksiä Pampalon kultaesiintymänsä syvä- jatkeiden kairauksissa Ilomantsissa. Par- haimmat lävistyksiset olivat 6,1 g/t kultaa 5 metrin matkalla, ja 6,4 g/t kultaa 10 metrin matkalla. Aikaisemmin viime vuonna yhtiö lävisti syväjatkeiden kairauksissaan mm. vyöhykkeen, joka sisältää 18,2 g/t kultaa 10 metrin matkalla (kairareikä T-1006). Lisäksi Endomines tilasi Pampalon syväjatkeiden (Pampalo Deeps extension area) mineraa- livarantoarvion SRK Consulting (Finland) Oy:ltä, vaikka vyöhykkeen kairaukset ovat vielä varhaisessa vaiheessa. Arvion mukaan vyöhykkeen todennäköiset ja mahdolliset mineraalivarannot ovat yhteensä 191 000 tonnia pitoisuudella 4,1 g/t kultaa. Syväjat- keiden pitoisuus on siten selvästi korkeampi kuin Pampalossa viime vuosina louhitun malmin pitoisuus.

Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovi- rasto (AVI) hylkäsi **Dragon Mining Oy:n** Oriveden kultakaivoksen ympäristölupaha- kemuksen. Yhtiö haki ympäristölupaa jat- kaakseen kultamalmin louhintaa Oriveden Kuteman kaivoksella. Kaivoksen nykyinen ympäristölupa on voimassa kunnes uusi ympäristölupahakemus on lainvoimaises- ti ratkaistu. Dragon Mining tiedotti hake- vansa päätökseen muutosta valittamalla Vaasan hallinto-oikeuteen. AVI perustelee ratkaisuaan kaivoksen kuivatusvesien ja kaivannaisjätealueen hulevesien vesistöväi- kutuksilla. AVI:n mukaan kaivostoiminta ai- heuttaa merkittävää vesistön pilaantumista erityisesti Ala-Jalkajärvessä ja Peräjärvessä. Päätöksen tultua lainvoimaiseksi yhtiön on myös esitettävä suunnitelma vesiensuojelua, maaperänsuojelua ja jätehuoltoa koskevista kaivoksen sulkemiseen liittyvistä toimista. Suunnitelmaan tulee lisäksi sisältyä kaivok- sen jälkihoito- ja maisemointisuunnitelma sekä jälkিতarkkailusuunnitelma. ▀





# Mediaa täytyy muistuttaa kaivosten tärkeydestä

MARKO MANNILA, VIESTINTÄASiantuntija, KAIVOSTEOLLISUUS RY

Parin kolmen vuoden ajan kaivosala on kärsinyt ja toisaalta nauttinut median erikoishuomiosta. Kaivosteollisuuden suhteellinen osuus palstatilasta on ollut isompi kuin suuremmilla toimialoilla. Mediahuomio on noussut huippuunsa aina, kun Talvivaarassa on tapahtunut jotain. Majavien patokin kääntyi keskustelussa kaivosta vastaan.

Talvivaara-uutisointi toi mukanaan hyvääkin, nimittäin kiinnostuksen kaivosalaan. Kaivosteollisuus ry oli välillä keran viikossa aamu-tv:n haastateltavana.

Nyt Talvivaarasta on tullut Terrafame Oy:n kaivos, ja median kaivokselle antama sakinhivutus on vähentynyt. Kittilän kaivos on ollut allasvuotonsa takia julkisuudessa, ja uutisoinnissa on välillä näkyvillä kaivosvastaisia asenteita. Kittilä ei ole kuitenkaan saanut niskaansa kuraa läheskään siinä määrin kuin Talvivaara. Kittilä-uutisoinnissa on nähtävissä positiivisiakin sävyjä: kaivoksen merkitys vaurauden luoja ymmärretään monissa toimituksissa. Otsikoissa näkyi, että Kittilästä on louhittu jo miljardin edestä kultaa.

Monissa toimituksissa ymmärretään nyt paremmin kaivosalan merkitys maamme taloudelle ja työllisyydelle. Tämä ymmärrys luo pohjan tasapuoliselle uutisoinnille. Samalla kuitenkin median kiinnostus on laskenut, kun negatiivisia uutisia ei enää tulekaan kovin usein.

Kaivosalalle aukeaa nyt mainio mahdollisuus muistuttaa omasta tärkeydestään avaamalla itse keskustelua, eikä vain puolustautumalla, kuten tähän asti. Merkittävin sanoma on yksinkertaisin: *Ennen kaikkea kaivos*. Metalleja ja mineraalejahan tarvitaan melkein joka asiaan modernissa yhteiskunnassa. Tätä sanomaa voi lähettää vaikka kuuhun asti, eikä se laimene matkalla yhtään.

Kaivosalan kannattaa tuoda esille hyvinvointia edistäviä, positiivisia seikkoja. Näistä ensimmäinen lienee työllisyys: työntekijöiden lisäys on aina

mediaa kiinnostava ja lukijoita innostava asia, varsinkin nykyisessä laskusuhdanteessa. Muutamankin työntekijän lisäyksestä kannattaa soittaa alueen medioihin. Uusien kaivosten avaamisella olisi jo valtakunnallista merkitystä. Harva kaivoshan työllistää alle sata työntekijää.

Suuret investoinnitkin ylittävät helposti mediakynnyksen. Viime vuoden lopussa julkaistut kaivosalan yhteensasketut 300 miljoonan investoinnit vuodelle 2016 pääsivät esille käytännössä jokaisessa mediassa. Ei haitannut, vaikka summa on vain vähän tavanomaista suurempi: normaalit ylläpitoinvestoinnit ovat yleensä 200–250 miljoonaa vuodessa.

Merkillistä sen sijaan kaivosalalla on se, että yleinen mielipide pitää tuontia parempana kuin vientiä. Raaka-ainneiden viejät näkyvät yleisön silmissä koina, kehitysmaina, joita muut

maat käyttävät hyväksi. Tämä ei kyllä pidä paikkaansa Suomen osalta, sillä metallimalmien ja rikasteiden tuonti on selvästi vientiä suurempaa. Joka tapauksessa viennillä ei Suomen kaivostoiminnan kannata paukuttaa henkseleitä.

Ympäristöasioilla ja yhteiskuntavastuulla on hyvä yllpeillä, muttei ihan vielä. Kannattanee odottaa, kunnes Kestävän kaivostoiminnan verkoston työn tulokset alkavat näkyä ja saada tunnustusta Suomessa. Ulkomailla kiinnostusta verkoston toimintaan riittää, sillä pääsihteeri **Eero Yrjö-Koskinen** käy Euroopan seminaareissa esittelemässä sen perustamista.

Majavien pato kääntyi Talvivaaraa vastaan. Sen sijaan kotkat ovat kaivostoiminnan puolella, ainakin jos lukee Kaivostoiminnan yhteiskuntavastuu 2014 -raporttia. Siinä on kuvassa kotkanpoikasen rengastus Keliber Oy:n rakentamalla kotkanpesällä. ▴

## Teija Kankaanpää johtamaan Kaivosteollisuus ry:tä

Teija Kankaanpää on Kaivosteollisuus ry:n uusi puheenjohtaja.

Kaivosteollisuus ry:n hallitus valitsi syyskokouksen jälkeen pidetyssä järjestäytymiskokouksessaan uudeksi puheenjohtajaksi tuotantopäällikkö **Teija Kankaanpään** Yara Suomi Oy:stä. Varapuheenjohtajaksi hallitus valitsi toimitusjohtaja **Jukka Jokelan** AA Sakatti Mining Oy:stä.

Muut hallituksen jäsenet ovat liiketoimintajohtaja **Tommi Halonen** Forciti Oy Ab:stä, kaivoksen johtaja **Jyrki Salmi** Outokumpu Chrome Oy:stä, toimitusjohtaja **Pekka Miettunen** Tapojärvi Oy:stä sekä maanalaisten poralaitteiden tekninen johtaja **Ulla Korsman-Kopra** Sandvik Mining and Construction'sta. Heistä Miettunen ja Korsman-Kopra ovat uusia hallituksessa.

"Heikko suhdannetilanne vaatii entistäkin enemmän toimenpiteitä. Tällaisia ovat esimerkiksi panostukset osaamiseen, työturvallisuuteen ja yhteiskuntavastuuseen", Kankaanpää sanoo.

Aikaisempi puheenjohtaja, toimitusjohtaja **Markus Ekberg** Endominex AB:stä jätti tehtävänsä tavanomaiseen tapaan kautensa päätyttyä.

"Kestävä kaivostoiminta on edistynyt merkittävästi parina viime vuotena, ja myös kaivosyhtiöt ovat panostaneet siihen voimakkaasti. Toinen merkittävä asia on pohjoismaisen ja eurooppalaisen yhteistyön tiivistyminen", Ekberg sanoo. ▴



# FinnMateriaan toivotaan pöhinää ja vilskettä

Kuudennet FinnMateria-messut järjestetään Jyväskylän Paviljongissa marraskuussa (23.–24.) yhtenä vaiheena kaivosteollisuuden ja sen yhteistyöpartnerien valmistautumisessa parempia talouskelejä varten.

”Teemaksi ei sovi ’Uudella innolla nousukauteen’, sillä sellaiseen on vielä matkaa. Olemme tänään aallonpohjassa, ja kovinkaan oleellisia parannuksia markkinanäkymissä tuskin tapahtuu marraskuuhun mennessä. Näillä metallihinnoilla kun koko klusteri rupeaa olemaan hyvin kapeilla marginaaleilla liikkeellä”, kiteytti **Kari Heiskanen** messujen neuvottelukunnan huolen alan tilanteesta neuvottelukunnan kokoontuessa ensimmäiseen suunnittelukokoukseensa.

Kari Heiskaselle FinnMateria 2016 on jo kolmas messutapahtuma neuvottelukunnan puheenjohtajana. Tänäkin hänen henkilönsä vastaa entistä paremmin FinnMateria-konseptia. Outotecin rikastuseksperttinä hän edustaa teollisuutta ja yritysmaailmaa, Aalto-yliopiston emeritusprofessorina hän puhuu tutkijana ja tiedemiehenä

ja Kapkaupungin yliopiston professorina hän tuo kuvioihin kansainvälisyyttä.

Neuvottelukunnassa hänen tukeaan on joukko asiantuntijoita kaivosklusterin eri osa-alueilta. FinnMateria-suunnittelu on alaa tuntevien käsissä.

Neuvottelukunnan työn lähtökohta on tällä kertaa vähintäänkin haastava. Nyt ei tanssita ruusuilla.

”Realismia on, että malminetsintähakemuksia on nyt tosi vähän. Yhtään investointipäätöstä ei ole tehty ja hankkeista ollaan vetäytymässä. Meidän on syytä pohtia, mitä tämä Suomen imagolle kaivosmaana merkitsee”, totesi TEMin Senior Adviser **Riikka Aaltonen** yhdessä puheenvuorossa.

Neuvottelukunnan pohdinta siitä, mitä FinnMateria-messut voi asian eteen tehdä, lähti liikkeelle Jyväskylän Messujen myyntijohtaja **Jyri Siekkisen** alustuksesta, jossa hän kävi läpi edelliskerralla (FinnMateria 2014) messukävijöiltä ja näytteilleasettajilta saadut palautteet. Kävijöitä oli silloin runsaat 3100 ja näytteilleasettaja 144.

Tutkimuksen mukaan kävijöistä 17 % määritteli itsensä johtavaan asemaan kuuluvaksi ja 39 % oli toimihenkilöitä. Kävijöistä 61 % löysi messuilla



Riikka Aaltonen ehti poistua ennen ryhmäkuvan ottoa. Seurana Harri Mäkinen.

uusia liikesuhteita/tuttavuuksia.

Näytteilleasettajista 88 % näki messujen vastaavan heidän käsitystään hyvistä alan messuista. Avomissa kommentteissa todettiin, että messut keräsi oikeat kävijät, mutta toivomuslistalle jäi enemmän kävijöitä.

Kokouksessa keskustelun erääksi pääaiheeksi nousi se, millä keinoin alan toimijat saadaan aktivoitumaan niin, että Paviljongin käytävälle syntyy, jollei tungosta niin ainakin kunnan pöhinää, josta oikea messutunnelma syntyy.

Ideota heiteltiin ristiin rastiin. Päälimmäiseksi jäi näkemys, jonka mukaan pääosassa ovat alan monipuolisuutta edustavat PK-yritykset.



FinnMateria-kummit kuvassa vasemmalta: Eemeli Erola, Weir, Pertti Korttejärvi, POHTO, Erja Kilpinen, Nordkalk, Ari Oikarinen, Materia-lehti, Jyri Siekkinen, Jyväskylän Messut, Kari Heiskanen, Outotec/Aalto-yliopisto/Kapkaupungin yliopisto, Raija Huikko, Aalto/TAF, Asmo Vartiainen, Outotec, Janne Heinimäki, Metallityöväen liitto, Harri Mäkinen, Jyväskylän Messut ja Ari Juva, Vuorimiesyhdistys.



Todettiin muun muassa, että esimerkiksi Cleantech-sektorilla on iso joukko osaavia, mutta kohtuullisen pieniä yrityksiä, joilta kuitenkin puuttuvat resurssit kehittyä kansainvälisesti. Alalla on paljon eteväitä tutkijoita, mutta tuoteistaminen ja markkinointi ontuvat.

Seuraavassa keskustelusta poimittuja ajatuksia:

”Meidän on keksittävä, miten luoda mahdollisuus hyvien ideoiden esittäjille asiansa esiin tuomiseksi laajemmalle foorumille. Sitä kautta syntyy isompia kokonaisuuksia, jotka voivat viedä hankkeita eteenpäin”.

”Kaivostoiminnan arjessa on paljon muuta kuin kaivostekniikkaa. On huoltoa, logistiikkaa, vartiointia, ruokailua ym. Nämäkin on syytä ottaa huomioon”.

”Ei pienillä yhden ja kahden miehen firmoilla ole varaa kalliisiin ständeihin. Heille voisi tarjota toripaikkoja näyttelyalueelta”.

”Oleellista on, että saadaan enemmän mukaan monta pientä kuin muutama iso yritys”.

”Kun pienenä on jossain käynyt, niillä isonakin palaa samaan paikkaan”.

”Viimekertaiset näyttelyalueen keskellä järjestetyt paneelikeskustelut saivat ihmiset innostumaan, niihin kannattaa satsata”.

”Miten vaan asian näkee, niin kävijöiden määrä ja oikea laatu ovat se iso asia”.

### **Tuotantokustannukset ratkaisevat**

Tilanteessa, jossa alan kaikki toimijat joutuvat enemmän tai vähemmän tarkistamaan kustannusrakennettaan katsottiin, että tuotantokustannukset ovat ratkaisevassa roolissa. Vasta kun ne on saatu kuntoon, löytyy rahaa investointeihin. Tältä pohjalta lähdettiin hakemaan messujen pääteemaa. Vuorimiesyhdistyksen lanseeraaman ”resurssitehokkuuden” todettiin olevan

osuva ja kattava käsite.

Maan taloudellinen tilanne toimi hokkaana takapiruna, kun keskusteltiin messujen teemasta. Sen johdannaisena ”kiertotalous” nousi esiin ajankohtaisena aiheena.

POHTO tunnetaan Jyväskylän Messujen yhteistyöpartnerina, joka FinnMateria-messujen aikana puhuu viisaita Paviljongin yläkerrassa. Päälimmäisenä kotiin viemisenä POHTOn kehittämispäällikkö **Pertti Kortejärvi** sai neuvottelukuntakollegoiltaan tunnustuksen siitä, että POHTO on lyhentänyt seminaariensa keston puoleen päivään. Puoli päivää on yhteisesti todettu toimivaksi pituudeksi messuilla pidettäville seminaareille. Neuvottelukunnan mielestä ensimmäisen näyttelypäivän seminaarin aiheena olisi tuoda case-tyyppisesti esille esimerkkejä siitä, mitä resurssitehokkuudelle tarjotaan. Toisen päivän aihe jätettiin seuraavaan kokoukseen. ▲

## GeoPros-kuulumisia

PIRJO LUOMA-AHO, OULUN YLIOPISTO

### **Oulun yliopiston täydentävien opintojen keskus Topik on järjestänyt kaivosalan täydennyskoulutusta GeoProsPD-ohjelmina jo vuodesta 2008 alkaen.**

GeoProsPD 2014–2015 osallistajat vierailivat Outokumpu Chrome Oy:n Kemian kaivoksella elokuussa 2014 (kuva 1). Ryhmä oli erittäin heterogeeninen, kuten kaikki aiemmatkin ryhmät. Niinpä esitellyt lopputyöt joulukuun 2015 päätösseminaarissa antoivat erittäin laajan ja ajantasaisen läpileikkauksen kaivosalalta.

Nyt on käynnissä haku aika jo kuudenteen GeoProsPD-ohjelmaan. Ohjelmat ovat hieman vaihdelleet, mutta perusrakenne on säilynyt. Koulutuksen suorittaminen onnistuu hyvin työn ohessa. GeoProsPD 2016 alkaa 15.3. ja päättyy



Kuva 2

14.12.2016. Lisätiedot ja hakukaavake löytyvät osoitteesta [www oulu.fi/taydennyskoulutus/geo-pros2016](http://www oulu.fi/taydennyskoulutus/geo-pros2016).

Osallistujia on aiemmissa ohjelmissa ollut mm. kaivoksilta ja kaivosyrityksistä, suunnittelu- ja insinööritoimistoista, yrityksistä, jotka valmistavat koneita, laitteita tai kemikaaleja,

oppilaitoksista sekä eri viranomaistahoilta (mm. kaavoitus-, lupa-, turvallisuus- ja ympäristöasiat sekä lainsäädäntö).

**Kuvassa 2** aiempien GeoProsPD-ohjelmien osallistajat syyskuussa 2015 järjestetyllä Espanjan kaivosexkursiolla tutustumassa Aznalcollarin patovuotoalueeseen lähellä Sevillaa. ▲

Kuva 1



# Rikastus- ja prosessijaoston pumppu- ja lieteseminaari PuLi'15



Rikastus- ja prosessijaoston puheenjohtajaa Juha Koskista (Tapojärvi Oy) oli jo jonkin aikaa poltollut ajatus kehittää ja lisätä jaoston seminaaritoimintaa. Vuorimiespäivien yhteydessä pidettävä Talviseminaari on jo vakiinnuttanut paikkansa, joten jaoston hallitus ottikin tämän ajatuksen myötä tavoitteeksi järjestää yhden seminaarin lisää syksyille. Työn tuloksena Talviseminaari ja syksyn excursio saivat kaverikseen ensimmäistä kertaa Syyseminaarin.

Seminaariin tarjolla olleiden aihealueiden runsauden joukosta aiheeksi valikoitui lietepumppaus, jolla oli kunnia polkaista syyseminaariperinne käyntiin. Pumppu- ja lieteseminaari PuLi'15 järjestettiin keskiviikkona 25.11.2015 Suomen pumppupääkaupungissa Lahdessa, Weir Minerals Finland Oy:n avustaessa käytännön järjestelyissä.

Seminaari veti paikalle 25 osallistujaa tuotannosta, laitetoimittajilta ja konsulttiyhtiöistä. Ohjelmatarjonta ja esitykset rakennettiin hyvässä yhteistyössä Weir Minerals Finland Oy:n, Metso Flow Control Oy:n ja Flowrox Oy:n kanssa. Kyseiset yritykset osallistuivat myös koulutusilaisuuden ja oheishjelman sponsorointiin. Pääpaino seminaarissa oli palauttaa mieliin pumppauksen teoriaa ja

pumppausmenetelmiä harjoitusten ja esitysten avulla.

Seminaari aloitettiin Lahden Sokos Hotel Seurahuoneen konferenssitaloissa pureutumalla heti alkuun lietepumppauksen teoriaan, jonka luennoinnista vastasi Weir Minerals Finland Oy:n Senior Sales Engineer **Jari Heinikainen**. Heinikainen laitto seminaariyleisön tiukkaan paikkaan ojentamalla eteen lietepumppauksen peruslaskutoimituksia ja lietepumppujen mitoituskäyriä. Osallistujilla oli tunnin verran aikaa yksin tai pienissä ryhmissä yrittää selvittää laskutoimituksista, jonka jälkeen Heinikainen kävi perusteellisemmin laskennat ja mitoitusläpi ja antoi oikeat vastaukset tehtävään. Yritystä selvittää laskuista ei puuttunut ja keskustelu työskentelyryhmissä oli antoisaa. Hyvästä keskustelusta ja kaverin auttamisesta huolimatta oli selvää, että paikalle oli hyvä kutsua ammattiapua ja antaa Jari Heinikaisen näyttää oikeat laskutavat niin, että kaikki saisivat ainakin ensimmäisen laskun oikein, jolloin mahdollisuudet mitoitukselle ovat jo paljon paremmat. Laskuharjoituksen lisäksi Heinikainen kävi läpi myös pumppujen mitoitusta ohjelmalla ja korosti erityisesti sitä, että mitoitusohjelmaa käyttämällä on riskinä tehdä suuria mitoitus- tai pumppuvalintavirheitä, jos ei perusajatus mitoituksella ole selvillä.

Flowrox Oy:n virtaustekniikan asiantuntija **Juha Häkkinen** esitteli seminaari-

rissa Flowroxin letkupumppauksen teoriaa, soveltamispaikkoja sekä letkupumppauksen hyötyjä. Häkkinen esityksestä kävi ilmi, että syrjäytyspump-

## SEMINAARIGALLUP

1. Mitä sinulle merkittävät jaoston järjestämät seminaarit ja koetko niistä olevan hyötyä työelämässä?
2. Miten todennäköisesti tulet jatkossa osallistumaan seminaareihin?
3. Kannattaako seminaariin osallistua jo pelkästään oheishjelman takia?

**TIIA RIIHIMÄKI**, Design Engineer, SWECO INDUSTRY OY

1. Tämä oli ensimmäinen jaoston seminaari, johon osallistuin. Uskon, että tästä ja tulevista seminaareista on hyötyä niin oppimisen kuin verkostoitumisenkin kannalta.
2. Todennäköisesti osallistun jaoston seminaareihin myös tulevaisuudessa.
3. Osallistun seminaariin sen aiheen vuoksi, mutta hyvin järjestetty ja hauska oheishjelma kruunasi päivän?

**TIMO PEKKALA**, Research metallurgist, FQM PYHÄSALMEN KAIVOS

1. Verkostoitumista, arjesta irtiotoa, mahdollisuutta uusiin projekteihin ja tiedon päivittämistä. Ovat ilman muuta hyödyllisiä oman työelämän kannalta.
2. Jos aihe osuu kohdalle ja aikataulu niin sallii, niin ilman muuta olen paikalla.
3. Ei, jos ei ihan seminaaripaikan vieressä asu.

**OLLI PERE**, Process engineer, YARA SIILINJÄRVI

1. Erittäin hyviä ja aina kuulee jotain uutta tai unohtunut asia nousee jälleen mieleen.
2. Erittäin varmasti.
3. Ehdottomasti!



puihin kuuluvat letkupumput jatkavat siitä, missä keskipakopumpuille tulee lietteen kiintoainepitoisuusraja vastaan. Letkupumpuilla päästään hyvin sakeisiin pumpattaviin lietteisiin, joissa kiintoaineen massapitoisuudet ovat jopa 80 %. Letkupumppujen toiminnallisuus sakeilla lietteillä korostuu myös energiatehokkuudessa: massapitoisuudeltaan 25 % lietteen pumppaaminen 65-prosenttisena pudottaa väliaineena toimivan ja kiintoainetta kuljettavan veden määrää 80 %. Energiakulutuksessa tämä tarkoittaa noin 50 % energiasäästöä.

Letkupumppujen elinkaarikustannus on myös pieni, johtuen helposti ilman erikoistyökaluja vaihdettavasta letkuosasta, joka on käytännössä ainoa kuluva osa pumpun elinkaareissa. Flowrox Oy:n Häkkisen esitelmä oli laaja ja hyvä katsaus letkupumppujen toimintaan ja antoi seminaariyleisölle normaaleista keskipakopumppauksista poikkeavan näkökulman.

Seminaaripäivän kolmannen luennon piti Metso Sweden AB:n Application & Sales Support -osaston päällikkö **Fredrik Enström**. Enströmin esitys palasi alkupäivän aiheeseen pumpujen valinnasta ja mitoituksista, sulkien samalla ympyrän päivän kou-

lutusteeman suhteen. Enström avasi visuaalisella esityksellään pumppujen mekaanisia rakenneratkaisuja ja Metson erilaisia pumpputarjontaa. Kiitos Enströmin esityksessä sai varsinkin osuus, jossa animaatioilla oli hyvin kuvattu erilaisia toimintapisteitä, joissa keskipakopumput toimivat ja seikkoja, jotka vaikuttavat toimintapisteiden liikkeisiin. Enström on myös itse erittäin tyytyväinen animoituihin esimerkkeihin: niillä saavuttaa hyviä oppimistuloksia luennoilla ja tällä varmistetaan myös luentoa seuraavien ihmisten pysyminen kouluttajan ajatuksen mukana. Syysseminaarin tyyppisiä koulutustapahtumia sekä muita asiakkaille kohdistuvia koulutuksia Enström pitää erittäin suurena arvossa. Varsinkin silloin syntyy hyötyä, kun asiakkaat ovat tuotannon eri osa-alueilta ja vilkkaan keskustelun ansiosta tieto pumppausprosessien vaikutuksista ja toiminnoista levittäytyy osastorajojen yli.

Weir Minerals Finland Oy:n Area Sales Manager **Matti Riihimäki** viimeisteli syysseminaarin esitelmällään Weir Mineralsin Geho-mäntäpumpuista, joiden toimintaan seminaariyleisö ei Suomessa aikaisemmin ole päässyt tutustumaan. Riihimäki kävi esitelmässään läpi mäntäpumpun perustoimintaperi-



atteita ja käyttöön soveltuvia kohteita, joista yksi tuoreimmista on parhaillaan rakentumassa Yaran Siilinjärven kaivoksen pastasakeutusprojektin yhteyteen. Riihimäen esitelmässä toistui muistutuksena kaikille kuuntelijoille pumppauksiin liittyviä tärkeitä asioita, kuten esimerkiksi energiakustannukset ja niiden parantaminen. Riihimäki toivoikin, että mikäli käyttäjillä tai suunnittelijoilla on kysymyksiä pumpujen mitoituksista ja valinnoista, niin kannattaa ottaa yhteyttä laitetoimittajiin, joilla on pitkät kokemukset pumppauksen saralla.

Pumppu- ja lieteseminaarin yhteyteen oli järjestetty osallistujille iltaohjelmaksi tutustumiskäynti tunnetun lahtelaisen Teerenpeli Brewery & Distillery -tehtaan prosessiin. Teerenpelissä tutustuttiin viskin valmistuksen eri vaiheisiin ja menetelmiin illallisen ja keskustelujen yhteydessä. ▶

## Metallurgijaoston syysseminaari VTT:llä

TEKSTI ILKKA HARRI, KUVAT SANNI YLI-OLLI



Seminaariyleisöä.

Metallurgijaoston syysseminaari pidettiin 26.11.2015 Espoon Otaniemessä, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:llä. Seminaarin aiheina olivat materiaalien mallinnus ja eliniän hallinta.

Kolmisenkymmentä metallurgijaoston jäsentä oli saapunut kuuntelemaan esitelmiä. Aluksi johtava tutkija **Pekka Pohjanne** kertoi VTT:stä yleisesti. Saimme kuulla VTT:n osakeyhtiömuotoisesta yritysraenteesta, rahoituksen jakautumisesta yksityiseen ja budjettirahoitukseen sekä VTT:n palveluista yrityksille.

Erikoistutkija **Anssi Laukkanen** piti esitelmän otsikolla "Multiscale materiaalmallinnus komponenttien suunnittelun ja käytön tukena". Hän käsitteli esityksessään malleja, jotka yhdistivät atomitason mikrorakennemallin-



Anssi Laukkanen esitelmöi.

nuksen sekä erityyppisten mekaanisten ominaisuuksien mallinnuksen. Näitä malleja voidaan hyödyntää tuotteiden ominaisuuksien suunnittelussa. Anssin jälkeen erikoistutkija **Sanni Yli-Olli** kertoi materiaalien eliniän hallinnasta energia- ja prosessiteollisuudessa, keskittyen esitelmässään eri eliniänhallinnan menetelmiin sekä tarpeellisiin toimenpiteisiin mahdollisim-

man luotettavan ja pitkän komponentin eliniän saavuttamiseksi.

Esitelmien jälkeen tutustuttiin VTT:n maanalaiseen tutkimushalliin. Tutkimushallia hyödynnetään tekemällä yritysten tarpeisiin erilaisia standardisoituja ja tiettyihin olosuhteisiin räätälöityjä kokeita. Tutkimustilojen materiaalitekniikkaan keskittyvässä osiossa sijaitsevat muun muassa autoklaavilaboratoriot, rikkomattoman testauksen laboratorio, viikumilaboratorio ja kuumakorroosiolaboratorio. Näiden laboratorioiden lisäksi tiloissa on useita väsymystestaustilanteita sekä metallografiset tutkimusvalmiudet. Vierailun aikana kuulumme esimerkiksi Estonian onnettomuuslaivan osien materiaalitutkinnasta, jossa aikanaan myös VTT oli mukana. Ilta päättyi seurusteluun hyvän ruoan äärellä. ▶

# Siilinjärvi – Kylylahti – Outokumpu



Outokummun entinen kaivospäällikkö Arto Hakola penkillä Mari Halosen kanssa.

Kaivos- ja louhintajaoston syysretki 16.–18.9.2015 osui Itä-Suomen kaivoskohteisiin. Matkakohteina olivat Siilinjärven kaivos, Kylylahden kaivos ja Outokummun kaivostamomuseo. Syysretki alkoi Kuopion lentokentältä, jonne vuorimiehet saapuivat. Osallistujamäärä oli 30 henkilöä ja ryhmän vetäjinä toimivat työpäällikkö **Visa Myllymäki** (YIT Rakennus Oy) ja markkinointipäällikkö **Mari Halonen** (Oy Forcit Ab). Majoittumispaikaksi oli valittu kauniissa maisemissa sijaitseva Polvijärven Lomakeskus Huhmari.

## *Yara Suomi, Siilinjärvi*

Ensimmäisenä aamuna suuntasimme lentokentältä bussilla kohti Yara Suomi Oy:n Siilinjärven apatiittikaivosta, jossa kaivoksen tehtaiden päätuotteita ovat lannoitteet ja fosforihappo. Kaivosta meille esitelmässä olivat tuotantopäällikkö **Teija Kankaanpää**, kaivospäällikkö **Sakari Mononen** ja järjestelmäasiantuntija **Jukka-Pekka Arfmann**, jotka antoivat meille selkeän kuvan kaivoksen eri osa-alueista ja niiden toimintaperiaatteista. Myös geologien tärkeyttä muistettiin, kun Mononen päägeologi **Pasi Heinoon** viitaten totesi, että ”Pasi se aina onnistuu kairamaan malmia Siilinjärven kaivoksella.” Kävimme tutustumassa avolouhokseen, joka on vielä toistaiseksi Suomen suurin kaivos. Avolouhos on kooltaan noin 3000 m pitkä, 900 m leveä ja 245 m syvä. Geologina oli mielenkiintoista

nähdä, kuinka diabaasijuonet leikkaavat karbonaattiteitä ja metasomaattisia fenititeitä. Toisin sanoen raakkujuonet leikkaavat malmia ja raakkukiveä.

Nautittuamme maukkaan lounaan henkilöstöravintolassa meille esiteltiin käytössä oleva innovatiivinen Jigsaw-järjestelmä, jolla voidaan optimoida kaivuskoneiden erilaiset työvaiheet toimimaan hyvin keskenään. Jigsaw-järjestelmästä vaaditaan myös hieman tilaa inhimillisyydelle, koska kaivuskoneen puikoissa on ihminen. Työntekijöiden turvallisuudesta pidetään huolta avolouhoksella muun muassa IBIS-FM-tutkalla, joka skannaa hitaasti liikuvia kallioseiniä. Systemi varoittaa mahdollisista kalliosortumisista. Yhtiö tiedottaa myös alueen asukkaita kaivoksen toiminnasta, tekee jatkuvasti tarvittavia ympäristöselvityksiä, pitää huolta rikastushiekka-altaan lintujen ekosysteemistä ja panostaa sosiaalisen

toimiluvan lunastamiseen.

Iltapäivällä lähdimme kohti Polvijärven Lomakeskus Huhmari, jossa meille oli varattu useita tilavia mökkejä ja buffet-illallinen juomineen. Bussimatkan hyvä tunnelma jatkui ravintolassa, jossa söimme jälleen hyvin ja nautimme parit paukutkin. Näitä railakkaita hetkiä varten saimme harvinaiset uutuuksia laulukirjat. Muutamaa laulua myöhemmin oli hyvä aika vetäytyä levolle, sillä kaikki odottivat jo tulevaa päivää kaivoksella.

## *Boliden Kylylahti*

Aamu lähti mukavasti käyntiin hyvällä buffet-aamiaisella, jonka jälkeen lähdimme vierailulle Bolidenin Kylylahden Cu-Au-Zn-kaivokselle. Kaivoksella meille esitelmöivät päägeologi **Max Forsman**, kaivospäällikkö **Esko Pystynen** ja kaivoksen suunnittelupäällikkö **Antti Sorsa**. Maanalaisesta kaivoksesta louhitaan malmia 50 000–60 000 t/kk ja kaivoksen arvioitu toimintaikä on kuusi vuotta. Kaivoksessa malmi ajetaan ensin tunneleita pitkin maanpinnalle, josta se lastataan rekkoihin maantiekuljetukseen. Sitten rekat ajavat malmin Luikonlahden rikastamolle, josta nikkeli- ja kuparirikasteet viedään vielä Harjavaltaan ja sinkkirikaste Kokkolaan. Harjavallassa päätuotteina ovat kuparikatodi, kulta ja hopea. Lisäksi



tyhtiö valmistaa sivutuotteena rikkihappoa. Pääsimme myös maan alle, jossa ei työturvallisuudesta liputtu.

Vinotunnelilouhinta tapahtui tasolla 640 m, joka on 740 m maanpinnan alapuolella. Matka maan uumeeniin kulki ripeästi vinotunneleita pitkin. Maan alla tutustuimme toimitusjohtaja **Matti Hakalan** (Stress Measurement Company Oy) johdolla siihen, kuinka kalliooperän jännitystilaa tutkitaan. Kyseisen vekottimen tarkka nimi jäi kuulematta, koska korvani olivat maan alla menneet lukkoon. Ihmettelimme myös nousupora TRB Rhinon jurnutusta sen tehdessä paksumaa poistoilmareikää kaivoksen alemmalle tasolle. Louhintaperää emme valitettavasti ehtineet nähdä, mutta meille luvattiin, että sitten ensi kerralla.

Viimeisen yhteisen iltamme iloksi meille oli varattu illallinen saunoineen Lomakeskus Huhmarin Louhin kallioravintolasta. Saimme nauttia saunasta ja saunajuomista ja kävimme harvinaisen mielenkiintoisia keskusteluita. Illalliselle meille oli katettu pitkä noutopöytä ja itse ruokalista oli lähes yhtä pitkä. Ruokatarjonta ei varmasti jättänyt ketään nälkäiseksi. Myöhemmin oli kiitospuheiden ja maljan kohotuksen aika. Siinä seurustelun ohella oli hienoa huomata, kuinka samalla sivulla muun muassa geologit ja insinöörit ovat. Vierailivat tähdet *"Han Tsuan"* ja *"Penarotti"* pitivät huolen siitä, ettei pientä huikkaa otettu ilman lyhyttä laulua. Ruokasalissa vallitsi hyvä tunnelma ja kaikki näyttivät nauttivan illasta paljon. Puolen yön jälkeen ravintolan lamput sammuiivat ja juhlaväen oli aika kömpiä mökkeihinsä nukkumaan.

### Outokummun kaivos

Seuraavana päivänä aamupalan syötyämme lähdimme virkeinä kohti retken viimeistä päivää ja historiallista Outokummun kaivosta. Kaivoksen entinen kaivospäällikkö **Arto Hakola** otti meidät vastaan Wanhan Pajalan kaivosravintolassa, jossa söimme jälleen kerran maukkaan lounaan. Arton esityksestä selvisi, että hän tuntee kaivoksen kuin omat taskunsa. Vanhalla kaivoksella on vielä jäljellä nostotorni, nostokonehuone, toimistorakennuksia ja tunneleita. Tutustumiskierroksella menimme aluksi kaivostunneliin, jossa katsoimme lyhyen elokuvan Outokummun historiasta.

Jatkoimme matkaa tunnelissa vanhan kaivoksen sisään ja putkahdimme jostakin kummun kyljestä museorakennukseen, jossa olisi voinut viettää enemmänkin aikaa. Lopuksi kävimme kummastelemassa jättimäistä nostokonetta. Tiesitkö, että kun Suomi joutui maksamaan Neuvostoliitolle sotakorvauksia, se tapahtui pääosin tavaratoimituksina pääpainon kohdistuessa metalli- ja laivanrakennustarpeisiin. Outokumpu Oy toimitti sotakorvausteollisuudelle kuparia yhteensä 42 868,5 t vuosina 1945–1952! Outokumpu Oy ja sen malmi ovat siis olleet Suomen kansalle lottovoitto ja Suomen kaivoskehityksen kannalta merkittävin askel. Kävimme lopuksi vielä museon myymälässä, josta usean matkaan lähti mainio *Kaivospeli*.

Haluan kiittää syysretken osallistuneita lämpimästi vastaanotosta ja rikastuttavasta kokemuksesta. Suosittelen kaikille kaivoshenkisille opiskelijoille liittymistä Vuorimiesyhdistykseen, koska se on paras tapa tutustua alamme huippuosaajiin. Toivottavasti näemme jatkossakin yhtä mukavissa merkeissä! ▀



## Kalliolutituksen ammattilainen

Kaivos- ja kalliorakentamiseen

Kalliolutitus tuotteita • Tunnelitilojen eristysrakenteet • Kallioverkot

Rakennusteollisuuteen

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



Let's connect

Pretec Finland Oy Ab

Billskogintie 12 02580 Siuntio

Puh. 020 7345 681 | info@pretec.fi | www.pretec.fi



## 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.



**Pyhäsalmi Mine**

Pyhäsalmi Mine Oy | tel. +358 8 7696 111 | www.first-quantum.com

# Rikastus- ja prosessijaoston syysexcursio

## BlySi'15

Syksy oli jälleen saapunut. Varma merkki syksyn saateiden ja koleuden saapumisesta saadaan viimeistään siinä vaiheessa, kun rikastus- ja prosessijaoston jäsenet aloittavat excursionsa. Tällä kertaa asia ei kuitenkaan ollut niin – keli oli kaukana sateisesta ja koleasta. Iloinen bussikuskimme toivotti matkaajat tervetulleiksi auringon paistaessa Arlandan lentokentän terminaali 5:ssä täyttä päätä – tuntui, kuin kesä olisi saapunut vielä kerran ilahduttamaan matkalaisia. **Olli Kellokumpu** Metsolta oli valinnut, pienen johdattelun saattelemana, tämän vuoden kohteiksi Etelä-Ruotsin kaivokset *New Bolidenin Garpenbergin* ja *Lundin Miningin Zinkgruvanin* sekä *Sandvikin terästehtaan*. Linja-auto oli lastattu tutuilla naamoilla ja road trip oli valmis alkamaan.

### Sandvik

Ensimmäinen päivä käytettiin matkustamiseen. Hyvä niin, sillä matkan aikana oli runsaasti aikaa esitellä toisemme ja tekemisemme ennen majoittumista Gävlen Elite-hotellissa. Joukkueemme hitautui hyvin yhteen heti alkumatkasta ja yhteisen illallisen aloittaminen oli kaikkea muuta kuin jäykkä kokemus. Parsasta, parmankinkusta ja pihvistä sekä lohesta nautittiin pitkään ja hartaasti ja mikäpä siinä oli nautiskellessa, kun herkullisen kokemuksen meille tarjosivat *Weir Minerals* ja *Sandvik*.

**HERÄTYSKELLON ÄÄNI TORSTAIAAMUNA** ei ollut kuulostanut aikoihin näin hyvältä. Reipas loikka ylös sängystä, aamutoimet, vahaahiuksiin, viimeiset tavarat laukkuun ja aamupalalle ennätysajassa. Eikä pelkästään siksi, että aamupala oli syömättä ja lähtö olisi edessä vain 15 minuutin päästä, vaan siksi, että linja-automme keula osoitti jo kohti Sandvikeniä ja Sandvikin terästehdasta, jonka näkemistä kaikki odottivat malttamattomina.

Malttaa sai todellakin vielä hetken, koska risteilyisäntä Kellokumpu oli joko ottanut tunnin varoaikaa tehtaalle siirtymiseen, tai sitten Sandvikin vierastilan kahvinkeitin oli vasta laitettu päälle ja kahvileivät rakentumassa keittiössä. Aika kului kuitenkin nopeasti Sandvikin **Lars Lönnqvistin** haastellessa sujuvasti ruotsia ja muiden nyökytellessä.

Pian oltiinkin jo kuuntelemassa terästehtaan historialuentoa, jonka meille piti Sandvikin tehtaan pitkäaikainen työntekijä **Lars Hillberg** apunaan isäntämme **Daniel Lindgren**. Tehtaan ja



"Kiskoilla Outotecin Mikko Leinonen ja Oskari Vetriö takanaan Yaran Mikko Keränen. Hymyssäsuin kyydissä myös Metson Olli Kellokumpu ja Joakim Colpaert sekä Flowroxin Matti Saloranta."



kaupungin historia alkoi herra **Göran Göranssonista**, jonka vaikutus ja persoona ilmentyivät vielä tänä päivänäkin Sandvikenissä. Olihan tämä innovatiivinen maailman markkinatilanteiden heilahduksista selviytyjä saanut aikaiseksi terästehtaan ja kaupungin keskele-ei-mitään luoden samalla yrityksen, joka nykyaikana toimii yli 130 maassa 47 000 työntekijän voimin. Sandvikillä on vahva panostus myös tutkimus- ja tuotekehitystoimintaan ja hallussaan noin 8000 aktiivista patenttia.

**HISTORIASTA SIIRRYTTIIN NYKYPÄIVÄÄN** visuaalisesti Sandvikin showroomissa, jossa pienoismallit ja valonheittimet kertoivat tarinaa Sandvikin asiakassegmenteistä ja ruostumattoman teräksen ylivoimaisesta käytettävyydestä eri kohteissa: ydinvoimaloiden ja jääkaappien venttiileistä aina porakalustoon ja luistimien teriin. Mainospuheiden ja valospektaakkelin jälkeen oli Metson **Joakim Colpaertin** aika jättää esittelyn esineet takaisin hyllyyn ja siirtyä tuotantotilojen tarkastukseen. Turvallisuusajattelusta ei tingitty tälläkään reissulla, eikä varsinkaan tehdaskierroksen oppaiden pätevydestä. Turvavälineiden pukeminen, tarkkaavainen ohjeiden kuuntelu, porukan jako kahteen ryhmään ja vielä viimeiset toiveet, tehdaskierroksen sisällöstä siis, jonka jälkeen askel ovesta sisään ja silmät pyöreinä katsomaan metallipajan vilskettä ja kolinaa.

**MIELIKUVISSA ESIINTYNEET** sininen metallitöiden käry, kolahdukset ja kumahdukset sekä haalaripukeiset miehet leijuivat pois ajatuksista, kuin parhaimman kärynpoiston imaisemina. Näinkö tätä työtä tehdään nykyisin? Hallin täytti kyllä meno ja vilskke, mutta kaikki oli lähtöisin millin murto-osien tarkkuudella heiluvista robottien käsivarsista, jotka rakensivat porakruunua sorvaamalla umpiteräsaihiota ja asentamalla muutaman millin halkaisijaltaan olevan kuparisen aluslevyn paikoilleen sekä viimeistelemällä kruunun upottamalla siihen teräosan. Komponentteja, energiakiskoja, pneumatiikkaletkuja, automatiikkaa ja keskeytymätöntä vääntöä. Kaikkea tuota edellä mainittua on Sandvikenin terien valmistus tänä päivänä. Melko vaikuttavaa, kuten Sandvikin tarjoama lounas kerrassaan upean kukkalöylyn ympäröimässä Sandvikin jylhässä edustustalossa *Bruksmässenissa*.

### *New Boliden*

New Bolidenin Garpenbergin rikastamo herätti vahvoja muistikuvia edelliseen syysexcursioon osallistuneiden keskuu-

nessa. Rikastamo oli kuin kopio Aitikin tuotantolaitoksesta, jonka korkeat seinät kätkivät sisälleen kaksiosaisen jauhatuksen sekä loputtomalta tuntuvan vaahdotuskennojen rivistön. Isäntänä rikastamolla meillä oli rikastamon päällikkö **Jenny Gotthardsson**.

**BOLIDENIN TARINA SAI ALKUNSA** vuonna 1924, kun Fågelmýranista löytyi kultaa. Malmia alettiin kaivaa vuonna 1926 ja Rönnskärin sulatto aloitti toimintansa vuonna 1930. Garpenbergin kaivoksen Boliden hankki vuonna 1957 – Garpenberg on yksi vanhimpia toimivia kaivoksia Ruotsissa. Toiminta-aikaa Garpenbergillä on jäljellä ainakin 20 vuotta. Vuonna 2011 tehtiin päätös mitavista laajennustoimista Garpenbergin kaivoksella sekä maanalaisen kaivoksen että rikastamon suhteen. Tämän laajennuksen valmistuttua malmin vuotuinen nosto on nykyään lähes 2,4 Mt ja malmin arvometallipitoisuudet ovat: sinkki 5,1 %, hopea 136 g/t ja lyijy 2,1 %.

Rikastamolla tuotetaan sinkki-, lyijy- ja kuparirikasteita yhteensä 243 000 tonnia. Rikasteet toimitaan Bolidenin omalle sulatolle ja jalostetaan siellä metalleiksi. Rikastusprosessi alkaa jo maan alla kahdella murskaimella, joista toinen on 1087 m tasolla ja toinen 700 m tasolla. Jauhatus hoituu autogeenimyllyillä ja vaahdotus puolestaan Metson kennoilla.

Rikastamon prosesseja ja aika laila koko kaivoksen toimintoja ohjaa ja säätelee ABB:n automaatiojärjestelmä. Yritys huolehtii hyvin ympäristöasioista, ja viime aikoina on otettu käyttöön omat vesienkäsittelyprosessit sekä tyypeä että happea kuluttaville aineksille. Myös läjityskasojen maisemointia on jo alettu tehdä. Bolidenin Garpenbergin kaivoksella on tärkeä merkitys Hedemoran kunnalle. Se on kunnan suurin yksityinen työntekijä ja sillä on 400 oman työntekijän lisäksi 150 alihankkijaa.

### *Välilasku Örebrossa*

Pitkän päivän ja antoisien vierailujen jälkeen matka jatkui kohti seuraavaa välilaskua. Majoitus oli varattu Ruotsin kuudenneksi suurimmasta kaupungista Örebrosta pitäjytymällä samassa, excursioseuruettakin kuvaavassa, Elite-hotelliketjussa. Hotelliketjun lisäksi kaunis ruotsalainen kaupunki on tuttu Svartån joesta, joka virtasi hotellimme ja Öbron linnan välistä kohti Hjälmaren-järveä.

**MAAILMALLA KAUPUNKI ON TULLUT TUNNETUKSI** vuosituhannen vaihteen lökäröyksille, mikäli joku tämän nimikäännöksen on tajunnut, kun kovassa huudossa ollut punk rock



*Sandvikin historian virstanpylväät.*



*Metson suodatin kiinnostaa.*

-bändi *Millencolin* levytti albuminsa Pennybridge (Örebro) Pioneers. Maisemaihailuiden ja punk rock -bändimielleyhtymien herättämä ruokahalu sai ajatukset nopeasti kääntymään illalliseen, jonka tarjoilusta vastasi tällä kertaa Metso.

Sana kaupungin kovimmasta yökerhosta, Strömpiksestä, oli kiirinyt jo Outotecin **Mikko Leinosen** ja **Oskari Vetriön** matkapuhelimiin jonkin uuden chattiohjelman välityksellä. Onneksi torstai sattui kuitenkin olemaan juuri se päivä, keskiviikon ja perjantain välissä, kun yökerho oli kiinni. Näin varmistettiin mahdollisten innokkaiden bilettäjien aikainen aamuherääminen ja lähteminen reissun pisimmille siirtymille kohti Lundin Miningin Zinkgruvania.

### *Zinkgruvan*

Zinkgruvan oli nähnyt kaiken. Täältä ainakin vaikutti, kun kuuntelimme hartaina kaivoksen pitkstä historiasta kertovaa esitystä monitoimitilassa, joka toimii kaivoksen esittelytilana, bändikämpänä ja kirkkona. Kaivoksen ympäristössä aika tuntui pysähtyneen ja pienen päätien varrella talot ja raken-

nukset kertoivat vaalitusta perinnöstä.

Samasta perinnön ja työpaikkojen vaalimisesta kertoi myös kaivoksen johtaja **Bengt Sundelin**. Zinkgruvanin **Tomas Karlssonin** ja **Johan Anderssonin** esitelmässä toistui teemat: vaikka metallien hinnat ovat alhaalla, malmin etsintään on panostettu ja voimaa on laitettu asioiden kehittämiseen, että tulevaisuudessakin pärjätään. Kaikki tämä on tehty vielä ympäristöä ja yhteisöä ajatellen. Pienillä teoilla ja avustuksilla on saavutettu vankka yhteisön hyväksyntä, jonka ylläpidon tärkeyden ja herkkyyden kaikki ymmärtävät.

**ZINKGRUVANIN KAIVOKSEN HISTORIA** ulottuu aina vuoteen 1857, jolloin belgialainen yritys Vieille Montagne osti Ämmebergin alueella olevat teolliset toiminnot, joihin kuului myös Zinkgruvanin kaivos. Vuonna 1863 rakennettiin rautatie ja murskaamo. Vaahdotusprosessi otettiin käyttöön vuonna 1927. Uuden vuosituhannen alussa Zinkgruvan oli ensimmäinen kaivos Ruotsissa, joka alkoi käyttää pastatekniikkaa.

Vuonna 2004 Zinkgruvanin omistajaksi tuli Lundin Mining ja uudistus-

ten myötä malmin vuotuinen nosto on noussut tähänhetkiseen 1,23 Mt. Kaivos tuottaa sinkin lisäksi myös lyijyä ja kuparia ja sen odotettu elinikä on yli 10 vuotta. Kaivos on merkittävä työllistäjä alueellaan 370 työntekijällään ja 80 alihankkijallaan. Lundin Mining panostaa myös vahvasti malminetsintään Zinkgruvanin alueella ja lähitienoolla. Rikastusprosessi koostuu autogeeni- ja kuulamyllyjauhauksesta ja vuonna 1997 asennetuista Metson kennoista. Kuparipiiri rakennettiin vuonna 2008. Muiden kaivosyhtiöiden tavoin Lundin Mining pitää huolta ympäristöstään ja yhteiskuntasuhteistaan kommunikoimalla usein eri tavoin työntekijöiden, kunnan ja muiden intressiryhmien kanssa.

**RIKASTAMOKIERROKSEN JÄLKEEN** meille tarjoutui mahtava tilaisuus käydä Zinkgruvanin kaivostuomuseossa, joka toimii vapaaehtoisvoimin toiveenaan lisätä näkyvyyttään. Tämän ei luulisi olevan ongelma, mikäli sana vain kiirii historiallisista laitteista, valokuvista, kirjoista ja ennen kaikkea tarinoista. Ainakin **Teemu Mäkisen** ilme oli varsin vaikuttunut, kun mies viimein nousi pölyisten kirjojen joukosta ja jatkoi matkaa ryhmän mukana. Viimeinen veturiajelu meinasi sinetöidä vielä aikataulun lopullisen sekoamisen, mutta olihan se

tilaisuus käytettävä hyväksi. Flowroxin **Matti Salorantakin** poistui junan kyydistä veikeä poikamainen ilme kasvoillaan. Tämä oli todellakin näkemisen arvoinen juttu.

Vielä lounas Zinkgruvanilla ja Oulun yliopiston opiskelija **Heli Rautjärvelle** malmia matkamuistoksi ja matkalle kohti Arlandan lentokenttää. Matkaa oli siis vielä taittavaksi ja paljon ajatuksia jaettavaksi. Linja-autossa ehdittiinkin miettiä niin seuraavaa excursiota, kuin myös jaoston ensimmäistä kertaa järjestämää syysseminaaria. Samalla kaikki totesivat, että:

Ruotsi ei pettänyt meitä taaskaan. Oli kyse sitten pohjoisesta tai etelästä, kaivos- ja rikastustoiminta antavat paljon myös vierailuille vuorimiehille. Paitsi että matka olisi tarjonnut pelkästään ammatillisia herkkupaloja, antoi se paljon myös vuorimiesten kielitaidolle. Kielikyllyn siivittämänä siis *tusen tack* ja *tack för allt* kaikille matkaan osallistuneille vuorimiehille ja matkan mahdollistaneille sponsoreille. Kerosiinien vienoissa tuulahduksessa oli hyvä aika myös kiittää vain kerran eksynyttä buskuskia ja toivottaa kaikille turvallista lentomatkaa. Ilmeistä näki, että tämä ei tule olemaan tämän porukan viimeinen osallistuminen syysexcursiolle. Näissä merkeissä nähdään vielä 2016. ▴

*Jonkin verran on kehitystä tapahtunut lastauskoneissakin – tässä mallia entisajoilta.*



Perinteinen yhteiskuva retkiseurueesta, tällä kertaa Zinkgruvanin kaivostornin edessä.







# MYÖTÖVANHENEMISEN MERKILLISET VAIHEET

Hiili- ja typpiatomit olivat hippassilla ferriitin hilassa. Lämpötila oli korkealla ja atomit pujahtelivat sujuvasti välisijasta toiseen. Ne kipaisivat joskus kiireesti tutkimaan jonkin sulkeuman tai raerajan ympäristöä löytääkseen piiloutuneet kumppaninsa. Joskus ne taas vaeltelivat päämäärättömästi ympäriinsä odottaen, että piiloon menneet pitkästyisivät ja tulisivat liikkeissään varomattomiksi paljastaen samalla itsensä ja piilonsa.

Pitkät ja notkeat dislokaatiot olivat jo aikoja sitten kadonneet. Ensin ne olivat järjestäytyneet asettuen päällekkäisten samansuuntaisten dislokaatioiden muodostamiksi valleiksi. Kun näihin valleihin kertyi yhä uusia dislokaatioita, muuttuivat vallit äkillisesti normaaleiksi raerajoiksi ja dislokaatiot sulautuivat niihin kadoten näkyvistä.

Lämpötila alkoi laskea. Hiili- ja typpiatomien liike hidastui ja kulkeminen alkoi käydä yhä vaivalloisemmaksi. Välisijasta toiseen pääseminen alkoi käydä tosissaan työlääksi. Monesti atomit joutuivat odottamaan pitkäänkin, ennen kuin satunnaisesti muuttuva rautaatomien lämpövärähtelyliike salli pujahtamisen rautaatomien välistä uuteen välisijaan. Välisijatkin alkoivat käydä lämpötilan laskemisen myötä kovin ahtaan tuntuisiksi.

Välisijoissa kököttävät hiili- ja typpiatomit huomasivat, että rautaatomien väliset sidokset alkoivat äkkiä kuormittua ja atomit pyrkivät siirtymään toisiinsa nähden. Oli kuin jokin ulkoinen voima olisi yrittänyt pusertaa ferriitin atomirakennetta uuteen muotoon. Lopulta rautaatomien väliset sidokset antoivat paikallisesti periksi ja atomit alkoivat tietyillä kiderakenteen tasoilla siirtyä toisiinsa nähden synnyttäen näille tasolle dislokaatioita. Ulkoisen kuormituksen lisääntyessä dislokaatioiden määrä näillä siirtymä- eli liikutasoilla kasvoi räjähdysten omaisesti, kunnes rakenne tulvahti lähes täyteen toisiinsa takertuneita ja paikoilleen juuttuneita dislokaatioita. Ulkoinen kuormitus poistui ja tilanne jäätynä paikalleen.

Ahdistusta potevat hiili- ja typpiatomit huomasivat tilaisuutensa tulleen. Dislokaatioiden kohdalla rautaatomien pinousjärjestys oli hivenen harvempi ja mahdollisti jotenkin liikkumisen rakenteessa pitkien dislokaatioita. Lisäksi huomattiin, että erikokoisten atomien sijoittuminen liikutasollaan makaavan dislokaation ylä- tai alapuolelle helpotti huomattavasti ahdistusta. Niinpä aikaa myöten hiili- ja typpiatomit kertyivät hiljakseen paikallaan jököttäviin dislokaatioihin oloaan helpottaakseen.

Ulkoinen kuormitus alkoi taas kasvaa ja dislokaatiot pyrkivät lähtemään liikkeelle. Hiili- ja typpiatomit eivät kuitenkaan halunneet luopua parantuneesta olotilastaan ja pitivät kaikin voimin kiinni dislokaatioistaan. Ne onnistuivatkin tässä suuren lukumääränsä ansiosta varsin hyvin, kunnes kuormitus kohosi selvästi edellistä huippuarvoa korkeammaksi. Lopulta ne eivät enää jaksaneet pidätellä liikkeelle pyrkiviä dislokaatioita. Yhden dislokaation riistäytyminen irti sitä pidättelevistä atomikasautumista laukaisi ketjureaktion, jossa vapautuneet dislokaa-

tiot potkivat mennessään myös muita dislokaatioita irti sidoksistaan ja liikkeellä olevien dislokaatioiden määrä kasvoi vyörynomaisesti.

Hiili- ja typpiatomit jäivät makaamaan paikoilleen ja yrittivät väistellä ohi kiitäviä dislokaatioita. Rohkeimmat yrittivät tarttua hitaammin liikkuviin dislokaatioihin ja jarrutella niiden menoa. Aluksi tämä onnistuikin, ja liikkeessään jarruuntuneet dislokaatiot hidastivat muita saaden aikaan niidenkin liikkeen muodostumisen nykiväksi. Lopulta kuitenkin dislokaatioiden määrä kasvoi niin suureksi, ettei hiili- ja typpiatomilla ollut enää mitään mahdollisuutta pidättelemiseen. Dislokaatiot liikkuivat ulkoisen jännityksen ajamana tasaisena virtana ja vain niiden takertuminen toisiinsa tai muihin rakenteessa oleviin liike-esteisiin sai aikaan liikkeen hidastumista ja sen jatkamiseen tarvittavan ulkoisen kuormituksen kasvua.

Kuten jo varmaan olet arvannutkin, vanha metallurgi oli taas asialla. Häntä kiinnosti nähdä, mitä hiili- ja typpiatomien sekä dislokaatioiden välinen mahdollinen vuorovaikutus saisi ferriitissä aikaan ja miten se vaikuttaisi muodonmuutos- ja lujuuskäyttäytymiseen. Niinpä hän ensin poisti ferriitistä dislokaatiot rekristalloimalla rakenteen. Samalla hän sai jaetuksi hippassille ryhtyneet hiili- ja typpiatomit kohtuullisen tasaisesti kautta koko rakenteen. Sen jälkeen hän antoi lämpötilan laskea ja muokkasi rakennetta kevyesti synnyttääkseen siihen uusia dislokaatioita. Jättämällä rakenteen lepäämään hän antoi hiili- ja typpiatomille aikaa miettiä, miten suhtautua siihen ilmaantuneisiin dislokaatioihin. Lopulta hän kuormitti rakennetta uudelleen nähdäkseen, oliko sen käyttäytyminen muuttunut dislokaatioiden ja välisija-atomien mahdollisen kanssakäymisen ansiosta.

Ja toden totta, näin oli myöskin käynyt. Paikallaan levännyttä rakennetta uudelleen kuormittaessaan vanha metallurgi havaitsi muodonmuutoksen jatkumiseen tarvittavan voiman paljon korkeammaksi kuin sen, mihin hän oli lepovaihetta edeltävän kuormituksen lopettanut. Rakenteen lujuus oli siten kasvanut lepovaiheen aikana. Lisäksi muodonmuutoksen käynnistyminen lepovaiheen jälkeen kuormitettaessa tapahtui äkillisenä nykyäksenä ja käynnistyttyään muodonmuutos jatkui alhaisemmallaakin kuormitustasolla, joskin epämääräisen nykivänä. Lopulta nykiminen loppui ja muodonmuutos ja siihen liittyvä muokauslujuuttuminen etenivät tasaisesti vanhan metallurgin aikaisemmin havaitsemalla tavalla.

Kokeilussaan vanha metallurgi oli törmännyt ilmiöön, joka nykyään tunnetaan *myötövanhenemisen ja terävän myötörajan* muodostumisen nimellä. Aikaa myöten häntä alkoi askarruttaa se, mitä tapahtuisi tilanteessa, jossa hiili- ja typpiatomien liikkuvuutta rakennetta uudelleen kuormitettaessa parannettaisiin lämpötilaa nostamalla. Poikkeaisiko käyttäytyminen silloin nyt havaitusta matalan lämpötilan eli *staattisesta* myötövanhenemisestä? Miten sinä arvelisit tilanteesta käyvän? Vanha metallurgi päätti selvittää asiaa pikimmiten ja selvitystyön tuloksiin voimme tutustua seuraavissa tarinoissa. ▀



**Juhani Tanila**  
11.6.1935–22.8.2015

Johtaja Juhani Tanila kuoli pitkään sairasteltuaan 22.8.2015 Helsingissä. Hän oli syntynyt 11.6.1935 Elisenvaarassa, Kurkijoen pitäjässä. Pienen pojan evakotie kulki perheen mukana Lahteen, jossa isä sai kieltenopettajan paikan. Isä kuoli Juhani ollessa vielä koululainen. Karjalaispoika joutui ottamaan isomman vastuun perheessä. Hän valmistui ylioppilaaksi 1954 Lahden Lyseosta, ja haki Teknillisen Korkeakoulun karsintakursseille ja pääsi Vuoriteollisuusosaston

kaivosteknilliselle opintosuunnalle. Opiskeluaikana kiinnostuksen kohteeksi muodostui malmien rikastustekniikka, mikä ohjasi nuoren teekkarin kesäharjoittelijaksi Outokumpu Oy:n Aijalan, Ylöjärven ja Outokummun kaivoksille. Teekkarien keskuudesta löytyivät samanhenkiset toverit, jotka asuivat Teekkarilassa. Yhteistyön henki tiivistyi Kemian osaston kellarissa olevassa rikkivedyn katkaisussa laboratoriossa. Opiskelutovereiden muistiin ovat vahvasti jääneet Juhani konepiirustustyöt, jotka olivat ensiluokkaisia ja erottuivat suuresti toisten kyhäilemistä kuvatuksista.

Amerikassa pätevytyneen rikastustekniikan professori *Risto Hukin* johdolla opiskelu oli innostavaa ja johti maailman kuuluisien rikastustekniikan ”gurujen”, Rittingerin, Kickin ja Bondin, mineraalien hienonnutsenergian syväisimpiin tutkimuksiin. Tutkimustyö kiinnosti siinä määrin vastavalmistunutta insinööriä, ettei hän suin päin rynnännyt Outokumpu Oy:n tarjoamaan työpaikkaan.

Teollisen työuran nuori insinööri aloitti 1960 Outokumpu Oy:n Vihannin kaivoksen rikastamolla. Vuoden kuluttua oli muutto Pyhäsalmen Ruotasan kylään, missä alkoivat uuden rikastamon suunnittelu- ja rakennustyöt. Jo 1920-luvulta lähtien noudatetun Outokumpu Oy:n tavan mukaan uuden kaivoksen rakentamisessa käyttöön otettiin viimeisin saatavilla oleva tekniikka ja samalla luotiin jotain aivan uutta. Nuori insinööri sai olla kehittämässä ja rakentamassa uudenlaista rikastamoa, mistä muodostui ”käyntikortti” ja se houkutteli tutustumaan tuhansia alan toimijoita ympäri maailmaa. Kehityksen kohteena oli häiriötön ja säädettävä rikastusprosessi. Tämä kuitenkin edellytti jatkuvatoimisen analysaattorin kehittämistä ja sen yhdistämistä rikastamon prosessiautomaatioon. Tilannetta kuvaa hyvin Juhani lausuma: ”Ensin tuli rikastamon ovesta sisään analysaattori Courier ja sitten tietokone Tyyne”. Ennen kuin nämä olivat toiminnassa, piti ratkaista monia muita kehityskohteita. Pyhäsalmen rikastamolle syntyi kehityksen ”henki”, joka näyttää periytyneen sinne tähän päivään asti.

Sosiaalisuutensa ansiosta Juhani Tanilan oli helppo ”verkottautua” ja löytää yhteistyökumppaneita sekä Suomesta että maailmalta. Näiden kontaktien kautta kehitettiin uusia prosesseja ja laitteita. Yhteistyöstä oli suuri hyöty hänen kehitykselleen ja Outokumpu Oy:lle, kun ”ovet avautuivat” helposti kilpailijoidenkin laitoksilla.

Juhani Tanila sai osallistua perinteisesti ”Yhtiössä” luotuun koulutusohjelmaan ja uusia haasteita tuli. Kaivos- ja metallurgisen tulosyksikön johtajan tehtävät kestivät seitsemän vuotta. Sitten hänet kutsuttiin neljäksi vuodeksi kansainvälisen kaivostoiminnan toimitusjohtajan virkaan. Juhani vastasi sen jälkeen kolme vuotta Kaivosteollisuuden toimialan johtajan tehtävistä ennen kuin tuli nimitetyksi Outokumpu Mining Oy:n toimitusjohtajaksi. Tämä tehtävä kesti kuuden vuoden ajan. Tämä vastasi ”alkuperäisen Outokumpu Oy:n” toimitusjohtajan virkaa. Eläkkeelle Juhani Tanila jäi vuonna 1995.

Purjehduksesta muodostui Juhani Tanilalle intohimoinen harrastus. Jo opiskeluaikana hän rakenteli laivojen pienoismalleja. Tämä harrastus jatkui vielä nuoren insinöörin vapaa-aikana. Ensimmäi-

nen oma purjeverene oli nostoköyllä varustettu Vikla. Pian kuitenkin veneiden koko suureni. Helsinkiin muuton myötä alkoivat avomeripurjehdukset ja purjehduslomat Välimerellä sekä Karibialla. Omalla matkaveneellä purjehdusmatkat suuntautuivat Lauttasaaren kodin rannasta Suomen rannikkoa pitkin historiallisille kaivospaikoille ja yhä kauemmaksi aina Välimerelle asti. Eläkepäivinä Juhani sai vielä tyydytystä uuden luomisesta osallistumalla suomalaisen matkaveneen suunnitteluprojektiin, minkä tuloksena tuli valmistajalle ”hitti-tuote”.

Juhani Tanila oli nopea hoksaamaan ja oppimaan. Hänelle oli omista kiinnostus historiaan. Opiskeluaikana omaksuttu teekkarihuumori kantoi häntä läpi elämän. Hän oli yksi Pyhäsalmen kaivoksen kotiseutuyhdistyksen perustajajäsenistä ja aloitteentekijä edelleen lisälässä vuosittain järjestettävälle Koljonvirran taistelujen muistojuhlalle. ▀

*Arto Hakola*, kirjoittaja on outokumpulainen vuori-insinööri

## In Memoriam

### Kolme sotaa käynyt kaivoksenjohtaja



**Esko Pihko**  
23.6.1922–25.10.2015

Kaivoksenjohtaja Esko Pihko, 93, kuoli Tampereella 25.10. Hän oli syntynyt 23.6.1922 Viipurissa, mistä muutti asemapäälliköisän työn vuoksi Valkjärvelle ollessaan kansakoululainen. Kyläläiset sanoivat tulo- ja elämänsästä: ”päällikön poika on kaikesta selvä” tarkoittaen, että hän oli koulussansa etevin oppilas. Oppikoulun hän aloitti Äyräpäässä jatkaen sitä toiselta luokalta Viipurin Uudessa Yhteiskoulussa. Koulunkäynti keskeytyi Talvisotaan, johon 17-vuotias nuorukainen osallistui vapaaehtoisena Viipurin alueella.

Ylioppilaaksi hän pääsi Helsingistä Karjalan Yhteiskoulusta 1941. Ylioppilaslakki vaihtui kuitenkin armeijan kenttälakkiin neljä päivää myöhemmin. Jatkosodassa ja Lapin sodassa Esko Pihko palveli JP 4:ssä taistelulähetinä ja jääkärijoukkueen johtajana haavoittuen kahdesti.

Tulevaan ammattiinsa hän oli tutustunut jo poikavuosina, saatuaan paikalliselta kivityömieheltä lekan ja poran – kallioon syntyi käsipöydällä 30 senttinen porareikä. Opiskelu Teknillisessä Korkeakoulussa alkoi neljä päivää rintamalta kotiutuksen jälkeen. Opiskeluaikana harjoittelupaikkoina olivat suomalaiset kaivokset sekä ruotsalainen Kärrgruvan, missä hän opetti tunnelinporausta, käsin- ja rännilastausta, malminkuljetusta ja kaivoksen rakennustöitä. Ruotsissa ”ansiot olivat hyvät ja ruokaa sai tarpeeksi”. Tutkintotehtävän eli diplomityön hän teki kunnan erottamisesta Outokummun rikastamon vaahdotushiekasta professori Risto Hukille. Diplomi-insinööriksi Pihko valmistui 1949.

Työpaikka löytyi Outokummusta vuorotyöläisenä kaivoksessa ja myöhemmin työntutkijana. 1951 hän sai uuden, haastavan tehtävän: Vihannin uuden esiintymän kuilunajon suunnittelu ja työn valvonnan. Esko Pihko kuului kolmen hengen ryhmään, jonka johdolla kolmen vuoden aikana rakennettiin keskelle suota yli 35 vuotta toiminnassa ollut kaivos ympäröivine kaivosyhdyskuntineen. Rakentamisvaihetta seurannutta käyttö- ja suunnitteluinsinöörin työtä kesti neljä vuotta, kunnes Kotalahden kaivoksen osastopäälliköksi tarvittiin kokenut kaivosinsinööri johtamaan alkanutta kuilunajoa ja kaivoksen suunnittelua. Tästä ajasta jälkipolville on jäänyt muistoksi Outokumpu-mitalin kääntöpuolella oleva kuva Kotalahden kaivoksesta.



Kaivososaston päällikön tehtävät alkoivat Outokummussa 1964 ja viisi vuotta myöhemmin käynnistyivät kaivosteknillisen johtajan työt, joihin keskeisesti liittyivät Vuonoksen ja Hammaslahden kaivoksien rakentaminen. Outokummun kaivoksen johtajaksi hänet kutsuttiin 1973 ja tästä tehtävästä hän siirtyi eläkepäiville Tampereelle, koska ”Viipuriin ei päässyt”. Ehdotuksille siirtyä Helsingin pääkonttoriin ja johtokuntaan hän oli aiemmin vastannut kieltävästi. Mielenkiintoisten työkokemusten lisäksi kaivospaikkakunnilla syntyi iso joukko lämpimiä ystävyyssuhteita, jotka rikastuttivat elämää eläkevuosinakin ja säilyivät aina kuolemaan asti.

Esko Pihkon nousujohteinen työura on malliesimerkki Outokumpu Oy:n sisäisestä koulutusjärjestelmästä, missä pätevistä henkilöistä kasvatettiin tekijöitä vaativimpiin tehtäviin. Hän osallistui useiden kaivostemme suunnitteluun ja rakentamiseen, mutta kiinnostavin jakso uralla oli käyttöinsinöörin työ Vihannin kaivoksella – silloin sai olla mukana päivittäisessä toiminnassa yhdessä osaavien kaivosmiesten kanssa.

Esko Pihko teki työtään ammattinsa taitaen ja työyhteisön ihmisiä arvostaen. Työssään hän koulutti useita nuoria kaivosinsinöörejä ja -tekniikoita kaivostekniikan huipulle. Hän oli rauhallinen, nopeaäly-

nen, ennakoiva, huumorintajuinen ja hyvämuistinen. Tunnustuksena työstään hänet kutsuttiin Outokumpu Oy:n Kunniakaivosmiesten ryhmään. Esko Pihko oli Vuorimiesyhdistyksen jäsen 1949 lähtien ja hän toimi kaivosjaoston johtokunnassa 1964–66.

Nuorena harrastuksina olivat urheilu ja kalastus. Kaivospaikkakunnilla kiinnostus suuntautui vapaaehtoiseen maanpuolustustyöhön ja hän oli aktiivinen reserviläisjärjestöjen jäsen. Eläkkeellä hän tutki JP 4:n sodanaikaista toimintaa ja kirjoitti siitä ”Jääkärit eteen” -kirjan yhdessä eversti T. Olavi Lehden kanssa.

Sotilasarvoltaan Esko Pihko oli majuri. Toiminnastaan maanpuolustustyössä ja suomalaisen vuoriteollisuuden kehittämisessä hänelle on myönnetty useita ansio- ja kunniamerkkejä.

Esko Pihko avioitui Maija-Liisansa kanssa 1954 ja perhe kasvoi myöhemmin kahdella pojalla. Isänä hän oli kannustava, avarakatseinen ja ohjaava. Neljä lastenlasta olivat jokainen ukkinsa silmäteriä aivan loppuun asti. ▲

*Arto Hakola, Esko Pihkon kouluttama vuori-insinööri  
Antti Pihko, isänsä jalanjäljillä jatkava toimitusjohtaja  
Kylälahden kaivoksella*

## In Memoriam



*Jouko Kallioinen  
25.4.1946–13.9.2015*

Diplomi-insinööri Jouko Kallioinen kuoli 13. syyskuuta Outokummussa 69-vuotiaana pitkällisen sairauden jälkeen. Hän oli syntynyt Lahdessa 25.4.1946.

Jouko aloitti opinnot Teknillisen Korkeakoulun Vuoriteollisuusosastolla vuonna 1965 ja valmistui diplomi-insinööriksi v. 1971 diplomityönään suodatus tutkimus Kotalahden kaivoksella. Opintojen jälkeen alkoi vaiherikas työura, joka vei monipuolisiin ja haastaviin tehtäviin sekä Suomessa että ulkomailla. Diplomityön

jälkeen hän jäi nuoremaksi tutkijaksi prof. Hukin laboratorioon VTT:lle, josta siirtyi Keretin rikastamolle ensin tutkimusinsinööriksi ja sitten käyttöinsinööriksi kuten ajan tapa oli. Vuonna 1978 Jouko palkattiin Kemiran Siilinjärven kaivokselle rikastamon osastoininööriksi tehtäväänään rikastamon ylösajo. Jouko Kallioisen palattua Outokumpu Oy:n palvelukseen v. 1981 Mining Service -yksikköön Outokumpuun alkoivat hänen osaltaan myös monivaiheiset ulkomaanprojektit. Aluksi hän veti Lähi-idän fosfaattimalmien rikastukseen liittyviä projekteja, joihin liittyivät mm. koetehdasajot Jordaniassa v. 1984.

Näitä seurasi Kuolan niemimaalla sijaitsevan Anof-3-apatiittirikastamon laaja laitostoimitusprojekti, jonka merkeissä Jouko Kallioinen työskenteli paikan päällä projektipäällikkönä useita vuosia vv.1987–89. Tehtävät rikastamoprojekteissa silloisessa Neuvostoliitossa jatkuivat Outokumpu Engineeringin Pietarin toimistossa. Toimintakulttuuri itänaapurissa tuli perin juurin tutuksi.

Suomeen paluun jälkeen työ jatkui Outokumpu Outomecin, sittemmin Mintecin palveluksessa Espoossa vuosina 1990–95 laitekehityksen, erikoisesti vaahdotuskennojen parissa. Vuonna 1995 Jouko siirtyi Outokumpu Mintec USA:n palvelukseen Denverissä. Toimintakenttänä oli tällöin Pohjois-Amerikan lisäksi koko latinalainen Amerika. Joukolle suunnitellut uudet tehtävät olisivat merkinneet muuttoa Denveristä vastavalmistuneesta uudesta talosta takaisin Suomeen vuonna 1998. Jouko päätti jäädä Denveriin ja siirtyi Dorr-Oliverin vaahdotustekniikan teknilliseksi johtajaksi. Yrityskaupan tuomat organisaatiouudistukset tavoittivat kuitenkin Joukon 2001, jolloin muutto pois Denveristä tuli taas ajankohtaiseksi. Kanadan sijasta muutto toikin Jouko Kallioisen kolmannen kerran Outokumpuun, vaimonsa Britan kotikaupunkiin, tällä kertaa VTT:n Mineraali-

tekniikan laboratorioon (myöh. GTK) vanhemmaksi erikoistutkijaksi. Jouko jäi 2009 eläkkeelle.

Jouko Kallioisen erityisenä kiinnostuksen kohteena oli rikastustekniikan laitteiden kehittäminen muiden työtehtävien ohessa ja niihin liittyen. Hänen innovatiivisuutensa tuotti uusia sovelluksia ja monia laiteparannuksia ja patentteja erityisesti vaahdotustekniikan piirissä. Näitä olivat Skim-Air-karkeavaahdotuskone, uudet versiot laboratoriovaahdotuskoneesta useaan otteeseen, minipilot-rikastuspiiri, sekä SIF (separation in froth)-laitteen kehitys laboratoriorista isompaan mittakaavaan. Hän osallistui myös kooltaan yhä suurempien vaahdotuskoneiden kehitystyöhön eri vaiheissa.

Laitteiden parissa puuhaaminen oli Joukon harrastus myös kotioloissa. Hän rakenteli taidolla ja innostuksella monenlaisia elektronisia laitteita ja lennokkeja, joiden rakennukseen hän innosti myös Outokummun nuoria mukaan. Ammattikuntamme matrikelissa Jouko kuvaa harrastustaan – hänelle ominaiseen tapaan – nimikkeellä ”näpertely”. Hän osallistui aktiivisesti Helluntiseurakunnan toimintaan Outokummussa.

Toimiessaan päällikkönä monissa koti- ja ulkomaisissa projekteissa Jouko Kallioinen kykeni tartuttamaan innostuksensa myös muihin. Olosuhteet olivat toisinaan vähintäänkin haastavat, jolloin Jouko saattoi todeta, että ”voisihan huonomminkin olla”. Projektit tulivat kuitenkin menestyksellisesti läpiviedyiksi. Kun voitto oli kotona, saattoi Jouko koota kasaan kuoron, joka kaiutti ilmoille hänen vokalistisen bravuurinumeronsa eli putkihuodon. Aitoa teekkarihenkeä oli mukana läpi työuran. Huumoria Joukolla riitti hankalissakin tilanteissa ja hän osasi huumorin kohdistaa myös itseensä. Verbaalisen lahjakkuutensa ansiosta hän otti yleisönsä niin kahvipöydässä kuin isommankin kuulijakunnan edessä. Jouko olikin mieleenpainuva persoona, jonka näyttävät hyvin muistavan nekin, jotka tapasivat hänet vain harvoin. – Joukolle tyypillinen huumori tuli esiin vielä hänen viimeisenä elinvuotenaankin, kun hän oli jo vuodepotilaana.

Jouko Kallioinen oli Vuorimiesyhdistyksen jäsen vuodesta 1973 ja toimi rikastus- ja prosessijaoston varapuheenjohtajana vv. 1989–91 ja puheenjohtajana vv. 1991–92.

Joukon poismenon myötä olemme menettäneet merkittävän vuorimiehen ja hyvän ystävän, jonka myönteinen ja huumorilla rikastettu elämänasenne säilyi muistoissamme. ▲

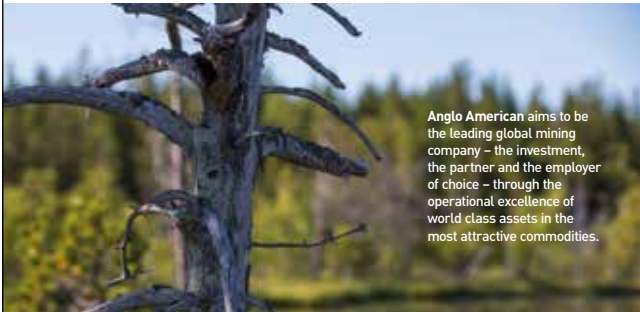
*Kari Heiskanen  
Reijo Kalapudas*

More results with less investments

 **PALSATECH**

 AngloAmerican

Real Mining. Real People. Real Difference.



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.

Timanttikairaus



**KATI**

Oy Kati Ab Kalajoki

info@oykatiab.com

oykatiab.com

 **Endomines**

www.endomines.com

 **NEWPAAKKOLA**  
*Enjoy the material flow*

**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 create progress.

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

www.swereamefos.se

swerea|MEFOS



 NORILSK NICKEL

NIKKELIJALOSTUKSEN MAAILMANLUOKAN ASiantuntija

www.norilsknickel.fi

Performance  
pipes.

Made in  
Sweden!

 **ALVENIUS**<sup>®</sup>

www.alvenius.com

LABORATORIOKUMPPANISI Pohjoismaissa

**LABTIUM**

WWW.LABTIUM.FI

**YIT**

Kalliorakentamisen  
moniosaaja

yit.fi/infra

**Kulutusteräskeskus**

 **Miilux**<sup>®</sup>

**Kovaa reunasta reunaan**

Hannu Rantasuo

Olli Mattila

Juha Huttunen

p. 044 771 3695

p. 044 771 3693

p. 010 585 6394

www.miilux.fi



**BOART  
LONGYEAR**<sup>™</sup>

**KALLIONPORAUS-  
TUOTTEET**

Virallinen maahantuojaja DIA-TEAM AS  
Mäntysuonkatu 7, 53550 LAPPEENRANTA  
Puh. 040 1684244 Email: post-fi@diateam.no



## Alansa osaajat



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

www.ctse.fi

### WATER TECHNOLOGIES

www.veoliawatertechnologies.fi

Ensiluokkaisia  
vedenkäsittelypalveluja



## Ohjeita kirjoittajille

**MATERIAALI** määräaikaan mennessä. Pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkoineen ja kirjallisuusliitteineen on 4 lehden sivua. Pääotsikot ja alaotsikot erotetaan toisistaan selkeästi.

**Kuvamateriaali.** Jokainen kuva erikseen omana tiedostonaan. Tallennusmuoto: valokuvissa jpg. Toimitus tekee kuvankäsittelyn. Mahdollisimman suuri kuvakoko. HUOM! Kuvan tulee olla taitossa käytettävässä koossa terävä 300 dpin resoluutiolla. Taulukot: PowerPoint ja Excel.

### TIEDE & TEKNIikka -ARTIKKELIT

**KUVAT JA TAULUKOT** numeroidaan jatkuvasti ja niiden tekstit myös englanniksi. Kuvien paikat merkittävä käsikirjoitukseen.

**KAAVAT JA YHTÄLÖT** on kirjoitettava selvästi ja yksinkertaiseen muotoon. Käytettävä SI-yksiköitä.

**KIRJALLISUUSVIITTEET** numeroidaan jatkuvasti // sulkuihin tekstissä ja esitetään lopussa seuraavassa muodossa: 1. Järvinen, A.; Vuoriteollisuus-Bergshanteringen, 34 (1976) 35-39.

Jokaiselle T&T-osaan tulevalle artikkelille on ilmoitettava englanninkielinen otsikko ja kielellisesti tarkistettu englanninkielinen yhteenveto, summary pituudeltaan enintään noin 20 konekirjoitusrivää. Kirjoittajasta CV ja valokuva.

**ERIPAINOKSET** toimitetaan kirjoittajan laskuun eri sopimuksella. Tilataan suoraan kirjapainosta (Painotalo Plus Digital Oy, Kari Vahala, 0400 711 651)

**Nekrologien** pituuden pyydämme rajoittamaan noin 150 sanaan.

## ILMOITTAJAMME tässä numerossa

Agnico Eagle Finland Oy	2. kansi
Alvenius Industrier AB	72
Anglo American	72
Aquaflow Ltd	73
Arctic Drilling Company Oy Ltd.	27
Oy Atlas Copco Louhintatekniikka Ab	3. kansi

Boliden Harjavalta	45
Brenntag Nordic Oy	57
CTS Engtec	73
DIA-TEAM AS	72

Endomines Oy	72
Expomark Oy	31
Flowrox Oy	28
Oy Forcit Ab	17

Jyväskylän Messut Oy	52
Oy KATI Ab	72
Kemira Oy	17
Kokkolan Satama Oy	16

Labtium Oy	72
Metso Minerals Finland Oy	Takakansi
Miilux Oy	72
New Paakkola	72

Norilsk Nickel Harjavalta Oy	72
Normet International Ltd	32

Orica Finland Oy	45
Oulu Mining School	19
Oulun yliopisto	37
Ovako AB	4

Palsatech Oy	72
POHTO	51
Pretec Finland Oy	65
Pyhäsalmi Mine Oy	65

RF Valves Oy	43
Räjähdeaineyhdistys ry	23

Sandvik Mining and Construction Oy	6
Sibelco Nordic Oy Ab	23
Suomen TPP Oy	37
Sulzer Pumps Finland Oy	32
Swerea MEFOS	72

Weir Minerals Finland Oy	28
YARA Suomi Oy	3
YIT Rakennus Oy	45, 3

## Pertin näkökulmasta

KOLUMNISTILLAMME, VUORINEUVOS PERTTI VOUTILAISELLA ON YRITYSJOHTAJANA KOKEMUSTA SEKÄ TEKNOLOGIATEOLLISUUDESTA ETTÄ PANKKIMAAILMASTA.



# Voiko Venäjää ymmärtää?

**JOULUNPYHINÄ KÄYTIN AIKAA VENÄJÄN HISTORIAA KÄSITTELEVIEN KIRJOJEN SELAILUUN.** Tarkoituksena oli oppia edes vähän ymmärtämään, miksi tämä iso naapurimme käyttäytyy meidän länsimaisilla mittareillamme mitaten niin kummallisella tavalla. Mitä liikkuu Putinin päässä?

**MITÄ OPIN?** Opin, että vahva johtaja on venäläisille tärkeä asia. Kautta aikain ovat heimopäälliköt ja tsaarit olleet kunnioitettuja, vaikka ovat olleet mitä julmimpia diktaattoreita. Tähän luokkaan kuuluu Stalinkin, jota kunnioitetaan kansallissankarina, vaikka säälittä tapatti miljoonamäärin omia kansalaisiaan. Voittajaa ei tuomita. Ei siis ole ihme, että Putin usein yläkroppa paljaana pullistelee lihaksiaan näyttääkseen, että voimaa löytyy. Hän on historiankirjansa lukanut.

**OPIN MYÖS,** että Venäjän politiikka on äärimmäisen nationalistista. Ortodoksisen uskonnon ja menneen kommunistisen ajan oppien pohjalta on syntynyt kansallinen käsitys, että venäläinen kulttuuri tasoltaan ja moraaliltaan on länsimaiden turmeltunutta elämäntapaa parempi. Kansallisylypeys on yhä voimissaan. Vaikka venäläiset salaisesti ihailevat amerikkalaisten saavutuksia, virallinen politiikka opettaa, että ulkomaailma ja erityisesti USA on paha ja muodostaa isänmaalle uhkan melkein asiassa kuin asiassa. Jos ei maan johtaja käyttäisi tätä tilannetta hyväkseen poliittisten tavoitteittensa edistämiseksi, hän olisi tyhjä. Ainakaan tässä suhteessa ei Putinia voi sellaiseksi sanoa.

**KUN NEUVOSTOLIITTO ROMAHTI JA HAJOSI,** kovin moni lännessä alkoi uskoa, että Venäjä pääsee irti entisestä ja ripein askelin kehittyvä demokraattiseksi oikeusvaltioksi. Nyt tiedämme, että kehitys on mennyt täysin päinvastaiseen suuntaan. Lainaan Ruotsin pääministerin käyttämää termiä, kun hän totesi, että heillä on maahanmuuttopolitiikassa oltu naiiveja. Venäjän positiiviseen kehitykseen uskoneet ovat samalla tavalla olleet naiiveja. Taisiin olla itsekin. Jos demokraattiseen elämänmenoon kuuluvia periaatteita on tähän asti vuosisatoja poljettu lokaan, ei niitä tyhjistä käyttöön hetkessä nyhjäistä. Uskottava lienee tänäkin päivänä Stalinin vanha toteamus: "Äänestäjät eivät mistään päästä. He, jotka äänet laskevat, päättävät kaiken".

**PUTINILLA KÄVI HUONO TUURI,** kun öljyn hinta romahti. Ja lännen asettamat taloussankot purevat kipeämmin kuin aluksi uskottiinkaan. Toistaiseksi Venäjän hallinto on onnistunut vakuuttamaan kansalle, että vaikeuksien syy on ulkomailla. Mutta loputtomiin ei bluffi onnistu, vaan totuus paljastuu. Maan talous ei ole pystynyt uusiutumaan eikä voi turvata tämänhetkistä elintasoa öljyn nykyisellä hinnalla. Venäjän kansa ei vähällä kapinoi, mutta poliittisen suosion säilyminen ei ole taattu, jos rajuja leikkauksia joudutaan tekemään.

**ENTISENLAISEN SUURVALTA-ASEMAN SAAVUTAMINEN** on julki lausuttu tavoite. Menetetty kunnia pitäisi palauttaa nostamalla Venäjä pois polviltaan, mihin asentoon se kylmän sodan loputtua romahti. Ihan helposti se ei kuitenkaan voi toteutua. Venäjän väkiluku on vain puolet edesmenneen Neuvostoliiton väkiluvusta. Ja vaikka kansantalous Putinin valtakaudella on nopeasti kasvanutkin, sen koko ei oikeuta suurvaltasanan käyttöön. Suurvalloilla on oma käyttäytymisen koodinsa. Ne toimivat, miten lystävät, muun maailman reaktioista piittaamatta. Moraalin perään on näissä yhteyksissä turha kysellä. Riidan haastaminen lännen kanssa lasketaan oman kansan keskuudessa Putinille ansioksi.

**KRIMIN VALTAUS** oli taitavasti hoidettu operaatio. Toki Putin tietää, että se oli kansainvälisten sopimusten vastainen toimi. Mutta saavutettu asetelma antaa kaikki valtit hänen käteensä. Lännellä ei ole aseita tämän asetelman purkamiseen. Talouden romahtaminen pakottanee Venäjän nyt kuitenkin painamaan jarrua muissa laajentumishankkeissa. Näihin on kuulunut muun muassa energiaherruuden rakentaminen. Monet asiantuntijat ovat pitempään uskoneet, että Putinin tavoitteena on horjuttaa dollarin asemaa öljyn noteerausvaluuttana tuomalla sen rinnalle ruplan. Se projekti taitaa nyt mennä jäihin.

**LÄNSIMAAILMA** on joutunut toteamaan, että Venäjällä on maan kulttuurin ja tradition kanssa yhteensopiva johto, jolla on kansan tuki takanaan. Vaikka meillä ei sen kaikkia ilmenemismuotoja voidakaan hyväksyä, keinoja asioiden muuttamiseen on niukasti. Pakko lienee uskoa, että vanha amerikkalainen sanonta säilyy pätevänä vielä pitkään: "All countries are different, but Russia is even more so". Huono asia Suomelle on, että epävarmuus



Suurvalloilla on oma käyttäytymisen koodinsa.

... talouden korjaustoimet tyssäävät ammattiyhdistysten vastustukseen.

...vaikka tänään menee huonosti, menee kuitenkin paremmin kuin huomenna.

naapurin kehityksestä jatkunee pitkään. Taloudellisen yhteistyön kulta-aika on takanapäin eikä paluuta entiseen ihan pian ole. Mutta naapurin kanssa on jotenkin tultava toimeen.

**MUUTAMAN SANAN SUOMALAISESTA TODELLISUUDESTA** lisää tähän myös, jottei kaikki mene pelkäksi Putinin kehumiseksi. Uuteen vuoteen on kotimaassa lähdetty muuttumattomin aselmin. Isot asiat odottavat ratkaisuaan. Venäjällä demokratian rakentaminen pysähtyy entisten KGB-upseerien rakentamaan valtakoneistoon. Meillä talouden korjaustoimet tyssäävät ammattiyhdistysten vastustukseen. Kun vanhaan aikaan puhuttiin edistyksellisistä voimista, niillä ymmärrettiin työväenliikettä. Nyt on asetelma kääntynyt täysin pääläelleen. Edistystä voidaan saavuttaa vain muutoksen kautta, mutta ammattiyhdistysjohto haluaa pitää kaiken ennallaan. Ennen tällaista asennetta kutsuttiin taantumukseksi. Sanotaan, että näin halutaan suojella pientä ihmistä, mutta jääpäisyys todellisuudessa saa aikaan lisää työttömyyttä, ja huono-osaisten määrä kasvaa. Heittäydyn optimistiksi ja uskon, että järki kuitenkin voittaa. Ei ole vielä myöhäistä istua alas ja tehdä sopimus, jolla kilpailukyky pannaan kuntoon. Niin sanotut saavutetut edut on pakko unohtaa, koska niitä kaikkia ei rahan puutteessa voida lunastaa. Ainoaksi lohduksi jää muuten toteamus, että vaikka tänään menee huonosti, menee kuitenkin paremmin kuin huomenna.

Silmiin osui äskettäin kaksi nimitysuutista. Nuori nainen oli saanut töitä "kaupungin hyvinvoinnin palvelualueen kansalaistoiminnan yksikön määräaikaisena kulttuurisuunnittelijana". Toinen uutinen kertoi, että asiakaskokemusjohtajaksi oli nimitetty henkilö, jolla on "taito kasvattaa asiakasymmärrystä ja tuoda se strategiasta sparrauksesta osaksi yrityksen päivittäistä tekemistä ja tulosta". Molemmat uutiset ylittivät ymmärrykseni, ja tunsin tullessi vanhaksi.

\*\*\*\*\*

*Korkeaan ikään ehtinyt Leonid Breznev luki Moskovan olympialaisten avajaissanaja aloittaen "O O O", jolloin avustaja kuiskasi hänelle: "Toveri Pääsihteeri, niitä ei ole tarkoitus lukea, ne ovat olympiarenkaita".*

## Vuorimiesyhdistyksen toimihenkilöitä 2015-16



### PUHEENJOHTAJA/President

TkL **Sakari Kallo**, SSAB Europe Oy  
Harvialantie 420, 13300 HÄMEENLINNA  
020 592 8888 [etunimi.sukunimi@ssab.com](mailto:etunimi.sukunimi@ssab.com)

### VARAPUHEENJOHTAJA/

#### Vice president

DI **Jari Rosendal**, Kemira Oyj  
Porkkalankatu 3, 00180 HELSINKI  
040 595 1456 [etunimi.sukunimi@kemira.com](mailto:etunimi.sukunimi@kemira.com)

### PÄÄSIHTEERI/Secretary General

TkL **Ari Juva**  
Komendantinkuja 2 D,  
02650 ESPOO 0400 457 907  
[etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi](mailto:etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi)

### RAHASTONHOITAJA/Treasurer

DI **Outi Lampela**  
Uurrekuja 36, 01650 VANTAA  
040 539 4688 [etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi](mailto:etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi)

### WEBMASTER

TkT **Topias Siren**  
050 354 9582 [topias@smcoy.fi](mailto:topias@smcoy.fi)

### GEOLOGIJAOSTO/Geology section

FM **Jyrki Bergström**, pj/chairman  
Imerys F&PA, +33 6 74 40 76 09  
[etunimi.sukunimi@imerys.com](mailto:etunimi.sukunimi@imerys.com)  
FT **Tero Niiranen**, sihteeri/secretary  
Geologian tutkimuskeskus,  
040 732 0728 [etunimi.sukunimi@gtk.fi](mailto:etunimi.sukunimi@gtk.fi)

### KAIIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO/

#### Mining and Excavation section

DI **Pentti Vihanto**, pj/chairman  
Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj  
050 539 0314 [etunimi.sukunimi@talvivaara.com](mailto:etunimi.sukunimi@talvivaara.com)  
DI **Pieta Bergström**, sihteeri/secretary  
Nordkalk Oy Ab, 040 743 5965  
[etunimi.sukunimi@gmail.com](mailto:etunimi.sukunimi@gmail.com)

### RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/

#### Mineral processing section

DI **Juha Koskinen**, pj/chairman  
Tapojärvi Oy, 040 846 7293  
[etunimi.sukunimi@tapojarvi.fi](mailto:etunimi.sukunimi@tapojarvi.fi)  
DI **Hannele Vuorimies**, sihteeri/secretary  
Oy Atlas Copco Louhintatekniikka Ab,  
040 187 6060 [etunimi.sukunimi@fi.atlascopco.com](mailto:etunimi.sukunimi@fi.atlascopco.com)

### METALLURGIJAOSTO/

#### Metallurgy section

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

# Vuorimiespäivät 18. ja 19. maaliskuuta 2016

Olethan noteerannut, että Vuorimiespäivät pidetään totutusta poikkeavassa paikassa ja myös tavallista aikaisemmin. Ajankohta on pääsiäistä edeltävä viikonloppu 18.–19.3.2016 ja paikkana **Messukeskus**. Lauantain lounas on perinteisesti **Crowne Plazassa**.

Vuorimiespäivien pääteema on ”*Tulevaisuuden teknologioiden ja teollisen internetin mahdollisuudet*”. Päivien isäntä, **Boliden**, on huolella valmistautunut isäntäyrityksen vaativaan tehtävään. Luvassa on perinteitä vaaliva ja samalla mieleen painuva juhla! Uudet haasteet ja samalla mahdollisuudet tarjoaa uusi miljöö.

Vuorimiespäivien kutsu eli se tuttu ”haitari” on postitettu jäsenille helmikuun alkupuolella. Siitä ilmenevät kaikki olennaiset tiedot ohjelmasta ja hinnoista sekä ilmoittautumisen ja maksamisen ohjeet. Nämä syötetään myös yhdistyksen kotisivuille varmaankin jo ennen tämän lehden postitusta.

## Ennakkovaraukset

Perjantain illallisen ja lauantain lounaan pöytien ennakkovaraukset ryhmille ovat viime vuosina toimineet hyvin, joten käytäntöä jatketaan entisestään kehitettynä. Ennakkovarausten ryhmän koon tulee olla ”lähes koko pöydällinen”.

Illallisella Messukeskuksessa pöydät ovat 10 ja Royalissa 12 hengen pöytiä. Ennakkovarautut paikat vapautetaan määräaikana, jotta pienempien ryhmien ja yksittäisten varaajien ei tarvitse odottaa päästäkseen varaamaan. Niinpä ennakkovaraajien tulee ilmoittaa osallistujien nimet sovittuun määräaikaan mennessä. Varaajan on myös huolehdittava siitä, että jokainen seurueen jäsen ilmoittautuu itse omilla tunnuksiillaan tilaisuuksiin.

Ilmoittautuminen ja pöytävaraus ovat kaksi eri asiaa ja molemmat on tehtävä. Pöytäpaikan varaaminen ei siis riitä! Ilmoittautumisen yhteydessä henkilö saa maksutiedot ja vasta maksamisen jälkeen paikka varmistuu. Seuralaisen nimi on myös syytä ilmoittaa (ei pelkkä ”avec”). Se on kohtelias tapa ja helpottaa maksujen ja varausten seu-

rantaa ja mahdollisesti välttää paikkojen tuplabuukkauksia.

Kutsuhaitarin postituskentässä on viisinumeroinen numerosarja. Näistä numeroista neljä ensimmäistä on jäsennumero, millä pääset kirjautumaan järjestelmään. Viides numero on pankin tarkistusnumero. Maksujen viitenumeronä käytät siis koko viiden numeron sarjaa. Ilmoittautumisesi jälkeen järjestelmä lähettää sähköpostiisi automaattisesti vahvistuksen varauksistasi sekä maksutiedot.

Erytysruokavalioiden tiedot syötetään illallisen ja lauantain lounaan osalta pöytävarauksen yhteydessä. Sen sijaan perjantain lounaan erityisruokavaliot pitää syöttää ilmoittautumisen yhteydessä, koska sinne ei varata pöytäpaikkoja.

Tätä kirjoittaessani pitää nukkua enää 73 yötä ennen Vuorimiespäiviä!

Siellä tavataan!  
Ari Juva, pääsihteer

## Vuorimiespäivät

\* 18.–19.3.2016 Helsingin **Messukeskus**.  
Lauantain lounas **Ravintola Royal**.  
Isäntäyrityksenä toimii **Boliden**.



## Geologijaosto

\* Geokemian XII päivät  
21.-22.4.2016  
\* Kevätekursio ”Mining, Wining & Dining” Pohjois-Italiaan toukokuussa 2016  
\* Kairauspäivät marraskuussa 2016

## Rikastus- ja prosessijaosto

\* Talviseminaari 2016: Rikastamon käytettävyys, 17.3.2016.  
\* Syysseminaari, prof. Pertti Lamberg  
\* Syyskursio syyskuussa 2016

## Kaivos- ja louhintajaosto

\* Syyskursio Itävaltaan  
18.-21.9.2016

## Metallurgijaosto

\* Johtokunta vieraillee maaliskuun huhtikuussa Åbo Akademin kemiantekniikan opiskelijoiden luona informoimassa VMY:n toiminnasta  
\* Kesäretki kesä- tai elokuussa 2016.  
\* Syysseminaari marraskuussa 2016.

## Tampereen teknillisen yliopiston materiaalitekniikan koulutusohjelmasta valmistuneita diplomi-insinöörejä

(12.8.2015 alkaen, vain henkilöt, jotka ovat antaneet luvan julkaista tiedot)

Valm.pvm	Nimi	D-työn nimi
12.8.2015	Pipsa Hyttinen	Eläinten painevaateen kaavoitus
	Voitto Känkänen	Optimization of Silicone Elastomer Formulations for Two Controlled Release Drug Delivery Products
	Juha-Matti Lehtonen	Optimization of the First Coating Layer on TOC-based Coil Coatings
	Lotta Mantere	Functional Polyethylene as Compatibilizer in Blends of Recycled Polyethylenes and Polyamides
	Liina Neuvonen	Termoelastien kierrätys
9.9.2015	Jenni Aronen	The Influence of Metallurgical Factors on the Crevice Corrosion Resistance of Ferritic Stainless Steels
	Lassi Keskinen	Polymeeripohjaisen palo-oven rakenteen optimointi
	Bettina Laine	Prosessiautomaation järjestelmäkaappivalmistuksen siirtäminen Viroon
7.10.2015	Salla Hankivuo	Increasing Commercial Service Demand by Offering Technology Support for Customers
	Christian Stenroos	Properties of Icephobic Surfaces in Different Icing Conditions
4.11.2015	Laura Järveläinen	Johtavat komposiittimateriaalit ja rapid prototyping
9.12.2015	Liina Lautamäki	Reshoring of Labor-Intensive Production with Special Focus on Apparel Supply Chains
	Henna Niemelä	Wettability and Anti-Icing Properties of Slippery Liquid Infused Porous Surfaces





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

Tunnelinporauslaitteet, poravaunut, kalliontukemislaitteet, lastaus- ja kuljetuskalusto, tuuletus- ja aputyölaitteet, 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***



Maksimoi kaivoslaitteidesi käytettävyys  
Metson elinkaaripalveluilla.  
Silloin, kun jokainen minuutti on tärkeää.

**Tuomme ratkaisevan edun asiakkaille, The Metso Way.**

Kaivosten seisokit ovat kalliita, mutta haasteeseen löytyy ratkaisu. Metsolla on tietotaito optimoida kulutusosiesi käyttöikä. Seisokki- ja optimointipalvelujemme avulla pystyt minimoimaan seisokit lisäämään kulutusosien käyttöikää ja optimoimaan tuotantosi.

Tarkalla suunnittelulla ja osaavalla huoltohenkilöstöllämme saat tuotantosi käyntiin nopeasti. Se on lupauksemme sinulle.

Ota yhteyttä ja kysy lisää:

Joakim Colpaert, 045 317 5198

Timo Sarvijärvi, 050 317 0906

Jouko Tolonen, 050 355 7580

#TheMetsoWay

 **metso**  
Expect results

