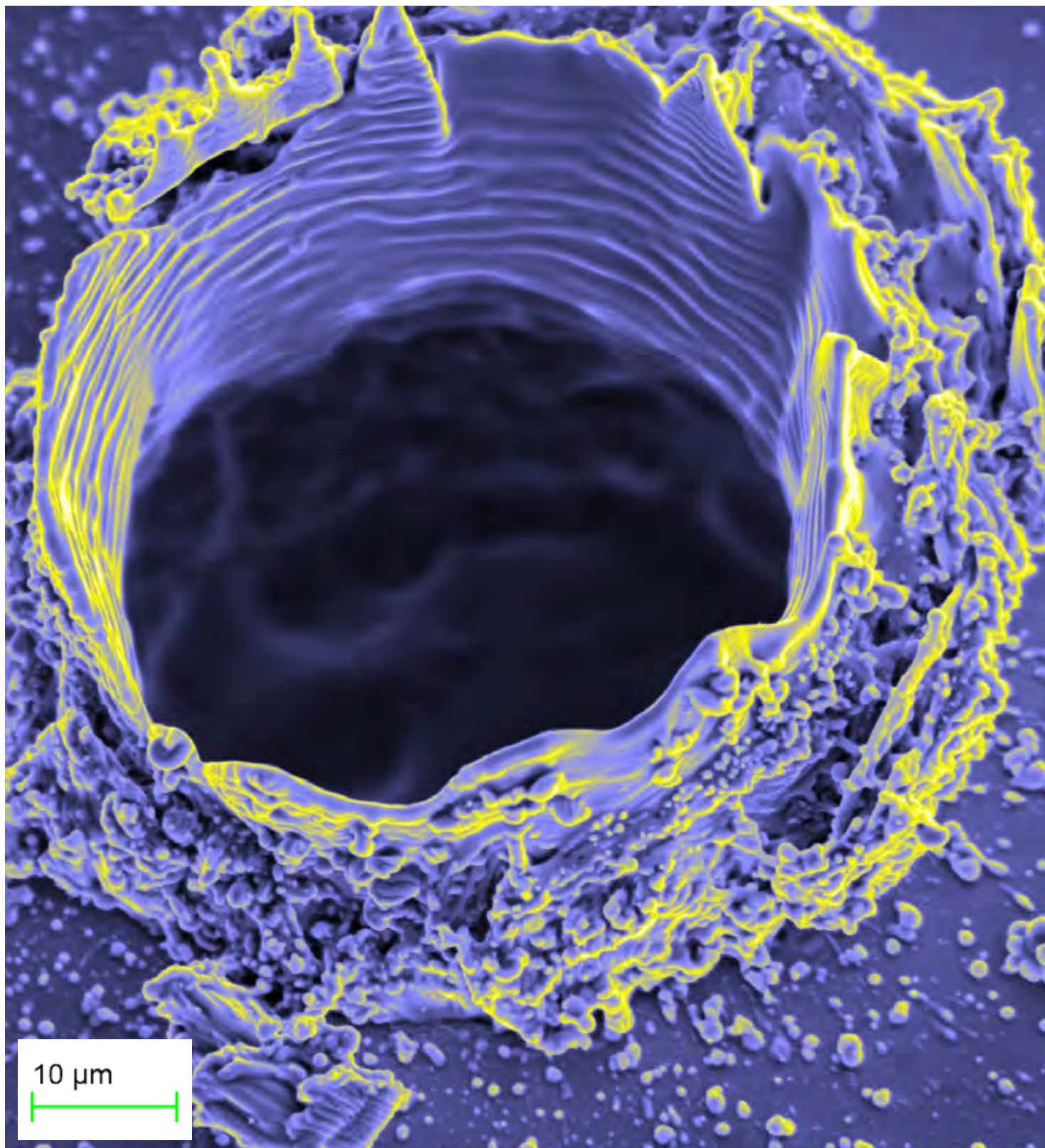


MATERIA

GEOLOGIA
KAIVOS
LOUHINTA
RIKASTUS
PROSESSIT
METALLURGIA
MATERIAALIT

1-2019 | Maaliskuu

YLI 70 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA





AGNICO EAGLE
KITTILÄN KAIVOS

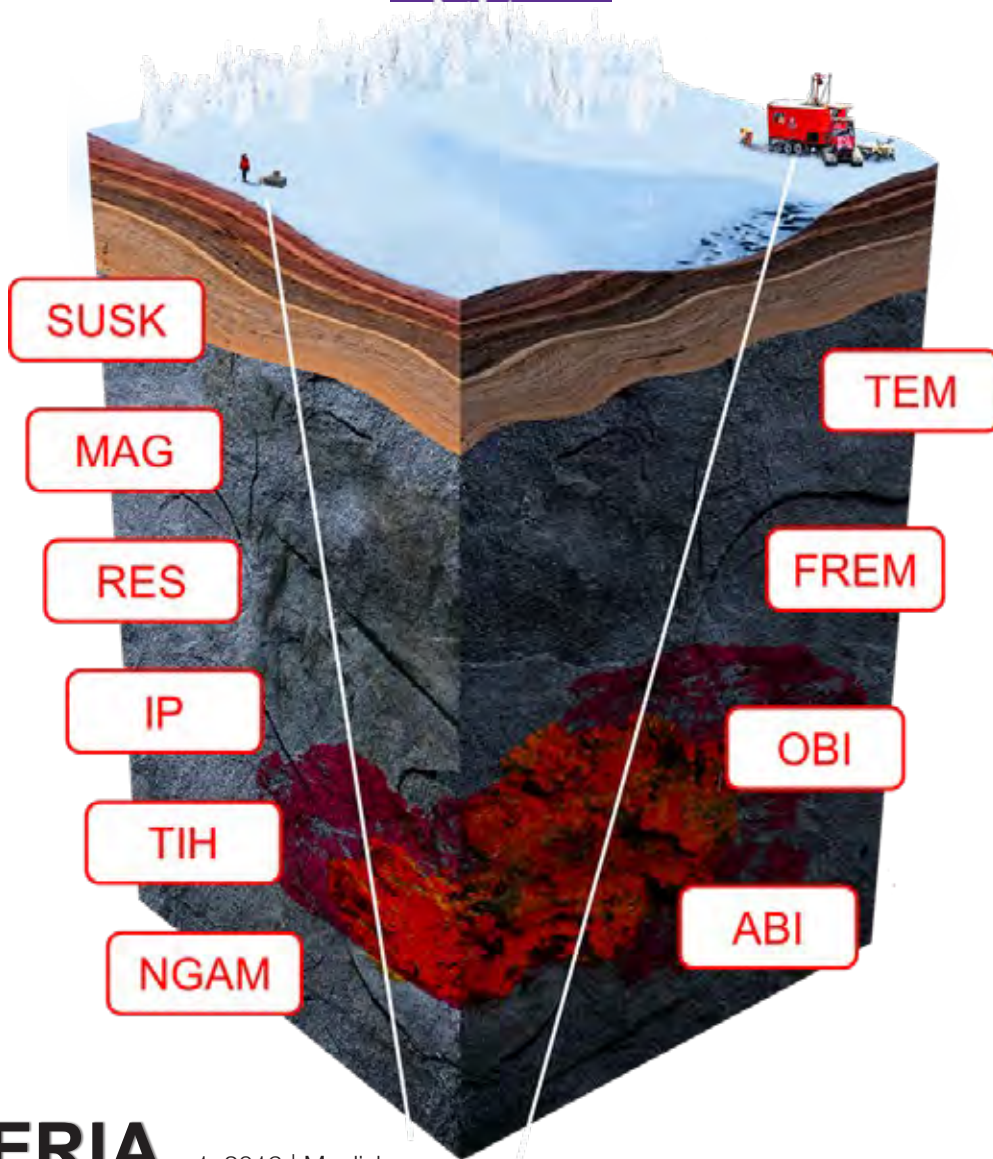


HYVÄ TULEVAISUUS

rakennetaan vastuullisilla päätöksillä

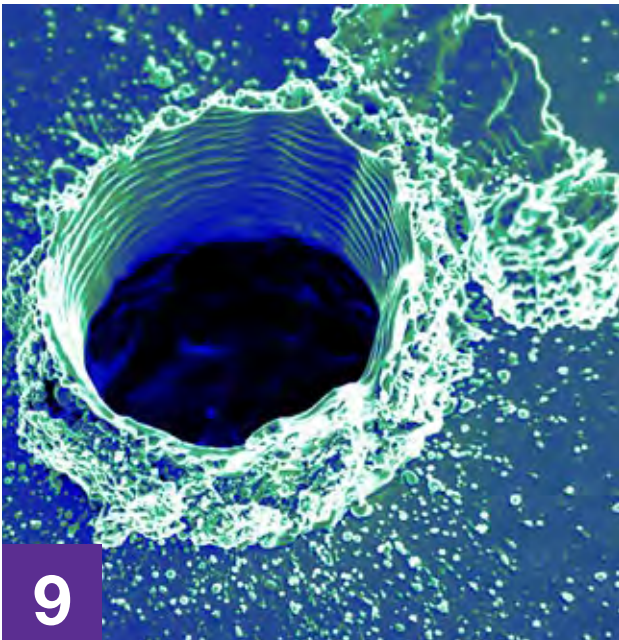
Menestys on meille muutakin kuin kultaa. Se on hyvä tulevaisuus kaikille lähellämme oleville. Siksi ajattelemme jokaisessa päätöksessämme luontoa, ihmisiä ja koko yhteisöä.

www.agnicoeagle.fi



58

MATERIA 1–2019 | Maaliskuu



9

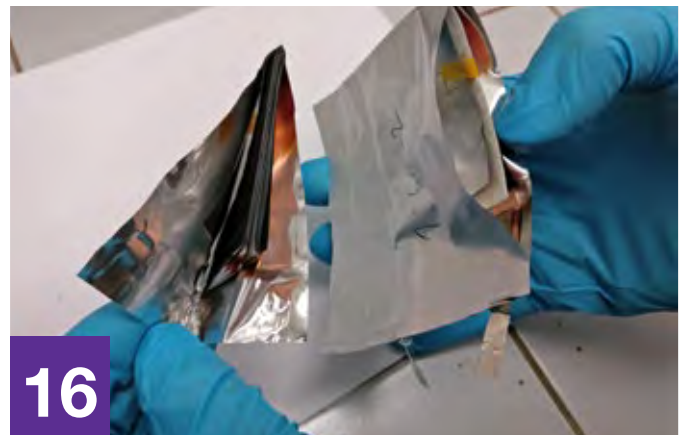
- 5 Lukijalle **Kari Pienimäki**
- 7 Pääkirjoitus **Juha Talonen**: Pidetään huolta kilpailukyvyystämme panostamalla tutkimukseen ja kehitykseen
- 9 **Ari Jokilaakso, Mari Lundström, Rodrigo Serna, Daniel Lindberg**: Sustainable Metals Processing – Metallurgical Research in Aalto University
- 16 **Timo Fabritius, Ville-Valtteri Visuri, Eetu-Pekka Heikkinen, Jukka Kömi, Jari Larkiola, Olli Nousiainen, Ulla Lassi, Pekka Tynjälä**: Metallurginen tutkimus Oulun yliopistossa
- 21 **Eveliina Repo, Tuomas Koiranen, Tuomo Sainio**: Lappeenrannassa metallinjalostus on erotustekniikkaa
- 25 **P. Peura, V-T. Kuokkala**: Monipuolisesti metalleista – metallurginen tutkimus Tampereen yliopistossa
- 29 **Satu Tuurna, Sanni Yli-Olli**: Materiaalitutkimus vaurio- ja elinikäanalyyysien pohjana
- 33 **Mari Lindgren, Jarkko Partinen**: Outotecin tutkimuskeskus 70 v – yhtä matkaa Suomen metallurgian kehityksen kanssa
- 37 **Tuomo Tiainen**: Ihminen ratkaisee – Tampereen uusi korkeakoulu yhteisö aloitti toimintansa



70



74



16

- 43 **Annika Nilsson, Jan Niemi, Pasi Lehtikangas, John Niska:** A new image analysis technique can reveal the oxide scale behaviour in a roughing mill
- 46 Uutisia alalta: **Jarmo Lohilahti, Uwe König:** On-line mineral and elemental analysis
- 47 Uutisia alalta: **Olli Salmi:** Kaivos- ja mineraalialan innovaatiot vauhtiin eurooppalaisella yhteistyöllä
- 50 Uutisia alalta: **Kalle Kuusento:** Kiinassa porataan paljon. Nokialaisia kallioporakoneita Shanghaiin messuilla
- 52 **Tuomo Tiainen, Kati Valtonen:** Hard Rock Tribology Seminar 2018 Tampere Wear Centerin kulumisseminaari 22.11.2018
- 55 **Tuomo Tiainen:** Jo 180 vuotta teollisuutemme menestymisen mahdollistajana. Suomen Valimoteollisuus-kirja julkistettiin Tampereella 31.1.2019
- 58 **Leena Rajavuori:** Geologijaoston Kairauspäivä Jyväskylässä
- 61 **Pertti Sarala:** On-site analytiikan uudet tuulet Geokemian Päivillä
- 66 **Saku Vuori:** Geologian tutkimuskeskuksessa tapahtuu

- 67 **Hannu Panttila:** DROMINÄ – vesinäytteenottoa ja veden ominaisuuksien mittausta multikoptereilla
- 70 **Harry Sandström:** Kaivosteollisuuden kasvuohjelma – Mining Finland
- 74 **Magnus Ericsson:** The 9th Nordic Exploration Award in 2018 goes to Erkki Vanhanen
- 75 Metallinjalostajat & Kaivosteollisuus: **Kimmo Järvinen, Pekka Suomela:** Metallien jalostuksen arvoketju – avain vähähiiliseen ja vauraampaan Suomeen
- 77 Kaivosteollisuus: **Janne Siikaluoma:** Malminetsinnällä kriittisin rooli kaivosteollisuuden elinkaareissa
- 78 DIMECC on-line **Atte Kaksonen, Kaisa Kaukovirta:** Yhdessä tekeminen ja verkostot ovat keskeinen osa SSAB SmartSteel -konseptia DIMECCin toimintamallilla nyt myös Ruotsissa
- 80 Kolumni **Pertti Voutilainen:** Humala on hieno asia
- 81 Pakina **Tuomo Tiainen:** Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut
- 82 Pääsihteeriltä **Ari Juva:** Vuosikokous ja Vuorimiespäivät Messukeskuksessa 29.3.2019
- 82 VMY:n toimihenkilöitä
- 83 Alansa osaajat
- 83 Ilmoittajamme tässä numerossa

A Member of
The Linde Group

AGA

Innovative ideas.

We innovate in collaboration with our customers. We find it a fruitful way of improving processes and develop new applications. And we enjoy it.

Ideas become solutions.

www.aga.fi

Entistä vahvempi kumppani pumppaustarpeisiisi



Ensival Moret on nyt osa Sulzeria. Saat kahden johtavan pumppuvuimistajan palvelut yhdeltä, entistä vahvemmalta toimijalta.

Yhdistetyn asiantuntemuksemme voimin tarjoamme täyden valikoiman energiatehokkaita pumppausratkaisuja prosessisovelluksiisi.

Asiakkaanamme hyödyt entistä laajemmasta tuote- ja palveluvalikoimastamme, joka on saatavillasi maailmanlaajuisen verkostomme kautta. Kuten tähänkin asti, meille on tärkeintä asiakkaidemme tarpeisiin sitoutuminen. Voit luottaa vahvaan asiantuntemukseemme ja jättää pumppaus- ja sekoitusratkaisut meidän huoleksemme.

Tutustu valikoimaamme ja katso, mitä etuja yhdistymisemme tuo sinulle: www.sulzer.com

SULZER



Luomme digitaalisen teollisuuden tulevaisuuden. Yhdessä.

Meillä on alan taitavimmat ihmiset, suunnittelun erityisosaamista ja yli sadan vuoden kokemus kaivos- ja metalliteollisuuden sähköistyksestä ja prosessinohjauksesta. Tuotamme yhdistettyjä tuotteita, palveluja ja ratkaisuja, joilla kaivos- ja metalliteollisuuden asiakkaat voivat optimoida energiankäytön ja tuottavuuden ja lisätä käytettävyyttä sekä laskea käyttöiän kokonaiskustannuksia.

ABB Ability™ on yhtenäinen, toimialarajat ylittävä digitaalinen kokonaisratkaisumme, joka ulottuu laitteista ja verkon reunalta pilvipalveluihin. Nämä digitaaliset teollisuusratkaisut on hienosäädetty toimialoilta ja asiakkailta vuosien aikana saatujen tietojen avulla.

new.abb.com/mining/fi
new.abb.com/metals/fi

ABB

Arvoisa lukija!

Tämänkertaisen Materia-lehden teema: ”Metallurginen tutkimus” juttuihin saa tuntemaan erityistä ylpeyttä suomalaisesta osaamisesta sekä ajatusjohtajuudesta. Silmiinpistävää on, kuinka monen tämän lehden artikkelin sisältö painottuu ympäristönsuojeluun joko suoranaisesti vähentämällä toimialan tuotannon päästöjä tai välillisesti esimerkiksi kiertotalouden taikka lopputuotteiden päästöttömyysvaatimusten tyydyttämisen myötä. Maailmanparantamista onkin myös yksinkertaisesti tuotteiden kestävyuden parantaminen ja sitä kautta negatiivisten elinkaarivaikutusten vähentäminen. Lehti antaa pikasyväluotauksen eri teknillisten yliopistojen ja tutkimuslaitosten erityisosaamisaloihin sekä saavutuksiin.

Turvallisuuden lisääminen on myöskin metallurgisen tutkimuksen keskiössä. Vauriomekanismeja ymmärtämällä kyetään selvittämään onnettomuuksien juurisyyt sekä määrittämään kriittisten komponenttien kesto varsin tarkasti. F/A

-18 Hornetin turbiiniinspiipien eliniän määritys ja pidentäminen on tästä esimerkki VTT:n jutussa. Saman olemme todistaneet myös useissa esimerkeissä National Geographicin Lentoturmatutkinta-ohjelman sarjassa. Liikenneturvallisuus on niin ikään parantunut merkittävästi metallurgisen tutkimuksen ansiosta.

Peräänantamaton alan tutkimus onkin mahdollistanut mm. avaruusohjelmat, ylikriittiset voimalaitokset, ydinjätteiden loppusijoit-



tuskapselit sekä oikeastaan kaiken, mikä tekee nyky-yhteiskunnasta kaltaisensa.

Suomalaiselle vientiteollisuudelle yliopistojen ja korkeakoulujen erittäin korkealuokkainen tutkimus- sekä opetustyö tuovat selkeän etulyöntiaseman varmistamalla kyvykkäät resurssit vastaamaan maailman megatrendien kysyntään. Teollisuuden ja yliopistojen läheiset välit antavat selkeää kilpailuetua nopeuttamalla tarkan informaation käytettävyyttä markkinoitavissa sovelluksissa.

Liekkisulatus, tuo metallurgian innovaatioiden Äiti ja kansallinen ylpeydenaiheemme, saavuttaa tänä vuonna ”miehen iän”: 70 vuotta. Se on nykypäivänäkin erittäin merkittävä teknologia ympäristöystävällisemmän kuparin ja nikkelin valmistuksen mahdollistajana, vaikkakin ajavat voimat sen kehittämiseen aikanaan olivatkin olennaisilta osiltaan kustannustehokkuuden parantamisessa tuossa

kokonaisuutteen aikakaudessa maamme historiassa. Tästä voimme lukea lisää ORC:n jutusta.

Lehdessä on lisäksi artikkelit Tampereen uudesta korkeakoulu-yhteisöstä, Tampere Wear Centerin kulumisseminaarista, kairauspäivistä sekä muita mielenkiintoisia kaivospuolenkin juttuja.

Miellyttäviä lukuhetkiä!

KARI PIENIMÄKI
päätoimittaja

MATERIA

JULKAISIJA / PUBLISHER Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. 75. vuosikerta ISSN 1459-9694 www.vuorimiesyhdistys.fi | LEVIKKI n. 4000 kpl
MATERIA-LEHTI kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessiteknikka ja metallurgia sekä materiaalien valmistus ja materiaalitieteiden erilaiset sovellutukset. Lehden alkuosa painottuu alan ja yritysten ajankohtaisiin asioihin. Tiede & tekniikka -osa keskittyy tutkimuksen ja kehitystyön tuloksiin. Materia magazine covers all areas of technology in the mining and metallurgical field, from geology and geophysics to mining process technology, metallurgy, manufacturing and various materials technology applications. The first part of the magazine focuses on what's happening in the field and the companies involved while the R&D section concentrates on the results of research and development. | **VAST. PÄÄTOIMITTAJA / EDITOR IN CHIEF** DI **Kari Pienimäki** 040 527 2510 kari.pienimaki@outotec.com | **PÄÄTOIMITTAJA/ DEBUTY EDITOR IN CHIEF** DI **Ari Oikarinen** 050 568 9884 ari.e.oikarinen@gmail.com | **TOIMITUSSIHTEERI / MANAGING EDITOR** DI **Leena K. Vanhatalo** 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi | **ERIKOISTOIMITTAJAT / SPECIALISTS** TkT, prof.(emer.) **Tuomo Tiainen** 040 849 0043, 050 439 6630 tuomo.j.tiainen@gmail.com, DI **Hannele Vuorimies** 040 187 6060 Epiroc Finland Oy Ab etunimi.sukunimi@epiroc.com, TkT **Topias Siren**, 050 354 9582 topias@smcoy.fi | **TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD** DI **Liisa Haavanlammi** pj /Chairman Outotec 040 864 4541 liisa.haavanlammi@outotec.com, DI **Jani Isokääntä** SFTec Ltd. 040 854 8088 jani.isokaanta@svy.fi, Professori (associate) **Ari Jokilaakso** 050 313 8885 ari.jokilaakso@gmail.fi, DI **Miia Kiviö** Aurubis Finland Oy 0406416529 m.kivio@aurubis.com DI **Matti Palperi** Helsinki 09 565 1221, DI **Pia Voutilainen** 040 590 0494 pia.voutilainen@copperalliance.se, Scandinavian Copper Development Ass. DI **Annina Mattsson**, 0400538452, anninak.mattsson@gmail.com | **OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET / CHANGES OF ADDRESS & SUBSCRIPTIONS** **Leena K. Vanhatalo** 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys. | **FI, VMY:N JÄSENISTÖ MYÖS VERKKOSIVUJEN JÄSENREKISTERIN KAUTTA.** | **PAINO JA TAITTO/ PRINTING HOUSE** Painotalo Plus Digital Oy, Lahti | **KANSI** Kuvassa on LA-ICP-MS (laser ablation - inductively coupled plasma - mass spectrometry) analyysitekniikalla aikaansaatu ablaatiokuoppa synteettisen nikkelikiven pinnalla. Näytettä on siis ammuttu laserilla, jolloin suurin osa materiaalista on laserin energian vaikutuksesta irronnut näytteen pinnalta, jonka jälkeen isotoppikohtainen koostumus on analysoitu massaspektrometrillä. Osa näytteestä on taas sulanut ja muodostanut kuopan reunat. Kuvan suurennos on 2500x. Kuvaaja: Lassi Klemettinen

Artikkelien aineistopäivä
Article deadline
2/2019 23.4.
3/2019 17.9.
4/2019 19.11.

Ilmoitustilavaraukset / aineistopäivä
Booking ads dl / Ads delivered
2/2019 23.4. 23.4.
3/2019 17.9. 17.9.
4/2019 19.11. 19.11.

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



» Extracting innovation

www.terrafame.fi **TerraFame**



MAAILMA SIIRTYY LITIUM- TALOUTEEN

 **KELIBER**
www.keliber.fi

Tulevia koulutuksia

IoT ja tekoäly metallurgiassa

24.-25.4.2019, Oulu

Koulutuksen teemoina mm:
digitalisaatio, tekoäly, Big Data, IoT, kyberturvallisuus, sovellukset prosessi- ja metalliteollisuudessa.

Koulutus on suunnattu digitalisaatioon liittyvissä kehityshankkeissa työskenteleville asiantuntijoille, alan tutkijoille sekä palveluita ja ratkaisuja kehittäville yrityksille.

Lisätietoja www.pohto.fi

 **POHTO**
Oikeaa osaamista

 VUORIMIESTYHDISTYS
Bergsmannaföreningen ry

Täältä löydät lisätietoa myös muista koulutuksistamme www.pohto.fi >



www.pohto.fi

Pidetään huolta kilpailukyvästämme panostamalla tutkimukseen ja kehitykseen

Juho Talonen

Terästeollisuuden kilpailutilanne on kiristynyt merkittävästi tällä vuosituohannella. Tämä on seurausta pääosin Aasiassa tapahtuneesta kehityksestä. Esimerkiksi uutta ruostumattoman teräksen tuotantokapasiteettia on rakennettu nopeaan tahtiin.

Tiukentuneessa kilpailussa osaamisella ja tutkimus- ja kehitystoiminnalla on entistäkin tärkeämpi rooli yrityksen menestystekijänä. Teknologinen erinomaisuus ja osaaminen ovat keskeisiä keinoja erottua kilpailijoista ja uudistua. Tämä ei rajoitu ainoastaan yrityksen tuotantoprosesseihin ja tuotteen laatuun. Esimerkiksi teräsluokituksensa teknologinen osaaminen on tärkeä valtti myös myynnissä. Asiakkaat arvostavat terästoimittajansa osaamista ja kykyä tarjota teknistä asiantuntemusta. Asiakasteollisuudenalojen kehitystrendien ja teknologioiden syvä ymmärtäminen on perusta liiketoiminnan kehittämiselle ja uusien asiakkaiden ja asiakassegmenttien löytämiselle.

Harvan yrityksen osaaminen ja tutkimus- ja kehitysresurssit riittävät yksin. Tutkimusyhteistyö yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa on tärkeä lisävipu yritysten omalle tutkimus- ja kehitystoiminnalle. Yhteistyön kautta yritykset saavat osaamista ja resursseja tukemaan pidemmän aikajänteen tutkimus- ja kehitystarpeitaan.

Suomalaisilla metallinjalostusyrityksillä on vuosikymmenien perinne läheisestä tutkimusyhteistyöstä sekä yritysten kesken etä yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa. Yhteistyön laadun ja vaikuttavuuden on todettu olevan kansainvälisesti merkittävää. Noin vuosikymmen sitten perustetut strategisen huippuosaamisen keskittymät (SHOKit) vahvistivat yhteistyötä entisestään. Viime aikoina yritykset, joihin yritysten julkinen innovaatio- ja kehitystarpeita lukeutuu, ovat olleet kriittisen keskustelun aiheena. SHOK-rahoituskin ajettiin täysin yllättäen alas nykyisen hallituskauden alussa. Tämä tapahtui epäilemättä ymmärtämättä toiminnan luonnetta ja vaikuttavuutta. Toisaalta julkisessa keskustelussa on varsin laaja yksimielisyys siitä, että T&K -panostuksia tulisi lisätä vähintään 4% tasolle suhteessa bruttokansantuotteeseen vuoteen 2030 mennessä. Toistaiseksi olemme tästä tavoitteesta varsin kaukana. Tavoitteen saavuttamiseen tarvitaan sekä liike-elämän että julkisen sektorin merkittäviä panostuksia.



Julkisella tutkimusrahoituksella on tärkeä rooli yritysten ja julkisen tutkimuksen mahdollistajana. Julkinen raha voi toimia tehokkaana fasilitaattorina, joka tuo eri tahoja yhteen. Innovaatiot syntyvät tunnetusti tehokkaimmin yhteistyön rajapinnoilla. Tutkimusyhteistyö yritysten ja yliopistojen välillä ohjaa myös perustutkimuksen painotuksia elinkeinoelämän kannalta relevantteihin aihepiireihin, mikä on pienessä kansantaloudessamme välttämätöntä. Teollinen relevanssi ja laadukas perustutkimus eivät ole toisiaan poissulkevia.

Suuret metallinjalostusyritykset ovat nykyisin hyvin kansainvälisiä. Ei ole itsestään selvää, että tutkimus- ja kehitystoiminta tapahtuu Suomessa, kun merkittävä osa tuotannosta ja asiakkaista ovat Suomen rajojen ulkopuolella. Tämä oli myös eräs keskeinen havainto vastikään julkaistussa professori Erkki Ormalan tekemässä selvityksessä suomalaisesta innovaatiopolitiikasta. Kun vuonna 2015 ulkomaille sijoitettiin noin 17 prosenttia suomalaisten yritysten T&K-toiminnasta, vuonna 2019 tämän arvioidaan kasvavan 28 prosenttiin. Tärkeimmiksi syiksi kehitykselle Ormalan selvitys mainitsee kotimaisen innovaatio- ja kehityksen tilan, yritysten kansainvälistymisen, paremmat yhteistyömahdollisuudet ulkomailta ja osaajapolun Suomessa.

On alan yritysten ja yliopistojen yhteinen haaste, että suomalaisen metallurgisen tutkimuksen taso pidetään jatkossakin huipulla. Alamme vetovoimaisuutta edistävää parhaiten, kun yritykset näyttävät houkuttelevina tulevaisuuden työpaikkoina ja tulevat tutuiksi opiskelijoille jo opintojen aikana. Yliopistojen on tärkeää säilyttää houkuttelevuutensa tutkimuspartnerina globaalissa ympäristössä huolehtimalla siitä, että osaamisen taso ja yhteistyön pelisäännöt ovat kunnossa.

Yritysten ja tutkimusmaailman läheistä yhteistyötä edisti aikanaan Outokumpu Oy:n säätiö, jolla oli merkittävä rooli suomalaisen vuoriteollisuuden tutkimustoiminnan kehittämisessä. Säätiön työtä jatkaa vuonna 2009 perustettu Teknologiateollisuuden 100-vuotissäätiön Metallinjalostajien rahasto, joka alan yritysten tekemien lahjoitusvarojen turvin jatkaa metallinjalostukseen liittyvien opintojen ja tutkimuksen tukemista.



12th FENNOSCANDIAN EXPLORATION AND MINING

29 - 31 October 2019 • Levi • Lapland • Finland
Congress & Exhibition Centre Levi Summit • femconference.fi

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 sähköjohtoissa ja teräsrakenteissa. Martin on tärkeä linkki verkostossa – aivan kuten meidän metallimme.

Zn

Cu

Ag

Au

WIM BOLIDEN

Metals for modern life



TRANSFORMER.

ALLU TRANSFORMER - UUSI TAPA TYÖSKENNELLÄ.

Kun pelkkä lastaus ei riitä. ALLU Transformer seuloa, murskaa, sekoittaa ja lastaa yhdessä työvaiheessa.

ALLU mukana tämän vuoden Baumassa.

Tervetuloa osastollemme FN 1021 / 2,
ja tiedät miten saat tehot irti ALLU Transformerista.



ALLU.NET



ALLU tuotteet Ilpo Ellonen 0400 496 672

ALLU Finland Oy, Jokimäentie 1, 16320 Pennala

Puh: 03 882 140 | info@allu.net



Sustainable Metals Processing – Metallurgical Research in Aalto University

ARI JOKILAAKSO, PROFESSOR (ASSOCIATE), METALLURGY

MARI LUNDSTRÖM, ASSISTANT PROFESSOR, HYDROMETALLURGY AND CORROSION

RODRIGO SERNA, ASSISTANT PROFESSOR, MINERAL PROCESSING AND RECYCLING

DANIEL LINDBERG, PROFESSOR (ASSOCIATE), THERMODYNAMICS OF METALLURGICAL PROCESSES

AALTO UNIVERSITY, SCHOOL OF CHEMICAL ENGINEERING,
DEPARTMENT OF CHEMICAL AND METALLURGICAL ENGINEERING

Sustainable Metals Processing is the name of a Master level major program in Aalto University, and it also describes well the metallurgy related research work. The circular economy of metals is the key theme in today's metallurgical research work both globally and in Aalto University (Aalto), positioning recycling into the forefront of sustainability. Minerals processing technologies and research form an integrated part of circular economy, and are therefore included in the metallurgical research in Aalto and this text. The reprocessing of tailings and treatment of increasingly complex raw materials with lower metal content are also another group in metallurgical research focus, where integrated rather than separate solutions are crucial.

History in brief

Originally the education and research in Helsinki University of Technology (HUT) covered the whole value chain from exploration to solid state metallurgy. Recently, after the establishment of Aalto, physical metallurgy has decreased and research on solid state materials has turned towards nanomaterials, coatings, and medical applications. Geology and mining or rock engineering left the Department of Chemical and Metallurgical Engineering already much earlier.

Throughout the decades, the focus of metallurgical research has been changing and, e.g., powder metallurgy, ladle metallurgy, thermal plasma treatment, impure copper concentrates, continuous casting, numerical and computational modelling of both ferrous and non-ferrous metallurgical reactors, to name a few, have seen their blooming seasons.

Minerals processing has undergone a transition from the focus on classical mechanical processing technologies to a wider approach including recycling processes in support of a circular economy and flotation reagents development.

In Hydrometallurgy, the focus has shifted from corrosion studies towards hydro-metallurgy, the group being the leading

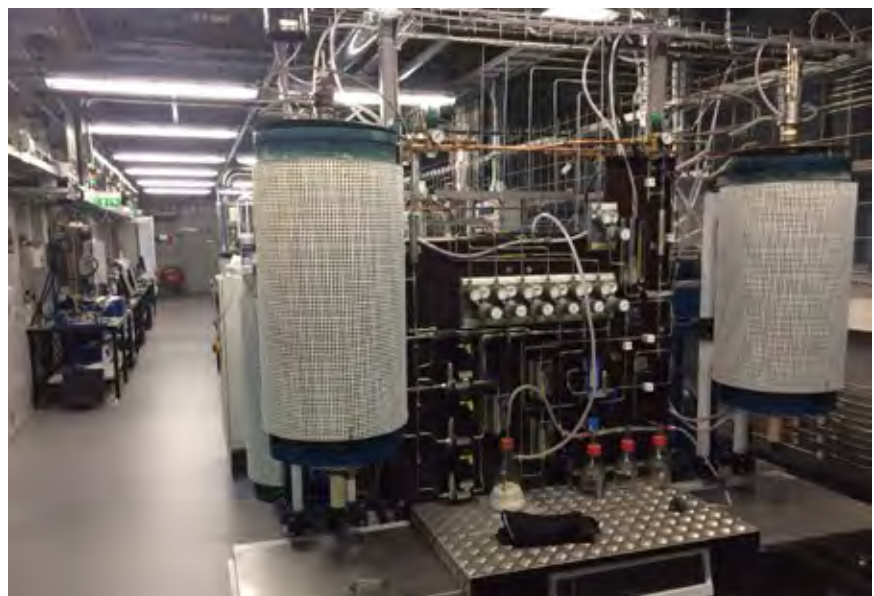


Figure 1. High temperature furnaces for metallurgical research in thermodynamics and kinetics.

group in the circular economy of metals with the combination of the hydrometallurgical and electrochemical expertise.

In Pyrometallurgy, there has been a gradual shift as Aalto has been focusing more on non-ferrous metals processing

whereas Oulu University has taken a strong role in ferrous metallurgy. However, there is no absolute split, but a good co-operation also on somewhat overlapping areas.

Thermodynamic of metallurgical processes has focused on studying fundamental

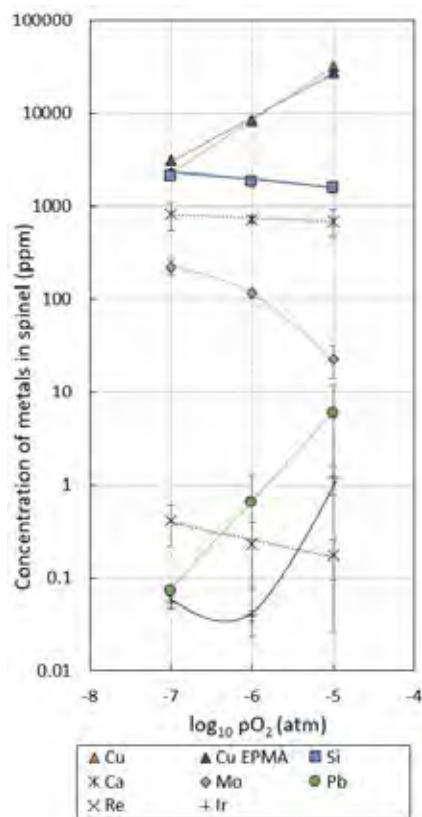


Figure 2. Concentration of different metals in iron-aluminous spinel, which acts as the solid primary phase in experiments simulating secondary copper smelting (using WEEE as raw material). The analyses have been conducted with LA-ICP-MS.

thermodynamic properties of alloys, slags, mattes, and aqueous solutions in various metallurgical processes. The professor's chair is the only such position in Finland dedicated to chemical thermodynamics and thermodynamic modeling of high-temperature industrial processes.

The focus and research area of the four metallurgical professorships is now defined broadly as "Materials science and engineering, especially the processing of metals and minerals, including metallurgical processes, thermodynamics, reactions and transport phenomena. The focus area is the sustainable production and use of materials. Especially environmentally friendly and energy-efficient processing of metals from low grade and complex primary and secondary resources."

Current resources

The Mineral Processing and Recycling group (MinPro) is led by Prof. Rodrigo Serna, who was nominated after Prof. Kari Heiskanen retired. Currently, it counts with

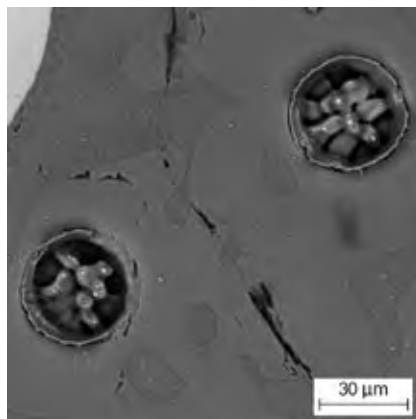


Figure 3. Laser ablation pits in spinel phase. A close-up of a similar pit in nickel matte is shown on the cover of this issue.

Dr. Robert Hartmann as Postdoctoral Researcher, 3 Doctoral candidates and ca. 10 Master's students (per year) dedicated to research activities mainly in froth flotation, and recycling processes.

After the retirement of Prof. Olof Forsén, Prof. Mari Lundström took over the research group of Hydrometallurgy and corrosion. Currently the group has ca 20-30 members, Docent Jari Aromaa acting actively not only in the research group of Hydrometallurgy and Corrosion, but also in the other metallurgy groups. One of the most dominating research topics in the group is Battery recycling, where Prof. Lundström is also active in the European level recycling strategy work (SET plan – IWG Recycling).

The Metallurgy (or Pyrometallurgy) research group has experienced a lot of changes. Till 1990's there were two professorships, namely the Theoretical Process Metallurgy, led by Prof. Lauri Holappa, and the Applied Process Metallurgy, led by Prof. Kaj Lilius. After Prof. Lilius retired in 1998, Prof. Michail Gasik started and the scope was redefined as Materials Processing and Powder Metallurgy, according to which the research focused on new materials and their medical applications. Prof. Lauri Holappa retired, in turn, in 2009 and Prof. of Practice Seppo Louhenkilpi had a fixed five years term with a strong focus on continuous casting and modelling. After that Prof. Ari Jokilaakso started in September 2016. Currently, the group has two post-doc researchers, ca 10 doctoral students and 5 – 10 students annually working with their Master's Theses. Dr. Marko Kekkonen is taking care of a lot of teaching on all levels as the University Lecturer.

The research group of Thermodynamics of metallurgical processes (Previously known as Metallurgical Thermodynamics and Modeling) at Aalto is led by Professor Daniel Lindberg since June 2018. The research group was founded by Professor Emeritus Pekka Taskinen when he was appointed as professor at Aalto in 2008 (retired 2017). The main focus of the research group since its foundation has been on experimental studies of the phase equilibria of slags, mattes and alloys in various non-ferrous pyrometallurgical processes, determinations of the thermodynamic properties of complex phases occurring in these processes, as well as on the modelling of the thermodynamic properties of solids and melts in these processes. An important part has also been the thermodynamic modelling of aqueous solutions related to hydrometallurgical processes and mining waters.

Research infrastructure and service function

When Aalto was introduced, a service function was established to support research work. This includes centralized workshop, and grant writer support, which is in an essential role when competitive funding from EU is an increasingly important funding source.

Raw Materials Infrastructure (RAMI) is strategically designed to strengthen the long-term core expertise in minerals, metals and new inorganic material research needed in the circular economy. RAMI was newly selected to the Finnish Infrastructure Roadmap, and it will be developed towards the active national, European and global research infrastructure hub that has already started. Staff scientist Benjamin Wilson is a key player taking care of the infrastructure related to raw materials.

The RAMI RI is closely linked to the EIT Raw Materials KIC (2016-). This KIC joins together 116 European universities, companies and research institutes, to provide a wide potential RAMI customer interface. RAMI consortium members are already participating in several EIT RM's Networks of Infrastructures (NoIs). Thus, it is a perfect facility for high quality scientific work with industrial relevance.

RAMI RI supports excellence and quality of multidisciplinary research, education and innovativeness, and encourages new business, as requested in the Aalto strategy. Advanced sustainable materials and processes as well as circular economy are elemental parts of the research strategy of Aalto School of Chemical Engineering.



Figure 4. An example of simulation results with EDEM (coupled CFD-DEM) presenting a sequence of different size particles descending through the reaction shaft of a flash smelting furnace (isothermal, non-reactive case).

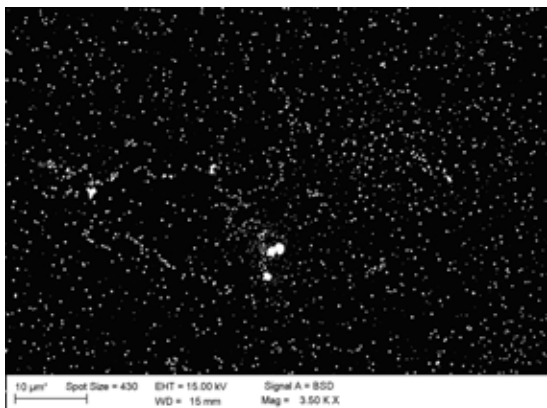


Figure 5. SEM-BSE micrograph of carbon electrode with electrochemically recovered Pt nano-particles and clusters from hydrometallurgical solution with Pt = 20 ppm and Ni = 60 g/L (by Petteri Halli).

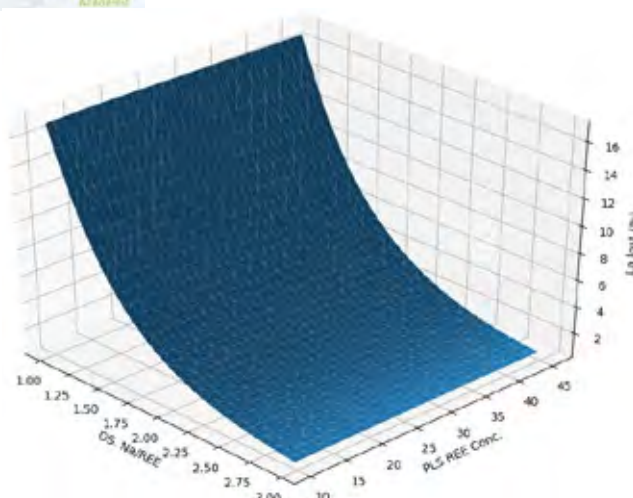


Figure 6. Minimization of REE (La) loss during REE recovery from NiMH battery leach solution as a function of added Na (Na/REE ratio) at different REE concentrations (by Antti Porvali).

In the 2018 call, RAMI was awarded finance for new investments and the first priority is with equipment for the measurement of thermal conductivities (and thermal diffusivity & specific heat capacity) of solid materials as a function of temperature.

The high temperature furnaces for metallurgical research in thermodynamics and kinetics have recently been relocated to the Chemistry building in Kemistintie 1 as a compact unit, Figure 1.

Hot in metallurgical research in Aalto and globally

The idea of circular economy is a concept that has gained a lot of attention in recent years. One of the goals of circular economy is resource efficiency, with the idea of alleviating the need of raw materials from virgin sources. Regarding its societal impact, the circular economy promotes the minimization of waste and, under certain circumstances, how the consumption of goods from unethical sources can be prevented. Interestingly, the ubiquity of the

“circular economy” term has also driven to a few misconceptions, from its misunderstanding as a synonym of sustainability to its disregard as “just another buzzword”. Nevertheless, the recovery of valuables from end-of-life products as dictated by the circular economy offers clear opportunities, not only in terms of raw materials production, but also on new business models that could particularly benefit markets depending on the importation of raw materials, such as Europe. Perhaps it is due to the lack of objective circularity parameters that companies, politicians, decision makers and the public still consider the circular economy as an abstract and subjective philosophy. The circular economy is a strategy that aims at satisfying the demand of goods by extending the value of raw materials and thus, it is an endeavor that should be seriously considered by the actors in the metals production value chain.

Resource efficiency is one of the megatrends driving research in various scientific and technical disciplines, and the world of

mineral processing and metallurgy is no stranger to it. Regarding the current state of the mining industry, one can mention that there are two conflicting trends simultaneously occurring worldwide. In the first place, there is an increasing demand of raw materials fueled particularly, although not exclusively, by emerging markets. On the other hand, operating mining sites are facing depletion, resulting in ores with lower grades or more complex mineralogy. In conjunction, this means that concentrator plants need to develop schemes to produce ever larger concentrate amounts from lower quality feeds, and metallurgical processes have to tolerate or bleed higher amounts of impurity elements. A further complication arises from the increasingly stringent environmental regulations, increased energy costs and water scarcity, which demand more efficient strategies to prevent the impact of concentrator operations. They require the design of plants with compact layouts, which not only represent lower capital costs, but also may have an

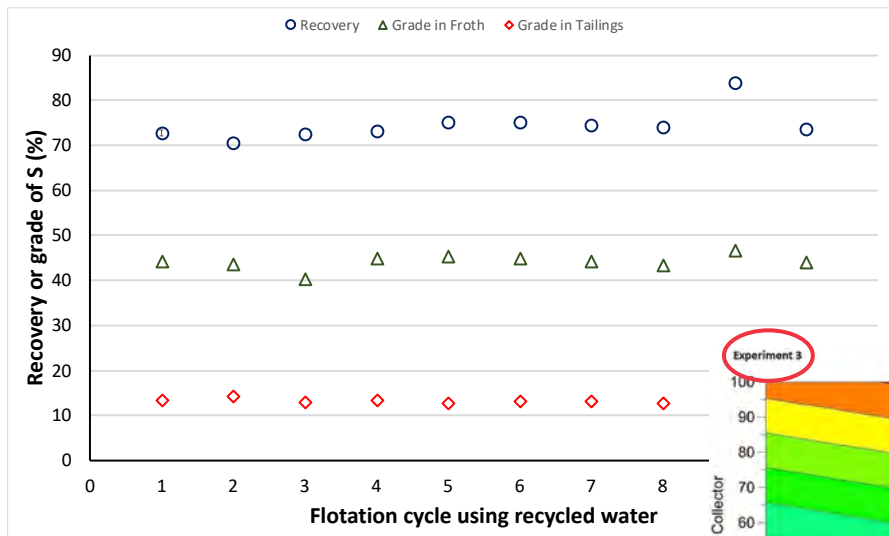
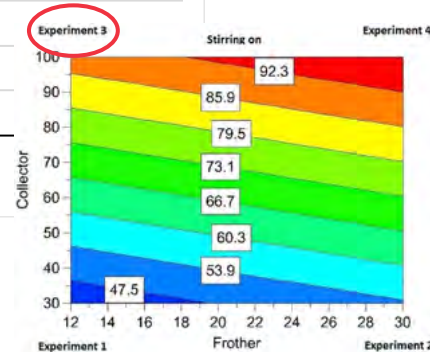


Figure 7. Recovery of sulfidic species from tailings via froth flotation using low consumption of chemical reagents and water recirculation [3].



impact in lower energy consumption. Of particular interest to the mining industry nowadays is also the efficient use of water, with smart water management strategies taking center position in the planning of concentrator operations.

Evidently, concentration and metals processing operations require novel technologies to extract valuables from mineral and concentrate streams currently considered untreatable, either for technical or economic reasons. Froth flotation, which remains one of the most widely used technologies for mineral enrichment, has only a limited efficiency for the separation of particles with sizes too fine (ca. $<20\ \mu\text{m}$) or too coarse (ca. $>150\ \mu\text{m}$). Although fine particles may contain well liberated valuable fractions, they are currently lost into the tailings streams. Consequently, strategies to widen the optimal particle sizes treated by flotation is of great interest in industry.

Along with the minimization of tailings generation, the repurposing or regeneration of tailings ponds is another important topic. The technological challenges in this case are related to the state of minerals in tailings. Indeed, the minerals found in tailings may be difficult to treat with current technologies due to their physical (e.g., fine particle sizes) or chemical (e.g., surface oxidation) properties. Nevertheless, the strong interest on the processing of tailings lies on their large amounts around the world and their relatively simple accessibility. If suitable technologies for their treatment could be developed in minerals processing, hydrometallurgy or pyrometallurgy, tailings would represent a vast source of raw materials.

During recent years, study on the recovery of metals from secondary sources, such as electronic waste (WEEE) and EoL energy

storage materials, has gained attention. Firstly, these materials are very heterogeneous and their mechanical pretreatment has to be studied in order to find ways to efficiently separate metallic and plastic materials. A holistic view on the circularity of recycling processes is needed to develop efficient recovery strategies. Secondly, possibilities to recover the valuable metals, such as precious metals (PM), Platinum group metals (PGM), critical metals (CRM), or rare earth elements (REE), in existing hydro- or pyrometallurgical processes is actively studied by metallurgical research teams globally. The target of these studies is either to find the impact of these elements on the processes and, e.g., on slag properties and chemistry, or their distribution mechanisms and equilibrium in these processes.

The research groups started 2015 a series of International Symposium on Process Metallurgy with a theme of Metallurgy as a tool for challenges in circular economy. This year in November already the third symposium will be arranged with parallel session to cover the increased number of scientific and industrial presentations in circular economy. More information can be found from the internet pages: <http://IPMS2019.aalto.fi>.

Currently ongoing research Minerals Processing

The Mineral Processing and Recycling (MinPro) group at Aalto has research activities aimed at satisfying the needs of the mining and recycling industry at various scales. At

the fundamental level, we are trying to gain a better understanding of the phenomena responsible of the attachment of mineral particles to bubbles in order to predict the behavior of flotation cells and to develop strategies for their improvement and optimization. We have developed a unique experimental setup called the “automated contact timer apparatus (ACTA)” This apparatus allows a statistically relevant estimation of attachment time that, using the right models, is capable of determining the wettability of microparticles.

The MinPro group is also interested in the study of new flotation reagents from sustainable sources. One such example is the development of macromolecular-surfactant frother additives. The fundamentally different nature of macromolecular-surfactants with respect to commercial frother agents has resulted in froths with reported advantages such as less sensitivity to changes of pH and offering the possibility to decrease the consumption of surface-modifying agents (i.e., collectors) without a significant impact on the flotation efficiency.

Last but not least, MinPro research group is looking for an active contribution to the circular economy of raw materials with the study of new recycling technologies for high value metals, particularly from waste electric and electronic materials and end-of-life (EoL) lithium ion batteries (LIBs). With the aim of supporting the creation of circularity parameters, we have developed a methodology combining relative statistical entropy and material flow analysis which

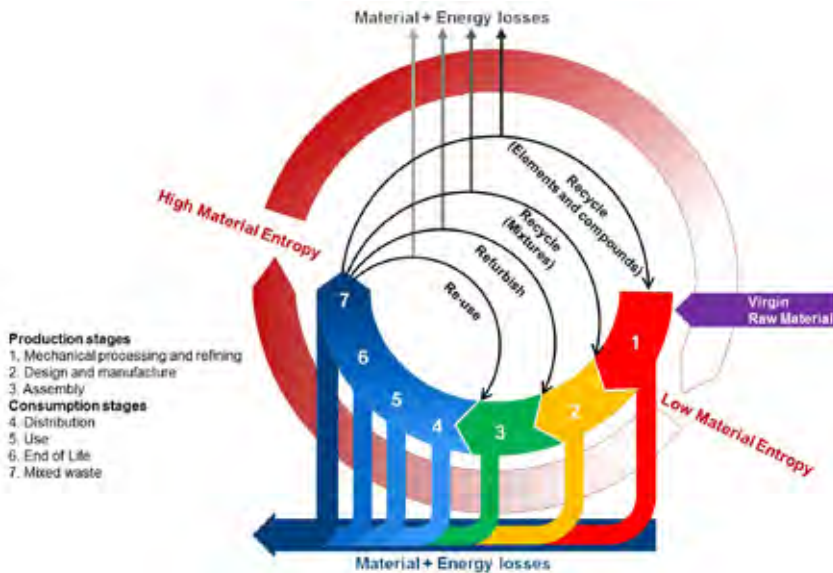


Figure 8. A new model for the circular economy of raw materials including entropic levels of materials [4].

helps to determine the degree of concentration of a processing system while revealing the points of low performance upon which an optimization strategy can be traced. In addition, we have been carrying out analysis on the physical and mineralogical properties of EoL products and have developed strategies for processing technologies of LIBs better aligned with the circular economy and their safe handling.

Hydrometallurgy and Corrosion

The research group of Hydrometallurgy and Corrosion has a wide portfolio of research topics related to metal recovery from both primary and secondary raw materials. The group has a long lasting collaboration with Nordic metallurgical industry, with research topics such as modelling of physicochemical properties of copper electrorefining electrolytes, optimization of zinc leaching, development of cyanide-free gold chloride leaching, investigation of new anode materials in electrowinning, optimization of silver electrorefining and optimization of pickling acid circuit of stainless steel plant.

Recently the recycling related projects have become of higher interest, such as metal recovery from bottom ash, EAF dust, waste solar cells, WEEE scrap, Li batteries, NiMH batteries as well as from several industrial side-streams such as jarosite, Cu-cake or slags. In addition, a novel electrochemical method has been developed by Prof. Lundström and Docent Kirsi Yliniemi in Aalto. The method is based on electrodeposition and redox replacement, and allows the re-

covery of valuable metals from concentrations even as low as 10 ppb from complex hydrometallurgical solutions.

There are also several corrosion related projects ongoing. BioPolyMet project has recently focused on building sustainable coatings by utilizing side streams of forest industry, whereas ICom project investigates the corrosion of construction metals in ionic liquids, where fibers are produced from, e.g., weed with Aalto patented technology. These fibers were also seen in the dress of rouva Jenni Haukio in the Independence day 2018.

Thermodynamics of metallurgical processes, and Pyrometallurgy

These two groups share the same high-temperature furnace facilities and office space. This can also be seen in the fact that the research in both groups strongly complement each other, with the thermodynamics group focusing on phase equilibria and thermodynamic modeling, whereas the pyrometallurgy group focuses on transient phenomena, chemical kinetics and computational fluid dynamics. Recent PhD theses have focused on experimental phase equilibria of slags in various steps of copper-making processes. Ongoing thesis works connected to both metallurgical thermodynamics and pyrometallurgy are focusing on determining the distribution of precious metals between slag, matte and alloy for nickel smelting, secondary copper smelting and WEEE smelting, and on their reaction mechanisms and kinetics. The pyrometallurgical treatment of jarosite residue and the use of

alternative reducing agents in non-ferrous metals processing are also topics in several these works.

For an accurate chemical analysis of trace amounts of the valuable elements, laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS) and electron probe microanalysis (EPMA) are used at the facilities of the Geological Survey of Finland (GTK), which also belong to the RAMI RI. In addition, a doctoral study focuses on the formation of corrosive deposits in heat recovery boilers, and another on tungsten recovery. Four postdoc researchers work on high-alloyed steels, aqueous systems, LIB scrap metal sulphation roasting, and REE recovery, respectively.

CFD modelling in the Pyrometallurgy group is currently focusing on slag-matte interaction including settling, droplet coalescence and chemical reactions as user defined functions, thus combining experimental and computational investigations. A globally new and unique approach, in addition to the more traditional CFD, is to use CFD-DEM coupling (EDEM software) where matte droplets are modelled by DEM as discrete elements and the CFD code calculates the continuous slag phase. The results so far are promising, but the needed computational resources are huge.

Financing

Today, metallurgical research in Aalto is mainly carried out in industry related projects which are financed by Business Finland (BF, previously as Tekes), EU, foundations (e.g., Metallinjalostajien rahasto) or directly by companies. Also, Academy of Finland (AoF) is an important source for funding, but it is extremely competitive, because the funding cuttings from Tekes/BF. Consequently, all research groups in Finland have increased their funding applications to the AoF.

In practice, this means a considerable load for professors and doctoral students as the four year studies have to be financed in pieces, just like a puzzle. Four or five year projects are very rare. As all the author professors of this text have recently started, they have starting grants from Aalto, which have helped in building the research groups. In the infrastructure part, both industry and Aalto with the Academy of Finland (FIRI) have greatly helped in getting the needed resources in place.

Future

Metallurgical research in Aalto has a long history with exceptionally strong and close

cooperation with the Finnish mining and metallurgical industry. This is the starting point for the continued research work in the future. The circular economy of metals requires long and persistent work in which the Finnish knowledge and the whole ecosystem in metals field create a unique combination that can be on global lead and show the way how to solve the sustainability gap in raw materials industry. A shining example of this is the European Commission invitation for Finland to coordinate research on battery recycling under the leadership of Outotec – Aalto University.

Highlights of research results

Figure 2 presents the concentrations of selected trace elements in solid iron-aluminous spinel as a function of oxygen partial pressure in the Cu-slag-spinel system. The analyses have been conducted with LA-ICP-MS (by Lassi Klemettinen), directly from polished sample cross-sections. The small size of the spinels (~50µm) limits the available spot size used, and consequently the achievable detection limits and accuracy. However, no other analysis technique is capable of quantifying concentrations below 0.1 ppm directly from solid phases, and our group was the first to apply LA-ICP-MS for metallurgical samples [1, 2]. An example of the generated laser ablation pits is shown in Figure 3.

Figure 4 is presenting concentrate feed simulated (by Jani-Petteri Jylhä) with EDEM (coupled CFD-DEM) presenting the descending of different size particles through the reaction shaft of a flash smelting furnace (isothermal, non-reactive case).

Figure 5 shows the recovery of Pt nano-particles and clusters from hydrometallurgical solution (by Petteri Halli). This novel electrochemical recovery method allows the recovery of exceptionally low metal concentrations with high purity and is conducted by electro deposition – redox replacement (EDRR) approach.

Figure 6 shows the minimization of REE (La) loss during REE recovery as double sulfates, as a function of both added precipitation agent (Na) and initial REE concentration in solution. The solution originated from sulfuric acid leaching of NiMH waste batteries (by Antti Porvali). Lately, a wide variety of hydrometallurgical processes for battery recycling have been investigated in Aalto University, resulting in more than eight high quality scientific publications supporting lithium, REE and base metals recycling.

With the goal of promoting the envi-

ronmental remediation of sulfidic tailings using froth flotation, the MinPro group carried out a study aimed at minimizing the consumption of chemical reagents and fresh water. As seen in Figure 7, it was found that is possible to use recycled water with a minimum impact on the recovery of sulfidic minerals.

Finally, the MinPro group recently published a proof-of-concept on the use of statistical entropy as an efficiency parameter for recycling systems. Based on this concept, they proposed a new model for the circular economy of raw materials (presented in Figure 8), including the entropic level of materials throughout the production value chain.

Acknowledgements

The financial support from Tekes/Business Finland, Academy of Finland, the foundations, and Finnish metals producers and related companies, together with the close cooperation during the years is cordially acknowledged. Also, the support from Aalto University, GTK and VTT in RAMI infrastructure is highly appreciated. Last but not

least, the many students contributed to the research work are warmly praised, especially Lassi Klemettinen, Katri Avarmaa, Petteri Halli, Jani-Petteri Jylhä, and Ted Nuorivaara and Omar Velazquez Martinez that provided this paper with their result examples.▲

References

- [1] Avarmaa, K., O'Brien, H., Johto, H., & Taskinen, P. (2015). Equilibrium distribution of precious metals between slag and copper matte at 1250–1350 C. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 1(3), 216–228.
- [2] Klemettinen, L., Avarmaa, K., Taskinen, P. Trace Element Distributions in Black Copper Smelting. *Erzmetall*, 2017, 70, No. 5, s. 257–264.
- [3] Nuorivaara, T. Björkqvist, A., Bacher, J., Serna-Guerrero, R., Environmental remediation of sulfidic tailings with froth flotation: impact of conditioning parameters and water recycling, *J. Environ. Management* 236 (2019) 125–133.
- [4] Velázquez Martínez, O., Van Den Boogaart, K. G., Lundström, M., Santasalo-Aarnio, A., Reuter, M., Serna-Guerrero, R., Statistical Entropy Analysis as Tool for Circular Economy: Proof of Concept by Optimizing a Lithium-Ion Battery Waste Sieving System, *J. Cleaner Production* 212 (2019) 1568–1579.

ADC
Arctic Drilling Company

**EXTREME CONDITIONS,
EXTREME RESULTS**

Certified Drilling Excellence

Choose us when you want full-scope exploration drilling services for geological surveys. Collect high-quality core samples safely and effectively with minimal impact on nature.

Arctic Drilling Company Ltd.
Call us +358 40 511 2289 or visit www.adcltd.fi

CERTIFIKAT LEDNINGSSYSTEM
DNV-GL
ISO 9001 ISO 14001
OHSAS 18001

Suodatusratkaisut Flowroxilta

Prosessiasiantuntijamme ovat apunasi suodatuksen jokaisessa vaiheessa!



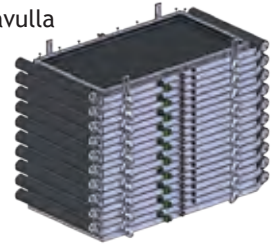
Flowrox-kammiosuodatin™

Automaattinen, korkealaatuinen, suorituskyvyltään erinomainen ja erittäin toimintavarma. Laitteiston valinta ja mitoitus testitulosten ja käytännön kokemuksen perusteella.



Flowroxin Keraaminen Kiekkosuodatin™

Suodattaa erittäin tehokkaasti vähäisellä energiankulutuksella, ei edellytä suuria investointeja. Lopputuloksena puhdas suodos ja alhainen kakun kosteus.



Flowrox-suodatinhuolto

Alkuperäisosien laatu ja ominaisuudet pienemmillä kustannuksilla. Autamme parantamaan prosessin toimintaa ja alentamaan käyttökustannuksia.



KIINNOSTUITKO? KYSY LISÄÄ:

0201 113 311 / sales@flowrox.com

Seuraa meitä somessa:



material solutions advancing life

www.sibelco.com

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo
+358102179800



Metallurginen tutkimus Oulun yliopistossa

TEKSTI: **TIMO FABRITIUS, VILLE-VALTTERI VISURI, EETU-PEKKA HEIKKINEN**
PROSESSIMETALLURGIAN TUTKIMUSYKSIKKÖ, OULUN YLIOPISTO
JUKKA KÖMI, JARI LARKIOLA, OLLI NOUSIAINEN
MATERIAALI- JA KONETEKNIIKAN TUTKIMUSYKSIKKÖ, OULUN YLIOPISTO
ULLA LASSI, PEKKA TYNJÄLÄ
KESTÄVÄN KEMIAN TUTKIMUSYKSIKKÖ, OULUN YLIOPISTO
KUVAT: **KAISA HEIKKINEN, VILLE-VALTTERI VISURI JA ULLA LASSI**

1 Johdanto

Metallurgista tutkimusta tehdään Oulun yliopistossa useissa eri tutkimusyksiköissä liittyen niin terästen kuin värimetallien valmistukseen. Yksi Oulun yliopiston strategisista tutkimusteemoista on terästudkimus, jonka painopisteinä ovat kehittyneet teräkset, niiden ominaisuudet ja valmistus sekä prosessimallinnus. Terästeollisuuden kanssa tehtävää tutkimusta koordinoi Terästudkimuskeskus, joka tunnetaan englanninkielisellä nimellä Centre for Advanced Steels Research (CASR). Terästudkimuskeskuksen muodostavien yksiköiden tutkimustoiminta kattaa laaja-alaisesti terästeollisuuteen liittyvän mallinnuksen (valmistusprosessit, tuoteominaisuudet ja niiden käytettävyys), säädön ja automaation (datan käsittely, analysointi ja optimointi), kiertotalouden, palveluiden tuotteistamisen sekä johtamisen. Hydrometallurgisesta kemian tutkimuksesta vastaa pääasiassa Kestävän kemian tutkimusyksikkö, jolla on tiivistä yhteistyötä Kokkolan alueen värimetalliteollisuuden kanssa.

2 Toiminnan laajuus

Oulun yliopiston metallurgiaan liittyvistä oppituleista ensimmäisenä perustettiin metalliopin professuuri vuonna 1963. Metalliopin professoreina ovat toimineet Markku Mannerkoski, Tapani Moisio, Pentti Karjalainen, David Porter sekä vuodesta 2016 lähtien professori Jukka Kömi. Prosessimetallurgian professuuri perustettiin yritysten lahjoitusvaroin vuonna 1991 ja tätä tehtävää ovat hoitaneet professori Jouko Härkki sekä vuodesta 2010 alkaen professori Timo Fabritius. Soveltavan kemian ja prosessikemian professuuri perustettiin vuonna 2006 Kokkolan teollisuusalueen yritysten lahjoitusvaroin. Kyseessä oli uusi tutkimusavaus Oulun yliopistossa ja professuuria on alusta alkaen hoitanut tehtävään valittu prosessori Ulla Lassi. Kaikki edellä

mainitut professorit ovat nykyään osa Oulun yliopiston teknillistä tiedekuntaa.

Julkisen tutkimusrahoituksen viime vuosien haasteista huolimatta tutkimusyksiköiden julkaisumäärät ovat kasvaneet vuosi vuodelta. Yksi syy tähän on se, että tutkimus on toteutettu pääsääntöisesti isoissa projekteissa yhteistyössä metallinjalostusteollisuuden sekä alan muiden tutkimuslaitosten kanssa. Taulukossa 1 on esitetty yksiköissä tuotetut tohtorintutkinnot sekä kansainväliset julkaisut tieteellisissä aikakauslehdissä ja konferenssikirjoissa. Tutkimusyksiköiden organisatorisen kyvykkyyden muodostaa henkilöstörakenne, joka kattaa tasaisesti ne-liportaisen tutkijanuran eri vaiheissa olevia tutkijoita sekä opetustehtävissä toimivia yliopistonopettajia ja lehtoreita (ks. taulukko 2). Huomionarvoista on myös se, että nykyisen käytännön mukaisesti tutkimusyksiköt voivat sisältää useampia professoreita. Professorien rekrytoinnissa on siirrytty enenevässä määrin tenure-menettelyyn.

3 Tutkimusmenetelmät

Prosessimetallurgian kokeellinen tutkimus keskittyy oksidisten materiaalien ja pelkistimien korkealämpötilakäyttäytymiseen sekä teräksen valmistusprosessien ilmiöpohjaiseen mallinnukseen. Prosessimetallurgian kentässä tärkeimpiä mallinnusmenetelmiä ovat reaktiokinetiikan matemaattinen mallinnus, numeerinen virtauslaskenta ja laskennallinen termodynamiikka. Yksikössä on käytössä laajasti eri korkealämpötilailmiöiden tutkimista varten kehitettyjä globaalistikin uniikkeja tutkimuslaitteistoja, kuten masuunisimulaattori. Lisäksi käytössä on aikarajoitettu Raman-analysaattori kuumien kohteiden on-line analytiikkaan sekä mikroaaltotekniikkaan perustuva korkealämpötilainen esikäsittely-yksikkö.

Kestävän kemian tutkimusyksikössä tehtävä hydrometallurginen kokeellinen ja laskennallinen kemian tutkimus painottuu

epäorgaaniseen materiaalikemiaan, erityisesti liuotukseen ja kemialliseen saostukseen liittyvien ilmiöiden syvälliseen ymmärtämiseen värimetalliteollisuudessa. Yksikön tutkimuksessa keskeisiä tutkimuslaitteita ovat (jatkuvat) liuotus- ja saostusreaktorit sekä materiaalien karakterisointiin soveltuvat Oulun MNT-tutkimuskeskuksen tarjoamat laiteresurssit.

Materiaalitekniikan tutkimus keskittyy fysikaaliseen simulointiin, mikrorakenteiden karakterisointiin ja mallinnukseen. Mallinnus ja simulaatio muodostavat keskeisen tutkimusmenetelmän tarkasteltaessa metallurgisissa prosesseissa tapahtuvia kemiallisia reaktioita, faasimuutoksia ja siirtoilmiöitä. Materiaalitekniikassa fysikaalinen simulointi (Gleeble) ja termodynaamiset laskentaohjelmat antavat lähtökohdan mikrorakenteen ennustamiseen liittyviin malleihin. Malleissa hyödynnetään mm. Cellular automata- (CA) ja FE-laskentaa. Prosessi- ja laboratoriomittakaavan kokeilla validoitujen mallien avulla voidaan tarkastella kustannustehokkaasti ilmiöitä, joista on kokeellisesti vaikeaa tai kallista saada suoraa mittaustietoa, sekä optimoida metallurgisten prosessien toimintaa.

Terästudkimuskeskuksen tutkimuskäytössä on kansainvälisestikin merkittävä tutkimusinfrastruktuuri. Uusien ultralujien terästen kehittämisessä keskuksessa on fysikaalisen simuloinnin tarpeisiin Gleeble 3800 -kuumamuokkaussimulaattori sekä laboratoriovalssain, joka mahdollistaa myös koevalssausten suorasammutuksen. Terästen mikrorakenteiden karakterisointiin on käytössä kaksi FE-SEM- elektronimikroskooppia, varustettuna EDS- ja EBSD-detektorilla, joka mahdollistaa mm. terästen kideorientaatioiden ja raerajatyypin kategorioimisen (mikrotekstuuri). Terästen makrotekstuurin ja mm. faasiosuuksien määrittämiseen (Rietveld-analyysi) Terästudkimuskeskus sai vuonna 2015 fokuusi-

Taulukko 1. Kestävän kemian, Materiaali- ja konetekniikan sekä Prosessimetallurgian tutkimusyksiköiden tuottamat tohtorintutkinnot sekä kansainväliset julkaisut vuosina 2015-2018.

	2015		2016		2017		2018	
	Tohtorintutkinnot	Julkaisut	Tohtorintutkinnot	Julkaisut	Tohtorintutkinnot	Julkaisut	Tohtorintutkinnot	Julkaisut
Kestävä kemia	5	25	8	34	3	26	1	27
Materiaali- ja konetekniikka	0	34	2	43	0	40	2	61
Prosessimetallurgia	3	27	3	27	2	35	3	26
Yhteensä	8	86	13	104	5	101	6	114

Taulukko 2. Kestävän kemian, Materiaali- ja konetekniikan sekä Prosessimetallurgian tutkimusyksiköiden henkilöstö vuonna 2018.

	Kestävä kemia	Materiaali- ja konetekniikka	Prosessimetallurgia	Yhteensä
Henkilöstö	34	59	27	120
Professorit	3	5	3	11
Tutkijatohtorit ja yliopistotutkijat	11	3	10	24
Tohtorikoulutettavat	12	26	9	47
Yliopisto-opettajat ja yliopistonlehtorit	7	12	2	21
Muu henkilöstö	1	13	3	17

valla röntgenoptiikalla ja pyörivällä Co- ja Cu -anodilla toimivan Rigaku SmartLab -röntgendiffraktometrin. Tämä on mahdollistanut erittäin korkealaatuisen datan tuottamisen suhteellisen nopeasti konventionaalisiin XRD -laitteisiin verrattuna. Lisäksi laitteisto mahdollistaa korkealämpötilamittaukset aina 1100 °C lämpötilaan asti sekä nk. ”in-plane” -mittaukset.

4 Tutkimuksen painopisteet

Yksiköt ovat keskittyneet valikoidusti omien aihealueidensa tärkeimpien ilmiöiden tutkimiseen. Yksiköiden tutkimukselliset fokusalueet on esitetty kuvassa 4.

4.1 Pyrometallurgian tutkimus

Prosessimetallurgian tutkimusyksikön tutkimus keskittyy pyrometallurgisiin valmistusprosesseihin sekä näissä prosesseissa esiintyviin materiaaleihin (raaka-aineet, tuotteet, jätteet, rakennemateriaalit) ja niiden ympäristövaikutuksiin. Uutena kehittävänä ja laajentuvana tutkimusalueena ovat viime vuosina nousseet esille uudet mittaus- ja käsittelymenetelmät metallurgiassa. Yksikön tekemä tutkimus voidaankin jakaa neljään fokusalueeseen:

1) Pelkistimet ja pelkistysmetallurgia

Pelkistysmetallurgia tutkii muun muassa masuunin ja uppokaariuunin syötemateriaalien optimaalista koostumusta ja käyttöä. Pelkistykseen tarvitaan pääasiassa hiilipohjaisia pelkistimiä, joiden ominaisuuksia tutkitaan ja kehitetään. Uutena tutkimusteemana on vetypohjainen pelkistys.

2) Primääri- ja sekundäärimetallurgia

Primääri- ja sekundäärimetallurgian yksiköprosesseilla pyritään valmistamaan sulaa terästä, jonka kemiallinen koostumus, puhkaus ja lämpötila vastaavat käytetyn valu-prosessin ja haluttujen tuoteominaisuuksien asettamia vaatimuksia. Oulussa tutkimusta on tehty erityisesti valokaariuuneihin, konverttereihin ja senkkäkäsittelyihin liittyen. Nytemmin tämän fokusalueen tutkimusteemoihin lukeutuvat myös jatkuvavalu ja sulkeumametallurgia.

3) Kierrätys ja kestävä metallurgiset prosessit

Kierrätys ja kestävä raaka-aineet luovat mahdollisuuden pienentää metallurgisen teollisuuden ympäristöjalanjälkeä. Prosessimetallurgian tutkimusyksikössä tutkitaan

kiinteiden ja lietemäisten sivutuotteiden käsittelyprosesseja ja hyödyntämistä sekä biopohjaisten pelkistimien soveltuvuutta metallurgisiin prosesseihin. Näillä tutkimuksilla luodaan potentiaalia kiertotalousapplikaatioille. Uutena painopisteenä on mikroaaltotekniikan hyödyntäminen agglomeroinnissa ja haitallisten elementtien poistossa hienojakoisista jätteistä.

4) Uudet mittaus- ja käsittelymenetelmät metallurgiassa

Uusiin mittaus- ja käsittelymenetelmiin liittyen tutkitaan erityisesti optisten menetelmien (Optical Emission Spectroscopy) toimivuutta metallurgisten prosessien tilan karakterisoinnissa. Uutena painopisteenä on Raman-spektroskopian käyttö korkealämpötilaisissa in-situ mittauksissa.

4.2 Hydrometallurgian tutkimus

Kestävän kemian tutkimusyksikössä hydrometallurginen kemian tutkimus keskittyy pääosin liuotuksen, kemiallisen saostuksen ja liuospuhdistuksen kokeelliseen tutkimukseen, mutta yksikössä tehdään myös tätä tukevaa termodynaamista laskentaa ja reaktiokinetiikan mallinnusta. Tutkimusta



Kuva 1. Laboratoriotutkimuksen mittakaava poikkeaa joskus merkittävästi teollisten prosessien mittakaavasta.



Kuva 2. Gleeblellä tehdyt mittaukset ovat olleet keskeisessä roolissa lukuisissa materiaalitekniikan tutkimuksissa.

tehdään sekä primääri- että sekundääri- aineiden parissa. Kaikessa tutkimuksessa on keskeistä vahva yritys yhteistyö.

1) Litiumioniakkukemikaalien valmistus
Tutkimusryhmässä vuonna 2006 alkanut akkukemikaalitutkimus tähtää litiumioniakuissa käytettävien korkean kapasiteetin omaavien katodimateriaalien valmistukseen. Erityisesti tutkitaan NCM-katodipre-kursoreiden valmistusta jatkuvatoimisessa prosessissa ja tässä vaikuttavia muuttujia, mutta myös muita katodi- ja anodimateriaaleja on tutkittu kansainvälisissä yhteishankkeissa. Ryhmän tutkimus kattaa myös akkukemikaalien litiointi- ja karakterisointiosaamisen sekä akkukemikaalien valmistuksen, jotta katodi/anodimateriaalin toimivuus applikaatiossa voidaan varmentaa.

2) Kemiallinen saostus jätevesien käsittelyssä

Akkukemikaalien valmistuksen ohella kemiallista saostusta hyödynnetään jätevesien ja kaivosvesien käsittelyssä. Yksikkö on ollut mukana kehittämässä kaivosten prosessivesien sulfaatin poistoa hyödyntäen sekundäärisiä kalkkiraaka-aineita ja tutkimalla kipsin liukoisuuteen vaikuttavia tekijöitä laskennallisesti ja kokeellisesti. Tehostetussa sulfaatin poistossa muodostunut sakka on edelleen hyödynnetty sorbenttimateriaalina arseenin poistossa. Kaivosteollisuuden prosessivesien ohella jätevesien ravinteiden (ammonium-typ-

pi ja liukoinen fosfori) talteenotossa on hyödynnetty teollisuuden sivutuotteita. Näitä maa-alkaliaktivoituja tuotteita (kuten tuhkaa ja paperiteollisuuden lietteitä) on käytetty saostuskemikaalina typen ja fosforin samanaikaisessa saostuksessa ammoniumfosfaatiksi. Sakkojen soveltuvuutta muun muassa lannoitekäyttöön tutkitaan yhteistyössä partnereiden kanssa käynnissä olevassa kansainvälisessä hankkeessa. Yksikössä on myös sähkösaostukseen liittyvä jatkuvatoiminen EC-laitteisto, jota on hyödynnetty edellä mainituissa tutkimuksissa.

3) Teollisuuden sivutuotteiden hyödyntäminen

Tutkimusryhmä on osallistunut useisiin kiertotaloushankkeisiin, joissa mm teollisia lietteitä ja kuonia on tutkittu. Näistä mainitakoon vanadiini- ja masuunikuunaan sekä anodiliejuun liittyvät tutkimukset. Lisäksi on tutkittu useiden sekundääri- aineiden soveltuvuutta akkukemikaalien valmistukseen. Ryhmä oli vahvasti mukana kehittämässä alkaliparistojen kierrätystä, ja ryhmän tutkimusidean pohjalta on perustettu Tracegrow-niminen yritys, joka tuottaa paristojätteestä lannoitehivenainetta.

4.3 Materiaalitekniikan tutkimus

Materiaali- ja konetekniikan tutkimusyksikön tavoitteena on edistää tieteellistä osaamista sekä luonnonvarojen kestävä ja teollista hyödyntämistä. Tutkimuksen pääpaino on terästen ominaisuuksien ja käytettävyyden kehityksessä sekä mallin-

nuksessa. Yksikkö toimii yhteistyössä sekä teollisuuden että tutkimuslaitosten kanssa niin Suomessa kuin ulkomaillakin. Organisaatio on jaettu viiteen tutkimusryhmään, joiden päätavoitteena on hyödyntää fysikaalista metallurgiaa tieteellisiin läpimurtoihin, mahdollistaa uusien teräslajien kehitys yhdessä teollisuuden kanssa ja rakentaa fysikaalisia ja matemaattisia malleja fokusalueiden ympärille:

1) Fysikaalinen metallurgia

Tutkimusryhmä keskittyy niihin fysikaalisen metallurgian perusilmiöihin, jotka muodostavat pohjan uusien terästen kehitykselle. Perustyökaluina ovat: fysikaalinen simulointi, laboratoriovalssaus, lämpökäsittely, mikrorakenteen mallinnus ja erilaiset mikroskopiat. Tutkimusryhmän pääpaino on prosessi- ja valmistusparametrien välisissä ilmiöissä, mikrorakenteissa ja mekaanisissa ominaisuuksissa. Ryhmä työskentelee tiiviissä yhteistyössä muiden tutkimusyksikköryhmien ja lukuisten kumppanien kanssa sekä Suomessa että ulkomailla.

2) Mallinnus

Mallinnuksen tutkimusryhmä keskittyy terästen mekaanisten ominaisuuksien ennustamiseen mallintamalla mikrorakenteen kehittymistä kuumavalssausprosesseista jäädytyksen kautta kuumauuhan kelaukseen. Termomekaanisissa prosessoinnissa plastinen deformaatio, lämpötila sekä aika määrittävät yhdessä mikrorakenteen muodostumiseen liittyvät ilmiöt kuten rekris-



Kuva 3. Litiumioniakkuihin liittyvä katodimateriaalien kehitystyö on keskeinen osa prof. Ulla Lassin tutkimusryhmän tutkimusosaamista.



Kuva 4. Oulun yliopistossa metallurgista tutkimusta tekevien yksiköiden fokusalueet.



Kestävän kemian tutkimusyksikkö
Prof. Ulla Lassi

- Litiumioniakkukemikaalien valmistus
- Kemiallinen saostus jätevesien käsittelyssä
- Teollisuuden sivutuotteiden hyödyntäminen



Materiaali- ja konetekniikan tutkimusyksikkö
Prof. Jukka Kömi

- Fysikaalinen metallurgia
- Muokkaus ja muovaus
- Mallinnus
- Lujat teräkset
- Väsyminen



Prosessimetallurgian tutkimusyksikkö
Prof. Timo Fabritius

- Pelkistysaineet ja pelkistysmetallurgia
- Primääri- ja sekundäärimetallurgia
- Kierrätys ja kestävät metallurgiset prosessit
- Uudet mittaus- ja käsittelymenetelmät metallurgiassa

tallisaation sekä faasimuutokset. Näiden ilmiöiden matemaattiset kuvaukset on yhdistetty FE-ohjelmistoon ja mallinnuksen tuloksia verifioidaan laboratorio- sekä prosessikoikein yhdessä terästeollisuuden kanssa. Toimivalla mallinnuksella on mahdollista kehittää haluttuja ominaisuuksia teräksen käytettävyydelle esim. optimoimalla termomekaanisen prosessoinnin parametreja. Mikrorakenteen kehittymistä mallinnetaan myös hitsausprosesseissa, jolloin voidaan ennustaa hitsausvyöhykkeen mekaanisia ominaisuuksia. Terästen ominaisuuksien ennustamisen lisäksi mallinnuksen ryhmässä simuloidaan valssausprosessien toimivuutta ja mahdollisten muutosten vaikutusta lopputuotteeseen sekä valmistustehokkuuteen.

3) Lujat teräkset

Tutkimusryhmä keskittyy erikoislujien terästen mekaniisiin ominaisuuksiin ottaen huomioon innovatiiviset yhdistelmät kemiallisessa koostumuksessa sekä erilaiset

kuumavalssaus- ja lämpökäsittelyprosessit. Tärkeimmät tutkimusmenetelmät ovat fysikaalinen simulointi sekä tuotantokokeet.

4) Väsyminen

Ryhmän tieteellisen osaamisen painopiste on teknisessä mekaniikassa ja matematiikassa. Tutkimuksen painopisteitä ovat metallien väsyminen, väsymisen mittaus- ja analyysitekniikat, väsymisen analysointi ja tähän liittyen rakenteiden mallintaminen. Tutkimuksessa painotetaan myös materiaalien kulumista, murtumismekaniikkaa ja tuoteominaisuuksien hajontaa (kuten pintailmiöt, materiaalien puhtaus, koostumushajonta). Tärkeimmät numeeriset työkalut ovat elementtimenetelmät (FEM) ja numeerinen simulointi (esimerkiksi MBS).

5 Yhteenveto

Tiivis ja pitkäjänteinen yhteistyö metallinjalostusyritysten kanssa sekä voimakkaasti laajentunut kansainvälinen verkostoituminen ovat mahdollistaneet tutkimuksellisen

ten painopistealueiden terävöittämisen ja korkeatasoisen tutkimustyön tekemisen. Terästudkimuksen valinta Oulun yliopiston strategiseksi profiloitumiskohteeksi vuonna 2016 on vahvistanut pitkäjänteistä tieteellistä tutkimusta. Metallinjalostuksen ekosysteemi tarjoaa myös houkuttelevia vaihtoehtoja uuden kiertotalouteen pohjautuvan liiketoiminnan luomiseen. Tämä on yksi merkittävimmistä painopistealueista myös Oulun yliopiston tutkimuksessa.

Metallinjalostukseen liittyvää tutkimusta tehdään vuosittain noin 120 tutkijan voimin tuottaen yli 100 kansainvälistä julkaisua sekä noin 10 tohtorintutkintoa. Oulun yliopiston tutkimusyksiköt ovat erikoistuneet omille vahvuusalueilleen niin materiaalitutkimuksessa kuin pyro- ja hydrometallurgiassakin. Tämä näkyy esimerkiksi erikoislujien terästen metallurgiassa, jossa CASR on julkaisujen laadulla mitattuna maailman johtavien tutkimuskeskusten joukossa.▲



SUSTAINABILITY EXPEDITION

SSAB on kestävä kehityksen matkalla, joka mullistaa teräksen elinkaaren – aina valmistuksesta loppukäyttöön. Masuuniemme hiilidioksidipäästöt ovat jo tällä hetkellä noin 7 % pienemmät kuin EU:ssa keskimäärin, mutta tähtäämme parempaan. Valokaariuunien ja HYBRIT-yhteistyöhankkeen myötä olemme matkalla kohti fossiilivapaata tuotantoa vuoteen 2045 mennessä.

Tuotantoprosessiemme lisäksi tuotteemme ovat osa ratkaisua, sillä asiakkaamme voivat vähentää hiilidioksidipäästöjään merkittävästi käyttämällä tuotteissaan SSAB:n erikoislujuja teräksiä.

Lue lisää: ssab.fi/kestavakehitys



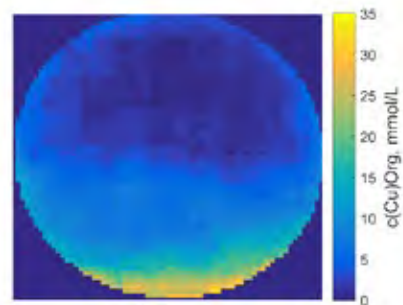
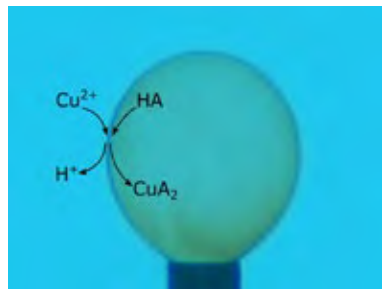
SSAB

Lappeenrannassa metallinjalostus on erotustekniikkaa

TEKSTI: **EVELIINA REPO, TUOMAS KOIRANEN, TUOMO SAINIO**

LUT-yliopistossa kemiantekniikan tutkimus on jo pitkään keskittynyt erotustekniikkaan. Mineraalien käsittely ja hydrometallurgia ovat alusta asti kuuluneet sen keskeisiin sovelluksiin. Nykyisessä organisaatiossa erotustekniikan tutkimusryhmien osoite on LUT School of Engineering Science. **Antti Häkkinen** hoitaa mekaanisiin erotustekniikoihin keskittyvää nesteen ja kiintoaineen erotuksen professuuria, **Mika Mänttari** membraanitekniikan professuuria ja Tuomo Sainio kemiallisten erotusprosessien professuuria. Uusimpana avauksena on Eveliina Revon apulaisprofessori (tenure-track), joka keskittyy hydrometallurgian sovelluksiin urban mining -ympäristössä. Mika Sillanpään tutkimusryhmässä jalostetaan metalleja vihreän kemian menetelmin. Tuomas Koirasen professori (kemian prosessijärjestelmät) tuo mukaan yksikköoperaatioiden yhdistämisen prosesseiksi ja Satu-Pia Reinikaisen kemiantekniikan digitalisaation professori modernit prosessidatan analyysimenetelmät.

Vahvasta panostuksesta erotusmenetelmien osaamiseen seuraa, että myös metallinjalostuksen tutkimus LUT-yliopistossa on menetelmälähtöistä eikä sovelluslähtöistä. Tämä mahdollistaa hyvinkin erilaisilla sovellusalueilla syntyneiden ideoiden hyödyntämisen metallinjalostuksessa. Esimerkiksi hydrometallurgialla ja lääkkeiden valmistuksella ei ensi silmäyksellä vaikutava kovin paljon tekemistä toistensa kanssa. Niitä kuitenkin yhdistävät arvokkaat tuotteet ja korkeat puhtausvaatimukset. Tuomo Sainio antaa esimerkin: ”Olemme kehittäneet jatkuvatoimisen ioninvaihtoprosessin epäpuhtauksien poistoon kobolttisulfaatista. Sen ydin on laitteisto, jota käytetään hyvin vaikeissa erotusongelmissa



Kuva 1: Aineensiirron tutkiminen yksittäisessä pisarassa. Toisin kuin yksinkertaisissa aineensiirtomalleissa oletetaan, kuparia ei siirry organisen faasin pisaraan tasaisesti joka puolelta.

kuten lääkeaineiden enantiomeerien erotuksessa.” Kyseinen menetelmä kobolttin puhdistamiseksi on toteutettavissa teollisessa mittakaavassa ja se on myös patentoitu [1]. Toinen vastaava esimerkki on sekundäärisistä lähteistä liuottamalla erotetun molybdeenin puhdistus. Siihen LUT-yliopistossa on sovellettu menetelmää, jonka tutkijat keksivät alun perin orgaanisten happojen talteenottoon sellutehtaan mustalipeästä [2, 3].

Kaikki alkaa perusilmiöistä

Lähtökohtana hydrometallurgian tutkimuksessa on perusilmiöiden ja erotusmateriaalien ominaisuuksien tunteminen ja ymmärtäminen. Näistä edetään teorioiden ja matemaattisten mallien avulla kohti yksikköoperaatioita, joita tutkitaan sekä koekellisesti että simuloinein. ”Kun emme ymmärrä joitakin havaintoja yksikköoperaatiotasolla, palaamme takaisin perusilmiöihin. Näin prosessikehitykseen tähtäävä tutkimus tuottaa jatkuvasti tuloksia myös perusilmiöistä ja teoreettisista malleista.” Sainio kertoo.

Tutkittavat perusilmiöt liittyvät tyyppillisesti faasitasapainoihin, virtaukseen, liuoskemian ja kiinteiden erotusmateriaalien ominaisuuksiin kuten huokoisuuteen, elastisuuteen tai foulaantumiseen. Harvinaisemmista erotuslaitteista mainittakoon jatkuvatoiminen korkean leikkausvoiman sekoittimella varustettu uuttoreaktori, jota voidaan operoida jopa alle sekunnin viipymääjalla. Näin päästään lähelle sitä aikaskaalaa, jossa neste-neste -uuton tasapainoreaktiot tapahtuvat. Professori Koirasen ryhmässä on sovellettu konenäköä tutkittaessa aineensiirtoa neste-neste -uutossa orgaanisen faasin ja vesifaasin välillä. Tutkijat ovat mm. pystyneet mittaamaan ja visualisoimaan kohdemetallin pitoisuusgradientteja uuttoreagenssia sisältävän orgaanisen faasin pisaran noustessa jatkuvan vesifaasin läpi [4]. [KUVA 1]

Erotusmateriaalit ratkaisevat paljon

Vanhan hokeman mukaan erotusprosessin toiminnan kannalta kolme keskeisintä tekijää ovat materiaalit, materiaalit ja materiaalit. Vaikka näin ei käytännössä kuiten-



Pilot-scale filter press



Continuous decanter centrifuge



Vacuum belt filter

Kuva 2: LUT-yliopiston laitteistoja nesteen ja kiintoaineen erotukseen.

kaan ole, erotusmateriaalien ominaisuudet vaikuttavat paljon sekä energia- että kemikaalikustannuksiin. LUT-yliopistossa pyritäänkin ensisijaisesti ottamaan kaikki hyöty irti jo kaupallistetuista erotusmateriaaleista prosessien olosuhteiden ja konfiguraatioiden optimoinnin keinoin. Aina riittävän selektiivisiä tai muilta ominaisuuksiltaan sopivia materiaaleja ei ole saatavilla. Silloin ne on kehitettävä itse.

Mika Sillanpään vihreän kemian tutkimusryhmässä erotusmateriaalien kehittämisellä on pitkät perinteet ja aiheesta on julkaistu satoja tutkimuksia. Eveliina Revon tutkimusryhmässä kehitetään metal-organic framework (MOF) –rakenteita liuenneiden metallien talteenottoon. MOF-rakenteet ovat metalleista ja orgaanisista ligandeista koostuvia verkkomaisia yhdisteitä, joiden ominaispinta-ala voi olla jopa 10 000 m²/g. Lisäksi MOF:ien funktionaalisuudet voidaan säätää toimimaan selektiivisesti tietyille metalleille, jolloin metallien fraktiointi liuoksista mahdollistuu. Yhteistyötä aiheen ympärillä tehdään



TU Delftin sekä Padovan yliopiston kanssa. Selektiivisiä ioninvaihtimia kehittää myös akatemitutkija Katri Laatikainen. Hänen tutkimuksensa keskittyy niin sanottuun ion imprinting –tekniikkaan, jossa selektiivisesti erotettava metalli on läsnä jo polymeerintavaiheessa [5]. Revon mukaan tavoitteena on, että laboratoriossa testattuja menetelmiä saadaan koelaitoskokoontaan ja niitä voidaan tulevaisuudessa käyttää isommissa mittakaavassa arvokkaiden metallien talteenottoon muun muassa vaihtoehtoisista raaka-aineista.

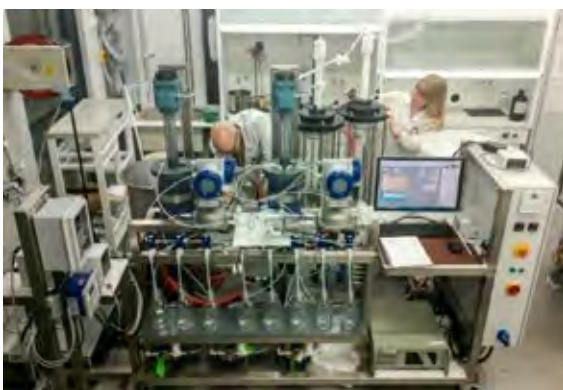
Membraanitekniikan sovellukset metallinjalostuksessa ovat perinteisesti keskittyneet suolaliuosten väkevöintiin

käänteisosmoosilla. Uusien kestävien membraanimateriaalien kehitys mahdollistaa tulevaisuudessa mm. nanosuodatuksen käytön esimerkiksi happojen ja metallisuolojen erotuksessa.

Laboratoriosta pilot-skaalaan

LUT-yliopiston Lappeenrannan kampuksella on merkittävä tutkimusinfrastruktuuri erotusprosessien kehitykseen. Erityisesti suodatuslaitteistojen valikoima, mukaan lukien painesuodattimet, vakuuminauhasuodattimet ja eri tyyppiset membraanisuodattimet, on erittäin kattava [KUVA 2]. Professori Häkkisen ryhmä on yhdessä LUT-yliopiston säätötekniikan tutkijoiden kanssa saavuttanut jopa 50% parannuksen vakuuminauhasuotimen energiatehokkuudessa.

Neste-neste –uutto voidaan tehdä panosreaktorien lisäksi jatkuvatoimisessa mixer-settler –kaskadissa ja uuttokolonnissa. Näitä on hyödynnetty perusmetallien liuospuhdistusten lisäksi esimerkiksi indiumin talteenotossa käytetyistä LCD-näytöis-



Ion exchange pilot



Continuous ion exchange

Kuva 3: Ioninvaihtoon perustuvia erotusprosesseja tutkitaan sekä panos- että jatkuvatoimisissa laitteissa.

tä ja Li-ioniakkujen arvokkaiden metallien kierrätyksessä. Myös ioninvaihdossa voidaan prosessoida satojen litrojen syöttötilavuuksia tai tehdä jatkuvatoimista erotusta monikolonnillaiteella [KUVA 3].

Viime vuosien investoinnit laboratorio-skaalaa suurempiin laitteisiin mahdollistavat erotusprosessien yhdistämisen tutkimuksen. Esimerkiksi membraanisuodatusta voidaan käyttää esi- tai jälkikäsitteilynä perinteisemmille hydrometallurgisille liuospuhdistusvaiheille kuten ioninvaihdolle tai neste-neste -uutolle.

Prosessikehityksen viemistä laboratoriotiota pidemmälle tukee matemaattisen mallinnuksen ja simuloinnin osaaminen. LUT-yliopistossa on pitkään kehitetty ilmiöpohjaisia malleja hyödyntäviä simulointityökaluja esimerkiksi liuotukseen, neste-neste -uuttoon ja ioninvaihtoon. Tällaisilla työkaluilla voidaan tarkastella prosessien ajotavan ja konfiguraatioiden vaikutusta tuotteiden saantoon ja puhtauteen. Simulointitulosten arvo riippuu paljon mallien parametrien luotettavuudesta. Tähän kiinnitetään huomiota sekä koesuunnittelun että luotettavuusanalyysin avulla [6, 7]. Kun tavallisista tietokoneista loppuu puhti, laskenta viedään CSC:n Taito-superklusteriin.

Mallien validointi tehdään joko LUT-yliopiston pilot-skaalan laitteilla tai hyödyntämällä yrityskumppanien teollisen skaalan laitteista mitattua dataa. Esimerkiksi saostusprosesseja ja kullan tiosulfaattiliuotuksen hydrodynamiikkaa on mallitettu virtauslaskennan keinoin ja validoimalla mallit prosessitomografian ja paikallisten virtausnopeusmittausten avulla.

Kiertotalous ja vaihtoehtoiset raaka-aineet

Kiertotalous ja vaihtoehtoisten raaka-aineiden hyödyntäminen lisäävät erotustekniikan tarvetta prosessiteollisuudessa. Metallinjalostuksessa kiertotalous on toki ollut arkipäivää jo pitkään. Tällä hetkellä kiertotalouden toimintaympäristöt ja arvoketjut ovat muuttumassa nopeasti. Tästäkin näkökulmasta LUT-yliopiston menetelmälähtöinen tutkimusstrategia on osoittautunut toimivaksi. Vielä muutama vuosi sitten harvinaisten maametallien kierrätys käytetyistä loisteputkista oli monissa yliopistoissa aktiivisen tutkimuksen kohteena. Sitä tarkasteltiin myös Sami Virolaisen väitöskirjassa [8]. Sitten LEDit ovat monin paikoin korvanneet loisteputket, mutta REE-pitoisten sakkojen käsittelymenetelmille on löytynyt nopeasti uutta

kysyntää. ”Sähköisen liikkumisen lisääntyminen kasvattaa kestomagneettien tarvetta merkittävästi. Niihin tarvitaan esimerkiksi hyvin puhdasta neodyymia. Sitä voidaan kierrättää käytetyistä magneeteista, mutta sitä on saatavilla myös eräistä REE-pitoisista sivuvirroista”, kertoo nykyisin tutkijatohtorina LUT-yliopistossa työskentelevä Virolainen. Yksi tällainen vaihtoehtoinen raaka-aine on fosfaattilannoitteiden valmistuksen sivutuotteena syntyvä fosfokipsisakka. LUT-yliopiston tutkimushankkeissa kehitetään parhaillaan selektiiviseen ioninvaihtoon perustuvaa tekniikkaa tällaisen sakan käsittelyyn.

Akkumetallit ja erityisesti niiden saatavuuden turvaaminen ja tulevaisuuden kierrätysprosessien kehittäminen ovat yksi tämän hetken kuumimmista tutkimuskohdeista. Suomi on tässä kansainvälisesti merkittävä tekijä sekä raaka-ainevarojen että prosessitekniologiansa ansiosta. LUT-yliopiston erotustekniikan tutkimus tarjoaa ratkaisuja myös akkumetallien saatavuuteen. Yhteistyökumppanien kanssa on kehitetty sekä primääristen litium-, koboltti- ja nikkeli-aineiden prosessointia että käytettyjen litium-kemiaan perustuvien akkujen kierrätystä [9, 10]. ”Pohjatyt esimerkiksi litium-ioniakkujen kierrätykselle on jo tehty sekä meillä että maailmalla. Nyt tarkastellaan sitä, tulisiko kierrätyslaitoksen tehdä puhtaita metalleja vai jatkojalostettavia välituotteita”, Sami Virolainen sanoo.

Vaihtoehtoiset raaka-aineet ovat luopin alla myös Eveliina Revon tutkimusryhmässä. ”Arvokkaiden metallien kierrätys on kannattavaa sekä ympäristöllisestä että taloudellisesta näkökulmasta”, Repo sanoo. Hänen mukaansa tällä hetkellä vuosittain menetetään kymmeniä miljardeja euroja pelkästään elektroniikkaromun sisältämien metallien mukana, mutta samanaikaisesti näitä metalleja louhitaan raakamineraaleista eli uusiutumattomista luonnonvaroista ympäristöä uhkaavilla menetelmillä.

Keskeiset erotusmenetelmät Revon tutkimuksessa ovat sähkökemiallinen metallien liuotus ja talteenotto sekä ioninvaihto. Sähkökemian hyödyntämisellä pyritään vähentämään vahvojen happojen käyttöä ja tehostamaan liuotusta. Kennojen suunnittelussa ja valmistamisessa hyödynnetään 3D-tulostusta, jolloin niiden geometriat ja huokoisuudet pystytään räätälöimään käyttötarkoitusta varten optimaalisiksi. Lisäksi tässä tutkimuksessa on tarkoitus hyödyntää kehittyneitä mallinnusta talteenoton ilmiöiden selittämiseksi ja pilot-mittakaavan laitteiston suunnittelua varten.

”Tavoitteenamme on rakentaa myös kattava tutkimustahojen ja yritysten välinen metallien kierrätystä edistävä verkosto Kaakkois-Suomen alueelle. Näin saadaan raaka-ainevirtojen tuottajat ja metallien käyttäjät kohtaamaan, mikä mahdollistaa teollisten symbioosien syntyminen”, kertoo apulaisprofessori Repo. ”Selvitämme myös sitä, miten paljon harvinaisia maametalleja löytyy alueen erilaisista sivuvirroista ja mikä taloudellinen potentiaali talteenotolla voidaan saavuttaa”, Repo jatkaa. ▲

Lue lisää

1. Sainio, T., Suppula, I., A method for purification of a cobalt containing solution by continuous ion exchange, EP2960209B1
2. Laatikainen, M., Laatikainen, K., Heinonen, J., Sainio, T., (2018) Recovery of Metal Oxoanions from Basic Solutions Using Cooperative Sorption – Separation of Na₂MoO₄ and NaOH, Chem. Eng. J., 341, 578-587
3. Hellstén, S., Heinonen, J., Sainio, T., (2013) Size-exclusion chromatographic separation of hydroxy acids and sodium hydroxide in spent pulping liquor, Sep. Purif. Technol., 118, 234-241
4. Tamminen, J., Lahdenperä, E., Koiranen, T., Kuronen, T., Eerola, T., Lensu, L., Kälviäinen, H., (2017) Determination of single droplet sizes, velocities and concentrations with image analysis for reactive extraction of copper, Chem. Eng. Sci., 167, p. 54-65.
5. Laatikainen, K., Branger, C., Coulomb, B., Lenoble, V., Sainio, T., (2018) In situ complexation versus complex isolation in synthesis of ion imprinted polymers, React. Funct. Polymers, 122, 1-8
6. Vasilyev, F., Virolainen, S., Sainio, T., (2018) Modeling the liquid-liquid extraction equilibrium of iron (III) with hydroxyoxime extractant and equilibrium-based simulation of counter-current copper extraction circuits, Chem. Eng. Sci., 175, 267-277
7. Seisko, S. Lampinen, M., Aromaa, J., Laari, A., Koiranen, T., Lundström, M., (2018) Kinetics and mechanisms of gold dissolution by ferric chloride leaching, Min. Engng., 115, 131-141
8. Virolainen, S., (2013) Hydrometallurgical recovery of valuable metals from secondary raw materials, Acta Universitatis Lappeenrantaensis 554
9. Virolainen, S., Fallah Fini, M., Laitinen, A., Sainio, T., (2017) Solvent extraction fractionation of Li-ion battery leachate containing Li, Ni, and Co. Sep. Purif. Technol. 179, 274-282
10. Virolainen, S., Fallah Fini, M., Miettinen, V., Laitinen, A., Haapalainen M., Sainio, T., (2016) Removal of calcium and magnesium from lithium brine concentrate by continuous counter-current solvent extraction, Hydrometallurg, 162, 9-15

ALWAYS

Warman

SINCE. 1938



ALWAYS INNOVATING

A NEW GENERATION OF GREAT

For 80 years Warman has been at the forefront of pump technology. The second generation WGR® is no exception. We've listened to what you need and innovated to create a pump that works harder than ever. The replaceable impeller and liners are manufactured using Linatex® premium rubber, a proven performer in the sand and aggregate market. Plus the streamlined slurry flow path reduces recirculation and energy consumption, making this the best pump we've ever designed for sand and aggregate sites. Visit www.warman.weir to learn more.

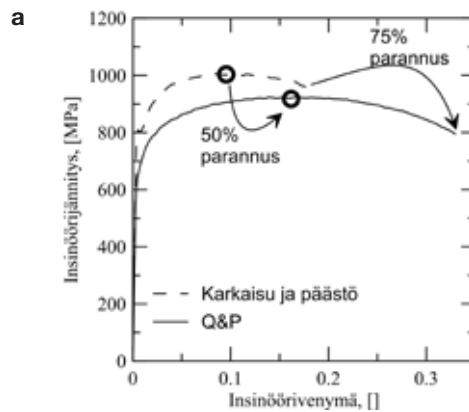
WEIR

Minerals
www.warman.weir

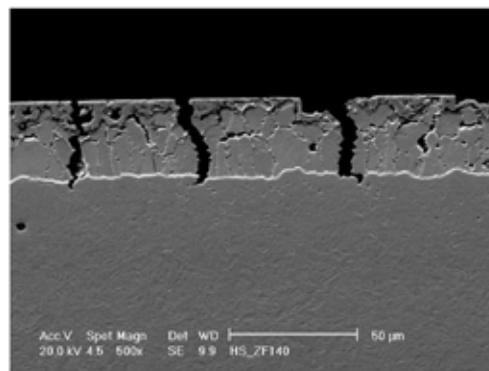
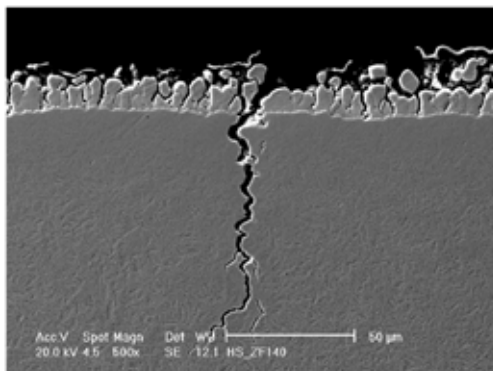
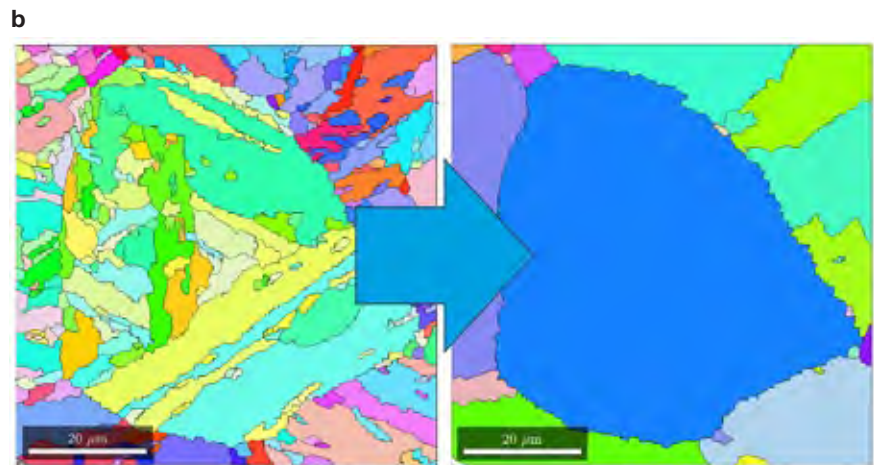
Monipuolisesti metalleista – metallurginen tutkimus Tampereen yliopistossa

TEKSTI: P. PEURA JA V-T. KUOKKALA

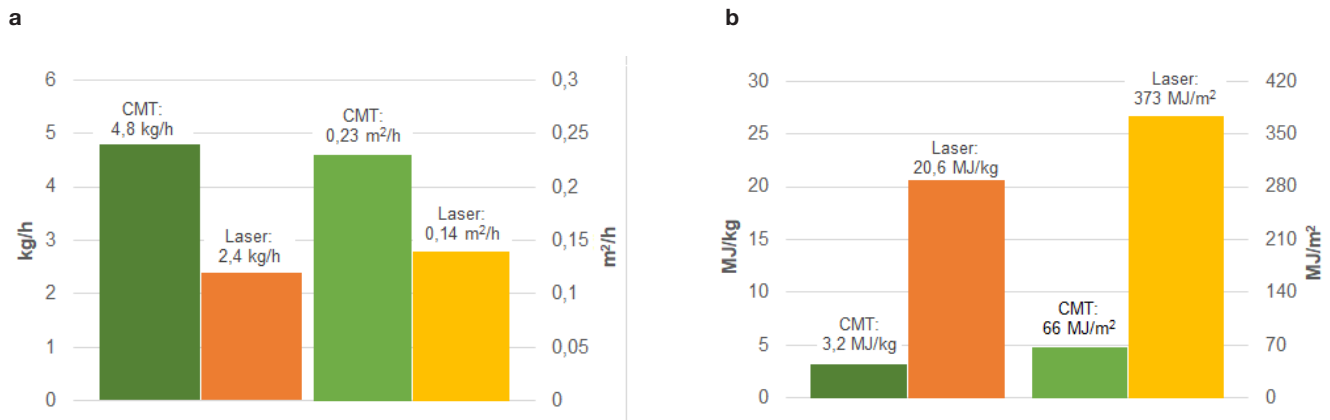
Tampereella metallurginen opetus ja tutkimus sijoittuvat vuoden 2019 alusta lukien Tampereen yliopiston Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunnan Materiaalitieteen ja ympäristötekniikan yksikköön. Tällä hetkellä pääosa metallurgisesta tutkimuksesta tehdään neljässä tutkimusryhmässä, joista professori Pasi Peuran Metalliteknologian tutkimusryhmä tutkii ja kehittää nykyaikaisia metallimateriaaleja. Professori Petri Vuoriston Pinnoitustekniikan ryhmän tutkimustoiminta painottuu erilaisiin pinnoitus- ja pintakäsittelyteknologioihin. Kulumisen ja suurten muodonmuutosnopeuksien vaikutuksia metalleihin tutkivat puolestaan professori Veli-Tapani Kuokkala ja apulaisprofessori (tenure track) Mikko Hokka tutkimusryhmineen. Edellisten lisäksi Materiaalikirjasto- ja tutkimusryhmä professori Minnamari Vippolan johdolla tuo monipuolista karakterisointimenetelmien osaamista myös metallien tutkimukseen. Materiaaleihin liittyvä aktiivinen tutkimustoiminta alkoi Tampereella vuonna 1969, kun metalliteknologian professuuri perustettiin ja sitä hoitamaan nimitettiin



Kuva 1. Alumiiniseostainen hiiliteräs, hehkutettu 1200°C lämpötilassa ja karkaistu huoneenlämpötilaan. a) Q&P käsittelyn vaikutus ominaisuuksiin, b) esimerkki austeniitin rekonstruoidusta raerakenteesta (Nyysönen ym. 2016)



Kuva 2. Prosessiparametrien optimoinnin vaikutus teräksen ja sinkkipohjaisen pinnoitteen säröilyyn. a) tyypilliset prosessiparametrit, b) pinnoitteen ja teräksen faasimuutosten suhteen optimoidut prosessiparametrit. (Järvinen ym. 2016)



Kuva 3. Laser- ja CMT –prosessien vertailu, a) tuottavuus, ja b) energian kulutus. (Näkki 2018)

professori Pentti Kettunen. Jo alusta lähtien Metalliteknologian laboratorion ja vuodesta 1973 lähtien Materiaaliopin laitoksen tutkimus- ja teollisuusyhteistyö on ollut erittäin laajaa ja monipuolista. Ensimmäisinä vuosikymmeninä tutkimusaiheet liittyivät mm. hitsaukseen, korroosioon, korkean lämpötilan materiaaleihin, kupari- ja superseoksiin sekä sulasammutuksella valmistettuihin amorfisiin metalleihin. Väsymiseen liittyvät metallurgiset ilmiöt olivat yksi useita tutkimusprojekteja yhdistänyt aihe, ja varsinkin kupariin liittyvä tieteellinen tutkimus oli myös kansainvälisesti hyvin korkeatasoista. Myöhemmin tutkimustoiminta laajeni mm. materiaalien käyttäytymiseen suurilla muodonmuutosnopeuksilla sekä Valimoinstituutin perustamisen myötä myös mm. valujen optimointiin. Tiivis yhteistyö teollisuuden kanssa on ollut koko ajan leimallista Tampereella tehtävälle materiaalitutkimukselle, ja tämän toiminnan laajuutta kuvaa hyvin mm. vuonna 2014 silloisen Materiaaliopin laitoksen saama 11 milj. € SHOK-rahoitus kahdessa tutkimusohjelmassa (Breakthrough Steels and Applications ja Hybrid Materials).

Kansainvälinen tutkimusyhteistyö alkoi pohjoismaisena jo v. 1974 Nordforskin puitteissa, josta se laajeni 1980-luvun alussa EU:n COST 501 –projektien kautta useita eurooppalaisia maita kattavaksi. Myös yhteistyö ja tutkijanvaihto amerikkalaisten Argonne National Laboratoryn ja Los Alamos National Laboratoryn kanssa oli erityisesti 1980- ja 1990 -lukuilla erittäin vilkasta. Suomen liittyttyä Euroopan unioniin suuri osa kansainvälisestä tutkimusyhteistyöstä on toteutettu EU-projekteissa, mutta merkittävää yhteistyötä on tehty edelleen myös muissa projekteissa useiden eurooppalaisten ja amerikkalaisten tutkimuslaitosten ja yliopistojen kuten Fraunhofer-instituuttien,

Modenan yliopiston, Colorado School of Minesin, Purdue Universityn ja Ohio State Universityn kanssa.

Neljä tutkimusryhmää

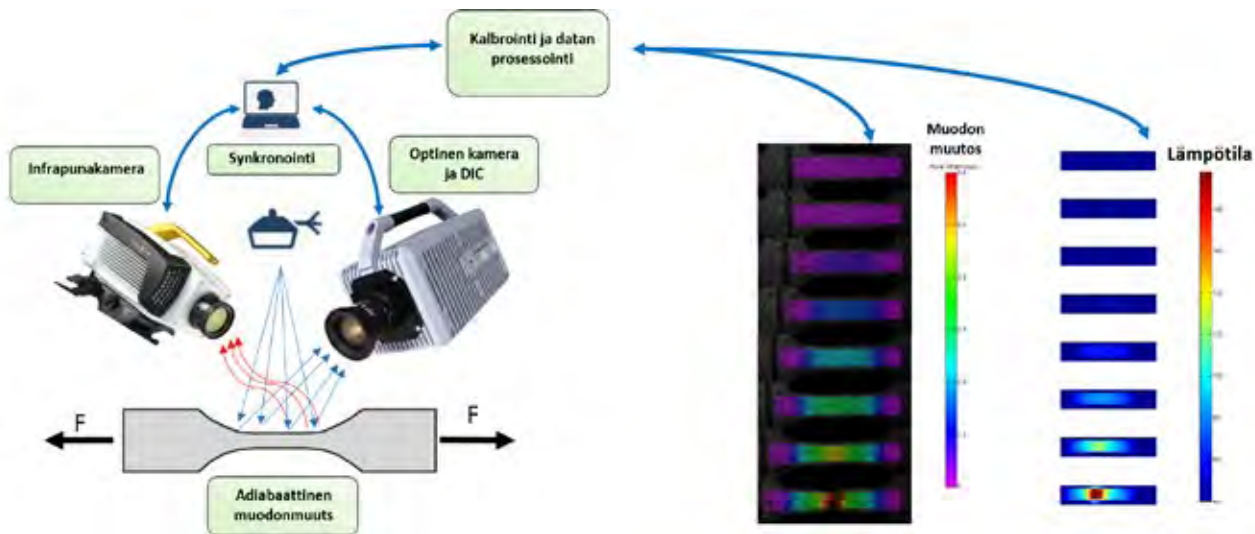
Kuten edellä jo mainittiin, metallurgiaan liittyvä tutkimus keskittyy Tampereella neljään eri tutkimusryhmään. Näistä Metalliteknologian ryhmän tutkimusalueena ovat eri metallien ja metalliseosten valmistukseen ja käyttöön liittyvät ilmiöt. Yhden keskeisen alueen muodostavat lämpökäsittelyt, erityisesti niissä muodostuvat mikrorakenteet ja niiden vaikutus käyttöominaisuuksiin. Tällä hetkellä ryhmän työt jakautuvat kahteen alueeseen: osa töistä liittyy uusiin metalliseoksiin, alumiiniin ja värimetalleihin, ja hiukan suurempi osa autoteollisuuden nykyaikaisten monifaasiterästen ja muottiin karkaistavien booriterästen tutkimiseen.

Monifaasiterästen osalta tutkimuksissa keskitytään ns. M³ (Multiphase-Multiscale-Metastable) periaatteeseen. Tämän vuoksi monifaasiterästen tutkimustyö liittyy DP (Dual-Phase), CP (Complex-Phase) ja Q&P- teräsiin (Quench & Partition). Tärkein teräsiin liittyvä havainto on Q&P mekanismin toimivuus alumiinilla seostetuissa teräksissä /1/. Teräksen ominaisuudet muodostuvat erinomaisiksi, kun se austenoinnin jälkeen karkaistetaan hiukan martensiitin muodostumislämpötilan alapuolelle, jossa sitä pidetään hetki ennen lämpötilan nostoa hiukan yli martensiitin muodostumislämpötilan. Saadut tulokset osoittavat, että koostumuksen, lämpötilan ja ajan suhteen optimoidun käsittelyn seurauksena alumiiniseostettujen terästen rakenteeseen muodostuu interkriittisen ferriitin lisäksi hyvin hienojakoista martensiitin ja jäännös-austeniitin seosta. Ominaisuuksissa tämä näkyy lujuustasoon nähden erinomaisena

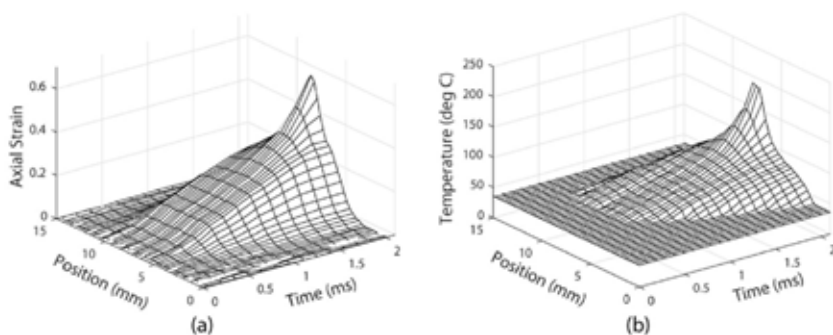
venymänä (kuva 1a). Tutkimuksen sivutuotteena kehitettiin myös algoritmi, jonka avulla pystytään määrittämään EBSD datasta vaivattomasti alkuperäisten austeniittirakeiden orientaatio ja koko (kuva 1b) /2/. Q&P –tutkimusta ollaan laajentamassa myös ruostumattomiin teräsiin ja sovel-luspuolella kulumiseen.

Muottiin karkaistuja booriteräksiä käytetään nykyisin yhä enenevässä määrin autojen turvaosissa. Metalliteknologian ryhmä on tutkinut tätä menetelmää ja karkaistavien metallien (booriteräs, alumiini) käyttäytymistä sekä mahdollisuutta nostaa nykyisten muottiin karkaistavien terästen murtolujuutta. Metallipinnoitettu booriteräs on menetelmän tulevaisuuden materiaali, joskin prosessi on erityisesti pinnoitteille haastava. Tutkimustulokset ovat osoittaneet, että optimoimalla prosessiparametreja voidaan pinnoitteen ja teräksen faasimuutoksia kontrolloida siten, että pinnoitteesta teräkseen helposti etenevä haitallinen säröily estetään (kuva 2). Samalla on ymmärretty, kuinka teräksen lujuuden nostaminen koostumusta muuttamalla vaikuttaa pinnoitteen kehittymiseen.

Edellä mainittujen materiaalien ja menetelmien lisäksi Metalliteknologian ryhmässä tutkitaan ns. korkean entropian seoksia (HEA, High Entropy Alloys), jotka perinteisistä yhden pääkomponentin seoksista poiketen sisältävät vähintään neljä eri komponenttia, atomiprosentteina suurin piirtein yhtä paljon kutakin. Seosten korkeasta entropiasta johtuen on mahdollista saada eri alkuaineet säilymään liuoksessa myös huoneenlämpötilassa. Näin muodostuneiden seosten ominaisuudet ovat yleensä erittäin hyvät: hiukan seostuksesta riippuen ne ovat sekä lujia että sitkeitä ja kestävätkä hyvin korroosiota ja korkeita lämpötiloja. HEA –seoksilla mm. hehkutusten pitkäai-



Kuva 4. Samanaikainen muodonmuutoksen ja lämpötilan mittaus suurella muodonmuutosnopeudella tehdyssä vetokokeessa. (Hokka 2018)



Kuva 5. Austeniittisen ruostumattoman teräksen AISI 316 aksiaalinen muodonmuutos- ja lämpötilajakauma myötönopeudella 200 s^{-1} suoritetussa vetokokeessa. (Seidt ym. 2016)

kaisvaikutukset sekä suuren muodonmuutosnopeuden muodonmuutosmekanismit ovat erittäin kiinnostavia ja ajankohtaisia tutkimuskohteita.

Pinnoitteilla kestävyttä ja toiminnallisuutta

Prof. Vuoriston pinnoitustekniikan ryhmän tutkimustoiminta painottuu erilaisten materiaalien pinnoitus- ja pintakäsittelyihin. Tutkimuskokemusta ryhmällä on useiden teknologioiden osalta jo lähes 30 vuoden ajalta. Yksi perustavoitteista on osata ja hallita pinnoitusprosessien parametrien, pinnoitteiden rakenteiden ja ominaisuuksien väliset riippuvuudet. Sovelluslähtöinen pinnoitteiden tutkimustoiminta painottuu moderneihin toiminnallisiin ja suoja-pinnoitteisiin. Tärkeimmät tutkittavat pinnoitusprosessit ovat termisen ruiskutuksen eri teknologiat, laser- ja hitsauspinnoitus sekä ohutkalvotekniikat. Tutkimuslaboratoriossa on käytössä moderneja termisen

ruiskutuksen menetelmiä, kuten plasma-, HVOF-, HVOF-, valokaari-, cold spray- ja liekkiruiskutus. Paksujen pinnoitteiden valmistukseen käytetään suurteholaser- ja CMT-hitsauslaitteita, kun taas ohutpinnoitteet valmistetaan PVD-menetelmiin kuuluvalla sputterointitekniikalla. Pinnoitemateriaaleina käytetään erilaisia metalleja ja niiden seoksia, kovametalleja sekä keraamisia materiaaleja. Tutkittavien pinnoitteiden käyttösovellukset ovat löydettävissä mm. korrosio- ja kulumissuojauksesta, korkealämpötilakäytöstä energiatekniikan alueella, erilaisesta toiminnallisuudesta kuten kitkan alentaminen, pintojen jäätyminen estäminen, sähköeristäminen jne. Vuodesta 2015 lähtien ryhmä on tehnyt tiivistä yhteistyötä VTT:n kanssa termisen ruiskutuksen laboratoriossa Thermal Spray Center Finland eli TSCF. Pinnoitustekniikan tutkimusta toteutetaan sekä kotimaisissa että kansainvälisissä tutkimushankkeissa ja teollisuuden kanssa tehtävissä

yhteistyöprojekteissa. Tutkimusryhmä tekee kansainvälisesti korkeatasoista tutkimusta ja kouluttaa alan osajia niin teollisuuden kuin akateemisen tiedemaailman tarpeisiin. Osoituksena ansiokkaasta toiminnasta pinnoitustutkimuksen alueella American Society of Materials International (ASM International) on antanut professori Vuoristolle mm. arvostetut Fellow of ASM (2015) ja TSS Hall of Fame (2017) tunnustukset.

Laajan ja pitkäaikaisen termisen ruiskutuspinnoituksen tutkimuksen lisäksi viime vuosien aikana ryhmässä on tutkittu mm. CMT (Cold Metal Transfer) hitsausmenetelmää useassa eri projektissa. Menetelmä on erittäin tehokas, sillä esimerkiksi Inconel 625 -lisäainetta saadaan pinnoitteeksi CMT -menetelmää käytettäessä jopa 5 kg/h , kun esimerkiksi laserimenetelmällä jäädään helposti puoleen tästä. Myös energian kulutus on CMT -menetelmässä huomattavasti pienempi kuin tyypillisissä laserhitsausmenetelmissä (kuva 3) /4/.

Suuriin muodonmuutosnopeuksiin ja kulumiseen liittyvät ilmiöt tutkimuskohteina

Prof. Kuokkalan tutkimusryhmän painopiste on suuriin muodonmuutosnopeuksiin ja materiaalien kulumiseen liittyvissä ilmiöissä. Hänen johdollaan Tampereelle rakennettu suurten muodonmuutosnopeuksien tutkimuslaboratorio on yksi maailman parhaiten varustelluista ns. Hopkinsin Split Bar -laboratorioista, jonka erikoisuutena ovat mm. suurnopeuskokeet erittäin laajalla lämpötila-alueella, n. $-150 \text{ }^\circ\text{C}$... $1000 \text{ }^\circ\text{C}$. Professori Kuokkala oli myös yhtenä perustajana Tampere Wear Centerissä (TWC), joka on

kulumistutkimukseen keskittyvä kansainvälisesti merkittävä osaamiskeskittymä. TWC:n päätutkimusalueina ovat raskas abrasiivinen ja iskevä kuluminen sekä koneosien tribologia. TWC:n monipuolinen ja moderni tutkimusinfrastruktuuri sekä sen materiaalitekniikkaan ja kulumiseen erikoistunut tutkijaryhmä mahdollistavat pitkäjänteisen tieteellisen tutkimustyön sekä teollisuuden tarvitseman soveltavan tutkimuksen ja tuotekehityksen tuen. Koska TWC:n toiminta perustuu erityisesti kulumisen tieteelliseen ymmärtämiseen, sen tieteellinen julkaisu toiminta on erittäin vilkasta. Kansainvälisissä alan lehdissä julkaistujen artikkelien lisäksi TWC on parin viime vuoden aikana tuottanut myös kymmenen väitöstyötä ja tekniikan tohtoria. Väitöstöiden tutkimusaiheita ovat olleet mm. kulumistestien korrelaatio käytön aikaiseen kulumiseen, kivien ominaisuuksien vaikutus terästen, kovametallien ja valkoisten valuratojen kulumiseen, sovelluslähtöinen kulumiskestävien terästen testaus kaivosteollisuudessa, sekä puristuksen ja liukumisen vaikutus kulumiskestäviin teräksiin ja murskaustyön määrään mineraaleja murskattaessa.

Apulaisprof. Hokan tutkimusalue liittyy materiaalien dynaamiseen plastisuuteen, vaurioitumiseen ja murtumiseen. Suuria muodonmuutosnopeuksia esiintyy mm. erilaisissa valmistusprosesseissa, auto-onnettomuuksissa sekä erilaisissa ballistisissa törmäyksissä. Yleisimmät tutkimusryhmän käyttämät tutkimusmenetelmät perustuvat Hopkinson Split Bar -tekniikkaan sekä erilaisiin törmäystesteihin, joiden antamia tuloksia analysoidaan joko elastisten aaltojen etenemiseen liittyvien teorioiden tai suurnopeusvideokameroiden tuottaman kuvamateriaalin avulla. Yleisinä tutkimus-

kysymyksinä ovat ulkoisten olosuhteiden kuten lämpötilan ja kosteuden vaikutukset materiaalien dynaamiseen käyttäytymiseen. Tutkimusryhmä kehittää myös jatkuvasti uusia kokeellisia tutkimusmenetelmiä eri muodonmuutosnopeus- ja lämpötila-alueille sekä erilaisia suurnopeusvideokuvaukseen ja digitaaliseen kuvakorrelaatioon perustuvia dynaamisen materiaalikirakterisoinnin tekniikoita.

Yhteistyössä Ohio State Universityn kanssa prof. Kuokkala ja apulaisprof. Hokka ovat kehittäneet myös nopean muodonmuutoksen ja sen indusoiman lämpötilan nousun samanaikaisia ns. full-field mitaustekniikoita, jotka mahdollistavat materiaalien dynaamisen käyttäytymisen ja siihen liittyvän adiabaattisen kuumenemisen tutkimisen aivan uudella tavalla (kuva 4). Uudet tekniikat mahdollistavat materiaalin käyttäytymisen kokeellisen tutkimisen myös monissa teollisissa prosesseissa, kuten muovauksessa, tyssäyksessä ja takomisessa. Saadut tulokset, joista esimerkkinä on kuvassa 5 austeniittisen ruostumattoman teräksen AISI 316 aksiaalinen muodonmuutos- ja lämpötilajakauma myötönopeudella 200 s^{-1} suoritettussa vetokokeessa, mahdollistavat mm. tarkempien matemaattisten materiaalmallien kehittämisen prosessien simulointia ja optimointia varten.

Metallurgisen tutkimuksen tulevaisuudennäkymät uudessa Tampereen yliopistossa (TAU) näyttävät edelleen erinomaisilta. Kansallisen tutkimusrahoituksen merkittävien leikkausten vuoksi muutaman hiukan hiljaisemmän vuoden jälkeen teollisuuden kanssa yhteistyössä tehtävien projektien määrä on alkanut jälleen kasvaa, ja muutama vuosi sitten aloitetun investointiohjelman kautta materiaalikirakterisoinnin laitekantaa on uudistettu voimakkaasti.

Muun muassa Hopkinson Split Bar-laboratorio on täysin uudistettu ja sen käyttöön on hankittu mm. suurnopeuslämpökamera (kuvausnopeus jopa 90,000 kuvaa sekunnissa), joka mahdollistaa muodonmuutoksen ja sen aiheuttamien lämpötilamuutosten samanaikaisen määrittämisen myös suurilla muodonmuutosnopeuksilla tapahtuvissa testeissä. Yksi osa tätä uudistustoimintaa on myös prof. Minnamari Vippolan johtaman koko yliopiston yhteisen mikroskopiakeskuksen perustaminen ja uusien ajantasaisten analyysilaitteiden hankkiminen sinne. ▲

Lähdeteokset

- Järvinen, H., Järn, S., Lepikko, E., Järvenpää, M., Peura, P., (2016) ZnFe Coated 22MnB5 Steels in Direct Press Hardening: the Relationships between Coating Structure and Process Parameters, Key Engineering Materials; , Vol. 674, p331
- Nyyssönen, T., Isakov, M., Peura, P., Kuokkala V.-T. (2016) Iterative Determination of the Orientation Relationship between Austenite and Martensite/Bainite from a Large Amount of Grain Pair Misorientations, Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science, Vol. 47, No. 6, p. 2587-2590
- Nyyssönen, T., Peura, P., Kuokkala, V.-T., (2018) Crystallography, Morphology and Martensite Transformation of Prior Austenite in Intercritically Annealed High-Aluminium Steel, Metallurgical and Materials Transactions A, 49 (12), pp. 6426-6441
- Näkki, J. (2018). "Properties of alloy 625 claddings made with laser and CMT methods". (Tampere University of Technology. Publication; Vol. 1593). Tampere University of Technology
- Seidt, J.D., Kuokkala, V.-T., Smith, J.L., Gilat, A. (2017) Synchronous Full-Field Strain and Temperature Measurement in Tensile Tests at Low, Intermediate and High Strain Rates, Experimental Mechanics 57:219-229

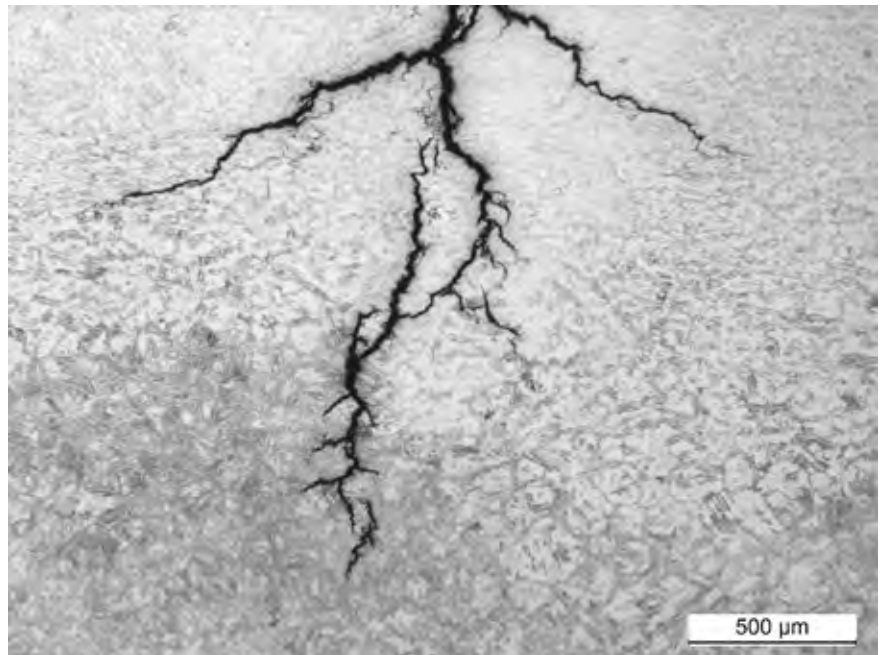
The logo for FERROVAN features the word in a bold, sans-serif font. The letters 'F', 'E', 'R', 'O', 'V', and 'A' are in a light grey color, while the 'R' and 'O' are in a bright yellow color. The 'O' is a solid circle, and the 'R' is a solid block letter. The background is a dark, gradient grey with some light streaks.

Materiaalitutkimus vaurio- ja elinikäanalyysien pohjana

TEKSTI: SATU TUURNA, SANNI YLI-OLLI, TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY

Prosessilaitteissa ja komponenteissa voi esiintyä odottamattomia vaurioita, jotka vaadittavien korjaustöiden, mahdollisen komponenttien uusimisen ja tuotannonmenetysten vuoksi voivat johtaa suunnittelemattomien kustannusten merkittävään nousuun. Joissakin tapauksissa vaurion syy on itsestään selvä ja asianmukaisesti ennaltaehkäiseviin toimenpiteisiin voidaan ryhtyä heti, mutta monissa tapauksissa vaurio- ja/tai juurisyyanalyysi on tehtävä, jotta ymmärretään odottamattomaan vaurioon johtaneet syyt ja toistuminen voidaan estää. Erityisesti laitteissa, jotka vaurioituessaan aiheuttavat suuret henkilö- tai taloudelliset vahingot, on syytä kiinnittää erityistä huomiota ennakoivaan toimintaan. Tätä varten kehitetään jatkuvasti tarkempia menetelmiä ja malleja komponenttien jäljellä olevan eliniän määrittämiseen. VTT tekee materiaalien ja komponenttien vaurioanalyysia sekä jäljellä olevan eliniän määrittämiä, jotka perustuvat mm. materiaali- ja käyttöympäristötietoihin, metallografiseen tutkimukseen sekä erilaisiin mekaaniisiin testausmenetelmiin. Monipuolinen tutkimuslaitteista ja asiantunteva metallurgian laboratorio mahdollistavat erityyppisten ongelmatilanteiden ratkaisun ja tutkimuksen laajalle teollisuuskentälle kylmistä kuumiin käyttöolosuhteisiin.

Yleisimmin vaurio- ja juurisyyanalyysit tarkoittavat vaurioituneen rakenteen analysointia ja vauriomekanismin selvitystä. Niitä käytetään selvitetessä, miksi rakenne vaurioitui, onko korjaaminen mahdollista ja miten se optimoidusti tehdään. Jos tapahtunut vaurio voidaan korjata, arvioidaan mikä on korjatun rakenteen keskoikä tai suositeltava huolto/tarkastusväli. Vaurioanalyysia voidaan käyttää laitteiden elinikäarvioiden pohjana, jolloin tuotantovarmuus paranee oikea-aikaisen kompo-



KUVA JOHANNA LUKIN

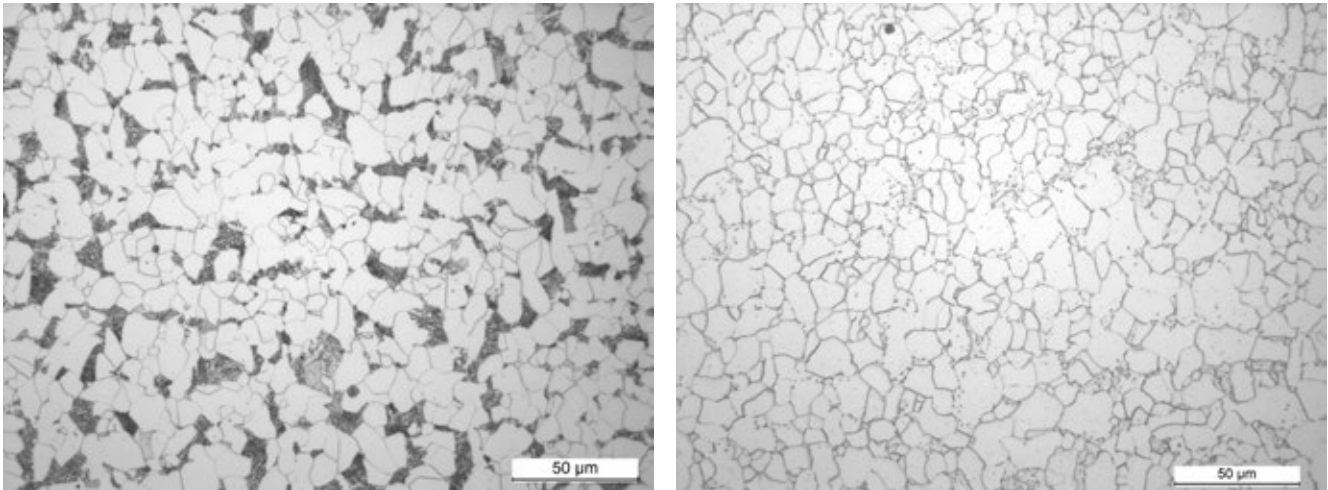
Jännityskorroosiota duplex teräksessä

nenttivaihdon ansiosta. Vauriomekanismin määrittäminen perustuu tutkimuksissa (esim. silmämääräinen tarkastus, murtopinnan ja metallografisten poikkileikkauksnäytteiden mikroskopia) todettaviin mekanismeille ominaisiin piirteisiin sekä taustatietoihin, joiden perusteella tavallisesti suurin osa vauriomekanismeista voidaan sulkea pois. Vauriomekanismeja on rajallinen määrä ja kullakin mekanismilla on sille ominaiset piirteensä, jotka koskevat mm. syntymiseen vaikuttavia tekijöitä kuten materiaaliominaisuuksia, kuormituksia, kemiallista ympäristöä, lämpötilaa ja syntymisen aikariippuvuutta. Vaurio voi syntyä myös usean samanaikaisen tai peräkkäisen mekanismin aiheuttamana. Vauriomekanismin selvitystä voidaan keskittää kyseisen mekanismin kannalta merkityksellisiin seikkoihin, esimerkiksi materiaaliominaisuuksiin, kom-

ponenttiin kohdistuneisiin kuormituksiin ja muihin ympäristöolosuhteisiin.

Elinikäarviot tarkastelevat prosessin tai sen kriittisten osien teknistä elinikää. Perinteisissä elinikä tarkasteluissa lähtötiedot ja elinikämalli tuottavat ennusteen ottamatta huomioon vauriomekanismin ja ennusteiden todennäköisyyksiä. Tällaisen tarkastelun etuina ovat kohtuullinen yksinkertaisuus ja sovellettavuus melko pieneen määrään lähtötietoja. Todennäköisyyspohjaisilla tarkasteluilla saavutetaan luotettavampi arvio eliniästä, kun käytettävissä on suurehko määrä lähtötietoa. Todennäköisyyspohjaisista elinikäarviosta voidaan käyttää myös riskiperustaisen tarkastuksen tai ylipäätään tarkastus- ja huoltotoimenpiteiden tukena.

Laadukkaan vaurio- ja elinikäanalyysin pohjana on VTT:llä laaja osaaminen ma-



Toimitustilaisen ja ikääntyneen niukkaseosteisen teräksen mikrorakenne

terialiteknika, materiaalien käyttäytymisestä eri olosuhteissa ja uuden sukupolven materiaaleista sekä uusien testaus- ja mallinnusmenetelmien kehittämisestä ja hyödyntämisestä.

Vaurio- ja elinikä tutkimuksen kannalta on tärkeää tietää, miten materiaalit käyttäytyvät ja vaurioituvat oltuaan altistettuina kymmeniä vuosia esimerkiksi korkeisiin lämpötiloihin ja paineisiin. Tätä varten on VTT jo viime vuosisadan puolella kehittänyt mikrorakennekirjastoja käytössä vanhevista materiaaleista. Kirjastoa on vuosien varrella täydennetty uusilla materiaaleilla. Ikääntyneiden materiaalien mikrorakennemuutosten perusteella pystytään arvioimaan tehollista lämpötilaa, jonka materiaali on nähnyt, ja tätä voidaan edelleen hyödyntää tarkan eliniän määrittämiseen sekä vauriotapauksissa olosuhteiden määrittämiseen, jos ne syystä tai toisesta eivät ole tiedossa. Yksi lähiaikojen merkittävimpiä saavutuksia, joka osittain pohjautui myös materiaalien vanhentamiseen, on Ilmavoimien VTT:llä teettämä tutkimus, jossa selvitettiin Hornetin moottoreiden turbiinisiipien elinikää. Tutkimuksen ansiosta moottorin valmistaja pidensi korkeapaineturbiinisiipien elinikärajaa kymmenellä prosentilla. Tämä toi laivueelle 2,7 miljoonan euron säästöt turbiinien käyttöiän aikana. VTT tutki ilmavoimien käytössä olevan hävittäjälentokone F/A-18 Hornetin korkeapaineturbiinisiipien vaurioita ja niiden vauriomekanismeja. Korkeapaineturbiinisiipi on turbiinimoottorissa kuumimmassa paikassa heti polttokammion jälkeen, jolloin nämä 40 millimetriset lavat kuumenevat noin 900 C-asteen lämpötilaan.

VTT on mukana myös uusien materiaalien tutkimuksessa, jotta pystymme ennalta

ehkäisemään niiden käyttöönotossa mahdollisia vaurioita ja ennustamaan niiden tulevan eliniän mahdollisimman tarkasti. Viime vuosien mielenkiintoisia tutkimusprojekteja ovat olleet esim. AUSPLUS [2] ja MACPLUS [3], joissa kehitettiin uusia teräksiä ja refraktorimateriaaleja ylikriittisiin voimalaitoksiin [mm. 4,5], sekä GRAMAT [6], jonka tavoitteena oli valmistaa valuteknikalla gradienttiputkimateriaali, jossa ulkopinta muodostuu austeniittisestä ruostumattomasta teräksestä ja sisäpinta niukkaseosteisesta teräksestä [7]. Tulevaisuudessa energiatuotantojärjestelmien muodostuessa erilaisista hybridi- ja uusiutuvan energian vaihtoehtoista käyttöolosuhteet laitoksissa ja prosesseissa muuttuvat selvästi, ja tutkimus on suuntautunut mm. kuorman vaihtelun vaikutuksiin laitosten rakennemateriaaleissa ja muuntuviissa vauriomekanismeissa [8,9].

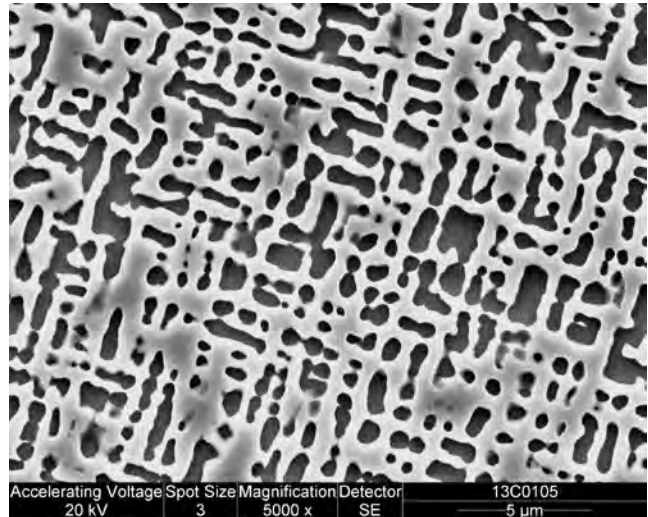
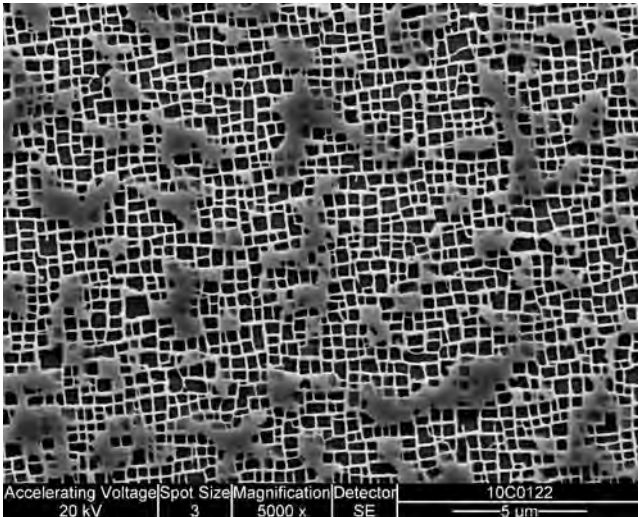
Perinteisten testausmenetelmien rinnalle kehitetään uusia menetelmiä mm. materiaalitehokkuuden parantamiseksi. Teollisuudessa törmätään toistuvasti ongelmaan, jossa jonkin komponentin elinikää pitäisi pidentää tai eheys varmistaa, mutta tämän takia komponentista pitäisi ottaa näytteitä, jolloin varjeltava komponentti pitää siis pilkkoa. Tällöin avuksi voidaan ottaa miniatyyritestausmenetelmät, jotka vaativat niin pienen näytteen, että näytteen irrotus voidaan tehdä käytännössä lähes ainetta rikkomattomasti. Testauksen ja analysoinnin lisäksi nykypäivänä on pystyttävä mallintamaan lähes mitä vaan. Vaurio- ja elinikä tutkimuksen kannalta on tärkeää pystyä mallintamaan materiaalin käyttäytymistä vaativissa olosuhteissa, kuten esimerkiksi hapettavissa olosuhteissa, korkeissa lämpötiloissa ja/tai vaihtelevassa

kuormassa [10-12].

Materiaalien käyttäytymisen tuntemuksella ja jatkuvalla tutkimuksen kehityksellä on suuri merkitys olemassa olevien laitteiden ja komponenttien luotettavalle toiminnalle sekä uusien käyttöönotolle. ▲

Lähteet

- [1] S. Yli-Olli, J. Rantala, J. Salonen, P. Auerkari, S. Holmström, Degradation assessment of single-crystal gas turbine blades, *Materials for Advanced Power Engineering* 2014 p. 717-726
- [2] RFSR-CT-2010-00019, AUSPLUS: Austenitic steels for complex and variable stress, temperature, pressure and environmental conditions of next generation ultra supercritical power plants, 2010-2014
- [3] FP7-ENERGY- 249809, MACPLUS: Component Performance-Driven Solutions for Long-Term Efficiency Increase in Ultra Supercritical Power Plants, 2011-2015
- [4] A. Bellucci, S. Bellini, R. Pileggi, D. Stocchi, S. Tuurna. Effect of Al Enrichment by Pack Cementation of FeCr Coatings Deposited by HVOF. *Journal of Thermal Spray Technology* 2014
- [5] S. Tuurna, P. Pohjanne, S. Yli-Olli, E. Coda Zabetta, K. Vänskä, Fireside corrosion and carburization of superheater materials in simulated oxyfuel combustion conditions. *7th International Conference on Advances in Materials Technology for Fossil Power Plants EPRI USA (2014)*, 881 - 891
- [6] RFSR-CT-2013-00005, GRAMAT: Research on innovative corrosion resistant gradient tubes for biomass power generation installations, 2013-2017
- [7] S. Yli-Olli, E. Isotahdon, S. Tuurna, P. Brziak, J. Mahanen. High temperature corrosion of gradient tubes for high temperature application. *20th International Corrosion Congress & Process Safety Congress 2017, Eurocorr 2017 Prague, Czech Republic*
- [8] RFCS-TGC3-754032(2017), FLEX FLORES: FLEXible operation of FB plants co-Firing low rank coal with renewable fuels com-



Esimerkki turbiinisiiven ikääntymisestä ja sen aiheuttamasta mikrorakenteen hajaantumisesta, jota voidaan hyödyntää materiaalin kokeman käyttölämpötilan arvioinnissa. Vasemmalla uusi rakenne, oikealla lämpötilan vaikutuksesta hajaantunut rakenne [1].



Miniatyyrinäyte korvaamaan perinteistä mekaanisen testauksen vetosauvaa

pensating vRES, 2017-2020

- [9] H2020-815147(2019), BELENUS: Lowering Costs by Improving Efficiencies in Biomass Fueled Boilers: New Materials and Coatings to Reduce Corrosion; 2019-2023
- [10] S. Yli-Olli, P. Auerkari, S. Tuurna, R. Pohja, S. Holmström, Lifetime assessment: modelling of steamside oxidation, Baltica X International Conference on Life Management and Maintenance for Power Plants, P. Auerkari (ed.), VTT Technology; vol. 261, Espoo, (2016), 8 p
- [11] S. Holmström, R. Pohja, W. Payten, Creep-fatigue interaction models for grade 91 steel. Materials Performance and Characterization. ASTM. Vol. 3 (2014), No. 2, pp. 156-181
- [12] S. Holmström, F. De Haan, U. Föhrer, R. Pohja, J. Janousek, Engineering models for softening and relaxation of Gr. 91 steel in creep-fatigue conditions. International Journal of Structural Integrity. Emerald Publishing Limited. Vol. 8 (2017) No. 6, pp. 670-682



Astrock can take care of geophysics needed for mineral exploration as a whole

www.astrock.com



SUSTAINABLE USE OF EARTH'S NATURAL RESOURCES

Outotec develops leading technologies and services for the sustainable use of Earth's natural resources. Our 4,000 top experts are driven by each customer's unique challenges across the world. Outotec's comprehensive offering creates the best value for our customers in the mining, metal, energy, and chemical industries. Outotec had sales of EUR 1.1 billion in 2017, and its shares are listed on NASDAQ Helsinki.

www.outotec.com



For the whole story,
please visit our
YouTube channel.



Näkymiä laboratorioon
1970- ja 2010-luvuilla.



Outotecin tutkimuskeskus 70 v – yhtä matkaa Suomen metallurgian kehityksen kanssa

TEKSTI: MARI LINDGREN, JARKKO PARTINEN

Joulukuisen aamun pimeyden halkovat pienet valonpilkahdukset, autojen ja polkupyörien valot saattavat tummien hahmojen liikettä kohti ruosteenpunaista rakennusta. Rakennus kohtaa jäätävän tuulen 1970-luvulta peräisin olevassa eleganssissaan, mutta seitsemänkymmenen vuoden ylpeällä kokemuksella. Kohta sinkinharmaa taivas työntäisi pimeyden tieltään. Lahkeet levenevät trumpetiksi, kapenevat, levenevät, skinny jeans, boy friend jeans. Hiukset lyhenevät, pitenevät, kähertyvät, suoristuvat – Fugit irreparabile tempus. Yksi työpäivä vuosikymmenten ketjussa on jälleen alkanut Outotecin tutkimuskeskuksessa Porissa.

1930-luvulla Outokummun kuparitehdas kärsi osaamispulasta, jota jouduttiin paikkaamaan ulkomaisin voimin. Tilanetta päätettiin korjata panostamalla alan koulutukseen tukemalla vuoriteollisuuden opintosuunnan perustamista Teknilliseen korkeakouluun. Outokumpu Oy:n oma tutkimustoiminta tähtäsi alkuvuosina suoraan oman tuotannon laadun ja prosessien parantamiseen. ”Tutkimuskeskuksena” toimi hirsimökki Outokummun kaivoksella.

Outokummun kiinnostus tuotteiden jalostusarvon kasvattamiseen johti metallitehtaan rakentamiseen, joka puolus-

tustaloudellisista syistä päätettiin sijoittaa Länsi-Suomeen, Poriin. Metallitehtaan yhteyteen rakennettiin vuonna 1942 ns. Keskuslaboratorio, joka jakautui kemialliseen ja mekaaniseen laboratorioon. Outokummun omat nikkelitutkimukset ja liekkisulatuksen kehitys nostivat esiin sen, että käyttölaboratorion lisäksi tarvittiin varsinainen metallurginen tutkimuskeskus. Tehtävä annettiin liekkisulatuksen kehittäjänä tunnetulle Petri Brykille, joka palkkasi vappuna 1949 tutkimusinsinööri Jorma Honkasalon Poriin. Tämä merkitsi uuden tutkimuslaitoksen perustamista, josta myöhemmin kehittyi

Koelaitos, Metallurginen tutkimuslaitos, Outokumpu Research Oy ja lopulta nykyinen Outotecin tutkimuskeskus (ORC).

Tutkimusta tuotannon monipuolistamiseksi

1950-luvulla pääpaino oli Outokummun tuotannon monipuolistamisessa. Ensimmäinen, osittain oman kehityksen tulos oli Kotalahden kaivoksen malmia hyödyntävä nikkelitehdas, joka perustettiin Harjavaltaan. Liekkisulatuksesta tutkittiin uusia variaatioita rikin ja lyijyn sulattamiseen. Pyhäsalmen pyriitin käsittelemiseksi tehtiin >

Koetehdasmit-
takaavan koetoi-
mintaa 1960- ja
-70 lukujen
vaihteessa ja
2010-luvuilla.



pilot-mittakaavan kokeita liekkisulatusuunissa, ja niiden rohkaisemana suunniteltiin Kokkolaan rikkitehdas, joka tuotti puhdasta elementtirikkiä. Tehdas oli tuotannossa vuodesta 1962 ensimmäiseen öljykriisiin asti, jolloin öljyn hinnan nousu ja rikin hinnan lasku pakottivat tehtaan sulkemiseen kannattamattomana. Lyijyn liekkisulatuksen tutkiminen loppui ennen kuin päästiin varsinaisen laitoksen suunnitteluun lyijyn hinnan laskiessa. Kobolttiprosessin tutkimukset johtivat 60-luvun puolella välissä kobolttitehtaan rakentamiseen Kokkolaan. Valmistuttuaan tehtaan prosessi oli kuitenkin niin haastava operoitava, että tutkimuksia prosessin toimivuuden parantamiseksi, raaka-ainepohjan laajentamiseksi ja lopputuotteiden jalostusasteen nostamiseksi jatkettiin pitkälle 70-luvulle.

Kemin maalaiskunnasta löydettiin vuonna 1959 sen aikaisilla teknologioilla hankalasti hyödynnettävissä oleva esiintymä kromimalmia. Vuosia kestänyt kehitystyö haarukoi sekä hydrometallurgisia että pyrometallurgisia menetelmiä malmin hyödyntämiseksi. Vaikka kobolttiprosessin tutkimukset varastivat päähuomion, kromitutkimukset jatkuivat niiden rinnalla ja Tornion ferrokromitehtaan suunnittelu alkoi vuonna 1966. Tuotantoon päästiin pari vuotta myöhemmin.

Sinkkiprosessista tuli kobolttin ja ferrokromin lisäksi tuotantoon johtanut tutkimuskohde; vuonna 1967 päätettiin sinkkitehtaan rakentamisesta Kokkolaan. Varsinainen prosessi ostettiin Kanadasta, mutta Porissa tutkittiin pasutuskaasujen pelkistämistä. Laitoksen käynnistyttyä havaittiin, että noin puolet rikasteen sisältämästä elohopeasta päätyy valmistettuun rikkihappoon. Niinpä tutkimuskeskuksessa

kehitettiin pikavauttia menetelmä elohopean poistamiseksi pasutuskaasuista. Myös sinkkiprosessia kehitettiin merkittävästi, kun käytössä olleen panosprosessin korvasi jatkuvatoiminen liuotusprosessi, ns. jarosiittiprosessi. Tämä muutos oli lyhytaikainen, koska prosessi oli hankala operoida ja pian sen korvasi konversioprosessi. Kehitetty prosessi myytiin myöhemmin samalle yhtiölle, jolta alkuperäinen teknologia oli ostettu.

Sotkamon Talvivaarasta löydettiin 1900-luvun alkupuolella laaja mustaliuske-esiintymä, jonka hyödyntämiseen tähtäävät prosessitutkimukset alkoivat 70-luvun lopussa. Ns. Somuli-tutkimushanke oli aikansa megaprojekti. Varteenotettavimmaksi vaihtoehdoksi tunnistettiin happiliuotus, jota testattiin sekä laboratoriomittakaavassa että Outokummussa koetehdasmittakaavassa. Intensiivisen tutkimusjakson jälkeen vuonna 1983 kannattavuustarkasteluissa todettiin, että menetelmä oli teknisesti riskialtis ja vaatisi vielä merkittävää tutkimuspanostusta. Myös investointikin olisi erittäin suuri. Tähän Outokummun resurssit eivät riittäneet, ja hanke hautautui. 1990-luvun alussa testattiin hyvin tuloksin mustaliuskeen kasaliuotusta. Kustannukset olivat merkittävästi aiempia tutkittuja prosesseja pienempiä. Teknologia siirtyi myöhemmin toiselle yritykselle kaupallistettavaksi.

Teknologiavienti toi ulkomaiset asiakkaat Poriin

1960-luvulla teknologiavienti alkoi työllistää koetehdasta merkittävästi; ulkomaiset asiakkaat halusivat koeajoin varmistaa, että Outokummun myymät prosessit toimivat heidänkin raaka-aineillaan. Koetehdalla tehtiin 60-luvun lopulta lähtien vuosittain

monta suurta liekkiuunikoetta eri puolilta maailmaa tuoduilla rikasteilla. Osassa näistä kokeista testattiin myös blisterkuperin eli metallisen kuparin valmistusta suoraan liekkiuunissa ilman kuparikiveä välituotteena.

Henkilöstöllä mitattuna metallurginen tutkimuslaitos oli suurimmillaan vuonna 1972. Tuolloin se työllisti noin 260 henkeä, joista noin 50 oli insinöörejä. Kehityskulku uusien tehtaiden rakentamiseen tähtäävien teknologioiden kehittäjästä olemassa olevien tehostajaksi oli kuitenkin alkanut, mikä väijäämättä vähensi koeajojen ja sitä kautta henkilöstön määrää. Lisäksi kokeellisten menetelmien kehittyminen ja mallintaminen tehostivat koetointia ja siirsivät koetehdasajoja pienempään laboratoriomittakaavaan.

Kestävän kehityksen pioneeri

1980-luvun alkupuolella metallurgisen tutkimuksen painopistealoiksi oli määritelty raaka-ainepohjan laajentaminen eri metallintuotannoissa kehittämällä uusia teknologioita epäpuhtaiden ja vaikeasti hyödynnettävien rikasteiden käsittelyyn. Samaan aikaan painopistealueiksi nousivat myös ympäristötekniikka kuten jätteiden hyötykäyttö ja uusiutumattomien luonnonvarojen entistä säästäväisempi käyttö, vaikka nämä teemat eivät vielä olleet valtavirtaa sen aikaisessa yhteiskunnallisessa keskustelussa.

Laitoksen tehtäväkenttään kuului myös prosessien taloudellisuuden parantaminen, kuten parempi käyntiaste, arvoaineiden saanti ja hyödykkeiden tehokkaampi käyttö. Uutena aluevaltauksena etsittiin uutta liiketoimintaa Outokumpu-konsernille, mikä näkyi toisaalta laitoksen tutkimusaiheiden



Outotecin toimittama paineliuotusreaktori.

laajentumisena mutta myös pirstoutumisena ja työn tieteellisyyden kasvuna. Laajat, vuonna 1983 perustetun Teknologian kehittämiskeskuksen (TEKES) rahoittamat teknologiaohjelmat integroivat tutkimuslaitoksen selvemmin osaksi kansallisen tutkimuksen kenttää. Vastaavasti verkosto ulkomaiseen tiedeyhteisöön vahvistui. Näinä vuosikymmeninä tutkimuskeskus etsi uutta paikkaansa Outokumpu-konsernissa.

Paluu juurille prosessien tehostamiseen

1990-luku merkitsi heiluriliikettä takaisin juurille ja tutkimuksellinen kulmakivi oli prosessiteollisuuden kustannustehokkuuden, varsinkin Outokummun omien prosessien tehostaminen. Yhdysvaltalaisen Kennecottin liekkikonvertoinnin todentamiseksi tehtiin mittava koeajo 1991, mikä myötävaikuttanut merkittävästi siihen, että menetelmä siirtyi teollisuustuotantoon.

Harjavallan nikkelitehtaan raaka-ainehaasteet pakottivat kehittämään uudenlaisen prosessin tuotannon jatkamiseen ja sen toimivuus todennettiin mittavilla koeajoilla. Kaikki prosessitutkimukset eivät ole johtaneet teollisten laitteiden perustamiseen. Esimerkiksi 1990-luvulla tutkittu pyrometallurginen menetelmä sinkin valmistamiseen (Pyrozinc) kärsi merkittävästä teknisistä haasteista koetoiminnan yhteydessä ja lopulta se todettiin taloudellisesti kannattamattomaksi.

Viime vuosikymmenet ovat olleet teknologian kaupallistamisen, asiakasräätä-

löinnin ja toimittamisen voittokulkua. Näistä esimerkkeinä ovat muun muassa sinkin suoraliuotus, kuparin uutto ja paineliuotusteknologiat. Aiemmin hankitun vankan osaamisen päälle on rakennettu tuotteita, tuotepereheitä, varaosia ja palvelutuotteita, joita on myyty asiakkaille ympäri maailman. Kehityksen painopiste on ollut laitekehityksessä, joista esimerkiksi FloatForce vaahdotuksessa tai OKTOP-reaktorit ovat omassa kohderyhmässään maailmankuuluja.

Kiertotalouden asialla kauan ennen valtavirtaa

Outotecin tutkimuskeskukselle on ollut leimallista ympäristönsojeluun, kiertotalouteen ja resurssitehokkuuteen liittyvä tutkimus jo kauan ennen kuin termit ovat nousseet valtavirtaan.

Yksi varhaisimmista tutkimuksista, jotka nykyään liitetäisiin kiertotalouteen, oli rikkikiisun pasutusjätteen hyötykäyttöä koskenut tutkimus vuonna 1951. Teknisesti menetelmä saatiin toimimaan, mutta hanke kariutui Outokummun ja Oy Vuoksenniska Ab:n riitaan raaka-aineesta. 1970-luvulla oli laajamittaista kiinnostusta Outokummun tehtaiden kuonan hyötykäyttöön. Ferrokromikuonan soveltuvuutta valuhiekaksi selvitetiin Raahe Oy:n kanssa, nikkelikuonan käyttöä sementtiteollisuudessa arvioitiin ja kuonien käyttöä tiilten ja massojen raaka-aineena tarkasteltiin. Osa näistä tutkimuksista johti teolliseen hyödyntämiseen.

1980-luvulla käynnistettiin mittava tutkimushanke, jossa tutkittiin mineraali-



Kokeellinen virtaustutkimus on luonut pohjan useille Outotecin tuotteille.

kuitujen valmistusta Harjavallan ja Tornion tehtaiden kuonista. Tuotteiden tekniset ominaisuudet ja kaupallinen potentiaali näyttivät lupaavilta, mutta A. Ahlströmin Eristeteollisuuden vetäytyminen hankkeesta kaatoi sen. Samat teemat kuonien hyötykäytöstä ovat edelleen ajankohtaisia, mutta viimeisten vuosien aikana on myös keskitytty vahvasti tutkimaan erilaisten arvoaineiden talteen ottamista jäte- ja sivuvirroista.

Fugit Irreparabile Tempus – kulkee vääjäämättä aika – on ollut tutkimuskeskuksen motto läpi vuosikymmenten, alussa koe- tehtaan laboratoriosiiven seinään maalattuna, nykyään nikkelikatodeista leikattuina kirjaimina arvoisellaan paikalla aulassa. 70:een vuoteen on mahtunut monenlaisia hankkeita, tutkimuksia, omistajia ja organisaatioita.

Vahva osaaminen ja sen soveltaminen uusiin haasteisiin on luonut tutkimuskeskukselle vankan osaamis pohjan, josta haetaan yhdessä Outotecin muiden asiantuntijoiden kanssa ratkaisuja. Osaamisalueiden monimuotoisuus luo tarpeeksi tutkimusalueiden rajapintoja, joissa välillä paukkuu ja räätisee, mutta jotka ovat myös hedelmällistä kasvualustaa uusille ideoille ja innovaatioille. Tämä yhdistettynä vahvaan kokeellisen tutkimuksen kulttuuriin antaa erinomaisen pohjan vastata seuraavien vuosikymmenten globaaleihin haasteisiin.▲

Ihminen ratkaisee

Tampereen uusi korkeakouluyhteisö aloitti toimintansa

Vuoden 2019 alusta lähtien Tampereella toimii uusi korkeakouluyhteisö. Tampereen teknillinen yliopisto (TTY) ja Tampereen yliopisto (TaY) yhdistyivät säätiöpohjaiseksi Tampereen yliopistoksi (TAU). Uuteen yhteisöön kuuluu myös osakeyhtiömuotoinen Tampereen Ammattikorkeakoulu TAMK, jonka osake-enemmistön Tampereen korkeakoulusäätiö omistaa. Uudistuksessa syntyi maamme toiseksi suurin yliopisto ja yli 35 000 henkilön korkeakoulukonserni, Tampere Universities eli TUNI. Tuomo Tiainen haastatteli uuden korkeakoulukonsernin avainhenkilöitä.

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

Lähes viisivuotinen valmistelu taustalla

Pohjaa uuden korkeakouluyhteisön muodostumiselle luotiin jo vuonna 2010 voimaan tulleessa uudessa yliopistolaisissa. Sen myötä yliopistot muuttuivat joko säätiöyliopistoiksi (esim. TTY) tai julkisoikeudellisiksi yhteisöiksi (esim. TaY) ja niiden hallitukseen tuli vahva yliopistojen ulkopuolinen edustus. Pohdittaessa uusimuotoisten yliopistojen menestymisen edellytyksiä ja kansainvälistä aseoitumista nousi vuoden 2013 aikana uudelleen esille jo aiemminkin monesti esillä ollut ajatus Tampereen yliopistojen yhdistymisestä. Uudeksi mahdollisuudeksi nähtiin myös Tampereen Ammattikorkeakoulun liittymisen hankkeeseen.

Ajatuksesta ryhdyttiin tekoihin keväällä 2014. Perustettiin vararehtorioryhmä selvittämään mahdollista yhdistymistä ja kutsuttiin vuorineuvos Stig Gustavsson selvitysmieheksi kartoittamaan yhdistymisen potentiaalisia hyötyjä. Tulosten perusteella yhdistymistä ryhdyttiin viemään eteenpäin Tampere3- nimisenä hankkeena. Toukokuussa 2015 asetettiin tavoitteeksi yhden yliopiston ja sen yhteydessä toimivan ammattikorkeakoulun muodostaminen. Uuden yliopiston muodoksi päätettiin säätiöyliopisto maaliskuussa 2016 ja

Tampereen korkeakoulusäätiö perustettiin huhtikuussa 2017. Sen hallitus toimi myös uuden yliopiston siirtymäkauden hallituksena varsinaisen hallituksen valintaan saakka. Yhdistymisprosessin nämä vaiheet on kuvattu tarkemmin Materia-lehden numerossa 4/2017 julkaistussa sarjan ensimmäisessä artikkelissa.

Uuden yliopiston nimeksi vahvistettiin Tampereen yliopisto syyskuussa 2017 ja sen konsistori valittiin vaaleilla maaliskuussa 2018. Yliopiston rehtoriksi valittu FT Mari Walls aloitti tehtävänsä Tampereen korkeakoulusäätiön toimitusjohtajana elokuussa 2018 ja rehtorina yliopiston toiminnan käynnistyessä vuoden 2019 alusta. Konsistori nimitti yliopiston ensimmäisen hallituksen lokakuussa 2018. Yliopiston keskeisiin tehtäviin valittiin henkilöt syksyn 2018 aikana ja toiminnan käynnistyessä 1.1.2019 organisaatio oli pääosin valmis.

Yliopiston organisaatio on matala ja joustavasti toimiva

Tampereen yliopiston organisaatio on esitetty kuvissa 1 ja 2. Yliopiston toimielimet ovat strategisesta johtamisesta ja taloudesta vastaava hallitus, rehtori sekä yliopiston yhteinen monijäseninen toimielin, jota Tampereen yliopistossa kutsutaan konsistoriksi. Tiedekuntien monijäsenisinä toimieliminä

ovat tiedekuntaneuvostot. Organisaatioon kuuluvat lisäksi, provosti, tutkimuksesta ja koulutuksesta vastaavat vararehtorit sekä tiedekuntia johtavat dekaanit. Rehtorilla on neuvoo-antavana toimitusjohtajana laaja johtoryhmä, johon kuuluvat rehtori, provosti, vararehtorit, dekaanit ja myös henkilöstöjohtaja, talous- ja rahoitusjohtaja, innovaatiojohtaja sekä viestintä- ja brändijohtaja ja johtaja, konsernikehitys ja omistajaohjaus. Provosti toimii tutkimuksen ja koulutuksen akateemisena rehtorina sekä konsistorin puheenjohtajana ja dekaanien esimiehenä. Hänen tehtäviään ovat mm. yhdenmukaisen toimintakulttuurin ja yhtenäisten toimintamallien luominen uudelle yhteisölle, kehityshankkeiden johtaminen, yhteisön toiminnanohjaus ja suunnittelu sekä yhteistyö ja kumppanuudet. Konsistorille asioita valmistelevana toimieliminä ovat vararehtoreiden johtamat tiede- ja koulutusneuvostot. Lisäksi konsistorin valmistelevana elimenä toimii yhteiskunnallisen vuorovaikuttamisen neuvosto, joka tuo näkyväksi yliopiston kolmanteen tehtävään liittyvää toimintaa ja yhteiskunnallista vaikuttavuutta.

Rehtori Walls kertoo, että organisaatio on pyritty pitämään mahdollisimman matalana ja joustavana. Tavoitteena on luoda yliopiston opettajille ja tutkijoille parhaat mahdolliset edellytykset tehtäviensä menestykselliseen hoitamiseen. Tätä silmällä-

pitäen seuraavana tavoitteena on prosessien toimivuuden kehittäminen monialaisuuden hyödyntämiseksi tutkimuksessa ja koulutuksessa sekä ammattikorkeakoulun nivel-tämiseksi yhteisön toimintaan.

Yliopistossa on seitsemän tiedekuntaa

Uudessa yliopistossa on seitsemän tiedekuntaa: informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta, johtamisen ja talouden tiedekunta, kasvatustieteiden ja kulttuurin tiedekunta, lääketieteen ja terveysteknologian tiedekunta, rakennetun ympäristön tiedekunta, tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta sekä yhteiskuntatieteiden tiedekunta. Tiedekunnat jakaantuvat toiminnallisiin, usein tieteenalakohtaisiin yksiköihin ja yksiköihin voi edelleen muodostua professorijohtoisia tutkimusryhmiä. Joissakin yksiköissä on myös välitasa henkilöstöhallinnon helpottamiseksi. Esimerkiksi fysiikassa on fotonikka, aerosolfysiikka ja laskennallinen fysiikka.

Tiedekunnat muodostavat omien tieteenalojensa kovan ytimen, jossa kansainvälisen huipputason osaamista kehitetään ja ylläpidetään. Yliopiston tavoitteena on monitieteellinen ja monialainen, tieteenalojen ja tiedekuntien väliset rajat ylittävä yhteistyö. Sen avulla luodaan uusia tutkimusavauksia ja tuotetaan innovaatioita varsinkin tieteenalojen välisillä reuna-alueilla. Eräiksi tällaisiksi integraatioalueiksi voidaan määritellä tekniikan ja talouden tai tekniikan ja terveyden sekä terveyden ja yhteiskunnan entistä syvällisempi yhteistyö.

Yhteisön painopistealueet on määritelty ja strategiat hyväksytyt

Uuden yliopiston painopistealueiksi on määritelty tekniikka, terveys ja yhteiskunta. Nämä alueet olivat kukin tahollaan vahvoja jo Tampereen yliopiston muodostaneessa kahdessa yliopistossa ja Tampereen ammattikorkeakoulussa. Niiden yhdistäminen samaan yhteisöön avaa mahdollisuuksia uusien avausten ja yhä parempien tulosten saavuttamiseen.

Tampereen korkeakoulu-yhteisön strategia hyväksyttiin helmikuussa 2018. Sen teemana on: Vaikuttavuutta yhdessä. Yhteisö tekee työtä yhteiskunnan suurimpiin haasteiden ratkaisemiseksi ja uusien mahdollisuuksien luomiseksi johtotähtinään eli korkean tason yhteisinä tavoitteinaan huippututkimuksen ja innovaatioiden yhdistäminen, monitieteinen oppiminen, elinikäinen kumppanuus sekä ainutlaatuinen elinkeinoelämän ja julkisen sektorin sovel-

tamisosaaminen.

Painopistealueistaan lähtien Tampereen korkeakoulu-yhteisö on asettanut lokakuussa 2018 hyväksytyssä tutkimusstrategiasaan itselleen kuvan 3 esittämät missiot. Kuvassa 4 on esitetty Suomen Akatemian profilaatiohakujen (neljä ensimmäistä kierrosta) kautta yhdistymistä edeltävissä yliopistoissa ja TAMK:issa jo käynnistetyt kokonaisuudet. Niistä BioMediTech on jo käyttänyt rahoituksensa ja se on integroitu uuden yliopiston lääketieteen ja terveysteknologian tiedekuntaan. Muiden kokonaisuusien rahoitus jatkuu vielä 1-4 vuotta. Sitä kautta tämä jo ennen yhdistymistä toteutunut profiloituminen vaikuttaa myös uuden korkeakoulu-yhteisön toimintaan sen alkuvaiheessa. Yhteisö on sitoutunut avoimuuteen, ideoiden jakamiseen, kestävään kehitykseen, yhdenvertaisuuteen ja tasa-arvoon.

Koulutusstrategiassaan Tampereen korkeakoulu-yhteisö julistaa olevansa maailmaa muuttavien tulevaisuuden osaajien korkeakoulu-yhteisö. Strategian peruspilareina ovat lisäksi oppimista tukevat oppimisympäristöt ja prosessit, yksilölliset, joustavat ja tehokkaat opintopolut, osallistuva opiskelija ja uudistuva korkeakoulu-yhteisö. Uuden yhteisön slogan ”Ihminen ratkaisee” pätee tässäkin.

Rehtori Walls kertoo, että strategioiden toimeenpanosuunnitelmat ovat valmisteilla ja keskustelu yliopiston arvojen määrittämiseksi on käynnistymässä. Erityisen ylpeä hän on siitä, että yliopistolla on jo nyt hyväksytty yhteinen tutkintosääntö. Sen nopea valmistuminen on erittäin hyvä saavutus, jossa laajalla yhteisön valmistellulla löydettiin uudelle yliopistolle sopivat toimintatavat ja periaatteet. Tutkintosääntö saatiin aikataulussa hyväksytyksi ennen uuden yliopiston käynnistymistä. Parhaillaan ollaan myös tunnistamassa sellaisia arjen asioita, joita muuttamalla yhteisön jokapäiväinen työ sujuu entistäkin paremmin.

Ammattikorkeakoulu toimii omana yksikkönään korkeakoulukonsernissa

Ammattikorkeakoulu toimii konsernissa omana yksikkönään ja oman lainsäädäntönsä ohjaamana. Rehtori Markku Lahtinen toteaa, että yliopistolla ja ammattikorkeakoululla on kummallakin yhteisössä oma valta ja omat vastuut. Yliopiston ja ammattikorkeakoulun muodostaman yliopistoyhteisön yhteinen strateginen tavoiteasetanta näkyy mm. opetus- ja kulttuuriministeriön myöntämissä Tampere3-kehittämishank-

keissa. Yhteisöstä tulee Markku Lahtisen mukaan löytyä sellainen ymmärrys, että asioita kannattaa tehdä yhdessä. Potentiaalisinta yhteistyö on koulutuksen sekä tutkimus-, kehitys- ja innovaatio (TKI) toiminnan alueilla. Yhteisenä tavoitteena voisi olla esim. TKI-ketjun lyhentäminen vuodella tai kahdella. Myös tukipalveluiden yhteisessä järjestämisessä on edetty ja niistä on saavutettavissa selkeitä hyötyjä.

Kuvaavaa yhdistymisprosessin dynamiikalle on, että Markku Lahtinen on sarjan ensimmäistä artikkelia varten vuosi sitten haastatelluista henkilöistä ainoa myös tällä kierroksella mukana oleva. Hänen mukaansa yhdistymisprosessi on edennyt kutakuinkin ennako-odotusten mukaisesti. Suurin muutos koski ammattikorkeakoulun muukaantuloa yhteisöön: yhdistymistä valmistellut työryhmä esitti, että yliopisto hoitaisi myös ammattikorkeakoulun. Tämä ei toteutunut, vaan päädyttiin omistuspuhjan ja yhteistyön kautta tapahtuvaan liittymiseen. Tällainen omistusjärjestely ja toimintamalli on sittemmin levinnyt maassamme myös useisiin muihin yliopisto-ammattikorkeakoulu-yhdistelmiin.

Haastateltujen näkemyksiä Rehtori Mari Walls

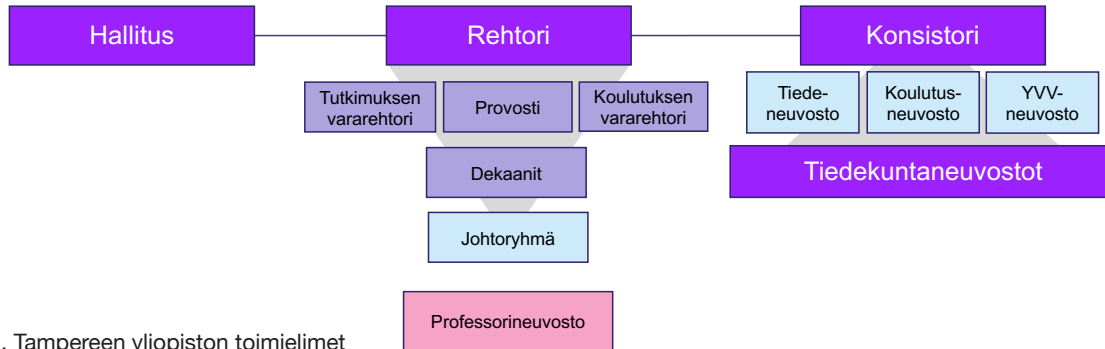


KUVA JONNE RENVALL TAU

Rehtori toteaa, että hänen aikaisemmin johtamiinsa organisaatioiden yhdistymisprosessihin (Merikeskus ja Luonnonvarakeskus Luken muodostaminen) verrattuna tässä yhdistymisprosessissa koulutus- ja opiskelijaulottuvuus toi kuvaan uusia voimavaroja ja tuoreita ajatuksia. Koulutuksessa jatkuvan oppimisen periaate on tuloa yhä tärkeämmäksi ja huomio tulee kiinnittää koulutuksen tuottamaan osaamiseen niin perusopetuksessa kuin jatkuvassa oppimisessäkin. Rehtori Walls näkee perustutkimuksen, soveltavan tutkimuksen, tuotekehityksen ja innovaatiot jatkumona, joka tuottaa vaikuttavuutta eri tasoillaan ja luo uusia tieteen avauksia ja läpimurtoja. Tämä ketju sisältyy kokonaisuudessaan uuden korkeakoulu-yhteisön toimintaan ja yliopiston laadukkaat tutkimusympäristöt tukevat huippututkimuksen rakentamista. Rahoitus on ketjun toiminnan osa, joka kohdistuu ketjun johonkin kohtaan. Kotimaisen rahoituksen muuttuessa yhä niukemmaksi tulee kilpaillun ja kansainvälisen rahoituksen merkitys kasvamaan. Yhdeksi >

Toimielimet

Yliopistolain mukaiset toimielimet
 Johtosäännön mukaiset toimielimet
 Johtosäännön mukaiset valmistelevat elimet
 Johtosäännön mukainen neuvoo-antava elin



Kuva 1. Tampereen yliopiston toimielimet

tavoitteeksi tutkimustoiminnalle, jota tutkimuspalvelut tukevat, on asetettu EU-rahoituksen kolminkertaistaminen vuoteen 2021 mennessä vuoden 2017 tasosta.

Uuden korkeakoulu-yhteisön suurin potentiaali haetaan laaja-alaisesta osaamisesta. Yhteisön tulee kyetä hyödyntämään tieteellistä monialaisuuttaan osaamisen korkea taso säilyttäen ja sitä vahvistaen. Toiminnan keskiössä tulee olla ihminen ja ihmisen ymmärtäminen. Teknologia tulee saada tukemaan yhteiskunnan kehitystä, jonka ajurina on tekniikan sijasta ihminen ja hänen tarpeensa. Korkeakoulu-yhteisön tulee avautua ja kiinnittyä vahvasti ympäröivään yhteiskuntaan ja mm. yritysten TKI-työtä ruokkivan dialogin ja vuorovaikutuksen tulee olla jatkuvaa. Yhteistyössä voidaan luoda monitieteellisiä tutkimusaloja ja oppimisympäristöjä. Kansainvälistyminen on välttämätöntä ja menestyminen kansainvälisillä kentillä on ratkaisevan tärkeää. Vain sitä kautta korkeakoulu-yhteisöön saadaan houkuttelluksi kansainvälisiä osaajia, jotka rakentavat elämänsä Suomeen ja Pirkanmaalle. Uuden yhteisön riskinä rehtori Walls näkee riittävän rohkeuden puuttumisen kansainvälistymisessä, uusissa avauksissa ja yhdistymisprosessin etenemisessä.



KUVA SAMI REIVINEN

Provosti Jarmo Takala

Takalan mukaan tutkintojen merkitys jatkossa tulee hämärtyämään ja työnantajat tulevat yhä enemmän kysy-

mään osaamista. Osaamisen mittaaminen yliopisto- ja korkeakoulutasolla on eräs tarvittavista kehityskohteista. Koulutuksessa on käynnissä murros kohti jatkuvaa oppimista ja yliopistojen tulee olla tähän valmiita. Jatkuvan oppimisen kehittäminen on myös suuri mahdollisuus. Perustavaa laatua oleva kysymys on se, kuka maksaa jatkuvaan oppimiseen pohjautuvan koulutuksen. Valitut painopistealueet ovat myös Tampereen yliopiston suurimpia vahvuusaloja. Suurimmat hyödyt yhdistymisessä liittyvät opintopolkujen joustavuuteen; sen avulla voidaan kouluttaa erilaisia ihmisiä erilaisiin tehtäviin. Opetuksessa tulee kehittää uusia opetusmuotoja ja lisätä opiskelijan roolia omassa oppimisessaan.

Tutkimuksessa tieteenalojen välisten rajojen ylittäminen tuo hyötyjä. Perustutkimuksen ja soveltavan tutkimuksen välisen suhteen ei pitäisi olla linjanvetokysymys; molemmat voivat syöttää ideoita toisilleen. Linearisesta innovaatioketjusta tulisi päästä toisiaan täydentävään perustutkimuksen, soveltavan tutkimuksen ja innovaatioiden syykliin. Rahoitusta tulisi kohdentaa myös tiedekuntarakenteesta irrallaan oleviin tutkimusaloihin ja niiden tutkimusohjelmiin, jotka olisivat pitkäjänteisiä. Bio-MediTech-instituutti on hyvä esimerkki tällaisesta tutkimusaloituksesta.

Yritysyhteistyö on provosti Jarmo Takalan mielestä merkittävä osa yliopiston yhteiskunnallista vaikuttamista ja sellaisenaan tärkeässä asemassa. Tämän lisäksi yliopisto vaikuttaa laajasti yhteiskuntaan ja elinkeinoelämään esim. yhteiskunnallisen tutkimuksen kautta. Takala näkee yhdistymisen

suurimpina riskeinä todellisen yhteisöllisyyden mahdollisen syntymättömyyden ja taloudellisen onnistumisen: yhdistymisprosessi vie paljon resursseja, jotka eivät saa olla pois normaalista toiminnasta. Toiminta ei saa käpertyä yliopiston sisään, vaan on katsottava laajasti ulos ja haettava globaalia näkökulmaa. Uuden korkeakoulu-yhteisön onnistumisen eväät ovat kuitenkin hyvät.

Koulutusvararehtori Marja Sutela



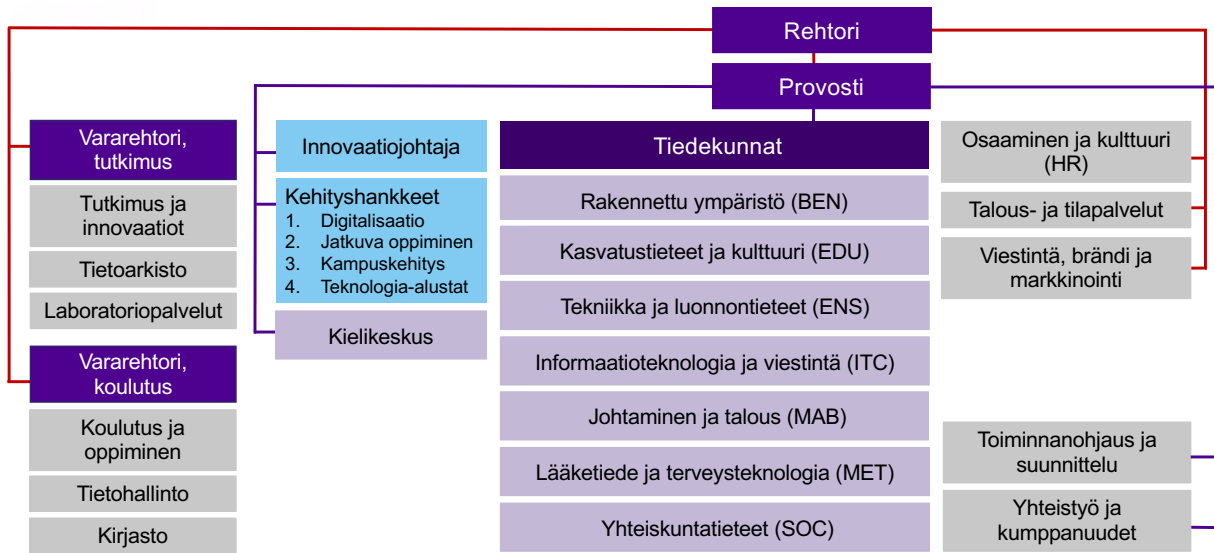
KUVA JOEL FORSMAN

Marja Sutela kertoo, että hänen vastuualueelleen kuuluu kolme tukipalveluorganisaatiota: koulutuksen ja oppimisen tukipalvelut, tietohallinto ja kirjasto. Uuden

yliopiston yhteistä koulutuksen tieto- ja toiminnan ohjausjärjestelmää ollaan parhaillaan rakentamassa ja sen käyttöönotto on syksyllä 2020. Koulutuksen johtamisjärjestelmä on juuri esitelty koulutusvaradekaaneille. Tavoitteena on luoda koko yhteisölle yhtenäiset toimintatavat: tätä tarkoitusta varten on perustettu koulutuksen koordinaatioryhmä. Tavoitteena on myös luoda koko korkeakoulu-yhteisölle yhteiset tukipalvelut; esimerkiksi kirjastot yhdistyvät maaliskuun 2019 alussa.

Uudessa yliopistossa on nyt noin 200 tutkinto-ohjelmaa. Keväällä 2019 käynnistetään koulutuksen kokonaisuudistus päällekkäisyyksien poistamiseksi sekä yliopiston ja ammattikorkeakoulun opetussuunnitelmien joustavaksi yhteensovittamiseksi.

Toimintayksiköt



Kuva 2. Tampereen yliopiston toimintayksiköt

Tähän tarvittavaa valmistelutyötä on tehty kohta kaksi vuotta, joten hyvä pohja on jo olemassa. Jatkossa yliopisto mm. tarjoaa ammattikorkeakoululle matematiikan peruskursseja. Jatkuvan oppimisen periaatteen tuominen mukaan koulutukseen edellyttää ajattelumallien ja toimintatapojen uudistamista. Jatkuvan oppimisen haasteet ymmärretään ammattikorkeakoulussa hyvin.

Jo ennen yhdistymistä Tampereen teknillisessä yliopistossa käynnistettiin laaja kandidaattikoulutusohjelmien uudistamistyö ns. flipped classroom -periaatteen pohjalta. Koulutuksen kokonaisuudistus ja joustavat opintopolut edellyttävät myös opinto-ohjauksen uudistamista, jotta jokainen opiskelija löytäisi ja hyödyntäisi omia henkilökohtaisia vahvuuksiaan ja tutkinnot valmistuisivat määräajassa. Elinkeinoelämän ja yhteiskunnan roolia opetuksen kehittämisessä voitaisiin lisätä opintojen aikana toteutettujen pedagogiikkaratkaisujen avulla; tässä yliopisto voisi hyötyä ammattikorkeakoulun hyvistä kokemuksista tällä alueella.

Korkeakouluuyhteisön suurimpana potentiaalina Marja Sutela näkee yhdessä tekemisen ja tutkimustulosten hyödyntämisen yhteiskunnan kehittämisessä. Yliopiston tieteellisen tutkimuksen ja ammattikorkeakoulun TKI-toiminnan yhdistäminen on tässä olennainen työkalu. Laboratorioiden yhteiskäyttö tuo mukanaan hyötyä resurssien käytön tehostumisen kautta. Suurimpana riskitekijänä hän näkee epäonnistumisen organisaatiokulttuurien yhteensovittami-

ssa ja yhteisen omaleimaisen toimintatavan löytämisessä. Tämä voidaan välttää yhdessä tekemisen ja päämäärätietoisien, suunnitelmallisen ja osallistavan johtamisen avulla. Hyvänä esimerkkinä tästä on toimiva yhteistyö yliopiston uuden ylioppilaskunnan TREYN ja ammattikorkeakoulun oppilaskunnan Tamkon kanssa.

Tutkimusvararehtori Juha Teperi



KUVA JONNE RENWALL TAU

Juha Teperi näkee tehtäväkseen koordinoita sitä yhteistä työtä, jolla lisätään korkeakouluuyhteisön tutkimuksen tieteellistä ja yhteiskunnallista vaikuttavuutta. Hän näkee uusien avautusten syntyminen yhtenä yhteisön onnistumisen mittarina. Tutkimuksen johtamisessa tulee omaksua mahdollistava näkökulma rakenteiden ja edellytysten luomisessa. Jos tutkimusryhmät saisivat itse päättää enemmän omista asioistaan, voisi mm. niiden henkilöstörakenne muodostua nykyistä tasapainoisemmaksi ja post doc -tehtävien määrä lisääntyä.

Viime vuosina käyttöön otetut uudet tutkimuksen rahoitusinstrumentit tukevat ilmiölähtöistä, monitieteellistä tutkimusta. Kestävän pohjan luominen tälle vie pitkän ajan; kriittinen massa ja pysyvyys ovat tässä avainasemassa. BioMediTech-instituutin kaltaiset monitieteelliset tutkimusalueet

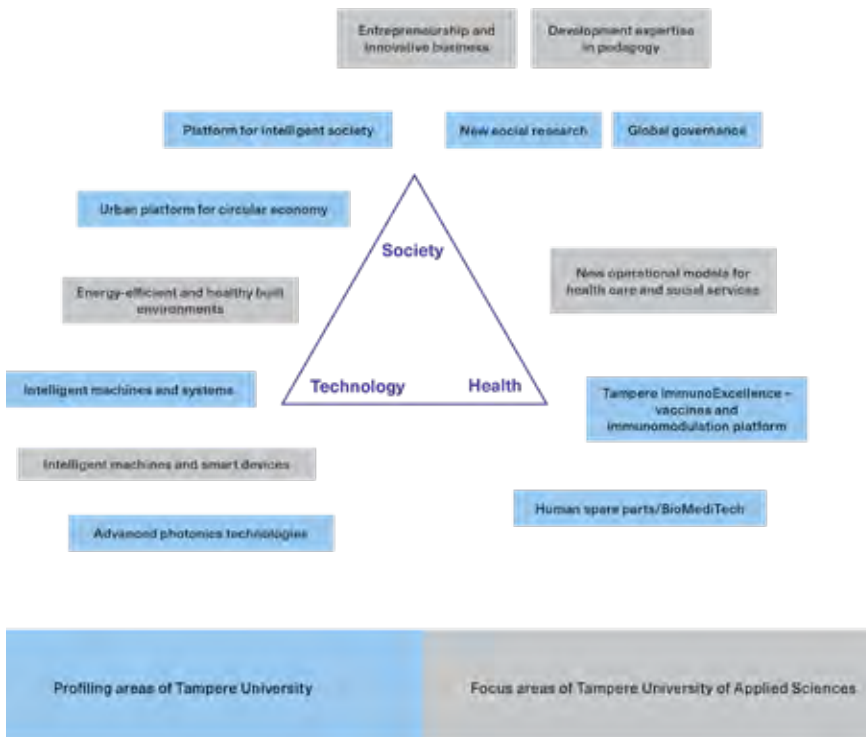
luovat tähän tarvittavia edellytyksiä. Yliopiston tutkimusarkkitehtuuri on valmisteilla keväällä 2019.

Uudella yliopistolla on kolme vahvuus-alueita, joiden leikkauspisteissä voi tapahtua paljon. Sen muodostaneiden kahden yliopiston vahvuusalueet ovat eri pisteissä, jolloin ne voivat oppia toisiltaan. Hyvien toimintamallien ja osaamisen jakaminen antaa potentiaalia uudelle yliopistolle ja koko korkeakouluuyhteisölle. Yhteisön integraatiota voidaan edistää monessa olottuvuudessa: tieteiden välillä, tutkimuksen ja innovaatioiden yhdistämisen kautta, strategisten kumppaneiden kanssa tehtynä yhteistyönä sekä vuoropuheluna tutkimustulosten hyödyntäjien kanssa. Organisaation tulee pystyä tukemaan tätä toimintaa ja Tampereen korkeakouluuyhteisöllä on siihen nyt hyvät edellytykset.

Yliopistojen ja korkeakouluuyhteisöjen velvollisuus on tuottaa hyödyllistä ja vaikuttavaa tietoa. On niiden asia osoittaa, että ne itse osaavat luoda vaikuttavampaa tutkimusta kuin ulkoa päin, esim. poliittisesti ohjattuna tehtävä tutkimus on. Teperin mukaan on hiukan vanhanaikaista ja valtopoliittista jakaa tutkimusta soveltavaan ja perustutkimukseen; molemmat ovat saman jatkumon vuorovaikuttavia osia. Tutkimuksen laatu ja vaikuttavuus ovat vastakkainasettelua tärkeämpiä. Kansainvälistyminen ei ole päämäärä, vaan välttämätön keino tutkimuksen laadun ja vaikuttavuuden parantamiseksi.



Kuva 3. Tampereen korkeakoulu yhteisön missiot



Kuva 4. Ennen yhdistymistä toteutunut korkeakoulu yhteisön profiloituminen

Yhdistymisen riskinä Teperi näkee suuren muutoksen tuoman epävarmuuden jatkumisen liian pitkään. Jos se toteutuu, parhaat tutkijat hakeutuvat muualle. Toimintaympäristön stabiilisuus ja ennustettavuus ovat äärimmäisen tärkeitä. Jos yhdistyminen jää teknisen suorituksen tasolle, jää suurin osa sen potentiaalista hyödyntämättä.

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunnan dekaani Martti Kauranen



KUVA JONNE RENVALL TAU

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta sisältää entisen TTY:n tyimen. Dekaanin mukaan se vahvistaa tiedekunnan ja tekniikan asemaa korkeakoulu yhteisössä.

Tämän takaa myös yliopiston johtoryhmän huolellinen ja onnistunut rakentaminen. Tiedekunnan vahvoja alueita ovat fotonikka, aerosolifysiikka, materiaalit ja robotiikka. Erituolaisten ihmisten yhteen saattaminen mahdollistaa uusien avustusten syntymisen tiedekunnassa ja yhteisössä. Tieteenalojen välisessä yhteistyössä huolta on kannettava siitä, että kunkin tieteenalan sisällä säilyy kovan osaamisen ydin, jotta alalla olisi myös muille annettavaa. Kauranen näkee monitieteellisten tutkimusalojen rakentamisen yliopiston siemenrahoituksella hyvänä toimintatapana.

Yhteisön suurimman potentiaaliksi Kauranen näkee perus- ja soveltavan tutkimuksen oikeanlaisessa yhdistämisessä ja yhteistyössä eri alojen toimijoiden välillä. Uudenlaiset avaukset yritys yhteistyössä lisäävät yhteisön vaikuttavuutta. Riskinä on alkuvaiheen muutosten hidastuminen liikaa; se voi johtaa palaamiseen entisiin toimintatapoihin ja hyötyjen jäämiseen saavuttamatta. Myös muutokseen käytettävissä olevien resurssien niukkuus huolettavaa.

Lääketieteen ja terveysteknologian tiedekunnan dekaani Tapio Visakorpi



KUVA JONNE RENVALL TAU

Dekaanin Visakorpi kertoo, että yhteistyötä Tampereen yliopiston ja Tampereen teknillisen yliopiston välillä on tehty jo ennen yhdistymistä mm. Ragnar Granit -ins-

tituutissa ja biomateriaalien alueella sekä viimeksi solubiologiaan ja –biotekniikkaan keskittyvän BioMediTech-instituutin puitteissa. Hänen mukaansa uudessa korkeakouluyhteisössä useamman tiedekunnan välinen yhteistyö helpottuu. Tärkeintä on oppia tuntemaan ihmisiä. Hän näkee uuden korkeakouluyhteisön suurimman potentiaalin olevan lääketieteen ja tekniikan yhdistämisessä sekä opetuksessa että tutkimuksessa. Uudella yliopistolla tulee olemaan merkittävä rooli sote-kentässä mm. lääkärin kouluttamisessa sote-työhön sekä tietojärjestelmien yhteiskäytön ja big datan käytön edistämisessä.

Lääkärikoulutus hyötyy biotekniikan ja lääketieteen tekniikan mukaan tulosta ja lääketieteellä on vastavuoroisesti annettavaa tekniikalle. Jatkuva oppiminen ja valmiuksien antaminen korostuvat; yliopiston tulee olla valmis tähän. Terveydenhuollon kehittäminen on tiedekunnan keskeisimpiä asioita yhteiskunnallisen vaikuttamisen alueella.

Tieteenalojen väliset rajat ovat tiedekunnan toiminta-alueella hämärtyneet ja poistumassa ilmiölähtöisen tutkimuksen yleistymisen myötä. Perus- ja soveltava tutkimus on nähtävä osina samassa ketjussa, jossa informaatio kulkee molempiin suuntiin. Oman tason nostaminen ja siihen tarvittava osaaminen, ymmärrys, taito ja näkemys ovat keskeisiä asioita uuden korkeakouluyhteisön onnistumisessa. Yhdistymisvaiheen kustannusten tuottama taloudellinen painolasti varsinaiselle toiminnalle on eräs prosessin riskeistä.

Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunnan dekaani Jyrki Vuorinen



KUVA JONNE RENVALL TAU

Yliopiston suurimman tiedekunnan dekaani Vuorinen näkee tiedekuntansa polkuna tekniikasta ihmiseen. Tekniikan ja yhteiskunnan yhdistämisessä onkin hänen mielestään korkeakouluyhteisön suurin potentiaali. Tiedekunta toimii kaikilla yliopiston painopistealueilla; eniten tekniikan ja yhteiskunnan välimaastossa, mutta myös terveys on tulossa vahvasti mukaan. Tavoitteena on digital humanities –tyyppinen maailmankuva. Mahdollisuuksia etsivät nuoret ovat innoissaan sen avaamista tulevaisuuden näkymistä.

Hienointa Vuorisen mielestä on se, että eri tieteenalat alkavat yhdessä ratkoa yhteis-

tä ongelmaa omilla työkaluillaan ja osaamisellaan. Tällöin kaikki tekevät yhdessä työtä saman tavoitteen saavuttamiseksi. Myös opetuksessa on tarpeen kehittää osaamis-pohjaista lähestymistapaa, jolloin opettajasta tulee enemmän oppimisen mahdollistajaa. Ymmärryksen muuttaminen käytännön osaamiseksi on yliopistoa ja ammattikorkeakoulua yhdistävä linkki ja erilaisuuden hyväksyminen antaa mahdollisuudet linkin toiminnalle.

Tutkimuksen rahoituksessa pitkäjänteisyys on Vuorisen mielestä määrää tärkeämpi. Uudella korkeakouluyhteisöllä on loistavat mahdollisuudet yritys-yhteistyöhön monialaisen osaamisen ansiosta. Tärkeää on toisiaan ymmärtävä ja kunnioittava yhteistyö; se tuo mukanaan myös lisääntyvää yhteiskunnallista vaikuttavuutta.

Tampereen Ammattikorkeakoulun rehtori Markku Lahtinen



KUVA SAARA LEHTONEN

Markku Lahtinen toteaa ammattikorkeakoulun olevan vahva yhteisön kolmen painopistealueen tekniikka-kulmassa. Tekniikka-terveys –akselilla ammattikorkeakoululla on yhteisössä paljon potentiaalia ja hyviä avauksia, jotka johtavat myös yhteiskunnallisen vaikuttavuuden kasvuun.

Tulevaisuudessa yhdessä tekeminen ja oppiminen tulevat yhä tärkeämmiksi. Opettajan rooli on muuttumassa yhä enemmän mentorin ja valmentajan tehtäväksi. Yhteisön sisällä yhteisille kursseille on löydettyä toteutustapoja, joissa opiskelijan omaa osuutta ja työ määrää voidaan vaihdella tarpeen mukaan, kuitenkin oppimistavoitteista kiinni pitäen. Jatkuvan oppimisen periaate

johtaa moduulipohjaiseen oppiaineistoon ja opetuksen toteuttamiseen. Vertaispohjainen opettaminen ja oppiminen sekä yhteisöllisyys alusta lähtien tulevat tärkeiksi. Ammattikorkeakoulussa näitä sovelletaan jo esim. liiketalouden Proakatemia –toiminnan yhteydessä.

Yritys-yhteistyön opetuksessa tulisi pohjautua opetus- ja työntekijäresurssien jakamiseen. Yritykset voisivat osallistua erityisesti omaa toimialaansa vastaavien suuntautumisvaihtoehtojen opetukseen. Yritykseen rakennettu oppimisympäristö on osoittautunut toimivaksi esim. Fastems Oy:n kanssa tehdyssä yhteistyössä.

Korkeakouluyhteisön potentiaali rakentuu kiinnittymisestä kansainväliseen korkeakouluyhteisöön. Riskien Markku Lahtinen näkee liittyvän riittävän luottamuksen muodostumiseen yhteisön sisällä erityisesti yhteisiä tukipalveluja rakennettaessa sekä uuden yhteisön riittävään kiinnittymiseen suomalaisen yhteiskuntaan.

Tuloksia odotetaan – mutta milloin?

Kaikki haastatellut olivat kutakuinkin yksimielisiä siitä, että toiminnan käynnistymisen ja sujuvuuden osalta tuloksia uuden korkeakouluyhteisön työstä pitäisi näkyä 2-3 vuoden aikajänneellä, viimeistään nykyisten toimielinten ja –henkilöiden määräaikaiskauden päättyessä viiden vuoden kuluttua. Perustehtävien eli koulutuksen, tutkimuksen ja yhteiskunnallisen vaikuttamisen kohdalla tulosten luotettavaan arvioimiseen tarvittava aikajänne on selvästi pitempi, luokkaa 10-15 vuotta. Tämän lehden ja artikkelisarjan puitteissa tavoitteena on palata uuteen yhteisöön ja sen toimintaan noin vuoden kuluttua. ▲

Kuvien lähdetiedot:

Kuvat 1-4: TUNI viestintä, brändi ja markkinointi

INTO BUSINESS & DEVELOPMENT?

WE WANT TO HEAR MORE ABOUT YOU

SANDVIK TAMPERE IS LOOKING FOR Application Expert, Open Pit Drilling

Send your application and CV by March 22nd, 2019. Read about Sandvik and apply at home.sandvik/careers. Job ID: R0007319





Brilliant research for a sustainable future

The research institute **Swerim** provides applied research within mining engineering, process metallurgy and materials and manufacturing engineering, mainly for the mining, steel and metals industry. Swerim has 190 co-workers in two locations in Sweden – Luleå and Stockholm. The institute merges operations at Swerea MEFOS and activities within materials and process engineering and manufacturing engineering at Swerea KIMAB.
www.swerim.se



Rekisteröidy kävijäksi maksutta:
chembiofinland.fi
 #chembio2019

ChemBio

FINLAND

Kemian ja bioalan tärkein kohtaamispaikka

27.-28.3.2019 MESSUKESKUS HELSINKI

MESSUKESKUS

Tapautumassa on huikeaa ohjelmaa: Kemian Päivien luentoja ja bioalan seminaareja, Uratori ja Startup-alue, CV-klinoita ja paljon muuta. Mukana myös nobelistit Ada E. Yonath, Sir J.Frase Stoddart ja K. Barry Sharpless.

Parhaita kontakteja: Brellaa ja verkostoidu! Kohtaamistyökala Brella auttaa sinua sopimaan parhaat tapaamiset tapahtumaan.

TEEMAT: Kiertotalous | Ympäristökemia | Elintarvikekemiat | Energia | Terveysteknologia | Turvallisuus | Tekoäly | Muovit

TEEMA-ALUEET: Uratori | Startup alue



Kemian Päivät - Kemidagarna
Finnish Chemical Congress



KEMIANTEOLLISUUS



SUOMEN BIOTEOLLISUUS
FINNISH BIOINDUSTRIES



KEMIA
Kemi

A new image analysis technique can reveal the oxide scale behaviour in a roughing mill

TEKSTI: ANNIKA NILSSON¹, JAN NIEMI¹, PASI LEHTIKANGAS² AND JOHN NISKA¹

¹ SWERIM, LULEÅ, SWEDEN

² SSAB EUROPE OY RAAHE, FINLAND

Summary

During the reheating of slabs before hot rolling, a thick layer of oxide scale is formed on the steel surface (called primary scale). The oxide scale is removed before rolling by using high pressure water to avoid scale residuals being rolled into the steel surface. The rolled-in scale contributes to a poor surface quality of the final product which is not acceptable for most customers. However, it can be difficult to remove all the scale, particularly for some alloys.

A new technique has been developed at Swerim to observe the hydraulic descaling process during hot rolling. This new method uses a digital camera and image analysis to follow the descaling during hot rolling. It has been tested together with SSAB in Raabe in their hot rolling mill.

Image analysis was used to follow the process of residual scale removal from the surface of steel slabs after primary descaling. This technique detected that the residual scale is often removed during rolling in the roughing mill. This observation can mean that it is not so necessary to use completely effective primary descaling, if one knows that the scale will be removed during rolling. Sometimes only the top surface of a layer of the scale is removed and other times the entire layer. One can also see that the scale can show either ductile or brittle behaviour. The steel surface which is uncovered underneath the removed scale is often cleaner than the surrounding surfaces where secondary scale has already begun to grow.

The appearance of the steel slab surfaces were followed for a series of hot rolling passes and one could see that the secondary scale surface can be broken and come loose at about the fifth pass in the roughing mill. One possible explanation for this is that the scale has developed a more brittle behaviour

due to the changes in the scale temperature, thickness and morphology.

Introduction

In this work, the changing appearance and removal of the residual oxide scale was monitored in the roughing mill at SSAB in Raabe. The monitoring of the residual scale was performed using automatically triggered cameras positioned on each side of the roughing mill stand. The evolution of the oxide scale during roughing was studied using manual inspection and image processing.

It was possible to follow the behaviour of the oxide scale during hot rolling from the manual observation of the images. It was discovered that the residual primary scale often spalls off in the rougher. The scale that has a good adhesion and ductility will be rolled-out so that it becomes thinner and elongates during the rolling passes. Even the scale that has been rolled-out commonly falls off in subsequent passes. The surface underneath the scale is then cleaner and hotter than in the surrounding area where secondary scale was not removed.

Scale that remains on the steel slab gets rolled into the surface. Rolled-in scale is seen as dark spots on the surface. The appearance of rolled-in scale becomes diffuse in the images, so that it is difficult to see in the final passes. From this study, it was seen that some knowledge about the previous rolling passes is critical for interpreting images correctly.

Demonstration of the technique at SSAB

The monitoring system consisted of two Sony IMX174 (2.3Mpixels) colour cameras (Fig. 1). The cameras were controlled using a Swerim in-house program called MEFS-

cale. The goal was to follow the scale status in the roughing passes. Descaling was used before the first, the third and the seventh pass. Images were taken after each pass so that it was possible to follow the progression of the scale status during rolling.

The images taken before the roughing mill were taken before the secondary descaling. The first image shows the residual scale after the primary descaler. Thick scale is dark and thin scale is more transparent. Scale may split up between the scale layers. The variation in the position, thickness and appearance of the residual primary scale can be seen in the surface images. Common types of residual scale include head end scale, tail end scale, local spots, stripy scale, blisters etc.

Scale behaviour

When studying the scale status, interesting changes in the scale appearance were observed. Scale that is hot rolled can elongate depending on the ductility of the scale. According to the summary of data given in Ref [1], oxide scale is ductile and can elongate at high temperatures, that is, above 900°C, due to the plastic behaviour of the main component in the secondary scale, wüstite. Elongated scale gets deformed which in the images is seen as an increased length and increased transparency (see Figure 2). The scale in Figure 2b had become detached from the steel after pass 5. This is also possible based on the data in Ref [1], since the plasticity of the oxide scale decreases at lower temperatures where the behaviour turns to brittle (or less ductile). Even when the scale appears to be rolled-in, it can loosen and fall off in subsequent passes (see Fig. 3).

Figure 4 shows the scale development of another transfer bar that was not efficiently >

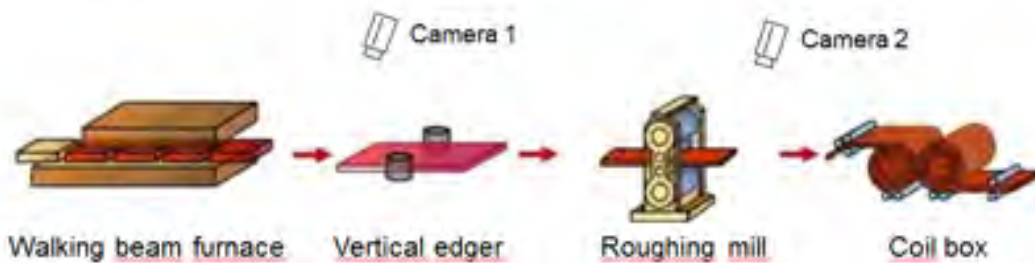


Figure 1. Strip rolling line with the camera positions, one on each side of the rougher

descaled. Even though a major part of the scale loosened and fell off in the roughing mill, some was rolled-in.

Conclusions

With this new camera technology, it is possible to monitor the scale status in the roughing mill. The technique revealed the effect of incomplete hydraulic descaling and the presence of residual scale on the surface of slabs. It was also possible to follow the development of the scale status and detect the residual scale that may lead to surface defects. Surprisingly, most of the residual scale fell off in the roughing mill.

The behaviour of oxide scale during hot rolling is influenced by the properties of the scale and the adhesion of the scale to the steel surface. A ductile scale will elongate and become thinner and brittle scale will crack. The used camera technology detected, e.g., that the secondary scale layer broke down around the fifth pass in this trial.

By using image stitching, a scale map was produced. It showed the areas with residual scale during different hot rolling passes. Then the final image can, for instance, be compared with the data from the surface inspection systems.

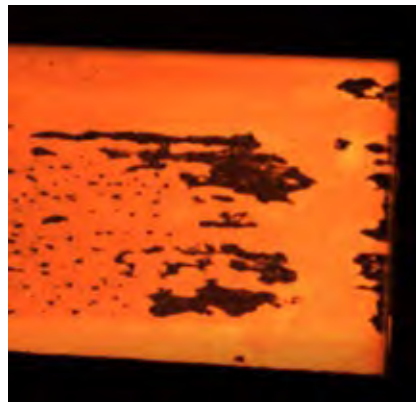
Acknowledgement

The research leading to these results has received funding from the European Community's Research Fund for Coal and Steel (RFCS) under grant agreement n° RFSR-CT-2014-00010 [4] and financial support from the steel industry.▲

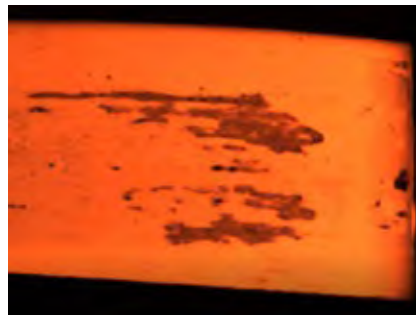
References

- [1] Michal Krzyzanowski, John H. Beynon, Didier C. J. Farrugia, "Oxide Scale Behaviour in High Temperature Metal Processing", Wiley-VCH Verlag GmbH Co. KGaA (2010), p.47
- [2] H.J. Frost and M.F. Ashby, "Deformation-mechanism maps, The plasticity and creep of metals and ceramics", Dartmouth College, USA, web version for chapter 12,

Figure 2. An example of elongated scale is shown as evidenced by an increased length and increased transparency.



a) Head end after pass 1: remaining scale and blisters.



b) Head end after pass 3: elongated scale.

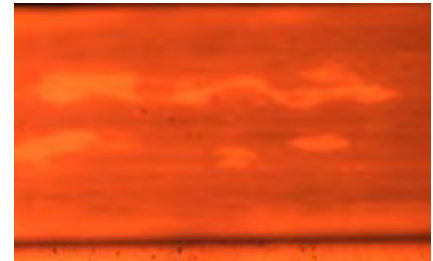
for wüstite with a 10 micron grain size at: http://engineering.dartmouth.edu/def-mech/chapter_12.htm

- [3] J-O. Perä, "CONTROLL-Parameteranalys vid valsning" software for carbon steel alloy Nr 3 (0.2C, 0.8Si and 1.2Mn), SWERIM MEFOS, Luleå.
- [4] Miriam Sartor, et. al., "High performance hot rolling process through steel grade-dependent influencing of the scale formation and flexible descaling control", RFCS grant agreement RFSR-CT-2014-00010 (2014).

Figure 3. These images show how an initially "dirty" surface is becoming cleaner as the scale spalls off.

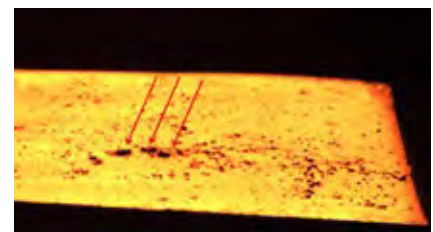


a) After pass 1: Discharge temp 1140°C. The residual scale was hot rolled in one pass

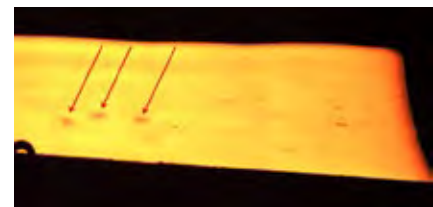


b) After pass 3: The residual scale has fallen off leaving behind cleaner spots surrounded by a thicker and darker secondary scale surface.

Figure 4. A case showing rolled-in scale on a transfer bar near the tail end.



a) After pass 2: Thick scale spots remain on the surface.



b) After pass 4: Local spots rolled into the surface



ANALYTICAL EFFICIENCY CAN SAVE MILLIONS

Reduce the operating cost, maximize usage of minerals

- Increased productivity and sustainable cost reduction through reliable and automated analysis
- Optimize processes and assure product quality and consistency using precise analysis
- Reduce environmental impact by monitoring of waste streams
- Detect presence of problematic minerals such as swelling clays

Malvern Panalytical has expertise to deliver reliable and repeatable results across multiple purposes in geology, mining and metals processing. We select appropriate instruments for your application together with you.



On-line mineral and elemental analysis

Challenges

▲ Mineralogical information of incoming material feed is essential in minerals processing. Valuable minerals should be extracted from the gangue by maximizing recovery and throughput and keeping OPEX costs low at the same time. This gives the best profitability of the plant. Typical questions plant managers have in mind could be in practice:

- How I can simultaneously increase mill feed and keep the recovery high?
- How I could save in chemical costs?
- Are clays or talc affecting copper recovery costing millions per year?
- Are we losing money due to the variations of moisture in concentrate?
- What I can do to minimize the down-time of process equipment?
- How I can avoid environmental hazards?

The mineralogical information includes geological data of ore deposit which is combined with comminution and extraction tests of different ore types in laboratory and pilot scale. This data is used in scaling up the process into full industrial scale and further in every day process control.

Process operators are facing in daily work variations in feed material's mineralogy which decreases the recovery of the process from the design target. For example, mineral hardness variations affect the energy consumption for comminution, liberation factors, and particle size, which in turn have significant effects in the downstream beneficiation process. Also, the ratios between different sulfidic and oxidic minerals in the ore have a large impact on process set-points, recovery, and stability. It is important that the operators know the current status of the mineralogy in the process.

Solutions

Recovery and OPEX of the plant can be improved by utilizing online mineralogical and elemental analysers. The analysers can be installed either over or under the conveyor belt or the sample can be brought to the analyser located in the laboratory of the plant.

Online analysers

Online analyser solutions available are the QualitySpec®, CNA range products



CNA online elemental analyzer

and Epsilon Xflow. QualitySpec® 7000 is a near-infrared spectrometer that is installed over a conveyor belt and provides real-time mineralogical data. It enables direct monitoring of process relevant parameters such as the acid consumption for metal leaching.

CNA is equipped with a user safe on-off neutron source and it provides representative elemental and moisture data on the whole depth of material on a conveyor belt. Online analysers provide real-time feedback on ore composition enabling fast sorting, blending or process control based on clay and other mineral content that will allow for the optimum use of chemicals and operating settings.

Epsilon Xflow enables the on-line control of the elemental composition of processing liquids, liquors, reagents and waste water under rough process conditions. To extract metals like copper, nickel or uranium from ores, aggressive and often highly acidic liquids are utilized. The Epsilon Xflow can cope with challenging process conditions and still offers the required accuracy and stability over longer periods of operation. When disturbing impurities are detected, the multi-elemental capability of the analyser enables fast counteractions. The Epsilon Xflow features direct and accurate feed-



QualitySpec 7000 online mineral spectrometer

back of the leaching process and saves expensive reagents, to lower the costs of the processing per 1 tonne of material.

Constant on-line monitoring of the quality of mine waste water is mandatory for keeping the environmental footprint minimal and for protecting life around mining operations from harmful elements. Epsilon Xflow can detect traces of toxic metals and other elements on the spot and enables immediate counteractions to prevent environmental damage and penalties.

The QualitySpec® 7000, CNA and Epsilon Xflow don't require samplers and are designed to withstand some of the most extreme process environments from dusty mills to remote rock quarries. They can operate at the full speed of the belt.

Automatized laboratory

Malvern Panalytical has long traditions in providing automatized laboratory solutions for mining and metals processing industry that constantly need to reduce the costs of laboratory analyses, while optimizing the quality and reliability of the analytical process.

Malvern Panalytical has a dedicated team of process control experts. To reduce costs and optimize quality for industry, the process control team offers a complete spectrum of laboratory automation and information systems including sample transportation, preparation, analysis and results processing.

Solutions provide mineral and elemental data for process control. Solutions are tailor-made for customer needs using the readily available analysers and sample preparation equipment. Samples can be brought to the laboratory by using air tube system even from remote locations of the plant area. Complete container solutions can be transported and positioned directly in mining operation or processing plants.

The advantage of Malvern Panalytical is in the prefeasibility studies carried out before commissioning of the automatized laboratory solution. This makes sure that the analytical accuracy and sample throughput needs that the plant has are fulfilled. During the prefeasibility studies the automation solution group works closely together with the specialists from the application competence centre to ensure optimal results. Altogether, an automatized laboratory is a user safe working environment and gives an increased amount of accurate data for process quality control.

Authors:

Jarmo Lohilahti,
Sales Manager, PhD
Malvern Panalytical

Jarmo has a ten-year experience in instrumentation and automation in minerals processing and is responsible for selling Panalytical branch products in Finland.

Dr. Uwe König

Global Mining Segment Manager
Malvern Panalytical

Uwe studied geology and applied mineralogy and has more than 13 years experience

in developing new analytical solutions for the mining, metals and cement industry. He is globally responsible for the business development in that sector within Malvern Panalytical.

About Malvern Panalytical

We create superior, customer-focused solutions and services which deliver tangible economic impact through chemical, physical and structural analysis of

materials. Underpinned by extensive industry knowledge and technical and applications expertise, Malvern Panalytical instruments help users to better understand minerals, metals and building materials. Our technologies are used in a wide range of industries to solve the challenges associated with maximizing productivity and developing better quality products.

Kaivos- ja mineraalialan innovaatiot vauhtiin eurooppalaisella yhteistyöllä

▲ Moni muistaa vielä kymmenen vuoden takaisen kohon kriittisistä raaka-aineista. Tuolloin 2000-luvun alussa eurooppalaiset heräsivät todellisuuteen, jossa kiinalaiset hallitsivat yhtäkkiä harvinaisten maametallien ja monien muiden eurooppalaisen teollisuuden tarvitsemien metallien ja mineraalien maailmanmarkkinoita, ja hinnat lähtivät jyrkään nousuun. Eurooppalaiset reagoivat käynnistämällä aloitteita, joilla voitaisiin varmistaa raaka-aineiden saanti eurooppalaiselle teollisuudelle, kehittää tehokkaampia jalostusprosesseja ja tehostaa kierrätystä. Näiden peruspilarien varaan – ja pelätyn raaka-ainekriisin siivittämänä – rakennettiin myös EIT RawMaterials, joka täyttää tänä vuonna viisi vuotta.

Kuluvana vuonna EIT RawMaterials pääsee täyteen vauhtiin: teknologioiden kaupallistamiseen ja innovaatiokoulutukseen panostavien hankkeiden yhteenlaskettu vuosibudjetti on noin 100 miljoonaa euroa, ja partnereita on toiminnassa mukana jo yli 300. Ensimmäisten viiden vuoden aikana EIT RawMaterialsin tukemana on käynnistynyt yli 250 hanketta – näistä 121:ssä on mukana suomalaisia yrityksiä, tutkimuslaitoksia ja yliopistoja. Suomalaisille toimijoille on siis avautunut runsaasti uusia mahdollisuuksia t&k-yhteistyöhön muiden eurooppalaisten yritysten ja tutkimuslaitosten kanssa. Vaikka toiminta on ollut käynnissä vasta muutaman vuoden, on tuloksia jo saatu. Seuraavassa kuusi nostoa ajankohtaisista EIT RawMaterialsin tukemista hankkeista.

1. Viime vuonna päättyneessä, Outote-

cin koordinoimassa MONICALC-hankkeessa on kehitetty uudenlainen integroitu ohjausjärjestelmä kaoliinin kalsinointiin. Hankkeen muita partnereita ovat Aalto-yliopisto, IMERYS (UK), Predict S.A.S. (FR), Exeterin yliopisto (UK), ja Delftin tekninen yliopisto (NL). Järjestelmää on testattu IMERYS:n tuotantolaitoksessa, jossa louhittu kaoliini esikäsitellään ja kalsinoidaan yli 1000 C-asteen lämpötilassa. Lopputuotteena on useita eri kaoliinijakeita, joiden loppukäyttöä optimoidaan säätämällä mm. vaaleutta, alumiini-liukoisuutta ja alumiiniliikaattipitoisuutta. Erityinen rooli ohjausjärjestelmässä on Aalto-yliopiston kehittämällä soft sensors -ratkaisulla, jotka mittaavat mm. lopputuotteen alumiiniliikaattipitoisuutta. Nopean takaisinkytkennän varmistamiseksi hankkeessa kehitettiin myös infrapunasensoreita, joiden antamasta signaalista pystytään suoraan määrittämään alumiinin liukoisuutta. Tähän saakka näiden parametrien mittaaminen on vaatinut aikaa vieviä laboratoriotestejä ja manuaalista näytteenottoa. Infrapunasensoreiden kehittämisestä hankkeessa vastasi Delftin tekninen yliopisto. Hankkeen tuloksena syntyneen uudenlaisen ohjausjärjestelmän kehittäminen mahdollistaa myös entistä tehokkaamman ja vähähiilisemmän leijupetiteknikan kaoliinin kalsinoinnissa. Hankkeessa kokeiltiin biomassan ja jättepohjaisten energialähteiden kaasutusta ja kaasun käyttöä kalsinoinnissa. Integroitu kaasutus-kalsi-

nointijärjestelmä pienentää kalsinoinnin hiilijalanjälkeä, ja projektin tulokset ovat sovellettavissa kaoliinin lisäksi myös muihin mineraaleihin.

2. Myöskin vuoden 2018 lopussa päättyneessä MIN-PET -hankkeessa haettiin jalostusprosessia ja uusia sovelluskohteita ruotsalaisen Höganäs:n sivuvirroille. Oulun yliopisto ja VTT kehittivät yhdessä uudenlaisia geopolymeerejä huokoisen raudan valmistuksessa syntyvälle kalkkipitoiselle sivuvirrälle. Hankkeessa tuotettiin geopolymeereistä valmistettuja rakennustiliiä ja akustiikkalevyjä, jotka sopivat sellaiseen rakennusteollisuuden käyttöön.
3. Toista vuotta käynnissä olevassa Suomen Malmijalostus Oy:n koordinoimassa SO4Control -hankkeessa haetaan kaivosvesille uudenlaista hallintajärjestelmää prosessiohjausta kehittämällä. Liuotusprosessin optimoinnilla voidaan paremmin säätää sulfaatin määrää prosessivesissä ja parantaa myös sivutuotteiden talteenottoa. Hankkeessa esimerkiksi kehitetään uudenlaisia membraaniteknologioita, joiden avulla metallisulfaatteja pystytään erottamaan prosessista aiempaa paremmin joko suoraan tai bioprosessin kautta jatkojalostukseen. Prosessivesistä pystytään myös pelkistämään sulfaattia aiempaa paremmin bioprosessin avulla. Lopputuotteena on alkuaainerikki, joka voidaan joko myydä eteenpäin tai kierrättää takaisin prosessiin kemikaalina. Hankkeen muut partnerit ovat Aalto-yliopisto, VTT, Sulfator, DMT GmbH (DE), LTU Business AB (SE), RISE AB (SE), Skyscape Ltd (UK), ja Spinverse (FI).
4. Kovametallien korvaaminen on eräs viime aikojen tutkituimmista materiaaliiteknikan osa-alueista. Nykyiset kobolttipitoiset volframikarbidit ovat olleet ylivoimaisia suorituskyvyltään äärimmäisissä olosuhteissa. EIT RawMaterials on tukenut kahta hanketta, joiden tarkoituksena on kehittää vaihtoehtoja nykyisille kovametalleille. FASTRAM-hankkeessa haetaan korvaavia ratkaisuja volframille ja koboltille. Hankkeen teollisuuspartnerit Metso, AMES ja H.C. Starck kehittävät uusia jauhemetallurgiapohjaisia ratkaisuja kaivosteollisuuden sovelluksiin. Suomalaisista partnereista mukana on myös VTT. Jo päättyneessä CO-FREE- hankkeessa puolestaan pyrittiin

korvaamaan volframikarbidituotteiden sisältämää kobolttia ferroonkeliokseksella. Tässä ainutlaatuisessa hankkeessa olivat mukana Sandvik ja Epiroc, molemmat omilla sovellusalueillaan. Koneistustyökalujen osalta päästiin 80%:n suorituskykyyn verrattuna kobolttisidosteiseen volframikarbidiiin. Suomesta hankkeeseen osallistui Freeport Cobalt.

5. Koulutuspuolella EIT RawMaterialsin suomalaiset partnerit ovat olleet erittäin aktiivisia: vuosien 2016 ja 2018 välillä on suomalaisvetoisesti käynnistetty 3 uutta maisteritason kurssia, 3 tohtorikoulutuskurssia ja 6 jatkokoulutuskurssia. Esimerkiksi CE-SIMP-tohtorikurssilla perehdyttiin metalli- ja mineraaliteollisuuden sivuvirtojen hyödyntämiseen sekä teknologisesta että liiketoiminnan näkökulmasta. Hankkeessa tutkijat pääsivät esittelemään omia liiketoimintatietojaan ammattituomaristolle, ja parhaat ideat pääsivät mukaan EIT RawMaterialsin start-up-ohjelmaan.
6. EIT RawMaterials tukee myös suoraan Start-up -yrityksiä liiketoiminnan skaalauksessa. Tähän mennessä EIT RawMaterialsin rahoitusohjelmiin on osallistunut yli 100 start-up -yritystä, joista 15 suomalaisia. Viimeisimpiä Start-up-ohjelmaan osallistuneita on suomalainen Timegate Instruments Oy, jonka hankkeessa kehitettiin reaaliaikaista spektrometrianalyysiä mineraaliarviointiin. Hankkeessa testattiin 50 tyypillistä teollisuusmineraalia, joiden avulla yrityksen sensoriteknologian tietokantaan saatiin kattavaa dataa mineraalipitoisuuksien raja-arvoista. Hankkeen seurauksena yrityksen laitteistolla pystytään nyt seuraamaan hyvällä tarkkuusasteella apatiittia, hematitiä ja spodumeenia. Sivukivistä talkki ja kvartsi pystytään myös tunnistamaan tarkasti.
7. Mainitut projektit ovat tärkeä osa prosessia, jossa EIT RawMaterials asemoi itsensä raaka-ainealan eurooppalaisen t&k-areenan keskiöön ja jatkaa teollisuuden kilpailukyvyyn tukemista koko mineraaliarvoketjussa. Tulevina vuosina toiminta keskittyy yhä enemmän ratkomaan keskeisiä teollisuuden ja yhteiskunnan haasteita erityisesti akkumetallien, kiertotalouden ja uusien kaivosratkaisujen alueilla. Vuoden 2018 lopussa EIT RawMaterials

käynnisti kaksi temaattista Lighthouse-ohjelmaa: Circular Societies ja Sustainable Raw Materials for Future Mobility. Jälkimmäinen ohjelma keskittyy erityisesti sähköautojen akkuraaka-ainesten kehittämiseen ja kaupallistamiseen.

Olli Salmi
Toimitusjohtaja
EIT RawMaterials Baltic Sea Innovation Hub



EIT RawMaterials Baltic Sea

▲ Open Innovation House, Espoo
Toimitusjohtaja Olli Salmi,
olli.salmi@eitrawmaterials.eu

Aluekeskuksen Partnerit: Aalto-yliopisto, Geologian tutkimuskeskus, Höganäs, Kungliga Tekniska Högskolan, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Lundin yliopisto, Metso Minerals, Oulun yliopisto, Outotec, Resitec, Sandvik, Suomen Malmijalostus, Tallinnan tekninen yliopisto, Tampereen yliopisto, VTT

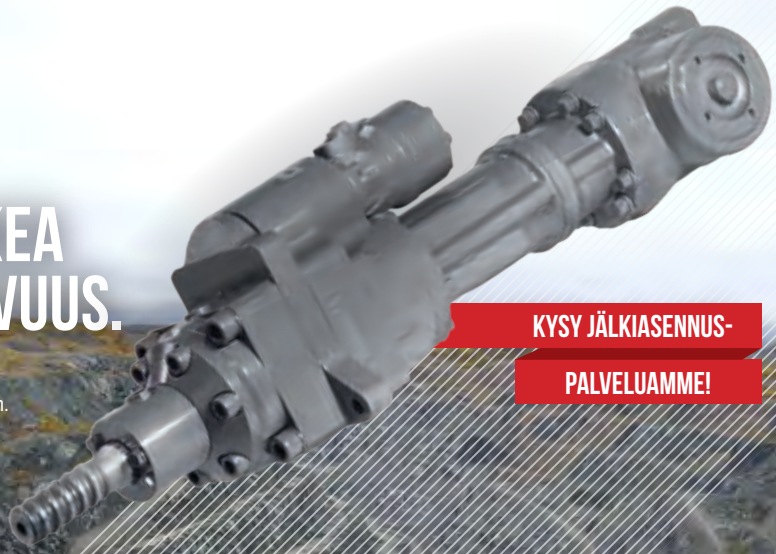
Projektipartnerit: Balder Consulting, Exote, Hannukainen Mining, Helsingin yliopisto, HiMat Engineering, Jernkontoret, Kaunas technical university, Keliber, Kemira, Langis, Lapin ammattikorkeakoulu, Lapin yliopisto, Latvian yliopisto, Mälar-dalenin yliopisto, Mondo Minerals, M-Solutions, Pyhäsalmi Mine, Radai, Riikan tekninen yliopisto, Savon ammattikorkeakoulu, Scandinavian Geopool, Specim, Spinverse, Sulfator, Turun yliopisto



KESTÄVYYS, KORKEA LAATU, LUOTETTAVUUS.

Dooforin ainutlaatuiset porakoneet ovat tunnettuja tehokkuudestaan, luotettavuudestaan ja kestävydestään. Ne ovat suunniteltu suorittamaan vaativimminkin olosuhteissa ongelmitta. Olemme ylpeitä voidessamme tarjota huippuluokan porausteknologiaa ja korkeimman mahdollisen laadun asiakkaidemme eduksi.

DOOFOR OY
Tahtitakatu 8, FI-37150 Nokia
Puh. 03 343 0747
information@doofor.fi



KYSY JÄLKIASENNUS-

PALVELUAMME!

bauma

OLEMME BAUMA-MESSUILLA MÜNCHENISSÄ 8.-14.4.2019
TERVETULOA OSASTOLLEMME C2.205 DOOFOR.COM

Vähemmän vaivaa, enemmän aikaa

Forcit Go mullistaa tuotteiden tilaamisen. Helppokäyttöisellä sovelluksella tilaaminen on vaivatonta. Manuaalisen työn määrä on minimoitu ja työskentely on muutenkin joustavaa. Voit tilata tuotteesi mistä ja milloin tahansa tai tehdä halutessasi muutoksia. Arkistoiimme kaiken tarvittavan sovellukseen, jolloin sinun on helppo tarkastaa tilauksesi status tai vaikka tarkka saapumisaika työmaalle.

Ladattavissa helmikuussa 2019

Lisätietoja forcit.fi



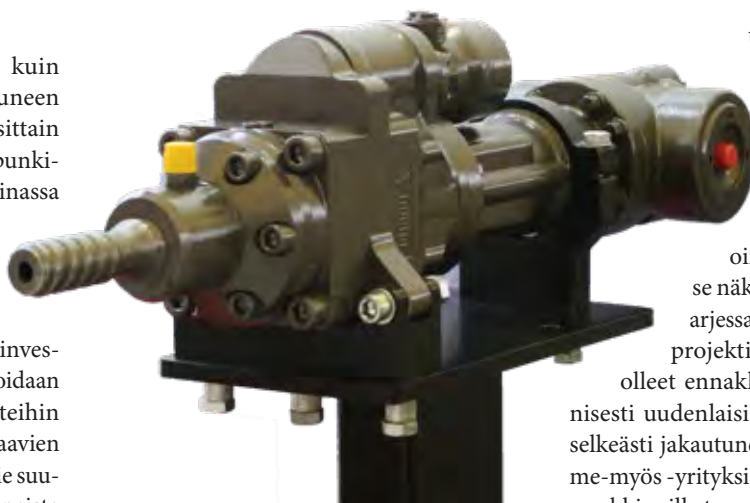
Kiinassa porataan paljon

Nokialaisia kallioporakoneita Shanghaiin messuilla

TEKSTI: **KALLE KUUSENTO**

Kiina kaupungistuu kiivaammin kuin Iso-Britannia 1700-luvulla tapahtuneen teollistumisensa alkuaikoina. Vuosittain maahan tulee 14 miljoonaa kaupunkilaista lisää. Siitä huolimatta, että Kiinassa varsinainen talouskasvu hidastuu, ovat investoinnit suuriin infrahankkeisiin edelleen vauhdissa. Lisäksi Kiinassa päivitetään maan omaa teollisuutta, joka myös vaatii investointeja teknologiaan. Esimerkkinä voidaan mainita se, että investoinnit rautateihin ovat noin 650 miljardia dollaria seuraavien kahden vuoden aikana. Kiina myös vie suuren osan tuottamistaan rakennuskoneista muihin maihin ja maa onkin tällä hetkellä suurin rakennuskoneiden viejä koko maailmassa yli 20 miljardin dollarin viennillään. Poralaitteissa Kiina on merkittävässä asemassa. Shanghaiissa kahden vuoden välein järjestettävillä Bauma China -messuilla voitiin tänäkin vuonna nähdä useita poralaitteita valmistavia yrityksiä, joista vain osa oli ollut esillä edellisessä, kaksi vuotta sitten järjestetyssä tapahtumassa. Maan talous on vaiheessa, jossa uusia yrityksiä perustetaan ripeään tahtiin, mutta myös pudotuspeli on kovaa.

Suuri osa Kiinassa valmistetuista poralaitteista toimitetaan maan valtaville kotimarkkinoille. Suuret infrastruktuuri- ja projektit vaativat paljon kallioporaausta, sillä monissa projekteissa kyse on väylähankkeista, jotka tiheästi asutussa maassa sisältävät usein tunneleita ja siltoja. Etenkin tunnelien tekemisessä poraaminen on luonnollisesti tärkeässä osassa. Tunneleita tehdään sekä suomalaisille tutummalla drill-and-blast -metodilla, jossa poraus tehdään porajumboilla, että täysprofiiliporalaitteilla eli TBM-laitteilla, jossa tunneli porataan täyteen mittaansa massiivisella, tunnelinlevyisellä, sylinterimäisellä poralaitteistolla. Kaivosteollisuudellakin on Kiinassa vahva rooli ja Kiina onkin monien maametallien ja kullan suurin tuottaja. Myös kivihiiltä louhitaan edelleen paljon.



Yhdeksättä kertaa järjestetyillä Bauma China -messuilla oli tälläkin kertaa useita uusia poralaitteiden valmistajia, joista monet valmistavat tunnettujen länsimaisten tuotteiden kloonit. Myös porakoneita eli drifttereitä valmistetaan paljon Kiinassa, mutta niissä ei juurikaan ole ulkoisesti huomattavia keskinäisiä eroja ja niidenkin voidaan todeta olevan ulkonäköään myöten jäljitelmiä eurooppalaisista porakoneista. Markkinoilla otetaan vasta ensiaskeleita tuotteiden differentiointivaiheeseen, mutta toistaiseksi laitteet ovat keskenäänkin hyvin samankaltaisia. Bauma China -messuilla poralaitteita esittelevien yritysten vaihtuvuus on kohtalaisen suurta, mutta joukosta löytyy myös yrityksiä, jotka ovat messuilla kerrasta toiseen.

Markkinoilla on kuitenkin kysyntää myös alkuperäisille, uusinta teknologiaa edustaville hydraulisille kallioporakoneille. Vuodesta 1993 porakoneita valmistanut Doofor Oy on ollut aktiivinen Kiinan markkinoilla vuodesta 2010. Yhteistyökumppanina Kiinassa toimii Hangzhoussa sijaitseva MHP - Zhejiang Haiju Technology. MHP ja Doofor Oy toimivat Kiinassa teknologiapartnerina. MHP voi tarjota asiakkaille syvää teknologista osaamista ja auttaa asiakkaita porakoneen asentamisessa ja käytössä. Pitkäjänteiset asiakassuhteet ovat Kiinassa

tärkeitä ja siksi Doofor onkin toiminut MHP:n kanssa jo vuosikymmenen alusta lähtien. Kiina on siirtymässä taloudessaan kopiointista innovointiin ja se näkyy myös Doofor Oy:n arjessa: Kiinassa toteutettavat projektit ovat viime vuosina olleet ennakkoluulottomia ja teknisesti uudenlaisia. Markkinat ovatkin selkeästi jakautuneet muita jäljitteleviin me-myös -yrityksiin ja uutta teknologiaa markkinoille tuoviin edelläkävijöihin.

Doofor esitteli osastollaan suosittua DF560L-kallioporakoneensa, jota käytetään Kiinassa maanalaisissa tunnelitöissä ja kaivinkoneisiin liitettävien porasyöttölaitteiden avainkomponenttina. DF560L-porakone on tarkoitettu 89mm:n reikian poraamiseen ja se voidaan tarvittaessa varustaa kahdella pyöritysmoottorilla. Uutuustuotteista messuilla lanseerattiin DF800S, joka on 127mm:n reikäkokoonsuunniteltu porakone. Uutuuskoneen vakiokokoonpanossa on ylösvetäjä sekä hydraulinen vaimennin. Ylösvetäjällä kallioporakoneen männän isku suunnataan vastakkaiseen suuntaan, eli pois päin kivistä. Toiminta helpottaa pitkien porakankiletöiden kierteiden avaamista ja mahdollistaa kiveen juuttuneiden kankien irrottamisen kalliosta. Doofor Oy:n jälleenmyyjällä oli lisäksi kattava valikoima porakoneita, joista suurin osa myytiinkin messujen aikana.

Doofor oli Bauma China -messuilla neljättä kertaa. Messuilla oli 3350 näytteliasettajaa ja siellä kävi 212 500 messuvierasta. Messujärjestelyt toimivat hyvin ja messuilla oli hyvä, kiinnostunut ja kansainvälisen avoin tunnelma. Järjestäjän mukaan 27% näytteliasettajista tuli Kiinan ulkopuolelta. Suomalaisista yrityksistä omalla osastollaan messuilla olivat myös Dynaset, Allu, Nordic Lights, Robit, Tamtron ja Epec.▲



Kaivosalatuotteiden satamakäsittelyn asiantuntija

Olemme Suomen johtava kaivosalatuotteiden satamakäsittelijä. Toimimme Kokkolan, Oulun, Tahkoluodon, Koverharin, Vuosaaren ja HaminaKotkan satamissa ahtaus-, laivanselvitys- ja huolinta-alan yrityksenä. Oy M. Rauanheimo Ab on perustettu vuonna 1884 ja olemme toimintavuosiemme aikana hankkineet vahvan tietämyksen ja ammattitaidon satama- ja laivausalalta. Kuulumme KWH-yhtymän KWH Logistics liiketoimintaryhmään, joka on yksi Suomen johtavista ja nopeimmin kasvavista logistiikka-alan toimijoista.

Ota yhteyttä:

Kaupallinen johtaja, Henrik Hagström

puh. +358 50 387 3330

s-posti: henrik.hagstrom@rauanheimo.com

For GoodStories

RAUANHEIMO
Logistics



www.rauanheimo.com

Kulumisseminaarin yleisöä.



Hard Rock Tribology Seminar 2018

Tampere Wear Centerin kulumisseminääri 22.11.2018

TEKSTI JA KUVAT: **TUOMO TIAINEN** JA **KATI VALTONEN**

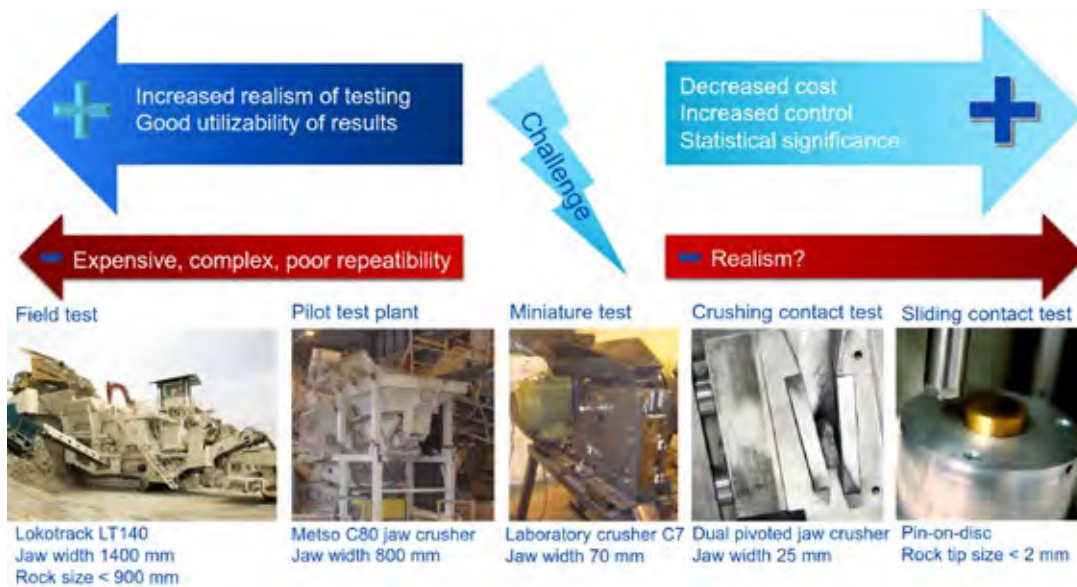
Järjestyksessä kymmenes Tampere Wear Centerin (TWC) vuotuinen kulumisseminääri järjestettiin perinteiseen tapaan museokeskus Vapriikin tiloissa. Seminaari keskittyi abrasiiviseen kulumiseen, joka on yleisimpiä kulumisen muotoja ja esiintyy erityisesti kaivos-, louhinta-, kivenmurskaus- ja maansiirtolaitteistoissa. Englanninkieliseen seminaariin osallistui yhteensä 48 henkilöä.

Seminaarin avannut TTY:n professori **Veli-Tapani Kuokkala** totesi, että seminaarin esitykset pohjautuvat pääasiassa joko jo valmistuneiden tai valmistumassa olevien väitöstöiden tuloksiin. Hän totesi, että jos seminaarista saa mukaansa uusia ideoita ja

kontakteja, se on täyttänyt tarkoituksensa.

Päivän ensimmäisessä esityksessä **Markus Varga**, AC²T research GmbH (AC²T), Itävalta, tarkasteli abrasiivista kulumista mineraalien prosessoinnissa ja sekä kokeellisia että numeerisia menetelmiä kulumisen tutkimiseksi ja vähentämiseksi. AC²T on

vuonna 2002 perustettu osakeyhtiömuotoinen ja puolueeton tribologian tutkimuskeskus. Se työllistää 120 henkilöä, joista 100 on tieteellisiä tutkijoita. Vuotuinen liikevaihto on 12 M€. Keskus on maailman suurimpia riippumattomia tribologian tutkimuspalvelujen tuottajia.



Kati Valtonen tutki, miten hyvin laboratoriokulumiskokeet vastaavat teollisuuden käyttökohteiden olosuhteita.

Laajassa esityksessään Markus Varga käsitteli abrasiivisen kulumisen eri tyyppisiä, mekanismeja ja testausmenetelmiä erityisesti kulumiskestävien terästen ja komposiittimateriaalien tutkimuksessa, laskennallista mallinnusta abrasiivisen kulumisen tutkimuksessa sekä abrasiivisen kulumisen mittausten menetelmiä kenttäolosuhteissa. Korkean lämpötilan abraasiokulumisessa abraasiivipartikkelien tarttuminen kulumisen materiaalin pintaan voi tiettyjen edellytysten vallitessa johtaa materiaalin kulumisnopeuden pienemiseen. Komposiittimateriaaleissa hyvän abraasiokulumiskestävyuden saavuttaminen edellyttää, että materiaalin kovien faasiin osuus rakenteessa on riittävä, ne ovat tarpeeksi suurikokoisia, hyvin sitoutuneita matriisiin ja kovempia kuin kuluttava abraasiivi. Loppupäätelmänä hän tähdensi sitä, että käytettävä kulumistestimenetelmä ja sen parametrit tulee aina valita todellista kulumistilannetta vastaaviksi.

Kati Valtonen, TWC, pohti esityksessään laboratoriokokeiden ja todellisten kulumistilanteiden vastaavuutta ja korosti, että kulumisen ei ole materiaaliominaisuus, vaan riippuu koko kulumisympäristön ominaisuuksista. Tutkimuksessa karakterisoitiin kaivosolosuhteissa syntyneitä kulumispintoja ja vertailtiin niiden ominaispiirteitä eri tyyppisissä laboratoriotesteissä (murskaava pin-on-disc, puristava murskain, impeller-tumbler ja liete-eroosiolaite kuivalla kivipedillä eli dry-pot) ja eri abraasiiveilla (kromiitti, kvartsiitti, graniitti) tuotettuihin samojen materiaalien kulumispintoihin. Tutkittavina case-tapauksina



Markus Varga, AC²T, Itävalta, esitteli laajasti kulumistutkimusta ja sen menetelmiä.

olivat kaivosdumpperin rungon kulutuslevy ja pyöräkuormaajan kauhun huulilevy. Dumpperin rungon kenttäkäytössä olleessa kulutuslevyssä havaittiin enemmän liukumispohjaista kulumista kuin mitä saatiin tuotetuksi tutkimuksessa käytetyillä laboratoriotesteillä. Huulilevyssä kenttäkäytön ja laboratoriotestien välille saatiin parempia kulumispintojen vastaavuuksia ja testeissä käytetyn abraasiivityypin todettiin

vaikuttavan voimakkaasti kulumisnopeuteen. Kulutuskoetulosten normalisoinnin referenssinäytteen painohäviöllä todettiin olevan hyvä tapa eri terästen välisten erojen selville saamiseksi. Eri testityyppien sekä käytännön kulumistilanteiden ja laboratoriokulutuskoekokeiden tuloksia vertailtaessa normalisoinnissa tulee ottaa huomioon myös eri olosuhteiden erilaiset kontaktiajat ja -pinta-alat. Kun otetaan huomioon myös eri tilanteissa esiintyvät kulumismekanismit sekä kulumisen materiaalin muokkaantumisen, voidaan tuottaa luotettavampia arvioita laboratoriokokeiden ja käytännön kulumistilanteiden vastaavuudesta.

Niko Ojala, Robit, tarkasteli esityksessään kulumista kaivosolosuhteissa ja kallion poraustyössä. Hän vertaili käytännön kulumistilanteita, sovelluskohtaisiksi räätälöityjä kulumistestejä sekä perinteisiä kulumistestausmenetelmiä. Kallion porauksessa kuluttavien partikkelien kokojakauma on laaja ja abraasiivinen kulumisen tapahtuu aina plastisen muodonmuutoksen olosuhteissa, joissa suurilla muodonmuutosnopeuksilla materiaalien lämpötila voi paikallisesti nousta voimakkaasti. Olennaista on se, miten erityyppisten materiaalien kuten poranterän runkotörmän ja kovametalinastojen kulumista tulisi testata hyvän käytäntövastaavuuden saavuttamiseksi ja miten kulumiset materiaalit säilyttävät ominaisuutensa. Myös Ojala totesi, että ellei kulumistesti saa aikaan samanlaista materiaalivastetta kuin käytännön kulumistilanne, ei testituloksilla ja käytännön kulumisella ole hyvää vastaavuutta.

Ominaiskulumisenergian ja materiaalin ominaisuuksien välinen suhde kivenmurskausprosessissa oli aiheena **Juuso Tervan**, Metso, esityksessä. Murskauskomponentin ja murskattavan materiaalin väliset kontaktit ennen ja jälkeen murskautumisrajan saavuttamisen ovat keskeisiä kulumisen kannalta. Murskaukseen liittyvää energiankulutusta tarkasteltaessa tulee erottaa toisistaan murskainkomponenttien liikuttamiseen liittyvät energiahäviöt ja kulumiseen liittyvä energiankulutus. Tähän liittyviä tutkimuksia varten oli työssä kehitetty uudentyyppinen laboratorioleukamurskain, jossa murskausvoima pysyy vakiona koko murskausliikkeen ajan, mutta tapahtumaan liittyvää liukumismatkaa voidaan säätää. Tällöin kulumiseen käytetty energia voidaan mitata murskausvoiman ja liukumatkan avulla. Kun kulumisen mitataan painohäviönä, saadaan määritetyksi ominaiskulumisenergia eli yhden massayksikön poistamiseen kuluttamalla käytetty energia. Se mittaa siten kulumiseen liittyvän materiaali- ja energian tehokkuutta. Tutkimuksessa todettiin, että ominaiskulumisenergian ja kulumisessa muokkautuneen materiaalin murtolujuuden välillä on melko hyvä lineaarinen korrelaatio, mutta suurella myötönopeudella mitatun murtolujuuden kanssa vastaavuus voisi olla vielä parempi.

VTT:n **Anssi Laukkanen** esitteli abraziivisen kulumisen mallintamista mikrorakennemalleihin pohjautuen lujien terästen, kovametallien ja komposiittimateriaalien tapauksessa. Lähtötilanteessa määritetään ensin kulumista tuottava ympäristö. Materiaalin mikrorakennemalli tuotetaan SEM- ja EBSD-kuviin perustuen ja siihen yhdistetään mikromekaaninen kiteiden plastisuusmalli. Näiden avulla mallinetaan tribologinen kontaktitilanne ja sen aiheuttamat rakennemuutokset. Rakennemuutoksiin yhdistetyn vauriomallin avulla saadaan määritetyksi arvio kumulatiivisesta kulumisesta ja päästään käsiksi komponentin elinikäarviointiin. Parhaimmillaan näiden tulosten pohjalta voidaan jo optimoida komponenttia, materiaalin mikrorakennetta ja kulumisolosuhteita kulumisen vähentämiseksi.

Gourab Saha, TTY/Deakin University, kertoi maansiirtokoneiden abraziivisen kulumisen tutkimuksistaan esimerkkinä kaivinkoneen kauhakynnen kulumisen. Työ käynnistettiin kuluneen komponentin vaurioanalyysinä, jossa määritettiin eri kohdistamateriaalin kulumishäviö, kulumisen tuottama pintatopografia, mikrorakenne,

kovuus sekä kulumisnaarmujen syvyys. Tulosten perusteella komponentissa esiintyi sekä iskukulumista että raskasta kovertavaa abraasiota. Kuuden eri terästyypin testaamiseen suunniteltiin impeller-tumbler-iskuabraziivinen testilaitteisto aiempaa suuremmalle abraasiivikoolle (< 80 mm). Baniittisten terästen kulumisnopeudet olivat pienimmät ja seuraavina olivat marteniittiset sekä Hadfield-tyyppiset teräkset. Lisäksi tehtiin naarmutustestejä kuluneille ja alkuperäisille pinnoille. Syntyneet naarmut olivat kuluneen kappaleen naarmuja matalampia johtuen todellisen kulumistilanteen erilaisesta kuormituksesta, partikkelikoosta ja –muodosta sekä paikallisen kuumenemisen aiheuttamasta materiaalin pehmenemisestä. Puhtaan iskukulumisen tutkimiseen impeller-tumbler-tyyppinen kulumistesti soveltuu varsin hyvin.

Oskari Haiko, Oulun yliopisto, esitteli uuden DQ+P (Direct Quenching and Partitioning) –terästyypin kulumistestausta isku- ja abraziivisen kulumisen olosuhteissa. Termomekaanisesti valssattu teräs suorasammutetaan kuumavalssauksen jälkeen M_s - ja M_f -lämpötilojen väliselle alueelle, jossa sitä pidetään vakio- ja isoterminen hehkutuksen aikana hiili diffundoituu martensiittista austeniittiin ja stabiloi sitä tuottaen teräkseen jäännösausteniittia sisältävän martensiittisen rakenteen. Työssä tutkittiin kahta eri terästyypistä ja niille suoritettiin Gleeble-simulointeja optimaalisen kuumavalssaus+sammutusyhdistelmän sekä isoterminen partitioning-lämpötilan (PT) määrittämiseksi. Terästen myötölujuudet käsittelyn jälkeen olivat välillä 1100 – 1400 N/mm² ja jäännösausteniittipitoisuudet 2,5 – 10 %. Austeniitti esiintyi kalvomaisina muodostumina martensiittirakenteiden välissä. Kulumistesteissä käytettiin impeller-tumbler-tyyppistä laitteistoa, jossa abraziivina oli partikkelikooltaan 10-12 mm graniitti. Testeissä erot eri terästen kulumisnopeuksissa olivat pienehköjä, parhaita olivat suorasammutetut (DQ) teräkset ilman PT-hehkutusta ja kuluneen pinnan kovuuden ja painohäviön välillä oli lineaarinen riippuvuus. Abraziivin hautautuminen kuluvaan pintaan oli voimakkainta referenssinä käytetyssä HB 500- kulutusteräksessä ja pienintä (peitto 40 %) DQ-teräksissä. Peitto kasvoi PT-lämpötilan mukana. Kulutustestattujen pintojen mikrorakenteesta ei havaittu jäännösausteniittia.

Kuluttavan kivilajin vaikutus terästen ja kovametallien käyttäytymiseen raskaassa abraasiokulumisessa oli VTT:n **Vuokko**

Heinon aiheena päivän viimeisessä varsinaisessa esityksessä. Työn motivaatioksi hän esitti sen, että kaivosteollisuus on ollut Suomen tilastojen kärjessä, kun on verrattu huoltokustannusten osuutta alan kokonaiskustannuksista. Työssä tutkittiin neljää erilaista kivilajia (tonaliitti, graniitti, gneissi ja kvartsiitti), kolmea eri kovuusasteen teräslajia sekä kolmea kovametallia erilaisin sideainepitoisuuksin murskaavalla pin-on-disc -laitteistolla. Kokeissa mitattujen painohäviöiden todettiin pienenevän tutkittavan näytteen kovuuden kasvaessa. Graniittiabraziivi aiheutti teräksillä ja kvartsiitti kovametalleilla suurimmat painohäviöt muihin abraziivilajeihin verrattuna. Kovametallit olivat tehdyissä kokeissa kulumiskestävyydeltään selvästi teräksiä parempia. Kvartsiitin todettiin hautautuvan voimakkaasti terästen pintaan. Tutkittaessa abraziivin murskautuvuuden, abraziivisuuden ja metalli/abraziivi –kovuusasteen vaikutusta kulumiseen todettiin terästen tapauksessa korkean murskautuvuuden kivilajeissa partikkelien murskautuvan ja matalan murskautuvuuden kivilajien partikkelien pyöristyvän ennen merkittävää kulumisen syntymistä. Suurin kulumisen esiintyi keskiasteen murskautuvuudella. Kovametalleilla puolestaan suurin kulumisen esiintyi korkeimman murskautuvuuden abraziiveilla. Selvin korrelaatio esiintyi metalli/abraziivi –kovuusasteen ja kulumisen aiheuttaman tilavuushäviön välillä.

Seminaarin päätteeksi pidetyssä Wear Forum Round Table –osuudessa TTY:n professori **Minnamari Vippola** esitteli TTY:n yhteyteen perustetun Tampere Microscopy Center (TMC) –yksikön ja sen laitevarustuksen. Koko yliopistoyhteisöä ja sen yhteistyöverkostoja palveleva mikroskopia-keskus on perustettu parhaan mahdollisen tutkimusinfrastruktuurin aikaansaamiseksi ja ylläpitämiseksi. Keskuksen helmenä on vasta asennettu Jeol F200 S/TEM läpivalaisuelektronimikroskooppi. Kati Valtonen esitteli omassa puheenvuorossaan yksityiskohtaisemmin Tampere Wear Centeriä ja sen uusimpia laitteistoja, kulumisfoorumia sekä tulossa olevia väitöstilaisuuksia ja alan konferensseja.▲

Artikkelissa esiintyvä TTY (Tampereen teknillinen yliopisto) yhdistyi 1.1.2019 alkaen Tampereen yliopiston kanssa uudeksi Tampereen yliopistoksi, joka omistaa enemmistön Tampereen Ammattikorkeakoulun osakkeista.



Valimoalan veteraaneja julkistamistilaisuudessa: eturivissä vasemmalta Timo Salokannel, Paavo Tennilä ja Yrjö M. Lehtonen. Kirjan kirjoittaja Olavi Piha on kuvassa ensimmäinen vasemmalta.

Jo 180 vuotta teollisuutemme menestymisen mahdollistajana

Suomen Valimoteollisuus- kirja julkistettiin Tampereella 31.1.2019

TEKSTI JA KUVAT: TUOMO TIAINEN

Suomalaisen valimoteollisuuden historia alusta tähän päivään saakka on nyt yksissä kansissa. Valimoalan ammattilaisen DI **Olavi Pihan** kokoama ja kirjoittama 532-sivuinen historiikki julkistettiin Tampereen työväenmuseumo Werstaassa 31.1.2019 pidetyssä tilaisuudessa.

Tilaisuudessa käyttivät puheenvuorot opetusneuvos **Risto Ilomäki** Tampereen kaupungin edustajana, kirjan päärahoittajan Teknologiateollisuus ry:n edustaja yrittäjäneuvos **Antti Zitting**, Valimoteollisuus ry:n asiamies, Aalto-yliopiston valimotekniikan professori **Juhani Orkas** sekä luonnollisesti kirjan kirjoittaja Olavi Piha.

Opetusneuvos Risto Ilomäki kertoi valimoalan koulutuksesta Tampereella, jonne alan ammatillinen koulutus keskitettiin 1980-luvulla. Hän esitteli Tampereella toimivan Valimoinstituutin perustamisvaihei-

ta, toimintaa ja tuloksia sen perustamisesta v. 1995 tähän päivään asti ja vetosi alan toimijoihin instituutin tulevaisuuden puolesta.

Yrittäjäneuvos Zitting antoi tunnustusta kirjan kirjoittajalle ja sen syntyyn vaikuttaneille tahoille. Valimoalan merkitys suomalaiselle teollisuudelle on aina ollut alan kokoa suurempi. Erityisen selvästi tämä on tullut esille Pirkanmaalla, joka on suomalaisen konepajateollisuuden keskittymä. Valimoalan koulutukseen Valimoinstituutissa kehitetty ja toteutettu kaikki koulutustasot yhdistävä vertikaalisesti integroitu koulutusjärjestelmä ei periaatteena ole kadonnut mihinkään. Kirjan rahoittanut Teknologiateollisuus ry:n 100-vuotissäätiö on jakanut merkittäviä summia alansa tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Valimoala on Suomessa palannut suuryritysten omistamista valimoista takaisin perheyrittäjäpohjaiseen toimintaan. Tämä asettaa haasteita tehtävistä

selviytymiselle, minkä alan yritykset ovat aina osanneet. Tästä ja nyt julkistetusta kirjasta on syytä olla ylpeä.

Professori Juhani Orkas kertoi kirjan syntyvaiheista ja sen kirjoittajasta. Ajatuksen esittämisestä vuonna 2009 sen toteutumiseen on kulunut lähes 10 vuotta. Suurin osa työstä on hänen sanojensa mukaan revitty Olavi Pihan selkänahasta. Hän esitti tekijälle parhaat kiitokset upeaan lopputulokseen johtaneesta sitkeästä työstä.

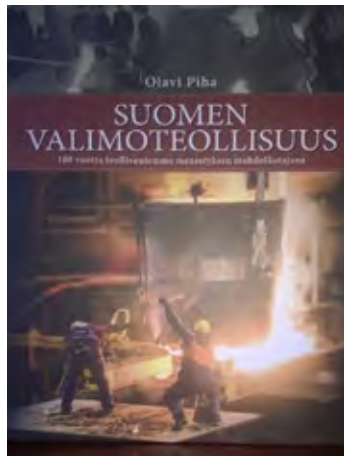
Olavi Piha esitteli puheenvuorossaan lyhyesti teoksen sisältöä. Teos alkaa valimosen globaalien historian lyhyellä esittelyllä ja paneutuu myös valamisen historiaan Ruotsi-Suomessa. Suomen valimoteollisuuden historian katsotaan alkaneen vuonna 1836 tapahtuneesta Fiskarsin valimon perustamisesta. Kirjassa käydään läpi valimoteollisuuden historiaa pääasiassa 10 vuoden jaksoista tuosta ajankohdasta aina nykypäivään saak-

ka. Vuosikymmenet 1950- luvulta vuoteen 2000 käydään yksityiskohtaisesti läpi.

Alussa suomalainen valimoteollisuus oli perheyrittäjäpohjaista ja ulkomaisten toimijoiden synnyttämää. Vasta 1950-luvulla esiintyvät ensimmäiset suomenkieliset nimet valimoiden perustajina. Suuryritysten perustamat valimot tulivat mukaan voimakkaan kasvun aikana 1960- ja 1970- luvuilla.

Historiikin esittämisen ohella esitellään vuonna 1947 perustetun Suomen Valimomiesten Liiton (vuodesta 1964 Suomen Valimotekninen Yhdistys) puheenjohtajat kuvien kera. Samoin esitellään vuonna 1977 Metalliteollisuuden Keskusliitto ry:n yhteyteen perustetun Valimoiden toimialaryhmän (vuodesta 2010 Valutuoteteollisuus ry ja vuodesta 2017 Valimoteollisuus ry) puheenjohtajat. Valimoalan akateemiselle opetukselle ja tutkimukselle, yhteiselle teknologiaohjelmalla toteutetulle tutkimus- ja kehitysohjelmalle sekä Valimoinstituutille on kirjassa omistettu omat lukunsa.

Suuri urakka oli kaikkien toimialayhdistyksen nykyisten jäsenvalimoiden se-



Kirjan kannessa valetaan vauhdilla.

ka muiden valimoiden ilmakuvaus, jonka toteuttamiseen kului kaksi kesää. Kunkin valimokuvan yhteydessä on esitetty kyseisen valimon perustiedot. Merkittävä osa kirjasta on myös omistettu yksittäisten suomalaisten valimoiden historiakuvausille. Lopuksi kirjan tekijä jäljittää suomenkielisen sanan

valaa alkuperää ja käyttöä etymologian ja sananparsien välityksellä.

Kirjan liitteissä on kuvattu suomalaista valimoteollisuutta numeroina, esitetty kaikki Suomessa toimineet 480 valimoyritystä, joista on arkistoissa kirjallisia merkintöjä, kuvattu valimoteollisuuden järjestäytymistä ja vuodesta 1978 alkaen järjestettyä Valun käytön seminaaria. Liitteissä on myös lyhyt esittely maailmanlaajuisesta World Foundry Organisation (WFO) –järjestöstä lähdeluettelon ja henkilöhakemiston ohella.

Vapaan sanan aikana puheenvuoron käytti suomalaisen valimoteollisuuden grand old man, 89-vuotias DI **Paavo Tennilä**, joka kertoi yhteisistä opiskelu- ja työkokemuksistaan toisen tilaisuudessa läsnä olleen keskeisen valimoalan vaikuttajan, DI **Yrjö M. Lehtosen** kanssa. Paavo Tennilä päätti puheenvuoronsa sanoihin: ”Sillä, joka ei tunne historiaansa, ei ole myöskään tulevaisuutta”. Nyt julkaistun suurtyön, suomalaisen valimoteollisuuden historian nojalla voidaan siten ennustaa myös alan tulevaisuuden olevan turvattu.▲

Suomen ensimmäinen hopeakaivos



Lisätieto www.silver.fi tai info@silver.fi

Sotkamo Silver Oy | Hopeatie 20, 88600 Sotkamo

Korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betoniteollisuudelle



Suomen TPP Oy on kallion lujitukseen ja tiivistykseen, maanalaisten tilojen ilmanvaihtoon sekä betonin lujitus-kuituihin erikoistunut yritys. Tarjoamme korkealaatuisia tuotteita kilpailukykyiseen hintaan asiakkaan tarpeiden mukaisesti.

Edustamme tunnettuja tuotteita maailman johtavilta valmistajilta.

- Laaja valikoima kalliopultteja mm. vaijeripultti ja dynaaminen pultti
- CEMENTA Ab:n injektointisementit
- Teräskuidut ja FortaFerro -makrokuidut
- Kaivosverkot
- Zitron -puhaltimet
- Protan Ventiflex -tuuletusputket
- Alvenius -pikaliitinputket



info@suomentpp.fi • puh. 0400 407 235



Knowledge grows

Kivestä leipää



Yara on maailmanlaajuinen kivennäislannoitteiden, teollisuuskemikaalien ja ympäristönsuojelutuotteiden toimittaja.

Yaran Siilinjärven apatiittikaivos tuottaa fosforia, joka on yksi kasvin pääravinteista. Fosfori jatkojalostetaan fosforihapoksi ja lannoitteeksi. Näin kasvin tarvitsemat ravinteet kulkevat viljan kautta suomalaisten ruokapöytään.

yara.fi

[@YaraSiilinjärvi](https://www.facebook.com/YaraSiilinjärvi)

normet



LAITTEET



PALVELUT



RAKENNUS-
KEMIKAALIT



KALLIO-
LUJITUS

TAATUT

TULOKSET

Kehitämme yhdessä asiakkaittemme kanssa kaivoksen prosesseja paremman turvallisuuden, tuotavuuden ja kannattavuuden saavuttamiseksi.

Olemme olleet mukana tarpeeksi kauan tietääksemme, että menestyminen tarkoittaa myös kykyä odottaa odottamatonta. Tästä syystä tekniset eksperttimme ovat valmiina auttamaan asiakkaittamme jokaisessa haasteessa, pienessä tai suuressa.

NORMET.COM

Geologijaoston Kairauspäivä Jyväskylässä

Vuorimiesyhdistyksen Geologijaosto järjesti jo perinteeksi muodostuneen Kairauspäivän FinnMateria-messuja edeltävänä tiistaina Jyväskylän Paviljongilla. Järjestelyt sujuivat totuttuun tapaan jouheasti sekä seminaarin puolella että tarjoilujen osalta. Ruoka oli hyvää, esitelmät olivat erinomaisia ja kahvitaukoja oli riittävästi.

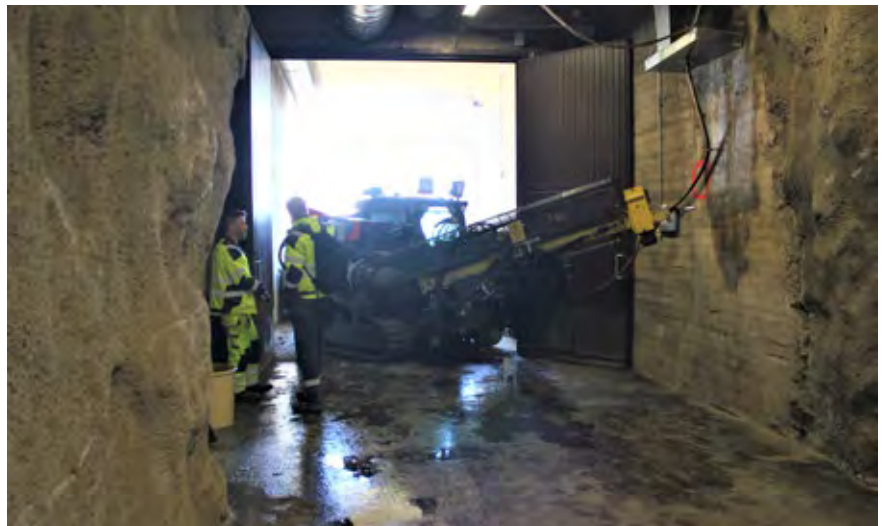
TEKSTI: **LEENA RAJAVUORI**

Kairauspäivän aiheena oli tällä kertaa Kairaus ja mittaus, ja esityksissä keskityttiin erityisesti reikämittauksiin. Kairasydänmittaukset jätettiin tarkoituksella pois ohjelmasta, koska niistä riittäisi kerrottavaa useampaankin seminaariin. Kairauspäivän puhuja- ja osallistujalistat elivät viimeisiin hetkiin saakka – ja valitettavasti työt sekä muut esteet estivät muutaman epäonnisen osallistumisen. Ilmoittautuneita oli kaiken kaikkiaan 82 henkilöä – enempiä saliin ei olisi mahtunutkaan.

Ensimmäisenä salin eteen asteli Antti Kivinen GRM-services Oy:stä. Antti kertoi lyhyesti, mutta kattavasti erilaisista kairareilistä tehtävistä geofysiikan mittauksista, tyypillisistä ongelmista joihin mittaus voi tyssätä ja näiden ongelmien mahdollisista ratkaisuvaihtoehdoista. Lopuksi saimme tiiviin tietopaketin modernin reikä-IP mittauksen mahdollisuuksista.

Päivän toinen esitys olikin sitten hieman erikoisempaan mittaukseen keskittynyt. Jari Joutsenvaara Muon Solutions Oy:stä avasi kuulijoille hieman myonigrafian aarrearkua. Myonigrafian käyttökohteet vaihtelevat geologisesta tutkimuksesta esim. pyramidien ja autojen lastin tutkimiseen. Koska esitys ja sen potentiaaliset käyttökohteet herättivät runsaasti keskustelua ja kysymyksiä Kairauspäivän aikana ja vielä sen jälkeenkin, pyysimme Jari Joutsenvaaralta sekä hänen kollegaltaan Marko Holmalta tiivistelmää esitelmästä. Voitte tutustua menetelmään tarkemmin seuraavassa Materia-lehden numerossa.

Myonigrafian jälkeen palattiin jälleen tutummalle kallioperälle, ja esitysvuoron sai Eetu Pussinen Comadev Oy:stä. Esityksen



Kuva 1. Geopard

aiheena oli Kairaus- ja reikämittaukset kalliiorakennuskohteissa. Comadev Oy on kehittänyt erityisesti pieniin tiloihin sopivan kairakoneen, Geopardin (kuva 1), jota yhtiö on käyttänyt esim. Kuopion Savilahden kalliotiloja tutkiessaan.

Viimeisenä ennen aamupäivän kahvitaukoa puheenvuoron sai Ville Sipola Geovisor Oy:stä. Ville kertoi malminetsinnässä sovelletuista kairareikämittauksista (kuva 2) ja erityisesti mittauksen valintaan vaikuttavista tekijöistä. Parhaiten mieleen esityksestä jäi huomio: usein ainoa keino saada tietoa siitä, mikä mittaus on oikea, on vain mitata...

Aamupäiväkahvin aikana keskustelu aamun esityksistä kävi vilkkaana, ja osallistujia saikin patistella takaisin saliin.

Kahvin jälkeen ohjelmassa siirryttiin reiän sijaintimittauksiin ja kairauksen ohjaamiseen. Ensimmäisenä puheenvuoron sai Christian van der Put Reflex Instruments Europe Ltd:stä. Christian kävi läpi reikämittauksen kehityksen 1900-luvun

puolivälistä nykypäivään. Yleisön joukossa oli vielä niitäkin, jotka ovat käyttäneet valokuvia kairareian suunnan tarkastukseen (Fotobor-menetelmä). Tuohon aikaan tarkistukseen joutui käyttämään vähän enemmän aikaa, koska aina mittauksen jälkeen joutui kehittämään valokuvan toivoen, että siitä näkyisi edes jotain... Esityksen aikana kävi erittäin selväksi, että ero 20-30 vuotta vanhojen menetelmien ja tämän päivän (tarvittaessa) reaaliajassa päivittyvän datan välillä on huima!

Seuraavaksi puheenvuoron sai Devico AS:n Erlend Olsø, joka esitteli kattavasti yhtiön kehittämiä menetelmiä ja työkaluja ohjattuun kairaukseen, suunnattuihin näytteisiin ja mittauksiin. Uusimpana tuotteena Devico tarjoaa integroitua reiän suuntaus-työkalua, eli DeviHead Core-menetelmää. Erlend esitteli myös erästä projektia, jossa ohjatulla kairauksella on tehty yli 500 m pitkä, lähes pystysuora reikä, joka silti pysyi alle neljä metriä halkaisijaltaan olevan alueen sisällä.

Tämän jälkeen siirryttiin takaisin kotimaan kamaralle, ja vuoron otti Jyrki Liimainen Posiva Oy:stä. Jyrki esitteli, kuinka suunnitelmat, mittaukset ja reaali maailma eivät välttämättä aina täysin kohtaa. Esityksen otsikko oli Vaakareian ohjauksen ja mittauksen toteuman tarkastus louhinnalla. Siinä käytiin lävitse todellisia esimerkkejä käyttäen, kuinka paljon mitattu reiän sijainti poikkeaa suunnitellusta. Myöhemmin louhinnan edetessä tutkimuksessa pystyttiin myös havaitsemaan, kuinka paljon mitattu reiän sijainti poikkesi sen todellisesta sijainnista.

Epäkiitolliseen paikkaan, eli juuri ennen lounasta, salin eteen nousi Alekski Autti, joka kertoi yleisölle ADC Oy Ltd:n tarjoamasta ohjattuun kairaukseen tarkoitettusta Aziwell-menetelmästä. Aleksin mukaan suurin ero aikaisempiin menetelmiin on se, että tilaajan tarvitsee toimia vain yhden urakoitsijan eli kairausyhtiön kanssa. Perinteisesti ohjatussa kairauksessa on yleensä ollut mukana sekä kairausurakoitsija että reiän ohjaukseen erikoistunut yhtiö. Aziwell-menetelmä on melko uusi tuote, ja onkin mielenkiintoista nähdä, miten se vaikuttaa alan kehitykseen erityisesti tilaajan näkökulmasta katsottuna. Kuulemme tästä varmasti lisää tulevaisuudessa.

Buffetlounas nautittiin aivan kokoussalin vieressä olevassa Faneri-ravintolassa ja tarjolla ollut ruoka oli ilmeisen maistavaa. Kaikki osallistujat löysivät jopa tiensä lounaalta takaisin kokoussaliin.

Lounaan jälkeen aihepiiri vaihtui kosteammaksi, eli session puheenvuorot liittyivät tavalla tai toisella veteen. Erityyppiset vesitutkimukset ovat viime aikoina tulleet koko ajan tärkeämmiksi aiheiksi sekä kaivos- että malminetsintäprojekteissa ja halusimmekin nostaa tämän aiheen esille Kairauspäivän sisältöä suunniteltaessa.

Ensimmäiseksi esiintyjäksi saapui Qteq Pty Ltd:n Ryan Gee. Esityksen aiheena oli kairareian magneettinen resonanssi (Borehole Magnetic Resonance, BMR, joka on ydinmagneettiseen resonanssiin perustuva mittausmenetelmä), ja sen tarjoamat mahdollisuudet esim. kallioperän huokoisuuden ja vedenjohtavuuden määrittämiseksi. Ryan näytti muutaman käytännön esimerkin avulla, kuinka kyseistä menetelmää voi käyttää mm. hydrogeologisiin ja geoteknisiin tutkimuksiin.

Seuraavana vuorossa oli Håkan Mattson GeoVista AB:sta. Håkan esitteli tutkimuksen, jossa käytettiin geofysiikkaa, optista ja akustista kuvausta sekä hydrologisia ja

Kairauspäivän päätteeksi Geologijaoston puheenjohtaja kiitti kaikkia paikallaolijoita ja erityisesti esiintyjä.

seismisiä mittauksia pilottireiässä. Työn tarkoituksena oli selvittää paikalle suunnitellun kuilun ympäristön olosuhteet erityisesti geotekniseltä ja hydrologiselta kannalta. Kuten usein käy, itse mittaukset vievät vain pienen osan työn kokonaisuudesta. Tässäkin tapauksessa mittaukset veivät kaksi päivää, mutta datan käsittely ja tulkinta viisi päivää lisää.

Vesisession viimeisenä puhujana oli Markku Ojala Oy Kati Ab:lta. Esitys käsitteli pakkeritestausta työkaluna kaivosten vesien hallinnan suunnittelussa. Markku kertoi hydrogeologian merkityksen luvituksessa ja kaivossuunnittelussa kasvavan koko ajan, ja pakkeritestatus antaa mahdollisuuden kerätä hydrogeologista tietoa jo malminetsintäkairauksen aikana. KATI:n käytössä on SWiPS-menetelmä (Standard Wireline Packer System), jonka käyttö ei edellytä teräputkien nostoa mittauksen aikana. Siten mittauksia on kätevä tehdä kairauksen aikana, vaikka sydänputken joutuukin nostamaan ylös mittauksen ajaksi.

Tässä vaiheessa yleisö oli jo hieman levotonta, mutta ennen kahvitaukoa saatiin vielä yllätysesintyjä salin eteen. Jussi Leveinen Aalto-yliopistosta piti muutaman minuutin mittaisen esittelyn LASO-LIBS – menetelmästä (Large Area Scanning Open-source LIBS) ja toivotti kaikki tervetulleeksi messuosastolle tutustumaan menetelmään tarkemmin. Jussin esityksen jälkeen kahvitauko tulikin jo tarpeeseen – ainut hankaluus oli saada osallistujat takaisin saliin päivän viimeisen session ajaksi.

Session aloitti Johanna Savunen Posiva Oy:stä ja esitelmän aiheena oli loppusijoitusreiän tarkka mittaus. Loppusijoitusreiät ovat noin 7-8 metriä syviä ja niiden halkaisija on n. 1,8 metriä. Reikiä tullaan tekemään muutama tuhat ja jokaisen sopivuus loppusijoitukseen täytyy vahvistaa ennen käyttöönottoa. Esimerkiksi reiän halkaisijan tarkkuuden tulisi olla -2,5 mm — +25 mm nimellishalkaisijasta ja myös kaikille muillekin parametreille, kuten esimerkiksi

pinnan sileydelle, on hyvin tarkat kriteerit. Testeissä on kokeiltu tutkimusmenetelminä esimerkiksi laserkeilausta ja fotogrammetriaa. Laserkeilauksella paras saavutettu tulos on ollut 1 millimetrin tarkkuus, mutta mittauksissa kivilajien vaihtelun aiheuttama virhe on ollut 1-4 millimetriä ja kosteuden aiheuttama virhe jopa 20 mm. Fotogrammetrialla paras saavutettu tulos on ollut jopa alle 0,2 mm tarkkuus, ja tästä syystä Johanna totesikin sen olevan tällä hetkellä paras vaihtoehto kehitystyötä ajatellen.

Seuraava esitys olikin sitten jotain aivan erilaista, nimittäin Lauri J. Pesonen kertoi ICDP:n (International Continental Drilling Project, joka on toiminut vuodesta 1996 lähtien) roolista impaktirakenteiden tutkimuksessa. Laurin mukaan koko maailmassa on 191 todistettua impaktirakennetta, joista viimeisin eli Summanen löydettiin Suomesta vuonna 2018. Rakenteiden halkaisija vaihtelee 15 metrin ja 200 kilometrin välillä. Rakenteita voidaan tutkia esimerkiksi geofysiikan keinoin, mutta mikäli muut menetelmät pettävät, rakenteiden olemassaolo ja syntyperä voidaan todistaa vain kairaamalla niistä näyte. Esityksessään Lauri esitteli tarkemmin kaksi kairausprojektia, Chesapeake Bay USA:ssa ja Suvasvesi North täällä koto-Suomessa.

Päivän viimeinen esitys ei sitten enää koskenutkaan reikämittauksia. Pekka Suomela Kaivosteollisuus ry:stä antoi päivityksen mm. kaivoslakiin ja vuoden 2019 eduskuntavaaleihin liittyen ja siihen, miltä keskustelu kaivosalasta poliittisella kentällä tällä hetkellä vaikuttaa. Lisäksi Pekka kertoi malminetsintäryhmän toiminta-ajatuksista ja malminetsintään vastuullisuusjärjestelmän tilannekatsauksesta. Tiivistettynä yhteen sanaan Pekan viesti kaikille alalla toimijoille voisi olla: ÄÄNESTÄKÄÄ!

Kairauspäivän päätteeksi Geologijaoston puheenjohtaja kiitti kaikkia paikallaolijoita ja erityisesti esiintyjä. Tämän lisäksi Geologijaosto halusi muistaa nopeinta Kairauspäivään ilmoittautujaa pienellä lahjalla. Palkinto nopeimmasta ilmoittautumisesta (alle kuusi minuuttia ilmoittautumisen aukeamisesta) meni Teemu Törmälehdelle. Mallisuorituksesta soisi muidenkin ottavan oppia.

Kairauspäivän aika ja sijainti on vuosien varrella osoittautunut toimivaksi kombinaatioksi, joten tulevaisuudessa jatketaan samaan malliin. Toivottavasti näemme yhtä runsaan osanottajajoukon seuraavallakin kerralla vuonna 2020 – Jyväskylässä tietenkin! ▲



JOHTAVA TEKNOLOGIA PAIKALLINEN PALVELU

Tarjontamme ja tuotekehityksemme perustuvat alan vaatimusten tuntemiseen. Tarjoamme sinulle korkealaatuiset laitteet ja kattavat jälkimarkkinapalvelut maanpäälliseen ja -alaiseen poraukseen, murskaukseen ja seulontaan, lastaukseen ja kuljettamiseen sekä kalliorakentamiseen. Meiltä saat johtavan globaalin teknologian, paikallisella asiantuntevalla palvelulla – tavoitteenamme on tukea toimintasi turvallisuutta, tuottavuutta ja kannattavuutta.

OTA YHTEYTTÄ – SANDVIK PALVELEE

P. 020 544 4600

ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK



On-site analytiikan uudet tuulet Geokemian Päivillä

TEKSTI: **PERTTI SARALA** OMS, OULUN YLIOPISTO/GTK,
KUVAT: **H.-M. KORKALA** OMS, OULUN YLIOPISTO

Geokemialliset on-site analyysimenetelmät ovat tulleet jäädäkseen kaikenlaiseen geologiseen tutkimukseen. Viime vuosikymmenen aikana tapahtunut voimakas menetelmäkehitys on tehnyt erilaisista kannettavista ja keveistä analysaattoreista päivittäin käytettäviä työkaluja. Ne nopeuttavat erilaisten näyttemateriaalien koostumuksen selvittämistä niin laboratorioissa kuin suoraan kenttäolosuhteissakin.

Näiden analysaattorien ja monien muidenkin kenttämenetelmien käytöstä ja uusista tuulista saatiin katsaus 13. Geokemian Päivillä, jotka pidettiin 28.-30.11.2018 Oulun yliopistossa Oulussa. Päivien järjestelyistä vastasivat Geokemian Renkaan ja Vuorimiesyhdistyksen (VMY) geologijaoston lisäksi Oulu Mining School (OMS), Geologian tutkimuskeskus (GTK), Lapin ammattikorkeakoulu ja Geologiliitto ry. Tilaisuuden järjestelyihin saatiin tukea myös Euroopan aluekehitysrahastosta.

Päivien teemana oli ”Geokemialliset on-site -analyysimenetelmät geologisessa tutkimuksessa”. Ohjelma koostui 28.11. pidetystä, erityisesti opiskelijoille suunnatusta lyhytkurssista (short course), 29.-30.11. pidetyistä esitelmäsessioista sekä 30.11. iltapäivällä pidetystä geologit työelämässä -sessiosta. Lyhytkurssilla keskityttiin esittelemään erilaisia kentällä käytettäviä kannettavia analysaattoreita sekä niiden laatuun ja datan käsittelyyn liittyviä erityispiirteitä. Kurssin kouluttajina toimivat Bruno Lemiere Ranskan Geologian tutkimuskeskuksesta ja Pertti Sarala OMS/GTK. Torstain ja perjantain esitelmäsessioissa kuultiin esityksiä ja keskusteltiin laajasti erilaisten on-site -analysaattoreiden käytöstä ja soveltamisesta useisiin geologian osa-alueisiin. Esimerkiksi malminetsinnässä, kaivos- ja ympäristögeologiassa ja hydrologian puolella soveltamiskohteita on löytynyt monipuolisesti. Mukana oli myös muutamia perinteisempiä geokemian aiheita ja projektiesittelyjä, joissa uusilla kannettavilla menetelmillä ei ollut niin suurta roolia. Päivien



lopuksi palattiin vielä opiskelijoille suunnattuun informaation jakamiseen työelämäsessio muodossa. Osanottajia päivillä oli yhteensä noin 70; opiskelijoille suunnattu lyhyt kurssi keräsi 25 osanottajaa ja esitelmää oli kuulemassa reilu 70 henkeä (kuva 1), myös työelämäsessiossa oli paikalla vielä parikymmentä henkeä.

Kannettavia analysaattoreita moneen lähtöön

Esitelmäpäivän avasi OMS:n johtaja, professori Saija Luukkainen lyhyellä tervetulo puheella. Sitä seurasi Bruno Lemieren keynote-esitys: 'Status and new developments in field portable geochemical techniques and on-site technologies for mineral exploration' (kuva 1). Päivien teeman mukaisesti esitelmä sisälsi läpileikkauksen kannettavien analysaattorien tarjonnasta ja sovelluskohteista. Lemiere kiinnitti myös erityistä huomiota laitteilla tuotettavaan dataan ja sen virhelähteisiin. Useimpien kannettavien laitteiden tuloksia voidaan pitää suuntaa-antavina tai suhteellisina, koska niiden käyttöön ja näytteiden käsittelyyn

>



Bruno Lemiere pitämässä esitelmaa uusista on-site -analyysimenetelmistä Oulun yliopiston L4-salissa aiheesta kiinnostuneelle seminaariväelle.

liitty enemmän epävarmuutta kuin paremman stabiilisuuden laboratorioanalyysiin. Tämän vuoksi tuloksien luotettavuuden tarkistamiseksi tarvitaan myös laboratoriossa tehtyjä vertailuanalyysijä sekä erilaisten standardien käyttöä.

Kannettavat XRF-analysaattorit (pXRF) ovat geokemiallisessa tutkimuksessa laajimmin käyttöön otettu kenttämenetelmä. Sovelluskohteita on käytännössä kaikilla geologian osa-alueilla. Erityisesti malminetsinnässä laitteiden käyttö on yleistynyt analysaattorien luotettavuuden ja määritysrajojen parantumisen seurauksena. Tämän vuoksi myös useammat esitelmät käsittelivät pXRF:n käyttöä niin litogeokemiallisessa kuin moreenin geokemiallisessa tutkimuksessakin osana malminetsintäprosessia. Myös taajamageokemiallisissa ja taustapitoisuuskartoituksissa kentällä tehtävä analysointi on osoittautunut käytökelpoiseksi erityisesti arseenin ja perusmetallien pitoisuuksien määrittämisessä. Oman haasteensa luonnonmaiden analysoinnille pXRF-analysaattorien käytön näkökulmasta asettavat monien alkuaineiden alhaiset pitoisuustasot, jotka jäävät usein alle määritysrajojen eivätkä anna luotettavaa kuvaa materiaalien koostumuksesta. Kannettavia analysaattoreita oli esillä myös näytteilleasettajien ständeillä posteriesitysten yhteydessä (kuva 2).

Mielenkiintoinen innovaatio pXRF:n käytöstä tuli esille Itä-Suomen yliopiston tutkijoiden esityksessä, jossa vesinäytteiden tyypillisiä alhaisia pitoisuuksia pyrittiin korostamaan käyttämällä uutta alkuaineiden konsentrintiteknikkaa. Suodatusvaiheessa

käytettävällä membraanilla saadaan pienistäkin vesimääristä kerätyksi kannettavalla analysaattorilla määritettäviä alkuainepitoisuuksia. Esitelmän pitänyt Tuomo Nissinen näkee sovellukselle useita käyttökohteita esimerkiksi kaivosympäristö- ja pilaantuneiden maiden tutkimuksessa.

Toinen uusi ja innovatiivinen sovellus mineraalien tunnistamiseen kenttäolosuhteissa on NASA:n ja Olympuksen kehittämä kannettava XRD-analysaattori. Analysaattoria on käytetty menestyksekkäästi mm. Mars-perän tutkimuksissa. pXRD:n käyttöä on testattu GTK:n vetämässä EAKR-rahoituksessa Indika-projektissa, jossa tehtävää kriittisten mineraalien etsintämenetelmien kehittämistä varten ko. laitehankinta tehtiin (Sarala & Koskinen 2018). Se on ensimmäinen laatuaan Suomessa ja Euroopassakin harvinainen. Oulun yliopiston kaivannaisalan yksikölle tekemässään pro gradu -tutkielmassa Hanna Koskinen selvitti analysaattorin soveltuvuutta kentällä tehtävään kriittisten mineraalien indikaattorien tunnistamiseen. Esitelmästä selvisi, että laitteessa on potentiaalia tällaiseenkin tutkimuskäyttöön glasigeenisia maa-aineksiä hyödynnettäessä.

Happamien sulfaattimaiden kartoituksessa on edetty viime vuosina ripeästi ja koko rannikkoalueelta alkaa vähitellen olla tutkimustietoa kerättyä. Myös menetelmä happamien sulfaattimaiden geokemian analytiikkaan ja datan käsittelyyn ovat kehittyneet, mistä saatiin lisätietoa kolmessa Turun yliopiston ja GTK:n tutkijoiden esityksessä. Geokemiallista kartoitusta ja sen data-analyysejä esitteli myös Svetlana Sapon esitel-

sään Oulun kaupungin alueella tehdyn taajamageokemiallisen kartoituksen tuloksia. Data-analyysi on myös merkittävässä roolissa hyperspektrikuvausten soveltamisessa geologisten materiaalien tutkimukseen ja mineraalien tunnistamiseen. Tämäkin tekniikka on saatavissa kannettavan analysaattorin muodossa, mikä edesauttaa menetelmän reaaliaikaista käytettävyyttä kenttäolosuhteissa. Sen sijaan Marko Holman esittelemä kosmisesta säteilystä peräisin olevien myonien aiheuttaman kontrastin tunnistaminen maa- ja kallioperässä vaatii vielä erittäin herkkiä mittalaitteita, joita voidaan käyttää esimerkiksi kairareikien in situ -tutkimuksissa.

Iltapäivän viimeisessä sessiossa purettiin monille niin tuttuun kultatemiikkaan, jonka avasi Antti Peronius kertomalla kokemuksiaan hippukullan etsintä- ja huuhtontatekniikoista erityyppisissä ilmasto- ja maasto-olosuhteissa. Käytettävien tekniikoiden tulee soveltua sekä mikro- että makrorakeina esiintyvien kultapartikkelien erottamiseen maa-aineksestä ja tämä on hyvin haasteellista kenttäolosuhteiden ja kulan raekoon sekä muodon vaihdellella eri kohteissa. Tämä tulee hyvin esille esimerkiksi Agnico-Eaglen Kuotkon tutkimuskohteessa Kittilässä, jossa kultarakeiden määrää ja kokoa on selvitetty osana Jani Sääskön esittelemää malminetsintäprojektia. Moreenin raskasmineraalifraktion käyttö on osoittautunut sielläkin tehokkaaksi menetelmäksi muiden jäätiköityneiden alueiden tapaan.

Kultateemasta jatkettiin kaivosympäristötutkimuksiin ja erityisesti hydrogeokemiallisiin tutkimuksiin. Vesinäytteen otto voi



2.

Kannettavia analysaattoreita esillä näytteilleasettajien pöydillä. Taustalla myös posterisession esityksiä ja kuvan ulkopuolella Women in Mining Suomen verkoston esittelyseinäke.

olla hyvinkin haastavaa vaikeakulkuisilla alueilla ja tähän on haettu ratkaisua droonien avulla. Hannu Panttilan esittelemässä projektissa paneudutaan tähän ongelmaan ja testataan erilaisia ratkaisuja vesinäytteiden ottamiseksi eri syvyyksiltä kaivosalueiden altaissa. Session lopuksi Jouko Karinen esitteli Lapin AMK:n Kemin toimipisteen palvelutarjontaa ja Pertti Sarala GTK:n vetämää EIT RM-rahoituksen saanutta UpDeep-projektia, jossa perehdytään uusien luontoystävällisten malminetsintämenetelmien kehittämiseen eurooppalaisena yhteistyönä.

Kriittisiä mineraaleja löydetään indikaattorimineraalien avulla

Perjantain aamupäivän esitelmien aiheena oli erilaisten EU:n mineraalistrategiassakin keskeisiksi nostettujen ns. kriittisten mineraalien tutkimusmenetelmien kehittäminen. Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittaman 'Indikaattorimineraalien automatisoitujen tunnistusmenetelmien kehit-



3.

Geokemian Renkaan puheenjohtaja, professori Pertti Sarala ojensi AAG:n kultamitalin professori Reijo Salmiselle tunnustuksena pitkästä ja merkittävästä kansainvälisestä urasta geokemiallisen tutkimuksen edelläkävijänä. Kuva H.M. Korkala.

täminen kriittisten mineraalien etsinnässä -projektin loppuseminaariksi tarkoitettussa sessiossa tehtiin läpileikkaus projektin menetelmäkehitykseen ja keskeisiin tuloksiin. Projektia vetää GTK ja muita tutkimuspartnereita ovat Lapin AMK ja OMS.

Projektissa keskityttiin tuottamaan laadukkaita konsentraatteja moreeni- ja rapakallioaineksesta ja tunnistamaan niistä ns. indikaattorimineraalit hyödyntäen sekä uusinta kenttäanalysointitekniikkaa (pXRD, pXRF ja hyperspektrikuvaus) että laboratoriossa tehtäviä kehittyneitä mineralogisia tutkimusmenetelmiä (FE-SEM ja MLA). Menetelmäkehitystä varten maastotutkimuksia ja näytteenottoa tehtiin useissa tutkimuskohteissa Keski- ja Itä-Lapissa sekä Kainuussa. Projektin tuloksena on näytteenotto-, -käsittely- ja tutkimuskonsepti kriittisten mineraalien etsintään. Tulosten kokoaminen kirjalliseen muotoon on menossa ja loppuraportti tullaan julkaisemaan maaliskuun 2019 aikana.

Opiskelijoille tietoa työelämästä

Perjantai-iltapäivän opiskelijoille suunnatun työelämäsession koordinoijana oli Geologiliitto. Session ideana oli tiedon ja kokemusten jakaminen työelämästä opiskelijoille. Vanhemmat kollegat tutkimuslaitoksista, konsulttimarkkinoilta, malminetsinnästä ja yliopistolta kertoivat opiskelustaan, työtehtävistään ja kokemuksistaan sekä erilaisia työelämän tuomista haasteista. Lienevätkö pitkät päivät vieneet jo enimmäkseen osallistumisinnosta, sillä paikalla oli enää pieni joukko opiskelijoita ja muutamia tutkijakollegoita? Keskustelu oli kuitenkin vilkasta ja opiskelijat saivat monipuolisen esittelyn geokemian tehtävistä ja nyky-yhteiskunnan vaatimuksista osaamisen ja taitojen yhteensovittamisessa.

Geokemian alan merkittävä tunnustus Reijo Salmiselle

Yksi Geokemian Päivien kohokohdista oli geokemia-alan yhden pitkän linjan menetelmäkehityksen ja kartoituksen toteuttajan ja kansainvälisen osaajan, professori Reijo Salmisen palkitseminen the Association of Applied Geochemists -järjestön (AAG) myöntämällä kultamitalilla (kuva 3). Kultamitali on korkein tunnustus, jonka järjestö myöntää geokemian alan kansainvälisesti tunnustetulle ja laajaa arvostusta omaavalle henkilölle. Mitali on tunnustus erityisesti malminetsinnällisen geokemian osaamisen kehittämisestä, käytön edistämisestä ja kansainvälisen yhteistyön lisäämisestä. Se on samalla myös osoitus Suomen geokemiallisen osaamisen korkeasta tasosta ja pitkästä sekä merkittävästä menetelmäkehityksen edelläkävijyydestä kansainvälisessä geokemian tutkimuskentässä. Geokemian Renkaan ja kaikkien geokemistien puolesta parhaimmat onnitukset Reijolle!▲

Kirjallisuus

Geokemian Päivien ohjelma ja tiivistelmä on julkaistu VMY:n B-sarjassa: Luolavirta, K. & Sarala, P. (toim.) 2018. 13. Geokemian Päivät 2018 – 13th Finnish Geochemical Meeting 2018, 28.-30.11.2018, Oulun yliopisto, Oulu: Tiivistelmät - Abstracts. Vuorimiesyhdistys, Sarja B 99, 44 s. Saatavana elektronisena versiona: <https://vuorimiesyhdistys.fi/kauppa/muut-julkaisut/13-geokemian-paivat-2018-abstraktikokoelma/>

Sarala, P. & Koskinen, H. 2018. Application of the portable X-Ray Diffraction (pXRD) analyser in surficial geological exploration. *Geologi* 70:3, 58-68. Saatavana elektronisena versiona: <http://www.geologinenseura.fi/geologi-lehti/3-2018/index.html>.

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

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

WHEREVER THERE'S MINING, WE'RE THERE.



Geologian tutkimuskeskuksessa tapahtuu

TEKSTI: SAKU VUORI

Vuosi 2019 on alkanut monessa mielessä vauhdikkaasti GTK:n osalta. Uuden strategiamme valmistelu on hyvässä vauhdissa ja sen päälinjat valmistuvat kevään aikana. Tutkimus- ja innovaatiotoiminnasta vastannut Pekka Nurmi toimii mineraalitalouden teemasta vastaavana johtajana tämän vuoden syyskuuhun asti, jolloin hän siirtyy eläkkeelle. Allekirjoittanut on vastannut vuoden alusta GTK:n tutkimus- ja innovaatiotoiminnasta. Minulla on ollut ilo työskennellä Pekan kanssa mineraalialan parissa monissa yhteyksissä. Erityisesti mielessäni on Suomen mineraalistrategian, kahden luonnonvaraselonteon sekä kaivannaisalan tutkimusstrategian valmistelu.

Yhtenä isona muutoksena on ollut myös Espoon toimitilamuutto Vuorimiehentie 5:een. Se on tuonut meidät aivan Otaniemen kampusalueen ytimeen ja monitilatoimistoaikaan. Muutto on tuonut aivan uudenlaista dynamiikkaa vuorovaikutukseen sidosryhmien kanssa. Rakennuksemme suositussa lounasravintolassa käy noin 600 ruokailijaa päivässä – siellä voi helposti vaihtaa päivittäin kuulumisia Aallon ja VTT:n asiantuntijoiden kanssa. Konkreettisempaa yhteistyötä näiden organisaatioiden kanssa kuitenkin vauhdittaa Suomen Akatemian tammikuussa myöntämä merkittävä tutkimusinfrastruktuurirahoitus, jonka avulla voidaan hankkia huippulaitteistoa tulevaan yhteisen laboratoriokeskittymään Vuorimiehentie 2:een. Yhteislaboratorion nimi tulee olemaan Circular Raw Materials Hub ja sen on tarkoitus avautua lokakuussa 2019.

Circular Raw Materials Hub vauhdittaa tutkimusyhteistyötä

Uusi yhteislaboratorio tarjoaa hienon ja ainutlaatuisen mahdollisuuden uudenlaiseen tutkimusyhteistyöhön – puhutaan lähes 100 ihmisen kokonaisuudesta. Tavoitteena on saada myös yritykset aktiivisesti mukaan toimintaan. Yhteislaboratorio keskittyy ratkaisemaan epäorgaanisten materiaalien ja mineraalien tutkimushaasteita. Keskeisimpiä tutkimuksen painopisteitä ovat tulevaisuuden uudet ja muuttuvat materiaalitarteet, materiaalien kierrätys ja talteenotto,



primäärit ja sekundääriset raaka-aineet ja niiden ominaisuudet sekä EU:n kriittisten mineraalien tutkimus.

Mikrosta nanomittakaavaan

GTK hankkii Suomen Akatemian rahoituksella uuden sukupolven mikroanalyyttorin. Voisi sanoa, että hyppäämme mikromittakaavasta nanomittakaavaan. Uudella laitteella voimme karakterisoida mineraaleja ja materiaaleja entistä paremmalla resoluutiolla. Lisäksi voidaan analysoida myös keveämpiä alkuaineita, johon nykyinen laitteisto ei kykene. GTK:n, Aallon ja VTT:n uudet ja jo aiemmin hankitut laitteet muodostavat mineraaleihin ja epäorgaanisiin

materiaaleihin keskittyvän laitekokoaisuuden, jolla hubi tähtää yhteistyön kautta entistä vaikuttavampaan tieteseen ja korkeaan osaamiseen perustuvien palvelujen kehittämiseen.

Infrastruktuureista sisältöihin

GTK:n tutkimus- ja innovaatiotoiminnan volyyymi on ollut vuonna 2018 ennätysellisellä tasolla. Onnistumisia on tullut erityisesti eurooppalaisen tutkimusrahoituksen osalta. Hieman alle 30 projektia on toiminnassa, kun taas Suomen Akatemian ja Business Finlandin projekteja on yhteensä noin kymmenkunta. EIT-RawMaterials on meille yksi keskeisimmistä innovaatioeko- >

systemeistä, joihin kuulumme. Sen myötä haemme jatkoa kasvulle innovaatiotoiminnassa ja yritysysteistyössä. Horisontti 2020-ohjelmassa on ollut mineraalialaisia rahoitushakujia, mutta tulevan tutkimusohjelmakauden osalta tilanne ei välttämättä tule olemaan yhtä hyvä – sen suhteen on meille kaikille tilaus taustavaikuttamiselle. Projektimme aiheet ovat liittyneet muun muassa malminetsinnän seismisten ja geokemiallisten sekä 3D- ja prospektiivisuusmallinnuksen menetelmien kehittämiseen, mineraalien karakterisointiin ja rikastusmineralogiaan, in-situ bioliuotukseen, jätteiden ja sivuvirtojen hyödyntämiseen, tuotantoympäristöjen riskinarviointiin ja -hallintaan sekä kaivosvesien käsittelyyn, tietoinfrastruktuureihin, droonien käyttöön tiedonkeruussa, kairasydänten on-line analysointiin, röntgenmikrotomografiaan, harvinaisten maametallien talteenottoon fosfokipsistä sekä uraanin poistamiseen prosessi- ja jätevesistä monimetallimalmeihin liittyen. Lisäksi tehdään Lapin alueen 3D-malli hyödyntäen erityisesti seismiikkaa sekä 3D-mallinnukseen ja malmipotentialin arviointiin soveltuva geodataa.

Katse kohti tulevaa

Teknologia- ja innovaatorahoitusta on leikkattu Suomessa merkittävästi 2010-luvulla. Suomen kilpailukyvyyn ja talouskasvun turvaaminen 2020-luvulla –selvityksessä Aalto-yliopiston professori Erkki Ormala arvioi, että yritysten tutkimus- ja kehittämispanostus ei juuri muutu Suomessa vuosina 2017–2019, mutta yritysten ulkomailla suorittaman TKI-toiminnan osuus kasvaa. Ulkomailla tehtävän toiminnan osuuden arvioidaan kasvavan 17 prosentin tasolta 28 prosenttiin vuoteen 2019 mennessä vuoden 2015 tasolta. Julkisen rahoituksen niukuus, paremmat yhteistyömahdollisuudet ulkomailla sekä puute kotimaisista osaajista nousivat syinä esiin tehdyssä kyselyssä. Tämä haastaa myös GTK:n kehittämään edelleen kansainvälisen tason osaamistaan ja tutkimusmenetelmiä sekä ylläpitämään korkeatasoisia tutkimuslaitteita ja tietoa-aineistoja.

Yhtenä Ormalan raportin ehdotuksena tutkimuksen vaikuttavuuden ja pitkäjänteisyyden turvaamiseksi mainittiin pidempiaikaisten ohjelmien (5–10 vuotta) toteuttaminen. Ehdotus on hyvä keskustelunavaus. Kevään 2019 aikana toteutetaan selvitys Suomen Akatemian ja Business Finlandin julkisen tutkimuksen rahoituksen kokonaisuudesta ja mahdollisista katveista TKI-toiminnan kansallisiin tavoitteisiin



Kirjoittaja on GTK:n tieteellisestä tutkimuksesta vastaava johtaja. Tausaltaan hän on malminetsintään sekä kallioperätutkimukseen erikoistunut geologi ja filosofian tohtori. Hän on toiminut Suomen mineraalistrategian valmistelun projektipäällikkönä ja Vuorimiesyhdistyksen geologijaoston puheenjohtajana.

nähdän. Tämä on hyvä vaikuttamisen mahdollisuus meille kaikille.

GTK:n toimintaympäristön kannalta uusia tai vahvistuvia tutkimusteemoja liittyy kiertotalouteen ja resurssien riittävyteen, vähähiilisyteen, teköälyn hyödyntämiseen, lisättyyn ja virtuaaliseen todellisuuteen sekä monitieteiseen materiaalitutkimukseen. On helppo uskoa, että muuttuvat ja kasvavat materiaaliarpeet pitävät yllä kysyntää geologiselle osaamiselle pitkälle tulevaisuuteen. GTK:n mineraaliprosessoinnin koetehtaan (GTK Mintec) digitaalisuuden kehittäminen on yksi tähän liittyvä kehittäminen linja, kuten myös akkumineraalien potentiaalinen kartoitus, jonka fokuksena on koboltti. Akkumineraalien osalta teemme myös geometallurgia- ja rikastettavuustutkimuksia kobolttiin, grafiittiin sekä litiumiin liittyen.

Tulemme jatkossakin vaikuttamaan eurooppalaisella foorumeilla mineraalialan tutkimusrahoitusmahdollisuuksien lisäämiseksi. Tässä yhteistyö on rautaa. Vuosi 2019 avaa mahdollisuudet vaikuttamiselle sekä kotimaassa että Euroopan tasolla, kun europarlamentti ja eduskunta vaihtuvat. Lisäksi Suomella alkaa EU:n puheenjohtajakausi. Onnistunut yhteistyö edellyttää sidosryhmien kuuntelemista tarkalla korvalla ja kykyä ennakoita ja tunnistaa nousevia ratkaisutarpeita yhdessä kumppaneiden kanssa. Odotan innolla tulevia Vuorimiespäiviä - nähdään siellä! ▲

BRENNTAG

Kaivosteollisuuden raaka-aineet



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

Kaivosteollisuudessa Pohjoismaissa hyödynämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

PÄÄTUOTTEET

- Aktiivihielet
- Ditiofosfaatit
- Jauhinkuulat (myös kromiseosteiset)
- Kupari- ja sinkkisulfaatti
- Pölynestoaineet
- Yleisesti kokooja-, kerääjä-, painaja-, vaahdotus-, aktivointi- ja pH-säätökemikaalit rikastukseen
- Prosessivesien käsittelykemikaalit

PALVELUT

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

YHTEYSTIEDOT

Brenntag Nordic Oy
 Mikko Kähäri
 Puhelin 040 708 7006
mikko.kahari@brenntag-nordic.com
<http://www.brenntag-nordic.com/fi/>



KUVA TATU LAHTINEN/GTK

Oulun yliopiston Mittaustekniikan yksikön laboratorioinsinööri Veijo Sutinen kaikuluotaa avolouhoksen altaan syvyyttä ennen anturimittauksia.

DROMINÄ – vesinäytteenottoa ja veden ominaisuuksien mittausta multikoptereilla

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Oulun yliopiston Mittaustekniikan yksikkö, Geologian tutkimuskeskus sekä Suomen ympäristökeskus toteuttivat vuosina 2017–2018 projektin Dronet mittauksessa ja näytteenotossa - DROMINÄ Euroopan aluekehitysrahaston ja yritysten rahoituksella.

TEKSTI HANNU PANTTILA

DROMINÄ-projekti suunniteltiin vastaamaan vesinäytteenoton haasteisiin sekä luonnonvesissä että kaivos- ja teollisuusympäristöissä. Projektissa tehdyn kyselytutkimuksen perusteella vesinäytteenotto suoritetaan usein

rannalta, laiturilta tai veneellä. Rannalta tai laitureilta näytteenottoa rajoittaa se, miten ja millaisiin paikkoihin näytteenottaja voi päästä. Esimerkiksi kaivosympäristöissä näytteenottopisteet voivat olla jyrkkien ja epästabiliien reunojen läheisyydessä, mikä luonnollisesti aiheuttaa työturvallisuus-

riskin. Tämän lisäksi tällaisissa kohteissa liikkuu usein suuria koneita, joista on usein hyvin rajoittunut näkyvyys ympäristöön. Joissain tapauksissa kohteissa ovat myös vaarana myrkylliset kaasut. Myös veneen käytössä on omat riskitekijänsä ja käytännön hankaluutena vesillelasku.

>



Sähköjohtavuusanturi matkalla 100 metrin syvyyteen Kotalahden Kuilulla.

Tyypillisesti näytteet otetaan suoraan pulloon, varren päässä olevalla kupilla tai esimerkiksi vajerin varassa veteen lasketavalla Limnos-näytteenottimella. Varrellisella kupilla tai suoraan pulloon tehtävää näytteenottoa rajoittavat näytteenottimen varren tai näytteenottajan käsivarren pituus sekä rannan pehmeys. Näytteenotto rajoittuu pelkästään pintaveteen. Limnos-näytteenottimella voidaan näyte ottaa niin syvältä kuin vajeria riittää.

Limnos-näytteenotin on yleisesti käytetty näytteenotin vesistön tilan seurannassa. Näytteenottimen mekanismi viritetään

auki, ja kun Limnos on laskettu halutulle syvyydelle, tiputetaan vajeria pitkin paino, joka laukaisee mekanismin sulkien näytteenottimen päät. Käytännössä on kuitenkin huomattu, että varsinkin uudet ja vähän käytetyt Limnokset saattavat sulkeutua ennen määräsyyvyyttä, mikä luo epävarmuutta näytteenottoon.

DROMINÄ-projektissa Oulun yliopiston Mittaustekniikan yksikkö suunnitteli laboratorioinsinööri Veijo Sutisen johdolla uudentyyppisen näytteenottimen, jota voidaan käyttää käsin tai Drone-kopterilla. Näytteenotin koostuu kahdesta näyteputkesta, jotka voidaan sulkea ohjelmoitavalla paineanturilla yksitellen tai yhtä aikaa. Näytteenotin myös rekisteröi laukeamis-paineen, jolloin näytteen syvyys saadaan selville. Näytteenottimeen integroiduilla antureilla saadaan jatkuva syvyys-, lämpötila- ja sähköjohtavuusmittaus koko laskusyvyydeltä.

Projektissa suunniteltiin kaksi laitteistokokoonpanoa: niin kutsuttu kansalaismalli mittaukseen ja ammattilaismalli mittaukseen ja näytteenottoon. Kansalaismallin vaatimuksina olivat hyvä saatavuus, kohtuullinen lentoaika, riittävä kantokyky kevyelle anturille ja kohtuullinen hinta. Ammattilaismallille vaatimuksina olivat lähinnä hyvä lentoaika ja riittävä kantokyky isommillekin antureille ja näytteenottimelle. Kansalaismalliksi valikoitui DJI Phantom 4 pro ja ammattilaismalliksi DJI Matrice 600.

Molemmilla laitteistokokoonpanoilla on tarkoitus tehdä veden ominaisuuksien profiilimittauksia pinnalta halutulle syvyydelle. Kansalaismallin pienempi kantokyky estää raskaampien monianturimittareiden käytön, joita taas voidaan käyttää ammattilaismallin kanssa. Kansalaismalli pystyi kuitenkin kuljettamaan muutaman sadan gramman painoisia antureita kohtuullisissa

tuuliolosuhteissa. Antureiden käyttökelpoisuutta taas rajoittavat niiden vasteajat, eli sopeutumiskyky olosuhteiden (lämpötila, sähköjohtavuus ja syvyys) muutoksiin.

Kesällä ja syksyllä 2018 suoritettiin projektissa kenttätestejä. Ensimmäiset testit tehtiin Kittilässä Seurujoella sekä Saattoporan ja Pahtavuoman toimintansa lopettaneilla kaivoksilla. Saattoporan kaivoksella on isohko avolouhos, joka on kaivoksen toiminnan loputtua täyttynyt vedellä. Louhoksen reunat ovat hyvin jyrkät ja sen suurin syvyys on noin 80 metriä. DROMINÄ-projektin ammattilaismallin kopterilla saimme mitatuksi allasveden sähköjohtavuuden käytännössä pinnalta pohjaan saakka. Syvin näyte noudettiin 65 metrin syvyydeltä. Pahtavuoman kaivoksen näytteenotosta kuvattiin video, joka on löydettävissä YouTubesta hakusanalla ”drominä” tai tämän linkin kautta: <https://www.youtube.com/watch?v=KtzNexxa0h4&t=8s>

Syyskuussa testilennot jatkuivat Kainuussa ja Kuopion ympäristössä. Näistä lennoista mainittakoon erityisesti suljetun Kotalahden kaivoksen 800 metriä syvän Kuilu-nimisen louhoksen lennot. Kuilusta mittasimme sähköjohtavuutta 100 metrin syvyydelle saakka ja syvin näyte otettiin 50 metrin syvyydeltä.

Molemmat drone-kokoonpanot osoittautuivat hyvin tehokkaiksi työkaluiksi. Työturvallisuuden kannalta dronet voittavat joka suhteessa perinteisen näytteenoton ja varsinkin veneeseen verrattuna myös nopeudessa drone-menetelmä on ylivoimainen pienillä ja keskikokoisilla kohteilla.

Mutta ovatko dronella otetut näytteet vertailukelpoisia kokeneen Limnos-näytteenottajan ottamien näytteiden kanssa? Päättelee itse. Taulukossa on pieni otos samoilta näytesteilä molemmilla menetelmillä otetuista näytteistä.▲

Vesistö	Näytestipist.	Syvyys m	Menetelmä	Al µg/l	Sb µg/l	As µg/l	Ba µg/l	B µg/l	Cd µg/l	K mg/l	Ca mg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Li µg/l	Pb µg/l	Mg mg/l	Mn µg/l	Mo µg/l
Hietanen	1	5	Limnos	190	0,03	0,23	8,1	1,6	0,011	0,5	1,7	0,1	0,59	0,83	0,47	0,16	0,7	52	0,05
Hietanen	1	5	Drone	190	0,04	0,24	8,3	2	0,013	0,5	1,7	0,08	0,64	0,94	0,66	0,2	0,7	42	0,11
Pieni-Hietanen	3	1	Limnos	200	0,03	0,32	8,5	1,6	0,011	0,5	2	0,1	0,64	0,72	0,54	0,19	0,8	30	0,07
Pieni-Hietanen	3	1	Drone	210	0,04	0,3	8,6	1,8	0,011	0,5	2	0,1	0,7	0,77	0,92	0,24	0,8	30	0,11
Kolmisoppi	7	1	Limnos	34	0,04	0,46	37	6,3	<0,003	20,5	18,3	0,09	0,15	0,4	0,66	0,034	5,3	190	0,97
Kolmisoppi	7	1	Drone	46	0,04	0,45	37	6,3	<0,003	20,5	18,4	0,1	0,15	0,43	0,71	0,035	5,3	190	0,96
Sulkavanjärvi	2	1	Limnos	35	0,04	0,38	28	7,6	<0,003	7,4	10,7	0,16	0,16	1,4	0,93	0,03	4	180	0,39
Sulkavanjärvi	2	1	Drone	33	0,04	0,38	28	8,2	<0,003	7,4	11	0,19	0,2	2,3	2,5	0,046	4	200	0,41
Vesistö	Näytestipist.	Syvyys m	Menetelmä	Na mg/l	Ni µg/l	Fe µg/l	S µg/l	Rb µg/l	Sr µg/l	Tl µg/l	Ti µg/l	U µg/l	V µg/l	EC mS/m	Alkalinite	pH	SO ₄₋₂ mg/l		
Hietanen	1	5	Limnos	1	0,79	1000	610	1,3	10	0,007	2,8	0,036	0,61	1,9	0,072	6,2	1,7		
Hietanen	1	5	Drone	1	0,9	980	630	1,3	10	0,007	2,7	0,036	0,61	1,9	0,073	6,3	1,7		
Pieni-Hietanen	3	1	Limnos	1,1	0,83	1500	680	1,1	11	0,009	3,6	0,035	0,81	2	0,086	6,4	1,7		
Pieni-Hietanen	3	1	Drone	1,2	0,91	1500	680	1,1	11	0,008	3,4	0,034	0,81	2	0,087	6,4	1,7		
Kolmisoppi	7	1	Limnos	23,3	0,58	150	8800	13	540	<0,003	1,5	0,32	0,56	28,2	2,07	8	26		
Kolmisoppi	7	1	Drone	23,3	0,59	160	8900	13	540	<0,003	1,6	0,33	0,57	28,2	2,09	8,1	26		
Sulkavanjärvi	2	1	Limnos	7,4	1,1	120	5800	6,3	270	0,003	1,4	0,13	0,33	14,2	0,784	7,6	17		
Sulkavanjärvi	2	1	Drone	7,4	1,4	130	5800	6,3	270	0,004	1,9	0,13	0,35	14,5	0,786	7,6	17		

KOMATSU



**SUOMEN
RAKENNUSKONE OY**

KUN KAIKKI TOIMII

▶ **EI TARVITSE JÄNNITTÄÄ** ▶

LOUHEAUTO

830E-5AC

▶ LOUHEAUTO DIESELSÄHKÖISELLÄ VOIMANSIIRROLLA ▶

Moottorin teho: 1865 kW
Hyötykuorma: 227 t
Kapasiteetti: 158 m³
Työpaino: n. 409 t

LASTAUSKONE

PC7000-8

▶ DIESEL- TAI SÄHKÖHYDRAULINEN LASTAUSKONE ▶

Moottorin teho: Sähkö 2x1200 kW
Diesel 2x1250 kW
Kauhan koko: 36 m³
Työpaino: n. 685 t

OTA YHTEYTTÄ ASiantuntijoihin, löydä taloudellisin ratkaisu materiaalin siirtoon!

[WWW.SR-O.FI](http://www.sr-o.fi)

**SUOMEN
RAKENNUSKONE OY**

PIRKKALA
Metallitie 6

ESPOO
Minttupelto 7

OULU
Kaarnatie 28

KAIVOSKONEET JA SOVELLUKSET 050 555 4950 / KARI
040 450 6631 / JARI

KONEVUOKRAUS 040 450 9278 / VISA
HUOLLON AJANVARAUS 044 250 9032 / JARNO

VARAOSAMYNTI 040 457 1588 / MARKKU
TEKNINEN NEUVONTA 040 450 9984 / JUUSO



Harry Sandström

Kaivosteollisuuden kasvuohjelma – Mining Finland

TEKSTI: HARRY SANDSTRÖM KUVAT: HARRY SANDSTRÖM JA EEVA-KAISA RANTALA

Kasvuohjelmilla vauhtia vientiin

Kaivosteollisuuden kasvuohjelma on yksi tämän hallituskauden monista kasvuohjelmista, joiden tavoitteena on ollut toimialan viennin edistäminen. Kaivosohjelma aloitettiin vuoden 2015 alussa alun perin Työ- ja elinkeinoministeriön rahoittamana. Sittemmin rahoitusvastuu siirtyi Business Finlandille. Ohjelman tehtäviksi määriteltiin suomalaisen kaivosteknologia-teollisuuden pk-yritysten viennin edistäminen valituilla kohdemarkkinoilla sekä toisena tehtävänä investointien houkuttelu varhaisen vaiheen kaivoskehityshankkeisiin. Viennin edistämisen kohdemarkkinoiksi valittiin kaivosteollisuuden kypsistä volyyimimarkkinoista Australia, Chile, Etelä-Afrikka ja Kanada ja kasvavista markkinoista Peru. Sijoittajille markkinointi päätettiin kohdistaa Australiaan, Kanadaan, Kiinaan ja Iso-Britanniaan.

Ohjelman toteutuksesta ohjelmakauden alussa vastasi Finnpro, mutta jo vuonna 2016 ohjelman koordinaatio siirrettiin Geologian tutkimuskeskukselle, jolla katsottiin olevan enemmän luontaista kosketuspintaa alan kotimaisiin ja ulkomaisiin toimijoihin. Tällöin myös ohjelmalle laadittiin uusi toimintasuunnitelma, jossa korostettiin kan-

sainvälisen toiminnan lisäksi kotimaisen verkoston ja kaivosklusterin rakentamista yhteistyössä alan teollisuuden, korkeakoulujen, tutkimuslaitosten sekä alueellisten toimijoiden kanssa. Jäseniksi tuli tämän jälkeen myös isoja teknologiayrityksiä, tutkimuslaitoksia ja korkeakouluja. Myös start-up-yrityksiä on rohkaistu liittymään verkostoon. Afrikassa kohdemarkkina määriteltiin Etelä-Afrikan sijasta eteläiseksi Afrikaksi. Sijoittajamarkkinointi laajennettiin kattamaan myös malminetsintähankkeet. Ohjelmatoiminta perustuu jäsenyyteen, joita ohjelman siirtyessä Geologian tutkimuskeskukselle oli alle kolmekymmentä. Nyt jäseniä on lähes kuusikymmentä.

Ohjelmakauden alussa Finnpro teetti markkinaselvitykset valituista kohdemaista. Näiden lisäksi Iranin markkinoista tehtiin erilliselvitys, mutta kansainvälisestä poliittisesta tilanteesta johtuen toimintaa ei yhden delegaatiomatkan jälkeen ole ohjelman toimesta jatkettu.

Toiminta kohdemarkkinoilla

Toiminta kohdemarkkinoilla on keskitynyt valittuihin kansainvälisiin messu- ja kongressitapahtumiin osallistumiseen

omalla näyttelyosastolla sekä kohdemaihin suuntautuneisiin ja siellä järjestettäviin seminaareihin ja työpajoihin. Ohjelma on toiminut kohdemaissa tiiviissä yhteistyössä Finnpron, sittemmin Business Finlandin ja Suomen edustustojen kanssa. Ohjelman tuoma toimiala- ja teknologiaosaaminen on ollut merkittävä tuki monella sektorilla työskenteleville Suomen edustajille. Lisäksi ohjelma on käyttänyt apunaan myös kohdemaista palkattuja konsultteja Chilessä, Perussa ja Kanadassa. Tavoitteena on ollut hyödyntää heitä messujen yhteyteen soveltavien B2B-tapaamisten järjestämiseen sekä yleisemmin kyseisen markkinan seuraamiseen ja liiketoimintamahdollisuuksien tunnistamiseen. Ohjelma on vuoden 2016 jälkeen osallistunut noin 25:een messutapahtumaan ja kymmeneen yritysdelegaatiomatkaan sekä näissä pidettäviin seminaareihin ja työpajoihin. Tärkeimmät foorumit ovat olleet Kanadan Torontossa pidettävä PDAC-kongressi, Vancouver Resource Investment -kongressi, Etelä-Afrikan Mining Indaba, Lontoon Mines&Money -tapahtuma sekä Chilen Santiagossa ja Antofagastassa ja Perun Limassa ja Arequipassa järjestettävät kaivosalan tapahtumat.



Kaivosohjelman toimintatapa kattaa hyvin uuden Business Finlandin rahoitusmallin, jossa yhdistyvät innovaatiotoiminta, yritysten alkuvaiheen kansainvälistyminen ja kansainvälisen liiketoiminnan kasvu.

Viennin kannalta markkinat ovat jossain määrin erilaiset. Kanadan markkina on suuri ja monipuolinen. Markkinoille pääsy on kuitenkin koettu vaikeaksi. Kanadassa on runsaasti omaa teknologiaa ja pitkälle kehittyneet tuottajamarkkinat ja kanavat. Suorat myyntikontaktit kaivoksiin ovat vaikeita ja myyntikanava on usein kaivosyhtiön käyttämä insinööritoimisto. Suomeen suuntautuvien kaivosinvestointien osalta Kanada on luonnollisesti tärkein kohdema.

Chile on merkittävä kaivosmaa, jonka päätuote on kupari. Kaivokset ovat suomalaisen mittapuun mukaan valtavia. Codelco valtion yhtiönä on keskeinen toimija ja vaikuttaja maan kaivosteollisuudessa. Kuparin maailmanmarkkinahinta vaikuttaa suoraan maassa tapahtuviin kaivosalan investointeihin ja kehittämisprojekteihin, ja investointitaso onkin ollut pitkään matala. Suomella on Chilessä hyvä maine ja myös perinteitä kaivostoiminnassa. Lisäksi Suomen työ- ja elinkeinoministeriön ja Chilen kaivosministeriön välillä on solmittu kaivosalan kehittämisen yhteistyöstä aiesopimus vuonna 2014. Chile on perustanut myös ns. Alta Ley -ohjelman, joka tavoitteeltaan ja sisällöltään on paljolti Suomen Green Mining -ohjelman kopio. Hyvistä lähtökohdista huoli-

matta Chileen suuntautuva pk-yritysten teknologia- ja palveluvienti ei ole edennyt toivotulla tavalla muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Perun kaivosmarkkina on tällä hetkellä toki pienempi, mutta niin arvometallien kuin kaivoshankkeiden volyymin ja omistuspuhjan kannalta monipuolisempi ja siten monessa mielessä helpommin lähestyttävissä.

Etelä-Afrikan poliittinen tilanne on ollut haastava, ja se heijastuu vahvasti myös maan kaivosteollisuuteen. Meille eräät vieraamat regulaatiot ovat myös osaltaan hidastamassa markkinoille pääsyä. Suuren Etelä-Afrikan markkinan lisäksi alueella tarjoutuu pienempiä, mutta merkittäviä markkinoita esimerkiksi Sambiassa, Namibiassa ja Botswanassa. Kongon demokraattisen tasavallan markkina on luonnollisesti potentiaalinen, mutta riskitasoltaan vielä melko korkea pienille yrityksille. On mielenkiintoista nähdä, miten Zimbabwen poliittinen tilanne kehittyy ja maa pääsee normaalin kehityksen uralle. Yhdessä Suomen Sambian suurlähetystön kanssa teemme kuitenkin alustavan markkinaselvityksen Zimbabwen kaivosmarkkinasta. Markkinointi Australiaan on käytännössä toteutumatta pääosin resurssipulan takia.

Markkinana Australia on tietenkin merkittävä, mutta melko vaikeasti saavutettavissa suomalaisille pienille ja keskisuurille teknologiatoimittajille jo etäisyytensä takia. Australian kaivosteknologiatoimijat ovat lisäksi hyvin järjestäytyneet ja toimivat tiiviissä yhteistyössä. Austmine kokoaa yhteen yli 500 australialaista teknologia- ja palvelutuottajaa. Sijoitusten houkuttelemiseksi Suomeen on kaivosohjelma sen sijaan tavoittanut australialaisia malminetsintä- ja kaivosyrityksiä runsaasti alan kansainvälisissä tapahtumissa.

Viestintä ja verkoston kehittäminen

Viestintä on ollut kaivosohjelman keskeinen tehtävä. Messu- ja seminaariesiintymisten lisäksi ohjelma on rakentanut ja ylläpitänyt verkkosivujaan, joilla esitellään jäsenyritysten tarjontaa: www.miningfinland.com. Sosiaalisessa mediassa ohjelma on Twitterissä ja LinkedInissä ja se on julkaissut Suomen kaivosklusteria koskevia artikkeleita tavantomaisten ammattilehtien lisäksi mm. CEO Insight- ja World Finance -lehdissä. Suomen kaivoklusterista on valmistumassa neliosainen videisarja kevään aikana. Viestinnässään ja kansainvälisillä foorumeilla ohjelma on esittänyt yhtenäisen Mining Finland -brändin alla. Vahvistuvana brändinä ja vahvalla verkostomaisella toimintatavalla Mining Finland on herättänyt runsaasti mielenkiintoa ja tunnustusta ulkomailla.

Kaivosohjelma on pyrkinyt edistämään yritysten välistä yhteistyötä ja tuotekehitystä tavoitteenaan laajempien ja paremmin asiakastarpeeseen vastaavien tuote- ja palvelukokonaisuuksien kehittäminen. Chilessä ja Perussa olemme kehittämässä uutta markkinointi- ja viestintämallia ryhmittelemällä asiakkaan samaan arvoketjun osaan kohdistuvat yritystemme tuotteet ja palvelut suuremmiksi asiakastarpeeseen vastaaviksi kokonaisuuksiksi. Valmistuessaan toimintamalli tuo kustannustehokkuutta ja lisää uskottavuutta jäsenyrityksille. Esimerkkinä näistä palveluryppäistä voidaan mainita louhinta- ja kuljetustoiminnan (räjäytys-lastaus-kuljetus) tuottavuuden ja laadun parantaminen nykyaikaisella mitaustoitinnalla ja digitalisaatiolla. Hankkeessa ovat olleet mukana Ima Engineering, Mine-on-Line-Services, Robit, Sleipner ja Millisecond. Hanketta pilotoidaan nyt suomalais-chileläisenä T&K-hankkeena, jota rahoittaa Suomesta Business Finland ja Chilestä Corfo Eureka -ohjelmäsopimuksen puitteissa.



Kaivosohjelman rahoitus loppuu - onko meillä halua ja tarvetta organisoitua jotenkin muuten?

Kaivosohjelman toimintatapa kattaa hyvin uuden Business Finlandin rahoitusmallin, jossa yhdistyvät innovaatiotoiminta, yritysten alkuvaiheen kansainvälistyminen ja kansainvälisen liiketoiminnan kasvu. Tästä sekä hyvästä jäsen- ja sidosryhmäpalautteesta huolimatta ohjelman rahoitus loppuu kevään 2019 aikana. Kaivosteollisuus ei sellaisenaan kuulu Business Finlandin ohjelmatoiminnan portfolioon. Osa Finnpron ja Business Finlandin koordinoimista kasvuohjelmista kuitenkin jatkuu osana uutta Business Finlandin ohjelmatoimintaa. On ymmärrettävää, että kaikkia ohjelmia ei voida jatkaa valtion täysimääräisellä tuella, ja jäsenten, mikäli toiminnan tärkeäksi kokevat, oletetaan osallistuvan rahoitukseen kasvavassa määrin. Business Finlandilla on jatkossakin rahoitusinstrumentteja, joita voidaan hyödyntää kuvatus kaltaiseen verkostotoimintaan, mutta jokainen toimenpide, messutapahtuma, seminaari jne, on erillinen projekti, jolle haetaan rahoitusta. Näin koordinaatiotyö lisääntyy ja tälle työlle ei tuki-instrumentteja helposti ole tunnistettavissa.

Kaivosalan pitkän laman jälkeen Green Mining -ohjelma kokosi luontevasti suomalaiset kaivosalan toimijat yhteen. Tämän loputtua kaivosteollisuuden kasvuohjelma on pyrkinyt toteuttamaan vähintään jossain

määrin samaa roolia, ja olemme toimineet hyvässä yhteistyössä Kaivosteollisuus ry:n, ministeriön, kauppakamarien, alueellisten toimijoiden ja Business Finlandin kanssa. Kaivosteollisuus ry on leimallisesti kaivosten edunvalvoja; olkoonkin, että jäsenistössä on myös teknologiatoimittajia. Alueellisten toimijoiden rajalliset resurssit ovat ymmärrettävästi kohdistetut omalle talousalueelle. Koska Suomen kaivosklusteri on paljon muutakin kuin kaivokset, tarvitsemme valtakunnallisen verkoston rakentamiseen ja ylläpitämiseen Kaivosteollisuus ry:n lisäksi toisen toimijan, joka keskittyy laajasti suomalaisen kaivosteknologian ja osaamisen vientiedellytysten edistämiseen. Myös maailmalla Business Finlandin ja Suomen edustustojen vientiä edistävät tiimit tarvitsevat kaivosalaa tuntevan ja kokoavan yhteystahon Suomessa.

Suomen maabrändin rakentamista hokuttelevana kaivosteollisuuden investointikohteena on toteuttanut omalta osaltaan GTK jo ennen kaivosohjelman perustamista osallistumalla mm. PDAC-kongressiin ja jakamalla tietoa Suomen mineraalipotentialista sekä meneillään olevista hankkeista verkkosivuillaan. GTK on ymmärrettävästi tarkka neutraliteetistaan eikä näin muodoin halua normaalin tiedonjakamisen lisäksi liian voimallisesti olla mukana uusien Suomen tulevien yritysten etabloitumisessa.

Kaivosohjelman aikana tätä ns. maapromootiota on vahvistettu ja toimintaa laajennettu. Ohjelman verkkosivuille on koottu helposti hahmotettavaan muotoon keskeiset kaivos- ja malminetsintähankkeet. Koska ohjelma on ollut GTK:n koordinoinnissa, ollaan edelleen oltu varovaisia yksittäisten kansainvälisten malminetsintäyritysten neuvonnassa ja yksittäisten malminetsintähankkeiden markkinoinnissa. Tarvetta luottamuksellisempaan yhteistyöhön on selvästi olemassa, kun kuitenkin muistetaan, että Suomessa toimii kaksi tai kolme yritystä, jotka ko. palveluja tuottavat.

Mining Finland -brändi on rakentunut kuin itsestään muutaman vuoden aikana. Jäsenten mukaan se on ollut hyvä kokonaisuus, johon ripustaa yrityksen oma tarjonta, ja se on näin tuonut lisää uskottavuutta myyntiin ja markkinointiin. Mining Finland -brändin alla on ollut myös luontevaa kertoa Suomen kaivosklusterista kansainvälisissä tapahtumissa. Brändi kuitenkin kuolee nopeammin kuin se syntyy. Näistä syistä johtuen olemme ohjelman ohjausryhmässä päättäneet selvittää mahdollisuudet perustaa yhdistys tai osuuskunta jatkamaan Mining Finland -ohjelman työtä taloudellisten realiteettien asettamissa rajoissa. Välitämme tietoa tämän hankkeen kehitymisestä kevään aikana verkkosivujemme ja uutiskirjeemme kautta.▲



GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä
riskejä kattavalla
3D-mallinnuksella!

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



GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

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



KALLIOMEKANIIKAN ASENNUKSET JA MITTAUKSET

Monitorointi

- Reaaliaikaiset mittausjärjestelmät – niin maan päällä kuin alla.

Jännitystilamittaukset

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



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

www.grm-services.fi | Antti Kivinen: 040-5394224 | info@grm-services.fi



KBR Ecoplanning is a technology and engineering company providing evaporation and crystallization technologies to industrial clients in the fertilizer, chemicals, metallurgical and other markets. Ecoplanning is part of KBR (NYSE: KBR) and has broad experience in regeneration of acids, unique expertise in evaporation, and crystallization – from concept to complete plant design.

KBR
ECOPLANNING

The 9th Nordic Exploration Award in 2018 goes to Erkki Vanhanen for the following achievements:

Relentlessly and with Finnish *sisu* played a key role in the discovery and development of the Rompas gold mineralisation in Finnish Lapland.

Actively contributed to increasing the appreciation by Finnish and EU officials of the significance of mining in Lapland.

Developing new innovative ways to drill and sample a mineral deposit in a Natura 2000 area.

Dr Erkki Vanhanen graduated with a Master of Science in Geology and Mineralogy in 1981 and completed his PhD in Geology and Mineralogy in 2001. Both degrees were obtained at the University of Oulu. Dr Vanhanen's professional experience has primarily been in gold and uranium exploration for 25 years including 15 years of generating, implementing and managing exploration projects in the field. He spent 3 years with Areva Resources Finland Oy and AREVA NC as Technical Director and exploration geologist and 23 years with the Geological Survey of Finland, with the final role as Division Manager, Bedrock and Raw Materials. Dr. Vanhanen served as Mawson's Exploration Manager in Scandinavia and chief geologist from 2010 until his retirement in 2018.

Mawson Oy is a fully-owned subsidiary of Mawson Resources Limited, a Canadian company listed in Toronto stock exchange. Mawson's flagship, Rompas-Rajapalot gold-cobalt exploration area is demonstrably one of the few such projects in the world. Dr Erkki Vanhanen has been the key person in initially finding and further exploring this area.

The survey results from the area have delineated an exceptional geological potential. The gold-cobalt concentrations found in the area typically exceed the threshold concentrations considered economically viable by multiple, often hundreds of times.

Mawson has invested in its exploration operations in the Rompas-Rajapalot area between 2010 and 2018 around EUR 17 million. Almost the entire sum of investments has been retained by the economic areas of Ylitornio and Rovaniemi and the rest of Finland.

Mawson has since the very start of the Rompas project in 2011 been engaged in a continuous Kafkaesque fight with several Finnish authorities and NGOs about the



Magnus Ericsson & Erkki Vanhanen

right to explore in the Rompas-Rajapalot area in spite of permits repeatedly being issued and confirmed by the Finnish Mining Authority and administrative courts. The outcome of this protracted fight is not yet certain.

Nordic Exploration Award Committee
Stockholm November 2018

NORDIC EXPLORATION AWARD

The Nordic Exploration Award is presented to recognise and honour outstanding achievement, accomplishment and service to the Nordic exploration industry. It was set up in 2006 by Magnus Ericsson, co-founder of the Raw Materials Group. The Award is particularly intended to stimulate the interest and confidence of the general public in the exploration sector and to increase the general awareness of the importance of mineral exploration.

Award winners are selected by an independent Award Committee with international members following a nomination procedure. Individuals, companies or groups of individuals of any nationality are eligible for nominations to the Award Committee. The award honours a person/s or company that has accomplished one or more of the following in the Nordic area (Denmark, Finland, Greenland, Iceland, Norway, Sweden) in recent years.

- Made a significant mineral discovery
- Provided an outstanding service to the exploration sector
- Demonstrated leadership in the management or financing of the exploration industry
- Been responsible for a technological invention or innovation leading to the advancement of exploration and/or mining

Award committee

The Award Committee consists of the following members:

Daniel Larsson	Sweden
Henrik Stendal	Greenland/Denmark
Markku Mäkelä	Finland
Jan Sverre Sandstad	Norway

Previous award winners

2006	Ted Posey, North Atlantic Natural Resources (Lundin Mining), Sweden
2007	Vesa-Jussi Penttilä, Finn-Nickel/Belvedere Resources, Finland
2009	Stina Danielsson, Rolf Johnson, Robert Panze, Boliden Garpenberg, Sweden
2010	Tapani Mutanen, GTK, Finland
2012	Jim Coppard, Anglo American, Finland
2013	Ole Christiansen, NunaMinerals, Greenland
2014	Öystein Rushfeldt, Nussir, Norway
2016	Timo Lindborg, Sotkamo Silver, Finland

For further details, please contact:
Magnus Ericsson +46-70-558 0065



KIMMO JÄRVINEN
TOIMITUSJOHTAJA
METALLINJALOSTAJAT RY
P. 043 825 7642



PEKKA SUOMELA
KAIVOSTEOLLISUUS RY
HALLITUKSEN PJ.

Metallien jalostuksen arvoketju – avain vähähiiliseen ja vauraampaan Suomeen

Kansakunnan, samoin kuin yksittäisen kansalaisen, hyvinvointi rakentuu resurssien kestävästä käytöstä. Oleellisia resursseja ovat luonnonvarat, osaaminen ja taloudellinen pääoma. Näiden ympärille rakentuvat ne yritystoiminnan arvoketjut, jotka luovat turvallisuutta ja kestävästä hyvinvointia.

Hyvinvointia parantavaa ja ympäristön huomioon ottavaa politiikkaa ei siis voida rakentaa ainoastaan haavekuvan varaan. Ympäriämme on tusinoittain varoittavia esimerkkejä niin epäonnistuneista ympäristö- (Venäjä), energia- (Saksa), kauppa- (Yhdysvallat) kuin sosiaalipoliittisistakin (Iso-Britannia) päätöksistä.

Suomi kärkipaikalla

Uusimpien tutkimusten mukaan kehitys Suomessa kulkee oikeaan suuntaan. Suomi sijoittui ensimmäiselle sijalle tammi-kuussa julkaistussa The Good Country Index -mittauksessa. Neljättä kertaa julkaistu tutkimus asettaa 153 valtiota järjestykseen sen mukaan, mikä niiden kokonaisvaikutus maapallolla on. Tutkimuksen mukaan Suomi tuottaa kansantaloutensa kokoon suhteutettuna eniten hyvää ihmiskunnalle ja kuormittaa maailmaa kaikista valtioista vähiten.

Muut kärkimaat ovat Irlanti, Ruotsi, Saksa ja Tanska. Suurvalloista Yhdysvallat listattiin sijalle 40, Venäjä sijalle 41 ja Kiina sijalle 59. Indeksien 35 mittaria jakautuvat seitsemään kategoriaan: tiede ja teknologia, kulttuuri, rauha ja turvallisuus, maailmanjärjestys, planeetta ja ilmasto, vauraus ja yhdenvertaisuus sekä terveys ja hyvinvointi.

Kategorioista Suomi pärjasi parhaiten vaurautta ja yhdenvertaisuutta koskevassa kategoriassa. Myös planeetan ja ilmaston sekä maailmanjärjestyksen kategoriassa Suomi sijoittui kymmenen kärkeen.

Teollisuus pitää Suomessa ympäristöstä hyvää huolta

Gaia Consulting vertaili niin ikään Suomen sekä suomalaisen vientiteollisuuden sijoittumista kansainvälisesti erilaisia ympäristövaikutuksia, vallitsevaa ympäristön tilaa ja luonnonvarojen saatavuutta kuvaavia indikaattoreita hyödyntäen.

Selvityksessä tarkastellut teemat olivat 1) energia ja ilmastomuutos, 2) ilma, 3) luonnonvarat, 4) toimintaympäristö ja 5) kiertotalous. Kun verrataan Suomea EU- ja OECD-maiden

keskiarvoihin, Suomen tulos on keskiarvoa parempi lähes kaikkien indikaattoreiden osalta.

Vertailumaista parhaaksi Suomi ylsi useilla alueilla: pienhiukkaspäästöt energiankäyttöä kohti, metsäpinta-alan osuus ja pintaveden ekologinen tila sekä cleantech-innovaatioympäristö. Suomi ylsi selvityksessä tarkastellun yhteensä seitsemäntoista indikaattorin osalta vertailumaiden parhaaseen kolmannekseen kolmessatoista. Teemoista erityisesti ilma osoittautui Suomen vahvuudeksi vertailumaihin nähden: Suomi oli teemassa parhaassa kolmanneksessa kaikilla käytetyillä indikaattoreilla.

Suomi menestyi hyvin myös Energia ja ilmastonmuutos-teemassa. Maiden välisestä CO₂-päästövertailusta käy ilmi, että Suomen energiantuotanto on vähäpäästöistä. Suomessa uusiutuvan energian osuus primäärienergian hankinnasta (32 %) on merkittävästi suurempi kuin OECD:n ja EU:n keskiarvot (16–19 %).

Energian tuottavuus oli ainoa indikaattori, jossa Suomi sijoittui vertailumaiden huonoimpaan kolmannekseen. Tämä bruttokansantuotteen ja primäärienergian hankinnan välistä suhdetta kuvaavan tunnusluvun heikkous oli odotettu, koska Suomessa on paljon energiaintensiivistä teollisuutta, korkean primäärienergian omaavaa ydinvoimaa, pitkät kuljetusmatkat sekä kylmät talvet. Tämä tulos ei siis tarkoita sitä, että suomalainen teollisuus olisi energian tuottavuudessa heikko vaan ainoastaan sitä, että suhteessa väkilukuun Suomi kuluttaa paljon energiaa. Oleellista on huomata, että niin energian tuotanto kuin teollisuuskin on puhtaampaa kuin useimmissa muissa maissa.

Suomessa käytössä olevat vapaaehtoiset sitoumukset ja sopimukset, esimerkiksi energiatehokkuuden parantamiseksi, ovat hyvää esimerkkiä Suomessa toimivien yhtiöiden halusta kehittää toimintaa ympäristöystävällisempään suuntaan ja sitä kautta saavuttaa kilpailuetua.

Kaiken kaikkiaan voidaan tuoreiden tutkimusten valossa todeta, että Suomessa ympäristöstä pidetään hyvin huolta sekä sääntelyn että teollisuuden omaehtoisesta vastuullisuuden avulla. Valtaosassa tarkasteltuja kilpailijamaita teollisesta toiminnasta ympäristölle aiheutuvat rasitteet ovat suurempia kuin Suomessa. Teollista tuotantoa Suomessa ja investointeja Suomeen voidaan perustellusti pitää ympäristötökona.

>

Suomalaiset yritykset vahvasti mukaan EU:n strategisiin arvoketjuihin

EU komissio on pyrkinyt teollisuuspolitiikassaan määrittelemään ne strategiset arvoketjut, joissa EU:n pyrkii saavuttamaan johtoasema kansainvälisessä kilpailussa seuraavan 5-vuotiskauden aikana. Näiden arvoketjujen kehittämiseen tullaan EU:n toimesta panostamaan yhteisiä varoja normaalia enemmän, koska niiden kehittäminen katsotaan EU:n teollisuuden kilpailukykyyn kannalta ratkaisevaksi.

Suomen hallituksen ja muiden EU:n jäsenvaltioiden viime joulukuun 18. päivänä allekirjoittamassa teollisuuspoliittisessa julkilausumassa todetaan, että EU:n teollisuus kohtaa rajua kilpailua muiden talousblokkien taholta, jotka kehittävät täyttää päätä omia proaktiivisia teollisuusstrategioita. Lisäksi protektionistiset toimet ajavat EU:n teollisuutta ahdinkoon ja nopeaa toimintaa vaaditaan, jotta teollisuus voi säilyttää kilpailukykyänsä. Samanaikaisesti EU:ssa halutaan siirtyä nopeassa tahdissa vähähiiliseen ja digitaalisuutta sekä kiertotaloutta hyödyntävään talouteen.

Vuonna 2018 käynnistetty arvoketjujen arviointityö huipentui helmikuun alussa EU Industry Day:ssä, jossa julkistettiin jäsenmaiden äänestyksen tuloksena syntynyt lista tärkeistä arvoketjuista. Näitä ovat muun muassa vähähiilinen terästeollisuus, hiilen talteenotto, vetyyn perustuva ja muu vähähiilinen energiantuotanto, autonomiset ajoneuvot, henkilökohtainen lääketiede, kyberturvallisuus ja teollinen

internet. Jo aikaisemmin EU:n jäsenvaltiot ovat päättäneet, että akkuteollisuus on EU:n kannalta strategisen tärkeä arvoketju.

Suomessa kaivosteollisuus ja metallien jalostus lisäävät 5,8 miljardilla eurolla Suomen bkt:ta vuodessa. EU:ssa tehdyt strategialinjaukset arvoketjuista ovat jo näkyneet ja näkyvät jatkossakin myös Suomen panostuksena näiden alojen kehittämiseen.

Erityisesti suomalainen laivanrakennus-, akku-, ajoneuvo-, nostolaite- ja elektroniikkateollisuus jatkojalostaa merkittävän määrän suomalaisen kaivos- ja metallienjalostusteollisuuden tuotteita ja yhdessä nämä alat vastaavat noin 20 % Suomen BKT:stä ja valtaosasta Suomen vientiä. EU:ssa tehdyt strategialinjaukset vahvistavat sen, että nämä Suomelle tärkeät arvoketjut ovat oleellisen tärkeä osa myös koko EU:n kehittämissuunnitelmaa tulevalle 5-vuotiskaudella. Komission työ yllä mainittujen arvoketjujen kehityssuunnitelmien tuottamiseksi alkaa välittömästi. Suomen ja suomalaisten yritysten aktiivinen osallistuminen kehityssuunnitelmien tekoon takaa sen, että suomalaisen teollisuuden toimintaedellytykset paranevat vielä nykyisestä ja niiden kilpailukyky paranee. Omalta osaltamme pyrimme tekemään parhaamme, että Suomi pysyy mukana näiden tärkeiden arvoketjujen kehittämisessä. Esitämme, että tiivistämme yritysten, ministeriöiden ja keskusjärjestöjen yhteistyötä osallistumisessa komission työryhmien työhön.▲

KIMMO JÄRVINEN
PEKKA SUOMELA



FROM MINE TO MINE

For more information, please contact:
Erja Kilpinen, phone +358 (0)20 753 7707
www.nordkalk.com

 **Nordkalk**

Member of Rettig Group



JANNE SIIKALUOMA
 PUHEENJOHTAJA
 MALMINETSINTÄTYÖRYHMÄ,
 KAIVOSTEOLLISUUS RY

Malminetsinnällä kriittisin rooli kaivosteollisuuden elinkaareissa

Nykyisen yhteiskunnan elintason ylläpito ja sen kehittyminen ovat riippuvaisia muun muassa kaivosteollisuuden tuottamista raaka-aineista. Kaivosteollisuus puolestaan on riippuvainen malminetsinnan tuloksina löydetyistä mineralisaatioista ja niiden hyödyntämisestä. Voidaankin puhua kaivosteollisuuden elinkaaresta, jossa malminetsinnällä on tärkein ja kriittisin rooli. Kaivoksia ei löydetä, vaan kallioperästä on mahdollisuus löytää mineralisaatioita, jotka vuosien jatkotutkimuksien jälkeen voivat osoittautua taloudellisesti hyödynnettäviksi ja yhteiskunnan tarvitsemien raaka-aineiden lähteiksi. Malminetsintä on siis tärkeässä roolissa yhteiskunnan kehityksen turvaamisessa.

Malminetsintä eroaa kaivostoiminnasta monelta osin. Malminetsintä pitää sisällään useita vaiheita, joilla kaikilla on omat erityispiirteensä niin kaivoslain antamien oikeuksien, suoritettujen malminetsintätöiden, alueiden laajuuden ja toiminnan vaikutustenkin suhteen. Malminetsintä voidaan jakaa useampaan vaiheeseen, mitkä linkittyvät toisiinsa tavoitteellisen päämäärän kautta. Kaikki vaiheet tähtäävät taloudellisen esiintymän eli malmin löytymiseen.

Alkuvaiheen malminetsintä eli suunnittelu tai tunnustelu pitää sisällään aluetarkastelun ja jo kerätyn geologisen, geokemiallisen ja geofysikaalisen aineiston läpikäynnin sekä alueen geologian ja malmipotentialin pohdinnan. Kaivoslaissa määritelty varaus antaa yhtiöille oikeuden harjoittaa mm. geologista kartoitusta. Varaus antaa yhtiöille myös etuoikeuden malminetsintäluvan hakuun ja sitä kautta siirtymisen varsinaiseen kohdentavaan tai kohteelliseen malminetsintätöihin.

Malminetsintäluvan myötä geologit pyrkivät jatkamaan malmipotentialin ja alueen geologian selvittämistä geologisen kartoituksen, geokemian, geofysiikan sekä eri näytteenoton keinoin. Kustannuksiltaan kallein ja kohdennetuin malminetsintämenetelmä on timanttikairaus, jolla pyritään saamaan fyysinen näyte maa- ja kallioperästä sekä varmuus malminetsinnan aikaisempien vaiheiden antamien tulosten odotuksista. Malminetsinnan viimeinen vaihe riippuu aikaisemmin suoritettujen töiden tuloksista. Toimija joko luopuu alueesta todeten alueen malmipotentialin puutteellisuuden tai riittämättömyyden tai jatkaa malminetsintää positiivisten tulosten varmistuttua.

Malminetsinnan jatkuvuuteen sekä yhtiöiden aktiivisuuteen vaikuttavat myös metallien maailmanmarkkinahinnat sekä saatavilla oleva rahoitus. Kokonaisuudessaan malminetsintä on vuosien tai vuosikymmenten työ ilman varmuutta tutkimusten löydösten

johtamisesta jatkotutkimuksiin. Malminetsintä ei ole ainoastaan suurten globaalien kaivosyhtiöiden harjoittama toimi, vaan tutkimustoimintaa harjoittavat Suomessa isompien ja keskisuurten yhtiöiden lisäksi pienemmät yhtiöt sekä geologian harrastajat. Kansannäytetoiminta on ollut ja tulee olemaan tärkeä osa geologisen tiedon ja mineralisaatioiden viitteiden keräämistä. Kiteytettynä malminetsintä on monivaiheinen tutkimusprosessi, ei kaivokseen verrattava teollisuuslaitos.

Suomen maa- ja kallioperästä on saatavissa korkealaatuisia geologista, geokemiallista ja geofysikaalista mittaus- ja tutkimustietoa. Tämä aineisto on kerätty vuosikymmenten aikana ja tärkeässä roolissa ovat olleet Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) lisäksi yksityiset kaivos- ja malminetsintäyhtiöt (esim. Outokumpu ja Rautaruukki). Kaivos- ja malminetsintäyhtiöiden panostuksena kerätty geologinen tieto palautuu valtiolle ja näin kaikkien yhteiseen käyttöön malminetsinnan tai kaivostoiminnan päättyessä ja yhtiöiden luopuessa tutkimusalueista tai parhaimmassa tapauksessa löydetyn malmiesiintymän hyödyntämisen päättyttyä.

Yhtiöillä on velvollisuus luovuttaa ja raportoida kerätty geologinen aineisto sekä edustava otos malminetsinnan aikana kairatuista kairasydämistä GTK:n tietokantoihin. Tätä tietomäärää voidaan hyödyntää yhteiskunnan maankäyttöön liittyvissä suunnitteluisissa ja prosesseissa. Yhtiöt panostavat malminetsintään vuosittain miljoonia euroja ilman varmuutta sijoitetun pääoman tuottavuudesta. Malminetsintä tuottaa alueellista ja paikallista hyötyä uusien työpaikkojen, maan- ja metsänomistajien lupamaksuista saatujen tulojen ja erilaisten palvelujen hyödyntämisen kautta.

Malminetsintä oikein suoritettuna on vastuullista toimintaa, joka ottaa huomioon niin lain määräämät velvollisuudet kuin sosiaaliset ja ympäristölliset näkökulmatkin. Malminetsintä on yksi teollisuuden alan vastuullisimmista toimialoista, mikä näkyy mm. panostuksina sidosryhmiin, ympäristön monimuotoisuuteen ja riskienhallintaan. Tämän päivän geologit omaavat asiantuntevuutta maa- ja kallioperän tutkimisen lisäksi sidosryhmätöihin, ympäristöasioihin sekä riskienhallintaan.

Suomen kallioperä pitää sisällään erittäin hyvän malminetsintä-potentialin. Malminetsintä ja uusien esiintymien löytäminen ovat kriittisessä osassa tulevaisuuden metallien saannin turvaamisessa. Maamme mineraalivarantojen sisältämät metallit ovat mukana mahdollistamassa kehittyvän yhteiskunnan kasvua ja siirtymistä vihreän teknologian käyttöön.▲

Yhdessä tekeminen ja verkostot ovat keskeinen osa SSAB SmartSteel -konseptia

DIMECCin toimintamallilla nyt myös Ruotsissa

TEKSTI: ATTE KAKSONEN, KAISA KAUKOVIRTA



Asiakasarvo luodaan paitsi fyysisellä tuotteella myös siihen liittyvällä digitaalisella palvelulla. SSAB toimittaa teräksen lisäksi myös informaatiota. Tällaisia uusia ratkaisuja voi kehittää ainoastaan yhdessä muiden arvoketjun toimijoiden kanssa. DIMECC ja jäsenyys sen Intelligent Industry Ecosystem -verkostossa voidaankin nähdä olennaisena osana SSAB SmartSteel -konseptia. SmartSteel-projektin seuraavassa vaiheessa viedäänkin samalla DIMECCin toimintamalli Ruotsiin ja luodaan entistä älykkäämpää terästä.

SSAB SmartSteelin ideana on, että teräkselle annetaan digitaalinen identiteetti. Tavoitteena on sormenjälkityyppinen älytunniste, joka takaa koko elinkaaren aikaisen jäljitettävyyden teräkselle - levyistä, nauhoista ja putkista moninaisiin lopputuotteisiin. Erilaisten rakenteiden, osien ja materiaalien valmistus, uudelleenkäyttö

ja kierrätys laajassa mittakaavassa vaativat uudenlaisia tapoja materiaalien tunnistukseen, merkintään ja tiedonhallintaan. Tulevaisuuden älykäs teräs voi itse kommunikoida ominaisuutensa sitä prosessoivalle tai elinkaarensa päähän tullut terästuote voi kertoa elämäntarinansa kierrättäjälle.

SSAB SmartSteel luo perustaa valmistavan teollisuuden ekosysteemien rakentamiselle. Jatkossa eri osapuolten keräämää tietoa voidaan yhdistellä ja siten päästään ottamaan pitkä loikka kohti läpinäkyvyyttä ja kestävää kehitystä. Kuhunkin teräskappaleeseen liittyvät tiedot ja ohjeet saadaan aina sinne, missä kappaletta käsitellään. Jokainen tuotantoketjun osa voi hyödyntää ja kartuttaa tietoja. Tämä tehostaa tuotantoprosessia ja toimitusketjun hallintaa sekä luo pohjaa niin kierto- kuin alustataloudellekin. DIMECCin Intelligent Industry -ekosysteemeissä sekä DIMECCin ohjelmissa

ja projekteissa teollisuus kehittää yhdessä tiedonjaon menetelmiä ja alustaa.

Hankkeessa uusi vaihe

SSAB SmartSteel -konsepti on saanut rahoitusta sekä Ruotsin valtion teknologia- ja tutkimusorganisaatio Vinnovalta että Business Finlandilta. Siihen liittyvät projektit ovat tiiviissä ja toimivassa yhteistyössä keskenään.

Viime vuoden lopulla SSAB ja Sandvik Materials Technology järjestivät SmartSteel Innovation Challenge -kilpailun, jossa innovatiiviset yritykset ja tutkimusryhmät haastettiin ideoimaan älytunnisteen kehittämistä. Innovaatiokilpailun ykkössijan jakoivat Fraunhofer Institute Saksasta ja Luulajan teknillinen yliopisto Ruotsista.

Palkitut ratkaisut pääsevät hyödyntämään SSAB:n ja Sandvik Materials Technology:n teknologia- ja liiketoimintaosaamista sekä yhteistyöverkostoja yhteisessä Smart-

Steel-hankkeessa, joka on osa Ruotsin valmistavan teollisuuden, tutkimuslaitosten ja valtion strategista PiiA-innovaatiokeskittymää.

Jatkossa DIMECCin mallilla yli maarajojen

Vuonna 2018 lanseeratun SmartSteel 1.0 -palvelunsa ansiosta SSAB on askeleen lähempänä visiotaan, jossa kaikki tieto on saatavilla pilvessä. Tämä on materiaalien internetiä, jossa asiakas voi seurata teräksen matkaa tehtaalta aina lopputuotteeksi saakka. SmartSteel-palvelun ensimmäisen version avulla asiakkaat voivat skannata tuotteita ja tarkastella materiaalin tietoja uudella SmartSteel-sovelluksella.

Viime vuonna SSAB ja hitsausratkaisuja toimittava Kemppi tekivät myös onnistuneen pilottikokeen aineostodistusten lähettämiseksi SmartSteel-pilvipalvelusta hitsauslaitteisiin. Palvelu on nyt asiakkaiden käytössä.

SSAB SmartSteel -konseptiä kehitetään jatkossa sekä Suomessa että Ruotsissa. Partnerit, kuten DIMECC, toimivat molempien maiden SmartSteel-konseptiin

kuuluviissa projekteissa ja ekosysteemeissä. Esimerkiksi DIMECC tuo hankkeen käynnistyvässä vaiheessa oman toimintamallinsa ensimmäistä kertaa Vinnovan rahoittamaan projektiin. ”On sekä Suomelle, Ruotsille että DIMECCin asiakkaille hieno mahdollisuus, että Vinnova rahoittaa toimintaa maasta riippumatta sen pohjalta, kenellä on kilpailukykyisin toteutus. Asiakkaamme halusivat Suomessa hyväksi havaitun toimintamallimme Ruotsiin ja Vinnova puolestaan haluaa rahoitukselleen suurimman vaikuttavuuden. Kasvamme varsin luonnollisesti Ruotsin markkinoille, koska moni asiakkaamme ja omistajamme toimii siellä”, toteaa DIMECC Oy:n toimitusjohtaja Harri Kulmala.

Tavoitteena materiaalien internet

SSAB SmartSteelin ajatuksena on jatkuva kehitys. SSAB SmartSteel on osa järjestelmää, jossa eri toimijat voivat jakaa tietoaan ja ratkaista ongelmia yhdessä. Muutos on vastaavankaltainen kuin tehdasautomaation yleistymisen menneillä vuosikymmenillä. Nyt erona on se, että kaikki tapahtuu yli yritysten rajojen, usein digitaalisesti.

”Tulevaisuudessa teräs pystyy kertomaan ominaisuuksistaan ja käsittelyohjeistaan sitä käsittelevälle koneelle”, kertoo Niko Korte SSAB:n Digital Business Development -tiimistä. ”Kone tekee tarvittavat säädöt sitten automaattisesti. Tuloksena jätteen määrä vähenee ja tuotantoaika lyhenee.”

Muut toimijat pystyvät osallistumaan tarjoamalla esimerkiksi lisäpalveluja toimitusketjun hallintaan tai ratkaisuja tuotteiden uudelleenkäyttöön. Laaja-alainen uudelleenkäyttö sekä rakenteiden, komponenttien ja materiaalien kierrättäminen edellyttävät osaltaan uusia tapoja materiaalin tunnistukseen, merkintään ja tiedonhallintaan.

Esittelyssä SmartSteel 1.0

- Toiminnot: Mobiilisovellus tuotteiden tunnistamiseen, aineostodistusten lataamiseen ja palautteen antamiseen.
- Arkkiniiput, kelat ja rainat tunnistetaan viivakoodilla. Kvarttolevyt tunnistetaan skannaamalla levyn merkinnät.
- Palvelu on aluksi saatavilla SSAB Special Steelsin ja SSAB Europan tuotteille.▲



Uutisia!
WEDA S30N

Atlas Copcon WEDA-oppopumppumalliston uusin lietepumppu - WEDA S30N - pumppaa savisia vesiä ja muita vaativia väliaineita, joissa voi olla jopa 50mm:isiä kiintoainepartikkeleita. Pääasiallisesti käyttökohteet löytyvät kaivoksilta, louhoksilta, viemäritekniikasta ja prosessiteollisuudesta. Ominaisuuksista mainittakoon, että pumpussa on pyörintäsuunnan ja vaihejärjestyksen valvonta, lämpösuoja sekä pistotulppa vaiheen kääntömahdollisuudella. Pumppu painaa ainoastaan 25kg!

Lisätietoja Eemeli Erolalta - 040 860 49 22
eemeli.erola@fi.atlascopco.com, atlascopco.fi

Atlas Copco



PERTTI VOUTILAINEN

Humala on hieno asia

Viime vuoden lopulla saimme jonkin aikaa nauttia hyvistä uutisista. Maan talous kukoisti ja sääät suosivat. Huonoksi moitittu hallituskaan ei voinut tätä estää. Nyt on tilanne äkkiä muuttunut. Talouden vauhti uhkaa hiipua, ja kaikkalainen hauskanpito on pannassa. Lihaa ei saa syödä, benssiinillä ja dieselillä käyvällä autolla ei saa ajaa eikä lentokoneella lentää. Nuo toimet kuulemma johtavat maailman tuhoutumiseen. Tuomittujen asioiden listalla on jopa rantasaunan savun hajusta nauttiminen. Tylsäksi on maailma muuttumassa.

Mutta ei niin pahaa, ettei jotakin hyvääkin. Tämän lehdessä edellisessä numerossa oli mielenkiintoinen uutinen humalan kasvatuksesta Pyhäsalmen piakkoin sulkeutuvassa kaivoksessa. Ilahduin uudesta innovaatiosta, jonka toivoisin tuovan työtä ja toimeentuloa tulevaisuudessa. Toivottavasti hankkeelle käy paremmin kuin aikanaan Vuonoksen kaivoksella kokeillulle herkkusieniviljelmälle, jota ei saatu kannattamaan. Uutinen joka tapauksessa toi mieleen monet hauskat humalat Pyhäsalmeella. Onnea toivotan rohkealle yritykselle.

Joulun aikaan saimme taas kuulla, kuinka keisari Augustukselta oli käynyt käsky, että koko maailma oli verolle pantava. Siitäkös kaikki poliitikot innostuivat ja ryhtyivät puuhaamaan kaivosveroa. Se tuntuu olevan hyvä täky äänien kalastelussa, vaikka kukaan ei osaa sanoa, mistä tässä oikeasti on kysymys. On siinä virkamiehille haastava tehtävä, kun pitäisi sorvata lakipykälät, jotka tasapuolisesti rankaisisivat kaikenlaisia kaivoksia. Ei nimittäin ole olemassa kahta samanlaista malmia ja kaivosta, joten vaikea on yleispätevää sääntöäkään kirjoittaa. Varmaa on, että mahdollinen vero olisi haitaksi kaivostoiminnalle ja yhteiselle isänmaalle. Lisärasituksia emme kaipaa. Ainakin into investoida suomalaiseen kaivostoimintaan lopahtaisi ja sähköautojen akkumateriaalit pitäisi tuottaa Kongossa. Ja kysynpä, mikä syy on verottaa kaivostoimintaa ankarammin kuin mitä tahansa muuta yritystoimintaa. Ja miksi samat piirit, jotka janoavat sähköllä kulkevia autoja, tuhlaisivat suomalaisen mahdollisuuden päästä mukaan uuteen isoon bisnekseen.

Ilmaston lämpeneminen on jo kauan ollut paljon palstatilaa vienyt uutisaihe. Sitä se on ollut erityisesti viimeaikaisten raporttien ja kokousten ansiosta. Varmasti asia on ihmiskunnan tulevaisuuden kannalta vakava. Tähän pitää vähitellen ruveta uskomaan tällaisen skeptikonkin. Mutta siihen en usko, että maailmasta löytyy riittävästi halua toteuttaa kaikki ne muutokset, jotka tarvitaan kunnianhimoisiin

tavoitteisiin pääsemiseksi. Suomessa tempu voi onnistua, mutta ei kaikkialla maailmassa. Tätä en tietenkään olisi saanut kirjoittaa, koska virallinen kanta on, että puolentoista asteen nousu lämpötilassa on ehdoton maksimi, joka voidaan hyväksyä. Kaikki epäilijät ovat syntisiä. Pelkäänpä kuitenkin, että käytännön toimet jäävät vajaiksi. Periksi ei tietenkään pidä antaa, mutta pakko on kysyä, eikö olisi viisasta jo nyt panna enemmän rahaa odotettavissa olevien vahinkojen korjaamiseen kuin itse ilmiön torjuntaan. Trumpin muurimiljarditkin olisivat paremmassa käytössä alavien rannikoiden tulvavallien rakentamisessa kuin Meksikon rajalla.

Kovin usein näyttää käyvän niin, että hetken innostus aiheuttaa asioiden karkaamisen pois käsistä. Kaivosveron rinnalle tällaisten asioiden listalle - tosin monin veroin isompana virheenä - sopii brittien Brexit. Ei olisi pitänyt tulla leikkiä, koska se on johtanut Britannian suuriin vaikeuksiin. Anteeksiannettavia tällaisista möhlyksistä tekee vain se, että niiden tekijät eivät ymmärtäneet, mitä tekivät. Pitemmän päälle tekoäly voi tulla avuksemme, jos se estää pahimpien mokien tekemisen.

Yhteisten rahojen hallinta oli jonkun virkamiehen käsistä TV-uutisten kertoman mukaan karannut. Savossa oli valtion rahaa myönnetty hankkeelle, jonka tavoitteena on kehittää maasäteilyn estolaite. Asian puuhamies kertoi päässeensä tutkimuksissaan jo niin pitkälle, että tiesi maasäteilyn liikukuvan maan alla vesisuonia pitkin. Ajoittain se pulpahtaa maan pinnalle, mutta sukeltaa heti takaisin maan uumeniin. Vikkelä tuon ilmiön pitää olla, koska viisaat tiedemiehet eivät koskaan ole onnistuneet sitä näkemään saati vangitsemaan. Tuli mieleeni paljon hoilattu juomalaulu opiskeluajalta: ”Niin usein olen syvyiksiin sukeltanut, mutta aina olen pinnalle pulpahtanut”. Aivan tarkkaan ei minulle käynyt selväksi, miksi hankkeen tavoitteena oleva estolaite pitäisi kehittää. Mutta selväksi kävi, että verorahojen käyttöä yllä kuvatun kaltaisiin hankkeisiin pitäisi supistaa. Monta komiteaa on istunut pohtimassa valtionapujen supistamista, mutta eipä ole vielä onnistuttu.

Mutta mitäpä tässä murehtimaan. Nauttikaamme siitä, että vielä tänään asiat ovat paremmin kuin huomenna.▲

Mitä yhteistä on viinalla, huumeilla ja hirttoköydellä?
- Niistä kaikista voi tulla riippuvaiseksi.

Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut

Osa 5: Kohtaamisia tasapainomaassa

Pienen pieni hiiliatomi Hipsu laskeutui viimeisen aktivaatioenergiakukkulan rinnettä ja saapui lopulta tasapainomaan (sillä sen se oli nyt viimeinkin löytänyt) tasangolle. Se seuraili menoa aikansa ja päätyi lopulta kysymään kohtaamaltaan toiselta hiiliatomilta, mitä täällä tapahtui ja miten menoon pääsisi mukaan.

”Tämä on eräänlainen deittailukeskus, jossa jokainen voi etsiä omaan tahtiinsa itselleen sopivia kavereita ja yhteisöjä”, selitti toinen hiiliatomi. ”Tulet huomaamaan, että täällä samanlaiset atomit muodostavat omia yhteisöjään, joihin myös erilaiset atomit voivat pyrkiä sisään”, se jatkoi. ”Suhtautuminen ja toimintamahdollisuudet eri yhteisöissä voivat olla hyvin erilaisia”, se selitti edelleen. ”Koska ajavaa energiaa täällä on vähän, tapahtuu kaikki hyvin verkalleen. Kun johonkin yhteisöön on tullut riittävä määrä pyrkijöitä, kutsuvat ne apuun lämpötilan, joka auttaa yhteisöä pääsemään lopulliseen pysyvään olomuotoonsa. Tästä johtuvat siellä täällä näkyvät, varmaan jo huomaamasi leimahdukset” se selosti vielä.

Hipsu kiitti selvityksestä ja lähti hiljakseen kuljeksimaan tasangolle. Jonkin intuition perusteella se päätti ensin etsiä sopivia olosuhteita metalliatomien muodostamista yhteisöistä. Eipä aikaakaan, kun se huomasi kupariatomeista koostuvan joukon, jonka ympärille oli kertynyt mukaan pyrkiviä hiiliatomeja. Hipsu päätti aloittaa käytännön tutustumisensa erilaisiin atomeihin täältä.

Kupariatomit tuntuivat kuitenkin suhtautuvan jotenkin yrmeästi ympärillään kuljeksiviin hiiliatomeihin. Lopulta, kun mukaan pyrkivien hiiliatomien joukko oli kasvanut riittävän suureksi, päättivät ne kutsua lämpötilan apuun. Lämpötila nousi, atomien liike vilkastui ja hiiliatomit yrittivät tunkeutua mukaan kupariatomien joukkoon.

Pyrkimys osoittautui kuitenkin turhaksi. Hiiliatomit eivät kyenneet pääsemään kunnolla sisään kupariatomien muodostamaan yhteisöön. Vaikka ne pyysivät lisää ja lisää lämpötilaa niin, että lopulta kupariatomit muodostivat levottoman, jatkuvassa liikkeessä vellovan sulan massan, ei monikaan hiiliatomi voinut päästä mukaan niiden joukkoon. Aina joku ohi kiirehtivä kupariatomi onnistui potkaisemaan pyrkijän ulos yhteisöstään. Alueen reunamilla kupariin hetkeksi päässeet hiiliatomit ryhmittäytyivät välittömästi grafiitiksi suojautuakseen kupariatomien yrmeydeltä. Hiiliatomit luovuttivat, lämpötila poistui kiitosten saattelemana ja kupari- sekä hiiliatomit jäivät erilleen etsimään uusia mahdollisuuksia.

Hipsu päätteli, ettei hiiliatomien kannattanut pyrkiä sisään kupariatomien muodostamaan yhteisöön missään olosuhteissa, ei edes kuparin ollessa sulassa tilassa. Se päätti jatkaa matkaa ja etsiä ystävällisempiä yhteisöjä. Syntyvaiheessa olevia yhteisöjä oli paljon. Usein niissä oli kuitenkin mukana hyvin vähän hiiliatomeja, joiden joukossa Hipsu toivoi voivansa pyrkiä



mukaan. Aikansa vaelletuaan se havaitsi etäällä kromiatomien muodostaman joukon, jonka ympärillä liikehti suurempi määrä hiiliatomeja. Hipsu liittyi joukkoon ja jäi odottamaan uutta seikkailua.

Viimeinkin lämpötila kutsuttiin apuun ja hiiliatomit alkoivat pyrkiä sisään kromiyhteisöön. Mukaan pääsy oli kuitenkin hidasta. Vasta kun lämpötila oli noussut kromin sulamispisteen yläpuolelle, tuntui kuin taivas olisi auennut ja hiiliatomit pääsivät mukaan kromiatomien karkeloon. Liike oli vilkasta; atomien sekoittuminen ja seurustelu sujuivat kuin tanssi.

Yllätys seurasi, kun lämpötilalle annettiin lupa poistua. Jotkut kromiatomit suhtautuivat edelleen suopeasti hiiliatomeihin ja haalivat niitä läheisyyteensä. Ne muodostivat kiinteitä saarekkeita, joissa hiili- ja kromiatomien määräsuhdeet olivat tarkoin rajatut. Yhdessä saarekkeessa oli 23 kromiatomia kuutta hiiliatomia kohti, toisessa seitsemän kromiatomia kolmea hiiliatomia kohti ja kolmannessa kolme kromiatomia kahta hiiliatomia kohti. Heti, kun kunkin saarekkeen määräsuhde oli täyttynyt, se muuttui torjuvaksi muita hiiliatomeja kohtaan eikä päästänyt niitä lähellekään. Saarekkeet alkoivat kutsua itseään kromikarbideiksi.

Kokemattomuuttaan hiukan arkaillen mukaan mennyt Hipsu jäi näiden karbidien ulkopuolelle. Ympäristössä olivat kromiatomit muuttuivat myös torjuviksi ja Hipsu joutui muiden ylimääräisten hiiliatomien tavoin poistumaan koko kromiatomeista ja karbideista koostuvasta, pysyväksi muuttuneesta yhteisöstä. Se kyseli karbideihin jääneiltä hiiliatomeilta niiden tuntemuksia ja sai kuulla, että ne tunsivat tulleensa hyvin kohdelluiksi ja olonsa turvalliseksi. Ne olivat kuitenkin lujasti kiinnittyneet ympäristöönsä ilman vapaata liikkuvuutta ja se kauhistutti vapauttaan rakastavaa Hipsua.

Hipsu vaelteli hivenen alakuloisena ympäri tasapainomaata kysellen muiden hiiliatomien kokemuksia ja tuntemuksia. Se sai kuulla, että varsin monien metalliatomien kohdalla suhtautuminen hiiliatomeihin oli samankaltaista kuin se, minkä Hipsu oli kokenut kromiatomien tapauksessa. Ainoa mahdollisuus päästä mukaan oli osallistua metallikarbideihin, jotka sitoivat hiiliatomit lujasti itseensä. Vapaana vaeltelu metalliatomien joukossa ei juuri tullut kysymykseen kiinteässä tilassa.

Hipsu oli murheissaan ja mielti, löytyisikö täältä tasapainomaastakaan sellaista yhteisöä, johon se voisi osallistua vapautensa edes osittain säilyttäen. Vaeltaessaan ympäriinsä se kohtasi muutamia rauta-atomeja, joiden kanssa käydyt keskustelut tuntuivat miellyttäviltä. Kysellessään muilta hiiliatomeilta niiden kokemuksia se sai myös kuulla, että rauta-atomien suhtautuminen hiiliatomeihin oli yleensä hyvin ystävällistä, joskin hieman erikoista muihin metalliatomeihin verrattuna. Niinpä Hipsu päätti yhdessä muutaman muun hiiliatomin kanssa lähteä hakeutumaan hiili- ja rauta-atomeista koostuvaan yhteisöön. Mihin tämä päätös sitten johti, siitä kerrotaan seuraavissa tarinoissa. ▲



Vuosis kokous ja Vuorimiespäivät Messukeskuksessa 29.3.2019

Vuorimiespäivien pitopaikka on vaihdellut viime vuosina. Tällä kertaa vuosikokous ja perjantain illallistanssiaiset pidetään Messukeskuksen Siivessä. "Siipi" on uusi nimi entiselle kongressisiivelle. Lauantain lounas on tuttuun tapaan Crowne Plazassa. Vuorimiespäivien isäntäyrityksen vaativan tehtävän hoitaa SSAB.

Toivottavasti Vuorimiespäivän kutsu on tavoittanut kaikki jäsenemme. Uuteen ilmoittautumisjärjestelmään totuttelu voi vaatia vähän keskittymistä meiltä kaikilta. Uskon kuitenkin, että uusi järjestelmä toimii paljon paremmin kuin edeltäjänsä ja sisäänajon jälkeen kaikki olemme siihen tyytyväisiä.

Pöytävaraukset tehdään ja maksetaan samalla kertaa ilmoittautumisen yhteydessä. Siksi sinun kannattaa koota lista kerralla ilmoitettavasta pöytäseurueestasi nimineen ja erityisruokavalioineen valmiiksi jo ennen varausjärjestelmän aukeamista. Ohjeistusta saat kutsussa mainituissa osoitteissa. Ne näkyvät tietysti myös nettisivuillamme, missä ilmoittautuminen ja pöytävaraukset tehdään. <https://vuorimiesyhdistys.fi/vmp2019/>

Vuorimiesyhdistys julkaisee ensi vuonna **Materia-lehden erikoisnumeron**, jossa kerrotaan mukaansa tempaavalla tavalla alastamme ja sen

- tuottamasta hyvästä yhteiskunnalle ja meille kaikille
- aiheuttamien ympäristöhaittojen hallinnasta
- mahdollisuuksista nuorille ammattilaisille

Kohderyhmäksi valittiin ensisijaisesti nuoret, jotka ovat pian tekemässä elämänuransa valintoja. Erikoisnumeroa jaetaan koulujen lisäksi poliitikoille, päättäjille, opiskelijoille sekä kaikille, joiden toivoisimme tietävän enemmän alasta ja ymmärtävän paremmin sen merkityksen maaillemme ja meille kaikille.

Erikoisnumero kattaa koko arvoketjun malminetsinnästä metallinjalostukseen.

Vuorimiesyhdistyksen lisäksi hankkeeseen ovat sitoutuneet Työ- ja Elinkeinoministeriö, Kaivosteollisuus ry ja Metallinjalostajat ry.

Vuorimiespäivät ovat jo ovelta. Tulethan mukaan tapaamaan tuttuja ja kuulemaan alan kuulumiset!

Vuorimiespäivillä tavataan!

ARI JUVA
Pääsihteeri



VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2018

PUHEENJOHTAJA/ President

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

VARAPUHEENJOHTAJA/

Vice president

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

PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

TkL Ari Juva Adjutantinkatu 8 b 19, 02650
Espoo 0400457907
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

WEBMASTER

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

RAHASTONHOITAJA/Treasurer

DI Leena K. Vanhatalo Vasamantie 122,
33450 Siivikkala 050 383 4163
leena.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

GEOLOGIJAOSTO/ Geology section

FM Leena Rajavuori, pj/chairman Agnico
Eagle Finland Oy,
Leena.Rajavuori@agnicoeagle.com,
puhelin: 040 350 1127 FM Ilkka Ylander,
sihteeri/secretary CavilEx Oy,
040 865 0081 iikka@ylander.com

KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO/

Mining and Excavation section

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

RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/ Mi- neral processing section

DI Hannele Vuorimies, pj/chairman Epiroc
Finland Oy Ab, 040 187 6060
etunimi.sukunimi@epiroc.com
DI Sini Anttila, sihteeri/secretary
Terrafame, 0407091776
etunimi.sukunimi@terrafame.com

METALLURGIJAOSTO/

Metallurgy section

DI Lauri Närhi pj/chairman Outotec (Fin-
land) Oy, 040 189 6868
etunimi.sukunimi@outotec.com
DI Miia Pesonen sihteeri/secretary Boliden
Kokkola Oy, 040 176 4301
etunimi.sukunimi@boliden.com

Tulevia tapahtumia:

Kaivosseminaari Vuokatissa viikolla 23.



VASTUULLINEN GLOBAALI KAIVOSTOIMIJA

Toimimme vastuullisesti, osallistavasti ja ympäröivää yhteisöä kunnioittaen sekä paikallista elinkeinoelämää tukien. Sakatti on uusi ja ainutlaatuinen monimetalliesiintymä, jossa on suuri potentiaali tulevaisuuden metalleille.




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



www.ctse.fi

Teräspalvelukeskus



Kovaa reunasta reunaan

Hannu Rantasuo 044 7713 695
 Mikko Harjula 050 4347 030
 Harri "Hemmi" Hutka 050 4302 873
 Juha Huttunen 044 7713 694

www.miilux.fi



Kuljetinhinnat ja tarvikkeet.
Asennus- ja huoltopalvelut.

www.contitech.fi

ContiTech



NORICKEL

HARJAVALTA

Nikkelijalostuksen maailmanluokan asiantuntija

www.nornickel.fi

LABORATORIOKUMPPANISI POHJOISMAISSA



EUROFINS LABTIUM OY


WWW.LABTIUM.FI



Research for a sustainable future

Swerim is a leading industrial research institute within mining engineering, process metallurgy, materials and manufacturing. We are 190 professionals in two locations in Sweden – Luleå and Stockholm.

www.swerim.se



* Revitalisation of the Outokumpu Mining Camp
 * Aiming to produce Traceable and Responsible battery-grade Co-and Ni-chemicals

Ilmoittajamme tässä lehdessä

AA Sakatti Mining	83	Miilux Oy	83
ABB	4	New Paakkola Oy	84
Agnico Eagle Finland Oy	2.kansi	Nordkalk Oy Ab	76
AGA GAS AB	3	Norilsk Nickel Harjavalta Oy	83
ALLU Finland Oy	8	Normet Group Oy	57
Arctic Drilling Company Oy	14	Outotec	32
Astroock Oy	31	Palsatech Oy	84
Atlas Copco	79	POHTO	6
Boliden Kokkola	8	Pyhäsalmi Mine Oy	84
Brenntag Nordic Oy	66	Oy M.Rauanheimo Ab	51
ContiTech Finland Oy	83	Sandvik Mining and Construction Oy	60
CTS Engtec Oy	83	Sibelco	15
Doofor	49	Sotkamo Silver Oy	56
Epiroc Finland Oy	3.kansi	SSAB	20
Ferrovan Oy	28	Sulzer Pumps Oy	4
Flowrox Oy	15	Suomen Rakennuskone Oy	69
Forcit Oy	49	Suomen TPP Oy	56
GRM Services Oy	73	Swerim Ab	42,83
Oy KATI Ab	84	Terrafame Oy	6
KBR Ecoplanning	73	Weir Minerals Finland Oy	24
Keliber Oy	6	Wihuri Oy	64
Kokkolan Satama Oy	6	Vizeum Oy	42
Labtium Oy	83	Vulcan Hautalampi Oy	83
Lapin Liitto	7	Yara	57
Malvern Panalytical	46		
Metso Minerals Oy	takakansi		

Malminetsinnän & timanttikairauksen palkittu edelläkävijä

Safe Discovery Award –
Innovaatio
Myöntänyt Anglo
American Plc.

ISO 14001
Ympäristösertifikaatti
vuodesta 2004

Vuoden
ympäristöteko 2013
Myöntänyt Euro Mining
Jury, Suomi.

Palkittu suljetun kierron
järjestelmä



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



New way of mineral exploration

We want to develop our research methods and services in order to be able to offer our clients a comprehensive and cost-efficient service.

- Mineral exploration
- Drilling services
- Sample treatment and consultation for exploration and mining companies.

PALSATECH

+358 (0)40 5144 505 www.palsatech.fi

CONVEYOR MAINTENANCE SPECIALIST



www.newpaakkola.com



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



United. Inspired.

Epiroc. 145-vuotias startup-yritys.

Epiroc kehittää ja valmistaa innovatiivisia louhintalaitteita ja porakalustoa, kallionvahvistustuotteita sekä rakennuskoneita. Meillä on yli 13 000 työntekijää yli 150 maassa ja yli 145 vuoden kokemus alalta.

Asiantuntevat myynti- ja huoltotiimimme palvelevat koko Suomessa ja hyvinvarustetut huoltokeskuksemme sijaitsevat Vantaalla sekä Kemissä. Epirocin maanpöraustuotteita valmistetaan Tampereen Myllypurossa.



[epiroc.fi](https://www.epiroc.fi)

Vältä ennakoimattomat seisokit tunnistamalla ongelmat ajoissa

**Metsolla on tarjolla tarkistuspaketteja
pitämään jauhinmyllysi pyörimässä.**

Piilevät viat jauhinmyllyssä voivat johtaa laiterikkoon, ennakoimattomiin seisokkeihin ja lisätä näin merkittävästi korjauskustannuksia ja tuotannon menetyksiä.

Metso on kehittänyt tarkistuspaketteja jauhinmyllyille, tavoitteena parantaa luotettavuutta, tuotannon jatkuvuutta ja laitteiden kestävyyttä.

Tarvitsitpa nopeaa, silmämääräistä tarkistusta tai kattavampaa jauhinmyllyn kunnan testausta, Metsolla on sinulle ratkaisu.

Kysy lisää jauhinmyllyjen tarkistuspalveluista:

Timo Sarvijärvi, puhelin 050 317 0906

Lauri Ylönen, puhelin 050 317 3950

Jouko Tolonen, puhelin 050 355 7580

Joakim Colpaert, puhelin 045 317 5198

Sauli Pekkala, puhelin 040 595 8065

 **metso**
Expect results

