

MATERIA

5-2018 | Joulukuu

GEOLOGIA
KAIVOS
LOUHINTA
RIKASTUS
PROSESSIT
METALLURGIA
MATERIAALIT

YLI 70 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA





KULLAN- ARVOINEN

Olemme löytäneet kultaa: osaavat ja sitoutuneet ihmiset ympärillemme. Mekin haluamme olla heille jokaiselle kullanarvoinen – työnantajana, bisneskumppanina, yhteisön jäsenenä ja sijoituskohteena.



AGNICO EAGLE

www.agnicoeagle.fi



9

MATERIA

5–2018 | Joulukuu



9

- 5 Lukijalle **Kari Pienimäki**
- 6 **Topias Siren:** Verkkosivu-uudistus
- 7 Pääkirjoitus **Olli Koski:** Tiedon louhintaa kaivosalalla
- 7 VMY:n toimihenkilöitä
- 9 **Leena K. Vanhatalo:** FinnMateria 2018
- 10 **Mikael von Herten:** Finexplo tyytyväinen FinnMateria-messujen antiin!
- 11 **Mikael von Herten:** Tulikiven Suomussalmen talkkiprojekti etenee
- 13 **Sandvik Mining And Rock Technology:** Sandvik esitteli uuden sukupolven kaivoslaitteita ja -ratkaisuja FinnMateriassa
- 15 **Heino Vasara:** Kaivosalan toimialaraportti – Kaivosalan nykytila ja näkymät Suomessa
- 18 Uutisia alalta: **Vesa Sarroma, Tiina Hovi:** Kaivostoiminta maapallomme hyvinvoinnin takaajana
- 19 Uutisia alalta: Future Mine and Mineral
- 19 **Ari Oikarinen:** Metallikerho 60-vuotta. End of the story
- 20 **Jussi Leveinen:** Challenge Finland –kaivoshanke etenee kohti käytännön sovelluksia
- 22 **André Van Wageningen:** Kittilä Saft Update
- 24 **Jyrki Salmi:** Kaivoksen syventäminen etenee Kemissä
- 30 **Sarianna Suominen:** Mikä ihmisen CE-merkintä? - kevyt raapaisu koneturvallisuuteen teollisuudessa konedirektiivin pohjalta
- 33 **Olli Tarvainen, Juha Keski-Rauska, Veli Mathlin:** Humalaa kaivoksen uumenissa
- 37 **Mikko Koivula:** Materialistien taivalta kuljettu 25 vuotta



24



37



46

- 39 **Janne Koivisto, Tiina Mikkonen:** Materiaali-insinöörikillan 25-vuotishistoriikki
- 41 **Wiljami Rajala, Valteri Paajanen:** Kertomus seremoniamestarin sauvan palautuksesta entiseen loistoonsa
- 44 **Eetu-Pekka Heikkinen, Seppo Louhenkilpi:** Kymmenen kertaa puhtaampaa terästä - 10th International Conference on Clean Steel, Budapest, 18-20.9.2018
- 46 **Jaana Lohva, Katja Lalli, Hanna Leväniemi:** Geotietotaitoa Kirgisiaan ja Tadžikistaniin
- 49 **Topias Siren:** Pohjois-Suomen toimijat sovittavat allianssimallia teollisuuden tarpeisiin
- 51 **Aleksi Salo:** Combining geochemistry and structural geology for best practice exploration and mining
- 52 **Topias Siren:** Suomen kalliomekaniikkatoimikunnan koulutuspäivä
- 53 **Topias Siren:** Geotekninen opetus TU Freibergissa
- 54 **Päivö Kinnunen, Soili Solismaa, Arnold Ismailov, Marjaana Karhu, Juha Lagerbom, Päivi Kivikytö-Reponen, Marja Liisa Räisänen, Erkki Levänen, Mirja Illikainen:** Kaivosteollisuuden rikastushiekköjen käyttö kemiallisesti sidostetuissa keraameissa

- 58 **Tuomo Tiainen:** Materiaalit ja tutkimuksen rahoitus tarkastelussa Tampereen teknillisen yliopiston Materiaaliopin laboratorion Materiaalipäivä 12.10.2018
- 62 **Mirja Illikainen, Päivö Kinnunen, Juho Yliniemi** Geopolymeerien maailmanvalloitus
- 66 **Tuomo Tiainen:** Alumiini on aito asia Alumiinipäivät Tampereella 01.-02.11.2018
- 69 **Tuomo Tiainen:** Kilpailukykyä 3D-tulostuksella Vuorimiesyhdistyksen metallurgijaoston syysseminaari Tampereella
- 72 Väitös: **Saara Söyrinki:** Toiminnalliset pinnoitteet puhtaatta vaativiin kohteisiin
- 73 Väitös: **Kati Valtonen:** Oikeat testausparametrit parantavat kulumisen hallintaa
- 74 **Tuomo Tiainen:** Metallien tutkimus on aina ajankohtaista
- 76 **Metallinjalostajat: Kimmo Järvinen:** Ilmastonmuutoksen torjunta edellyttää tki-rahoitusta
- 77 **Kaivosteollisuus: Pertti Kortejärvi:** Kaivosturvallisuuden ajankohtaiset
- 77 **Kaivosteollisuus: Pekka Suomela:** Vastuullinen metalliketju – EU:ssa vai Aasiassa?
- 78 **DIMECC on-line Kaisa Kaukovirta:** MPD 2019 kokoaa tuhat teollisuuden päättäjää Tampereelle
- 79 **Kolumni Pertti Voutilainen:** Ihmeteltävää riittää
- 80 **Pakina Tuomo Tiainen:** Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut
- 81 **Pääsihteeriltä Ari Juva:** Vuorimiespäivät Messukeskuksessa 29.3.2019
- 82 **Ari Oikarinen:** MATERIA-lehti kirjamesseilla
- 82 Hallituksen hyväksymät jäsenet ja nuoret jäsenet
- 83 **Kimmo Järvinen:** Olavi Huhtala jatkaa Metallinjalostajien hallituksen puheenjohtajana 2019
- 83 Ilmoittajamme tässä numerossa
- 84 Alansa osaajat



GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä
riskejä kattavalla
3D-mallinnuksella!

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



GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

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

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

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

Maan kattavimmat geopalvelut



Laadukkaat kenttäpalvelut ympäri vuoden.

PALSATECH

Puh. +358 40 5144 505
info@palsatech.fi
www.palsatech.fi



PORT OF KOKKOLA

WELCOME TO THE PORT OF KOKKOLA

www.portofkokkola.fi



NEWPAKKOLA

CONVEYOR MAINTENANCE SPECIALIST



www.newpaakkola.com

Arvoisa lukija!

Vuosi 2018 on aika jättää historiaan ja uuden vuoden tuulet puhaltavat alalamme. Perusmetallien hinnat näyttävät stabiloituneen suhteellisen mukavalle tasolle ja sähköautojen yleistymisen myötä esim. akkuihin tarvittavien koboltin, litiumin ja nikkelin hintojen odotetaan nousevan rajusti tulevaisuudessa. Itse asiassa korvaavien metallien testausta tehdäänkin jo intensiivisesti, sillä eräät metallit tulevat loppumaan maaperästämme, mikäli sähköautojen lisääntyminen tulisi ennusteiden mukaan toteutumaan. Ehkäpä tulevaisuudessa näemmekin laajemman kirjjon ajoneuvojen energiaratkaisuja, sillä mm. biodieselpohjaisia ja vetyratkaisuja kehitellään myös kuumeisesti.

Tuuli- taikka aurinkovoimaan en oikein jaksa uskoa autojen voimanlähteenä. Toivottavasti tästä hybridivaiheesta päästään pian ohi, sillä mielestäni on outoa kuljettaa ylimääräistä moottoria mukanaan paikasta toiseen ja myöskin tuo energian muuntaminen muodosta toiseen on aina häviöllistä jo termodynamiikan ensimmäisen pääsäännönkin mukaan. Noh, voipa olla, että allekirjoittanutkin nähdään lähitulevaisuudessa hybridi-auton puikoissa. Täytyy sitten vaan ajatella, että mikä ei tapa, vahvistaa. Pääasia kuitenkin on, että ilmastonmuutos saadaan nopeasti hallintaan – sehän oli tätä kirjoittaessa listattu suomalaisten merkittävimmäksi huolenaiheeksi Maanpuolustustiedotuksen suunnittelukunnan kyselyssäkin. Me olemme valmiita auttamaan tavoitteiden saavuttamisessa!



Lehdessä on kooste Finnmaterial -messuilta sekä siellä julkaistu Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) toimialaraportti. Mielenkiintoisia artikkeleita on tälläkin kertaa tarjolla, muun muassa Kemin kaivoksen kuiluprojekti, joka valaisee miten kompleksisia rakenteita kaivokset kätkevät sisäänsä. Mukana ovat myös Sarianna Suominen valistava kirjoitus konedirektiivin saloista sekä poikkitieteellinen juttu kasvien tuotannosta Pyhäsalmen kaivoksessa, jossa pyritään täyttämään mm. lain mukaista velvoitetta humalistoista.

Vuoden 2019 ohjelmaan kuuluu Materia-lehden erikoisnumero, josta Friscokin mainitsi viime kirjoituksessaan. Numeron tarkoituksena on

toimia helpolukuisena ja ”aikaa kestävä” tietopakkausena mm. koululaisille, poliitikoille ja opiskelijoille sekä muille alasta kiinnostuneille. Erikoisnumeron valmistelu etenee vauhdikkaasti ja olemme vastaanottaneet jo paljon varsin myönteistä suhtautumista eri sidosryhmiltä. Tulemme lähiaikoina pyytämään artikkeleita siihen alan toimijoilta sekä yhteistyötahoilta.

Sitten vielä huomautus, että Vuorimiespäivien ilmoittautumis- menettely uudistuu. Ohjeet löytyvät tästä lehdestä sivulta 6.

Nautinnollisia 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** 050 569 9884 ari.e.oikarinen@gmail.com | **TOIMITUSSIHTEERI / MANAGING EDITOR** DI **Leena K. Vanhatalo** 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi | **ERIKOISTOIMITTAJAT / SPECIALISTS** TkT, prof.(emer.) **Tuomo Tiainen** 040 849 0043, 050 439 6630 tuomo.j.tiainen@gmail.com, DI **Hannele Vuorimies** 040 187 6060 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** VMY vuoden vaihteessa, kuva Leena K. Vanhatalo

Artikkelien aineistopäivä

Article deadline

1/2019 5.2.
2/2019 23.4.
3/2019 17.9.
4/2019 19.11.

Ilmoitustilvaraukset / aineistopäivä

Booking ads dl / Ads delivered

1/2019 11.2.
2/2019 29.4.
3/2019 23.9.
4/2019 25.11.

Ilmoitusmyynti / Ad Marketing

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

Osaamista, verkostoitumista ja yhdessä tekemistä, vuoresta toiseen.

Vuorimiesyhdistys edistää vuoriteollisuuden ja siihen liittyvien alojen ammatillista kehitystä. Tarjoamme jäsenille vahvan verkoston ja ylläpitää alan tietotaitoa erilaisten koulutus- ja seminaaritapahtumien avulla.



Verkkosivustouudistus

TEKSTI: TOPIAS SIREN

Vuorimiesyhdistys on siirtymässä uuteen aikaan ja verkkosivustomme uudistuu täysin. Verkkosivustouudistuksessa sivujen ulkonäkö ja tekniikka uusitaan täysin ja jäsenrekisteri siirtyy ulkoiseen FloMembers palveluun – tämä aiheuttaa palveluihin katkoksia, jotka ovat toivottavasti ohi lehden kolahtaessa postiluukusta. Uudistukset ovat kuitenkin kriittisiä ja välttämättömiä, sillä vanha verkkosivustotekniikka oli hajoamassa käsiin.

Seuraaville Vuorimiespäiville ilmoittautuminen tapahtuu uusitun järjestelmän kautta. Vanha kaksivaiheinen ilmoittautumis-pöytävarausprosessi suoraviivaistuu yhteen vaiheeseen, jossa ilmoittautumisen yhteydessä pöytäpaikat maksetaan varusten yhteydessä kuin ostettaisi paikkoja elokuvateatterista. Ostaessa ensimmäinen askel on totuttuun tapaan pöydän valinta sekä ostettavien paikkojen lukumäärän valinta. Tämä jälkeen paikat ovat tovin väliai-

Vuorimiesyhdistys on siirtymässä uuteen aikaan ja verkkosivustomme uudistuu täysin. Verkkosivustouudistuksessa sivujen ulkonäkö ja tekniikka uusitaan täysin

kaisesti varattuina tietojen syöttämisen ja maksun ajan. Maksuvaihtoehdot ovat tutut monista verkkokaupoista ja yrityksille on edelleen tarjolla laskutusmahdollisuus. Miellessä varmasti pyörii kysymys: Miten tiedän kuinka monta paikkaa varata? Tässä on ylläpidon kannalta myös jutun juoni – uusi prosessi pakottaa suunnittelemaan varauksensa paremmin etukäteen, mikä vähentää pöytäjärjestysten pyöritystä myöhemmin. Tarvittaessa rahoja palautellaan sutjakasti järjestelmästä muutosten ja peruutusten

yhteydessä – tarkat peruutusehdot ovat tosin vielä päättämättä.

Ensimmäinen vuosi voi olla kova koulu vanhaan varausprosessiin tottuneille, mutta se varmasti sujuu myöhemmin paremmin. Uusi järjestelmä suoraviivaistaa merkittävästi entistä kaksivaiheista ilmoittautumisprosessia, varaustenhallintaa ja rahojen saamista. Tämä on erittäin toivottavaakin, sillä nykyään paikkavaraussäättöä ja turbulenssia on Vuorimiespäivien alla merkittävästi liikaa. ▲



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

KAIIVOS- 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

Tiedon louhintaa kaivosalalla

Johtaja **OLLI KOSKI**, TEM, Innovaatiot ja yritysrahoitus -osasto



Tiedolla johtaminen on ajallem-
me tyypillinen käsite: kuulostaa
hyvältä, käytetään paljon, harva
tietää mitä tarkoittaa. Tiedolla
johtamiselle voikin antaa hy-
vin monipuolisen merkityksen.
Viime kädessä kyse ei ole mis-
tään kovin uudesta asiasta: hyvä
johtaminen on aina perustunut
tietämykseen toimintaympäris-
töstä ja vaikuttavista syy-seu-
raussuhteista.

Perinteinen käsitys tiedolla
johtamisesta tukeutuu vahvasti
mitattaviin indikaattoreihin ja
niiden seuraamiseen. Numee-

rinen tieto, indikaattorit ja niihin sidotut tavoitteet ovat toki edelleen tärkeitä, mut-
ta eivät koko totuus. Varsinkin julkisessa hallinnossa ongelmia aiheutuu siitä, että
toiminnan aitoa vaikuttavuutta mittaavia indikaattoreita on usein vaikea löytää.
Tiedolla johtaminen tarkoittaakin yhä enemmän laajempaa johtamisoppia ja vali-
koimaa johtamisen työkaluja. Kyse ei ole pelkästään organisaation tunnuslukujen ja
avainmittareiden raportoinnista, vaan myös eteenpäin katsovasta järjestelmätason
analyysistä, jossa pyritään löytämään kausaliteetti ja oleelliset vaikutuskanavat.
Yksilötasolla oleellista on tarjota laajasti työntekijöille tiedon käsittelyn välineitä,
jotta tiedon hyödyntäminen on organisaation läpäisevä periaate. Puhutaan tieto-
johtamisesta itsepalveluna.

Valtion elinkeino- ja innovaatiopolitiikan päätösten tulisi perustua ajantasaiseen
tilannekuvaan ja oikeaan tietoon. Työ- ja elinkeinoministeriön toimialapalvelu
omalta osaltaan kokoaa ja tuottaa eräiltä toimialoilta tietoa sekä eteenpäin katsovaa
näkemystä. Kaivosalan toimialaraportti on ollut raporteista luetuimpia, joten kysyn-
tää tiedolle tällä alalla on. Raportin laadinta ei nykyisin ole vain toimialapäällikön
omilla harteilla, vaan mukaan on sitoutettu laajasti TEM-konsernin ja alan toimijoita.
Olemme hyödyntäneet Geologian tutkimuskeskuksen, Suomen Malminjalostus Oy:n,
Business Finlandin ja ministeriön asiantuntemusta.

Toimialaraportteihin tiivistetty laajasti monipuolista tietoa. Olemme ministeriössä
käynnistäneet toimialapalvelun tulevaisuutta selvittävän ja uudistustarpeita hah-
mottavan hankkeen. Otamme ilolla vastaan kaikki toimialapalvelua ja -raportteja
koskevat kehittämissideat. Yksi harkinnanarvoinen idea on, että tulevaisuudessa tilas-
tojen peruseräilyä yhdenmukaistettaisiin ja automatisoitaisiinkin. Tällöin itse
raporteissa voitaisiin keskittyä syvällisemmin johonkin teemaan, kuten esimerkiksi
kaivostoiminnan nk. sosiaaliseen toimilupaan eli hyväksyttävyyteen. Siinä perkaa-
mista riittäisi. Ministeriön rooli on tarjota keskusteluun faktoja ja niihin perustuvia
toimintavaihtoehtoja. Poliittiset linjaukset ovat poliitikkojen vallassa.

Flowrox GeoBag™

Vaihtolavayksikkö lietteiden kuivaamiseen

- Vedenpoisto jäte- ja prosessilietteistä
- Kustannustehokas käsittely ja kuljetus suljetussa yksikössä
- Poistaa jopa 90 % vedestä

Flowrox GeoBag™ sisältää:

- Vaihtolavakontin & geotekstiilisuoatinsäkin
- Flowrox LPP-T-siirtopumpun lietteelle*
- Flowrox LPP-D-kemikaaliannostelupumpun*
- Flokkulaatioreaktorin*
- Ohjausjärjestelmän*

*saatavilla lisävarusteena

 Yhteensopiva Flowrox Malibu™ etähallintaportaalin & teollisen internetin kanssa (IIoT)



- Jätevesilietteille
- Kaivosjätteelle
- Öljyisten lietteiden konsentrointiin
- Saven ja hiekan suodatukseen ja kuivaukseen



KIINNOSTUITKO? KYSY LISÄÄ:
050 411 2079 / sales@flowrox.com

www.flowrox.com



Räjähdealan osaamista jo 125 vuotta



FORCIT.FI

 **FORCIT**
EXPLOSIVES

FinnMateria 2018

FinnMateria-messut järjestettiin seitsemännen kerran Jyväskylän Paviljongissa 21.-22. marraskuuta. Tänä vuonna samaan aikaan Paviljongin viereisessä messuhallissa oli Smart-Factory-messutapahtuma, jonka monet robotisaation ja digitalisaation uutuudet toivat uut-ta näkökulmaa myös kaivospuolen messuille. Yhteensä messut keräsivät 4579 kävijää.

TEKSTI JA KUVAT: **LEENA K. VANHATALO**

Yhteiset avajaiset pidettiin jo tiistaina marraskuun 20. päivänä, aavistuksen verran päivitetyn kaavan mukaan. Aiempaa lyhyemmässä avajaistilaisuudessa yleisöä hauskuutti Krisse Salminen. FinnMateria-messujen neuvotelukunnan puheenjohtaja Hannele Vuorimies toivotti messuvieraat tervetulleiksi ja kertoi näytteilleasettajien ja näyttelyne-liöiden määrän kasvusta. Näytteilleasettajia oli tänä vuonna 133, ja lisäksi tarjolla oli ennätysmäärä oheisohjelmaa seminaarien, tietoisukujen ja paneelikeskustelun muodossa. Hannele muistutti myös siitä, kuinka kaivosteollisuuden historia on pitkä ja kehitystä on tietenkin tapahtunut monella saralla. Kuitenkin on vain 20 vuotta siitä, kun naisille sallittiin ruumiillisen työn tekeminen maanalaisissa kaivoksissa, myös Suomessa. ”Turvallisuus- ja ympäristötietoisuus on äärettömän tärkeää alalla, jossa työskentelyolosuhteet voivat olla haastavia ja vaikutus ympäröivään luontoon peruuttamaton”, Vuorimies tähdensi. Hän myös nosti puheessaan esille teknologian kehityksen kuten etäohjattavuuden ja akkukäyttöisyyden. Hannele osoitti huolensa alan työvoiman saatavuudesta eli siitä, kuinka alalla kaivattaisiin enemmän sekä korkeakoulutettua työvoimaa että työntekijätason osaajia. Lopuksi hän vielä sanoi: ”Siitä huolimatta, että meillä ei ole Suomessa hiilikaivoksia, meidän tulee puhaltaa yhteen hiileen ja se hiili on tällä kertaa kestävän kehityksen hiili. Siihen meidät vievät yhteistyö ja panostaminen elinkaarikustannusajatteluun sekä uusien luonnonvarojen hyödyntäminen.”

Näytteilleasettajat ja messuvieraatkin kertoivat havainneensa, että näytteilleasettajia oli aiempaa enemmän ja että tunnelma oli hyvin myönteinen. Kahden messupäivän aikana käytiin lukuisia virallisia ja epävirallisia keskusteluja siitä, mikä Suomen kaivos-



Krisse Salminen, Erkki Kuronen, Sotkamo Silver, Hannele Vuorimies, Epiroc Finland



Paneelissa keskustelivat Tuula Savola, Martti Sassi, Kari Heiskanen, Juuso Luodesmeri ja Kari Herlevi

teollisuuden tila on. Laaja paneelikeskustelu käytiin aiheesta Kaivosteollisuus ja kiertotalous. Paneelin vetäjänä toimi Tuula Savola työ- ja elinkeinoministeriöstä. Keskustelijoina mukana olivat johtaja Martti Sassi, Outokumpu Ferrochrome Oy, professori emeritus Kari Heiskanen Aalto-yliopisto, toimitusjohtaja Juuso Luodesmeri, Eurajoen Romu Oy ja projektijohtaja, kiertotalous Kari Herlevi, Sitra.

Keskustelusta jäi päällimmäisenä mieleen se, että vielä on paljon tehtävää. Muun muassa Kari Heiskanen epäroi, onko laaja-alaista osaamista vielä olemassa. Hänen mukaansa tarvitaan poikkitieteellistä osaamista, kun tällä hetkellä on vielä liikaa siiloutumista eri tieteenalojen kesken. Juuso Luodesmeri muistutti, että ala vaatii vielä konkretiaa. Nyt kyllä jo kierrätetään, mutta silti syntyy paljon jätettä - eri jakeiden käytövirrat tulisi miettiä tarkemmin.

Huoltovarmuudesta kysyttäessä Martti Sassi vastasi, ettei Suomessa ole riittävästi kierrätettävää metallia, vaan kierrätysmateriaalia joudutaan tuomaan ulkomailta. Materiaalivirtoja on hankala ennustaa, mutta se tiedetään, että kestää noin 25 vuotta ennen kuin materiaali palautuu takaisin terästehtaalalle. Kari Herlevi nosti useampaan otteeseen esille Sitran tekemän Kiertotalouden tiekartan. Hän myös kertoi siitä, että kaupungistuminen lisää materiaalien kompleksista käyttöä, mihin Heiskanen lisäsi, että ”1600-luvulla käytettiin viittä alkuaainetta, nykyään 90. Yhä useampien alkuaineiden käyttö lisää haasteita myös kierrätykseen”.

Panelistien mukaan Suomi ei ole mitenkään edelläkävijä globaalissa mittakaavassa, vaan lisää tietämystä tarvitaan. Sähköautot ovat nyt suosiossa, mutta esimerkiksi akkujen kierrätys ei ole vielä kunnossa. ▲

Finexplo tyytyväinen FinnMateria-messujen antiin!

TEKSTI: MIKAEL VON HERTZEN

Finexplo Oy esitteli tuotteitaan FinnMateria-messuilla Jyväskylässä 22.11.2018. Varsinkin uuden Autostem Gen 3 ei räjähdysainetta sisältävän louhintapatruunan tietoisuus oli menestys.

”Saimme heti erittäin hyvää palautetta messuilla käyneiltä asiakkailta ja netti-liikenne kasvoi huomattavasti meidän kotisivuillamme, finexplo.fi. Sain myös hämmästyneen soiton Autostem-päämieheltämme Etelä-Afrikasta, joka ihmetteli, mitä Suomessa tapahtuu, kun heidänkin kotisivuilla käytiin runsaasti”, nauraa Finexplo-toimitusjohtaja Mikael von Hertzen.

Autostem-tuotteet ovat nyt lyöneet läpi markkinoilla. Tuotteen helppo käyttö, turvallisuus ja pieni tärinä ovat saaneet aikaan sen, että tuote on löytänyt oman paikkansa erikoistuotteena markkinoilla. Korkea



LEENA K. VANHATALO

Mikael von Hertzen, Finexplo Oy ja Vesa Holmström, Kalliotekniikka CE Oy.

energiasisältö ja hidas räjäytysnopeus yhdistettynä kuljetusluokitukseen 1.4s, joka mahdollistaa kuljetuksen normaalilla autolla, ovat nopeasti ymmärrettyjä etuja ja helpottavat varastointia, kun patruuna ei sisällä räjähdysaineita.

Finexplo esitteli myös uudet Rothenbuhler-kaukolaukaisulaitteet, Shottrack VoD mittalaitteet ja TTE:n, markkinoiden johtavan ns. puolueettoman Track and Trace -järjestelmän. Lisäksi kerroimme Explosian uusista erikois- ja sotilasräjähteistä sekä I Blast 3D -simulointi ja optimointiohjelmasta.

”Kaiken kaikkiaan FinnMateria täytti ja itse asiassa ylitti meidän asettamamme tavoitteet. Hienoa, kun saimme jopa uusia asiakkaita, jotka eivät meitä aikaisemmin tunteneet”, kommentoi tyytyväinen Mikael von Hertzen. ▲



Kalliolujituksen ammattilainen

Kaivos- ja kalliorakentamiseen

Kalliolujitustuotteita • Tunnelitilojen eristysrakenteet • Kallioverkot

Rakennusteollisuuteen

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



Let's connect

Pretec Finland Oy Ab

Billskogintie 12 02580 Siuntio

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



Pyhäsalmen kupari-sinkki-rikkikaivos

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



Pyhäsalmen Mine

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



Tulikiven Suomussalmen talkkiprojekti etenee

TEKSTI: MIKAEL VON HERTZEN

Tulikivi Oyj esitteli talkkihankettaan FinnMateria-messuilla Jyväskylässä 22.11.2018. Tulikiven hallussa olevat noin 20 miljoonan tonnin talkkimalmivarannot sijaitsevat sen Suomussalmen vuolukivitehtaan yhteydessä Kainuussa. Esiintymä on suurin tunnettu esiintymä Pohjoismaissa.

Yhtiö löysi varannot jo 1980-luvulla tulisijoihin sopivia vuolukivivarantoja etsittäessä. Yhtiö on 1980-luvulta alkaen tutkinut systemaattisesti varantoja Itä-Suomessa ja Kainuussa. Siinä yhteydessä yhtiö on kairannut 47 km suomalaista kallioperää. Suomussalmen aluetta yhtiö on kairannut noin 10 kilometriä.

Talkkihanketta on viety systemaattisesti eteenpäin maaliskuusta 2017 alkaen. Yhtiön asiantuntijana toimii Mikael von Hertzen von Hertzen Consulting Oy:stä. Tuotannon suunnittelua on tehty yhteistyössä Outotec Oy:n kanssa. Ympäristökysymyksiä on viety eteenpäin Linnunmaa Oy:n toimesta.

”Olemme onnistuneet saamaan erittäin hyvän ryhmän asiantuntijoita juuri oikeista yrityksistä, joten yhteishenki viedä projektia eteenpäin on ollut erittäin hyvä eikä vastoinkäymisiä ole juuri ollut” kommentoi Mikael von Hertzen.

Yhtiön tavoitteena on löytää kumppani, jonka kanssa viedä hanketta eteenpäin. Taloudellisenä neuvonantajana hankkeessa toimii Initia Oy.

Nyt yhtiöllä on työn alla JORC-selvitystyö yhdessä GTK:n kanssa. Selvitystyön yhteydessä on varmistettu esiintymän talkkimalmin rikastettavuus, vaaleus ja mineraalikoostumus laboratorio- ja vaahdotuskokein. GTK:lla projektia vetää Seppo Leinonen. JORC-projektin malmiarvio- ja kannattavuusarviotyötä tekevät kokeneet Markku Meriläinen ja Pekka Loven. Alustavat tulokset hankkeesta ovat myönteisiä ja viimeisten laboratoriotulosten uskotaan valmistuvan lähiviikkojen aikana.

Toimitusjohtaja Heikki Vauhkonen: ”FinnMateria-messuilla saatu erittäin positiivinen palaute hankkeestamme vahvisti uskoamme sen toteutumiseen”. ▲



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



Sandvik esitteli uuden sukupolven kaivoslaitteita ja -ratkaisuja FinnMateriassa

TEKSTI: SANDVIK MINING AND ROCK TECHNOLOGY

Sandvik Mining and Rock Technologyn osastolla oli esittelyssä uusia, innovatiivisia tuotteita ja palveluita, jotka on suunniteltu kehittämään kaivosteollisuuden tuottavuutta, tehokkuutta ja turvallisuutta.

FinnMaterian pääsisäänkäynnin edustalla Sandvikin porauslaitteet Ranger DX800i ja Leopard DI650i toivottivat messuvieraat tervetulleiksi. Kaksikko edustaa porauslaitteiden uutta tuotesukupolvea, ja niissä on paljon älykkäitä automaatio-ominaisuuksia, jotka tehostavat porausprosessia merkittävästi. Porauslaitteet tarjoavat suorituskäytön ja tuottavuutta erilaisissa avolouhinnan kohteissa ja muuttuvissa kiviolosuh-

teissa. Leopard DI650i on Sandvikin uusi DTH-porauslaite kaivoksiin ja louhoksiin, ja se on saatavilla eri automaatiotasolla. Ranger DX800i soveltuu sekä kaivoksiin että urakointikohteisiin; laite tarjoaa suuren porauksen peittoalan 290 astetta kääntyvän ylävaununsa ansiosta.

Sandvikin messuosastolla oli ensiesittelyssä uuden sukupolven Sandvik DS512i -kalliopultituslaite. Laitteen edistyneen porausteknologian ja automaatiotasojen ansiosta voidaan saavuttaa entistäkin parempi kokonaistuottavuus. Pultituslaitteessa on hiljainen ja ergonominen FOPS/ROPS-ohjaamo, joka takaa mukavan ja turvallisen työympäristön operaattorille. Laitetta

voidaan hallita joko ohjaamosta tai etänä. Laitteessa on yhden pultin asennus täysin automatisoituna, ja iSURE™-ohjelmiston ansiosta myös pultituskaavioiden suunnittelu sekä kaavioiden siirto laitteelle onnistuvat helposti. Puomin ja pyörityspään rakenne mahdollistaa laajan ulottuman ja tarkkuuden pultitustöissä. DS512i kuuluu Sandvikin uusien älykkäiden, modulaarirakenteisten porauslaitteiden sarjaan.

Sandvik esitteli messuilla monia kiinnostavia uutuuksia kaivosteollisuuteen, kuten Eclipse-palonsammutusjärjestelmän, uuden automaatiikkaa sisältävän CH800i-kartiomurskainsarjan sekä monia muita tuotteita ja palveluja. FinnMateria oli jälleen kerran erinomainen messutapahtuma, jossa kaivosalan eri toimijat kohtasivat ja keskustelivat alan ajankohtaisista asioista. ▲



OMISTAMINEN
EI OLE AINA
AVAIN
ONNEEN

Xylem vuokraa kaikki mitä tarvitset pumppaukseen silloin, kun omat pumput eivät ole järkevä ratkaisu.

Kysy lisää pumppuvuokrauksesta:
Xylem Rental
puh. 010 320 8585

www.xylem.fi

xylem
Let's Solve Water

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.

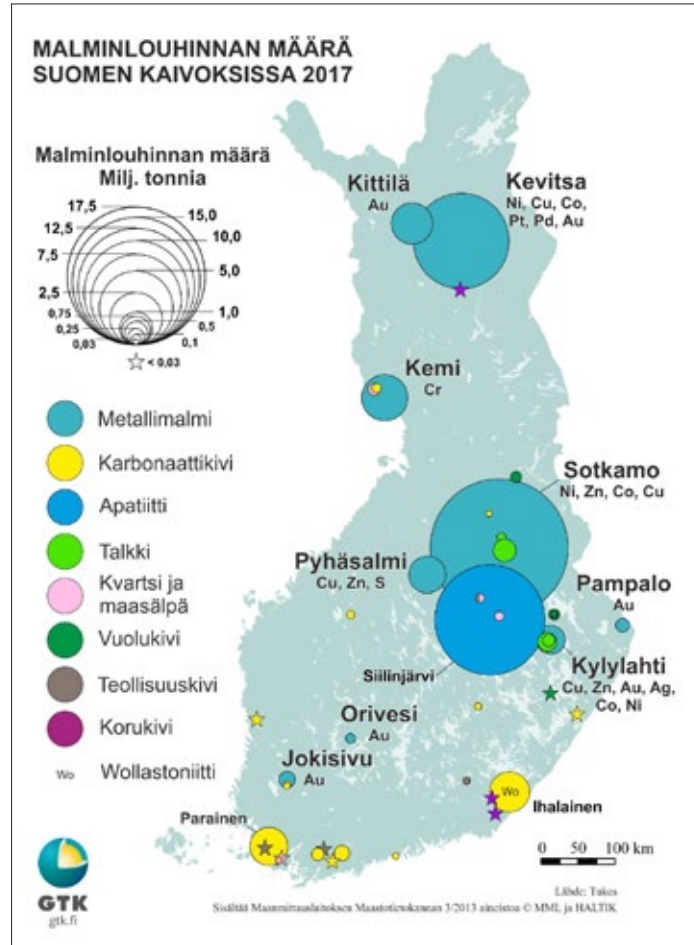
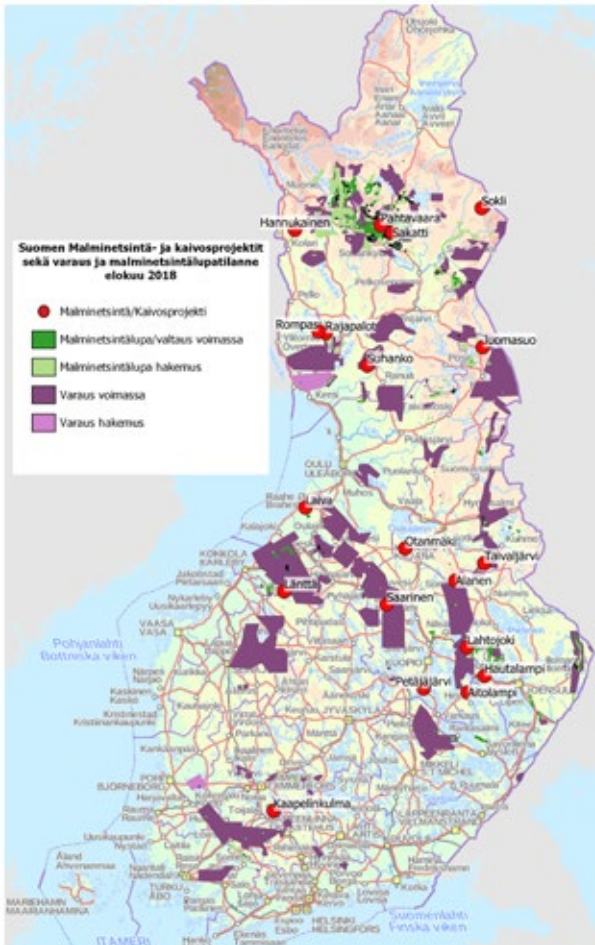


Arctic Drilling Company Ltd.

Call us +358 40 511 2289 or
visit www.adcltd.fi

**HIGH-PURITY
LITHIUM
CARBONATE**
for growing
markets

 **KELIBER**



Kaivosalan toimialaraportti – Kaivosalan nykytila ja näkymät Suomessa

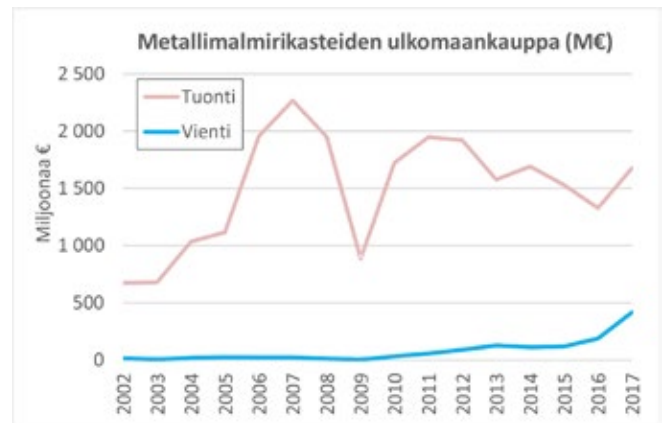
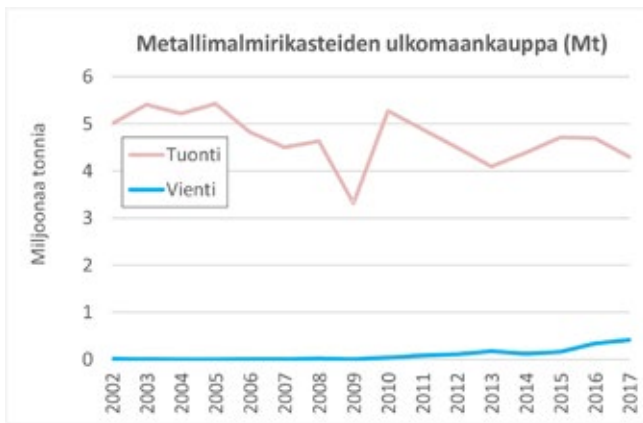
TEKSTI: HEINO VASARA, KAIVOSALAN TOIMIALAPÄÄLLIKKÖ, HEINO.VASARA@ELY-KESKUS.FI, @HAMMERHEINO, 0295 039 689

Suomessa toimi vuonna 2017 yhdeksän metallimalmikaivosta ja 27 teollisuusmineraalikaivosta. Kaivosteollisuuden suora ja välillinen työllisyysvaikutus on noin 13 000 henkilötyövuotta. Samoin kaivosteollisuuden vaikutuksen arvonlisään arvioidaan olleen noin 1 200 miljardia euroa vuonna 2016. Olemassa olevat kaivokset ovat laajentaneet toimintaansa. Vuonna 2017 Suomen metallimalmikaivoksista louhittiin malmia yhteensä 32 miljoonaa tonnia ja teolli-

suusmineraalien hyötykiveä 16,5 miljoonaa tonnia. Suomen kolme suurinta kaivosta louhittamäärällä mitattuna olivat Kevitsa, Talvivaara ja Siilinjärvi. Kaikki ovat avolouhoksia (Kuva: Malmin louhinnan määrä Suomen kaivoksissa). Kuluvan ja edellisen vuoden aikana kaivoksista Terrafame Oy, Agnico Eagle Finland Oy, Boliden Kevitsa Oy ja Outokummun Kemin kaivos ovat julkaisseet investointi- ja kehittämissuunnitelmat tuleville vuosille. Terrafame Oy on lisäksi päättänyt sijoittaa nikkeli- ja kobolttisul-

faatteja valmistavan akkukemikaalitehtaan rakentamiseen Sotkamoon. Investointi on suuri, noin 240 miljoonaa euroa.

Investoinnit malminetsintään ovat edelleen kasvaneet vuonna 2017. Yhteiskunta tarvitsee mineraalisia raaka-aineita, ja ilman laadukasta malminetsintää ei uusia kaivoksia avata ehtyvien tilalle. Malminetsintää harjoittavat Suomessa sekä kaivosyhtiöt että junioriyhtiöt. Junioriyhtiöt keskittyvät etsimään ja tutkimaan otollisia uusia kohteita, myös vähemmän tutkituilta



Kuvassa metallimalmirikasteiden kauppataase on selvästi alijäämäinen. Vuodesta 2010 lähtien metallimalmirikasteiden vienti on kasvanut todella huomattavasti ja tuonin trendi on ollut laskeva.

alueilta. Toimialaraportissa on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin vireillä olevia kaivosprojekteja, uudelleen avattavaksi suunniteltuja kaivoksia ja pidemmän aikavälin kaivosprojekteja. Malminetsintä- ja kaivosprojekteja on haluttu selkeyttää myös karttakuvilla, joista käy ilmi 8/2018 varaus- ja malminetsintätilanne.

Suomen kaivokset parantavat raaka-ainemavarausta, mutta Suomen metallien jalostus on silti riippuvainen raaka-aineiden tuonnista. Vuonna 2017 metallimalmirikasteita tuotiin Suomeen yhteensä 4,3 miljoonaa tonnia, ja niiden tuonin arvo oli 1,7 miljardia €. Metallimalmirikasteita vietiin 0,415 miljoonaa tonnia, ja niiden viennin arvo oli 0,4 miljardia €. Vuoden 2015 jälkeen yritysten liikevaihdon kasvu on jatkunut suhteellisen voimakkaana. Metallimalmien louhintaa harjoittavien yritysten ja niitä palvelevien toimijoiden liikevaihdon kehityksen arvioidaan jatkuvan kasvavana.

Kaivosteollisuus on syklinen ala, johon vaikuttaa maailmanmarkkinoiden raaka-aineiden hintakehitys. Metallien hintakehitykseen vaikuttavat kysynnän ja tarjonnan lisäksi kansainväliset suhdanteet kauppapolitiikassa, maiden asettamat tullit sekä sijoittajien käyttäytyminen. Suomessa kaivoksilla on nyt hyvä taloudellinen tilanne ja meneillään olevat yhtiöiden investoinnit vahvistavat toimialan kehittymistä ja kasvua. Kaivostoiminnan aktivoituminen on myös synnyttänyt uusia teknologiayrityksiä ja vauhdittanut pk-yritysten kasvua. Kansainvälisten kaivosyritysten näkökulmasta suomalaiset teknologia- ja palvelutoimittajat ovat usein pieniä. Verkostoituminen ja yhteistyö veturiyritysten kanssa

Globaali kobolttin tuotanto ja kobolttivarat

Maa	Tuotanto 2017 (t)	Tuotanto 2017 (%)	Reservit (t)	Reservit (%)
Australia	5 000	4,59 %	1 200 000	16,99 %
Kanada	4 300	3,95 %	250 000	3,54 %
Kongo (DRC)	64 000	58,80 %	3 500 000	49,55 %
Kuuba	4 200	3,86 %	500 000	7,08 %
Madagaskar	3 800	3,49 %	150 000	
Uusi-Kaledonia	2 800	2,57 %		
Papua-Uusi-Guinea	3 200	2,94 %	51 000	0,72 %
Filippiinit	4 000	3,67 %	280 000	3,96 %
Venäjä	5 600	5,14 %	250 000	3,54 %
Etelä-Afrikka	2 500	2,30 %	29 000	0,41 %
Yhdysvallat	650	0,60 %	23 000	0,33 %
Sambia	2 900	2,66 %	270 000	3,82 %
Muut maat	5 900	5,42 %	560 000	7,93 %
, josta Suomi	787	0,72 %		
Yhteensä	108 850	100 %	7 063 000	98 %

Lähde Globaali kobolttin tuotanto ja kobolttivarat (Lähde: USGS)

ovat mahdollisuus kansainvälistymisessä ja toimialakohtaisen osaamisen välittämisessä. Toivottavasti lähiaikoina saadaan kansainvälistymisessä uusia avauksia.

Kierrätyksen ympäristöllinen kestävyys ja raaka-aineiden jäljitettävyys ovat myös toimia, joihin teollisuus ja hallinto haluvat parannuksia. Suomalaisessa kaivostoiminnassa lähdetään tänä päivänä siitä, että kaivoksia rakennetaan vain, jos toiminta

on turvallista, taloudellisesti pitkäaikaisesti kannattavaa ja jos se tukee alueen elinvoimaa sekä tarjoaa työpaikkoja vähintään vuosikymmeneksi. Kaivostoimintaa tulee edelleen kehittää ympäristön kannalta sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävällä tavalla. Myös vuoropuhelua alueen muiden elinkeinojen kanssa tulee lisätä.

Kaivostoiminnalla on Suomessa pitkät perinteet. Suomen vetovoimatekijöitä ovat

hyvä geologinen tieto, hyvä malmipotentiaali, hyvä infrastruktuuri, yleinen korkea koulutustaso sekä maan yhteiskunnallinen ja poliittinen vakaus. Fraser-Instituutin vuosittain tekemässä kyselytutkimuksessa Suomi nousi vuonna 2017 viidenneltä sijalta kärkisijalle maailman houkuttelevimpana kaivosteollisuuden investointikohteena. Kaivostoiminta on globaalia liiketoimintaa. Hyvä esiintymä sekä hyvin ja vastuullisesti tehty pohjatyö edesauttavat ulkopuolisen rahoituksen saamista. Ympäristölupavaiheeseen ja hankesuunnitteluun tulee panostaa aikaisempaa enemmän ja toiminnanharjoittajan ymmärryksen ympäristö- ja turvallisuusasioiden hoidossa tulee näkyä kokonaisvaltaisemmin. Yksi alan investointitarpeita globaalisti ylläpitävä tekijä onkin enenevässä määrin ympäristövaikutuksien huomioon ottaminen.

Joidenkin metallien hinnat voivat lähivuosina nousta esimerkiksi uusien kehitettävien teknologioiden myötä. Paljon keskustelua globaalilla tasolla ovat viime aikoina herättäneet liikenteen sähköistyminen, energiamurros ja ympäristövaateet. Energiamurroksessa eräs painopiste on raaka-ainetarpeissa. Tällä hetkellä valtaosa akkuvalmistajien käyttämästä koboltista louhitaan Kongon demokraattisessa tasavallassa (Kuva: Globaali kobolttin tuotanto ja kobolttivarat).

Kiina on suuri nikkelin tuottajamaa. Aasian maat Kiina, Japani ja Korea hallitsevat yli 90-prosenttisesti henkilöautojen

Raportista voit käydä katsomassa suomalaisen kaivosteollisuuden ja malminetsinnän kannalta seitsemän keskeisen metallin globaalia tuotantoa ja reserviä sekä saada kuvan Suomen osuudesta.

litiumioniakkujen markkinoita. Euroopan akkuvalmistus on erittäin vähäinen. Eräs toimenpide, jolla kiihdytetään akkuarvokehityksen kehittämistä on Euroopan Battery Alliance, jossa Suomi on vahvasti mukana. Myös Business Finland on käynnistänyt kaksivuotisen suomalaisen akkutoimialan aktivointikonaisuuden, joka tähtää siihen, että Suomesta tulee vahva osa eurooppalaista ja globaalia akkuverkostoa. Uusia liiketoimintamahdollisuuksia yrityksille voi syntyä myös esimerkiksi ratkaisuihin kestävään kaivostoimintaan, sivuvirtojen hallintaan, vesienkäsittelyyn ja sosiaalisiin kysymyksiin tai muista uusista teknologioista.

Raportista voit käydä katsomassa suomalaisen kaivosteollisuuden ja malminetsinnän kannalta seitsemän keskeisen metallin globaalia tuotantoa ja reserviä sekä saada kuvan Suomen osuudesta. Nämä metallit ovat kromi, koboltti, kupari, kulta, nikkeli, platina, palladium sekä sinkki. Teollisuusmineraaleista on esitetty vastaa-

vat tiedot fosfaattikiven osalta. Lisäksi on esitetty kolme akkuteollisuuden kannalta keskeistä hyödykettä (grafiitti, litium ja vanadiini). Globaalit luvut perustuvat USGS:n Mineral Commodity Summaries 2018 -raporttiin. Suomen kaivostuotannon osalta luvut perustuvat tässä raportissa esitettyihin määriin.

Euroopan unionin mittakaavassa Suomi on merkittävä toimija eräiden metallien ja lannoitteiden tuotannossa, mutta globaalisti olemme varsin pieni toimija. Kuitenkin useiden Suomessa tuotettavien tai potentiaalisten raaka-aineiden osalta merkittäviä tuottajamaita on globaalisti vain muutamia.

Ohessa linkki raporttiin: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161162>
Mukavia lukuhetkiä!

TEM toimialapalvelut - toimialaraportit, alueelliset kehitysnäkymät, toimiala online-ovat löydettävissä osoitteessa www.temtoimialapalvelu.fi ▲



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

www.astrock.com

Kaivostoiminta maapallomme hyvinvoinnin takaajana

TEKSTI: **VESA SARROMAA** JA **TIINA HOVI**, SALES MANAGERS, NEPEAN CONVEYORS OY

▲ Saimme tilaisuuden haastatella Miles Fulleria, jonka johtama NEPEAN-yhtiö on Australian suurin yksityinen kaivoslaitteiden toimittaja. NEPEAN osti vuosi sitten Euroopasta kaivoslaite- ja komponentti-toimittajayksiköitä, jotka nykyään tunnetaan nimellä NEPEAN Conveyors Oy ja ROXON/GURTEC/PROK-brändistään.

Suomalaiseen tapaan aloitimme haastattelun kysymällä, mitä Miles oli tiennyt Suomesta ennen yrityskauppoja. Paljastui, että hän oli tiennyt Suomesta Outotecin, joka on NEPEAN:n asiakas Australiassa. Tämän lisäksi Suomi-tietämys oli rajoittunut sijaintiin ja pääkaupunkiin, joista Milesillä oli ollut positiivinen mielikuva.

NEPEAN on perustettu Australiassa 1974 insinööritoimistoksi, mutta se on laajentunut sittemmin globaaliksi toimijaksi. Sillä on toimipisteitä Australian lisäksi kaikilla asutuilla mantereilla. Tuotevalikoima on myös laaja ja käsittää kaivoslaitteiden ja -kuljetinten lisäksi paljon muutakin. Se on jo vuosikymmenten ajan toimittanut kuljettimia ja kaivoslaitteita kaikille Australian suurimmille alan yhtiöille.

Pyysimme aluksi Milesia kertomaan eurooppalaisille lukijoidemme Australian kaivosteollisuudesta. Australian kaivosteollisuus voidaan jakaa kahteen suureen osaan – rautamalmikaivokset Länsi-Australiassa ja hiilikaivokset idän New South Walesissa ja Queenslandissa. Australian rautamalmikaivokset ovat maailman johtavia toimijoita, eivät ainoastaan tuotannon suuruudessa, vaan myös toiminnan laadussa ja tuloksissa. Kaivosyhtiöt PHB, Rio Tinto ja FMG ovat tuttuja nimiä myös suomalaisille alan toimijoille. Australia onkin maailman suurin rautamalmia tuottaja.

Itärannikon kaivokset ovat suurimaksi osaksi hiilikaivoksia Queenslandissa ja South Walesissa. Australialla on pitkä historia sekä maanlaisessa että avolouhostyyppisessä hiilikaivosteollisuudessa. Australia on neljänneksi suurin hiilentuottaja maailmassa ja vie hiiltä joka puolelle maailmaa. Raudan ja hiilen



lisäksi Australiassa louhitaan myös kuparia ja kiveä.

Tyypillistä australialaiselle kaivosteollisuudelle on se, että sijainti on usein hyvin kaukana asutuskeskuksista ja työntekijät lentävät töihin/töistä parin viikon välein. Suurin osa rautakaivostyöntekijöistä työskentelee kaukana kotoaan, mutta hiilikaivokset sijaitsevat itärannikolla lähempänä asutusta eikä siellä työntekijöiden tarvitse yleensä olla erossa perheistään.

Nousukausien aikaan on välillä ollut hankalaa löytää työvoimaa kaukana kaikesta sijaitseville kaivoksille. Nykyään työvoiman saanti on stabiilimpaa kuin edellisen nousukauden aikana. Kaivosyhtiöt ovat kehittäneet prosessejaan, kulttuuriaan ja tehokkuuttaan, jotta työvoima ei muodostuisi pullonkaulaksi. Miles korostaa, että kaivosteollisuuden tärkein voimavara menestyksen takana on osaava ja työhönsä intohimoisesti suhtautuva henkilöstö.

Yleensä maailman suurimmat mineraaliesiintymät sijaitsevat kaukana siviilisaatiosta ja hankalissa ilmasto-oloissa.

Tämä on yhteistä Pohjoismaiden kaivoksille ja Australian kaivoksille. Molemmat sijaitsevat kaukana asutuskeskittymistä ja molemmissa on erittäin haastavat ilmasto-olosuhteet, Australiassa tukahduttavan kuuma ja meillä taas hyytävän kylmä talvella.

Kaivosalan tulevaisuuden Miles näkee erittäin positiivisena. Australiassa ovat edelleen suuret kaivamattomat mineraalivarat, korkeatasoinen kaivosteollisuus ja motivoituneet alan toimijat. Valitettavasti yleinen mielipide oli johdattelu median toimesta ajattelemaan, että kaivosteollisuus on pahaksi maailmalle. Onneksi ihmiset alkavat nykyään ymmärtää, että kaivosteollisuutta ja mineraaleja tarvitaan koko maailman hyvinvointia varten. Ilman kaivosteollisuutta ei ole terästä, sähköautoja eikä tietokoneita. Kaivosyhtiöiden tulee tuki toimia tavalla, jonka paikallinen yhteisö voi hyväksyä.

Kysyttäessä kulttuurieroista Australian ja Suomen välillä, joita Miles on nyt vuoden verran nähnyt, hän mainitsee heti, että Australiassa monikaan ei ole käynyt saunassa. Erilaisen kielen, saunomisen ja ilmaston lisäksi muita suuria eroja ei kuulemma ole – arvot ja käyttäytyminen ovat hyvin samanlaisia.

Kysyttäessä kaivosteollisuuden lähi-tulevaisuuden, 5-10 vuoden näkymistä, Miles uskoo kaivosten jatkavan tärkeää rooliaan maailman hyvinvoinnin takaamisessa. Tulevaisuudessa tullaan näkemään enemmän kumppanuutta kaivosyhtiöiden ja laitetoimittajien välillä nykyisen tilaaja/toimittaja -mallin sijaan. Tällainen kumppanuus vie sekä kaivosyhtiötä että laitetoimittajaa aidosti molempia hyödyttävään menestykseen ja auttaa koko kaivosalaa viemään plannettaamme hyvinvointiin turvaamalla tärkeiden mineraalien ja kaivannaisten saannin.

Future Mine and Mineral

TEKSTI: JAN OTS

▲ Hello there, Jan Ots, Programme Director at Georage, responsible for the 8th Future Mine and Mineral conference on January 28-29 at the Grand Hotel in Stockholm, here are some questions for you:

What's up 2 months before the conference?

Everything is fine. The 8th Future Mine & Mineral conference is now in a brand new edition, must say it is a potent mix of the old and the new – responsible exploration, European innovation, battery metals and a massive policy push. With this year's special pan-Nordic focus on exploration, legislation, financing and technical developments, combined with discussion on social impacts, benefits and environmental issues, the conference will bring together representatives from the Nordic region working in mineral exploration and mining.

Can you mention some of the speakers?

If I should mention some of the speakers, we are happy to welcome Chris Cann, Head of Research & Intelligence, the Mining Journal World Risk Report, who will talk on "Europe's Nordic lights: Sweden and



Jan Ots

Finland stand proud in Europe, but there remains room for improvement". And of course, Peter Carlsson, CEO of Northvolt and Jan Moström, CEO of LKAB. And a number of representatives from the EU commission.

Additionally, in this year's programme we have many representatives from Finland, such as Petri Peltonen, Under-Secretary of State, Ministry of Economic Affairs and Employment, who will speak on Electrifying Europe – How should the EU reduce resource and technology dependence? and Matti Hietanen CEO, Finnish

Minerals Group and Mika Nykänen, Director of GTK. And Alex Lagerstedt of Outotec

Comment on the breakout session ?

Our breakout sessions are gearing up to be very solid as well! We already have number of them, but here I list a few of them.

Battery Minerals – Race towards Sustainability - The technological advances and a new wave of government incentives are acting as powerful drivers behind the global revolution on transport and energy storage needs.

Sustainable Intelligent Mining Systems will be a preview of Digitalization – People, Sustainability and Technology, all coming together, and Research and Innovation.

Future Sustainable Raw Materials Supply and The Nexus between Industry, Academic and Research Breakout session is arranged in co-operation with LTU, SIP STRIM and EIT Raw Materials.

We are also trying to give the juniors their fair share of limelight - we have significant sessions on them highlighting their success stories and plans in the future....

Welcome to Stockholm in the end of January!

Metallikerho 60 vuotta. End of the story

TEKSTI: ARI OIKARINEN

Metallikerho vietti näyttävästi 60. vuosijuhlaansa lauantaina 10.11.2018. Vuosijuhla jää myös kerhon viimeiseksi sen lopettaessa toimintansa. MATERIA-lehti julkaisee ensi vuonna laajemman artikkelin Metallikerhosta ja sen historiasta.

Itse juhlaillisuudet alkoivat alkutilaisuudella Olarin Panimon tiloissa Otaniemessä Metallimiehenkujalla, jossa vieraista ne onnelliset, jotka mukaan olivat mahtuneet, saivat tutustua prosessiteollisuuden pienemmässä mittakaavassa.

Varsinainen juhla vietettiin poliisien majalla Lauttasaarella, jossa tarjottiin illallinen ja muistoja menneiltä vuosilta. Nähtävillä oli kuvia takavuosien ulkomaan ekskursioilta, ja professori Simo-Pekka Hannula piti kattavan esityksen Metallikerhon kunniakkaasta historiasta, aina sen perustamisesta tähän hetkeen saakka. Erkki Kiiski toi tervehdyksen ASM Finlandilta, jonka Student Chapterina Metallikerho on toiminut.

Illallisen jälkeen oli mahdollisuus sauna ja turista mukavia entisten ja nykyisten kerholaisten kanssa. Vaikka tunnelma olikin tavallaan haitkea, oli se myös perinteisen riehakas, laulettiin ja juteltiin, naurettiin ja maljoja nostettiin. Kiitos kaikille osallistujille ja erityisesti Metallikerhon viimeiselle hallitukselle, joka juhlat järjesti.



ARI OIKARINEN

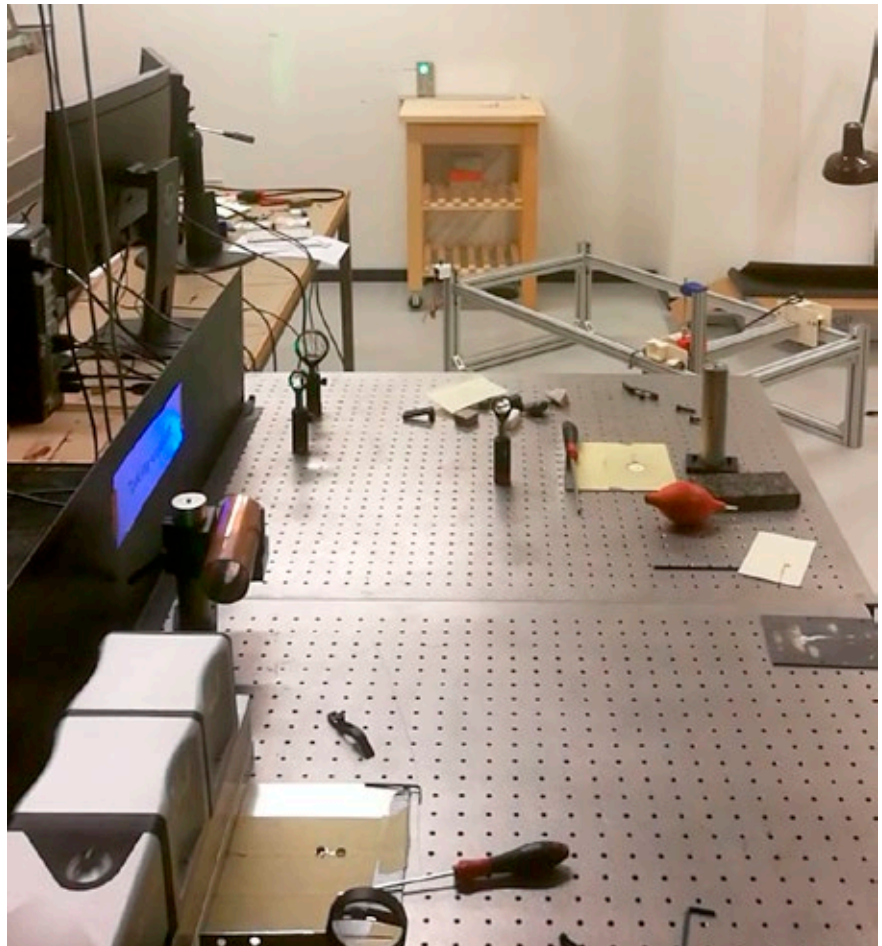
Challenge Finland –kaivoshanke etenee kohti käytännön sovelluksia

TEKSTI: JUSSI LEVEINEN

Business Finlandin rahoittama tutkimushanke ”Tehokas ja turvallinen mineraalien tunnistaminen” kehittää uusia laserspektromittauksiin perustuvia tekniikoita kaivosteollisuuden tarpeisiin. Materia-lehti on seurannut kuluvan vuoden aikana tutkimushankkeen etenemistä kohti käytännön sovelluksia. Tällä kertaa huomion kohteena on Aalto-yliopiston osuus projektissa.

Kaivoksissa tehtävät kartoitus- ja paikannusmittaukset perustuvat nykyään lähes poikkeuksetta laserpulslien kulkuaikojen mittauksiin. Myös kaivoskoneissa on kasvavissa määrin sensoreita, jotka mittaavat etäisyyksiä ja tunnistavat kohteita hyödyntäen laservalolla tuotettuja kuvioita ja fotogrammetrian menetelmiä. Erilaisilla laservaloilla aikaansaatuja spektri-ilmiöitä käytetään malmien lastauslaitteissa malmien ja rikasteiden luokitteluun. Käsi käyttöiset spektrimitauslaitteet ja laserspektromittauksiin ovat jo laajasti käytössä malmitutkimuksissa. Laserspektromittauksille voidaan kuitenkin löytää vielä uusia kaupallisesti potentiaalisia sovelluksia erityisesti yhdistämällä spektrimitauksia ja paikannustekniikoita.

Projektia koordinoi Maanmittauslaitos (MML) ja sen muina tutkimusosapuolina ovat VTT ja Aalto –yliopisto. MML ja VTT ovat keskittyneet projektissa spektrimitaus-ten alueella kehittämään edelleen superkontinuumilaseja. Superkontinuumilaser saadaan aikaan ohjaamalla laser-valo optisesti epälineaariseen valokuituun. Tällöin aluksi monokromaattinen valopulssi muuttuu jatkuvasektriseksi valopulssiksi, jonka aallonpituudet ulottuvat näkyvän valon alueelta aina infrapuna-alueelle saakka. Kohteeseen osuessaan osa pulssin valonenergiasta absorboituu, mutta merkittävä osa heijastuu takaisin. Mittaamalla pulsseja peiliteleskoopin kaltaisilla optisilla laitteilla voidaan kohteita ja materiaaleja tunnistaa merkittävien etäisyyksien päästä ja samalla määrittää mittauspisteille tarkat koordinaatit. Superkontinuumilaserien käytön fysikaalinen periaate on sama kuin malminetsinnässä ja kairasydänskaun-



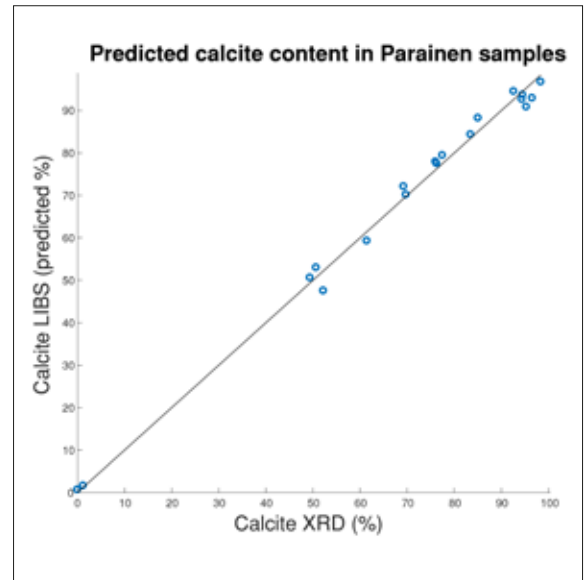
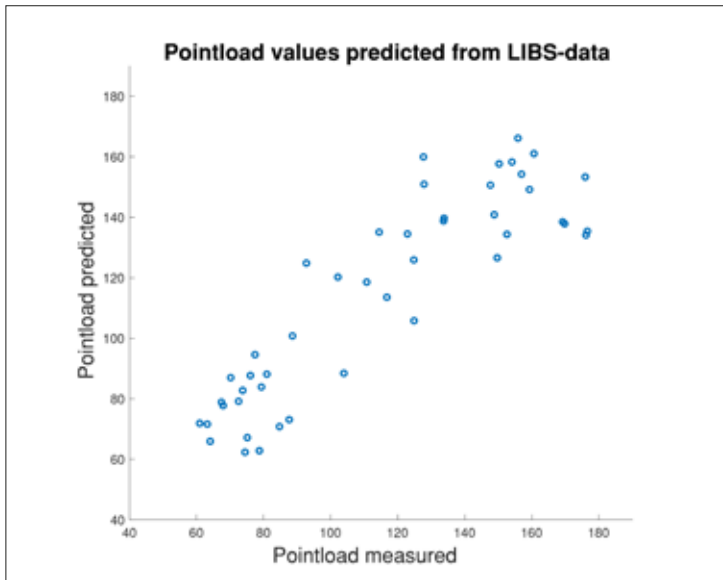
Kuva 1. LIBS-etämittaus Aallon laboratoriossa. Voimakkaan laserpulslien aiheuttamaa plasmapurkausta mitataan tyypillistä tunnelin louhintakatkoa vastaavalta 4-6 metrin etäisyydeltä.

ssa käytettävillä hyperspektromittauksilla mutta kohde voidaan aktiivisesti skannata ja luokitella pistetarkkuudella, joka ei juuri muutu etäisyyden mukana. Superkontinuumilaserit tarjoavat siten tehokkaita menetelmiä erilaisiin kaivosteknisiin etämittauksiin, joissa malmeja ja sivukiviä on luokiteltava ja paikannettava turvallisilta työskentelyetäisyyksiltä. Tulokset ovat lupaavia esimerkiksi Outokummun Kemin kaivoksen malmien ja sivukivien luokittelussa.

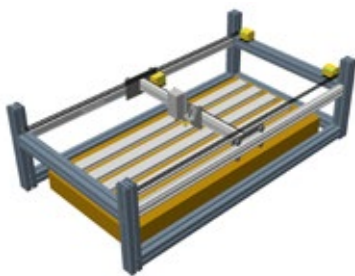
Aalto-yliopiston tutkimusryhmä on keskittynyt hyödyntämään LIBS- ja Raman-mittauksia, joilla voidaan tunnistaa metallisia malmimineraaleja ja useita teollisuusmineraaleja silloinkin, kun absorptios-

pektrit eivät ole riittävän tunnusomaisia. LIBS mittauksissa kiven pintaan kohdistetaan riittävästi energiaa hajottamaan kiteiden molekyyli-rakenne plasmaksi, jonka emittoimaa valoa mittaamalla voidaan arvioida kiven koostumusta. Laservalolla voidaan tuottaa molekyyli-rakenteen värähtelyjä, jotka näkyvät Raman-säteilynä. Laserspektromittauksiin luetaan myös laserin indusoima fluoresenssi. Ilmiö on kuitenkin käytännön mittausten kannalta useimmiten ongelma, jonka ratkaiseminen on onneksi osoittautunut mahdolliseksi erilaisilla mittausteknisillä toimenpiteillä.

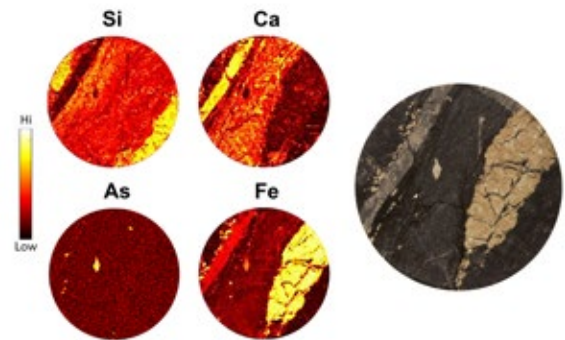
Malmin laadun arvioinnin lisäksi tavoitteena on Aallossa ollut kehittää laser-



Kuva 4. a) Mallinnettu ja mitattu kalsiitin pitoisuus poraussoijanäytteissä. b) Alustavasti mallinnettuja ja mitattuja pistekuormitustuloksia Kittilän malminäytteissä.



Kuva 2. Avoimeen tekniikkaan (FOSH, free open source hardware) perustuva kairasydänskanneri, jolla voidaan tehdä LIBS-skannauksen ohella myös muita laserspektromittauksia.



Kuva 3. Kivipinnasta voidaan tuottaa haluttaessa yksityiskohtaista tietoa LIBS-skannerin avulla mm. rikastusta ja malmitutkimuksia varten. Kuvan sahattu Kittilän malmin kairasydännäyte on halkaisijaltaan n. 2,5 cm. Alkuainekartan laatiminen vie skannauksineen noin 15 min eikä se vaadi näytteen kiillottamista.

spektrimittauksia siten, että niitä voitaisiin käyttää kaivosteknisiin ja geometallurgisiin luokitteluihin. Yhteistyötä on tehty mm. Nordkalkin Ihalaisen ja Paraisen kaivosten sekä Agnico-Eaglen Kittilän kaivoksen kanssa. Yhteistä näille kaivoksille on se, että niiden kaivosgeologinen malmin laadun varmistus on haasteellista ja hidasta vaatien tuekseen kalliita ja hitaita laboratorionäytteitä ja -analyyseja. Tutkimuksen tavoitteena on siten ollut löytää laserspektromittauksista kaivosgeologisen työn tueksi nopeita ja kustannustehokkaita määrittämenetelmiä.

Esimerkiksi Nordkalkin Ihalaisen teollisuusmineraalikaivoksen malmin päämineraalit ovat wollastoniitti, diopsidi ja kalsiitti, jotka kaikki sisältävät kalsiumia, ovat valkoisia, eikä niillä ole infrapuna-alueellaan luotettavan hyperspektritunnistamisen mahdollistavia absorptio-ominaisuuksia. Kaivosgeologin tehtäviin kuuluu kuitenkin varmistaa, että malmisyötteen wollastoniittipitoisuus ylittää 22 %. Paraisen kalkkikivikaivoksella malmin rajaukset ja koostumus varmennetaan räjäytysreitistä tehdyillä radiometrisillä mittauksilla ja poraussoijasta otetuilla näytteillä. Malmin karbonaattipitoisuudet arvioidaan epäsuorasti varmistamalla, että rikastukseen menevän

malmisyötteen pääalkuainepitoisuudet (Ca, Mg, Al ja Si) pysyvät tietyissä rajoissa. Kittilän kaivoksen kulta lymyää kiisumineraaleissa pieninä kiteinä, joita ei voida löytää edes mikroskoopilla. Malminrajauksia tehtäessä ja malmisyötteen laadunvalvonnassa joudutaan tukeutumaan epäsuorasti kiven arseenipitoisuuteen ja kartoittamaan malmpiperiä hyvin haasteellisissa olosuhteissa. Kittilän malmin louhinta- ja rikastustekniset ominaisuudet vaihtelevat johtuen kiven malmimineraalipitoisuuksien lisäksi kiilteen ja grafiitin määrän vaihteluista. Kaivoksen tuottavuutta pyritään kehittämään määrittämällä malmin geometallurgiset ominaisuudet osana blokkimallinnusta.

Tutkimuksen tavoitteena Aallossa on ollut kehittää konseptilaite, joka mahdollistaisi nopeat peräkartoitukset turvalliselta etäisyydeltä louhintakatkojen välillä (Kuva 1). Tämän lisäksi mittauksia varten on kehitetty open-source-tekniikkaan perustuva kairasydänskanneri (Kuvat 2 ja 3).

Raman- tai LIBS- ilmiöihin perustuvissa laserspektromittauksissa keskeisenä haasteena on menetelmästä riippumattase, että tuotantogeologisissa olosuhteissa lasersäde osuu lähes poikkeuksetta useampaan kuin yhteen mineraaliin kiven pinnassa. Yksittä-

nen spektrimittaus on siten yhdistelmä eri mineraalien tuottamista spektreistä. Laserpulsseilla voidaan skannata kiveä nopeasti ja tuottaa datajoukko, jonka keskimääräiset ominaisuudet mittaavat mineraalikoostumusta ja jonka vaihtelu kertoo kiven raakoosta ja tekstuurista. Hyödyntämällä koneoppimisen ja monimuuttuja-analyysin algoritmeja voidaan etämittausten tuottama spektriaineistoa luokitella (Kuva 4) niin, että käytännön malmiluokituksen edellyttämät tarkkuudet voidaan saavuttaa. Tulokset ovat lupaavia myös malmin geometallurgisten ominaisuuksien luokittelun osalta. Laserspektromittauksen hyödyntäminen on mahdollista myös mineraalipohjaisten rakennus- ja jättemateriaalien tuotannossa ja kierrätyksessä. ▲



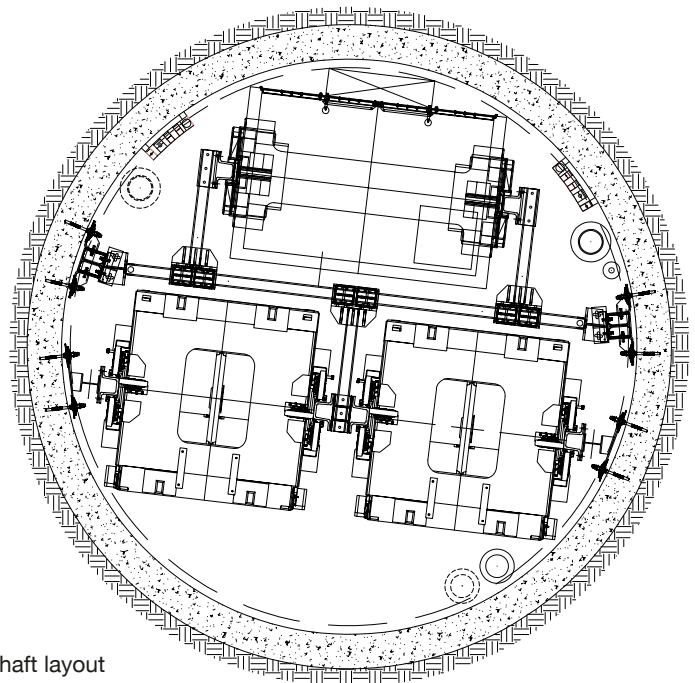
Temporary sinking platform

Kittilä Shaft Update

TEXT: **ANDRÉ VAN WAGENINGEN** ENGINEERING MANAGER, AGNICO EAGLE
PHOTOS: **ANDRÉ VAN WAGENINGEN, MARTIN SASSEVILLE**

A long journey passed an important milestone when Agnico Eagle's board of directors approved the construction of a shaft and mill expansion in February 2018. The Kittilä Mine has been investigating a shaft for over 10 years before a positive decision finally came. The Agnico way has been to put a shaft in place and start mining. In the case of Kittilä the success of trucking, the shape of the orebody and the volatility of the gold price are the main contributing factors why the decision to build a shaft has taken so long.

The approved expansion project is expected to increase the efficiency of the mine and decrease or maintain current operating costs while providing access to the deeper



Shaft layout



Temporary sinking platform with mill in background

mining horizons. In addition, the shaft is expected to provide access to the mineral resource areas below 1 150 metres, where recent exploration programs have shown promising results.

Throughout the years different shaft depths and production levels were investigated. Finally the Shaft and Mill expansion is a project with a budget of 160 M€, sinking a 1040m deep shaft and expanding the Mill capacity by 25% to 2 Mt per annum. The project is scheduled to be ready at the end of Q1 2021. Total hoisting capacity will be 2,7 Mt per annum divided in 2 Mt of ore and 0,7 Mt of waste.

Ramp advancement in Kittilä already came close to the planned shaft bottom giving the opportunity for raise boring the shaft into several sections instead of conventional sinking. A drill-and-slash method was chosen to minimize the risk of caving during construction. The shaft will be first raisebored to 4m and then widened to 5,5m. After reinforcement the effective diameter is 5m. As a supporting method shotcrete and bolts will be used.

In this 5m diameter two skips with a capacity of 15t each are placed as well as a service cage for people and light material

transportation. A double skip operation is more energy efficient compared to a skip-counterweight solution. The use of steel guides allows for this setup in a relative small diameter.

In the underground ore will be trucked to two ore passes before being crushed in a jaw crusher. After the jaw crusher there are two ore silos that allow the mine to keep different ore qualities separated. Skips are being filled with measuring pockets and it takes a skip 2 minutes to reach the surface with a maximum speed of 15m/s.

The hoist is a koepe friction hoist which is commonly used in the Nordic countries. The headframe will be 94m high, making it the highest building in Lapland. The headframe is scheduled to be erected in the summer of 2019 in less than one month of construction using a slip forming method. The headframe will contain a 600t ore bin from where trucks are loaded that transport the ore closer to the Mill.

The shaft allows deeper located ore zones to be mined and even though the production capacity is increased with 25% the life of the mine remains the same with 14 years of mining left after the shaft has been completed. There is high potential



Raisebore in the underground

to extend the life of the mine well beyond this and therefore this shaft is not only an economical, but also a strategic decision.

Shaft sinking has commenced in May 2018 with raiseboring and engineering and detailed design work is in full swing as of February already. During November 2018 work has started to widen the shaft.

The project is run with an EPCM-type of project management. The EPCM contract was awarded to Pöyry. Shaft sinking is performed by Bergteamet and the hoist will be delivered by ABB. ▲

Kaivoksen syventäminen etenee Kemissä

Outokummun Kemin kaivoksen DeepMine-projektissa nykyisen toimivan kromikaivoksen alapuolelle tehdään kokonaan uusi kaivos neljän vuoden aikana.

”Kemin kaivoksella 500-tason yläpuolella vuonna 2003 alkanut maanalainen malminlouhinta on edennyt siihen vaiheeseen, että malmin tuotannon siirtämistä 1000-tasolle on alettu valmistella. Kaivostoimintaa voidaan siten jatkaa 2020-luvultakin eteenpäin nykyisillä kromimalmin vuosituotantomäärillä eli noin 2,5 miljoonalla tonnilla vuodessa”, kaivoksen DeepMine-projektin johtaja Jyrki Salmi kertoo.

TEKSTI: JYRKI SALMI

Uuden nostokuilun ensimmäisen osan puhkaissut 4,5-metrinen täysprofiilivarrusterä.



DeepMine-ohjelman taustaa

Outokummun Kemin kaivoksella syksyllä 2015 käynnistynyt DeepMine-hanke tähtää kaivoksen syventämiseen uudelle päätasolle ja malmin tuotannon käynnistämiseen malmin syvyyssjatkeilla 2020-luvun alkupuolella. Syvennyshankkeen esiselvitysvaihe alkoi vuonna 2014, mitä seurasi projektin kannattavuusselvitysvaihe. Syksyllä 2017 Outokumpu päätti investoida noin 250 milj. euroa Kemin kaivoksen laajentamiseen vuosina 2017–2020. DeepMine-rakennusprojektin virallinen aloituspäivämäärä oli 1.10.2017 ja rakennus- ja asennustöiden valmistumisen ja käyttöönoton on suunniteltu olevan vuoden 2021 lopulla.

Hanke on kokonaisuudessaan ainutlaatuinen, sillä Outokummun Kemin kaivos on ainoa kromikaivos koko EU:n alueella. Kaivos on tällä hetkelläkin vuosittaisella vajaan 2,5 miljoonan tonnin malmintuotantomäärällään Suomen suurin maanalainen kaivos ja kaikkiaan noin 550 henkilön päivittäinen työpaikka. Syvennyshankkeen myötä Kemin kaivoksen tuotantokapasiteetti ei kuitenkaan tule kasvamaan nykyisestäään, vaan kyseessä on puhtaasti uuden, syvemmällä olevan tuotantoalueen käyttöönottoprojekti.

Maanalaisesta kaivoksesta on vuosina 2003–2018 nostettu kromimalmia yhteensä yli 20 miljoonaa tonnia. Kemin kaivoksen vuonna 1968 avolouhintana alkaneen 50-vuotisen tuotantohistorian aikana tätä lähes pystyasentoista kerrosinruusiossa sijaitsevaa keskimäärin 40 metriä paksua kromimalmikerrosta on louhittu ja rikastettu tähän mennessä kaivoksella jo yhteensä noin 52 miljoonaa tonnia.

Kemin kaivoksen rikastamoiden las-kennallinen malminkäsittelykapasiteetti on 2,7 miljoonaa tonnia vuodessa. Pitkän tähtäimen suunnitelmana on tuottaa kaivoksesta malmia maanpinnalla sijaitsevalle rikastamolle, josta saatavien pala- ja hienorikasteiden toimitusmäärä asiakkaalle on vuositasolla noin 1,25 miljoonaa tonnia.

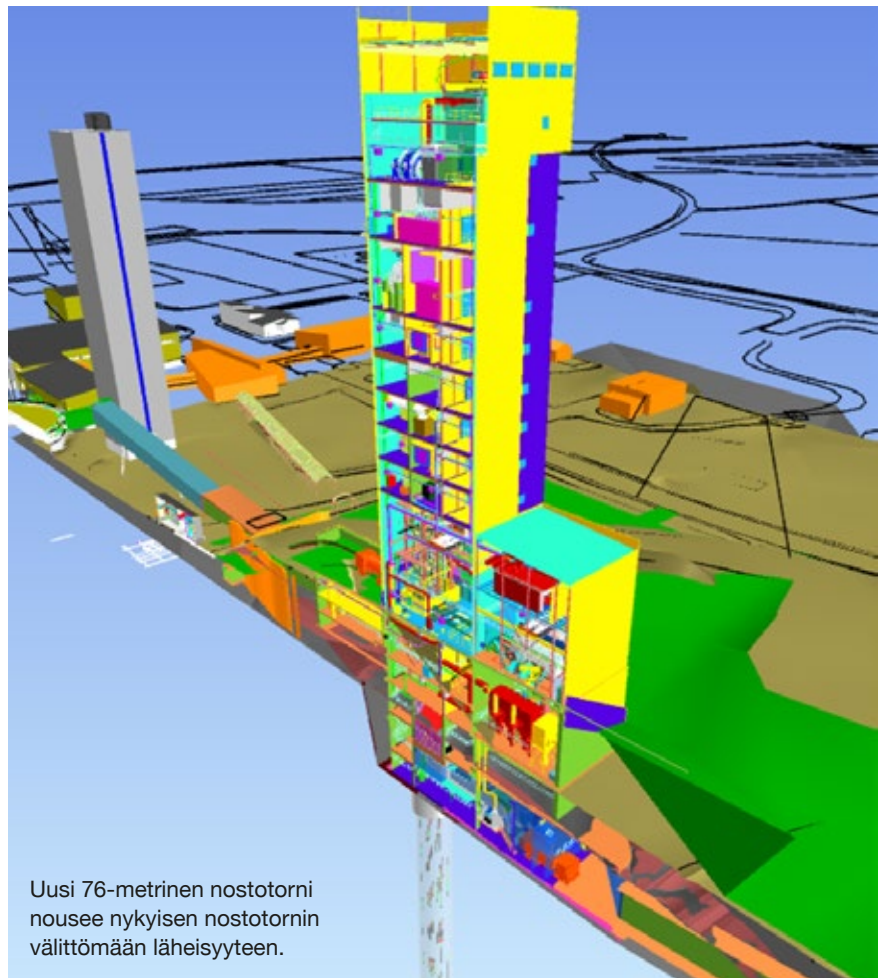
Kaikki rikasteet kaivokselta toimitetaan kuorma-autoilla Tornion ferrokromitehtaalle 35 kilometrin päähän ferrokromin raaka-aineeksi valokaariuuneihin sulatettavaksi. Ferrokromia käytetään teräksen valmistuksessa seosaineena, joka tekee teräksestä ruostumatonta.

Syvennyshankkeen toteutus tehdään neljässä vuodessa

Kaivoksen syventäminen DeepMine-ohjelman puitteissa on monivuotinen hanke vuosien 2014-2021 väliselle ajalle. Suunnit-



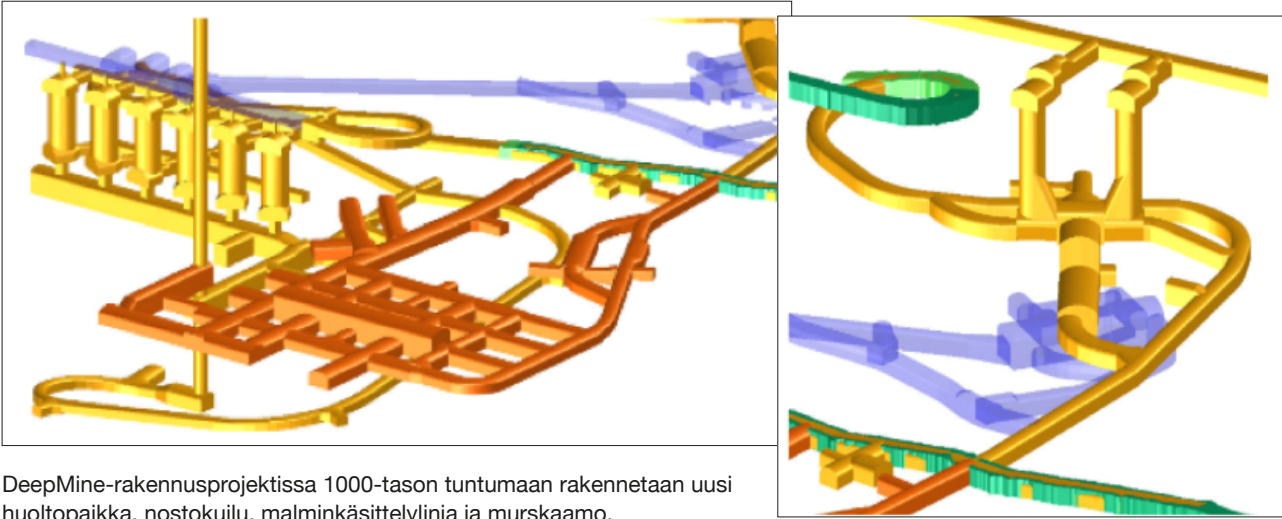
Kemin kaivoksella on tuotettu vuodesta 1968 lähtien jo yli 50 miljoonaa tonnia kromimalmia. Kuvassa on Suomi100-teeman mukaisesti valaistu nykyinen 70 metriä korkea nostotorni.



telutyöt ja kannattavuuslaskelmat tehtiin vuosina 2014–17.

Rakentamisvaihe kestää kaikkiaan noin neljä vuotta ja se alkoi lokakuussa 2017 jatkuen vuoden 2021 loppuun saakka. Käytännössä kaikki kallion louhintatyöt saadaan

valmiiksi vuosien 2018-19 aikana. Vuodet 2019-20 ovat betoni- ja teräsrakentamisen aikaa ja vuosina 2020-21 tehdään kaikki laiteasennukset. Noin 1000-tasolle sijoittuvat uusi malminkäsittelylinja sekä malmin maanpintaan nostoa varten rakennettavat



DeepMine-rakennusprojektissa 1000-tason tuntumaan rakennetaan uusi huoltopaikka, nostokuilu, malminkäsittelylinja ja murskaamo.

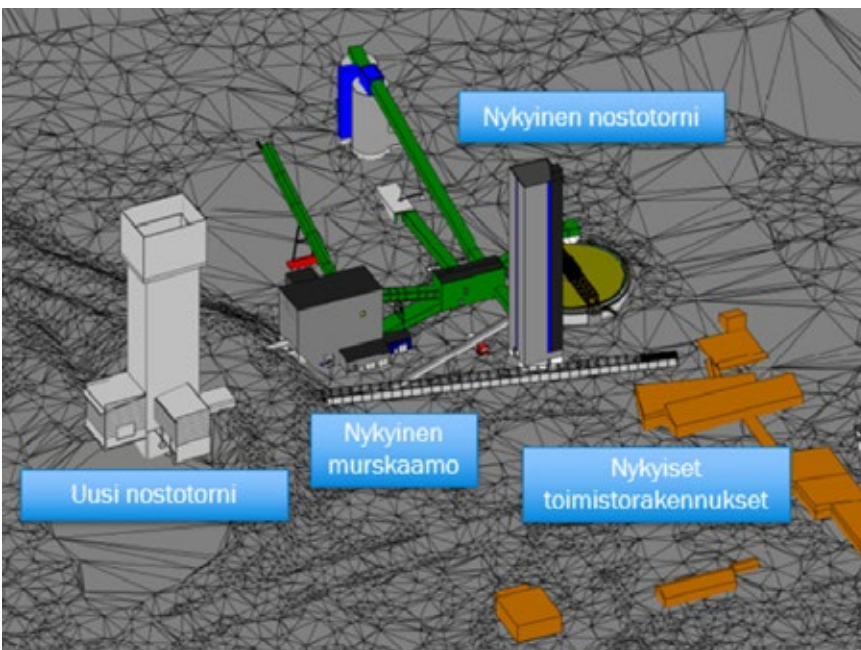


DeepMine-ohjelman kokonaisaikataulu.

uusi nostokuilu ja -laitteisto valmistunevat vuoden 2020 lopulla ja ne otettaneen käyttöön vuoden 2021 aikana.

Toteutuksesta vastaa monitahoinen projektioorganisaatio

DeepMine-projektin toteutus viedään läpi tällä hetkellä noin 30-henkisen projektioorganisaation voimin. Organisaatioon kuuluu sekä täysi- että osa-aikaisia outokumpulaisia kaivokselta ja muista yhtiön toimipaikoista. Organisaatioon kuuluu myös eri osa-alueiden palveluntarjoajien edustajia erityisesti suunnitteluun, turvallisuuteen ja rakennustöiden valvontaan liittyvissä tehtävissä. Pöyry Finland on ollut esisuunnitteluvaiheen alusta lähtien vahvasti mukana projektin suunnittelutöistä vastaavana kumppanina.



Uuden nostotornin ja olemassa olevien rakennusten keskinäinen sijoittuminen maanpinnalla.

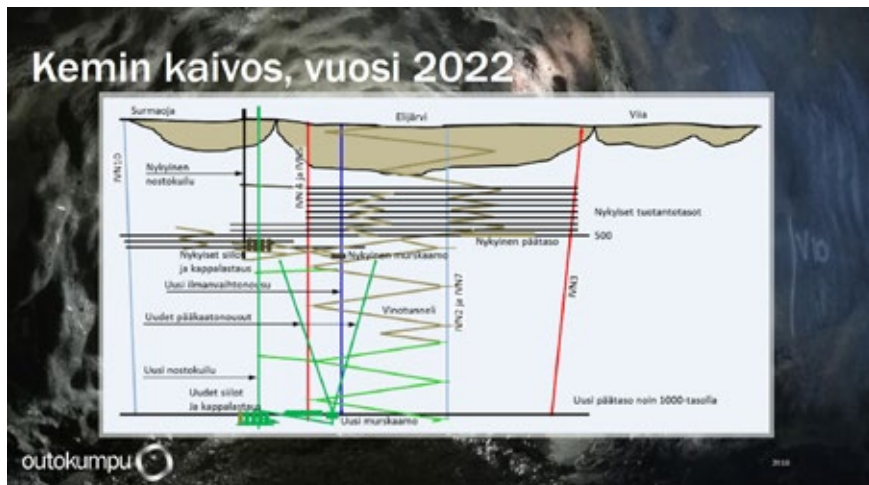
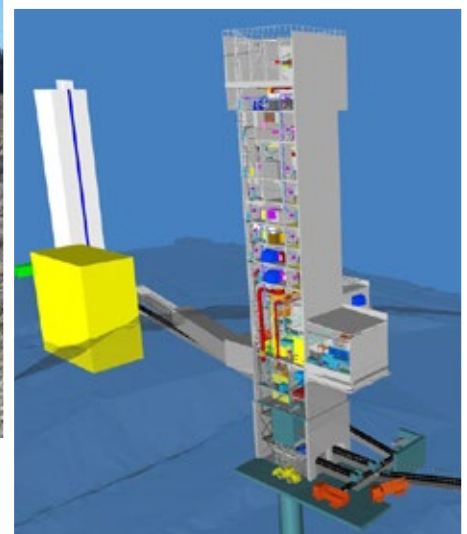
1000-tasolle rakentuu uusi päätaso

Maanalaisen kaivoksen uuden päätason käyttöönotto 1000 metrin syvyydessä on monivuotinen hanke, jonka kesto esivalmisteluvaiheineen on noin 7 vuotta. Käytännössä uuden päätason käyttöönotto nykyisen 500-tasolta käsin toimivan kaivoksen alle mineraalivarantojen syvyysjatkkeiden suunnassa vastaa pitkälti kokonaan uuden maanalaisen kaivoksen rakentamista.

1000-tason tuntumaan on suunniteltu rakennettavaksi uusi malminkäsittelylinja kaatonosuineen, murskaamoineen ja esimurskesiiloineen, maan pintaan asti ulottuva uusi halkaisijaltaan 6 metriä oleva nostokuilu, uusi päätaso huoltapaikkoinen,



Uuden nostokuilun ja tulevan uuden nostotornin rakennustyömaa kesällä 2018. Taustalla nykyinen nostotorni ja murskaamorakennus.



Periaatteellinen pituusleikkauskuvaa Kemine kaivoksen suunnitellusta infrastruktuurista 2020-luvun alkupuolella.

varastointeen ja toimistotiloihin sekä muut tuotannolliseen toimintaan tarvittavat tilat.

Kilometreittäin uutta tunneliverkostoa

Vuosina 2014–17 louhittiin jo projektin esivalmisteluvaiheen aikana 500-tasolta 1000-tasolle ulottuva vinotunneli, jonka kautta mm. malmin syvyyssatkeiden tutkimista päästiin aloittamaan. Vinotunnelin syventäminen etenee 1:7 kaltevuudella tällä hetkellä noin 1050-tasolla ja sen on suunniteltu ulottuvan tällä erää syvimmillään 1078-tasolle eli uuden nostokuilun pohjalle saakka.

Vuoden 2018 aikana Kemine kaivoksella louhitaan kaikkiaan yli 21 kilometriä uusia tunneliteita, joka on selvästi yli normaalin keskimääräisen noin 15 kilometrin vuositasoon. Myös vedenpumppausta, kaivoskoneiden huoltoa ja tarveaineiden varastointia varten tarkoitettuja tiloja on jo louhittu ja alettu rakentaa DeepMine-alueella.

Kymmeniä kilometrejä malmintutkimusta

Vinotunnelin syventämisen ja uuden 1000-tason louhintojen lisäksi on 900-tasolle malmimuodostuman jalkapuolelle louhittu 2,5 km mittainen itä-länsisuuntainen tutkimustunneli, josta käsin on kairattu 1000-tason yläpuolella olevia malmimuodostuman osia mineraalivarojen ja -varantojen määrän ja laadun selvittämiseksi ja varmistamiseksi. Tutkimustunnelia tullaan myöhemmin käyttämään louhintavaiheessa tasoperänä.

900-tason tutkimustunnelista käsin tehtäviä kallionäytekairauksia jatketaan malmin rajojen ja laadun sekä muiden kivilajiominaisuuksien määrittämiseksi esiintymän syvemmissä osissa. Tutkimustason peränajotyöt valmistuivat vuonna 2017 ja tutkimuskairaukset vuoden 2018 aikana. Vuonna 2018 alkaneet inventointikairaukset jatkuvat vuodelle 2019. Tavoitteena on kairata kaikkiaan noin 60 kilometriä kairareikää, josta määrästä noin puolet on nyt kairattu.

Malmin on tehtyjen kairausten perusteella todettu olevan ominaisuuksiltaan, laadultaan ja määriltään vastaavaa kuin mihin on muodostuman tutkimusten osalta aiemminkin kaivoksella totuttu. Yleisesti ottaen syvemmällä tehtyjen tunnelinlouhintatöiden yhteydessä on havaittu kal-

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.





Kemin kaivoksen tuotteet: kromimalmista valmistetut pala- ja hienorikasteet.

lion jännitystilän kasvusta aiheutuneita lisähaasteita muun muassa kalliopintojen hilseilyyn, kallioräiskeen ja kiven kokoonpuristumisen muodossa verrattuna nykyiseen toimintaympäristöön 500-tason yläpuolella.

Koelouhinnoissa testataan louhinnan parametrit

Koelouhintavaihe alimmilla uusilla louhintatasoilla eli 950-, 925- ja 900-tasoilla alkaa vuonna 2019 ja siitä lähtien syvemmältä tulevaa malmin aletaan syöttää myös rikastusprosessiin. Uusi 1000-tason malminkäsittelylinja ja nostolaite otetaan kuitenkin käyttöön vasta vuonna 2021, jolloin malmi alkaa kulkea kuilun kautta maanpintaan. Sitä ennen malmin ajetaan kuoma-autoilla vinotunnelia pitkin ylöspäin.

Käynnistyessään kokonaisuudessaan vuonna 2022 malmintuotanto DeepMine-alueelta tulee vastaamaan ensivaiheessa noin puolta koko maanalaisen kaivoksen malmin tuotannosta, ja myöhemmin kaikkien 500-tason yläpuolisten louhintojen päättyessä 2020-luvun lopulla DeepMine-alue vastaa koko tarpeesta.

Maanpinnalle nousee uusi nostotorni

DeepMine-ohjelman suunnitelmien mukaiset varsinaiset rakennustyöt käynnistyivät loka-marraskuussa 2017. Ensimmäisenä alkoivat maanpoistotyöt ja uuden nostotornin 30-metrin kellarikuopan louhinta-

työt vain muutamien kymmenien metrien päässä nykyisestä nostotornista.

Maan pinnalle näkyvänä uutena rakenteena tulee olemaan kokonaan uuden louhittavan nostokuilun päälle rakennettava 76-metrinen nostotorni, joka tulee sijaitsemaan nykyisen 70-metrin nostotornin välittömässä läheisyydessä. Uudesta nostokuilusta malmi ohjataan hihnakuuljettimilla nykyiseen rikastusprosessiin.

Uusi kuusimetrisen kuilu ulottuu yli kilometrin syvyyteen

Uuden nostokuilun sijaintipaikan tutkimuskairaukset valmistuivat jo keväällä 2017 ja sen perusteella määräytyi myös kuilun maanpintapaikka kaikkiaan yhdeksän esiselvitetyin vaihtoehtojen joukosta.

Uuteen nostokuiluun liittyvät poraus-työt pääsivät alkamaan kellarikuopan pohjalta kesäkuussa 2018 pilottireiän porauksella maanpinnalta kohti 300-tasolla olevaa kuilun ensimmäistä välitasoa. Kokonaisuudessaan uutta 1078-tasolle ulottuvaa kuilua louhitaan yhteensä neljältä välitasolta (300, 500, 800 ja 1000) samanaikaisesti nostotornin rakennustöiden kanssa. Kuilun louhintatöiden valmistuminen ajoittuu maaliskuulle 2020 ja uusi nostotorni nousee paikalleen vuoden 2019 aikana.

Uusi kuilu tehdään siis neljässä vaiheessa pilottireiän poraus-, täysprofiiliavarur- ja levitysporaukset räjäytysmenetelmää

hyväksikäyttämällä ylhäältä alaspäin ja lopuksi vielä viides alin osa tullaan louhimaan perinteisin pitkäreikäporaustekniikan keinoin. Täysprofiiliavarukset tehdään 4,5 metriin ja sen jälkeen poraus-räjäytys-avarukset 6,5 metriin. Kuilun lopullinen pultitettu ja ruiskubetonoitu halkaisija tulee olemaan 6,0 metriä. Nostolaiteratkaisuna tulee olemaan Siemag-Tecbergin toimittama kaksikappainen rumpukone, jonka malmikapan hyötykuorma on 20 tonnia ja jossa on lisäksi kaksikerroksiset henkilönostokorit.

Uuden nostokuilun louhiminen uudelle päätasolle, uuden nostotornin rakentaminen ja uuden nostolaitteiston asentaminen kuiluun ovat DeepMine-ohjelman aikataulun kannalta kriittisimpiä työvaiheita, joten niiden suunnitteluun keskitytään erityisesti.

Vähäiset ympäristövaikutukset

Kemin kaivoksen kolme vahvuutta ympäristömielessä ovat oksidinen malmimineraaliaines, pelkästään mekaaniseen kivenkäsittelyyn ja painovoimaan perustuva kemikaaliton erotusprosessi sekä koko yhdeksän neliökilometrin laajuisen kaivospiirialueen kattava lähes suljettu vesikierto. Kaivoksen syventämisen myötä varsinaisia uusia ympäristöhaasteita ei kaivoksella synny, vaan jatkossakin keskitytään allasalueen vesien typpi- ja kloriditasapainotilojen hallintaan. ▲

Mikä ihmeen CE-merkintä?

- kevyt raapaisu koneturvallisuuteen teollisuudessa konedirektiivin pohjalta

Turvallisuus on perusta, jonka päälle työpaikan hyvinvointi rakennetaan.

Turvallisuusajattelu onkin vahvistunut useimmilla teollisuuden alan työpaikoilla, mutta edelleen niissä sattuu tapaturmia. Koneturvallisuus on olennainen osa työpaikkojen turvallisuutta. Usein, kun puhutaan standardeista tai direktiivistä, moni saattaa säikähtää ja olettaa valmiiksi, ettei ymmärrä mistä tullaan puhumaan. Tämän vuoksi tässä käydään läpi pari perusasiaa koneturvallisuudesta ja siitä, miksi koneturvallisuus on niin tärkeää.

TEKSTI: **SARIANNA SUOMINEN**, CMSE ©
Certified Machinery Safety Expert (TÜV NORD)
HSE-insinööri, Pöyry
sarianna.suominen@poyry.com

Mikä on kone?

Konedirektiivin mukaan:

”koneella tarkoitetaan toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, jossa on tai joka on tarkoitettu varustettavaksi muulla kuin välittömällä ihmis- tai eläinvoimalla toimivalla voimansiirtojärjestelmällä ja jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja joka on kokoonpantu erityistä toimintoa varten”.

Yksinkertaistaen tätä määritelmää; koneessa

- on liikkuva osa
- se toimii ulkoisella voimansiirtojärjestelmällä
- sillä on tietty tehtävä.

Näiden lisäksi koneeksi määritellään laitteet, jotka täyttävät yllämainitun, mutta niistä puuttuu ”voimanlähteeseen liittävä komponentti”, mm. puolivalmisteiden yhdistelmät, (puolivalmiste on melkein kone, mutta ei pysty yksinään suorittamaan tiettyä tehtävää), jotka toimivat yhtenä kokonaisuutena ja on järjestetty tiettyjä toimintoja varten (kaksi puolivalmistetta yhdessä voivat muodostaa koneen). Direktiivissä määritellään koneiksi myös välittömällä ihmisvoimalla toimivat kuormien nostolaitteet. Lisäksi kone voi olla yhdistelmä, joka voi toimia vasta, kun se on asennettu rakennelmaan tai liikennevälineeseen.

Konedirektiivi

Konedirektiivi on ollut Suomessa voimassa alkaen Suomen liittymisestä Euroopan talousalueeseen vuonna 1994. EU:ssa konedirektiivi on julkaistu alun perin vuonna 1989 ja viimeisin konedirektiivin versio (2006/42/EY) on vuodelta 2006. Konedirektiivi tulee viedä EU:n jäsenmaiden lainsäädäntöön ja Suomessa se on tehty valtioneuvoston asetuksella koneiden turvallisuudesta (400/2008).

Konedirektiivi velvoittaa koneen valmistajaa tai tämän valtuutettua edustajaa varmistamaan, että kone on turvallinen ja vaatimusten mukainen. Lisäksi konedirektiivistä löytyy liite IV, jossa listataan tiettyjä vaarallisia laitteita. Näillä laitteilla sattuneiden tapaturmien seuraukset ovat yleensä vakavia ja siksi niille vaaditaan kolmannen osapuolen tarkastus ennen niiden markkinoille saattamista. Tämän tarkastuksen voi tehdä vain ilmoitettu laitos.

Konedirektiivi velvoittaa muun muassa siihen, että valmistajan pitää toimittaa koneiden mukana käyttö- ja huolto-ohjeet. Valmistajan tulee myös kohtuullisessa ajassa pystyä toimittamaan koneen tekninen tiedosto viranomaiselle (sisältäen muun muassa riskitarkastelut ja tarpeelliset laskennat). Koneen mukana toimitettavassa vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa on tiedot siitä, mistä ja keneltä viranomainen tarvittaessa saa teknisen tiedoston.

Kaikkiaan konedirektiivin tarkoituksena on siis se, että konetta käyttävät voivat

olettaa sen olevan turvallinen. Osoituksena turvallisuusvaatimusten täyttymisestä valmistaja on tehnyt CE-merkinnän (sisältäen vaatimustenmukaisuusvakuutuksen).

CE-merkinnästä

Teollisuudessa koneturvallisuuden suhteen voidaan helposti ajatella, että CE-merkki takaa kaiken. Silloin voidaan esimerkiksi jättää tarkastelematta koneiden välisten rajapintojen riskit koneyhdistelmissä. Saatetaan myös olettaa puolivalmisteen olevan kone, jonka turvallisuudesta ja vaatimustenmukaisuudesta valmistaja on huolehtinut. Tällöin ei välttämättä huomata etukäteen selvittää, mitä osuuksia puolivalmisteena toimitetuista laitteista ja niiden yhdistämisestä pitäisi vielä turvallistaa, jotta kokonaisuus voidaan CE-merkitä.

CE-merkintä on koneen valmistajan vastuulla, ja CE-merkitsemällä koneen valmistaja vakuuttaa koneen täyttävän kaikki sitä koskevat turvallisuus- ja muut vaatimukset. CE-merkin kirjoitusohje löytyy konedirektiivin liitteestä III, ja se on eri asia kuin ”China Exported”-merkki. Näiden kahden merkin ulkoasu on lähellä toisiaan, mutta niitä ei kannata sekoittaa toisiinsa.

Konedirektiivin tarkoitus

Konedirektiivin tarkoituksena ei ole hankaloittaa asioita, vaan varmistaa, että koneen loppukäyttäjä voi käyttää konetta turvallisesti ja palata vahingoittumattomana kotiin työpäivän jälkeen. Konedirektiiviä ei siis

tulisi miettiä vain vastuiden ja vaatimusten kautta, vaan ajatuksena tulee olla se, että tehdään työpaikoista turvallisempia.

On tärkeää, että koneen riskejä mietitään. Riskit tulee arvioida, jäännösriskit minimoida ja näin tehdä turvallisia koneita.

Välillä puhutaan virheellisesti puolivalmisteen CE-merkinnästä, vakuutuksen allekirjoittamisen ulkoistamisesta sekä muista ”oletuksista”. Yllä olevat esimerkit eivät ole konedirektiivin mukaisia, sillä:

- puolivalmistetta ei CE-merkitä konedirektiivin mukaan. Kun puolivalmisteesta tehdään kone, esimerkiksi liittämällä kaksi puolivalmistetta toisiinsa, tämä kone CE-merkitään.
- vaatimustenmukaisuusvakuutuksen allekirjoittamista ei voida ulkoistaa alihankkijalle, jos tällä ei ole kaikkia tarpeellisia tietoja koneesta ja osallisuutta sen suunnitteluun. Koneen valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan tulee allekirjoittaa vakuutus. Osasta näkemistäni vakuutuksista on puuttunut olennaisia tietoja. Jos tapahtuu onnettomuus, on vaikeampi vakuuttua siitä, että koneen valmistaja

on tehnyt kaiken mahdollisen koneen turvallisemmaksi, jos vakuutuksessa on vanhentuneita standardeja eikä vakuutus kerro olennaisia asioita koneesta (kuten koneen mallia tai minkä direktiivien mukainen se on).

Jotkut olettavat CE-merkin olevan laadun tae ja haluavat kaiken mahdollisen CE-merkittynä. Kuitenkin vain tietyt laitteet (esimerkiksi lelut, koneet, sähkölaitteet ja lääkinnälliset laitteet) voidaan CE-merkitä ja merkki on valmistajan vakuutus tuotteen vaatimustenmukaisuudesta.

Lopuksi

Edellä kertamani asiat ovat yleistyksiä ja niiden on tarkoitus esitellä pääkohtia konedirektiivistä. Tavoitteenani on, ettei konedirektiiviä pidettäisi mörkönä, vaan siihen uskallettaisiin suhtautua avoimin mielin. Konedirektiivi on kuitenkin apuväline, jota soveltamalla voidaan varmistua tärkeästä asiasta eli siitä, että kaikki koneet EU:n alueella ovat yhtäläisesti turvallisia käyttäjilleen. ▲



Sarianna Suominen, CMSE® (Certified Machinery Safety Expert (TUV NORD)), on työskennellyt koneturvallisuuden asiantuntijatehtävissä vuodesta 2012 lähtien. Sarianna on

työskennellyt Pöyryllä HSE-insinöörinä vuodesta 2017 lähtien. Hän on keskittynyt erityisesti koneiden riskien arviointiin ja koneturvallisuuskonsultaatioihin. Koneturvallisuuden lisäksi tehtäviin ovat kuuluneet muun muassa kemikaaliturvallisuuden konsultointi, ATEX-tilaluokittelut sekä turvallisuusdokumentaatiot. Lisäksi hänellä on mm. yli 5 vuoden kokemus toimimisesta Outotecillä prosessimetallurgina liekkisulatusryhmässä, vastuualueenaan erityisesti turvallisuusasiat, joista vahvimalla painotuksella koneturvallisuus.

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



Olkoon QAS 5:den voima kanssasi!

Uudet QAS 5 –sarjan mallit tarjoavat rakennus-, tapahtuma- ja yleisaloille teollisuuden hiljaisimmat, jalanjäljiltään ja päästöiltään pienimmät sekä nopeinten plug-and-play kytkettävät ja polttoainetehokkaat dieselgeneraattorit. Näillä ominaisuuksilla QAS5 -sarja auttaa asiakastaan ylläpitämään korkeaa käyttöastetta ja saamaan nopeasti vastinetta rahoilleen.

Atlas Copco

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

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



NEW BOLIDEN
Metals for modern life



Humalaa kaivoksen uumenissa

TEKSTI: OILI TARVAINEN, JUHA KESKI-RAUSKA, VELI MATHLIN
KUVAT: OILI TARVAINEN JA KIMMO PENNANEN, PYHÄJÄRVEN KEHITYS OY

Humalasatoa voitaisiin korjata panimoteollisuuden tarpeisiin vain viisi kuukautta istutuksen jälkeen. Kotimaista humalaa käytetään vielä varsin vähän oluentuotannossa, vaikka kysyntää olisi. Pyhäsalmen toimivassa kaivoksessa on jo reilun vuoden ajan kokeiltu erilaisten kasvien viljelyä. Kasvuhuoneet sijaitsevat +660 metrin syvyydessä, jossa vallitsevat tasaiset lämpö- ja kosteusolot ympäri vuoden. Toisessa kasvuhuoneessa on viljelty Lopelta peräisin olevaa humalaa huhtikuun puolivälistä lähtien. Kaivoksen toiminta on päättymässä vuoden päästä, minkä vuoksi erilaisilla kokeiluilla pyritään löytämään uutta käyttöä kaivoskuiluille.

Humalasta on moneksi

Lukuisia pieniä panimoita on syntynyt viime vuosina eri puolille Suomea. Yksi niistä on kaksi vuotta sitten Lapin Kullan entisiin tiloihin perustettu Tornion panimo, joka on Sangen Oy:n tytäryhtiö. Pienpanimoita on tällä hetkellä Suomessa yli 100, kun niitä pari vuotta sitten oli puolet vähemmän. Kilpailu on koventunut, mutta myös kuluttajien kiinnostus erilaisiin pienpanimo-oluihin on lisääntynyt. Voimakkaasti humaloidut IPA- ja APA-oluet ovat suosittuja niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa, minkä vuoksi humalan tarve panimoteollisuudessa on kasvanut voimakkaasti. Humalan viljely myös Suomessa on hyvin perusteltua tätä näkökulmaa vasten, mutta nykyoluiden

valmistukseen sopivien humalalajikkeiden määrä on ollut vähäinen.

Humala on kaksikotinen monivuotinen köynnöskasvi, jonka emikukintoja on käytetty oluen valmistuksessa hyvin pitkään. Vuonna 1734 voimaantulleen lainsäädännön mukaan jokaisessa talossa pitää olla humalisto. Määräys on edelleen voimassa, vaikkakaan sen noudattamista ei enää edellytetä eikä valvota. Humala, jota nykyisin käytetään oluen valmistuksessa, tulee pääosin Saksasta ja Yhdysvalloista. Oluen panemisen lisäksi sitä on perinteisesti käytetty mm. unilääkkeenä sekä patjojen ja tynnyjen täytteenä. Kuiduista on tehty myös köysyä.

Jo parinkymmenen vuoden ajan humala on tehnyt uutta tulemistaan. Viime vuon-

>



na Luonnonvarakeskus kuulutti etsivänsä kotimaisia humalakasvustoja. Aromihumala-tutkimushankkeessa on tavoitteena löytää kymmenen parasta suomalaista humalakantaa oluen tekoon. Hanketta vetää erikoistutkija Teija Tenhola-Roininen Luonnonvarakeskuksen Jokioisten toimipaikasta.

Humalaa kasvuhuoneissa

Kaivoksella kasvavan humalan kasvatusta aloitettiin talvella Luonnonvarakeskuksen ylläpitämistä solukoista lisätyistä mikrotaimista. Solukkolisäyksellä pyritään saamaan taudeista vapaata kasvimateriaalia. Haapastensyrjän toimipaikalla on useita humala-alkuperiä, joista tähän kokeiluun valittiin vain yksi kanta. Tuolloin pohdittiin, montako kuukautta humalaa pitää kasvat- ta ennen kuin käypsätoa voidaan korjata.

Maaliskuussa Veli Mathlin, joka on Sangen Oy:n kasviasiantuntija, sai humalan taimet kasvatettavakseen. Tässä vaiheessa kasvit saivat vielä luonnonvaloa. Huhtikuun puolivälissä näistä emokasveista otetut pistokkaat istutettiin kivivilalleihin kaivokseen (Kuva). Hyvin pian todettiin, että köynnöstävälle kasvilajille katto ja seinät tulevat nopeasti vastaan. Päätettiin muuttaa

Kaivoksella kasva- van humalan kasva- tus aloitettiin talvella Luonnonvarakeskuk- sen ylläpitämistä so- lukoista lisätyistä mikrotaimista.

kasvatuskourujen sijaintia siten, että huoneen tarjoama kasvutila voitaisiin käyttää kokonaan.

Samalla, kun kourut heinäkuun alussa siirrettiin kasvuhuoneen perälle, asennettiin humalaa varten vaijerit, joihin köynnös voidaan kiinnittää, kuten tehdään kasvihuonekurkun tai -tomaatin viljelyssä. Humalakasvustot leikattiin alas siirron vuoksi, mutta uusi kasvu on ollut nopeaa. Muutama kuukaudessa humala on kiivennyt jo kattorakenteisiin asti.

Syyskuussa kävyt olivat totta, mutta matka taloudellisesti kannattavaksi tuotannoksi oli vasta alkamassa. Minkä tahansa kasvin tuotannolle asettaa haasteensa aktiivinen kaivostoiminta, johon liittyy monia lainsäädännön ja käytännön vaatimia turvallisuuden tekijöitä. Tällaisia ovat kulkuluvat kaivosalueelle sekä ilmanlaadun seuranta. Kasvuhuoneiden ulkopuolelle onkin asennettu ilmanlaatua mittaavia antureita, jotta nähdään, mitkä ovat esimerkiksi typen oksidien pitoisuudet. Nämä tekijät on huomioitava kaikessa toiminnassa riippumatta siitä, onko kaivos toimiva vai ei. Pyhäsalmen kaivoksessa on kuitenkin jo aloitettu kaavoitusprosessi, jotta toiminnan loputtua kuilujen tarjoamat mahdollisuudet olisivat nopeasti eri toimijoiden käytettävissä.

Kasvuolosuhteiden säätö automatisoitu

Pyhäsalmen kaivoksen uumenissa sijaitse- vissa kasvuhuoneissa on kameravalvonta, jonka avulla voidaan tarkkailla kasvien kehitystä vaikka kotisohvalta. Kamerat ja kaiken valvontaan liittyvän teknologian on toimittanut M-solutions, joka on ainao kaivokseen sopiva toimittaja.



Kasvuhuoneissa käytössä on normaali kasvihuoneteknologia, jolla voidaan säätää käytettävien lannoiteliuosten väkevyyttä ja lannoitteiden suhteita. Sillä voidaan myös automatisoida kastelukertojen tiheys ja kesto jopa kahdeksalla tavalla samanaikaisesti. Lisäksi voidaan ohjelmoida vuorokauden valorytmi sekä lämpötila kummassakin kasvihuoneessa erikseen. Olosuhteita voidaan säätää optimaaliseksi mm. lyhyen päivän kasveille, joiden viljely maan päällä olevissa kasvihuoneissa on haastavaa Suomen pitkän päivän olosuhteissa.

Laitteiston on toimittanut Itumic Oy, joka on tehnyt myös tarvittavat muutokset systeemiin kokeilujen edetessä. Käytetty teknologia mahdollistaa lähes kaikkien kasvuun vaikuttavien tekijöiden muuttamisen etäyhteyden kautta.

Nykyisissä koetuotantotiloissa tehollinen kasvatusala ei ole kovin suuri, mutta korkeat hallimaiset käytävät mahdollistavat myös vertikaaliviljelyn. Tulevaisuuden haasteena on esimerkiksi pölytyksen edistäminen robotiikan avulla ja yleisesti robotiikan kehittäminen esimerkiksi sadonkorjuuseen.

Tulevaisuudessa monia mahdollisuuksia

Lähitulevaisuudessa Pyhäsalmen kaivokseen on tulossa mm. sirkkafarmi ja mahdollisuudet ovat hyvät myös sienten ja kalojen kasvatukseen. Pyhäjärven kaupungin ohjelmajohtajalla Sakari Nokelalla on työn alla parikymmentä suunnitelmaa, joiden tavoitteena on kaivoskuilujen hyödyntäminen yritystoiminnassa. Suunnitelmissa on mukana myös avaruuskätkö, jonka

puitteissa uusinta teknologiaa voitaisiin testata suljetuissa olosuhteissa. Avaruustutkimussuunnittelua vetää Panu Jalas Oulun yliopiston Kerttu Saalasti –instituutista.

Monista mahdollisuuksista huolimatta keskeisin haaste on kuitenkin se, miten kaivostoiminnan loputtua kuilut voitaisiin pitää kuivina. On arvioitu, että kuivatukseen tarvitaan noin miljoona euroa vuosittain. Tämä karkottaa monet yrityspartnerit kehityshankkeista. Halutaan varmistaa, etteivät sijoitetut rahat mene hukkaan. Tarvitaankin hyvin tuottoisa hanke, kuten energiavarojen sijoittaminen osaan kaivoksesta, jotta muun toiminnan mahdollisuudet realisoituisivat.

Palataan humalaan ja sen viljelymahdollisuuksiin kaivoksessa. Humala on hyvä koekasvi, koska sen tuotannossa pölytyks ei ole tarpeen, sillä satoa antavat emikukintoja tuottavat kasvustot. Olosuhteita pitäisi testata myös muilla humalalajikkeilla, jotta löydettäisiin tuotannon kannalta optimaalinen valaistus, lannoitustaso ja viljelykierto.

Kaivoksen uumenissa voitaisiin luoda olosuhteet, jotka mahdollistavat ympäri-vuotisen tuotannon. Näin sadonkorjuuta voitaisiin jaksottaa siten, että työvoiman ja jatkojalostukseen tarvittavien laitteiden käyttö voisi tehostua. Sama koskee myös muita viljeltäviä kasveja sekä tuotantoeliötä, joita on ajateltu testattavan kaivoksella. ▲

Oili Tarvainen toimii tutkijana Luonnonvarakeskuksen Oulun toimipaikassa. Tarvainen on ”Kasvintuotantoa kaivoksessa” –hankkeen projektipäällikkö. Hanke saa rahoituksensa Alueelliset innovaatiot ja kokeilut (AIKO) –momentilta.

Juha Keski-Rauska on EAKR-rahoituksen ”Pyhäsalmen kaivoksen maanalaisen infran uusiokäyttö” –hankkeen projektipäällikkö. Hanke on Pyhäjärven Kehitys Oy:n hallinnoima. Keski-Rauska vastaa kasvintuotantotilojen tekniikasta. Veli Mathlin on Sangen Oy:n kasviasiantuntija. Mathlin on ollut mukana suunnittelemassa kaivoksessa toteutettavaa humalanviljelykokeilua.

Lisätietoja Pyhäsalmen kaivoksella tapahtuvasta toiminnasta löytyy alla olevien linkkien takaa:
<https://callio.info/fi/>
<https://calliolab.com/>

SEURAAVAN SUKUPOLVEN BLASTIQ™



YHDISTETYT TEKNOLOGIASOVELLUKSET RÄJÄYTISTULOSEN OPTIMOINTIIN



VÄHENNÄ PORAUKSEN JA
PANOSTUKSEN
KOKONAISKUSTANNUKSIA



LISÄÄ
TUOTTAVUUTTA



PARANNA
TURVALLISUUTTA



HELPOTA
VIRANOMAISVAATIMUSTEN
TÄYTTÄMISTÄ

Seuraavan sukupolven BlastIQ™ alusta on pilvipohjainen digitaalinen alusta, joka on suunniteltu erityisesti jatkuvaan räjäytystulosten parantamiseen.

Lähtien ennen räjäytystä tapahtuvasta mallintamisesta aina räjäytystulosten mittaamiseen ja analyysiin, BlastIQ™ alusta tuottaa dataa, vertailukohtia ja tietämystä jota tarvitaan varmistamaan kestävien ja kustannustehokkaiden parannuksien tekemiseen räjäytystöissä

Saadaksesi lisätietoa BlastIQ™ alustasta sekä siitä kuinka se voi tukea toimintaanne päivittäin, ota yhteyttä paikalliseen Orican edustajaan tai vieraille osoitteessa orica.com/BlastIQ



Materialistien taivalta kuljettu 25 vuotta

KUVA VELI-MATTI KORPELAINEN



Cocktailtilaisuudessa onnitteltiin Materiaali-insinöörikiltaa. Kilttaa edustamassa on killan istuva hallitus.

KUVA VIVIAN LUNNIKIVI

Materiaali-insinöörikilta juhlisti 25-vuotista historiaansa maaliskuun lopussa vuosijuhlaviiikon merkeissä. Viikolla järjestettiin monta pienempää tapahtumaa kuten killan historiikin julkaisu ja kakku-kahvit. Vuosijuhlaviikko huipentui lopulta perjantaina 23.3. pidettyihin vuosijuhliin Nokian Kerholassa, jonne juhlapöytä saapui 150 hengen verran. Yliopiston korkeampaa porrasta tuli edustamaan jopa kolme viidestä Tampereen teknillisen yliopiston dekaanista. Juhlahumu ei jäänyt suinkaan vain tamperelaisten piiriin, vaan edustajia oli saapunut myös sisarkilloista Oulussa, Lappeenrannassa sekä Otaniemessä.

Vuosijuhlien järjestely aloitettiin jo syksyllä, mutta suurin työ tehtiin keväällä yhteisvoimin talkoohengessä. Ei sovi kuitenkaan olla ottamatta huomioon killan vuosijuhlatiimiä, joka teki suurimman työn juhlien eteen. Juhlapaikan asettamiseksi juhlaan tilaan oli killan hallitus noussut aikaisiin juhlapäivän aamuna. Tilan varusteet saatiin ripeästi kootuksi paikoilleen, ja oli kerrankin mahdollisuus pistää ykköset päälle hyvissä ajoin ennen vieraiden saapumista. Puheenjohtajalla oli ehkäpä

liikaakin aikaa valmistautua, sillä viimeiset puoli tuntia hän pystyi vain kävelemään levottomasti ympyrää.

Juhlat sujuivat mainiosti ja juhlapöytä nautti olostaan. Erityistä ihailua osakseen sai vieraille teetetty - omalla nimellä varustettu - plaseerauskyllä, johon saatiin sisällytetyksi materiaalitieteiden tietotaitoa: kyltit valmistettiin 3D-tulostamalla teräksestä lasersintrausta käyttäen. Eikä siinä vielä kaikki, sillä kyltit toimivat myös pullonavaajina. Pääjuhlan jälkeen prof-fabändi väänsi nupit kaakkoon ja vieraat siirtyivät tanssilattialle verryttämään kangistuneita raajojansa. Jatkoille siirryttiin urbaaneihin tiloihin Tehdas 108:aan, jossa juhlaväkeä viihdytti DJ TTY:n omasta elektronisen musiikin harrastekerhosta Spinni Ry:stä. Seuraavana päivänä vielä toivuttiin silliksen (silliaamiaisen) äärellä Teekkarisaunalla nauttien seurasta, ruoasta, saunasta ja paljusta.

Itse juhlimisen lisäksi juhlavuosi soi mahdollisuuden ansioituneiden jäsenten muistamiseen. Syksyn 2017 yleiskokouksessa killalle valittiin kolme uutta kunniajäsentä kiitokseksi heidän suuresta panostuksestaan killan toimintaan. Juhlavuoden kunniaksi piti myös entisöidä seremonia-

Jokaiselle vieraille oltiin teetetty oma 3D-tulostettu teräksinen nimikyltti. Kyltit tulosteti EOS Finland Oy.

mestarin sauva ja uusia merkkiohjesääntö. Jälkimmäiseen toimeen aika taisi olla jo kypsä, sillä vanhasta merkkiohjesäännöstä ei ollut kovinkaan suurta käsitystä. Ainoa löydetty merkintä merkkiohjesäännöstä oli johonkin dokumenttiin lisätty huomautus, ettei sitä oltu hyväksytty.

Juhlavuoden syksy sujuu huomattavasti rauhallisemmin alkuun verrattuna. Jottei kuitenkaan homma jäisi täysin perustoimintaan, on syksyllä tarkoitus alkaa suunnitella ulkomaan ekskursiota. Tätä ovat useat killan jäsenet toivoneet. Vielä on kuitenkin sumun peitossa, minne päin maailmaa tämä killa lähtee seikkailemaan. ▲

*Juhlahumua muistellen,
Mikko Koivula
Materiaali-insinöörikillan puheenjohtaja
2018*



KUVA VIVIAN LUNNIKIVI

Proffabändi sai vieraat purkautumaan tanssilattialle.



KUVA VELI-MATTI KORPELAINEN

Materiaali-insinöörikiilta

Materiaali-insinöörikiilta ry, MIK, on Tampereen teknillisen yliopiston materiaaliteknikan DI-tutkinto-ohjelmaa suorittavien opiskelijoiden oma järjestö. Kiltaan kuuluu noin 200 jäsentä, jonka lisäksi alumneille on oma järjestönsä. Killan pääasiallinen tehtävä on edistää jäsentensä opiskelu- ja harrastusmahdollisuuksia, tukea alan fukseja heidän aloittaessaan opintojaan sekä tarjota mukava yhteisö saman alan opiskelijoille. Samalla tehdään yritysyhteistyötä mm. ekskursioiden sekä uratapahtumien muodossa. Merkittäviä toistuvia tapahtumia ovat killan vuosijuhlat, kesätapaaminen sekä kaksi kertaa vuodessa järjestettävät ekskursiot yrityksiin ja muihin opiskelijakaupunkeihin. Tämän lisäksi järjestetään paljon yksittäisiä tapahtumia – usein yhteistyössä muiden kilttojen kanssa. Yhteyttä pidetään myös sisarkiltoihin, joihin kuuluvat enimmäkseen kemian, konetekniikan sekä biotekniikan ainejärjestöt.

Kilta käytti tilaisuuden hyväksi palkitakseen henkilöitä killan hyväksi tehdystä työstä.

KUVA VELI-MATTI KORPELAINEN



Paljussa tunnelma on tiivis.



Seremoniamestari ottamassa snapsia Materiaali-insinöörikillan 14. vuosijuhlilla 2007.



Materiaalialumni ry:n perustamiskokouksen yhteispotretti

Materiaali-insinöörikillan 25-vuotishistoriikki

MUISTELIVAT **JANNE KOIVISTO & TIINA MIKKONEN**

Tampereen teknillisen yliopiston materiaalitekniikan koulutusohjelman ainejärjestö Materiaali-insinöörikillalta, kavereiden kesken MIK, täytti 25 vuotta 1.4.2018 ja julkaisi sen kunniaksi keväällä historiikin. Historiikkitoimikunnan muodostivat allekirjoittaneet: Janne Koivisto, DI ja väitöskirjatutkija, jolla on takana jo 13 vuotta MIK:n toiminnan seurailua ja Tiina Mikkonen, tekniikan yo, jolta löytyi vieläkin vankempi tuntemus TTY:n järjestötoiminnasta sekä myös projektin tarvitsemää graafista osaamista. MIK julkaisi ensimmäisen historiikkinsa kymmenen vuotta sitten ja nyt ajatuksena oli päivittää 15-vuotishistoriikkiin viimeisten vuosien tapahtumat, kun vanhat toimijat vielä ovat tavoitettavissa. Tämän 25-vuotishistoriikin kirjoituksessa käytettiin hyvin vahvasti trendisanaa ”joukkoistaminen” ja tekstejä saatiin niin entisiltä puheenjohtajilta kuin muiltakin MIK-aktiiveilta. Verkostoituminen opiskeluaikana kannattaa.

MIK:n historia lähtee käyntiin paljon vanhemman ammattiainekerho Dislokaation perustamisesta, joka satoi materiaalitekniikkaa pää- tai sivuaineina opiskelleita kaveriporukoita yhteen. Vaikka kerhon toiminta oli pienimuotoista, se loi tärkeän kontaktipinnan erityisesti nuoremmille opiskelijoille tutustua myös vanhempiin tieteenharjoittajiin sekä järjestää ekskur-



Kiltaa jäynättiin vuonna 2004 muuttamalla kiltahuone kanalaksi. Kuva kiltaan tuoduista kanoista

sioita, saunailtoja ja välittää kesätöitä. Kun materiaalitekniikan koulutusohjelmalla oli oma opiskelijasisäänotto, perustettiin Dislokaation pohjalta Materiaali-insinöörikillalta vuonna 1993. Killan nimestä käytiin myös vääntöä rakkaan ylioppilaskuntamme kanssa, sillä yleensä tällä tylhillä nimetyt killat sijaitsevat Otaniemessä, kuten Koneinsinöörikillalta ja Sähköinsinöörikillalta. Ylioppilaskunta kuitenkin vakuutettiin argumentilla, että jokaisella tekniikan alalla Suomen

tärkeimmän killan pitää olla nimenomaan ”-insinöörikillalta”.

Monet MIK:lle yhä rakkaat perinteet ovat lähteneet liikkeelle jo aivan tuolta hämärältä 90-luvulta, esimerkiksi kaikkien TTY:n opiskelijoiden tuntemat Back to School -bileet joka syksyn ensimmäisellä varsinaisella opiskeluviikolla ja Wapun Chilibileet. Tosin vuodesta 2014 eteenpäin Back to School on vaihdellut nimeään Tagasi Koolista Tillbaka till Skolaniin, kun

>



Ekskursiopokaaleja



Killan perinteikkään syyspesiksen tunnelmaa

Itä-Suomen yliopiston opiskelijat rekisteröivät itselleen Back to School-nimen. Tapahtumien lisäksi jo vuodesta -93 tai -94 kiltahuonetta on myös vartioinut valtava muovinen Darth Vaderin kasvoprofiili, joka vuodesta 2015 eteenpäin on hohtanut valoa silmistään.

Kaikki perinteet tosin eivät ole säilyneet ikuisesti. Esimerkkinä ovat Ruotsalaisuuden päivänä marraskuussa järjestettävät Gustav Adolfs Fest Ruotsi-teemabileet, joita järjestettiin pitkään, mutta joista muut killat eivät koskaan isommin innostuneet. Tosin vielä 2011 tätä perinnettä muisteltiin MIK:n ainoalla 2000-luvun ulkomaan ekskursiona, joka suuntautui Ruotsiin ja joka sai nimen Gustav Adolfs Världtur. Historiaa tuntemattomille Gustav III:han perusti Tampereen 1779. Toinen 2000-luvun loppupuolella muutaman vuoden voimassa ollut ja silloisille opiskelijoille tärkeä, mutta sittemmin hiipunut perinne oli Pimp My Grill grillintuunauskilpailun voittaminen. Ehkä mieleen jäävin MIK:n grilli oli TTY:n Konetalon saunan vanhasta kiukaasta kasattu ”Verilöylytin”, joka kulki pyörillä ja jonka kansi aukesi metallilevyyn hitsatun kirveen avulla. Valitettavasti sen vuoden kisatuomariston mielestä MIK:lle ei voinut antaa sekä grillisarjan että ruokasarjan voittoa, joten voitimme ainoastaan ruokasarjan upealla lohiannoksellamme.

Kekseliäiseen teekkarikulttuuriin kuuluvat tietysti myös jäynät. Niistä legendaarisimpana on jäynän kohteeksi joutuminen vuonna 2004. Tuotantotalouden kilta Index toi MIK:lle vuosijuhlahajaksi pari muoviankkaa häkissä, kirveen ja sitoumuksen allekirjoitettavaksi. Killan silloinen puheenjohtaja oli suostuvainen ja laitto nimensä alle. Todellisuudessa hän sitoi

kiltamme pitämään huolta kiltahuoneelle vaivihkaa perustetusta kanalasta. Kiltahuoneen oven eteen oli asennettu kanaverkko, lattialla oli kymmenkunta senttimetriä heinää, johon oli levitetty suoja, sohville oli rakennettu orsia ja ruoka- sekä juoma-astiat olivat asianmukaisissa paikoissa. Ja oven päällä oleva teksti oli muutettu muotoon MIK - Maatalousinsinööriilta. Onnelliset kanat munivat kiltahuoneen lattialle runsaasti näissä akateemisissa olosuhteissa. Kanoista eroon hankkiutuminen osoittautui yllättävän vaikeaksi, sillä kanalat eivät ota mielellään vieraita kanoja sekoittamaan nokkimisjärjestyssä. Kanat saivat onneksi lopulta jatkoaikaa Valkeakosken Tarttilassa.

Juhlimisen lisäksi MIK:llä on aina harastettu paljon myös urheilua. Vuodesta 1998 asti MIK on järjestänyt syyspesisturnauksen, välillä tosin antaen pääjärjestysvastuun TTY:n Etelä-Pohjalaiselle Osakunnalle TTEPO:lle, joka voittaa pesäpallossa joka tapauksessa. Teekkareiden rakastamaa kyykkää on pelattu menestyksekkäästi Akateemisen Kyykän MM-kilpailuissa, jopa maailmanmestaruus on saavutettu naisten sarjassa 2015 joukkueella nimeltä Huomenna Buranaa. Takavuosina kyykän yleisessä sarjassa edustettiin perinteisesti nimellä Mosjöen Idrotts Klubben (MIK) ja menttiin niin täydestä norjalaisista, että vastustaja hämmentyi, kun mosjöelaisille pystyikin puhumaan suomea. Akateemisen Kyykän Pro-sarjassa puolestaan on jo kahdesti pelannut allekirjoittaneen joukkue #mik_nigthline. MIK on myös valittu TTY:n Liikuttavimmaksi Killaksi ja muistissa on myös hyvinvointitapahtuma MIKreeni, jonka kilpalajeihin kuuluivat mm. fuksinkanto ja ratakiskonpariheitto.

Killan vanhoja juttuja tutkiessa kasvaa arvostus historian tuntemusta kohtaan. Läheskään kaikkea ei saatu vanhoista hallitusten pöytäkirjoista, kiltalehti Modernin Materialistin jutuista ja muista lähteistä historiikkiin kirjatuksi, joten eiköhän vielä 35-vuotishistoriikkikin sisällä mielenkiintoisia helmiä. Vanhoista pöytäkirjoista myös näkee sen, että ei se oma, uniikki idea ollutkaan niin uniikki, samaahan yritettiin jo 5 vuotta sitten. Mutta onneksi vuoden 2016 lopussa perustettu TTY Materiaalialumni ry saatiin vihdoin oikeasti käyntiin, sitä kun suunniteltiin löytämiemme lähteiden mukaan jo vuonna 1996. Mutta nyt todellakin kaikki TTY:n materiaalitekniikasta vähintään kandidaatin tutkinnon suorittaneet voivat liittyä Materiaalialumni ry:n jäseniksi osoitteessa kauppa.materiaalialumni.fi ja löytää uudestaan yhteyden vanhoihin opiskelukavereihin sekä hyödyntää tätä materiaalitekniikan poikkitieteellistä asiantuntijaverkostoa vaikka työnhaussa.

Historiikkitoimikunnan puolesta välitetään tätäkin kautta suuret kiitokset kaikille MIK:n toiminnassa vuosien saatossa mukana olleille, yhteistyökumppaneille ja erityisesti historiikkiin juttuja lähettäneille. Ja vielä isompi kiitos kaikille MIK:n hallituksille killan virkeänä pidosta, huihasta tapahtumamäärästä vuosittain ja vastapainon antamisesta raskaille yliopisto-opinnoille. Monihan sen tietää muutenkin, mutta myös MIK 25-v historiikista näkee, mistä koko teekkarikulttuurissa on kyse. Ei pelkästään saunailloista, kaljasta ja ryyppäämisestä vaan siitä, että tehdään hyvin monenlaisia hienoja juttuja, aina teekkarihuumorilla pilke silmäkulmassa ja samalla hoidetaan asialliset hommat asiallisesti kuntoon. ▲

Kertomus seremoniamestarin sauvan palautuksesta entiseen loistoonsa

Materiaali-insinöörikillan seremoniamestarin sauva valmistettiin alun perin vuonna 2007 killan 14-vuotissitseille, koska kiltilaiset kaipasivat omaa sauvaa aikaisempien lainasauvojen tilalle. Vuosia kuitenkin kului ja ahkerassa käytössä ollut sauva oli päässyt rapistumaan vain muistoksi entisestään. Killan 25-vuotisjuhlien kolkuttaessa oven takana eräs vanhempi tieteenharjoittaja päätti kuitenkin tehdä asialle jotain. Syksyn 2017 yleiskokouksessa esitettiin ponsi, jossa MIKin vasta valittu hallitus velvoitettiin restauroimaan seremoniamestarin sauva entiseen loistoonsa vuosijuhliin mennessä. Valtavien suosionosoitusten saattelemana ponsi hyväksyttiin äänin 29 – 0 ja niinpä tämä haastava tehtävä lankesi vielä valitsemattoman puuhatiimin vastuulle.

Ruostumattomasta teräksestä valmistetussa sauvassa oli alun perin neljä rengasta edustamassa eri materiaalityyppejä. Metalleja edusti niin ikään ruostumaton teräs, polymeerejä PMMA eli pleksi, keraameja kipsi ja lisäksi puuta vaneri. Koska tehtävänä oli sauvan restaurointi, päätettiin sauvan entisöinnissä pitää kiinni alkuperäisestä ideasta. Pieniä muutoksia kuitenkin tehtiin ja uudistettuun sauvaan päätettiin tehdä renkaat metallista, polymeeristä, puusta, keraamista ja tällä kertaa myös elastomeeristä. Puuhatiimissa halusimme panna renkaiden näyttävyyteen, joten oma puuhahenkilömme eli puu-pelkistin (vrt. puu-hapete) Wiljami Rajala rupesi ahkerasti mallintamaan uusia renkaita. Lopputuloksena pelkkien renkaiden sijaan sauvaan päätettiin tehdä kaksi rengasta ja kolme ratasta, jotta lopputulokseen saataisiin hieman teknillisempi twisti. Rattailla oli myös käytännön funktio: MIKin logoa mukaillen suunnitellut 12-hampaiset rattaat imevät osaltaan iskuenergiaa pois keraamirenkaalta siinä vääjäämättömässä tilanteessa, jossa seremoniamestarin sauva syystä tai toisesta kolahtaa lattialle.

Rattaista kaksi, puu ja polymeeri, valmistettiin puuhatiimin toimesta Tampereen teknillisen yliopiston yleisessä rakennusverstaassa Tutlabissa. Materiaalien puolesta



Mikä on seremoniasauva?

Akateemisissa pöytäjuhlissa on tavallisesti seremoniamestari, jonka tehtävänä on johtaa juhlan eteneminen eri osioiden välissä sekä pitää juhlijat riittävässä nuhteessa. Seremoniamestarin apuna on seremoniasauva.

Pääasiallisia tehtäviä sauvalla on kolme: sillä voidaan kiinnittää juhlakansan huomio kopauttamalla maahan ja tarjoilla ryyppyä seremoniamestarille. Se toimii myös juhlihan tahon eräänlaisena toteemina. Sauvan kolmas kopsahdus on seremoniamestarin käsky, että hänelle on kaadettava sauvaan ryyppy ja samalla hän haluaa juhlakansan huomion.

Seremoniasauva kuvastaa myös tavalla tai toisella edustettavaa tahoja. Esimerkiksi TTY:n Sähkökillalla sauva on ison salaman muotoinen. Vastaavasti konetekniikan edustajilla sauvaan voi olla työstettyä erilaisia koneenrakentamisen komponentteja.



Seremoniasauvan renkaat

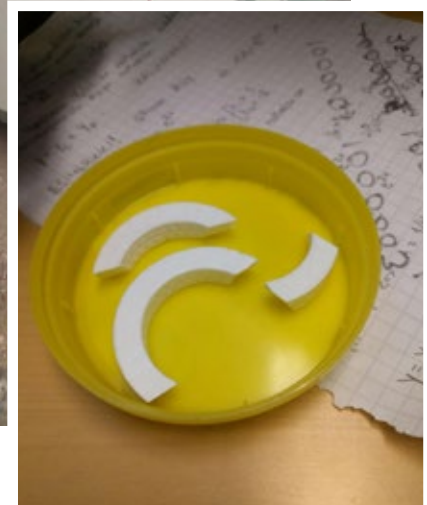
ne olivatkin helpoimmat valmistaa. Puiseen rattaaseen laserleikattiin vanerista ohuita kiekkoja, joita sitten liimattiin useampi kappale päällekkäin oikean paksuuden saavuttamiseksi. Polymeeriras puolestaan 3D-tulostettiin hiilikuituvahvistetusta nylonista. Myös varsinaisia materiaalirenkaita erottavat välikappaleet on leikattu vanerista.

Ongelmiksi muodostuivat keraami- ja metallirenkaat. Niistä keraamirengas olisi ollut mahdollista valmistaa jälleen kipsistä, mutta aikaisempi kokemus oli osoittanut sen soveltuvuuden kohteeseen korkeintaan keskinkertaiseksi. Keraamirenkaan osalta saimme apua killan jäseneltä Teemu Vastamäeltä, joka lupautui valmistamaan keraamirenkaan alumiinioksidista TTY:n laboratoriotiloissa. Keraamirenkaan tulostamiseen liittyvien rajoitusten, mutta myös esteettisyyden osalta renkaaseen tehtiin reikiä, jotka antavat sille poikkeavan ulkoasun. Keraamirenkaan tullessa jälkikäsitteystä voitiin jälleen kerran todeta, että Strömsö on fiktiivinen päiväohjelma, joka ei täysin vastaa todellisuutta, sillä rengas palasi jälkikäsitteystä yhden kappaleen asemesta kolmena palasena. Totesimme kuitenkin, että palaset ovat parempia yhdessä kuin erikseen, joten kokosimme nämä kappaleet hieman soikeaa rengasta vastaavaksi kokonaisuudeksi kemiallisen metallin avulla. Sitä käytimme myös loppuvaiheessa renkaiden lopulliseen kiinnittämiseen.

Metallirenkaan valmistus tuotti myös suurta päänvaivaa, kunnes onneksemme apuun riensi EOS Electro Optical Systems



Sauvan varsiosan kunnostus



Keraamirengas jälkikäsitteilyn jälkeen

Antti Mutasen ja Ville Niemelän hahmoissa. Huippuluokan 3D-tulostimiensa avulla he tulostivat vuosijuhlien nimilattojen lisäksi myös tyylikkään kiiltävän renkaan seremoniamestarin sauvaamme koristamaan.

Elastomeerirenkaat löytyivät sopivasti K-raudan hyllyltä kumisina tiivisteinä, jotka sitten venytettiin vakuuttavamiksi puisten tukirenkaiden avulla. (Idea ei osoittautunut kovin hyväksi, koska toinen renkaista tuhoutui jo vuosijuhlien kokkareiden aikana.)

Sauva ei ollut vielä tässä kohtaa kuitenkaan valmis. Vuosien aikana sauvan pinta oli menettänyt kiiltonsa epäpuhtauksien lisääntyessä ja maalipinnan karistessa pois. Sen metallinen hohto saatiin kuitenkin palautetuksi nauhahiomakoneen ja kiltamme isännän Antti Fihlmanin avustuksella.

Kiillotuksen ja tuoreen maalikerroksen jälkeen sauva oli jälleen kuin uusi. Tämän jälkeen osat kiinnitettiin sauvaan ja sauvan pohja uusittiin.

Viimeisenä ponnistuksena päätimme vielä valmistaa nyt niin loistokkaalle sauallemme sen arvoa vastaavan alustan. Vanhan alustan ollessa kulunut ja lommoilla päätimme valmistaa kokonaan uuden isännistön kaapin rakentamisen ylijäämävanerista. Alustan maalikerroksen kuivuttua ja sen saatua MIKin logon somistamaan itseään oli seremoniamestarin sauva alustoitteinen viimein valmis tulevia vuosijuhlia varten. ▲

Seremoniamestarin sauvan palauttamista edelliseen loistonsa tuskailivat Wiljami Rajala ja Valter Paajanen.



LUJA TERÄS – KOVA TULOS

Louhintaa syvällä maan alla. Kovaa kiveä. Työmaamonttuja. Kaivosteollisuudessa ja maarakennuksessa mikään ei ole tavanomaista. Näissä haastavissa olosuhteissa tarvitaan koneenrakennusterästä, joka takaa vaadittavan suorituskyvyn taloudellisesti järkevällä prosessilla.

Olemme itse valmistaneet kaivosteollisuuden komponentteja ja harjoittaneet kaivostoimintaa, joten tiedämme, ettei mikään kuormitusilanne tai prosessireitti ole aivan samanlainen kuin muut. Siksi olemme virittäneet kolme terästehdastamme optimaaliseksi arvoketjuksi, joka takaa myös sinun lopputuotteellesi juuri oikean kulumiskestävyyden ja väsymislujuuden, oikeat mitat, toleranssit ja lämpökäsittelyt sekä koneistus- ja varastointipalvelut. Olivatpa lujuusvaatimuksesi ja nykyiset prosessisi mitkä tahansa – laaja ja korkealaatuinen teräsvalikoimamme ja monipuoliset lisäarvopalvelumme tarjoavat räätälöityä kilpailukykyä. Lue lisää: [ovako.com](https://www.ovako.com)

OVAKO



KUVA: EETU-PEKKA HEIKKINEN

Konferenssi-illallinen järjestetään perinteisesti jokilaivalla Tonavalla. Kuva kahdeksannen Clean Steel -konferenssin yhteydestä vuodelta 2012.

Kymmenen kertaa puhtaampaa terästä - 10th International Conference on Clean Steel, Budapest, 18-20.9.2018

TEKSTI: **EETU-PEKKA HEIKKINEN & SEPPÖ LOUHENKILPI**, OULUN YLIOPISTO, AALTO YLIOPISTO

Terästen puhtaus jaksaa kiinnostaa. Syyskuussa järjestetty, järjestyksessään jo kymmenes Clean Steel -konferenssi kokosi Unkarin pääkaupunkiin jälleen kerran noin 200 terästen sulkeuma-puhtaudesta kiinnostunutta asiantuntijaa eri puolilta maailmaa. Toisin kuin monet kiertävät konferenssit, on Clean Steel -konferenssit järjestetty joka kerta Unkarissa: ensin Balatonfüredissä Balaton-järven rannalla ja 2000-luvulla Budapestissa, jonne kulkuyhteydet ovat olleet helpompia järjestää.

Jo ensimmäinen, vuonna 1970 järjestetty konferenssi kokosi yhteen yli 250 osallistujaa yli 20 maasta, minkä jälkeen osallistujamäärät ovat vaihdelleet 150 ja 250 välillä. Vaikka suurin osa osallistujista onkin perinteisesti ollut eurooppalaisia,

ovat myös muiden maanosien asiantuntijat löytäneet paikalle siten, että vuosien aikana osallistujia on ollut yhteensä 40 eri maasta. Lähes kaikki näistä maista ovat olleet edustettuina myös esiintyjinä, sillä konferensseissa pidettyjen, yhteensä lähes 500 esityksen puhujat edustavat 35 eri valtiota. Viime vuosina Euroopan ulkopuolelta tulleiden osallistujien määrä on ollut kasvussa ja viimeisimmissä konferensseissa jo 40 % esityksistä ovat olleet muiden kuin eurooppalaisten pitämiä. Tarkemmat esitysten sekä puhujien kotimaiden lukumäärät konferensseittain on esitetty taulukossa 1.

Aktiivisimpia aineiston tuottajamaita konferensseille on ollut Ranska, Saksa ja Ruotsi, joista jokaisesta on saatu yli 40 esitystä vuosien varrelta. Näiden jälkeen aktiivisimpia esiintyjä ovat olleet unkarilaiset,

japanilaiset, britit, korealaiset ja yhdysvaltalaiset. Suomalaisista esiintyjistä erityismaininnan ansaitsee professori emeritus Lauri Holappa, jonka sulaikkunoita esitteleviä esityksiä on hyödynnetty laajasti. Vaikka Holappa ei itse osallistunutkaan henkilökohtaisesti viimeisimpään konferenssiin, hänen tutkimuksiinsa viitattiin edelleen aktiivisesti ja hänen rooliaan korostettiin useammankin esityksen yhteydessä. Organisaatioista aktiivisimpia julkaisijoita ovat olleet KTH Ruotsista (16 esitystä), IRSID Ranskasta (14 esitystä), MEFOS Ruotsista (13 esitystä) sekä Oulun yliopisto (13 esitystä).

Aiheidensa puolesta esityksissä on käsitelty niin sulkeumapuhtauden teoriaa kuin käytännön ratkaisujakin. Eniten käsitelty aihe on ollut teräksen puhtauden arviointi

Taulukko 1. Clean Steel -konferensseissa pidettyjen esitysten määrät sekä kuinka monesta maasta esiintyjät saapuivat.

Konf.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Yht.
Vuosi	1970	1981	1986	1991	1996	2002	2007	2012	2015	2018	
Esitykset	29	29	54	54	58	50	52	53	55	59	493
Maat	8	10	16	20	20	20	23	20	21	25	35



Kuva Budapestista vuoden 2015 yhdeksännen Clean Steel -konferenssin yhteydestä.

ja sulkeuma-analytiikka. Myös sulkeumien muodostuminen ja sulkeumakuvan modifiointi sekä senkkäkäsittelyihin ja jatkuvaluun liittyvät teknologiat, joilla pyritään parantamaan terästen puhtautta, ovat olleet suosittuja aiheita.

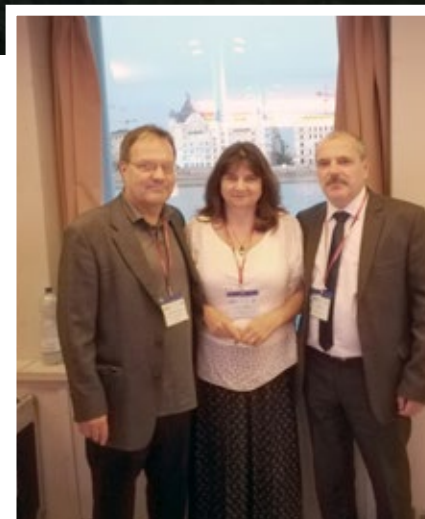
Tämänkertaisen konferenssin teemoja olivat sulkeumien muodostuminen, modifiointi ja kalsiumkäsittelyt, teräksen puhtauden arviointi, senkkametallurgia, jatkuvaluu, simulointi ja mallinnus, teräksen puhtauden vaikutus ominaisuuksiin, reoksidaatio sekä kuonat. Aktiivisimmin esityksiä olivat laatineet kiinalaiset, joilla oli konferenssissa yhteensä kahdeksan esitystä. Muita aktiivisia maita olivat Ranska ja Ruotsi kumpikin kuudella esityksellä, Yhdysvallat viidellä esityksellä sekä Etelä-Korea ja Suomi kumpikin neljällä esityksellä.

Suomalaisten esityksistä vastasivat Sami Koskenniska, joka kertoi sulkeumien ja suotaantumisen välisestä yhteydestä UHS-teräksissä; Eetu-Pekka Heikkinen, jonka aiheena oli sulkeumien olomuodon ja ominaispiirteiden arviointi niiden muodon perusteella; Henri Tervo, joka kertoi Ti-Nb-nitridien haitallisista vaikutuksista offshore-terästen ominaisuuksiin sekä Seppo Louhenkilpi, joka esitteli OES-PDA-menetelmän käyttömahdollisuuksia sulkeumien analysoinnissa. Kaikki esitykset perustuivat yliopistojen (Oulun yliopisto ja Aalto-yliopisto) yhteistyöhön SSAB Europe Oy:n kanssa. Edellä mainittujen esiintyjien lisäksi suomalaisdustuksesta konferenssissa vastasivat SSAB:n Teppo Pikkarainen ja Tuomas Antola, jotka olivat molemmat olleet aktiivisesti mukana laatimassa edellä mainittuja esityksiä.

Konferenssin lopuksi pitämässään puheenvuorossa järjestelytoimikunnan puheenjohtaja Paul Tardy totesi osuvasti, että Clean Steel -konferenssien järjestämisen taustalla on alusta lähtien ollut ajatus siitä, että itselle ylivoimaisiin ongelmiin törmätessä on järjestettävä aiheita käsittelevä kansainvälinen konferenssi. Koska Clean Steel -konferenssien suosio ei vielä kymmenen konferenssin ja lähes 50 vuoden jälkeen näytä olevan hiipumassa, on tästä pääteltävä, että täysin puhtaiden terästen valmistuksessa on vieläkin ratkaisemattomia ongelmia - ja näillä näkymin tulee aina olemaan. Odotettavissa onkin, että muutaman vuoden kuluttua pääsemme taas kokoontumaan Unkariin pohtimaan sulkeumapuhutaiden terästen valmistusta.

Lähde: Tardy P. The history of ten Clean Steel conferences. 10th International Conference on Clean Steel. Budapest, Unkari. 18-20.9.2018. ▲

Eetu-Pekka Heikkinen Oulun yliopistosta pitämässä esitystään kymmenennessä Clean Steel -konferenssissa.



Seppo Louhenkilpi unkarilaisten isäntien seurassa konferenssi-illallisella vuoden 2018 konferenssissa.

KUVA: TUOMAS ANTOLA





Kirgizialaiset ja tadžikistanilaiset opiskelivat karttojen digitointia paikkatietokantaan Rovaniemellä maaliskuussa 2016 järjestetyssä koulutuksessa.

tata nykypäivän tietotarpeisiin geotieteiden saralla sekä kehittää digitalisaatiota tukevia toimintaprosesseja.

Paikallisten tutkimuslaitosten arkistoissa säilytetään mittavia määriä erilaisia geoaineistoja, mutta aineisto on pääasiassa paperimuotoista. Käytettävissä olevat resurssit ovat vähäiset ja siksi projektien alkaessa esimerkiksi aineiston käsittelyyn tarvittavaa laitteistoa oli vähän ja se oli vanhentunut. Digitaalisessa muodossa olevien aineistojen tiedonhallinta oli hajanainen ja usein aineistot olivat vain tutkijoiden omilla työasemilla, koska toimivia verkkoyhteyksiä ja aineistopalvelimia ei ollut välttämättä käytettävissä. Tiedon käyttöön saaminen oli hankalaa. Osaamistaso tutkimuslaitoksissa on kaksijakoinen. Vanhemmat työntekijät tuntevat aineistot ja ovat olleet mukana tiedonkeruussa. Sen sijaan nuorilta vastavalmistuneilta puuttuu aineiston tuntemus ja tiedonhallinnan osaaminen. Aineiston muokkaaminen digitaaliseksi, digitaalisen tiedon hallinta sekä tiedon jakaminen viranomaisten välillä ja kansalaisille edellyttää myös uudenlaista ajattelutapaa.

Projekteissa on pitkäjänteisesti kehitetty geologisen tiedonkeruun suunnittelua, tiedon tuottamista, tietojen prosessointia, tietojen säilyttämistä ja jakelua. Aineistojen paikallista omistajuutta on korostettu ja vastuun omista aineistoista, niiden säilyttämisestä ja jakelusta on vahvasti paikallisilla organisaatioilla. Projekteissa toteutettu tietoinfrastruktuuri on tehty siten, että sen ylläpito onnistuu täysin paikallisilla voimin.

Tässä onkin tapahtunut selvää kehitystä vuosien saatossa ja työntekijöiden valmiudet ylläpitää omaa tietoinfraa ovat parantuneet molemmissa maissa.

Projektin puitteissa paikallisille laitoksille on vakiinnutettu geotiedon käsittelyyn erikoistuneet keskuskeskukset (Geoinformation Centers) Kirgizian pääkaupunkiin Bishkekiin sekä Oshiin ja Tadžikistanin pääkaupunkiin Dushanbeen sekä Kairakumiin. Keskuksiin on hankittu uusia työasemia ohjelmistoinen, erilaisia skannereita kuten mm. A0-kokoinen skanneri isojen kartta-aineistojen skannaukseen, tulostimia, aineistopalvelimet digitaalisten aineistojen säilyttämistä varten sekä verkkopalvelimet jakelua varten. Työntekijöitä on koulutettu geotiedon hallintaan, arkistoaineistojen skannaukseen ja luettelointiin, nykyaikaisten kirjastopalveluiden järjestämiseen, aineistojen tallennukseen ja digitointiin sekä aineistojen verkkopalveluiden rakentamiseen. Organisaatiot hankkivat tuloja myymällä skannattuja aineistoja ja aineistojen saatavuus on parantunut. Tällä hetkellä projektien digitointiryhmät viimeistelevät molemmat maat kattavaa 1:200 000 geologista karttatietokantaa, joka tulee jakeluun aktiivikarttapalveluna projektin puitteissa rakennettuun geoportaaliin (<http://www.cac-geoportal.org/en/index.php>). Työssä oppimisen kautta nuorien geologien ArcGIS-osaaminen on kehittynyt ja karttatietokantojen suunnittelu sekä rakentaminen onnistuvat nykyään omatoimisesti.

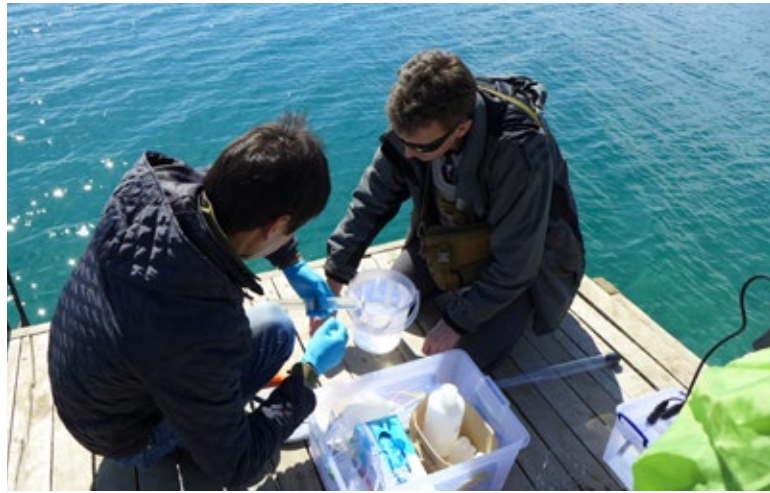
Geotieteistä apua ympäristön ja geohazardien tutkimukseen

GTK:n asiantuntijoiden koulutuksissa on tutustutettu paikalliset geoasiantuntijat ilmastoon, ympäristön ja pohjavesivarantojen muutoksiin liittyvien vaikutusten havainnointiin. Maailmanlaajuinen ilmastonmuutos jäätikköiden sulamisineen aiheuttaa alueilla maa- ja mutavyöryjä ja vaikuttaa veden saantiin ja sen laatuun. Geologisen tiedon avulla voidaan ohjata maasuunnittelua ja -käyttöä pois potentiaalisilta riskialueilta jakamalla tietoa vastaaville viranomaisille. Eräs keskeisimmistä ilmastonmuutoksesta aiheutuvien alueellisten ilmiöiden havainnointiin käytetyistä menetelmistä on vertailla muutoksia kaukokartoitus- ja satelliittikuva-aineistoissa eri aikajaksoilla. GTK:n asiantuntijat ovat kouluttaneet projekteissa laitosten asiantuntijoita hyödyntämään ko. aineistoja projektien hankkimilla ohjelmistoilla.

Puhtaan veden saatavuus on suuri ongelma sekä Kirgiziassa että Tadžikistanissa. Ensimmäinen askel tilanteen parantamiseksi on pohjavesivarantojen parempi seuranta, mikä edellyttää taustatietoja pohjaveden laadusta ja sen alkuperästä. Pohjaveden alkuperää voidaan selvittää mm. tutkimalla pinta- ja pohjavesien hapen ja vedyn isotooppikoostumuksia. Veden isotooppien avulla voidaan tunnistaa muutokset vuoriston jäätikköperäisten sulamisvesien ja muun sadannan tuottaman pintavalunnan suhteissa. Isotoopit kertovat myös siitä, imeytyykö eri pohjavesimuodostumiin aktiivisesti vettä tämän päivän sadannasta eli uudistuuko pohjavesi ja onko se pilaantumisvaarassa. Pohjavesien alkuperän tuntemus on keskeistä, jotta muuttuvan ilmastoon vaikutuksia veden laatuun ja määrään voidaan arvioida. Muutokset hydrologisissa olosuhteissa voivat myös johtaa maaperän liialliseen kostumiseen, mikä voi aiheuttaa maanvyörymiä.

Maiden hydrogeologit ovat harjoitelleet GTK:n asiantuntijoiden avustamina uusia vedenottotekniikoita valikoiduilla alueilla. Vesinäytteistä on tehty vertailuanalyyssejä Suomen sekä kohdemaiden laboratorioissa. Pohjavesitutkimuksien avuksi on hankittu kenttälaitteistot, joilla pystytään seuraamaan pohjavesien muutoksia ja näin on vähennetty laboratorioanalyysien kustannuksia.

Geofyysikoille suuntautuneissa koulutuksissa on keskitytty uusien mittaus- ja tekniikoiden hallintaan sekä tulosten prosessointiin ja tulkintaan niin mineraal-



Vesinäytteen ottoa vertailututkimuksiin Issyk-Kul-järveltä.



Kirgisian ja Tadžikistanin geofyysikoiden yhteistyötä geofysikaalisissa mittauksissa Nurobodissa, Tadžikistanissa, keväällä 2017.



Vesinäytteen ottoa vesilaitokselta, Tadžikistanissa keväällä 2016.

litutkimuksissa kuin myös ympäristö- ja pohjavesitutkimuksissa. Kirgisiaan ja Tadžikistaniin on hankittu geofysikaaliset vastusluotauslaitteistot sekä tulkintaohjelmistoja. Maiden geofyysikkojen osaaminen on kehittynyt huomattavasti ja he ovatkin saaneet ulkopuolisia tilaustöitä ko. laitteistoilla liittyen malminetsintään sekä erilaisiin ympäristön tila- ja rakenneselvityksiin.

Perusvalmiuksia vahvistamalla kestävä kehitystä ja uusia investointeja

Geotiedon jakaminen ja ulkomaisten investoijien saaminen maiden mineraalisektoreille edellyttävät selkeää markkinointia ja promootiota. Siksi projekteissa on myös harjoiteltu kansainvälistä markkinointia ja tiedon jakamista osallistumalla näyttelyosastoin mm. FEM:iin ja kansainväliseen geologiseen kongressiin. Alueellista yhteistyötä Kirgisian ja Tadžikistanin välillä on kehitetty järjestämällä paikallisille asian- tuntijoille yhteisiä eri teemoihin keskittyviä koulutuksia ja seminaareja.

Työtä molemmissa maissa geotiedon tuottamisen, hallinnan ja jakamisen saroilla vielä riittää, mutta perusvalmiudet tähän työhön ovat parantuneet. Yksi projektien onnistumisen merkki on, että vaikka henkilökunta vaihtuu tiheään, osaamistaso on saatu vakiinnutetuksi. Koulutettu ryhmä perehdyttää aina uuden työntekijän työprosesseihin. Koulutetun henkilön siirtyminen muihin tehtäviin on luonnollisesti menetys projektille ja laitokselle. On kuitenkin osa kestävä kehitystä, että vastavalmistuneet oppivat työelämässä tarvittavia



taitoja ja työllistyvät yksityiselle sektorille. Kokonaisuudessaan kohdemaat ovat olleet tyytyväisiä projektien tuomaan geotiedon hallinnassa tapahtuneeseen kehitykseen. ▲

Tadžikistanilaiset hydrogeologit tutustuvat projektin hankkimaan kenttälaitteistoon keväällä 2016.

Pohjois-Suomen toimijat sovittavat allianssimallia teollisuuden tarpeisiin

Oulun kauppakamari ja Oulun yliopiston Tuotantotalouden tutkimusyksikkö ovat käynnistäneet yhteistyössä MILL-kehitysprojektin, jonka tavoitteena on luoda erityisesti teollisuusinvestointeihin soveltuva allianssimalli.

TEKSTI JA KUVAT: **TOPIAS SIREN**

Australiasta Suomeen 2010 rantautuneesta allianssimallista on tullut yhä suosittumpi tapa toteuttaa hieman normaalia kompleksisempia rakennusprojekteja. Pohjois-Suomen toimijat ovat käynnistäneet MILL-projektin allianssimallin sorvaamiseksi teollisuuden käyttöön. Keskuskauppakamari ja Oulun kauppakamari järjestivät tilaisuuden, jossa projekti esittäytyi perjantaina 28. syyskuuta Pöyryn pääkonttorilla Vantaalla. Tilaisuudessa puhumassa olivat kauppakamarien edustajien lisäksi tuotantojohtaja Jukka Kanerva (Neste Oyj) sekä toimitusjohtajat Martin à Porta (Pöyry Oyj), Kari Kauniskangas (YIT Oyj) ja Ari Lehtoranta (Caverion Oyj). Tilaisuuden ja projektiin tieteellisestä aspektista piti esitelmällään huolta Harri Haapasalo (Oulun yliopisto).

Julkisissa hankkeissa allianssimalli on toistaiseksi osoittautunut onnistuneeksi tavaksi toteuttaa monimutkaisia projekteja. Rakennuslehden (2.2.2018) mukaan suunnitteilla tai käynnissä on 17 allianssihanketta, joiden toteuttajana ovat poikkeuksetta julkiset tai vastaavat tahot. Kari Kauniskankaan mukaan julkiset hankkeet suunnitellaan ja toteutetaan usein yhtenäisenä putkena alusta loppuun poliittisen päätöksen jälkeen, mikä eroaa teollisten projektien toteutusprosessista. Niissä suunnittelu toteutetaan vaiheissa, joiden välissä projektin kannattavuutta arvioidaan, ja voidaan ottaa vuosienkin lisäaikoja ennen toteutusta. Lisäksi projekteissa korostuneessa roolissa voivat olla myös laitetoimittajat. Teollisuuden kokemuksia projektiin kerätään muun muassa seuraavilta tahoilta: YIT, Pöyry, Ferrovan, ST1, Caverion Industria, Caverion Suomi, Mitta, Vison, Betamet ja Suomen Projekti-Instituutti. Projektin pilotina on Ferrovanin (entiseltä nimeltään Mustavaaran Kaivos Oy) Raaheen rakennettava metallituotetehdas, jonka kaltaista ei ole toista maailmassa. Ferrovan suunnittelee aloittavansa vanadiinin tuotannon Raaheen satama-alueelle rakennettavassa tehtaassa.



Yhteiskuvassa tilaisuuden järjestäjä Ahti Nurkkala (Oulun kauppakamari) sekä puhujat Ari Lehtoranta, Martin à Porta, Harri Haapasalo ja Jukka Kanerva. Kari Kauniskangas puuttuu kuvasta.

Metallituotetehdas käyttää raaka-aineenaan SSAB:n vanadiinipitoisia teräskuonia ja tarjoaa tuotantovaiheessa yli 150 työpaikkaa.

MILL-projektin kunnianhimoisena tavoitteena on kehittää yhteistoiminnallisia projektijohtamisen menetelmiä ja ratkaisuja erityisesti teollisuuden kansainvälisten investointiprojektien valmisteluun, suunnitteluun, toteutukseen ja johtamiseen. Näin lisätään projekteihin osallistuvien yritysten ja muiden sidosryhmien kilpailukykyä, ja kauppakamarit näkevät myös MILL-projektissa globaalin vientituotteen. Siihen on kuitenkin vielä vuoden 2019 loppuun kestävällä projektilla matkaa, sillä toimintamalli soveltaa yhä Australiasta Suomeen rantautunutta mallia ja toistaiseksi projektilla oli mahdollisuus esitellä vain teollisuuden kokemuksia ja kertausta allianssimallin toimintaperiaatteesta tai siitä adaptoituja toimintatapoja.

Perinteisissä hierarkkisissa ja projektiorganisaatiovetoisissa toteutusmalleissa toteuttaville tahoille luodaan sopimusteknisesti kannustimet toteuttaa omat osakokonaisuutensa tietyissä laadullisissa ja aikataullisissa tavoitteissa. Tämä saattaa

toimia hyvin perinteisissä, yksinkertaisissa ja toistettavissa projekteissa, mutta mitä monimutkaisempia projektit ovat tai jos jotain toteutetaan ensimmäistä kertaa (esim. Ferrovan), sitä suurempi riski on, ettei projektiorganisaatio osu sopimuksissaan napakymppiin. Tässä vaiheessa allianssimalli näyttää kyntensä, kun ongelmia tunnustetaan ja ratkotaan ketterästi projektin aikana eivätkä sopimustekniset haasteet työnnä kapuloita rattaisiin. Tämä ei tarkoita sitä, etteikö tarkkaan suunniteltu ja hyvin sovittu perinteinen malli pystyisi parhaimmillaan samaan. Omalla toimintatavallaan allianssimalli muistuttaa hieman alustavallankumouksen mukanaan tuoman Wikipedian itseään korjaavaa, avoimeen vertaisarviointiin perustuvaa tuotantoprosessia, joka on osoittanut ylivoimaisuutensa perinteisiin toimituksellisiin tietosanakirjoihin nähden. Yhteistoimintamalli vaatii suuria panostuksia, mutta hyvien panostajien ja panostusten tapauksessa on vaikea nähdä, etteivätkö tulokset voisi olla hyviä. Tosin Harri Haapasalon mukaan ensimmäinen epäonnistunutkin allianssiprojekti on vain ajan kysymys.▲



First choice for hydrocyclones.

Increase your efficiency, extend wear life and reduce your costs. Delivering you benefits beyond innovation. The unique laminar spiral inlet geometry of Cavex® hydrocyclones has been fundamental in helping drive customer productivity upwards while also bringing down the total cost of ownership.

WEIR

Minerals
www.minerals.weir

Copyright © 2013 Weir Minerals Europe Limited. All rights reserved. CAVEX is a trademark and/or registered trademark of Weir Minerals Australia Ltd. WEIR and the WEIR logo are trademarks and/or registered trademarks of Weir Engineering Services Ltd.



Knowledge grows

Kivestä leipää



Yara on maailmanlaajuinen kivennäis-
lannoitteiden, teollisuuskemikaalien ja
ympäristönsuojelutuotteiden toimittaja.

Yaran Siilinjärven apatiittikaivos tuottaa
fosforia, joka on yksi kasvin pääravin-
teista. Fosfori jatkojalostetaan fosfori-
hapoksi ja lannoitteeksi. Näin kasvin
tarvitsemat ravinteet kulkevat viljan
kautta suomalaisten ruokapöytään.

www.yara.fi
f @YaraSiilinjärvi

Fusing geochemistry and structural geology for best practice exploration and mining

TEKSTI: ALEKSI SALO Geologiliiton puheenjohtaja

Geologiliitto järjesti 21.-22.5.2018 yhteistyössä Helsingin yliopiston, SGA:n ja Nick Oliverin kanssa kurssin aiheena ”Fusing geochemistry and structural geology for best practice exploration and mining”. Tavoitteena oli tuoda osallistujille uusia ajatuksia perinteisten geologisten menetelmien soveltamiseen käytännön työssä.

Luennoitsijana toimi Nick Oliver HCOV Global- konsulttitoimistosta. Oliverilla on pitkä kokemus malminetsinnästä ja kurssin aihepiiristä. Oliver tekee myös säännöllisesti konsultointia Skandinaviassa ja pienillä ponnisteluilla saimme aikataulut sopimaan yhteen. Kurssi pidettiin Helsingin yliopiston nykyaikaisissa tiloissa Kumpulankampuksella. Helsingin yliopiston työelämäprofessori Petri Peltonen auttoi sopivan tilaratkaisun löytymisessä ja Vasara ry auttoi käytännön järjestelyissä. Suuret kiitokset molemmille osapuolille.

Kurssi järjestettiin samalla kertaa myös Luulajan teknillisessä yliopistossa päivä Helsingin kurssin päättymisen jälkeen. Luulajan yliopiston kurssin ennakkomarkkinointi sujui niin hyvin, että kurssi oli täynnä jo ennen varsinaisen ilmoittautumisen alkamista. Helsinginkin osalta varapaikat olivat käytössä ja parin viime hetken perumisen ansiosta kaikki halukkaat mahtuivat kurssille. Sekä Helsingin että Luulajan koulutukseen osallistui 50 henkilöä, edustaen sekä malminetsintää ja kaivostoimintaa että alan konsulttiyrityksiä. Koulutuksen suuri suosio kertoo selkeästä käytännön koulutuksen tarpeesta Suomessa ja muissa pohjoismaissa. Kurssi-illallinen pidettiin panimoravintola Bryggerissä, jonka erikoisuutena on ravintolan sisällä toimiva panimo. Illallisen lomassa pystyi seuraamaan



Kurssilla käytiin läpi eri analyysi- ja ajoitusmenetelmien haasteita ja mahdollisuuksia sekä niiden hyödyntämistä mineraalisysteemien tutkimisessa.

oluen panemista. Geologiliitto tarjosi oluet kaikille illallisen osallistujille.

Kurssilla käytiin läpi eri analyysi- ja ajoitusmenetelmien haasteita ja mahdollisuuksia sekä menetelmien hyödyntämistä mineraalisysteemien tutkimisessa. Oliver tarjosi mielenkiintoisia tapoja muuttumisvyöhykkeiden tutkimiseen yksinkertaisesti Microsoft Excelin ehdollisen muotoilun avulla. Yhdistämällä geokemiallista dataa kairasydänraportointiin taulukkomuodossa pystytään potentiaalisesti näkemään asioita, jotka saattaisivat muutoin piiloutua loggauksen ja analytiikan informaatiotulvaan. Käytännön harjoituksessa pohdittiin alkuaineiden liikkumista muuttumisvyöhykkeissä kultapitoisen kvartsijuonen ympärillä.

Toisena tärkeänä osana kurssilla tarkasteltiin rakennegeologista tulkintaa. Olennaista tulkinnassa on muistaa ajatella nähdyt rakenteet kolmiulotteisina eikä pelkästään kaksiulotteisena tasona. Joskus on hyödyllisempää kaikkien rakenteiden mittaamisen sijaan kartoittaa ja havainnoida eri intensiteetillä deformatuneet ja muuttuneet alueet. Numeerisen intensiteettiarvion avulla rakenteellisesti samankaltaiset vyöhykkeet voidaan mallintaa eri havaintopisteiden välillä.

Kurssin toisen päivän aamupäivällä tutustuttiin ioGAS-ohjelmiston käyttöön geokemiallisen datan tulkinnassa ja luokittelussa. Ohjelmistossa on sisäänrakennettuna liuta yleisesti käytettyjä luokiteludiagrammeja. Ohjelmiston käyttö ja mahdollisuudet vaikuttivat varsin monipuolisilta ja käyttöönotto sekä datan luokittelu eri lähteistä oli tehty helpoksi. ioGAS on ehdottomasti tutustumisen arvoinen.

Geologiliiton tarkoituksena on tukea geologian alan osaajien ammatillista kehitystä ja kurssin järjestäminen sekä aihepiiri kumpusivat juuri tästä tarpeesta. Mm. European Geologist-tittelin haltijalta edellytetään vuosittainen osoitus osaamisen kehittämistä. Geologiliitto on Loimu ry:n jäsenyhdistys ja toimii Loimun ohella toisena kotimaisena hakukanavana European Geologist-titteliä varten. Markku Iljina on kuvannut European Geologist-hakuprosessia ja siihen liittyviä säädöksiä *Materia*-lehdessä 04/2015. Lisää aiheesta voi lukea osoitteesta <https://eurogeologists.eu/> ▲



UNIVERSITY OF HELSINKI
FACULTY OF SCIENCE
ECONOMIC GEOLOGY

Suomen kalliomekaniikkatoimikunnan koulutuspäivä

TEKSTI JA KUVAT: TOPIAS SIREN

Suomen kalliomekaniikkatoimikunnan vuosikokouksen yhteydessä 27.11.2018 järjestettiin Aalto-yliopistolla puolen päivän koulutuspäivä, joka tarjosi laaja-alaisen leikkauksen kalliomekaniikan eri sektoreihin. Koulutuspäivän avasi toimikunnan puheenjohtaja Lauri Uotinen Aalto-yliopistosta. Hän esitteli myöhemmin myös väitöskirjansa tuloksia ja rakokartoitukseen luotua virtuaalista oppimisympäristöä. Ensimmäinen esiintyjä Antti Pyy esitteli Agnico Eagle Finlandin Kittilän kulkakaivoksen laajennusta noin kilometrin syvyyteen. Kyseessä on merkittävä investointi, jolla AEF pyrkii hyödyntämään täysimääräisesti yli 1,4 km syvyyteen ulottuvat malmivarannot. Uuden kuilun kautta kyetään kuljettamaan 2 miljoonaa tonnia malmia ja 0,7 miljoonaa tonnia sivukiveä. Kasvavassa kaivoksessa myös perää ajetaan merkittävät 20 km vuodessa. Kalliomekaniikan saralla Kittilässä on testattu mikroiseismisen verkon toimivuutta, painopisteenä tapahtumien syiden tulkitseminen.

Koulutuspäivien ulkomaisena tähtenä oli Aallossa tällä hetkellä vierailleva professori Alireza Baghbanan. Hän esitteli rakoilleen kalliomassan kemiallis-hydro-mekaanista karakterisointia (Characterization of Chemo-Hydro-Mechanical Properties of Fractured Rock Masses) käyttäen hyväksi diskreettiä rakoverkkomallinnusta (DFN). Nykyaikaisissa DFN-malleissa jännityskentän luotettava mallintaminen on kriittistä, kuten on myös Baghbananin mallissa. Kalliomassan lujuus riippuu mittakaavasta, ja Alireza esitteli erikokoisten mallien tuloksia, mikä mahdollistaa mittakaavariippuvuuden tutkimisen numeerisesti (luonnossa näin isoja testejä ei ole mahdollista suorittaa). Toimivaan mekaaniseen kytkentään voidaan lisätä hydraulinen kytkentä mallin vedenjohtavuuden tutkimiseksi. Öljyteollisuudessa rakoja lisäksi stimuloidaan hapoilla (mm. suolahappo), mikä vaatii mallinnukseen kemikaalisen kytkennän sekä laboratoriodataa kalibrointiin. Laboratoriokokeessa painekammiossa olevaan kappaleeseen syötetään suolahappoa ja sen aiheuttamaa raon hydraulisen johtavuuden kasvua monitoroidaan stimuloinnin vaikutuksen ymmärtämiseksi. Implementoimalla tulokset DFN-malliin pystytään varsin edistyksekkäisesti kuvaamaan monimutkaisesti kytkettyjä prosesseja.

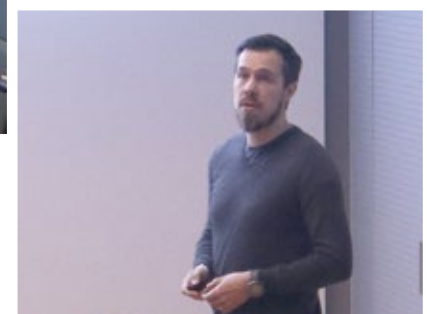


Koulutuspäivien runsaslukuinen yleisö seuraamassa Antti Pyy'n esitelmää.

Suomen kalliomekaniikkatoimikunta on kolmen yhdistyksen: Suomen Geoteknillisen Yhdistyksen, Rakenusgeologisen Yhdistyksen ja Vuorimiesyhdistyksen perustama yhteinen toimikunta. Sen tarkoituksena on toimia Suomessa kalliomekaniikan kehittämiseksi ja edistää tästä tietees-tä ja sen sovellutuksista kiinnostuneiden henkilöiden ja yhteisöjen välistä yhteistoimintaa sekä toimia Suomea edustavana elimenä vastaavissa kansainvälisissä yhteyksissä.

Jesse Ström (RCMF) esitti enemmän koulutuksellista sisältöä ja kertoi yleisesti mallinnumenestelmistä sekä siitä, miten eri menetelmillä voidaan mallintaa tilannetta, jossa jännityskenttä ylittää kiven kesto-kyvyn – nimellisesti jännitystilavaurion simulointia. Kiven kesto-kyvyksi voidaan asettaa laboratoriomittausten perusteella esim. kiven crack damage (CD) –lujuus. Esityksen jälkeen keskusteltiin ikuisuus-kysymyksestä eli siitä, otetaanko keskimäinen pääjännitys huomioon – ei oteta, koska kalliomekaniikassa yleisesti käytettävät murtokriteerit eivät tue tätä. Toisekseen

Jussi Mattila kertomassa, mistä kiinnostus rakojen vesivuotopotentialin tutkimiseen lähti.



Jussi Mattila kertomassa, mistä kiinnostus rakojen vesivuotopotentialin tutkimiseen lähti.

laboratoriodataa on kovin rajoitetusti. Tämä on sinällään harmi, sillä ymmärrys monien kiehtovien ilmiöiden kuten mittakaavariippuvuuden juurisyistä voisi hyötyä tästä.

Ennen lounasta esiintyi Jussi Mattila, joka kertoi rakojen vesivuotopotentialin arvioinnista raon suunnan ja jännityskentän avulla. Rakojen vuotopotentialin arviointi on lähtöisin Barton *et al.* 1995 esittämästä rakojen kriittisyysparametrilla, jolla hänen mukaansa on korrelaatio vesivuodon kanssa. Jussi Mattila on tutkinut Olkiluodon erittäin kattavaa rakodataa, eikä hän löytänyt siitä vastaavaa korrelaatiota raon kriittisyyden ja vesivuotopotentialin välillä. Mattilan tutkimusten mukaan rakojen normaalijännityksellä on kuitenkin merkittävä vaikutus rakojen vesivuotopotentialiin. Hiljattain Mattila on laajentanut tutkimustaan koskemaan laajempaa rako-tietokantaa, joka sisältää Suomesta ja Ruotsista yhteensä lähes 190 000 rakoja, mutta tästä työstä ei ole vielä julkaistuja tuloksia. Jussi Mattila toteaa lopuksi, että suurissa normaalijännityksissä kiteisessä kallioperässä rakojen vesivuotopotentiali on olematon ja rakojen siirrospotentiali (slip tendency) antaa heikkoa korrelaatiota vesivuodon ennustamiseksi. ▲

Geotekninen opetus TU Freibergissa

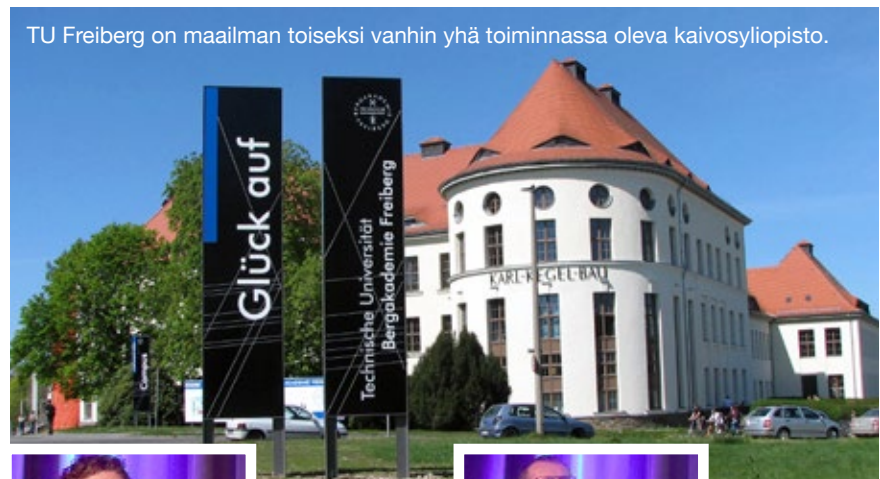
Maailman toiseksi vanhimmassa kaivosyliopistossa TU Freibergissä juhlitaan tänä vuonna geoteknisen opetuksen aloittamisen viidettäkymmenettä vuotta, vaikka itse kaivosakatemia onkin jo 250 vuotta vanha.

TEKSTI JA KUVAT: **TOPIAS SIREN**

Kuten Itä-Suomen helmi Outo-kumpu, myös itäisen Saksan Freiberg perustettiin kaivostoiminnan ympärille. Tosin tämä tapahtui jo 1100-luvulla, jolloin muutama ohikulkumatkalla ollut kaivosmies löysi paikalta hopeaa. Kaupungin nimi johtaa juurensa vapaudesta harjoittaa kaivostoimintaa ja paikallisten kertoman mukaan (jutun mennessä painoon kirjoittaja odottelee edelleen saksankielistä historian kirjaa kaupungin historiasta) kaivostoiminta alkuvuosisatoina oli kuin parhaista alustatalouden Oppikirjoista. Niissä voitaisiin kertoa Uberin sijasta siitä, kuinka Freibergissä sai vapaasti louhia, kunhan verot tulivat maksetuiksi.

Kaivostoiminta teki freibergiläisistä kaivomiehistä ja kaupungista vauraan ja kaupungin ympärille rakennettiin muurit suojaksi, kuten siihen aikaan oli tapana. Kun kaupungissa vielä keksittiin, että jos paikalla vielä koulutettaisiin lisää osaavia kaivosmiehiä saataisiin myös verotulot kasvuun – tämäkin positiivisena kytkentänä nykyaikaisista alustatalouden oppikirjoista. Noin 250 vuotta sitten paikalle perustettiin maailman toiseksi vanhin vieläkin olemassa oleva kaivosyliopisto, joka on ehtinyt kouluttaa enemmän kuin oman osansa kaivos-insinöörejä. Ajan saatossa hopeajuonia piti seurata avolouhoksesta maan alle ja lopulta esiintymäkin ehtyi. Nykyään kaikki kaupungissa pyörii suolaja hiilikaivosteollisuutta tukevan yliopiston ympärillä ja yliopistolla on oma testikaivoksensä keskustan alla.

Viisikymmentä vuotta sitten, kaivosyliopistossa päätettiin aloittaa geotekninen opetus tukemaan kaivostoimintaa ja kaivosopetusta. Ajallisesti tämä asettuu pisteeseen, jossa kalliomekaniikka oli maailmanlaajuisesti vasta eriytyvässä geotekniikasta omaksi tieteenalakseen, ja alussa TU Freibergissä opetettiinkin teknistä geo-



Itasca Jessa Vatcher kertomassa Malmbergetin kaivostoiminnan aiheuttamista painumista.



Prof. Heinz Konietzky

logiaa ja nimellisesti geoteknisiä aineita. Tasavuosien juhlallisuuksien yhteydessä järjestettiin myös 47. saksalainen geomekaaninen kokoontuminen, johon TU Freibergin erittäin hyvin verkostoitunut professori Heinz Konietzky kutsui satunnaisella otannalla puhujia ympäri maan ja maailman. Esitelmien perusteella kalliomekaniikan painopiste alkaa siirtyä (ellei jo ole) ydinjätteen loppusijoituksen suuntaan perinteisistä saksankielisten maiden painopisteessä olleista TBM-tunneleista ja suolamekaniikasta, mutta niitäkin esityksiä vielä nähtiin. Peter Vesterbackan ajama Tallinnan ja Helsingin välinen tunneli on selkeästi onnistunut markkinoinnissaan, sillä se oli myös saksalaisten ja sveitsiläisten huulilla.

Tieteellistä antia tarjosi muun muassa Itasca Jessa Vatcher, joka esitteli Malmbergetin ja Kiirunavaaran levysorroslouhintaan liittyviä mallinnuksia tavoitteenaan ennustaa kattopuolen painumia. Kuten hyvin yleisesti tiedetään, Kiirunan kau-

punkia siirretään painumien tieltä, mutta itse painumista tiedetään vain se, että niitä tulee tapahtumaan sekä karkeasti se millä alueella, mutta ei milloin. Malmion läheltä on löydetty syntyhistorialtaan epäselviä savilinssejä, joilla näyttää olevan vaikutusta painumien sijaintiin ja havaittavissa oleviin seismisiin tapahtumiin. Mallinnus on antanut tähän lisävaloa, mutta paljon on jäänyt myös tuleville vuosille. Tämän lisäksi tapahtumassa esitettiin mielenkiintoinen kattaus kalliomekaniikkaa, geotekniikkaa, louhintatekniikkaa ja kaivostekniikkaa läheltä ja kaukaa liippaavia aiheita.

Vaikka TU Freiberg on keskiaikaisen kaupungin sydän, saattaa opiskelijakaupungissa vieraan suu alkaa kuivua, sillä ydinkeskustasta saa baaria hakemalla hakea. Silloinkin löytää vain yhden ravintolan, josta sieltäkin pari paikkaa tiskillä. Sen äärestä paikalle vaivautuneiden ulkomaalaisten - parin sveitsiläisen, parin kanadalaisen ja suomalaisen - on helppo löytää toisensa sattumalta. ▲

Kaivosteollisuuden rikastushiekköjen käyttö kemiallisesti sidostetuissa keraameissa

TEKSTI: PÄIVÖ KINNUNEN^{*)}, SOILI SOLISMAA^{**)}, ARNOLD ISMAILOV^{*)}, MARJAANA KARHU^{xx)}, JUHA LAGERBOM^{xx)}, PÄIVI KIVIKYTTÖ-REPONEN^{xx)}, MARJA LIISA RÄISÄNEN^{*)}, ERKKI LEVÄNEN^{*)} JA MIRJA ILLIKAINEN^{*)}

*) Oulun yliopisto, Kuitu- ja Partikkelitekniiikan tutkimusyksikkö

**) GTK, Tuotantoympäristöt ja kierrätys -yksikkö

x) Tampereen teknillinen yliopisto, Keraamisten materiaalien tutkimusryhmä

xx) VTT, Elinkaariratkaisut –tutkimusalue

Johdanto

Kaivosteollisuuden rikastushiekat ovat laajalti hyödyntämätön luonnonvara. Rikastushiekat ovat hienojakoista mineraalista sivuvirtaa, joka syntyy malmikiven rikastuksen yhteydessä ja joka varastoidaan yleensä kaivosten lähellä sijaitseviin rikastushiekka-altaisiin. Määrät ovat valtavia: rikastushiekkaa syntyy arviosta riippuen jopa 5-14 miljardia tonnia eli noin tuhat kiloa ihmistä kohden vuosittain. Määrän ennustetaan kasvavan tulevaisuudessa rikkaiden esiintymien vähentyessä ja siirtäessä köyhempien malmiesiintymien hyödyntämiseen. (Lottermoser 2010, Mudd ja Boger 2013, Jones ja Boger 2012).

Euroopan unionin direktiivi 2006/21/EC kaivannaisteollisuuden jätehuollosta kannustaa kaivannaisteollisuutta kehittämään uusia jätteenkäsittelytapoja, jotka edistävät jätteiden hyötykäyttöä ja vähentävät ympäristöriskkejä. Rikastushiekoja hyödynnetään jo nyt lukuisissa matalamman arvon sovelluksissa. Esimerkiksi tietyn mineralogian omaavat rikastushiekat soveltuvat lisäaineeksi tiilien, laattojen ja betonin valmistukseen. Inerttejä rikastushiekoja hyödynnetään suuremmissa mittakaavassa kaivosalueen oman infrastruktuurin luomisessa mm. teiden ja patojen rakentamisessa

ja kaivostäytöissä sekoitettuna sementin kanssa. Viime vuosien aikana rikastushiekojen hyötykäyttöä on tutkittu mm. geopolymerien raaka-aineena (Duxson ym. 2007; Jenni Kiventerä 2016; Zhang 2013) ja kriittisten metallien raaka-ainelähteenä (EU project ProMine 2008).

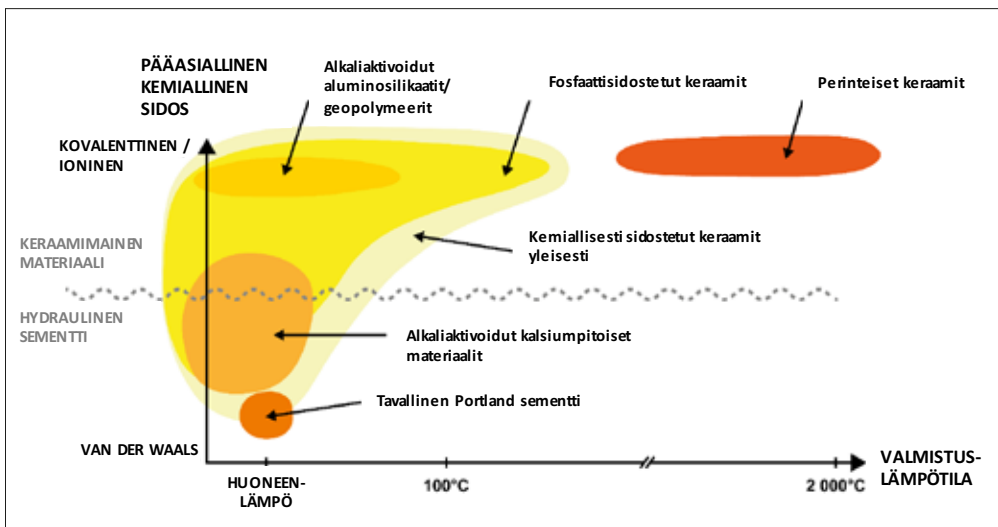
Rikastushiekojen hyötykäyttöä korkean arvon keraamituotteissa rajoittaa niiden moninainen mineralogia; puhtaiden keraamituotteiden valmistus edellyttää korkean lämpötilan prosesseja ja hienojakoista raaka-ainetta, jotta keraamikiteet ja mekaaninen lujuus muodostuvat diffuusion avulla (Lange 1989). Tiukat vaatimukset raaka-aineiden puhtaudelle ja tasalaatuisuudelle johtavat siten pitkiin ja monipolvisiin raaka-aineiden prosessointiketjuihin. Potentiaalinen rikastushiekojen hyödyntämisreitti on niiden käyttö kemiallisesti sidostettujen keraamien raaka-aineena matalalämpötilaprosesseissa. Artikkelissamme tarkastellaan tätä hyödyntämismahdollisuutta.

Keraamisilla materiaaleilla on ylivoimainen kyky vastustaa hapettumista ja korroosiota teollisuuden vaativissa korkean lämpötilan ja äärimmäisen pH:n prosesseissa. Syy keraamien kestävyteen on niiden kemiallisten sidosten laadussa; näissä ko-

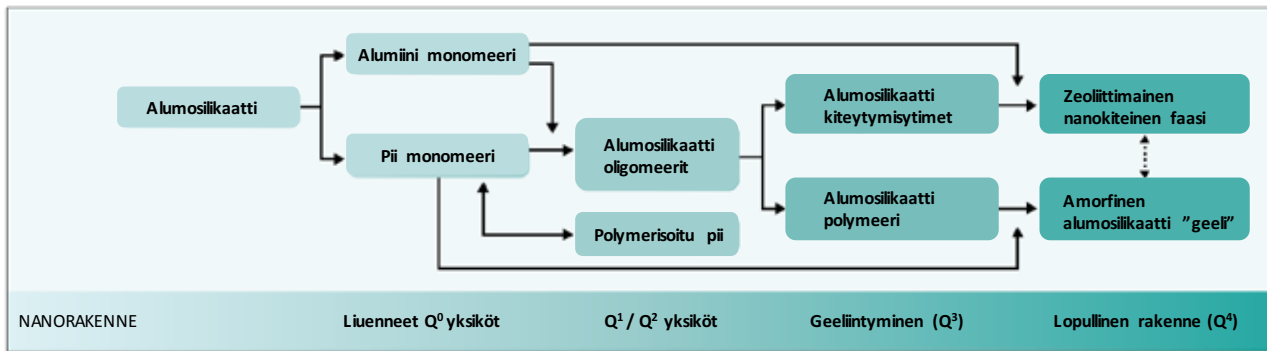
valenttisissa ja ionisissa sidoksissa atomien elektronit ovat matalaenergisisä muodostelmassa, josta johtuen materiaali on vähemmän herkkä reagoimaan ympäristönsä kanssa. Tämä keraamien reagoimattomuus on tärkeä monissa sovelluksissa, ja siksi on hyödyllistä jaotella materiaaleja niiden pääasiallisen sidostyyppin mukaan, kuten kuvassa 1 on tehty.

Rikastushiekoista yleisesti

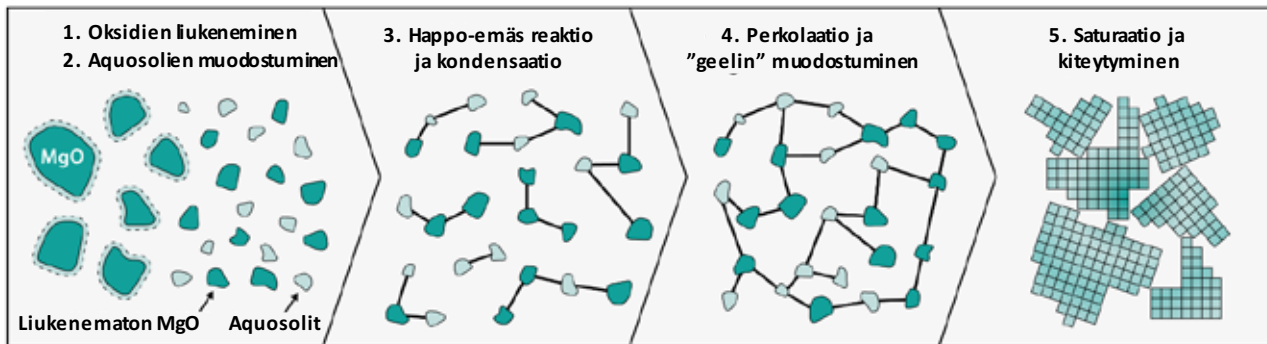
Rikastushiekojen varastoinnista aiheutuu lukuisia ympäristövaikutuksia. Yleisin ja maailmanlaajuinen kaivosteollisuuden aiheuttama ympäristöriski on hapan kaivosvalumavesi, joka aiheutuu pääosin sulfidimineraalien kuten rikkikiisun ja magneettikiisun hapettumisesta. Happamalla kaivosvalumavesillä on matala pH ja ne sisältävät paljon rautaa, alumiinia, muita metalleja ja sulfaatteja (Nordström & Alpers 1999). Metallit ja muut myrkylliset yhdisteet pilaavat vesistöjä ja kertyvät kasveihin, eläimiin ja ihmisiin. Rikastushiekan varastoinnin epäonnistumisella voi olla ison mittakaavan vaikutus kaivosyhtymien talouteen (Dawson, Phillip and O'Kane 2009). Puhdistuskustannukset, sosiaalisen toimiluvan ja yrityksen maineen menetykset voivat pahimmillaan johtaa ympäris-



Kuva 1. Materiaalien jaottelu sidostyyppien mukaan.
Kuva: (Kinnunen ym. 2018)



Kuva 2. Alkaliaktivaation kulku. Kuva: (Kinnunen ym. 2018)



Kuva 3: Fosfaattisideaineen muodostuminen. Kuva: (Kinnunen ym. 2018)

tökatastrofiin ja kaivoksen sulkemiseen. Lainsäädännön ja parhaiden käytäntöjen (BAT) noudattaminen tulee kalliiksi, mutta investointi on silti kannattavaa, myös taloudellisesti (Kossoff ym. 2014).

Rikastushiekkojen ominaisuudet riipuvat malmiesiintymän geologiasta, mineralogiasta, geokemiasta ja käytetystä rikastusmenetelmästä. Malmimineraaleja sisältävä rikaste otetaan talteen ja ylijäävä materiaali läjitetään rikastushiekka-altaaseen. Rikastushiekka luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, jos se sisältää haitallisia aineita kuten metalleja, radioaktiivisuutta, happoa tuottavia mineraaleja tai prosessikemikaaleja. On kuitenkin paljon rikastushiekkokkoja, jotka eivät sisällä haitallisia aineita. Rikastushiekka-altaassa on raekooltaan ja mineralogialtaan erilaisia kerroksia. Nämä koostumusvaihtelut tekevät hyötykäytöstä haastavampaa ja lisäävät keraaminvalmistusprosessin kehityksen tarvetta entisestään. (Provis, Palomo, ja Shi 2015; Bernal ym. 2016)

Alkaliaktivoitujen materiaalien, geopolymerien

Alkaliaktivointi on viime aikoina laajasti esillä ollut menetelmä epäorgaanisten teollisuuden sivuvirtojen hyötykäytössä, koska menetelmällä on mahdollista hyödyntää mm. energiateollisuuden tuhkia, metalli-

teollisuuden kuonia ja kaivosteollisuuden rikastushiekkokkoja rakennusteollisuuden arvokkaina raaka-aineina. Alkaliaktivoinnista käytetään yleiskielessä myös nimitystä geopolymerisointi.

Alkaliaktivointi prosessina muistuttaa betonin valmistusta, jossa raaka-aineet sekoitetaan keskenään huoneenlämmössä ja tuote lujittuu vuorokauden aikana saavuttaen lopullisen lujuutensa noin kuukauden kuluttua. Yksinkertaisimmillaan pulverimainen alumiiniin ja piin lähde (esim. tuhka) sekoitetaan alkaliaktivaattorin (esim. lipeä) ja veden kanssa ja kaadetaan muottiin. Kemiallisesti prosessi on kuitenkin hyvin erilainen tavalliseen sementtiin verrattuna: alkaliaktivaattori nostaa pH:n korkeaksi. Tällöin alumiini ja pii liukenevat atomitasolle, jossa ne alkavat muodostaa pidempiä ja pidempiä kovalenttisia haarautuvia ketjuja (Kuva 2). Lopulta nämä ketjut yhdistyvät kolmiulotteiseksi rakenteeksi, jolloin lopullinen lujuus on saavutettu. Toisin kuin sementissä, vesimolekyylit eivät ole osa lopullista rakennetta, vaikka niillä onkin tärkeä osa reaktion aikana. Lipeällä on myös lopputuotteessa tärkeä rooli; tetraedrisesti koordinoitunut pii (SiO₄) ja alumiini (AlO₄⁻) muodostavat negatiivisesti varautuneen verkon, jonka lipeän positiivisesti varautuneet natrium (Na⁺) ja kalium (K⁺) neutraloivat. Tässä esitetty yksinkertaistettu

reaktion kuvaus monimutkaistuu muiden alkuaineiden myötä, ja esimerkiksi kalsiumin (Ca²⁺) lisääminen muuttaa reaktiota kohti tavallisen sementin reaktiota (joka perustuu kalsiumin ja piin reaktioihin).

Rikastushiekat ovat lupaava alkaliaktivoinnin raaka-aine: maan kuoren yleisimmät mineraalit ovat alumiinista ja piistä koostuvia aluminosilikaatteja, mikä näkyy myös rikastushiekkojen koostumuksessa. Alkaliaktivointireaktio ei juurikaan häiriinny ei-reagoivien raaka-aineiden läsnäolosta, mutta suurin haaste rikastushiekkojen käytössä liittyykin raaka-aineen heikkoon reaktiivisuuteen. Jotta reaktio lähtee käyntiin, pitää raaka-aineiden olla tarpeeksi reaktiivisia.

Reaktion pullonkaulaksi usein määritetty alumiinin liukoisuus, joten sen reaktiivisuutta pyritään lisäämään erilaisin esikäsitelyin. Lämpökäsittely on yleisin esikäsitely, ja esimerkiksi kaoliinittisaven kuumennus 750 C-asteeseen tuottaa esimerkiksi hyvän alkaliaktivoinnin raaka-aineen. Reaktiivisin mineraalien ryhmä ovat 1:1 kerros savimineraalit, joihin kaoliinikin kuuluu. Yleisin esikäsitelymenetelmä on lämpökäsittely, mutta muillakin menetelmillä kuten kemiallisilla, mekaanisilla ja termokemiallisilla käsittelyillä on saatu hyviä tuloksia. Näiden osalta tarvitaan kuitenkin lisätutkimuksia.

Alkaliaktivoitujen materiaalien kaupallistaminen etenee tällä hetkellä nopeasti. Yleisimmät kaupallistettavat tuotteet perustuvat kuonien ja tuhkien hyötykäyttöön, sillä niiden tutkimus on aloitettu jo vuosikymmeniä sitten. Tutkimustoiminta rikastushiekkojen alkaliaktivoinnista etenee kuitenkin nopeasti, joten myös rikastushiekkapohjaisten geopolymeerien ts. alkaliaktivoitujen materiaalien kaupallinen hyödyntäminen on odotettavissa.

Fosfaattisidostetut keraamit

Fosfaattisidostaminen on alkaliaktivoinnin ohella toinen tärkeä matalan lämpötilan valmistusmenetelmä, jossa rikastushiekat voidaan nähdä potentiaalisena raaka-aineena. Tärkeä erottava seikka alkaliaktivointiin verrattuna on reaktioiden tapahtuminen happamassa (pH<7) fosfaattiliuoksessa. Alkaliaktivaation tapaan fosfaattisidosteisuus perustuu mineraaliaineksen liukenemiseen joko fosforihappoon tai fosfaattisuolojen vesiliuokseen ja liunneen aineksen uudelleenjärjestäytymiseen (Kuva 3) kuormaa kantavaksi mikrorakenteeksi annetuissa olosuhteissa (Wagh 2004).

Fosfaattisidosteisuuden perustuvien materiaalien valmistusperiaatteen ansiosta niitä kutsutaan usein fosfaattisementteiksi. Toinen yleinen nimitys on kemiallisesti sidostetut fosfaattikeraamit (eng. Chemically Bonded Phosphate Ceramics, CBPCs), joka pyrkii tekemään eroa hydraulisten sementtien ja kemiallisesti sidostettujen keraamien välille kuvan 1 mukaisesti.

Fosfaatin lähteenä on perinteisesti käytetty ortofosforihappoa (H_3PO_4), mutta yhä useammin käytetään vesiliukoisia fosfaattisuoloja, jotka liuotessaan luovuttavat fosfaatinmuodostukseen vaadittuja PO_4^{3-} -ioneja hallitummin mahdollistaen paremmin siloittuneiden rakenteiden muodostumisen. Fosfaattiliuoksen optimiväkevyys määräytyy liuotettavan mineraaliaineksen mukaan ja joidenkin korkeasti reaktiivisten raaka-aineiden (MgO, CaO) on havaittu reagoivan liian nopeasti laimeassakin fosforihapossa muodostaen löyhästi toisiinsa kiinnittyneitä kiteisiä faaseja. Erityisesti magnesiumfosfaattisementteissä reaktioita on pyritty hidastamaan käyttämällä muun muassa erilaisia booriyhdisteitä (booraksi, boorihappo) (Formosa ym. 2012; Yang ja Wu 1999) tai kalsinoimalla MgO korkeassa lämpötilassa (yli 1000 °C) avoimen huokoisuuden, ja siten reaktiivisen pinta-alan vähentämiseksi (A. S. Wagh ja Jeong 2003).

Useimmat mineraalit eivät liukene samaan tapaan sekä happoihin että emäksiin,

vaan liukenevat selkeästi paremmin toiseen niistä. Esimerkiksi alkaliaktivaatioissa hyvin tärkeät alumiinisilikaatit ovat fosfaattiympäristössä lähes liukenemattomia, eivätkä ne siitä syystä sovellu fosfaattisidostettujen keraamirakenteiden muodostamiseen matalissa lämpötiloissa. Rikastushiekoissa olevien luonnonmineraalien liukenevuus on harvemmin liian voimakasta, ja näin ollen rikastushiekat vaativat esikäsitteilyä reaktiivisuuden lisäämiseksi. Soveltuvien mineraalijakeiden reaktiivisuutta voidaan jossain määrin edistää kasvattamalla reaktiivista pinta-alaa jauhamalla, mutta useimmiten vaaditaan kalsinoitua. Tärkeitä esimerkkejä kemiallisesti aktivoivista lämpökäsittelyistä ovat kaoliinin kalsinointi metakaoliiniksi ja hiilidioksidin erottaminen karbonaattimineraaleista (Radulescu ja Pérez-Estébanez

2015). Primääristen raaka-aineiden pitkittyneen varastoinnin ilmankosteudelle alttiissa olosuhteissa on havaittu vaikuttavan negatiivisesti fosfaattikeraamin lopulliseen puristuslujuuteen (H. A. Colorado, Hiel, ja Hahn 2011).

Kansainvälisissä julkaisuissa mainitut raaka-aineseokset pohjautuvat joko kaupallisesti saatavilla oleviin kuiviin sideaineseoksiin tai puhtaisiin oksideihin (MgO, CaO, ZnO), hydroksideihin ($Mg(OH)_2$, $Ca(OH)_2$), karbonaatteihin ($CaCO_3$) ja niiden fosfaattisuoloihin (esim. KH_2PO_4 ja CaH_2PO_4). Kaivannaisjätteisiin tai muuten luonnonmineraaleihin liittyvää tutkimusta fosfaattikaivosten sivukiven tai rikastushiekan hyödyntämisen ulkopuolelta on hyvin vähän. Luonnonmineraaleista wollastoniittia ($CaSiO_3$) on kyetty käyttämään reaktioon

Suomen Akatemian rahoittamassa CeraTail-projektissa tutkitaan kaivosten rikastushiekkojen hyödyntämistä huokoisten keraamien raaka-aineena. Projektissa kartoitetaan ja valitaan eri rikastushiekoista sopivat raaka-aineet huokoisten keraamien aikaansaamiseksi. Tutkimus keskittyy matalaenergiisiin prosesseihin: alkaliaktivointiin, fosfaattisidostukseen ja reaktiosint- raukseen. Happamaan, emäksiseen, ja korkean lämpötilan prosessointiin perustuvien menetelmien tutkiminen yhdessä projektissa antaa laajan läpileikkauksen rikastushiekkojen hyödyntämispotentiaalista. Tutkimuksen tuloksena kehitetyillä menetelmillä on paljon potentiaalisia käyttökohteita, sillä huokoisia keraameja käytetään laajasti eri teollisuuden prosesseissa mukaan lukien suodattimet, katalyyttien tukirakenteet, eristeet ja adsorbentit.

Projektin poikkitieteelliseen konsortioon kuuluu tutkijoita Oulun yliopiston Kuitu- ja Partikkeliteknikan tutkimusyksiköstä, VTT:n Elinkaari-ratkaisut –tutkimusalueesta, Tampereen teknillisen yliopiston Keraamisten materiaalien tutkimusryhmästä ja GTK:n Tuotantoympäristöt ja kierrätys –yksiköstä. Tämä artikkeli pohjautuu CeraTail-projektissa työstytyyn kirjallisuuskatsaukseen rikastushiekan hyödyntämismahdollisuuksista matalalämpötilan keraameissa: Kinnunen, P., Ismailov, A., Solismaa, S., Sreenivasan, H., Räisänen, M. L., Levänen, E., & Illikainen, M. (2018). Recycling mine

tailings in chemically bonded ceramics – A review. *Journal of Cleaner Production*, 174, 634–649.

CeraTail-projekti on tuottanut myös seuraavat rikastushiekan hyötykäyttöön liittyvät artikkelit:

- Solismaa, S., Ismailov, A., Karhu, M., Sreenivasan, H., Lehtonen, M., Kinnunen, P., Illikainen, M. & Räisänen, M. L. (2018). Valorization of Finnish mining tailings for use in the ceramics industry. *Bulletin of the Geological Society of Finland*, 90(1).
- Sreenivasan, H., Kinnunen, P., Heikkinen, E. P., & Illikainen, M. (2017). Thermally treated phlogopite as magnesium-rich precursor for alkali activation purpose. *Minerals Engineering*, 113, 47-54. doi.org/10.1016/j.mineng.2017.08.003
- Karhu, M., Lagerbom, J., Kivikytö-Reponen, P., Ismailov, A. & Levänen, E. Reaction Heat Utilization in Aluminosilicate-Based Ceramics Synthesis and Sintering, *Journal of Ceramic Science and Technology*. 101-112, 8, 1 (2017)
- Kinnunen, P. Sreenivasan, H, Cheeseman, C., & Illikainen M. 2018, Submitted to *Journal of Cleaner Production*: "Phase separation in alumina-rich glasses to increase glass reactivity for low-CO2 alkali-activated cements"
- Karhu M., Lagerbom, J., Solismaa, S., Honkanen, M., Ismailov, A., Räisänen, M.L., Levänen, E., Huttunen-Saarivirta, E., Kivikytö-Reponen, P. 2018, Submitted to *Ceramics International*: "Mining tailings as raw materials for reaction-sintered aluminosilicate ceramics: effect of mineralogical composition on microstructure and properties"

osallistuvana komponenttina väkevän fosforihapon kanssa (Henry A Colorado, Wang, ja Yang 2015). Fosforihappoon kohtalaisesti liukenevana silikaattina wollastoniitti on merkittävä poikkeus. Esimerkiksi kvartsihiekka on fosfaattiympäristössä niin inertti, että se ei kiinnity kunnolla ympäröivään fosfaattimatriisiin, eikä se lopputuotteessa siten osallistu lainkaan kuormankantoon, mikä alentaa puristuslujuutta huomattavasti (Li, Shi, ja Li 2016). Karbonaattimineraaleista erityisesti kalsiitti (CaCO_3) liukenee tunnetusti hyvin happoihin ja fosforihapon kanssa reagoidessaan muodostaa kalsiumfosfaattia vapauttaen samalla vettä ja hiilidioksidia.

Fosfaattikeraamien ja -sementtien tutkimus- ja sovelluskenttä on kahtiajakoinen. Yhtäältä fosfaattisidosteisuus on stabiilin sidoslouenteensa ansiosta nähty vaihtoehdona haitallisten jätteiden kapseloinnin ja loppusijoituksen materiaalina korvaamaan portland-sementtiä (A. Wagh 2004; Cao ym. 2004). Toisaalta tietyt fosfaattimateriaalit, kuten hydroksiapatiitti ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\cdot\text{OH}$), karbonaattiapatiitti ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\cdot\text{CO}_3$) ja hopeiitti ($\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) ovat merkittävä osa biolääketieteen materiaalikehitystä niiden luontaisen bioyhteensopivuuden ansiosta (Jia ym. 2010; Pham Minh ym. 2013; Parhi ym. 2008). Perinteisille konstruktio-kerameille tyypillisessä senttimetrimittakaavassa fosfaattikeraameille on toistaiseksi löytynyt melko vähän sovelluskohteita, vaikka esimerkiksi sementin korvaussovelluksiin tähtäävä tutkimus tehdään alkujaan juuri siinä mittakaavassa. Raaka-ainepaletin laajentaminen edullisempiin, sekundäärisiin lähteisiin kuten rikastushiekkoihin voi olla tärkeä askel kohti fosfaattisidosteisten keraamien ja alkaliaktivoitujen materiaalien laajempaa käyttöä myös teknisissä sovelluksissa olettaen, että lopputuote vastaa muilta ominaisuuksiltaan sovelluksen tarpeita.

Yleisesti käytössä olevien raaka-ainevaihtoehtojen näennäisestä vähyydestä huolimatta reaktioista syntyvien faasien määrä on huomattavan suuri. Raaka-aineiden kemiasta, määräsuhhteista, liuoksen pH:sta ja ympäristön lämpötilasta riippuen fosfaatinmuodostuksen kautta syntyvät faasit voivat vaihdella löyhästi toisiinsa kiinnityneistä kiteisistä ja vesiliukoisista suoloista aina osittain amorfisiin, tiiviisiin kuormaa kantaviin rakenteisiin. Esimerkkeinä ovat monokalsiumfosfaatti monohydraatti (MCPM, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\cdot\text{H}_2\text{O}$) ja hydroksiapatiitti (Hap, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_2$), joita voidaan muodostaa samoista lähtöaineista vain prosessiparametreja muuttamalla. MCPM:llä

on hydroksiapatiittiin verrattuna noin 60 000-kertainen liukenevuus (g/l) huoneenlämpöiseen veteen. (Dorozhkin 2011)

Johtopäätökset

Rikastushiekat ovat vielä laajalti hyödynämätön raaka-aine, jolla on volyyminsä puolesta erittäin suuri hyötykäyttöpotentiaali. Niiden hyötykäytön merkitys kasvaa edelleen pyrittäessä kohti kiertotaloutta. Rikastushiekkojen mahdollisia hyötykäyttökohteita on paljon esimerkiksi rakennusteollisuudessa, mutta osaa rikastushiekoista voidaan käyttää myös keraamien raaka-aineena käyttäen ympäristöystävällisiä kemiallisia prosesseja. Alkaliaktivointi sekä fosfaattisidosteus ovat menetelmiä, joita tutkitaan aktiivisesti Oulun yliopistossa ja Tampereen teknillisessä yliopistossa. Tavoitteena on vähentää rikastushiekkajätteen määrää tuottaen samalla turvallisia, kestäviä ja kaupallisesti kannattavia tuotteita rakennus- ja keraamiteollisuuden käyttöön. ▲

Viitteet

- Bernal, Susan A, Erich D Rodríguez, Ana Paula Kirchheim, ja John L Provis. 2016. "Management and Valorisation of Wastes through Use in Producing Alkali Activated Cement Materials". *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/jctb.4927>.
- Cao, Xinde, Lena Q. Ma, Dean R. Rhue, ja Chip S. Appel. 2004. "Mechanisms of lead, copper, and zinc retention by phosphate rock". *Environmental Pollution* 131 (3): 435–44. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2004.03.003>.
- Colorado, H. A., C. Hiel, ja H. T. Hahn. 2011. "Chemically bonded phosphate ceramics composites reinforced with graphite nanoplatelets". *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 42 (4): 376–84. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2010.12.007>.
- Colorado, Henry A, Zhe Wang, ja Jenn-ming Yang. 2015. "Cement & Concrete Composites Inorganic phosphate cement fabricated with wollastonite, barium titanate, and phosphoric acid". *Cement and Concrete Composites* 62: 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2015.04.014>.
- Dorozhkin, Sergey V. 2011. "Self-Setting Calcium Orthophosphate Formulations: Cements, Concretes, Pastes and Putties". *International Journal of Materials and Chemistry* 1 (1): 1–48. <https://doi.org/10.5923/j.ijmc.20110101.01>.
- Douiri, Hanen, Soumaya Louati, Samir Baklouti, Mourad Arous, ja Zouhir Fakhfakh. 2014. "Structural, thermal and dielectric properties of phosphoric acid-based geopolymers with different amounts of H_3PO_4 ". *Materials Letters* 116: 9–12. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2013.10.075>.
- Duxson, P., J. L. Provis, Grant C. Lukey, ja Jannie S.J. van Deventer. 2007. "The Role of Inorganic Polymer Technology in the Development of 'Green Concrete'". *Cement and Concrete Research* 37 (12): 1590–97. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.08.018>.
- EU project ProMine. 2008. "EU project ProMine, Nanoparticle products from new mineral resources in Europe. 228559." Teoksessa *FP7- NMP-2008 - LARGE-2*.
- Formosa, J, J M Chimenos, A M Lacasta, ja M Niubó. 2012. "Interaction between low-grade magnesium oxide and boric acid in chemically bonded phosphate ceramic formulation". *Ceramics International* 38 (3): 2483–93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2011.11.017>.
- Jenni Kiventerä, Lukasz Golek. 2016. "Utilization of sulphidic tailings from gold mine as a raw material in geopolymerization". *International Journal of Mineral Processing* 149. <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2016.02.012>.
- Jia, Junfeng, Huanjun Zhou, Jie Wei, Xin Jiang, Hong Hua, Fangping Chen, Shicheng Wei, Jung-Woog Shin, ja Changsheng Liu. 2010. "Development of magnesium calcium phosphate bioceramic for bone regeneration". *Journal of the Royal Society, Interface / the Royal Society* 7 (49): 1171–80. <https://doi.org/10.1098/rsif.2009.0559>.
- Kinnunen, Päivö, Arnold Ismailov, Soili Solismaa, Harisankar Sreenivasan, Marja-Liisa Räisänen, Erkki Levänen, ja Mirja Illikainen. 2018. "Recycling mine tailings in chemically bonded ceramics – A review". *Journal of Cleaner Production* 174 (Supplement C): 634–49. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.280>.
- Lange, Fred F. 1989. "Powder processing science and technology for increased reliability". *Journal of the American Ceramic Society* 72 (1): 3–15. <https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.1989.tb05945.x>.
- Le-ping, Liu, Cui Xue-min, Qiu Shu-heng, Yu Jun-li, ja Zhang Lin. 2010. "Preparation of phosphoric acid-based porous geopolymers". *Applied Clay Science* 50 (4): 600–603. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2010.10.004>.
- Li, Yue, Tongfei Shi, ja Jiaqi Li. 2016. "Effects of fly ash and quartz sand on water-resistance and salt-resistance of magnesium phosphate cement". *Construction and Building Materials* 105: 384–90. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.12.154>.
- Parhi, Purnendu, V. Manivannan, Sandeep Kohli, ja Patrick McCurdy. 2008. "Room temperature metathetic synthesis and characterization of alpha-hopeite, $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ". *Materials Research Bulletin* 43: 1836–41. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2007.07.005>.
- Pham Minh, Doan, Ngoc Dung Tran, Ange Nzihou, ja Patrick Sharrock. 2013. "Carbonate-containing apatite (CAP) synthesis under moderate conditions starting from calcium carbonate and orthophosphoric acid". *Materials Science and Engineering C* 33 (5): 2971–80. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2013.03.023>.

Loput viitetiedot sivulla 59



Materiaalipäivän osallistujia avaussanoja kuuntelemassa.

Materiaalit ja tutkimuksen rahoitus tarkastelussa

Tampereen teknillisen yliopiston Materiaaliopin laboratorion Materiaalipäivä 12.10.2018

Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) Materiaaliopin laboratorion perinteeksi muodostunut Materiaalipäivä järjestettiin Museokeskus Vapriikin tiloissa. Laboratorion ja sen tutkimustoiminnan esittelyn ohella esityksissä tarkasteltiin tällä kerralla myös tutkimusrahoituksen nykytilannetta monesta eri näkökulmasta.

TEKSTI JA KUVAT: **TUOMO TIAINEN**

Päivän avauspuheenvuoron pitänyt TTY:n teknillisten tieteiden tiedekunnan dekaani **Pauli Kuosmanen** totesi, ettei mikään maailman suurista ongelmista ratkea ilman materiaaleja. Tähän nojautuen hän kertoi, että materiaaliteema tulee olemaan merkittävässä asemassa myös vuoden 2019 alussa toimintansa aloittavassa uudessa Tampereen yliopistossa. Materiaaliopin laboratorio on tutkimuksessa ja tohtorikoulutuksessa tiedekuntansa kärkipäässä.

Materiaaliopin laboratorion johtaja, professori **Erkki Levänen** esitteli labora-

torion tutkimus- ja opetustoimintaa. Hän asemoi materiaaliopin teknisten tieteiden ja luonnontieteiden yhdistäjäksi. Lähtökohtaisesti tekniset ratkaisut tehdään materiaaleilla; tehokkaissa prosesseissa materiaalit ovat aina suorituskykynsä ääri rajoilla ja uusia luonnontieteellisiä löytöjä sovelletaan usein liian hitaasti. Tältä pohjalta laboratorion toimintaperiaatteeksi on johdettu laaja-alainen ongelman ratkaisu: havaittujen ongelmien tieteelliset peruskysymykset tunnistetaan ja ratkaistaan tieteellisin menetelmin ja syntyneen ymmärryksen pohjalta luodaan käytännön ratkaisut. Usein ongelmat ja

niiden ratkaisut kohdistuvat materiaalien ulkoisten ja sisäisten rajapintojen ja niiden ominaisuuksien hallintaan.

Henkilöstön lukumäärä laboratoriossa on 85. Professoreita on 11, joista tenure-uralla neljä, tutkijatohtoreita 14 ja tohtorikoulutettavia 31. Tutkimuksen kehäänkärkinä ovat materiaalien mekaaninen käyttäytyminen, lisäarvopinnat ja –rajapinnat sekä materiaalien suorituskyky. Yksittäisinä esimerkkeinä Levänen esitteli mm. nanokuitutyyppisen keinopinnan valmistamisen kuumasinkityn teräksen pinnalle ylikriittistä hiilidioksidikäsitteilyä



Johtaja Pentti Pulkkinen kertoi Suomen Akatemian tutkimusrahoituksesta.



Dekaani Jyrki Vuorinen valotti Tampereen yliopiston (T3) vaikutuksia opetukseen, tutkimukseen ja teollisuusyhteistyöhön.



Teknologiajohtaja, Rock Drills Pasi Julkunen, Sandvik Mining and Rock Technology puhui ekosysteemiajattelusta teollisuuden tutkimuksessa ja tuotekehityksessä.



Toimitusjohtaja Vesa Taitto, Muoviyhdistys ry, avasi muovien tulevaisuuden näkymiä.

käyttäen, monitoiminnallisten pinnoitteiden valmistamisen suurille paperipinnoille sekä pinnoitteisiin ja rajapintoihin liittyvät tutkimukset. Osoituksena tieteenalojen välisten rajapintojen oivaltavasta ylittämisestä on alun perin suuriin muodonmuutosnopeuksiin liittyvien ilmiöiden tutkimiseen hankitun suurnopeuskuvauksen käyttöönotto avosydänleikkausten monitorointiin. Säätiöyliopiston toiminnan myötä käynnistyneen yliopiston investointiohjelman avulla tutkimusinfra on saatu hyvään kuntoon ja laboratorio tuottaa noin puolet tiedekuntansa julkaisuista sekä tohtoreista.

Johtava asiantuntija **Jouko Salo**, Business Finland (BF, ent. Tekes), esitteli julkisen tutkimus- ja tuotekehitysrahoituksen

Business Finlandin rahoituksen painopistealueina ovat bio- ja kiertotalous, cleantech, digitalisaatio, terveys ja hyvinvointi, kuluttajamarkkinat ja matkailu.

nykytilaa ja tulevaisuutta. Business Finlandin rahoituksen painopistealueina ovat bio- ja kiertotalous, cleantech, digitalisaatio, terveys ja hyvinvointi, kuluttajamarkkinat

ja matkailu. Tulokulmina puolestaan ovat innovaatorahoitus, yritysten ja tutkijoiden kansainvälistäminen ja investoinnit Suomeen. Rahoitus suuntautuu entistä enemmän soveltavaan tutkimukseen, yritysrahoituksen merkitys kasvaa ja yhteistyötä yritysten kanssa rahoitetaan. Rahoituspalveluina ovat yritysten ja tutkimuslaitosten rinnakkaisohjelmia rahoittava Co-innovation, jossa tutkimuslaitosten rahoituksen kesto on 2-3 vuotta sekä tutkimusideoiden kehittämiseen tarkoitettu Co-creation. Molemmilla on jatkuva haku ja toimintamalliin kuuluu sparraus Business Finlandin kanssa ennen hakemusvaihetta. Tämän lisäksi ennallaan ovat TUTLI- rahoitusmalli sekä EU-rahoitteiset EAKR- ja Eure-

ka-hankkeet. Myös laajempia ohjelmatyyppejä rahoitusmalleja käytetään edelleen; vuonna 2018 valmisteilla on Bio & Circular Finland -ohjelma. Pk-yrityksille on useita rahoitusmalleja.

Metallinjalostajat ry:n toimitusjohtaja **Kimmo Järvinen** tarkasteli esityksessään metalliteollisuuden trendejä ja kehitysnäkymiä. Metallinjalostuksen toimiala työllistää Suomessa suoraan noin 15 000 henkilöä ja tuottaa noin 12 % maamme tavaraviennistä. Suomi on Euroopan kaivosintensiivisimpiä maita. Metallinjalostajilla on käynnissä strateginen tutkimusohjelma, jonka volyymi on noin 8 miljoonaa euroa. Yritysten ja tutkimuslaitosten välinen yhteistyö on alalla vakiintunut ja yliopistojen välinen työnjakko toimii.

Alan tärkein viesti tällä hetkellä on se, että vähähiilisen yhteiskunnan rakentaminen ei onnistu ilman metalleja, eikä pelkkä hiilen käytön kieltäminen energiatuotannossa ratkaise mitään. On arvioitu, että vuoteen 2050 mennessä asetettujen hiilen käytön vähennystavoitteiden saavuttaminen merkitsee tuulienergian tuotannossa noin 300 prosentin lisäystä metallien kysyntään. Aurinkoenergian tuotannossa vastaava luku on 200 % ja energian varastoinnissa 1 000 %; liikenne- ja kuljetusalalla vastaavia prosenttilukuja voidaan vielä vain arvailla. Pelkästään yhdessä 3 MW:n tuuliturbiinissa on 14 eri ei-rautametallia; terästä sen rakenteisiin sisältyy noin 335 tonnia, kuparia 4,7 tn, alumiinia 3 tn ja harvinaisia maametalleja 2 tn. Teräsbetonin määrä turbiinia kohti on 1 200 tn. Akkuteollisuudessa Eurooppa on jäänyt jälkeen mm. Kiinaan nähden; alan kehittämisessä materiaalitieteitä ja metallit ovat avainasemassa.

Senior Advisor **Jarmo Raittila**, Business Finland, esitteli EU:n tutkimusrahoitusnäkyymiä. Vuosina 2014-2020 toteutettava Horizon 2020 -ohjelma pohjautuu ja sen rahoitus jakautuu kolmelle pilarille: excellence in science, industrial leadership ja societal challenges. Avainteknologioita puolestaan ovat nanotechnologies, advanced materials, micro- and nano-electronics, photonics, biotechnology ja advanced manufacturing. Ohjelman suunnitellusta 77 miljardin euron kokonaisvolyyymista on nyt, ohjelman ollessa yli puolen välin, käytetty noin 29 miljardia euroa eli alle 40 %; projekteja on 16 461 ja niihin osallistuu 143 maata. Suomi on saanut tähän mennessä ohjelmasta rahoitusta noin 639 miljoonaa euroa yhteensä 1 018 projektiin, joihin osallistuu 430 organisaatiota ja 96 eri maata. Jarmo Raittila esitteli myös laajasti tällä hetkel-

Suomen Akatemia on tieteellisen tutkimuksen keskeinen rahoittaja ja vahva tiedepoliittinen vaikuttaja.

lä avoinna olevia rahoitushakua ja evästi niihin osallistumisessa. Hän kertoi myös BF:n käynnistämästä Sampo-valmistettu Suomessa -kampanjasta, joka haluaa kehittää edelleen valmistavan teollisuuden toimintaa.

Suomen Akatemian rahoitustoimintaa esitelleen johtaja **Pentti Pulkkinen** mukaan materiaalitieteitä pystyy taklaamaan monipuolisesti maailman suuria haasteita. Materiaalitiede ja -teknologia ovat tieteen tekemisen uusien tapojen eturintamassa. Suomen Akatemia on tieteellisen tutkimuksen keskeinen rahoittaja ja vahva tiedepoliittinen vaikuttaja. Tutkimusrahoituksen yleisiä periaatteita ovat kaikille avoin haku, kansainvälinen vertaisarviointi, luottamusehtien eli toimikuntien tekemät rahoituspäätökset sekä avoimet, ennalta tiedossa olevat päätöksenteon kriteerit: laatu, vaikuttavuus ja tieteen uudistuminen. Vuonna 2018 Akatemia rahoittaa tieteellistä tutkimusta yhteensä 444 miljoonalla eurolla. Vuositaitin Akatemia saa noin 4 000 hakemusta. Rahoitettujen hakemusten osuus on 10-20 % koko määrästä, rahoituksen kesto on 3-6 vuotta ja Akatemian rahoitus muodostaa 20 % yliopistojen koko tutkimusrahoituksesta. Uutena rahoitusmuotona on osaamiskeskitymien ja tutkimusympäristöjen kehittämiseen tarkoitettu lippulaivaohjelma. Ensimmäiset kaksi lippulaivaa valittiin 18.4.2018 ja seuraavat valitaan tammikuussa 2019.

Teknologijaohjaja, Rock Drills **Pasi Julkunen**, Sandvik Mining and Rock Technology, puhui ekosysteemiajattelusta teollisuuden tutkimuksessa ja tuotekehityksessä. Esityksensä aluksi hän tarkasteli materiaalitieteiden nykytilaa teollisuuden näkökulmasta. Hiljainen tieto esim lämpökäsittelyistä on katoamassa. Tyyppillistä on kompleksisuus sekä tuotteissa että palveluissa. Pitkäjänteinen tutkimus tehdään yliopistoissa, koska teollisuuden tutkimushankkeiden 1-2 vuoden kesto on tähän liian lyhyt. Avainsanoja ovat teho, hyötysuhde ja kustannukset. Piraattiliiketoiminta on kannattavuusansa ja menetykset kopioinnin vuoksi voivat olla kymmeniä

miljoonia vuodessa. Hakuvaiheessa on älykkääseen valmistukseen ekosysteemisä tähtäävä uusi avaus, jossa on mm. kolme työpakettia materiaaleihin liittyen. Hankkeen taustalla olevien yritysten yhteinen liikevaihto on noin viisi miljardia euroa ja hankkeen suunniteltu tutkimusvolyymi on 10-12 miljoonaa euroa. Tästä yritysten osuus olisi noin kahdeksan miljoonaa ja tutkimuslaitosten osuus noin kolme miljoonaa euroa.

Lounastaun jälkeen tarkasteli vuoden 2019 alussa toimintansa aloittavan Tampereen yliopiston informaatioteknologia ja viestintä -tiedekunnan dekaani **Jyrki Vuorinen** uuden yliopiston vaikutuksia opetukseen, tutkimukseen ja teollisuusyhteistyöhön. Syntymässä on yli 30 000 opiskelijan, seitsemän tiedekunnan ja 5 000 työntekijän yhteisö, jonka vuosibudjetti on 400 miljoonaa euroa. Toiminnalla on kolme tukijalkaa: tekniikka, terveys ja yhteiskunta. Uusi yliopisto lisää houkuttelevuutta opiskelijahaussa ja huippututkijat osallistuvat entistä enemmän opetukseen. Tutkimuksessa saadaan aikaan kansainvälistä huippua edustavia monitieteellisiä tutkimusryhmiä, tehokas tutkimusinfra yhteiskäyttö sekä vaikuttavuuden kasvu. Teollisuusyhteistyön laajuus ja vaikuttavuus puolestaan kasvavat uuden yliopiston läpileikkaavan TKI-verkoston myötä.

Dimecc Oy:n toimitusjohtaja **Harri Kulmala** esitti puheenvuorossaan havainnot Suomen innovaatiojärjestelmän suorituskyvystä sekä skenaarioita 2020-luvulle. Suomessa innovaatio toiminnan rahoitus (t&k -menot) on laskenut 2010-luvulta alkaen ja nyt ollaan vuoden 2000 tasolla. Globaalissa kuviossa Suomi on pudonnut huippuvuoden 2014 sijalta neljälle sijalle seitsemän. Toisaalta EU on kasvattanut rahoitustaan ja pitkälti kopioinut Suomen toimintamalleja niillä aloilla, joilla Suomessa on rahoitusta leikattu. EU-rahoituksen saanti ei onnistu, jos kotimaista rahoitusta leikataan. Yritysrahoituksella on TKI-toiminnassa suuri merkitys, koska pelkkä julkinen rahoitus johtaa vain rahan käyttöön. Tulevaisuuden skenaariossa paras vaihtoehto olisi se, jossa sekä julkisen että yritysten TKI-rahoituksen määrä saataisiin kasvuun ja sen instrumentointi hoidettaisiin modernin Co-creative -ajattelun mukaisesti perinteisen hankehuppan asemasta. Tällöin Suomi voisi nousta vahvuuksillaan maailman kärkeen ja TKI-toiminta muodostuisi kansan henkivakuutukseksi.

Muoviyhdistys ry:n toimitusjohtaja **Vesa Taitto** kysyi puheenvuorossaan: Muo-

vit, Quo vadis? Vuonna 1940 perustettu Muoviyhdistys on maailman kolmanneksi vanhin muovialan yhdistys ja käsittää tällä hetkellä 1 000 henkilöjäsentä 600 yrityksestä. Globaalisti on esitetty arvioita muovien tuotannon nelinkertaistumisesta vuoteen 2050 mennessä. Euroopan osuus koko tuotannosta on 20 % eikä tuotannon kasvu tule Euroopasta. Öljyn tuotannosta käytetään tällä hetkellä 5 % muovin valmistukseen ja muovin osuus kaikista teollisuuden CO₂-päästöistä on niinkään 5 % (teräksen vastaava luku on 25 % ja sementin 19 %). Muovipakkausten osuus on 2 % elintarviketeollisuuden CO₂-päästöistä. Meriin joutuvasta muovista 80 % tulee Aasiasta ja se ajautuu meriin suuria jokia pitkin. Olen-naista olisikin saada kehittyvien maiden jätehuoltojärjestelmät kuntoon. Muovien kierrätykseen ollaan panostamassa tosissaan mm. suurten brändien mukaan tulon myötä. Biopohjaiset muovit ovat tulevaisuutta, mutta tällä hetkellä niiden osuus kokonaistuotannosta on vielä alle prosentti. Niihin liittyy siten erinomainen liiketoimintapotentiaali, joskin öljypohjaisten muovien

Muovien kierrätykseen ollaan panostamassa tosissaan mm. suurten brändien mukaan tulon myötä.

korvaaminen kokonaan biopohjaisilla materiaaleilla vienee vielä kymmeniä vuosia.

Päivän lopuksi Materiaaliopin laboratorion tutkijat ja professorit esittelivät esimerkkejä laboratorion tutkimustoiminnasta ja sen tuloksista. TKT **Matti Järveläinen** kertoi kolloidisten liuosten tutkimuksesta, joka alkoi keraamisten materiaalien pitkäaikaiskestävyyden tutkimuksesta ja johdatti kolloidisten liuosten karakterisointiin keskittyvän ColloTEK spin-off -yrityksen perustamiseen vuonna 2017. Asst.prof. **Essi Sarlin** puolestaan esitteli polymeerimateriaalien tutkimusta ja mm. grafeenioksidin käyttöä polymeeriseosten valmistamisessa, komposiittimateriaalien kierrätystä sekä

muisti- ja faasimuutosmateriaalien käyttöä voimansiirrossa ja –tuotossa. Asst.prof. **Gaurav Mohanty** esitteli nanomittakaavan materiaalitestausta ääriolosuhteissa kuten muuttuvissa lämpötiloissa ja suurilla muodonmuutosnopeuksilla; esim. keraamisten materiaalien välisten rajapintojen murtumissitkeyttä voidaan testata viiden nanometrin välein 200 mikrometrin matkalla. Mittauslaitteisto on elektronimikroskoopin sisällä, joten myös *in situ* -analysointi onnistuu.

Päivän päätössanoissaan professori **Minnamari Vippola** totesi materiaalien olevan sekä mahdollistajia että (joskus) rajoittavia tekijöitä. Mahdollisuuksien selvittämisessä ja hyödyntämisessä yhteistyö on olennaista. Hän esitteli lyhyesti myös TTY:n yhteyteen perustetun Tampereen Mikroskopiakeskuksen, joka palvelee huipputyökaluilla laitevarustuksellaan koko uutta Tampereen yliopistoa ja sen yhteistyöverkostoa. Hän päätti päivän tulevan yliopiston mukailtuun tunnuslauseeseen: Ihminen ratkaisee – materiaali merkitsee. ▲



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

Viiteluettelo sivulta 55

- Provis, John L., Angel Palomo, ja Caijun Shi. 2015. "Advances in understanding alkali-activated materials". *Cement and Concrete Research*, Keynote papers from 14th International Congress on the Chemistry of Cement (ICCC 2015), 78, Part A (joulukuuta): 110–25. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.04.013>.
- Viani, A., A. Radulescu, ja M. Pérez-Estébanez. 2015. "Characterisation and development of fine porosity in magnesium potassium phosphate ceramics". *Materials Letters* 161: 628–30. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2015.09.056>.
- Wagh, Arun. 2004. *Chemically Bonded Phosphate Ceramics*. 1. p. Argonne: Elsevier.
- Wagh, Arun S, ja Seung Y Jeong. 2003. "Chemically Bonded Phosphate Ceramics: I, A Dissolution Model of Formation". *Journal of the American Ceramic Society* 86 (11): 1838–44. <https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.2003.tb03569.x>.
- Yang, Quanbing, ja Xueli Wu. 1999. "Factors influencing properties of phosphate cement-based binder for rapid repair of concrete". *Cement and Concrete Research* 29 (3): 389–96. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(98\)00230-0](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(98)00230-0).
- Zhang, Lianyang. 2013. "Production of bricks from waste materials – A review". *Construction and Building Materials* 47 (lokakuuta): 643–55. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.05.043>.



Gepopolymeerit ovat betonin kaltaista materiaalia, jota voidaan valmistaa teollisuuden sivuvirroista.

Geopolymeerien maailmanvalloitus

Geopolymeerejä on ehdotettu viime vuosina ratkaisuksi sementinvalmistuksen aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen hillitsemiseen. Perinteiseen sementtiin verrattuna geopolymeeristä valmistetun betonin on laskettu vähentävän hiilidioksidipäästöjä jopa 80 %. Vaikka geopolymeerit eivät pysty kokonaan korvaamaan sementtiä, niillä on kuitenkin paikkansa kiertotalousyhteiskunnassa.

TEKSTI: **MIRJA ILLIKAINEN, PÄIVÖ KINNUNEN JA JUHO YLINIEMI**
OULUN YLIOPISTO, KUITU- JA PARTIKKELITEKNIIKAN TUTKIMUSYKSIKKÖ
KUVAT: **TERO LUUKKONEN**

Alkaliaktiivointi tekee sivuvirroista sementtiä

Useat mineraaliset teollisuuden sivuvirrat voidaan muuttaa alkaliaktiivoinnin avulla betonin tapaiseksi materiaaliksi, geopolymeeriksi. Geopolymeerin syntymisen edellytyksenä on, että materiaali sisältää reaktiivista alumiinia ja piitä. Myös muut yleisesti esiintyvät alkuaineet kuten kalium, rauta ja magnesium voivat osallistua reaktioihin. Reaktiivisuus tarkoittaa sitä,

että alkuaineet ovat alkalisissa olosuhteissa liukoisessa muodossa; alkaliaktiivoinnin aikana alkuaineet liukenevat ja muodostavat uusia yhdisteitä, jolloin materiaali kovettuu betonin tavoin.

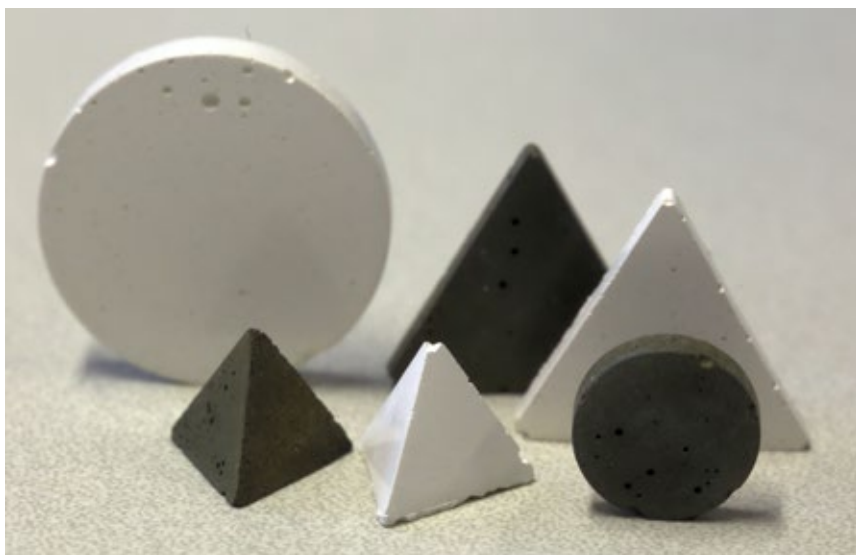
Edellä mainitut viisi alkuainetta ovat maankuoren yleisimmät alkuaineet ja ne muodostavat hapen ja alkalien kanssa 99% maankuoresta. Kun maankuoresta louhituista mineraaleista jalostetaan erilaisiin käyttökohteisiin, teollisissa prosesseissa syntyy

sivutuotteena materiaalia, joka sisältää pääasiassa näitä alkuaineita. Myös kivihillen, puun ja jopa jätteen poltossa syntyvä tuhka koostuu pääasiassa samoista alkuaineista.

Parhaita raaka-aineita geopolymeerien valmistukseen ovat korkealämpötilaprosesseissa muodostuneet teollisuuden sivuvirrat: metalliteollisuuden kuonat ja energiateollisuuden tuhkat tai vaikkapa jätteeksi päätyvä mineraali- ja lasivilla. Näiden materiaalien kemiallinen koostumus on



Geopolymeeritutkimuksessa käytetään yleisesti samoja standardimenetelmiä kuin betonin valmistuksessa (yllä). Materiaalin ominaisuudet, kuten lujuus, tiheys ja väri, riippuvat lähtöaineen ominaisuuksista (alla).



sopiva alkaliaktivointiin, ja korkeassa lämpötilassa syntyessään materiaali on jäänyt atomirakenteeltaan epäjärjestyneeseen, helposti liukenevaan muotoon. Myös jotkut neitseelliset raaka-aineet kuten kaoliini ovat lämpökäsittelyn jälkeen soveltuvia materiaaleja geopolymeerien valmistukseen.

Pyramidit ja 1970-luvun Suomi

Vaikka geopolymeeritutkimusta tehdään tällä hetkellä kuumeisesti, kysymys ei ole uudesta keksinnöstä. Alkaliaktivoinnin hyödyntäminen sementtimäisten materiaalien valmistuksessa aloitettiin Ukrainassa jo 1950-luvulla, ja ensimmäinen maininta kirjallisuudessa on jo 1800-luvun lopulta. Tuolloin reaktioiden ja syntyneiden ma-

terialien ymmärtämiseksi hyödynnettiin olemassa olevaa tietoa luonnonkivien rakenteesta ja syntymekanismeista. Tutkimus kiihtyi Euroopassa 1970-luvulla, jolloin ranskalainen tutkija Joseph Davidovits nimisi materiaalin ensimmäistä kertaa geopolymeeriksi. Samoihin aikoihin aiheeseen liittyvää kehitystyötä tehtiin myös Suomessa. Yksi alan pioneereista on suomalainen Bob Talling, joka kehitti geopolymeerireseptejä terästeollisuuden sivuvirroista. Vaikka kehitetyt tuotteet eivät päätyneet markkinoille asti, geopolymeereistä valmistettuja viemäriputkia on edelleen käytössä Oulun seudulla, ja Tallingin oman talon geopolymeereistä valmistettu tiilikatto on vieläkin hyvässä kunnossa.

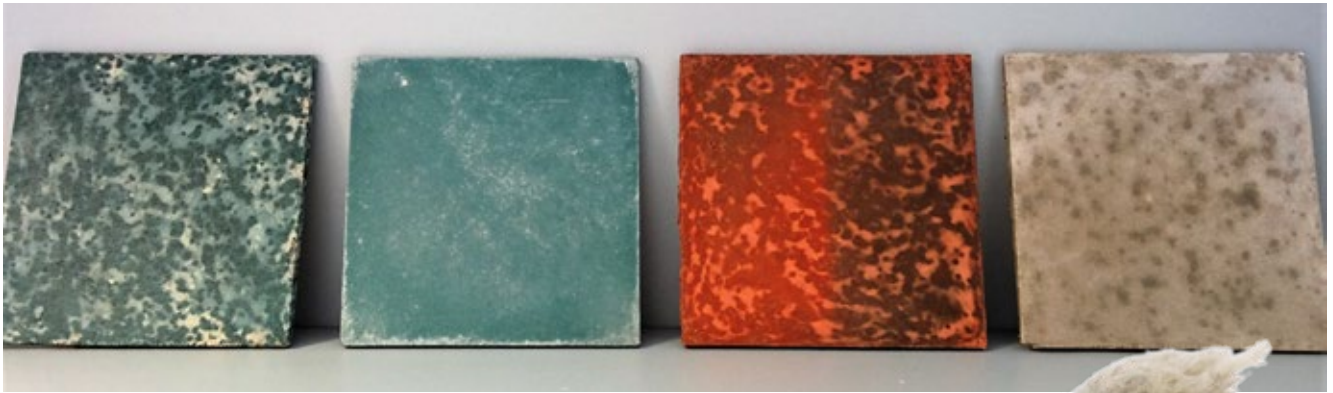
Geopolymeerien historia ulottuu kenties kuitenkin paljon pidemmälle. Tutkimuksissa on löytynyt viitteitä siitä, että muinaiset roomalaiset rakennukset olisi valmistettu geopolymeerien tyyppistä sementeistä. Sementin raaka-aineena hyödynnettiin tuolloin tulivuorten tuhkaa. Esimerkiksi Rooman Colosseum tai Pantheonin temppeli ovat vielä 2000 vuoden jälkeen hämmästyttävän hyvässä kunnossa, ja molemmat on rakennettu raudoittamattomasta betonista. Vastaavaan suoritukseen ei moderni sementti pysty, ja nykyisten betonirakennusten käyttöiäksi määritellään 50 vuotta. On olemassa myös teoria siitä, että osa Egyptin pyramidien kivistä olisi louhimisen sijaan valettu geopolymeerisementistä: sopivia lähtöaineita on löytynyt kuljetusmatkan etäisyydeltä, ja tutkimukset Gizan pyramidin ulkokerroksista ovat osoittaneet, että materiaalin mikrorakenne on täysin geopolymeeria vastaava.

Geopolymeerit eivät korvaa sementtiä kokonaan

Vaikka geopolymeereihin kohdistuu suuria odotuksia hiilidioksidipäästöjen hillitsijänä, geopolymeerit eivät tule korvaamaan sementtiä lähivuosikymmenten aikana. Betoni on maailman käytetyin materiaali veden jälkeen, ja sementin vuotuinen kulutus on

Rakkaalla lapsella on monta nimeä

Geopolymeerimateriaaleja kutsutaan tieteellisessä kirjallisuudessa niin monella eri nimellä, että kokeneempikin tutkija hämmentyy. Geopolymeerin lisäksi materiaalia nimitetään esimerkiksi alkaliaktivoituksi materiaaliksi, aktivoituksi sementiksi, F-sementiksi, geosementiksi ja alkalisementiksi. Terminologian käytöstä on tiedemaailmassa käynnissä kiivas väittely, eikä yhteisymmärrystä terminologiasta näytä syntyvän. Yleisimmin hyväksytty kaiken kattava yleistermi on alkaliaktivoitu materiaali, ja geopolymeerilla voidaan silloin viitata pelkästään natriumista, alumiinista ja piistä valmistettuihin aluminosilikaatteihin. Kuitenkin geopolymeeri on vakiintunut yleistermi kaupallisissa yhteyksissä ja yleistajuisissa kirjoituksissa, jonka vuoksi sitä käytetään sellaisena tässäkin jutussa.



Oulun yliopistossa valmistettuja keraamimaisia geopolymeerilaattoja.

noin 3,8 miljardia tonnia (3 800 000 000 000 kg); lisäksi sen käyttö kasvaa erityisesti kehittyvissä maissa. Geopolymeerien valmistukseen soveltuvien teollisuuden sivuvirtojen määrä on vain murto-osa, ehkä parhaimmillaankin vain viidesosa, tarvittavan sementin määrästä. Lisäksi geopolymeerien globaalia vallankumousta hidastavat sivuvirtojen vaihteleva laatu, logistiset kysymykset ja standardien puute.

Standardien puute hidastaa geopolymeerien kaupallista hyödyntämistä erityisesti Euroopassa, jossa rakennusteollisuuden standardointi perustuu sementin kemiaan sen ominaisuuksien asemesta. Standardit määrittelevät, minkälainen betonin kemiallisen koostumuksen täytyy olla ja kuinka paljon mukana täytyy olla perinteistä Portland-sementtiä. Vaihtoehtoisia materiaalin suorituskykyyn pohjautuvia standardeja on käytössä ainakin Australiassa, jossa geopolymeerien kaupallinen hyödyntäminen on paljon pidemmällä kuin meillä. Onneksi myös Euroopassa on herätty asiaan. Iso-Britanniassa on julkaistu pari vuotta sitten ensimmäinen materiaalin suorituskykyyn perustuva standardi, joka

mahdollistaa geopolymeerimateriaalien hyödyntämisen erilaisissa betonituotteissa.

Varhaisimmat kaupalliset geopolymeerit löytyvät Ukrainasta ja Venäjältä, mutta Australia on viime vuosituhaten lopulla ottanut johtoaseman geopolymeerien kaupallistamisessa. Australiassa geopolymeeribetonia on jo pitkään hyödynnetty jalkakäytävien, parkkipaikkojen ja tienreunusten materiaalina. Viime vuosien aikana materiaalia on käytetty myös monissa huomattavasti vaativammassa kohteissa. Viisi vuotta sitten valmistuneessa Queenslandin yliopistorakennuksessa hyödynnettiin geopolymeereistä valmistettuja välipohjalaattoja. Vuotta myöhemmin Brisbanen West Wellcamp- lentokentän rakentamiseen käytettiin noin 40 000 kuutiometriä geopolymeeribetonia. Vastaavia suuria geopolymeeripohjaisia urakoita on tehty viime vuosina myös Etelä-Afrikassa, jossa on valettu mm. tuulivoimaloiden perustuksia geopolymeeribetonista.

Euroopassa geopolymeerien kaupallinen hyödyntäminen on vasta käynnistymässä. Hollannissa on käynnissä useita projekteja



Myös mineraalivilla soveltuu geopolymeerien lähtöaineeksi.

pyöriteiden ja liikenneympyröiden valami-seksi geopolymeeristä. Myös Suomessa on kiinnostusta saattaa geopolymeerituotteita markkinoille. Ensimmäiset esikaupalliset demonstraatiot geopolymeeripohjaisista äänieristemateriaaleista on jo tehty.

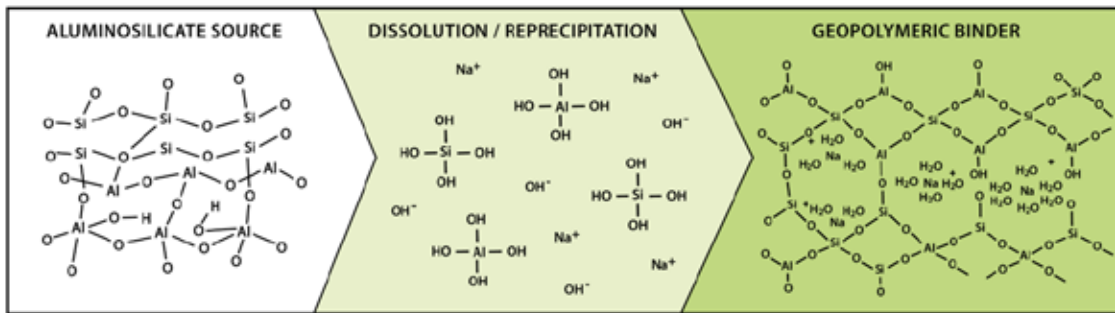
Paikallinen kiertotalouden ratkaisu

Vaikka geopolymeerit eivät ratkaisekaan globaalia sementin valmistukseen liittyvää hiilidioksidikysymystä, geopolymeereillä on kuitenkin paikkansa kiertotalousyhteiskunnassa. Paikallisesti geopolymeerit voivat korvata sementin käytön kokonaan, mikä pienentää hiilidioksidipäästöjä paitsi sementin käytön vähenemisen myötä, myös vähenyneen kuljetuksen kautta. Jättemateriaalien ja sivuvirtojen saattaminen hyötykäyttöön pienentää myös kaatopaikoille ja läjitykseen päätyvän materiaalin määrää.

Geopolymeerien käyttöä puoltavat myös muut näkökulmat. Geopolymeereistä voidaan niiden monipuolisesta kemiasta johtuen valmistaa betonia, joka on kestävä ja lujaa, mutta myös erittäin painavaa, erittäin kevyttä tai jopa taipuisaa. Nämä ominaisuudet tekevät geopolymeereistä kiinnostavan materiaalin erikoissovelluksiin, tuulimyllyjen perustuksiin, eristemateriaaleihin tai muovivaikoksi materiaaliksi. Geopolymeereistä voidaan valmistaa myös betonia,

Geopolymeeritutkimus Oulun yliopistossa

Professori Mirja Illikaisen johtama tutkimusryhmä keskittyy teollisuuden sivuvirtojen kierrätykseen ja hyödyntämiseen geopolymeereissä ja muissa sementtiä korvaavissa sideaineissa. Viidentoista henkilöön tutkijajoukko tavoittelee kansainvälisesti huipputasoisista tieteellistä tutkimusta ja samanaikaista tutkimustulosten kaupallistamista yhteistyössä yritysten kanssa. Tutkimusryhmä on ensimmäisten viiden vuoden aikana julkaissut yli 30 tieteellistä artikkelia ja tehnyt yhteistyötä yli 40 yrityksen kanssa. Ryhmän erikoisosaamista on mm. biotuhkien, mineraaliviljaläjätteen ja rikastushiekköjen hyödyntäminen geopolymeerimateriaaleissa. Tutkimusryhmän tavoitteena on saavuttaa merkittävä asema kansainvälisessä tiedeyhteisössä ja edistää kiertotalouden toteutumista Suomessa ja maailmalla.



Geopolymeerien kovettuminen perustuu piin ja alumiinin kemiaan. Silikaatti- ja aluminaattiryhmät liukenevat alkalisissa olosuhteissa ja kovettuvat kestäväksi sideaineeksi.



Geopolymeerit valmistetaan sekoittamalla teollisuuden mineraalisia sivuvirtoja, esimerkiksi tuhkaa tai kuonaa, sekä korkean pH:n alkaliliuosta, kuten vesilasia.

jolla on erinomainen happojen ja kemikaalien kestävyys. Tämä ominaisuus tekee materiaalista kiinnostavan mm. viemäriputkiin, maatalouden käyttöön tai perustuksiin happamassa maaperässä.

Geopolymeereillä on betonin lisäksi myös muita sovelluksia kuten vedenpuhdistuksessa käytettävät adsorbentit, katalyyttien tukirakenteet tai tulenkestävät komposiitit. Vaativat sovellukset edellyttävät lähtöaineiltä puhtautta, tarkasti säädeltyä kemiallista koostumusta ja tasaista laatua, jonka vuoksi kaikki teollisuuden sivuvirrat eivät sovellu näiden tuotteiden valmistukseen.

Kaivosteollisuuden sivuvirrat tulevaisuuden sementti?

Vaikka korkeassa lämpötilassa syntyneet teollisuuden sivuvirrat ovat parhaita materiaaleja geopolymeerien valmistukseen, myös muiden materiaalien käyttöä tutkitaan. Kaivosteollisuuden rikastushiekat ovat kiinnostava lähtöaine geopolymeerien valmistukseen niiden tasaisen kemiallisen koostumuksen, hienojakoisuuden sekä suurten volyymien vuoksi. Vaikka rikastushiekat ovat kiteisiä ja sen vuoksi heikosti reaktiivisia, materiaalin hienojakoisuus ja

korkea ominaispinta-ala edistävät komponenttien liukoisuutta alkalisissa olosuhteissa geopolymeerien valmistuksen aikana.

Rikastushiekkoihin liittyvä geopolymeeritutkimus on käynnistynyt vasta tällä vuosituhannella. Pääasiassa tutkimusta on tehty Portugalissa volframikaivoksen rikastushiekalle, joka sisältää huomattavan määrän kaoliinia. Korkean kaoliinipitoisuuden vuoksi rikastushiekka on lämpökäsittelyn jälkeen soveltuva materiaali geopolymeerien valmistukseen. Tutkimusta rikastushiekkojen hyödyntämisestä on tehty myös muualla, mutta näissä tutkimuksissa rikastushiekkaa ei ole geopolymeerisoitu sellaisenaan, vaan se on sekoitettu reaktiivisemmän materiaalin, tyypillisesti masuunikuonan kanssa.

Rikastushiekkojen reaktiivisuus on riippuvainen materiaalin mineralogiasta. Alustavat tutkimukset ovat osoittaneet, että erityisesti silikaattimineraaleja sisältävät rikastushiekat ovat sellaisenaan potentiaalisia raaka-aineita geopolymeerien valmistukseen. Rikastushiekoilla on mineralogias- ta riippuen myös kyky sitoa ilmakehän hiilidioksidia itseensä. Tämä ominaisuus yhdistettynä geopolymeerireaktioihin voi

tulevaisuudessa tehdä rikastushiekoista sementtiä korvaavan materiaalin. Silloin puhutaan sivuvirroista, joiden volyymi on maailman mittakaavassakin riittävällä tasolla korvaamaan vaikka kaikki maailman sementti. ▲





Seminaariyleisö kuunteli hievahtamatta päivän esityksiä.

Alumiini on aito asia

Alumiinipäivät Tampereella 01.-02.11.2018

Teknologiateollisuus ry:n Alumiinituotteet-toimialaryhmän vuotuiset Alumiinipäivät järjestettiin Tampereen Solo Sokos Hotel Tornissa 01.-02.11.2018. Päivien teemana oli alumiini kuluttajatuotteissa ja sitä käsiteltiin muun muassa erilaisten esimerkkien kautta. Näyttelyssä oli mahdollisuus tutustua sekä alumiinituotteisiin että niiden tuotantotekniikoihin. Päivillä oli mukana lähes 70 osanottajaa, jotka verkottuivat keskenään sekä ensimmäisen päivän iltana cocktail-tilaisuudessa että toisena seminaaripäivänä.

TEKSTI JA KUVAT: **TUOMO TIAINEN**

Seminaaripäivän avannut toimialaryhmän puheenjohtaja **Mika Korkea-aho**, Mäkelä Alu Oy, toteaa, että alumiinin käytössä Suomessa on kasvun varaa: vuotuinen kulutus on tasolla 20 kg/henkilö, kun se esim. Ruotsissa on luokkaa 30 kg/henkilö. Alan kehitys näyttää tasaiselta ja kaikilla toimijoilla on positiivinen mieli suhtautumisessa ensi vuoteen. Ammattilaisten heikko saatavuus tuotantoon on eräs tulevaisuutta varjostava tekijä. Hän kertoi myös opiskelijoille suunnatusta AluINNO-kilpailusta, jossa etsitään alumiinin etuja hyödyntävää

Alan kehitys näyttää tasaiselta ja kaikilla toimijoilla on positiivinen mieli suhtautumisessa ensi vuoteen.

innovaatiota. Kilpailuaika päättyy 30.9.2019. Lisätietoja kilpailusta antaa Arto Kivirinta, Teknologiateollisuus ry (arto.kivirinta@teknologiateollisuus.fi).

Teknologiateollisuus ry:n pääekonomisti **Jukka Palokangas** totesi teknologiateollisuuden suhdannekatsauksessaan, että globaali tilanne on haastava ennustamisen näkökulmasta. Talouskasvu Euroopassa on hidastumassa, eikä maailman teollisuustuotanto ei ole kasvanut loppuvuoden 2017 jälkeen muualla kuin Yhdysvalloissa. Kauppasodan vaikutukset eivät vielä näy, mutta tilanne todennäköisesti muuttuu jatkossa.



Teknologiateollisuus ry:n pääekonomisti Jukka Palokangas esitti realistisen kuvan maamme talustilanteesta.



Creative Director ja CEO Anniina Verkkomäki, Omuus Oy, puhui muotoilun merkityksestä kuluttajatuotteissa.



Teknologiateollisuus ry:n Alumiinituotteet-toimialaryhmän puheenjohtaja Mika Korkea-aho, Mäkelä Alu Oy, lausui seminaaripäivän avaus- ja päätössanat.

Suomessa teknologiateollisuus tuottaa 51 % Suomen koko viennistä; liikevaihto on edelleen viiden prosentin kasvussa, mutta kasvu on lähes täysin tuottajahintojen nousun aiheuttamaa. Tänä vuonna teknologiateollisuuden jäsenyrityksissä henkilöstö on kasvanut yli 15 000 hengellä. Uusien tilausten arvo on ilman yhtä merkittävää laivatilausta kääntynyt laskuun, mutta tilauskanta on kuitenkin edelleen erittäin vahva. Telakoiden saamien laivatilauksen osuus kone- ja metalliteollisuuden tilausten kasvusta on luokkaa 80 %. Kannattavuuden kasvu noususuhdanteessa 2012-2018 on ollut hyvin vähäistä, eikä tuottavuus ole samana aikana kasvanut lainkaan. Suomella on mahdollisuuksia, mutta kilpailukyky on avainasemassa niiden hyödyntämisen kannalta.

Senior Analyst **Henry Van**, CRU International Ltd, kuvaili tilannetta alumiinimarkkinoilla täydelliseksi myrskyksi. Alumiinimarkkinat ovat toistaiseksi hyvällä tasolla, mutta volatiliiteetti on suuri johtuen Trumpin, Venäjän ja Kiinan välisestä tilanteesta. Kiinaa lukuun ottamatta investoinnit sulatuskapasiteettiin ovat hyvin vähäisiä; nykyisellä hintatasolla puolet alumiinisulatoista tekee tappiota ja kapasiteettivähennyksiä on toteutettu tai suunnitteilla suurissa tuottajamaissa. Investointien kääntymisen nousuun edellyttää alumiinin hinnan nousua. USA:n politiikka tulee määrittämään hintojen kehitystä ja kauppasodan vaikutuksia on vielä vaikea ennustaa.

Metallien kierrätyksessä tehtaalle tulevista romuista ja romujakeista erotellaan ensin ns. uunivalmiit osat, jotka voidaan panostaa suoraan sulatusuuniin.

Kuusakoski Oy:n tehtaanjohtaja **Tuomas Mantere** esitteli yrityksensä kierrätys-toimintaa. Heinolassa sijaitseva Kuusakoski Oy kuuluu Kuusakoski Group -konserniin, jossa on mukana myös alumiinin painevaluja tuottava Alteams Oy. Konsernin päätoimialue on Itämeren ympäristö, mutta toimintaa on myös Englannissa ja Pohjois-Amerikan itärannikolla. Konserni työllistää 2 400 henkilöä. Kuusakoski Oy:n päämielenkiinto on metalleissa, mutta yritys kierrättää myös muovia, puuta ja rakennusjätettä. Metallien kierrätyksessä tehtaalle tulevista romuista ja romujakeista erotellaan ensin ns. uunivalmiit osat, jotka voidaan panostaa suoraan sulatusuuniin. Sen jälkeen romu murskataan vasaratyyppisillä murskaimilla ja syntyvästä murskeesta erotellaan rautapitoinen jae magneettierottimilla. Eri ominaispainoryhmien metallijakeet ku-

ten alumiini ja ei-metalliset jakeet saadaan erilleen upotus-kellutusmenetelmällä ja jäljelle jäävän ns. raskaan osan erottelu eri jakeisiin tapahtuu mm. konenäköä ja röntgenanalyysitekniikkaa käyttäen. Alumiini sulatetaan tehtaan omassa sulatossa, seostetaan, sulakäsitellään ja myydään harkkoina asiakkaille. Alumiinin tuotanto Kuusakoski Oy:ssä on 25 000 tonnia vuodessa. Tehtaalla on menossa erotteluprosessiin sekä jätteiden käsittelyyn keskittyvä 13 miljoonan euron investointiohjelma, jonka puitteissa tehtävät investoinnit valmistuvat kesään 2019 mennessä.

Omuus Oy:n Creative Director ja CEO **Anniina Verkkomäki** puhui muotoilun merkityksestä kuluttajatuotteissa. Hänen mukaansa designin rooli yrityksissä on muuttunut; olennaista on nykyään kuluttajan ongelmien tunnistaminen ja niihin reagointi. Nykypäivän suurimmat kuluttajaikäpolvet eivät välitä teknologiasta, vaan siitä, mitä brändi tai tuote saa heidät tuntemaan. Halutuinta on intuitiivinen ja nopeasti toimiva teknologia; sen tuottavat teknologiset ratkaisut ovat sivuosassa. Tätä kautta vihreämmät, turvalliset ja henkilökohtaisen kontaktin antavat brändit tulevat halutuiksi. Brändeiltä vaaditaan yhä enemmän vastuullisuutta, joka antaa tilaa myös materiaalilähtöiselle brändi-identiteetille. Alumiinin kohdalla tämä voi johtaa myös tuotantotekniikkalähtöiseen brändi-identiteettiin; esimerkkinä ovat vaikkapa suolakapuristetusta alumiinista valmistetut >

Nykypäivän suurimmat kuluttajakäpölvät eivät välitä teknologiasta, vaan siitä, mitä brändi tai tuote saa heidät tuntemaan.

tuotteet. Materiaalilähtöinen tuotesuunnittelu on nousemassa yhä tärkeämmäksi brändi-identiteetin ja sen tuntemusperustan kannalta.

Tuoteryhmäpäällikkö **Miika Jaatinen**, Tikli Group Oy, kertoi alumiinista oman yrityksensä kuluttajatuotteissa. Vimpelissä sijaitseva yritys on perustettu 1988 ja sen tuotteita ovat teollisuusovet ja -ikkunat, tikastuotteet sekä alumiiniset Mitax-vesiväät. Yrityksessä on 50 työntekijää, sen liikevaihto on 10 miljoonaa euroa ja yritys on investoimassa vahvasti alumiinin jatkojalostukseen. Brändin rakentamisessa myymälätelineillä ja ”fiilikuvilla” on tärkeä merkitys. Uutena tuoteryhmänä ovat sandwich-rakenteisiin soveltuvat nauhaikkunat, jotka voidaan asentaa panelien asentamisen yhteydessä.

Inhan tehtaat Oy Ab:n tuotekehitysjohtaja **Anders Kurten** puhui alumiinista veneenrakennusmateriaalina. Inhan tehtaat on perustettu vuonna 1841 ja sen palveluksessa on nyt 150 henkilöä. Ensimmäiset alumiiniveenet valmistettiin Kellokosken tehtailla vuonna 1955. Nyt yritys on Euroopan suurin alumiiniveneiden tuottaja ja valmistaa yli puolet Pohjoismaissa myytävistä alumiinisista perämoottoriveeneistä. Buster-brändi lanseerattiin 1976 ja mallisto käsittää nyt 19 venettä aina kymmenen metrin kokoluokkaan asti. Perämoottoritehot ovat vastaavasti kasvaneet; Yamahamalliston suurimman perämoottorin teho on nyt 425 hevosvoimaa. Yamarin Cross-hybridiveeneissä on alumiininen runko ja lasikuituiset kansirakenteet. Kurtenin mukaan Suomen veneteollisuus ei myy veneitä, vaan unelmia. Kiinnostavaa on se, mitä alumiinista voidaan tehdä asiakkaille. Kilpailukykyä ajatellen kisaa ei käydä asiakkaiden rahasta, vaan vapaa-ajasta ja parempien veneiden sijasta halutaan helpompia veneitä. Tätä silmällä pitäen yritys on lanseerannut BusterQ-tuoteperheen, joka liittyy veneet IoT- maailmaan.



Tulevaisuustutkija Ilkka Halava, Future Works Oy, puhui muun muassa datan tuottamisen ja hallinnoinnin roolista tulevaisuuden haasteisiin vastattaessa.

Aktiivisia tarkkailukaiuttimia valmistava Genelec Oy on Team Leader **Jaakko Nisulan** mukaan alansa markkinajohtaja maailmassa. Iisalmessa sijaitseva yritys on perustettu 1978, se työllistää 150 henkilöä ja liikevaihto on 30 M€. Tytäryhtiöt ovat USA:ssa, Kiinassa ja Japanissa. Alumiini tuli Genelecin tuotteisiin vuonna 1988 ja ensimmäiset painealletut kaiutinrungot otettiin käyttöön 1996. Alumiinin ja paineivalun etuina kaiutinrakentamisessa ovat mm. muotoilun vapaus, ohutseinämäinen ja jäykkä rakenne, lämmönjohtavuus, häiriösuojaus, kierrätettävyyys ja kypsä valmistustekniikka. Haasteita tuovat mukanaan valun vaikeutuminen ohutseinämäisiä ja suurehkoja, hyvin visuaalisia kappaleita valettaessa, muottikustannukset ja muottien toimitusajat, muutosten tekemisen vaikeus ja tarvittavien pintakäsittelyjen määrä. Toimittajaverkko Suomessa on myös ohut ja

muottiosaaminen kuihtumassa. Tuotteiden pitkä elinkaari ja uusien materiaalien sekä tuotantomenetelmien kartoittamisen kalleus samoin kuin kilpaileviin komposiittimateriaaleihin verrattuna pienempi riippuvuus materiaalitöittäjistä puoltavat alumiinin käyttöä jatkossakin. Sopivien kumppanien löytyminen on kuitenkin elintärkeää.

Päivän päätteeksi tulevaisuustutkija **Ilkka Halava** Future Works Oy:stä etsi vastauksia kysymyksiin: Mihin maailma on menossa? Mihin muutostrendeihin yritysten pitäisi varautua? Meneillään on murrosaika: ihmiskunta ottaa käyttöön uusia tuotantomenetelmiä ja -tapoja. Nykyisellä menolla seitsemän miljardia ihmistä on liikaa maapallolle. Vaihtoehtoina ovat joko väen vähentäminen, elämäntyylin muuttaminen takaisinpäin tai toimintajärjestelmien muuttaminen siirtymällä datatalouden ja älykkään ympäristön aikakauteen. Esimerkiksi nykyiset liikennesuoritteet voidaan tuottaa kymmenesosalla olemassa olevasta automäärästä. Meillä on olemassa tehokas ja kattava logistiikkajärjestelmä, jota ei kuitenkaan hyödynnetä, koska siitä puuttuu älykkyys: autojen takakontit eli tavaratilat. Kaikissa hankkeissa on lopulta kysymys datan tuottamisesta ja sen hallinnoinnista.

Yritysten ja tuotteiden elinkaarisyklit ovat nopeutumassa. Vuonna 2000 Fortune 500 -listalla olleista maailman suurimmista yrityksistä 52 % on jo lopettanut toimintansa. On lopetettava arvailu ja itse tehtyjen työkalujen pelkääminen. Maapallon kestäkykyä voidaan parantaa rakentamalla kaupungit nykyistä korkeammiksi; tämä asettaa haasteita myös materiaaleille. Esimerkiksi alumiinia voitaisiin hyödyntää rakentamalla keveitä ja helposti liikuteltavia asuinrakennuksia. Tällä tavoin voitaisiin mm. alentaa suurten kaupunkien korkeita elinkustannuksia. Ilkka Halava päätti esityksensä iskusanoihin: ÜBER yourself before you get KODAKed, jotka sopivat hyvin tulevaisuuden ohjenuoraksi. ▲

Alumiinin ja paineivalun etuina kaiutinrakentamisessa ovat mm. muotoilun vapaus, ohutseinämäinen ja jäykkä rakenne, lämmönjohtavuus, häiriösuojaus, kierrätettävyyys ja kypsä valmistustekniikka.



Yleisö verkottui seminaarin kahvituolla.

Kilpailukykyä 3D-tulostuksella

Vuorimiesyhdistyksen metallurgijaoston syysseminaari Tampereella

Metallurgijaoston syysseminaari järjestettiin 20.11.2018 iltapäiväseminaarina teemana metallien ja keraamien 3D-tulostus. Seminaariosuus pidettiin VTT:n tiloissa osoitteessa Visiokatu 4 ja sen jälkeen tutustuttiin TTY:n 3D-laboratorioihin Konetalossa. Seminaarisäntänä oli Smart Machines and Manufacturing Competence Centre SMACC. Seminaariin osallistui kaikkiaan 27 henkilöä.

TEKSTI JA KUVAT: TUOMO TIAINEN

SMACC –uusi valmistusteknologisen tutkimuksen ekosysteemi

Seminaarin avasi puheenjohtajana toiminut tiimipäällikkö **Satu Tuurna**, VTT. Isäntäorganisaatio SMACC:in esitteli erikoisasiantuntija **Päivi Mikkonen** VTT:ltä. SMACC on VTT:n ja TTY:n yhdessä perustama ekosysteemi, joka tarjoaa uuden ja ketterän toimintatavan tieteellisen pätevyyden ja SME-suunnatun palvelukulttuurin yhdistämiseksi ja tutkimusinfrastruktuurin parantamiseksi. Kolme vuotta sitten perustetun puolueettoman toimijan tavoitteina ovat viennin edistäminen, kansainvälisesti kilpailukykyisen osaamiskeskittymän rakentaminen, valmistavan teollisuuden edis-

täminen sekä yritysten ja tutkimuslaitosten välisen yhteistyön syventäminen.

Strategian fokusalueina ovat digitalisaation integrointi valmistukseen, palveluihin, suunnitteluun ja mallinnukseen sekä laadun johtamiseen, huolto ja elinkaaren hallinta, ainetta lisäävä valmistus sekä robotisaatio ja automaatio. Kotimaista yhteistyötä tehdään sekä SME-yritysten että ammattikorkeakoulujen kanssa Pirkanmaata laajemmalla alueella. Kansainvälisessä yhteistyössä SMACC toimii EU-projekteissa yhtenä Innovation Hub –partnerina EU:n KET (Key Enabling Technologies) –alueella Advanced Manufacturing Technologies. Käynnissä olevia projekteja ovat mm. ainetta lisäävät

valmistusmenetelmät, autonomisen sukelusrobotin kehittäminen veden täyttämien kaivosten tutkimiseen sekä etähallintasystemien kehittäminen fuusioreaktorin polttoainehuoltoon.

Metallituotteet tulostetaan useimmiten jauheista

Erikoistutkija **Juha Lagerbom** VTT:ltä esitteli metallijauheiden valmistusta ja 3D-tulostuksen metallijauheille asettamia vaatimuksia. Metallijauheiden toimitukset ovat tällä hetkellä arvoltaan noin 10 Mrd. €/vuosi ja markkinat ovat rajussa kasvussa. Jauhe ja sen oikea käsittely ovat keskeisessä asemassa 3D-tulostetun metalliosan laadun



Tutkija Tuomas Riipinen, VTT, esitteli metallien 3D-tulostuksen teknologiaa, materiaaleja, sovellusalueita ja tulevaisuuden näkymiä.



Tutkimusapulainen Teemu Vastamäki, TTY, keraamien 3D-tulostuslaitteen vierellä.

tuottamisessa. Jauheiden valmistusmenetelmänä yleisimpiä ovat kaasuatomisointi (volyymltaan suurin), ilma- ja vesiatomisointi sekä sintraus ja murskaus.

Jauheille asetettavista vaatimuksista keskeisimpiä ovat oikea koostumus, puhkaus, juoksevuus ja pakkautuvuus. Kaksi viimeksi mainittua ovat jossain määrin toisilleen vastakkaisia ominaisuuksia. Jauheen partikkelimuodon tulee olla mahdollisimman pyöreä ja partikkelikokojakauman kapea. Partikkelimuotoa voidaan tarvittaessa pyöristää RF-plasmakäsittelyllä. Jauheiden valmistuksessa ja käsittelyssä tärkeitä ovat hapettumisen estäminen ja oikea säilyttäminen. Ennen tulostimeen laittamista jauhe

on usein tarpeen kuivata, koska kostumisen vaikuttaa välittömästi juoksevuuteen. Jauheiden hinnat ovat välillä 150-700 €/kg materiaalista riippuen. VTT pystyy tarjoamaan koko jauheen valmistusproseduurin testauksineen sekä 3D-tulostukseen liittyviä mallinnuspalveluja.

Tutkija **Tuomas Riipinen**, VTT, käsitteli metallien 3D-tulostuksen teknologioita, materiaaleja, sovellusalueita ja tulevaisuuden näkymiä. Päämenetelmät tällä hetkellä ovat jauhepetitulostus, sideaineellinen ruisutus (binder jetting), suorakerrostus sekä ohutlevyjen laminointi (sheet lamination). Jauhepetimenetelmällä tulostusnopeus on tyypillisesti 50-100 cm³/h, saavutettavissa

oleva minimi seinämän paksuus on 0,1 mm ja kerralla sintrattavan kerroksen paksuus 20-50 mikrometriä parametreista riippuen. Sintratu materiaalin tiheys on yli 99,5 % vastaavan bulkkimateriaalin tiheydestä. Sintraukseen liittyvä jäähtymisnopeus on suuri, tyypillisesti yli 10⁴ K/s, joten sintrattu materiaali on raekooltaan hienojakoinen. Rakeet ovat muodoltaan venyneitä. Mekaaniset ominaisuudet ovat lämpökäsitellyissä tuotteissa murtovenymää lukuun ottamatta samalla tasolla tai parempia vastaavaan bulkkimateriaaliin verrattuna. Prosessihäiriöitä ja materiaalivikoja voidaan monitoroida prosessin kestäessä.

Suorakerrostuksessa voidaan käyttää erilaisia energialähteitä ja tulostusmateriaalimuotoja, mutta 99% suorakerrostuksesta tehdään käyttäen laseria ja jauhetta. Menetelmä vastaa käytännössä lisäaineellista laserhitsausta. Menetelmälle on ominaista suuri tulostusnopeus, luokkaa 250 cm³/h ja sillä voidaan tuottaa suuria kappaleita. Minimiseinämän paksuus on luokkaa 1 mm, kerralla sulatettava kerrospaksuus on 250 mikrometriä ja monimateriaalikerrostus on mahdollinen. Saavutettava tiheys on tyypillisesti yli 98 % ja mekaaniset ominaisuudet bulkkimateriaaleja vastaavia heikommaksi jäävää murtovenymää lukuun ottamatta. Sideaineellinen jauheruisutus muistuttaa Metal Injection Moulding (MIM) -prosessia ilman muottia. Se on prosessina edellisiä nopeampi, mutta luokkaa kymmeniä prosentteja olevat sintrauskutistumat on otettava suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon. Tuotteiden tiheys on tyypillisesti yli 93 % ja mekaaniset ominaisuudet vastaavia bulkkimateriaaleja heikompia.

Metallien 3D-tulostusta soveltavia teollisuuden aloja ovat ilmailu- ja autoteollisuus (Al, Ti ja teräkset), lääketieteellinen teollisuus (Ti, CoCr) sekä työkaluteollisuus (työkalu- ja maraging-teräkset). Tulevaisuudessa ovat nähtävissä teknologian teollistaminen ja massatuotannon kasvu, valmistusmenetelmien automaation ja integraation lisääntyminen, mallinnuksen ja simuloinnin kasvava hyödyntäminen sekä materiaali- ja prosessikehityksen jatkuminen.

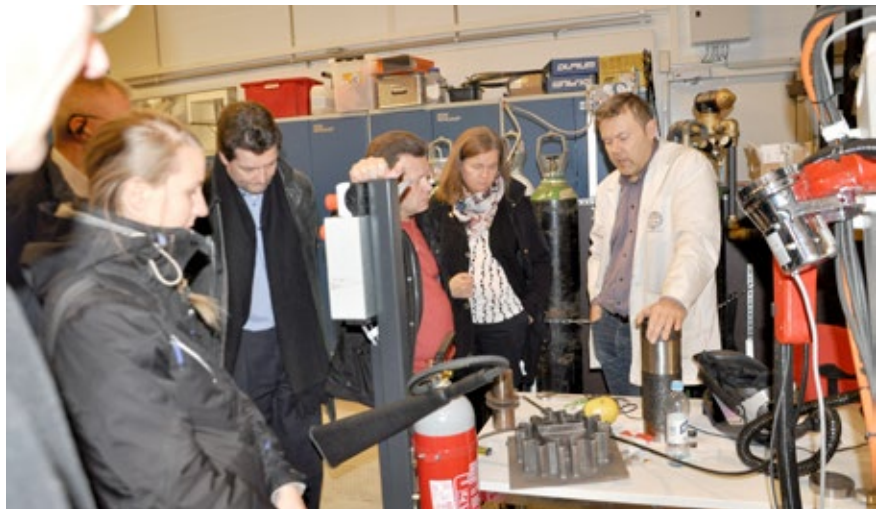
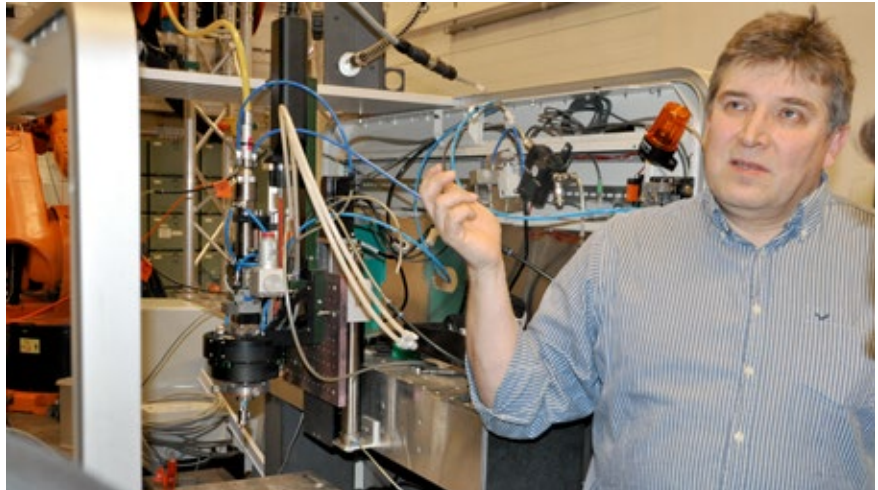
Myös keraameja voidaan 3D-tulostaa Tutkimuspäällikkö **Jorma Vihinen** ja tutkimusapulainen **Teemu Vastamäki**, TTY, esittelivät keraamisten materiaalien 3D-tulostusta. Yleisin ja myös TTY:n käyttämä menetelmä on stereolitografiapohjainen valokovetus altaassa. Siinä valoa läpäisevän altaan pohjalla on valokovettuvasta fotopolymeeristä ja keraamipartikkeleista

Tutkimuspäällikkö Jorma Vihinen, TTY, esitteli käyttöönottovaiheessa olevaa, koaksiaalista langansyöttöä käyttävää metallien 3D lasertulostuslaitteistoa.

Tulevaisuudessa 3D-tulostuksen piiriin on odotettavissa uusia, esim karbidipohjaisia keraamimateriaaleja.

valmistettu liete, joka tasoitetaan haluttuun kerrospaksuuteen pyyhkimellä. Kasvatusalusta lasketaan lietteen päälle ja lietteestä kovetetaan tarvittavat kohdat altaan pohjan läpi. Valotuskuvion tekemiseen käytetään LED-valaisua (UV) ja mikropeiliteknikkaa. Tällä tekniikalla saadaan valotetuksi koko kerros kerralla. Kasvatusalusta nostetaan ylös, altaan pohjalle laitetaan ja tasataan uusi lietekerros ja siitä kovetetaan seuraavaa kerrosta vastaavat kohdat. Prosessi toistetaan, kunnes koko kappale on saatu kovetetuksi.

Jälkikäsitteilyinä ovat tukien poisto ja kappaleen puhdistus ylimääräisestä lietteestä sekä lämpökäsitteilyinä tehtävät esivalmistelu eli polymerisaation loppuun saattaminen, sideaineen poisto ja kappaleen sintraus. Kappale on suunniteltava siten, että kaikkien tukien ja ylimääräisen lietteen poisto saadaan suoritetuksi. Samoin kappaleen kutistuminen sekä polymeerin kovettuessa että kappaletta sintrattaessa on otettava suunnittelussa huomioon. Kovettumiskutistumat ovat sideaineena käytettävästä fotopolymeerityypistä riippuen muutamasta prosentista aina 25 prosenttiin asti ja sintrauskutistumat ovat myös luokkaa kymmeniä prosentteja. Sideaineen poistokäsittely tulee tehdä hitaasti, jotta kaasuntuuvat sideaineet pääsevät poistumaan partikkelien välistä muodostamatta kuplia kappaleen sisälle. Tyypillinen poistokäsittelyn kesto on 100 – 200 tuntia. Laminointuminen eli kovettettujen kerrosten irtoaminen toisistaan on ongelma varsinkin suurempien komponenttien kohdalla.



Tutkijatohdori Jari Tuominen, TTY, esitteli laserhitauspohjaista metallien 3D-lasertulostuslaitteistoa ja tuotettuja kappaleita.

Menetelmällä voidaan valmistaa sekä oksidi- että nitridikeraamikatutustuotteita. Myös hydroksiapatiittikomponenttien valmistaminen biologisiin sovelluksiin on mahdollista. Tuotetut komponentit ovat tyypillisesti pieniä ja niihin voidaan valmistaa kokoluokaltaan 100 mikrometriä olevia yksityiskohtia. Tuotteiden mittatarkkuus on luokkaa $\pm 0.05-0,1$ mm ja tiheys sintrattuna 99 %. Tulevaisuudessa 3D-tulostuksen piiriin on odotettavissa uusia, esim karbidipohjaisia keraamimateriaaleja. Kokonaisvalmistusajan lyheneminen ja laminoinnin väheneminen tekevät jatkossa mahdolliseksi suurempien komponenttien tulostamisen.

Laboratoriokierrokset täydensivät iltapäivän

TTY:n laboratoriokierroksella tutustuttiin sekä käytössä oleviin metallien suorakerrostusmenetelmiin että keraamituotteiden valmistuslaitteisiin. Suorakerrostuksessa

käytössä on päällehitausta vastaava tietokoneohjatulla robotilla toteutettu menetelmä sekä käyttöönottovaiheessa oleva koaksiaaliseen langansyöttöön perustuva lasersulatusmenetelmä. Molemmilla menetelmillä voidaan tehdä sekä muotokappaleita tietyissä rajoissa että pinnoitusta. Keraamien tulostamiseen käytössä on kaksi valokovetuslaitteistoa, pienille komponenteille soveltuva laite sekä uusi, suurempien komponenttien valmistamiseen soveltuva laitteisto.

Voimakkaassa kasvuvaiheessa oleva 3D-tulostusteknologia kiinnosti suuresti seminaarin ja laboratoriokäyntien osanottajia. Keskustelu seminaariesitysten aikana sekä laboratoriokierroksella oli vilkasta ja esitelmöijät sekä laite-esittelijät saivat vastata lukuisiin asiantunteviin kysymyksiin. Nähdyn ja koetun perusteella metallurgit ovat hyvin tietoisia uusista teknologioista ja suhtautuvat tiedonhaluisesti ja avoimesti niiden tarjoamiin mahdollisuuksiin. ▲

Pääaine: Materiaalitiede ja –tekniikka

Toiminnalliset pinnoitteet puhtautta vaativiin kohteisiin

TEKSTI: SAARA SÖYRINKI

Väitöskirjassa valmistettiin ja testattiin antibakteerisia itsepuhdistuvia pinnoitteita. Tutkimuksessa keskityttiin kahdenlaisiin pinnoitteisiin: superhydrofobisiin eli voimakkaasti vettä hylkiviin, hopeaa sisältäviin pinnoitteisiin ja sinkkioksidipinnoitteisiin. Molemmissa tutkituissa pinnoitteissa toiminnalliset ominaisuudet saatiin aikaan pinnoitteen rakennetta ja kemiallista koostumusta muokkaamalla. Tavoitteena oli yhdistää antibakteerisuus, jonka avulla saadaan tuhotuksi pinnalla olevat bakteerit ja itsepuhdistuvuus, joka poistaa orgaaniset jäänteet pinnasta. Tehokkaat antibakteeriset pinnoitteet ovat yksi vaihtoehto bakteerien torjumiseen esimerkiksi sairaalaympäristöissä. Lisäksi itsepuhdistuvuuden avulla voidaan vähentää ympäristöä kuormittavien pesuaineiden käyttöä.

Hopea on laajasti tunnettu antibakteerisista ominaisuuksistaan ja sitä käytetään jo useissa tuotteissa estämässä bakteerien kasvua. Hopean antibakteerinen aktiivisuus perustuu suurelta osin hopeaionien liukenemiseen. Hopeaionit voivat bakteerin sisään päästessään sitoutua esimerkiksi DNA:han tai valkuaisaineisiin haitaten tai estäen niiden toimintaa, mikä johtaa bakteerien kuolemaan.

Sinkkioksidi on myös antibakteerinen materiaali, joka on suhteellisen stabiilina materiaalina pienissä määrin harmiton ihmisille ja ympäristölle. Sen kyky tappaa bakteereita perustuu useisiin mekanismeihin. Yhden mekanismeista muodostavat reaktiiviset happiyhdisteet, joita syntyy sinkkioksidin fotokatalyyttisestä luonteesta johtuen. Fotokatalyyttinen materiaali voi virittyä valon vaikutuksesta niin, että materiaalin pinnassa olevat aineet, kuten vesi ja happi, voivat muodostaa radikaaleja, jotka hajottavat orgaanisia molekyyliä. Väitöstyön tavoitteena oli pinnoitteiden fotokatalyyttisen aktiivisuuden maksimointi pintarakennetta muokkaamalla.

Antibakteerisuuden lisäksi väitöstyössä tutkittiin pinnoitteiden kestävyyttä eri olosuhteissa. Tarkoituksena oli kartoittaa, miten pinnoitteet kestävät vesiympäristössä pidemmissä altistuksissa, jotta voitaisiin arvioida pinnoitteiden käytettävyyttä eri sovelluksissa.

Hopeaa sisältävät superhydrofobiset pinnoitteet estivät tutkimuksessa tehokkaasti bakteerien kasvun, kun niitä verrattiin ruostumattomasta teräksestä valmistettuihin pintoihin. Myös sinkkioksidipinnoitteet olivat tutkimuksissa voimakkaasti antibakteerisia. Fotokatalyyttisen aktiivisuuden todettiin olevan yhteydessä sinkkioksidipinnoitteen rakenteeseen. Vaihtelut pinnoitteen ominaispinta-alassa selittävät rakenteen vaikutuksen aktiivisuuteen. Testeissä, joissa tutkittiin pinnoitteiden kestävyttä, todettiin pinnoitteiden kestävän huonosti hyvin happamissa olosuhteissa. Lievästi happamissa, neutraaleissa ja emäksisissä olosuhteissa pinnoitteet säilyttivät ominaisuutensa kuitenkin suhteellisen hyvin testatun kahdeksan viikon altistuksen aikana.



Väitöskirjatutkimuksen perusteella voidaan todeta, että molemmat tutkitut pinnoitteet, sekä hopeaa sisältävät superhydrofobiset pinnoitteet että sinkkioksidipinnoitteet, tarjoavat potentiaalisen vaihtoehdon moniin antibakteerista aktiivisuutta vaativiin pintoihin. Jatkossa tutkimuksen keskeisenä tavoitteena on parantaa pinnoitteiden tehoa edelleen muokkaamalla pinnoitteen kemiallista rakennetta. Antibakteerista testausta on tarkoitus laajentaa ja selvittää pinnoitteiden tehoa käytännön sovelluskohteissa.▲

Väittelijä: Saara Söyrinki**Pääaine:** Materiaalitiede ja –tekniikka

Keraamimateriaalit

Structured ZnO and Al₂O₃/Ag Surfaces: Antibacteriality, Photocatalytic Activity and Durability (Strukturoidut ZnO ja Al₂O₃/Ag -pinnoitteet: antibakteerisuus, fotokatalyyttinen aktiivisuus ja pitkäaikaiskestävyys)**Väitöksen ajankohta:** 29.11.2018**Vastaväittäjät:** Prof. Suresh C. Pillai, Institute of Technology Sligo, Ireland
Prof. Markku Leskelä, Helsingin Yliopisto**Valvoja:** Erkki Levänen, Materiaaliopin laitos, Tampereen teknillinen yliopisto**Väitöskirjan verkko-osoite:** <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-4276-3>**Yhteystiedot:** Saara Söyrinki, saara.heinonen@tut.fi, 0442593354



Oikeat testausparametrit parantavat kulumisen hallintaa

Materiaalien huolellinen valinta kulumiselle alttiisiin kohteisiin maksaa itsensä takaisin monella tapaa, esimerkiksi säästyneenä energiana ja laitteiden parantuneena käyttöasteena. **Kati Valtonen** vertasi väitöskirjassaan laboratoriossa tehtävien kulumiskokeiden ja teollisuuden käytännön olosuhteiden vastaavuutta.

Kulumisolosuhteet teollisuudessa ovat niin monimuotoiset, että niiden mallintaminen laboratoriossa tehtävien kulumistestien avulla on todella haastavaa. Laboratoriotutkimuksien etuna on kuitenkin niiden toistettavuus ja nopeus verrattuna pitkiin ja kallisiin kenttäkokeisiin, joissa pienikin muutos saattaa johtaa kokeen epäonnistumiseen.

Kati Valtosen väitöskirja vastaa kysymykseen, miten hyvin laboratorioskulumiskokeet vastaavat teollisuuden käyttökohteiden olosuhteita. Etenkin raskaissa kulumisolosuhteissa on usein vaikeaa saada luotettava arvio siitä, miten erityyppiset testilaitteet todellisuudessa mallintavat kulumista ja missä määrin niiden antamiin tuloksiin voi materiaalinvalinnassa luottaa.

Tutkimus on tarpeen, jotta laboratorioskokeita voitaisiin hyödyntää luotettavasti esimerkiksi materiaalinvalinnassa. Myös mitausparametrit on säädettävä mahdollisimman hyvin kulloisiakin kulumisolosuhteita vastaaviksi.

– Oikea materiaalinvalinta on erittäin tärkeää, sillä esimerkiksi kaivoksissa ja mineraalien prosessoinnissa syntyvät kitka ja kulumisen aiheuttavat lähes 3 % maailman hiilidioksidipäästöistä. Oikea materiaali kestää pidempään, mahdollistaa laitteiden paremman toimivuuden ja vähentää huoltoseisokkien tarvetta, Valtonen sanoo.

Väitöstyössä tutkitaan useita erityyppisiä teollisuuden sovelluksia ja vertaillaan kulumisolosuhteita ja kulumismekanismejä laboratoriotesteihin. Tulokset mahdollistavat teräslaatuja luotettavamman testauksen ja sitä kautta myös uusien kilpailukykyisempien teräslajien kehittämisen. Lisäksi teollisuus voi hyödyntää

tuloksia materiaalinvalinnassa, mikä voi tuoda joko suoria taloudellisia säästöjä tai mahdollistaa energiatehokkaampien laitteiden valmistamisen.

– Tavallaan väitöskirjani tulee toimimaan teollisuudelle tieteelliseen tutkimukseen perustuvana oppaana siitä, mitä asioita käytännön sovelluksia mallintavassa kulumistestauksessa tulisi ottaa huomioon ja millaiset parametrit tiettyjen sovellusten kulumistestauksessa tulisi valita, Valtonen kertoo.

Tekniikan lisensiaatti Kati Valtosen materiaalitekniikan alaan kuuluva väitöskirja ”Relevance of Laboratory Wear Experiments for the Evaluation of In-Service Performance of Materials” (Laboratoriokoetulosten luotettavuus materiaalien kulumiskestävyyden arvioinnissa) tarkastettiin julkisesti Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) teknisten tieteiden tiedekunnassa 2.11.2018. Vastaväittäjinä toimivat Associate Professor **Esa Vuorinen** (Luleå University of Technology, Ruotsi) ja Dr **Daniel Fabijanic** (Deakin University, Australia). Tilaisuutta valvoi professori **Veli-Tapani Kuokkala** TTY:n Materiaaliopin laboratorion johtajana.

Kati Valtonen on kotoisin Kuortaneelta ja työskentelee tällä hetkellä TTY:n Materiaaliopin laboratorion Tampere Wear Center -kulumistutkimuskeskuksessa.

Väitöskirjaan voi tutustua osoitteessa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-4244-2> ▲

Lisätietoja: Kati Valtonen, puh. 040 849 0142, etu.sukunimi@tut.fi, https://www.researchgate.net/profile/Kati_Valtonen



Tilaisuuteen osallistuneet apurahan ja tunnustuspalkinnon saajat sekä rahaston asiamies Juho Talonen yhteiskuvassa.

Metallien tutkimus on aina ajankohtaista

Metallinjalostajien rahaston apurahat julkistettiin 29.11.2018

Teknologiatoiminnan 100-vuotissäätiön Metallinjalostajien rahasto jakoi apurahojen julkistamistilaisuudessaan apurahoja runsaat 300 000 euroa. Apurahoja myönnettiin tutkimusryhmille, post doc –tutkijoille, jatko-opiskelijoille sekä perustutkinnon opiskelijoille. Lisäksi jaettiin matka-apurahoja ja yksi tunnustuspalkinto. Tilaisuus pidettiin Helsingissä osoitteessa Eteläranta 10 ja tilaisuuden isäntänä toimi teräsyhtiö Ovako.

TEKSTI JA KUVAT: **TUOMO TIAINEN**

Tilaisuuden avasi rahaston asiamies, Outokumpu Oyj:n tutkimuspäällikkö **Juho Talonen** Eteläranta 10:n neuvottelukeskukseen aulatilassa.

Isäntäyhtiö Ovakon ja Metallinjalostajat ry:n hallituksen puheenvuorojen jälkeen siirryttiin keskuksen auditorioon apurahakirjojen luovuttamista ja apurahan saajien esityksiä varten.

Isäntäyhtiön puheenvuoron pitänyt Ovakon Imatran terästehtaan toimitusjohtaja **Janne Pirttijoki** kertoi ensin Ovakon toimintaperiaatteista ja nykyisestä omistuspohjasta. Ovako ottaa vakavasti vastuunsa toimintansa kaikenpuolisesta kestäväydestä kattaen niin turvallisuuden, laadun, asiakassuhteet, henkilöstön, ympäristön kuin muutkin oleelliset sidosryhmät. Kesäkuussa 2018 Ovako siirtyi japanilaisen Nippon

Steel & Sumitomo Metal Co. –konsernin omistukseen. Konserni on maailman kolmanneksi suurin terästuottaja lähes 50 miljoonan tonnin vuosituotannolla ja sillä on 92 000 omaa työntekijää. Se kiinnostui Ovakon asiakas- ja teknologiaosaamisesta koneenrakennusterästen alueella.

Pirttijoki kertoi myös Imatran terästehtaan ympäristöpolitiikasta, hiilijalanjäljestä ja työturvallisuudesta. Kierrätysmateriaalin



Ennen lounasta kohotettiin kuohuviinimaljat apurahan saajien ja palkitun kunniaksi.



Tunnustuspalkinnon saanut diplomi-insinööri Ronja Ruismäki työtään esittelemässä

käyttöön perustuvan tehtaan hiilidioksidipäästöt ovat vain 20 % terästuotannon keskimääräisestä päästötasosta ja tehtaalla tehdään jatkuvasti työtä niiden edelleen alentamiseksi. Tällä hetkellä Imatran terästehdas on nollatapurmatehdas eli siellä ei ole ollut yhtään päivän poissaoloon johtanutta tapaturmaa miljoonaa työtuntia kohti. Hän esitteli lyhyesti kuudesta teräsuperheestä koostuvan tuotetarjonnan ja rohkaisi tulevaisuuden osajia etsiytymään metallien kiehtovaan maailmaan.

Metallinjalostajat ry:n hallituksen puheenjohtaja, SSAB Europe Oy:n toimitusjohtaja **Olavi Huhtala** kertoi yhtiön toimista ilmastonmuutoksen rajoittamiseksi. SSAB:n tavoitteena on olla fossiilivapaa teräksen tuottaja vuoteen 2045 mennessä. Tähän tarvittavaa uutta tuotantoteknologiaa ollaan parhaillaan kehittämässä.

Tällä hakukierroksella hakemuksia jätettiin 79 kappaletta yhteensä noin 900 000 euron summalle ja apurahoja sekä tunnustuspalkintoja myönnettiin 31 kappaletta yhteissummaltaan 315 500 euroa.

Tutkimusryhmäapurahat, yhteensä 143 500 euroa myönnettiin Aalto-yliopiston professori **Ari Jokilaaksolle** teeman ”Pyrometallurgisten prosessien digitaalisella reaaliaikaisella mallinnuksella joustavaan eko- ja kustannustehokkaaseen metallien tuotantoon” tutkimiseen, TTY:n

professori **Erkki Leväselle** (Dynaaminen sorptio – funktionaaliset materiaalit metallien tuotantoprosessin päästöjen vähentämiseen), Aalto-yliopiston professori **Daniel Lindbergille** (Kuparisulatto- ja konvertterikuonan kemian termodynaamisen mallintamisen kehittäminen), TTY:n professori **Pasi Peuralle** (Quenching & Partitioning –käsittelyyn liittyvät ilmiöt alumiiniseosteisissä hiiliteräksissä sekä ferriittisissä ruostumatomissa teräksissä) ja Aalto-yliopiston professori **Rodrigo Sernalle** (Uusi menetelmä vaahdotuskäyttämisen ennustamiseksi automatisoidun kontaktaika-analyysin avulla).

Post doc –tutkijoiden apurahat, yhteensä 30 000 euroa myönnettiin Lappeenrannan teknillisen yliopiston **Mohammad Dabirille** (Suorakarkaistun S960 MC –teräksen väsymisominaisuuksien mallinnus mikrorakenteen kideplastisuuteen perustuen) ja Åbo Akademin **Markus Engblomille** (Liekisulatusprosessin lämmön talteenottokattilan kerrostuman $SO_2 - SO_3$ –konversion matemaattinen mallinnus).

Jatko-opiskelijoiden apurahoja myönnettiin kuusi kappaletta, yhteensä 110 000 euroa, matka-apurahoja konferenssiosallistumisiin sekä tutkijavierailuihin niin ikään kuusi kappaletta, yhteensä 13 700 euroa. Kotimaan opiskelija-apurahoja myönnettiin kolme kappaletta, yhteisarvoltaan 3 300

euroa ja opiskelija-apurahoja vaihto-opintoihin ulkomailla kahdeksan kappaletta, yhteensä 12 000 euroa.

Aalto-yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulusta valmistuneelle diplomi-insinööri **Ronja Ruismäelle** myönnettiin 3 000 euron tunnustuspalkinto erinomaisesti tehdystä diplomityöstä ”Metallurgy and heat treatment of medium manganese quenched & partitioned steels”. Yksityiskohmainen lista myönnettyistä apurahoista on Metallinjalostajien rahaston verkkosivuilla (<http://techfinland100.fi/mitarahoitamme/tutkimus/metallinjalostajien-rahasto/>).

Tilaisuudessa esittelivät tutkimustöitään apurahan saajat Mohammad Dahiri ja Daniel Lindberg sekä tunnustuspalkinnon saanut Ronja Ruismäki. Esitykset herättivät kuulijoissa runsasta mielenkiintoa ja varsinkin Ronja Ruismäki sai vastata lukuisiin työtään koskeviin kysymyksiin sekä itse tilaisuudessa että sen päättäneellä runsaalla lounaalla. Ennen lounasta koottiin paikalla olleet apurahojen saajat yhteiseen ryhmäkuvaan ja kohotettiin kuohuviinimaljat heidän kunniakseen. ▲



KIMMO JÄRVINEN
TOIMITUSJOHTAJA
METALLINJALOSTAJAT RY
P. 043 825 7642

Ilmastonmuutoksen torjunta edellyttää tki-rahoitusta

EU:ssa ja unionin jäsenvaltioissa on jo yli vuoden ajan valmisteltu tiekarttoja vähähiilisen yhteiskunnan toteuttamiseksi. Esimerkiksi Suomi ja Ruotsi ovat molemmat valmistaneet omat suunnitelmansa hiilineutraaliuden saavuttamiseksi jo vuonna 2045.

Syksyllä julkaistu IPCC:n raportti ilmastonmuutoksen etenemisestä ja Pariisin tavoitteiden saavuttamisen vaikeudesta nosti vähähiilisen yhteiskunnan haasteet ilmastopoliittisen keskustelun ytimeen. On ilmeistä, että ilmastonmuutoksen torjunnasta tulee myös yksi kevään eduskuntavaalien ja EU-vaalien pääteemoista. Tällä hetkellä tuskin löytyy yksittäistä poliittikkoa tai poliittista ryhmää, joka lähtisi vastustamaan ilmastonmuutoksen torjuntaa. Vaikuttaa pikemminkin siltä, että jokainen itseään kunnioittava vaikuttaja haluaa lyödä tiskiä entistä tiukemmat tavoitteet.

Viimeisimpänä Suomessa asiaan otti kantaa Sitra, joka julkaisi oman näkemyksensä siitä, kuinka ilmastonmuutosta voidaan hillitä. Sitran selvityksen ansioksi on laskettava erityisesti se, että se tarkasteli myös eri toimialoja ja niiden teknisiä mahdollisuuksia päästövähenneiksi saavuttamiseksi.

Leimallista eri julkisten ja poliittisten toimijoiden kannanotoille on kuitenkin edelleenkin konkreettisten teknisten ja taloudellisten toimien puuttuminen. Tunnutaan ajattelevan, että kun vaan asetetaan yhä tiukemmat vaatimukset teollisuudelle ja kuluttajille, niin tekniset ja taloudelliset ratkaisut kyllä sitten automaattisesti löytyvät.

Tämä ei valitettavasti pidä paikkaansa, ja tästä on useita esimerkkejä. Saksan Energiwende ja Suomen hiilikielto taitavat olla viimeisimpiä. Unohtaa ei sovi myöskään rakkaan naapurimaamme hiljaisesti haudattua ydinvoimakieltoa vuosien takaa.

Tutkittuakin tietoa vähähiilisten teknologioiden rakentamisesta alkaa onneksi olla jo saatavilla. EU:n piirissä niin Tomas Wyns kuin IEA:kin ovat julkaisseet syksyn aikana raporttinsa, joissa pyritään teknologian ja talouden kautta muodostamaan kuva siitä, kuinka ilmastonmuutoksen tavoitteet saavutetaan ja minkälaisista investoinneista on kyse. Molemmissa selvityksissä todetaan, että toteutukseen tarvitaan sekä teknisiä innovaatioita että merkittävä määrä investointeja. Ja nyt puhutaan triljoonista euroista. En muista nähneeni yhtään tutkimusta siitä, mistä nämä tarvittavat varat kerätään ja kuinka.

Erityisesti Suomessa tunnutaan uskovan, että uusien energiatehokkaiden ja puhtaiden teknologioiden kehittyminen on itsestäänselvyys: samalla kun poliittiset päätöksentekijät ovat voi-

malla vaatineet päästöjen vähentämistä niin teollisuudelta kuin kuluttajiltakin, kansalliset panostuksemme yritysten tutkimus- ja kehitystoimintaan ovat voimakkaasti pienentyneet. Onko niin, että päättäjiltä on jäänyt huomaamatta se lainalaisuus, että uuden teknologian tie perustutkimuksesta innovaatioksi on useiden vuosikymmenten mittainen ja tarvitsee seurakseen yritysvaltion soveltavaa tutkimusta, tuotekehitystä ja pilotointia?

Toinen pelottava vaihtoehtoinen totuus on ajatus siitä, että pienet ja keskiuuret yritykset olisivat suuryrityksiä parempia innovaatioiden synnyttämisessä ja kaupallistamisessa. Suomalainen innovaatioekosysteemi hyötyy pienten ja suurten yritysten yhteistyöstä, ja useimmat kaupallisesti menestyneet innovaatiot ovat parannuksia olemassa oleviin tuotteisiin.

Kaikesta tästä huolimatta uskon edelleen, että suomalaiset teollisuusyritykset kehittävät vähähiilisen yhteiskunnan ratkaisut ja tuotteet. Miksikö? No siksi, että niin on käynyt ennenkin ja näen edelleen ympärilläni teräviä ja aktiivisia nuoria, jotka eivät jää suremaan mahdollisia toimimisen esteitä, vaan ottavat elämän tuomat haasteet sellaisina vastaan kuin ne on annettu ja toimivat omien arvojen pohjalta niin kuin oikeaksi kokevat. Vain tällä asenteella ja omaan osaamiseemme uskoen saavutamme tuloksia ja ratkaisemme eteemme tulevat haasteet.

Esimerkkinä haluan tuoda esille metallinjalostajien parissa jo vuonna 2013 syntyneen ajatuksen paristojen ja akkukemikaalien kierrätysteknologian kehittämisestä. Näin voidaan paremmin vastata esimerkiksi sähköisen liikenteen edellyttämien raaka-aineiden saannin haasteeseen.

Toinen monille tuttu esimerkki on hiilivapaan teräksen kehittäminen, joka on hyvin ennakkoluuloton ja aidosti uutta luova, teollisuuslähtöinen kehityshanke, joka luo onnistuessaan maailmanlaajuisia mahdollisuuksia. Mieleeni tulevat lämpimät muistot jo 50 vuotta sitten Suomessa kehitetystä liekkisulatusmenetelmästä, joka edustaa edelleen oman alansa huippua ja on käytössä lähes kaikkialla maailmassa tänä päivänä.

Näiden ajatusten mukaisesti uskon, että päätöksentekijät kuulevat teollisuuden yhteisen pyynnön palauttaa kansallinen ja EU-tason julkinen tutkimus- ja kehitysrahoitus yrityksille sellaiselle tasolle kuin se on Kiinassa ja Yhdysvalloissa. Teollisuus kyllä tekee oman osansa. Tehdään yhdessä Suomesta se maa, jossa vähähiilisen yhteiskunnan tarvitsemat innovaatiot syntyvät. ▲

Kaivosturvallisuuden ajankohtaiset

Kaivosturvallisuuden neuvottelukunta piti syyskokouksen FinnMaterian yhteydessä Jyväskylässä 20.11.2018. Puhetta johti KTN:n puheenjohtaja Jari Kolehmainen Agnico Eagle Finland Oy:n Kittilän kaivokselta.

Ajankohtaiskatsauksessa vuodelle 2018 tuotiin esille muun muassa vuoden koulutustapahtumat sekä Ruotsin kaivosturvallisuuden toimijan GRAMKO:n kanssa aloitettu yhteistyö. GRAMKO -yhteistyö on lähtenyt hyvin käyntiin ja seuraava tapaaminen on helmikuussa Sveminin Arbetsmiljö -seminaarin yhteydessä. Tavoitteena on aloittaa yhteinen kehittämistyö.

Neuvottelukunnan uudeksi puheenjohtajaksi vuosille 2019-2020 valittiin Tuomo Hänninen Dragon Mining Oy:ltä. Sihteeriksi valittiin Pertti Kortejärvi.

Kokouksessa TUKES:in ylitarkastaja Tuuli Tulonen kävi läpi ilmoittamiskäytäntöjä ja tämän vuoden kaivosonnettomuuksia. TUKES:in kaivosjohtaja Ossi Leinonen korosti ilmoittamisenettelyjen selkeyttä, jotta kynnys ilmoittamiseen pysyy matalana. Ossi itse lupasi auttaa tilastoinnissa. Kokouksen osanottajat ilmaisivat asialle tukensa.

Neuvottelukunta uusii Kaivosturvallisuusoppaan. Työturvallisuuskeskus on antanut rahoituksen Kaivosturvallisuusoppaan päivytykseen. Uusittu opas valmistuu ensi kevään aikana. Jos sinulla on kiinnostusta osallistua oppaan päivytystyöhön, ota yhteyttä Pertti Kortejärveen.

Lisätietoja:

Pertti Kortejärvi
pertti.kortejarvi@pkfsafety.fi
044 9722549

Vastuullinen metalliketju – EU:ssa vai Aasiassa?

TEKSTI: PEKKA SUOMELA

Vastuullinen raaka-aineiden tuotantoketju ja sen todistaminen ovat erinomainen kilpailuetu suomalaiselle kaivos- ja metalliteollisuudelle. Asiasta käydään paljon keskustelua, mutta määritteet ovat vielä epäselvät.

Responsible sourcing eli vastuullinen toimitusketju sekä toisaalta jäljitettävyyks eli traceability ovat laajasti ottaen samojen kysymysten keskellä, mutta lähestymistapa on hieman erilainen. Erityisesti kulluttaja-asiakkaille valmistava teollisuus haluaa näyttää, että se toimii vastuullisesti. Halutaan kertoa, että oma tuotantotapa on kestävä ja teollisuus on tietoinen omien hankintaketjunjensa todellisuudesta.

Valmistava teollisuus haluaa selkeää tietoa metallien ja mineraalien valmistajilta. Mistä lähteistä metallit ja mineraalit ovat peräisin? Mikä yhtiö tai kaivos on raaka-aineen takana? Ja lisäksi: miten metallit ja mineraalit on tuotettu? Onko tuotanto ollut vastuullista?

Myös poliittiset toimijat sekä kotimaassa että EU:n tasolla ovat aktiivisia. Suomen ja Ruotsin elinkeinoministerit sopivat maaliskuussa tänä vuonna, että maat aloittavat yhteistyössä valmistelut kaivosalan tuotteita koskevan vastuullisuussertifikaatin luomiseksi. Sertifikaatin on tarkoitus kertoa tuotteiden, esimerkiksi akkujen, vastuullisuudesta koko tuotantoketjun osalta: louhinnasta ja valmistuksesta käyttöön ja kierrätykseen. Ruotsissa on käynnissä Vinnovan tutkimushanke, jonka raportti julkaistaan keväällä 2019.

Kaivoksille sekä metallien ja mineraalien tuottajille pohjoismaissa tämä keskustelu sopii. Uskomme pärjäävämmä kilpailussa sekä vastuullisuuden että kestävyuden osalta. Aloitteita on paljon. ICMM eli suurten kaivostuottajien yhteisö tuottaa teemaan liittyviä oppaita ja tietoutta runsaasti. LME (London Metal Exchange) on juuri julkaissut oman kriteeristönsä, joka nojaa voimakkaasti OECD:n linjauksiin.

Tematiikka on kansalaisille tuttu timanttien osalta. Toimiva tai ei, niin ns. Kimberleyn prosessi on saavuttanut uskottavuutta ja on laajasti tunnettu. Jalometallituotteiden puolella tarkastusta ja leimausta koskevan kansainvälisen yleissopimuksen muutos tuo käyttöön uuden leiman. Suomi on jäsenenä sopimuksessa, jolla on luotu jäsenvaltioiden alueelle jalometallituotteiden yhteismarkkinat. Yhteisellä vapaaehtoisella CCM-leimalla (Common Control Mark) leimattuja tuotteita voidaan myydä sellaisenaan kaikissa sopimuksen 20 jäsenvaltiossa. Leima osoittaa, että tuote on tarkastettu sopimuksen vaatimusten mukaisesti.

Entä sitten Suomessa toimivat kaivokset? Mikä on meidän vastauksemme? Kaivosteollisuus ry on ollut perustamassa Kestävä kaivostoiminnan verkostoa. Kaivosten yhteiskuntavastuun raporttia kaivosalan yhtiöiltä on julkaistu jo muutaman vuoden ajan.

Raportti kertoo samalla kaavalla teollisuuden toiminnasta - suomen kielellä selkeitä lukuja ja tietoja. Kaivosvastuujärjestelmä on toinen kulmakivi. Kyse on toiminnan arvioinnista ja riskien hallinnasta. Standardi perustuu Kanadassa kehitettyyn Towards Sustainable Mining-konseptiin. Olemme myös voimakkaasti kehittämässä malminetsinnän vastuullisuusjärjestelmää. Siitä kerromme sitten tuonnempana. ▲

MPD 2019 kokoaa tuhat teollisuuden päättäjää Tampereelle

Kaikille avoin MPIDEA-kilpailu haastaa jälleen innovoimaan työpaikkoja

TEKSTI KAISA KAUKOVIRTA



Teollisuuden tulevaisuustapahtuma MPD (Manufacturing Performance Days) kokoaa jälleen kesäkuussa Tampereelle digitaalisen ja valmistavan teollisuuden vaikuttajia Suomesta ja ulkomailta. Jo vuonna 2007 ensimmäisen kerran järjestetty tapahtuma on laajentunut niin, että on aika siirtyä entistä suurempaan tapahtumapaikkaan. Vuonna 2017 Tampere-talossa järjestettyyn tapahtumaan saapui noin 800 osanottajaa 27 eri maasta. Vuoden 2019 kesäkuussa MPD-päiville saapuu liki tuhat vaikuttajaa ja se valtaa huomattavasti laajemman Tampereen Tähtiareenan.

MPD 2019 -tapahtumassa 4.-6. kesäkuuta kantavana teemana ovat ekosysteemit, digitalisaatio ja uusi työ, joiden merkitys on nousussa kaikkialla maailmassa.

”Autonomiset järjestelmät ovat tavoitteemme. Kannattaa ja pitää olla siellä, missä näitä suunnitellaan yhdessä ja luodaan yhteyksiä autonomian toteuttajiin. Siksi me Intelligent Industry -ekosysteeminä päätimme osallistua tapahtumaan isosti”, kertoo SSAB:n digitalisaatiojohtaja **Niko Korte**.

”Teemoillamme on valtava merkitys metallinjalostukselle, kaivosteollisuudelle ja materiaaliteknologian kehitykselle. Näyttää siltä, että millenniaalit muuttavat niin työelämän säännöt kuin TKI-toiminnan johtamisenkin ja tähän pitää varautua”, DIMECC Oy:n toimitusjohtaja **Harri Kulmala** kertoo.

Vuoden 2017 tapahtuman yhteydessä järjestettiin ensimmäisen kerran MDP-



MANUFACTURING
PERFORMANCE
DAYS



IDEA-kilpailu, jolla etsittiin uusia ja rohkeita innovaatioita. Ensimmäisen kilpailun voitti SFTecin teollinen kuivuri ModHeat. Voittonsa jälkeen oululaiskeksintö on valittu muun muassa valtion kärkihankkeeksi ja se on saanut merkittävää rahoitusta. SFTecin kanssa loppusuoralla kamppailivat M-Files tiedonhallinnan alustalla, Adaptos luunkorvikkeella ja Fixteri Group Fixteri-puunkorjuuteknologialla.

Alkuperäinen idea kilpailuun tuli Siemensiltä ja yhtiössä ollaan tyytyväisiä siitä, että teollisuuden kaikille avoin ideakilpailu saa jatkoa. Kilpailuun voivat osallistua sekä yksittäiset ihmiset että yritykset tai tapahtuman teemaan sopivasti myös ekosysteemit.

”Uudet, teollisuutta ja yhteiskuntaa hyödyttävät ratkaisevan tärkeät ideat tuetaan yhä useammin yhteiskehittämisessä, co-creationissa kuten englanniksi sanotaan.

Ekosysteemeissä tapahtuva ideointi, innovointi ja kehitystyö ovat avainasemassa teollisten läpimurtojen synnyssä”, totesi Siemens Osakeyhtiön toimitusjohtaja **Janne Öhman** MPDIDEA 2019 -kilpailun julkistamistilaisuudessa.

MPDIDEA:n finaali koittaa 5. kesäkuuta. Kilpailun työt on jätettävä 5. huhtikuuta mennessä. Töiden pisteytyksessä otetaan huomioon sekä potentiaalinen työpaikkojen luonti vuoteen 2029 mennessä että kaupallistamismahdollisuudet vuoteen 2021 mennessä.

MPD on kutsuvierastapahtumana maksuton kutsuvieraille ja sen kustantavat MPD:n partnerit, jotka hyödyntävät tapahtumaa markkinoinnissaan ja TKI-toiminnassaan. MPD:n kumppanuuksia ja hyödyntämismahdollisuuksia voi tiedustella MPD:n toteuttaja DIMECC Oy:stä.▲



PERTTI VOUTILAINEN

Ihmeteltävää riittää

Edellisen kolumnin kaksi kuukautta sitten kirjoitettuani luulin, että kaikki ihmeelliset asiat olivat tulleet käsitellyiksi eikä uusiin kirjoituksiin enää olisi aihetta. Väärässä olin. Uutta irvisteltävää tuntuu syntyvän entistä kiivaampaan tahtiin.

Kotimaisen politiikan kuumiin aiheisiin on syksyn mittaan ollut kysymys poliittisten lakkojen oikeutuksesta. Saatan minä olla jo liian vanha ja vanhoillinen ymmärtämään, miten voidaan panna viattomat ja sivulliset kärsimään lakkoilusta, jonka syihin heillä ei ole osaa eikä arpaa. Mutta kun en ymmärrä niin en ymmärrä. Perustuslain toinen pykälä sanoo, että valtiovalta Suomessa kuuluu kansalle, jota edustaa valtiopäiville kokoontunut eduskunta. Laki toki sallii yksilön oikeuden osallistua ja vaikuttaa yhteiskunnan ja elinympäristön kehittämiseen. Mutta vaikea on ymmärtää, että sellaisen vaikuttamisen seurauksena on lupa panna sivulliset kärsimään. Poliittisen vaikuttamisen pitäisi ensisijaisesti tapahtua vaalien kautta. Antaisinpä bonuspisteitä sellaiselle ammattiyhdistysjohtajalle, joka tajuaisi julkisesti pyytää anteeksi aiheutettua vaivaa ja syntyneitä vahinkoja.

Nykyajan suurin tyhmyys on tekeillä Britanniassa, kun maa eroaa Euroopan unionista. Kaikille on selvää, että tässä projektissa ei voi olla voittajia. Ja suurin häviö on tämän katastrofin aiheuttaja Britannia itse. Maailma on jo kauan ollut muuttumassa sellaiseen asentoon, että Eurooppa voi pärjätä vain yhtenäisenä. Kiinalle ja Amerikalle eivät pienet maat voi erillisinä muodostaa riittävän vahvaa vastavoimaa omien etujen edistämiseksi ja kilpailussa maailman herruudesta, olipa kysymys mistä toiminnasta tahansa. Britannia joutui tuhon tielle väärin argumenttien voittaessa oikeat tiedot kansanäänestystä edeltäneessä kampanjoinnissa. Olen aikanaan saavuttanut suurimmat voittoni estraditaiteen alueella laulaessani tiernapojissa Herodeksen osaa. Sieltä on mieleen jäänyt sanonta ”viekkauksella ja vääryydellä”, jolla menetelmällä Brexitin kannattajat hankkivat voittonsa. Opetus on myös se, että kansanäänestys on vaarallinen tapa ratkoa vaikeita ja monimutkaisia ongelmia. Niissä kun tahtoo tunne voittaa järjen.

Euroopassa on tällä hetkellä suuri joukko kehityskulkuja, joiden voidaan katsoa johtavan umpikujaan. Ne useimmiten viriävät ylikorostuneesta kansallistunteesta, jota lietsomalla tarjotaan populistille otollinen maaperä edistää mitä ihmeellisimpiä asioita, jotka eivät sovi yhteen niiden arvojen kanssa, joiden varaan nykyinen Eurooppa on rakennettu. Jos kaikki katsovat olevansa viisaampia kuin toiset, ei yhteistä säveltä ole helppoa löytää. Itsekäs oman edun ajattelu voi lyhyellä tähtäyksellä tuntua tulokselliselta, mutta pitkän tähtäimen edut voidaan turvata vain yhteistyöllä, mikä edellyttää toistenkin kuulemistakin.

Selkeimminkin ovat vaaran merkit näkyvissä Italiassa. Jokainen talouden lakeja osaava ymmärtää, että maassa maksuttu talouspolitiikka varmuudella johtaa umpikujaan. Vanha sanonta opettaa, että ”velka on veli otettaessa, mutta velipuoli maksettaessa”. Jos tulevaisuus rakennetaan kokonaan velan varaan, huonosti käy jonakin päivänä. Ja jos päivittelimme aikanaan Kreikan kriisiä, olisi vastaava maksukyvyttömyys Italian tapauksessa moninkertainen katastrofi kansainväliselle yhteisöllemme. Mutta ei tunnu löytyvän tapaa, jolla Italia saataisiin noudattamaan

yhteisesti sovittuja sääntöjä. Maan talous on perusteellisen remontin tarpeessa. Mutta kun populistit ovat saaneet kansan ajattelemaan, että vika ei ole omassa maassa vaan muualla Euroopassa, painetta talouden järkevään hoitoon ei sisältä päin ole. Poliittiselle ratkaisulle ei siis näytä olevan edellytyksiä. On kuitenkin yksi voima, joka ennen pitkää astuu areenalle. Se voima on markkinat, joka katkaisee maan rahoituksen ja pakottaa panemaan ”suun sänkkiä myöten”. Mutta silloin voidaan käydä meidänkin kukkarollamme, jos systeemi menee täysin sekaisin. Toivotaan, että järki kuitenkin voittaisi. Tätä kirjoittaessani en ole siitä kuitenkaan nähnyt mitään merkkejä.

Suomessa on taistelu ensi kevään vaaleihin lähdössä käyntiin. Lopuillaan oleva vaalikausi on ollut vaikeiden päätösten ja kiivaan kiistelystä aikaa. Siitä huolimatta uskallan olla optimisti ja luottaa siihen, että poliittista malttia riittää, eikä taistelun aikana ihan mahdottomia mennä lupaamaan. Aika yleisesti ymmärretään, etteivät asiat vielä ihan kunnossa ole, kun hyvinkin suhdanteen aikana pitää ottaa lisää julkista velkaa.

Populistisia kantoja varmaan talven mittaan kuullaan. Mutta niin moni puolue haaveilee ministerien salkkuista, että vältetään liiallisten lupauksien antamista siinä pelossa, että saa myöhemmin vastuussa ollessaan petturin leiman. Näin kirjoittaessani luultavasti syyllystyn liialliseen optimismiin. Raha polttaa meilläkin poliitikkojen näpeissä, ja on suuri kiusaus tuhlata se lyhyen tähtäyksen suosion tavoitteluun, vaikka säästöjä pitäisi tehdä pahan päivän varalle. Suosiota on tapana tavoitella myös pikkunäppärillä tempuilla. Sellaisista käy esimerkiksi vaikkapa lasten päivähoitomaksujen porrastus maksajan varakkuuden mukaan. Miksi progressiivisen verotuksen yhteydessä tehtävä tulontasaus ei riitä, vaikka se hallintobyrokratian kannalta on helppo ja siisti tempu? Leivän hintaan ei kukaan sentään ole vielä ehdottanut hintaporrastusta asiakkaiden varallisuuden mukaan.

Vuoriteollisuuden palveluksessa työskenteleville lienee sekä risuja että ruusuja tarjolla. Kun sähköautoja niin kovasti halutaan, alkaa kaikille olla selvää, että akkumateriaaleja tarvitaan. Ja siihen tarpeeseen apu löytyy vain kaivoksilta ja kaivostuotteiden jalostuksesta. Se tosiseikka auttaa kaivosten sosiaalisen luvan lunastamiseen. Ja voi sellainenkin ihme vielä toteutua, että uraani vapautuu pannasta, kun alkaa olla selvää, ettei ilmastomuutoksen torjunta ilman ydinvoimaa voi toteutua. Mutta varmoja saamme olla, että löytyy myös sellaisia saarnaajia, jotka eivät kaivoksia hyväksy. Uuden kaivoslain ja kaivosveron vaatijoita on jo liikkeellä. Kuka voisi opettaa näille ihmisille, että jokainen lisärasite kaivoksen kustannuksiin johtaa malmivarojen tuhlaukseen? Malmin köyhimmät osat kun pitää jättää hyödyntämättä, jos kustannukset nousevat liian korkeiksi.

Lopetan tähän ennen kuin alan hempeillä liikaa ja uskoa, että maailma hyväksi muuttuu. Onneksi välissä on joulukuu, ja kiltit saavat lahjoja. Sitten alkaa jälleen vaivata ilmaston muutos ja hyväosaiset jatkavat heikompiensa kiusaamista. Ja norjalaiset hakkaavat meidät hiihtoladulla. Nämä ovat ainoita asioita, jotka varmuudella tiedämme tulevaisuudesta.▲

Lopuksi tiedoksi ja tervehdykseksi Donald Trumpille: Meillä Suomessa oli harvinaisen lämmin ja vähäluminen syksy. Hyvä oli haravoida metsiä.

Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut

Osa 4: Matka tasapainomaahan

Vaikka pienen pieni hiiliatomi Hipsu oli lähtenyt lasimaisen ja amorfisen hiilen luota rehvakaasti ja ainakin ulospäin intoa uhkuen, se tunsu olonsa hiukan apeaksi. Se ei ollut löytänyt yhtään lajitoveriensa muodostamaa yhteisöä, johon se olisi halunnut oikeasti kiinnittyä. ”Olisi mukavaa nähdä ja kokea vielä enemmän ennen paikoilleen asettumista”, se tuumi jatkaen matkaansa hitaammin askeltaen ja ajatuksiinsa vaipuneena.

Hipsu mietti, oliko se sittenkin ollut liian yksisilmäinen etsiessään kotiaan pelkästään lajitoveriensa muodostamista yhteisöistä. ”Tutustuminen erilaisiin atomeihin ja niiden muodostamiin yhteisöihin voisi tuoda kokonaan uudenlaista säpinää ja säihkettä elämään”, se tuumi. ”Ainakin vetyatomit näyttivät viihtyvän hyvin amorfisen hiilen rakenteessa”, se muisteli ja päätti lähteä selvittämään tähän liittyviä mahdollisuuksia.

Aina kohdatessaan muunlaisista atomeista koostuvia rakenteita Hipsu kyseli, mistä ne olivat peräisin ja miten voisi päästä tutustumaan paremmin niitä muodostaviin atomeihin. Pian se sai kuulla, että jossain oli olemassa maa, jota vanhemmat ja viisaammat atomit kutsuivat tasapainomaaksi. Siellä erilaiset atomit saivat rauhassa tutustua toisiinsa ja kokeilla, millaisia rakenteita halusiaan keskenään muodostaa. Hipsu kiinnostui asiasta välittömästi ja alkoi etsiä tietä moiseen ihmemaahan.

Tien löytäminen ei ollut ihan helppoa. Monet atomit olivat kyllä kuulleet juttuja tasapainomaasta, mutta kukaan ei oikeasti ollut käynyt siellä. Yksi sanoi maan sijaitsevan tuollapäin, toinen taas siellä. Hipsu kulki ja kulki, etsi ja kyseli, mutta oikeaa tietä ei vain tahtonut löytyä. Atomeja ja neuvotia oli niin paljon, että Hipsu alkoi uupua ja vähän kerrassaan lannistuakin.

Lopulta se tuli erään korkean aktivaatioenergiakukkulan juurelle ja sai kuulla, että kukkulan huipulla asui vanha ja viisas, kaiken nähnyt atomi, joka oli itse käynyt ja oleskellut tasapainomaassa. Luonteeltaan vähän Hipsun tapaan kapinallisena ja nuoruuden voimansa tunnossa se oli kuitenkin lähtenyt etsimään vielä parempaa maailmaa sitä kuitenkaan löytämättä ja päättynyt lopulta viettämään vanhuuttaan metastabiiliin asemaan kukkulansa huipulle. Hipsu kokosi viimeiset voimansa ja kipusi kukkulan laelle vanhusta jututtamaan.

”Vai tasapainomaahan?”, kysyi vanhus Hipsulta. ”Miksi sinä sinne haluat? Olet liian nuorikin aloillesi asettumaan”, jatkoi vanhus. Hipsu selitti, miksi se oli aikanaan lähtenyt matkaan ja millaisiksi se oli omien lajitoveriensa muodostamat yhteisöt kokenut. ”Kaipa sinun sitten kannattaa käydä tasapainomaasakin”, päätteli vanhus lopulta. ”Matka sinne on kyllä aika pitkä



ja reittivalinnastasi riippuen hankalakin, mutta ei se lopulta ole mikään mahdoton löytää. Kuljet vain suuntaan, jossa ajava energia on aina selkäsi takana, haet matalimmat aktivaatioenergiakukkulat ylittäviksesi ja matkaat aina vapaaenergian laaksoja pitkin”, neuvoi vanhus. ”Näet ja tiedät kyllä, milloin olet tullut perille”, se jatkoi.

Hipsu tunsu rohkaistuneensa ja saaneensa uutta voimaa. Se kiitti lämpimästi ja moneen kertaan vanhusta ja kääntyi hetken kukkulan laella tunteakseen ajavan voiman voimakkaimman vaikutussuunnan. Löydettyään sen se käänsi suunnalle selkänsä ja lähti vaeltamaan kohti lähintä

vapaaenergialaaksoa.

Matkalla se kohtasi tosiaankin monenlaisia esteitä. Milloin Hipsu kohtasi pehmeikköjä, joihin se oli upota kokonaan, milloin lupaavalta näyttänyt vapaaenergialaakso päättyikin yhtäkkiä pystysuoraan aktivaatioenergiaseinään, milloin tiellä oli niin korkeita aitoja tai syviä kuiluja, että Hipsu pystyi hyppäämään niiden yli vain ystävällisen, mutta aina arvaamattoman lämpötilan antaessa sille ylimääräisen potkun takamuksiin. Joidenkin laaksojen pohjalla oli taas niin kylmä, että Hipsu oli kangistua paikoilleen. Onneksi se pystyi aina silloin tällöin levähtämään tuota lämpötilan antamaa ylimääräistä energia-annosta odottaessaan ja niin se jatkoi päättäväisesti matkaansa sitä hidastavista kineettisistä esteistä välittämättä.

Lopulta erään erityisen hankalan vapaaenergialaakson halki kuljettuaan se nousi loivan harjanteen huipulle ja näki edessään – ei enää uusia aktivaatioenergiakukkuloita tai kineettisiä esteitä – vaan laajan tasangon, jossa ei todellakaan ollut laaksoja eikä kukkuloita. Tasanko ulottui silmäkantamattomiin ja ensi silmäyksellä se näytti autiolta.

Tarkemmin katsoessaan Hipsu totesi sen kuitenkin olevan täynnä hitaasti parveilevia atomeja. Niitä oli kaiken kokoisia, kaiken värisiä ja eri atomilajeja näytti olevan ainakin yli sata. Aina silloin tällöin tasangon jossain kohdassa näytti syttyvän kohoavan lämpötilan aiheuttama leimahdus, joka sitten hitaasti sammui syttyäkseen taas jossakin toisessa kohdassa.

Hipsu katseli menoa aikansa ja totesi, että lämpöleimahdukset liittyivät aina kohtiin, joissa erilaiset atomit olivat hiljakseen kokoontuneet toistensa läheisyyteen. Leimahduksen sammuttua atomit olivat asettuneet erilaisiin ryhmyksiin, joissa näytti olevan eri määriä erilaisia atomeja. Tuota katsellessaan Hipsu tunsu mielensä vähitellen rauhoittuvan ja se tunsu päämääränsä olevan lähellä. Hetken levähdettyään Hipsu nousi ja lähti kulkemaan alas viimeistä rinnettä päästäkseen mukaan tasapainomaan karkeloihin. Siitä, mitä se sitten näki ja koki, kerrotaan seuraavissa tarinoissa. ▲

Vuorimiespäivät Messukeskuksessa 29.3.2019

Vuorimiespäivien pitopaikka on vaihdellut viime vuosina. Olethan noteerannut ensi kevään Vuorimiespäivien ajan ja pitopaikan? Vuosikokous ja perjantain illallistanssiaiset pidetään Messukeskuksessa. Lauantain lounas puolestaan on tuttuun tapaan Crowne Plazassa, mikä kuuluu nyt Scandic-ryhmään eikä siis ole enää Royal, vaan Scandic, mutta sama Crowne Plaza kuin ennenkin. Vuorimiespäivien isäntäyrityksen vaativan tehtävän hoitaa tällä kertaa SSAB.



Teemana on: "Vuoriteollisuuden rooli energiamurroksessa".

Tarkentavia alaotsikoita listattiin hallituksen kokouksessa seuraavasti:

- * Tulevaisuuden liikenne ja logistiikka
- * Uusiutuva energia, päästötavoitteet
- * Materiaalitekniikka ja raaka-aineet
- * Energian varastointi ja jakelu

Pääesitelmöijiksi ovat lupautuneet Mika Anttonen St1 Nordicista ja Bo Normark EIT Innoenergystä. Tietysti myös isäntäyritys pitää oman puheenvuoronsa!

Yhteistyömessut 2018

Tänä vuonna, kuten aina parillisina vuosina, olimme yhteistyökumppaneina kahdessa messutapahtumassa. Toukokuussa pidettiin Oulussa Pohjoinen Teollisuus 2018, missä vuoriteollisuudella oli keskeinen osuus. Tapahtuman järjesti Expomark Oy. Marraskuussa oli Jyväskylän Messujen järjestämä FinnMateria 2018 Jyväskylässä. Molemmat messut onnistuivat hienosti. Niin näytteilleasettajien kuin kävijöidenkin määrät olivat aikaisempaa korkeammat ja meidän on syytä olla tyytyväisiä ja vähän ylpeitäkin hyvästä messumenestyksestä! Ensi vuonna (parittomana vuonna) Vuorimiesyhdistyksellä ei ole yhteistyömessuja, mutta välivuoden kruunaa FEM, missä olemme mukana mediakumppanina.

Verkkosivujen uudistamisprojekti etenee suunnitelmien mukaan. Projektipäällikkö, webmasterimme Topias Siren on tehnyt erinomaista työtä. Tavoitteet tultaneen saavuttamaan jopa etuajassa. Palveluja ostetaan yhteistyökumppaniltamme IT-talo Kairolta. Sivujen rakennetta ja toimintaa uudistetaan. Ulkonäkö muuttuu kokonaan ja käyttöystävällisyys paranee. Myös sisältöä lisätään ja päivitetään pontevasti. Vuorimiespäivien ilmoittautumiset, pöytävaraukset ja maksutkin hoidetaan jo uudella järjestelmällä. Ohjeita on alustavasti jo tässä lehdessä, mutta lisää tulee ennen kuin ilmoittautumiset avataan.

Tämä lehti ilmestyy juuri vuoden vaihteen kynnyksellä. Niinpä onkin sopiva hetki toivottaa:

Hyvää ja menestyksellistä Uutta Vuotta 2019!

ARI JUVA
pääsihteeri

BRENTAG

Kaivosteollisuuden raaka-aineet



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

Pohjoismaisessa kaivosteollisuudessa hyödynnämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

PÄÄTUOTTEET

- Aktiivihielet
- Ditiiofosfaatit
- Jauhinkuulat ja tangot (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/>

MATERIA-lehti kirjamesseilla

TEKSTI: **ARI OIKARINEN**

Helsingin kirjamesut järjestettiin Helsingin messukeskuksessa 25.-28.10., ja mukana oli ensimmäistä kertaa myös Kaivosteollisuus ry omalla osastollaan. Osasto esitteli alaan liittyvää kirjallisuutta ja julkaisuja, lähinnä kaivoshistoriaa ja geologiaa sekä kullankaivuuta. Ständillä oli esillä myös Materia-lehti, joka oli jaossa halukkaille.

Itse messut olivat varsinainen yleisömenestys yli 85 000 kävijällään. Tämä oli varmasti hyvä tapa tuoda kaivosalaa paremmin yleiseen tietoisuuteen esittelemällä kirjallisuutta ja julkaisuja. Samaa tarkoitusta palveli myös messuvieraille annettu mahdollisuus kokeilla kaivospeliä, lautapeliä, jonka suunnitteluun myös Vuorimiesyhdistys on osallistunut.



Hallituksen hyväksymät jäsenet ja nuoret jäsenet (N)

7.9.2018: Heller, Alexandra Theresa N(geo); Jyrkkä, Risto (kai); Manninen, Elisa (rik); Mannström, Robert (kai); Mykkänen, Anssi (kai); Mäkisalo, Anssi Johannes N(geo); Nevalainen, Minna Maarit (rik); Ruokamo, Harri (kai); Vartiainen, Niklas (kai)

12.11.2018: Bigler, Paula N(geo); Hanhila, Kati Marjaana N(met); Helleranta, Jaakko (met); Huttula, Marko Risto (met); Jokela, Eetu N(geo); Karhu, Enni Elisabet (met); Kettunen, Kalevi (rik); Korpela, Markus Samu Juhani N(met); Kurtti, Joo-

nas (geo); Köykkä, Juha (geo); Mantila, Kimmo (rik); Pekkala, Sauli (rik); Slventoinen, Saara N(geo); Ylivaara, Matti N(rik)

FERROVAN

Olavi Huhtala jatkaa Metallinjalostajien hallituksen puheenjohtajana 2019

TEKSTI: **KIMMO JÄRVINEN**

Metallinjalostajat ry:n syyskokous päätti 29.11.2018, että hallituksen puheenjohtajana jatkaa vuonna 2019 toimitusjohtaja Olavi Huhtala SSAB Europe Oy:stä. Varapuheenjohtajaksi valittiin johtaja Kari Knuutila Outotec Oy:stä.

Metallinjalostajien hallitus vuodeksi 2019:

toimitusjohtaja **Olavi Huhtala**, SSAB Europe Oy – puheenjohtaja
johtaja **Kari Tuutti**, Outokumpu Oy
toimitusjohtaja **Joni Hautojärvi**, Norilsk Nickel Harjavalta Oy
toimitusjohtaja **Hannu Heiskanen**, Aurubis Finland Oy
toimitusjohtaja **Timo Rautalahti**, Boliden Harjavalta
johtaja **Kari Knuutila**, Outotec Oy – varapuheenjohtaja
toimitusjohtaja **Janne Pirttijoki**, Ovako Imatra Oy Ab.

Hallituksen varajäsenet:

johtaja **Sakari Kallo**, SSAB Europe Oy
tehtaanjohtaja **Martti Sassi**, Outokumpu Oy
raaka-aineiden hankintajohtaja **Antti Koski-Lammi**, Norilsk Nickel Harjavalta Oy
tuotantojohtaja **Reima Mäkelä**, Aurubis Finland Oy
toimitusjohtaja **Jarmo Herronen**, Boliden Kokkola Oy
teknologiajohtaja **Ikka Kojo**, Outotec Oy
henkilöstö- ja viestintäjohtaja **Klaus Enwald**, Ovako Imatra Oy Ab.

Metallien jalostajat valmistavat ja jatkojalostavat metallituote-, kone-, kulkuneuvo-, rakennus-, elektroniikka- ja sähköteollisuuden tarpeisiin jaloterästä, teräs- ja kuparituotteita, sinkkiä ja nikkeliä.

Metallien jalostajien liikevaihto oli 10,9 miljardia euroa vuonna 2017 ja kokonaistyöllisyysvaikutus 49 600 henkilötyövuotta vuonna 2016 Suomessa. Alan yritykset vastaavat noin 12 prosentista maamme tavaraviennistä.

Kiertotalous on alalla itsestäänselvyys: Suomessa käytöstä poistetusta teräksestä yli 90 prosenttia jalostetaan uudelleen. Kaikesta maailmassa valmistetusta kuparista 80 prosenttia kiertää edelleen. Metallien jalostajat rakentavat puhtaampaa tulevaisuutta kehittämällä vähähiilisiä tuotantoteknologioita ja valmistamalla tuotteita muun muassa tuuli- ja aurinkoenergian tuotannon sekä sähköisen liikenteen käyttöön. ▲

Metallinjalostajat ry on Teknologia-teollisuus ry:n toimialayhdistys. Metallinjalostajat huolehtii yhteistyössä jäsenyritystensä, muiden suomalaisten ja eurooppalaisten teollisuuden järjestöjen kanssa siitä, että metallien jalostuksella on menestymisen edellytykset kansainvälisessä kilpailussa. Suomen metallien jalostajat toimivat avoimilla, globaaleilla markkinoilla kaikilla mantereilla. Toiminnassa korostuvat monipuolinen osaaminen ja innovatiivisuus.

Ilmoittajamme tässä lehdessä

Agnico Eagle	2.kansi
AA Sakatti Mining	84
Arctic Drilling Company	14
Astroch	17
Atlas Copco	32
Boliden	32
Brenntag	81
ContiTech	84
CTS Engtec	84
Epiroc	3.kansi
Ferrován	82
Finncobalt	84
Flowrox	8
Forcit	8
GRM Services	3
KATI	4
Keliber	14
Kokkolan Satama	4
Labtium	84
Metso	takakansi
Miilux	84
New Paakkola	4
Nordkalk	3
Nornickel	84
Normet	31
Orica	36
Ovako	43
Palsatech	4
Pretec	10
Pyhäsalmi Mine	10
Sandvik	12
Suomen TPP	61
Swerim	84
Weir	50
Wihuri	28
Xylem	14
Yara	50

 **AngloAmerican**

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

Kulutusteräskeskus



Kovaa reunasta reunaan

Hannu Rantasuo p. 044 771 3695
 Olli Mattila p. 044 771 3693
 Juha Huttunen p. 010 585 6394
www.miilux.fi



Kuljetin hinnat 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

FINNCOBALT

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



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

Mobile Miner



United. Inspired.

Uuden polven mekaaniset kallionlouhintalaitteet ovat täysin räätälöitävissä louhintatarpeen mukaan. Jatkuva louhintaprosessi helpottaa projektien aikataulutusta ja tehostaa niitä.



150
years of results

Etsitkö pitkäaikaista suhdetta? Pumppumme ovat tehty kestämään.

Yksityiskohdat ratkaisevat.

Kaivosala tarvitsee luotettavasti toimivia pumppuratkaisuja takaamaan vakaan tuotannon ja tehokkuuden. Metson pumput ovat vankkarakenteisia ja kestäviä varmistaen keskeytyksettömän kaivosprosessin. Kulutusta kestävät materiaalivalinnat ja helppohuoltoisuus ovat niiden keskeisiä ominaisuuksia.

Kysy lisää pumpuista asiantuntijoiltamme:

Timo Sarvijärvi, puhelin 050 317 0906,
Joakim Colpaert, puhelin 045 317 5198,
Jouko Tolonen, puhelin 050 355 7580 ja
Sauli Pekkala, puhelin 040 595 8065.

 **metso**
Expect results

*Toivotamme asiakkaillemme
Hyvää Joulua ja
menestyksestä Uutta Vuotta!*

