

MATERIA

3-2020 | Syyskuu

GEOLOGIA
KAIVOS
LOUHINTA
RIKASTUS
PROSESSIT
METALLURGIA
MATERIAALIT

YLI 70 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA



Kaivosteollisuuden uusi ympäristöasiantuntija

JOKAINEN ON TÄRKEÄ

Olemme kaikki erilaisia, ja jokainen meistä
on tärkeä osa menestystarinaamme.
Tervetuloa monimuotoisuus!



AGNICO EAGLE
KITTILÄ

MONIMUOTOISUUS
& **YHDENVERTAISUUS**



15

MATERIA

3-2020 | SYYSKUU



63

- 5 Lukijalle **Ari Oikarinen**
- 7 Pääkirjoitus **Pekka Vauramo**: Luodaan yhdessä positiivista muutosta toimialllemme
- 8 **Kari Pienimäki**: Pekka Vauramo kertoo Metson ja Outotecin yhdistymisestä
- 13 **Topias Siren**: Kaivosteollisuuden uusi ympäristöasiantuntija Hanna Lampinen edistää käytännönläheisempää keskustelua kaivosten ympäristöihmisten välillä
- 15 **Katarina Boijer**: Arkeometallurgia sukeltaa menneisyyteen
- 21 **Ville-Valtteri Visuri, Timo Fabritius**: Senkkahuuhtelun mallinnuksella tarkkuutta teräksen seostukseen
- 24 **Jenni Kiventerä**: Rikastushiekköjen hyödyntäminen geopolymeerien raaka-aineena
- 30 **Tapio Ruotoistenmäki**: Areal Distribution and Prospectivity of Cobalt in Finnish Precambrian Bedrock
- 37 **Erkki Levänen, Matti Vilkkö, Jukka Rintala**: Haastavien teollisuusprosessien sensorointi ja tiedonkeruu
- 42 **Elli Miettinen**: Etätöiden ehdoilla
- 44 **Frans Nilsén**: Vihreän tulevaisuuden materiaalit
- 48 **Maria Mamelkina, Paula Vehmaanperä, Ritva Tuunila, Salvador Cotillas, Engracia Lacasa, Manuel A. Rodrigo, Antti Häkkinen**: Kaivosvedet puhdistuvat sähkökoagulaatiolla
- 50 Uusia jäseniä
- 51 **Leena K. Vanhatalo**: Historian havinaa



- 52 **Pasi Peura:** Pentti Kettusen säätiö jakoi tunnustuspalkintoja tamperelaisille materiaaliopin tutkijoille
- 55 Uutisia alalta: **Voitto Känkänen, Janne Koivisto:** Materiaalialumni ry yhdistää Tampereella materiaalitekniikkaa opiskelleet
- 56 Uutisia alalta: **Markku Seitsaari, Santeri Kaisanlahti, Miika Peltoniemi, Riitta Kontio, Ilkka Hynynen, Saija Luukkanen:** OMS-tutkimuskeskus tutkimuksen ja koulutuksen tukena
- 58 Uutisia alalta: **Tuomo Tiainen, Mika Hannula:** Turun yliopisto käynnistää materiaalitekniikan ja konetekniikan diplomi-insinööri-koulutuksen
- 61 Uutisia alalta: **Ari Jokilaakso:** Satakunnan Ammattikorkeakoulu ja Aalto-yliopisto aloittavat metallurgian koulutusyhteistyön
- 64 **Jasmine Ketola:** Opintomatka Vancouveriin
- 67 VMY:n Geologijaosto: Kairauspäivä 2020 – kairaus ja ympäristö
- 67 VMY:n Rikastus- ja prosessijaosto: Rikastus- ja prosessijaosto katsoo positiivisesti kohti tulevaa toimintakautta
- 68 **Kristina Karvonen:** BATTRACE – Akkuminaeraalien jäljillä
- 69 **Sakari Mononen:** Airaksinen palasi puumailamestariksi
- 70 DIMECC on-line: **Kaisa Kaukovirta:** Miten data kestäisi korkeita lämpötiloja ja painetta?
- 71 Kolumni **Pertti Voutilainen:** Ihminen vastaan virus
- 72 Metallinjalostajat: **Kimmo Järvinen:** Koronakriisi potkaisi vetybisneksen nousukiitton
- 74 Kaivosteollisuus: **Pekka Suomela:** Vastuullista kulutusta, vastuullista tuotantoa
- 75 Pakina **Tuomo Tiainen:** Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut
- 77 **Leena K. Vanhatalo:** Asiaa jäsenistöstä ja jäsenille
- 78 Alansa osaajat
- 79 VMY:n toimihenkilöitä 2020
- 80 **Ari Juva:** Pääsihteeriltä

Ilmoittajamme tässä lehdessä:

AA Sakatti Mining	78
ABB	41
Agnico Eagle Finland Oy	2.kansi
AGA/Linde	62
Arctic Drilling Company Oy	12
Astrock Oy	78
Aurubis	12
Avesco	29
Boliden	3
Brenntag Nordic Oy	80
ContiTech Finland Oy	78
Doofor	3
EIT Raw Materials	66
Element Group	14
Epiroc Finland Oy	3.kansi
Eurofins Mineral Testing	78
Flowrox Oy	76
Forcit Oy	6
GRM Services Oy	27
Jyväskylän Messut	28
Oy KATI Ab	12
Kokkolan Satama Oy	12
Metso Outotec	takakansi
Miilux Oy	78
M.Rauenheimo	66
New Paakkola Oy	63
Nordkalk Oy Ab	36
Normet Group Oy	53
Orica	54
Oulun Yliopisto	57
Palsatech Oy	63
Pyhäsalmi Mine Oy	63
RF Valves	63
Sandvik	4
Sibelco	20
Suomen metallinjalostajien rahasto	78
Suomen TPP Oy	80
Oy Tallqvist Ab	43
Tapojärvi & Hannukainen	73
Tevo	79
Weir	23
Yara Suomi	20

Ntombi laajentaa yritystään. Hän tarvitsee metalleja onnistuakseen.

Eri puolilla maailmaa asuvat naiset voivat kehittyneiden tietoliikenneyhteyksien ansiosta ryhtyä yrittäjiksi ja määrätä itse elämänsä suunnan. Matkapuhelin ei toimi ilman kullasta, hopeasta ja kuparista valmistettuja komponentteja; kaikki metalleja, joita voidaan kierrättää ja käyttää loputtomiin. Ntombi katsoo pitkälle tulevaisuuteen – aivan kuten meidän metallimme.

Au

Cu

Ag

Zn

BOLIDEN
Metals for modern life

Doofor
ROCK DRILLS

**KESTÄVYYS,
KORKEA LAATU,
LUOTETTAVUUS**

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

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



LOUHINTA



RAKENTAMINEN



KAIVOSTOIMINTA



SUOMESSA SUUNNITELTU JA VALMISTETTU.



DIGITAALISIN ASKELIN PAREMPAAN TUOTTAVUUTEEN

Kaivosautomaation edelläkävijänä tunnemme hyvin digitalisaation mahdollisuudet ja haasteet. Tarjonnassamme on ollut automatisoituja ratkaisuja kaivoksiin jo yli 20 vuotta.

Sandvikin OptiMine® on markkinoiden kattavin ratkaisu kaivostoimintojen ja -prosessien optimointiin. Järjestelmä on skaalautuva ja modulaarinen ratkaisu, joka voidaan joustavasti laajentaa kattamaan kaivoksen laitteet, järjestelmät ja verkot. Se kokoaa keskeisen datan yhteen ja tuottaa reaaliaikaista sekä ennakoivaa tietoa toimintojen kehittämistä varten. Ymmärtämällä kaivosdataasi voit parantaa maanalaisten toimintojesi tehokkuutta, tuottavuutta ja turvallisuutta.



[ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK/OPTIMINE](https://rocktechnology.sandvik.com/optimine)



Hyvä lukija,

koronakesä oli ja meni. Olipahan erilainen kesä. Moni varmasti kokeili jotakin uutta tapaa viettää lomaansa, enemmän kotimaahan painottunutta matkailua tai sitten parkkeerasi mökille muutamaksi viikoksi metsittymään. Onkohan kalastuslupia lunastettu tänä vuonna aikaisempaa enemmän?

Miten korona on meihin vaikuttanut? Opiskelupaikkojen hakeminen ja jo ylioppilaskirjoitukset viime keväänä kokivat mullistuksen, joka yllätti varmasti kaikki. Työpaikoilla on siirretty etätyöskentelyyn, myös monissa sellaisissa paikoissa, missä se ei ole ollut aikaisemmin tapana. Kouluissa on opeteltu etäopiskelua. Tämä tulee varmasti näkymään vielä pitkään yhteiskunnassa ja voi aiheuttaa pysyvän muutoksen työskentelykulttuurissa. Aihetta pohtii enemmän Elli Miettinen lehden artikkelissa.

Ajat ovat vaikuttaneet myös messutoimintaan. Luonnollisesti kokoontumiskiellot ja matkustusrajoitukset ovat aiheuttaneet päänvaivaa, ja monet messut on joko peruttu tai siirretty. Vuorimiesyhdistyksen yhteistyömessuista Pohjoinen Teollisuus -messut Oulussa on siirretty pidettäväksi kesäkuussa 2021. FinnMateria-messut Jyväskylässä 18-19.11.2020 järjestetään, ainakin tätä elokuun lopulla kirjoitettaessa voimassa olevan tiedon mukaan, omalla paikallaan. Toivotaan, että toinen tai kolmas aalto eivät vaikuta järjestelyihin ja messut saadaan pidetyksi suunnitellusti. Ajantasaista tietoa saa seuraamalla esimerkiksi messujen some-kanavia.

Teollisuutemme ei ole nukkunut näinäkään aikoina; hankkeet etenevät, projektit valmistuvat ja uutta tapahtuu. Lehdessämme on haastateltu Metso Outotecin toimitusjohtaja Pekka Vauramo Metson ja Outotecin fuusiosta ja siitä, miten sitä hyödynnetään syntyneessä yrityksessä.

Minua itseäni on kiinnostanut arkeometallurgia, ja olen aiheesta lukenut ulkomaisissa julkaisuissa. Nyt saimme tähän lehteen aihetta käsittelevän artikkelin. Toivottavasti te lukijatkin pidätte sitä kiinnostavana.

Kun taas palataan työpaikoille ja kokouksiin, koetetaan pitää mielessä hyviä opittuja käytäntöjä. Pysykää terveinä! Allekirjoittanut taitaa lähteä sienimetsälle.

FRISCO



MATERIA

JULKAISIJA / PUBLISHER Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. 78. 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 materiaali tekniikan 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 [Metso Outotec kari.pienimaki@mogroup.com](mailto:kari.pienimaki@mogroup.com) | **PÄÄTOIMITTAJA/ DEPUTY EDITOR IN CHIEF** DI **Ari Oikarinen** 050 568 9884 ari.e.oikarinen@gmail.com | **TOIMITUSSIHTEERI / MANAGING EDITOR** DI **Leena K. Vanhatalo** 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi | **ERIKOISTOIMITTAJAT / SPECIALISTS** TkT, prof.(emer.) **Tuomo Tiainen** 050 439 6630 tuomo.j.tiainen@gmail.com, DI **Hannele Vuorimies** 040 187 6060 [Metso Outotec etunimi.sukunimi@mogroup.com](mailto:Metso%20Outotec%20etunimi.sukunimi@mogroup.com), TkT **Topias Siren**, 050 354 9582 topias.siren@sweco.fi | **TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD** DI **Liisa Haavanlammi** pj / Chairman [Metso Outotec 040 864 4541 liisa.haavanlammi@mogroup.com](mailto:Metso%20Outotec%20040%20864%204541%20liisa.haavanlammi@mogroup.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, **Matti Vaajamo** 044 544 9385 matti.vaajamo@gmail.com, DI **Pia Voutilainen** 040 590 0494 pia.voutilainen@copperalliance.se, Scandinavian Copper Development Ass. DI **An-nina 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 KAUTA.** | **PAINO JA TAITTO/ PRINTING HOUSE** Painotalo Plus Digital Oy, Lahti | **KANSI** Hanna Lampinen, kuva: Topias Siren

Artikkelien aineistopäivä ja Ilmoitustilavaraukset
 Article and Booking ads deadline
 4/2020 29.9.
 5/2020 23.11.

Ilmoitusten aineistopäivä
 /Ads delivered
 4/2020 13.10.
 5/2020 4.12.

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

Samat ammattilaiset, uusi nimi ja entistä laajempi palvelualue

Etsimme jatkuvasti uusia tapoja parantaa toimintaamme ja helpottaa asiakkaidemme, yhteistyökumppaneittemme ja sidosryhmiemme arkea. Siksi pohjoismaisten sisariemme ja **FINNROCKIN** liiketoiminta on yhdistynyt ja se tunnetaan tästä eteenpäin yhdellä ja samalla nimellä, **Forcit Consulting**.

Yhdessä voimme tarjota alamme laajimman valikoiman palveluita ja asiantuntemusta ympäristövaikutuksista.

Lue lisää osoitteesta

>> [FORCITCONSULTING.FI](https://www.forcitconsulting.fi)



BLASTING SERVICES

FOR NORDIC CONDITIONS

FORCIT EXPLOSIVES offers a fulltime partnership for Nordic mining and construction companies. We manufacture and deliver civil explosives and we also provide all blasting related services. Our comprehensive product portfolio consists of bulk emulsions and packaged explosives as well as other blasting products and accessories.

Read more about our services on

>> [FORCIT.FI](https://www.forcit.fi)

Luodaan yhdessä positiivista muutosta toimialallemme

Heinäkuun ensimmäinen päivä 2020 oli merkittävä sekä mineraalien- ja metallienkäsittelyn toimialalle että kahdelle suurelle suomalaiselle yhtiölle, kun Metso Outotec aloitti toimintansa. Yhtiö on uusi johtava toimija kaivos- ja kivenmurskausteollisuudessa ja jo kokonsa puolesta merkittävä. Havainnollistava yhteenlaskettu liikevaihtomme vuonna 2019 oli 4,2 miljardia euroa, toimimme yli 50 maassa ja työllistämme maailmanlaajuisesti yli 15 000 ammattilaista. Olemme vakuuttuneita siitä, että asiakkaamme hyötyvät yhdistymisen monista mahdollisuuksista.

Metso Outotec rakentuu vanhalle perustalle. Meillä on vahva innovaatiokulttuuri, pitkät perinteet kestäväen kehityksen teknologioiden edelläkävijänä, alan johtavaa asiantuntemusta ja halu pyrkiä erinomaiseen asiakaspalveluun.

Yhdistyessämme pääsemme hyödyntämään mittavaa yhteistä osaamistamme ja kokemustamme. Sen ansiosta voimme kehittää tarjoamaamme ja palvelujamme sekä asiakkaidemme että koko toimialamme hyväksi.

Toimiala muutoksessa

Kaupungistuminen lisää nykyaikaisten yhteiskuntien rakentamisessa tarvittavien kiviainesten, mineraalien ja metallien tarvetta. Samaan aikaan arvokkaiden luonnonvarojen niukkuus edellyttää niiden aiempaa vastuullisempaa prosessointia. Myös ilmastonmuutoksen torjuminen vaatii entistä tehokkaampaa energian ja veden käyttöä sekä teollisuuden päästöjen vähentämistä. Sähköistämisen tiedetään olevan yksi tehokkaimmista keinoista ilmastonmuutoksen torjunnassa, ja siihen tarvitaan kasvavia määriä useita eri metalleja. Kiertotalous edistää mineraalien, metallien, kiviainesten



ja jätteiden uudelleen käyttöä ja kierrätystä ja digitalisaatio edistää uudenlaisia liiketoimintamalleja sekä parantaa tehokkuutta ja turvallisuutta.

Yhdessä asiakkaidemme kanssa voimme vaikuttaa tekeillä valintoja, jotka vievät koko teollisuudenalamme kohti luonnonvarojen yhä vastuullisempaa käyttöä.

Koko toimialamme on uudelleenmäärittelyn edessä. Ympäristönsuojelu ja ilmastonmuutoksen hillitseminen ovat kasvattaneet merkitystään ja luoneet asiakkaillemme tarpeen perustella toimintansa oikeutus uudelleen, sillä mineraalien ja metallien jalostus kuluttaa paljon energiaa ja teknologia- sekä prosessivalinnat vaikuttavat päästöihin. Heikentyvät malmipitoisuudet edellyttävät kehittyntä teknologiaa, jotta arvokkaat mineraalit saadaan tehokkaimmin hyödynnetyiksi. Vesi on kustannustekijä erityisesti kuivuu-desta kärsivillä alueilla.

Asiakkaiden tukeminen toimialan muutoksessa on Metso Outotecin ydinosaamista. Vesi- ja energiatehokkaat teknologiamme ja palvelumme parantavat prosessien tehokkuutta, kierrätystä sekä rikastushiekan varastointia ja uudelleenkäyttöä. Kattavan laite- ja palveluvalikoimamme avulla voimme parantaa asiakkaidemme kannattavuutta sekä pienentää heidän käyttökustannuksiaan ja riskejään. Lisäksi vahva tutkimus- ja kehitystoimintamme tuottaa uusia innovaatioita asiakkaidemme hyväksi.

Me tunnemme asiakkaidemme toimialat ja heidän päivittäiset haasteensa. Yhdessä voimme luoda alalle positiivista muutosta.

PEKKA VAURAMO
TOIMITUSJOHTAJA, METSO OUTOTEC



Pekka Vauramo kertoo Metson ja Outotecin yhdistymisestä

Metso Outotecin toimitusjohtajan Pekka Vauramon haastattelu 6.8.2020

TEKSTI: KARI PIENIMÄKI

Pekka Vauramo on valmistunut diplomi-insinööriksi Teknillisen Korkeakoulun vuoriosastolta vuonna 1982. Pääammattiaineena hänellä oli louhintatekniikka sekä pitkänä sivuaineena rikastustekniikka ja lyhyenä teollisuustalous.

Työuransa alussa Pekka toimi alkuun Outokummulla kaivosteknisessä ryhmässä haalariharjoittelijana 6 kk ja sen jälkeen käyttöinsinöörinä Vihannin kaivoksella. Hänellä on ylipanostajan pätevyyskirja, joka on kuitenkin päässyt jo vanhentumaan.

Kaivoksilta Pekan ura eteni 20 vuodeksi YIT:n omistamalle konepajalle ARA:lle, joka päätyi Tamrockin ja myöhemmin Sandvikin omistukseen. Vuonna 2007 Pekka meni Cargotecille eri tyyppisiin johtotehtäviin ja sieltä vuonna 2013 Finnairin toimitusjohtajaksi sekä Metsolle vuonna 2018. Metson ja Outotecin yhdistyttyä heinäkuussa 2020 Pekasta tuli kyseisen yhtiön toimitusjohtaja.

Pekka Vauramo luonnehtii uraansa sanomalla, että hän on tehnyt vähän kaikkea maan ja taivaan väliltä. Tekniikka ja teknologia ovat kovin erilaisia näissä yrityksissä, mutta paljon on myös yhtäläisyyksiä. Ihmiset ovat persoonia ja johtamisen näkökulmasta herkistyy katsomaan näitä eroja monelta eri kulmalta. Finnairin ja Metso Outotecin toimintaa verratessa meillä on nykyään enemmän vapausasteita. Finnairissa toiminta on erittäin säänneltyä.

Metso ja Outotec yhdistyivät heinäkuussa 2020

Metson ja Outotecin yhdistyminen oli pitkä prosessi, ja keskusteluja oli aiheesta käyty jo Outotecin listautumisen aikaan vuonna 2006. Prosessissa on tultu ajan kuluessa aina askel pari lähemmäs, ja nyt tultiin niin lähelle, että uskallettiin hypätä sen välin yli puolin ja toisin. Mitään erityistä syytä ei ollut yhdistymisen ajankohdalle.

Positiivinen tulosvaroitus heti alkuun
Koronavirus vaikutti pandemian alkupuolella erityisesti kivenmurskauslaitteissa, jolloin niiden tilaukset lähestulkoon seisahtuivat. Huhtikuun puolestavälistä kivenmurskauslaitteiden kysyntä alkoi näyttää paremmalta ja kesäkuun lopussa kaupat olivat jo ajankohdalle tyypillisellä tasolla. Kaivosteollisuuden laitekauppojen kuten murskaimien, myllyjen ja materiaalinkäsittelyjärjestelmien myynti on koko

Metso Outotecin tutkimus- ja kehityspanostus 100 M€ vuodessa.

ajan pysynyt hyvänä, jopa parempana kuin vuotta aiemmin. Myöskin huolto on pysynyt kiireisenä, ja varaosat sekä kulutusosat ovat myyneet hyvin. Asiakkaat ovat investoineet, koska metallien hinnat ovat toipuneet hyvin huhti-toukokuun pudotuksen jälkeen. Näyttäisi siltä, että kaivokset panostavat nyt siihen, etteivät ne ainakaan vara- tai kulutusosien puutteen vuoksi joudu seisokkitilanteeseen. Sen sijaan Metals-liiketoiminnan puolella isot tilaukset ovat olleet kiven alla. Investoinnit ovat siirtyneet – eivät hävinneet. Lopultahan rikaste on kuitenkin jatkojalostettava, koska sillä ei ole monia loppuasiakkaita.

Metso ja Outotec tekivät pandemian aikana ennen yhdistymistään kuitenkin myös merkittäviä kustannussäästöjä, Metso tilapäisiä ja Outotec sekä tilapäisiä että pysyviä. Näiden vaikutus hyvään tulokseen on ollut huomattava.

Kannattava Neles eriytettiin

Metso Minerals ja Flow Control (=Neles) olivat niin erilaisia liiketoimintoja, että niillä ei juurikaan synergioita ollut. Vaikka venttiileitä kaivoksilla ja rikastamoilla on paljon, niin se on kuitenkin häviävän pieni osa Nelesin tarjonnasta. Neles on kooltaan pienempi, mutta suhteellisesti kannattavampi. Kun sitä katsotaan sijoittajan tai omistajan näkökulmasta, niin se ei isomman Mineralin siipien alla saanut sitä arvoa, jonka se strategisessa mielessä tarvitsee. Tästä lähti Nelesin eriyttäminen. Nelesin myynnistä on viime aikoina spekuloitu julkisuudessa, mutta Metso Outotec ei luonnollisestikaan ole tässä mitenkään mukana. Yrityksillä ei ole yhteisiä hallituksen jäseniä tai ristiin-omistuksia. Joitain palvelusopimuksia on vielä siirtymävaiheen ajan.

Metso Outotec ei sorru ylimielisyyteen

Kilpailijat ovat olleet melko hiljaa Metso Outotecin yhdistymisestä, mutta asiakkaat ovat pääosin reagoineet erittäin positiivisesti. He odottavat, että olemme yhdessä enemmän kuin erikseen. Tämä on haaste, jonka Metso Outotec ottaa vastaan. Haluamme näyttää, että nyt meidän tarjontamme katkaessa koko prosessin pystymme ajan oloon kehittämään prosessia tavalla, joka tuottaa paremman lopputuloksen ympäristön, metallien saannin, alhaisemman energian- ja vedenkulutuksen sekä veden kierrätyksen kannalta. Näiden kanssa tulemme tekemään töitä ja menemään nopeasti eteenpäin. Joku on kysynyt, onko Metso Outotec nyt liian iso ja kiinnostavatko meitä pienetkin asiakkaat. Voin vakuuttaa, että ei ole asiakasta, joka ei meitä kiinnostaisi. Se olisi ylimielisyyttä, mihin emme sorru. Monet asiakkaathan ovat meitä paljon suurempia kaivospuolella ja kivenmurskauspuolella asiakaskunta on kovin erilainen. Uskon, että tulemme näkymään positiivisessa mielessä erityisesti tarjontamme kautta.

T&K panostus yhtä paljon kuin muilla länsimaalaisilla verrokeilla yhteensä

Metso Outotec käyttää 100 M€ vuodessa tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Kun katson, mitä kilpailijat virallisesti ilmoittavat käyttävänsä, niin panostuksemme on suunnilleen yhtä suuri kuin muiden länsimaalaisten verrokkien yhteensä. Se on meistä itsestämme kiinni, mitä saamme sillä rahalla aikaan.

T&K -strategiatyö käynnistyi heinäkuun alussa, ja työ jatkuu. Meillä on tarve tuotteistaa tarjontaamme, ja sitä molemmat firmat ovat tehneetkin jo. Projektimaisuudesta pyritään pääsemään eroon niiltä osin kuin se on mahdollista. Se tarkoittaa, että suunnitellaan tuotelinjat, jotka kattavat tulevat tarpeet sekä tuotteet, jotka voidaan valmistaa kontrolloidummin tehdasympäristössä. Silloin asennustyö jää paikan päällä selvästi vähäisemmäksi. Myös varosatarjonta tulee suunnitelluksi eri tavalla, kun tuotteet ovat vakioituja.

Tutkimuskeskusverkostosta synergiaetuja

Uskon, että tutkimuskeskuksista on löydettävissä synergiaetuja. Malminäytteet kannattaa luonnollisesti tutkia meillä yhdessä paikassa. Minullakaan ei ole vielä täyttä

ymmärrystä kaikista tutkimuskeskuksista. Meillä on myös joitakin liiketoimintoja, jotka ovat myynnissä. Jos niihin liittyy T&K, niin on sängen luonnollista, että niihin olennaisesti liittyvä tutkimustoiminta menee liiketoiminnan mukana.

Päällekkäisyyksistä ja myynnistä synergiaetuja

Metso Outotecissa tavoitellaan 300:lla synergiaohjelmalla kustannussäästöjä ja tehokkuutta. Monet toimista kohdistuvat päällekkäisten toimintojen poistamiseen. Toinen alue on myyntipotentiaalimme - mm. rikastusprosessissa täydennämme hyvin toisiamme. Metson vahvuudet ovat olleet alkupäässä ja Outotecin vahvuudet loppupäässä sekä vedenpoiston ja suodatuksen alueella. Päällekkäisyyksiä on jonkin verran esimerkiksi jauhinmyllyjen ja ehkä vaahdotuskennojenkin osalta, mutta hyvää täydentävyyttä meillä on. Se tarkoittaa, että voimme myydä tarjontaa paketissa yhdestä firmasta. Tästä tulee tuottopuolen, yhdessä toimimisen synergioita – ja näitä on huomattava määrä. Ne ovat muun muassa

murskaimia, seuloja, syöttimiä, pumppuja, luokittimia ja sykloneja, joita ei aikaisemmin ole toimitettu samasta firmasta.

Myytävät liiketoiminnot

Outotec julkisti viime vuoden lopulla luovutensa alumiiniliiketoiminnasta, jätevoimalaratkaisuista sekä lietteenpoltosta. Myytävistä toiminnoista lietteenpoltto on jo myyty ja muillekin on jo kiinnostuneita tahoja. Koronavirus on jonkin verran hidastanut myyntiprosessia, ja joidenkin ostajien rahoitusjärjestelyt ovat sen verran hankalia, että osa kaupoista saattaa mennä ensi vuoden puolelle.

Yhteistyö yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa

Yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa toimimisen tuskin tulee fuusion myötä muutoksia. Me toimimme niin erityisalalla, ettei tutkimusyhteistyökuvioissa vaihtoehtoja ole paljon. On hyvin tärkeitä, että viestimme jatkuvuutta tässäkin. Kaiken tutkimuksen täytyy olla liiketoimintaa kehittävää ja tukevaa. Uskon, että verkostossa toimiminen on

entistään tärkeämpää jatkossa. Osaamista löytyy huomattavan paljon esim. VTT:llä, missä pystytään mallintamaan asioita huomattavan pitkälle. Tämä on erittäin mielenkiintoista meidän kannaltamme, ja tätäkin yhteistyötä aktivoimme jatkossa.

Tampereen toimipiste muuttaa, kun aika on oikea

Fuusio ei vaikuta suunnitelmiin siirtää Tampereen toimipistettä. Tampereella valmistetaan pääosin mobiilimurskainlaitteita ja jonkin verran murskaimia. Tampereella toimitaan erittäin vanhassa tehdasympäristössä, joka on keskusta-alueen kupeessa ja rautatien vieressä. Rautatieaseman päälle on valmistumassa uusi jäähalli ja kauppakeskus, joten meillä alkaa olla vähän väärä paikka teolliselle liiketoiminnalle alueella. On vaarana, että meille alkaa tulla toiminnallisia rajoituksia. Tien toiselle puolelle on alustavassa kaavassa myös tulossa asuinalue, joten tässä on kyse eräänlaisesta väistöliikkeestä. Siirto on ottanut aikalisää koronaviruksen takia, koska me emme halua investoida hetkenä, jolloin meillä ei ole



riittävä varmuutta markkinatilanteen kehityksestä. Hetki on juuri nyt vaikea investointipäätökselle, mutta kyllä meillä tontti on varauksessa ja kaikki näyttää siltä, että sinne mennään sitten, kun aika on oikea.

Outotecin DNA teknologiassa

Patentteja uudella yhtiöllä on kaikkiaan noin 9000, joista noin 75% tulee Outotecin ja 25% Metson puolelta. Outotecin DNA on teknologiassa, mikä kuvastuu patenttien määrässä. Patentit vaativat paljon hallintaa ja jatkuvaa uudelleenarviointia – se on oma tieteen lajinsa. Ne patentit, jotka ovat relevantteja liiketoiminnallemme ja sitä lähellä oleville alueille, täytyy pitää voimassa. Sekin kannattaa aina muistaa, että alkuperäisten 'suojelukohteiden' lähiympäristössä saattaa olla mielenkiintoisia sovelluksia, joihin liittyviä alueita myös kannattaa jatkossakin suojata.

Tuotekarttojen teko alkaa

Tuotekarttojen teko on käynnistymässä ja tässä yhteydessä katsotaan, millainen rooli kullakin tuotteella on. Ja toisaalta nähdään, mitä synergioita tuotteista ja tuotelinjoi- ta löydetään. Jos haluamme, että meillä on kattava tuotelinja, sen pitää olla myös tulevaisuudessa Metso Outotecin tuotelinja, ei Metson tai Outotecin tuotelinja. Sen pitää olla yhtenäinen ja sieltä pitää löytyä tarvittavat ominaisuudet, jotta tuotteilla pystytään kilpailukykyisesti osallistumaan tarjouskilpailuun. Tämä on myös kriteerimme päällekkäisyyksien suhteen.

Yhtenäistetäänkö käytännöt, vai saavatko bisnekset toimia vapaasti?

Ei nyt ihan vapaasti, Meidän tulee hakea se rooli, joka halutaan ottaa ja pitää se - ja olla hyvä toimija valitussa roolissa. Outotec teki jo aiemmin linjauksen, että EPC-tyyppiin tilauksiin suhtaudutaan suurella varauksella. Uskon, että tämä linjaus tulee jatkumaan. Uskon myös, että tarvitsemme enemmän tuotteistamista niillä alueilla, missä se on mahdollista. Huolto on ollut molemmille tärkeä osa toimintaa - eiväthän asiakkaat meiltä mitään ostaisi, jos ei osavaa tukea löytyisi. Varaosapuoleen ja huoltosopimukseen liittyvät liiketoimintamallit on yhtenäistettävä ja niiden on oltava kunnossa, koska toimimme nyt yhtenä yrityksenä saman etulinjaorganisaation, markkina-alueorganisaation ja tytäryhtiöverkoston kautta ja joissakin bisneksissä ja joissakin maissa edustajien kautta.

Iso enemmistö suhtautuu yhdistymiseen myönteisesti

Kilpailuviranomaisten hyväksymisprosessi

Kilpailuviranomaisten hyväksymisprosessia viivästytti erityisesti pari asiaa. Euroopassa hyväksyntä viivästy, koska viranomainen oli erityisen kiireinen isojen, vaikeiden yrityskauppojen takia ja jäimme siellä muiden jalkoihin - ja sitten tuli korona. Useissa maissa viranomaiset lopettivat toimintansa pandemian pahimmaksi ajaksi ja asiat eivät edenneet. Mutta loppujen lopuksi saimme sitten viedyksi hyväksynnät maaliin joka maassa. Viimeinen hyväksyntä tuli kesäkuussa. Prosessiin meni paljon aikaa ja se oli tietysti kallista, koska jouduimme käyttämään paljon ulkopuolisia asiantuntijoita.

Positiivisia kommentteja ja uutta energiaa yhdistymisestä

Mittaamme henkilöstön piirissä erilaisia pulssitutkimuksia, ja kyllä sieltä usko uuteen yritykseen paistaa läpi. Logiikka näiden kahden yrityksen yhdistymisestä on hyvin mielletty ja se nähdään hyödyllisenä ja tarpeellisenä. Iso enemmistö suhtautuu siihen joko erittäin myönteisesti tai myönteisesti, ja hyvin pieni vähemmistö on negatiivista. Totta kai on myös epä tietoisuutta ja vai- kapa työn määrään liittyviä huolenaiheita yhdistymisvaiheessa. Samaan aikaan on näet varmistettava, että olemme aktiivisesti tekemässä myyntityötä ja tarjoamassa laitteita ja huoltamassa niitä sekä pitämässä asiakkuuksista hyvää huolta. Sen päälle tulee paljon vielä yhdistymiseen liittyvää työtä. Ensimmäisen päivän palaute henkilöstöltä oli positiivista – tiedotustilaisuuksien kommentit olivat aika iloisia. Se kertoo, että tällainen järjestely paremminkin vapautti ja toi uutta energiaa kuin lamautti meitä.

Ostamme hyvin läheltä suunnittelupaikkakuntia

Kiinasta tulee paljon kilpailua, ja meillä on tiukka hintakilpailu monessa paikassa. Meidän on katsottava, miten pystymme parhaiten vastaamaan kilpailuun. Tietysti

tuotekehitys, tuoteominaisuudet ja prosessin laatukysymykset ovat asioita, joissa haluamme erottautua. Samalla on myös varmistettava, että meillä on myös kilpailukykyinen toimittajakunta tai kilpailukykyinen valmistus itsellämme, ottamatta nyt kantaa siihen, missä me valmistamme. Jos tarkastellaan sitä, mistä tällä hetkellä ostamme, niin kyllä se on hyvin läheltä niitä paikkakuntia, joissa meillä on paljon suunnittelukapasiteettia. Suunnittelua meillä on pääasiassa Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa ja se myös vaikuttaa kustannustasoon. En usko, että mitään äkkiliikkeitä tulee tapahtumaan.

Kulttuuri syö strategian aamupalaksi

Meidän tavoitteemme on tehdä kahdesta yrityksestä hienompi kuin mitä ne ovat erikseen olleet. Siihen tarvitsemme kaikki keinot ja apuvoimat, mukaan lukien kulttuurin. Kulttuuri on se, joka syö strategian aamupalaksi erityisesti silloin, jos ne ovat ristissä toisiinsa nähden. Kulttuurin pitää tukea yrityksen tavoitteita. Kun selvitimme kulttuureitamme, niin kävi ilmi, että lähtökohdat ovat varsin lähellä toisiaan. Se tarkoittaa minulle sitä, että se mikä puree toiseen puoleen, niin sen pitäisi purra myös toiseen, kun lähdetään muutosmatkalle. Eli käytännössä meidän pitäisi pystyä hake- maan muutosta samanlaisilla toimenpiteillä. Uskon ja tiedän, että meille tulee jatkossakin olemaan tärkeää, että pidämme asiakkaista hyvää huolta - se tulee olemaan keskeistä uuden yrityksemme kulttuurissa. Uskon myös, että taloudellinen suorituskyky- me on entistäkin tärkeämpää - emme tee kompromisseja sen osalta. Teemme poh- jatyötä tällä hetkellä. Siinä vaiheessa, kun uusi organisaatio on valmis, on aika lähteä joukolla miettimään, millaisen yrityksen haluamme yhdessä tehdä.

Yhtiöiden kulttuurit samankaltaisia

Onhan meillä myös jonkinlaisia eroja kulttuureissa. Outotec oli projektitalo ja Metso enemmän tuotebisnes sekä hyvin vahvasti huoltoon orientoitunut yritys. Erot ovat enemmänkin toiminnallisia tai liiketoimintamallit ovat olleet vähän erilaisia. Toimimme kuitenkin samalla teollisuuden alalla ja hyvin pitkälti samojen asiakkaiden kanssa – eli ilman muuta meillä on myös paljon samankaltaisuuksia. Iso osa resursseista on samoissa maissa; Suomessa paljon, samoin Euroopassa, ja molemmat ovat vahvoja samoilla markkina-alueilla. Se ehkä tuo enemmän mukaan sitä samankaltaisuutta.▲



DIRECTIONAL CORE DRILLING

ADC can provide the total drilling package, from the hole and branch planning to the highly skilled drillers – no extra contractors needed.

SEE THE K10
IN ACTION ON
ADCLTD.FI

- ✓ HIGH ACCURACY
- ✓ COST-EFFECTIVE
- ✓ ENERGY EFFICIENT



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



Maailman parasta kuparia, tehty Poriissa.

Aurubis Finland
Kuparitie, P.O.Box 60
28101 Pori
Aurubis.com/finland



Recognized pioneer in eco-friendly exploration & drilling

- Safe Discovery Award – Innovation granted by Anglo American Plc.
- ISO 14001 Environmental Management System since 2004
- Environmental Contribution of the year 2013 Awarded by Euro Mining Jury, Finland.
- Patented water recirculation system

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



PORT OF KOKKOLA
**WELCOME TO THE
PORT OF KOKKOLA**
www.portofkokkola.fi



Kaivosteollisuuden uusi ympäristöasiantuntija Hanna Lampinen edistää käytännönläheisempää keskustelua kaivosten ympäristöihmisten välillä

TEKSTI JA KUVAT: TKT **TOPIAS SIREN**

Esimerkiksi Agnico Eagle Finland Oy:llä yhdeksän vuoden uran ympäristöinsinöörinä tehnyt Hanna Lampinen aloitti kesäkuussa Kaivosteollisuus ry:n ympäristöasiantuntijana. Siirtyminen Etelärantaan on suuri muutos keskeltä poronhoitoaluetta. Tosin samoin kuin Helsingissä ei kaivosalueellakaan ole juurikaan itikoita, mikä tekeekin kaivosalueesta mieluisen paikan poroille. Poroja pyritään pitämään pois kaivosalueelta mm. aitojen avulla, mutta välillä sinnikkäimmät löytävät sinne siitä huolimatta tiensä. Joskus parman puraisessa poroa ovat kaivoksen parkkipaikalla autot saaneet osumia, ja töihin tullessa kaivoksen pääoven katos on ollut täynnä ilmoja pitämässä olevia poroja, joita vartijat ovat hädistelleet loitommaksi.

Vaikka uusi työ onkin vienyt tuoreen ympäristöasiantuntijan kauas poroalueilta, eivät ympäristöön ja vaikkapa poronhoitoalueisiin liittyvät kysymykset ole kadonneet minnekään. Tuore ympäristöasiantuntija tulee seuraamaan läheltä luonnonsuojelulain sekä maankäyttö- ja rakennuslain muutoksia sekä maankäyttöuudistuksia ja tiedottamaan jäsenyrityksille siitä, mihin suuntaan lainsäädäntö on menossa. Hanna Lampisen tavoitteena on jalostaa jäsenille viestittävää tietoa pidemmälle, kehittää jäsenviestintää ja tehdä entistä kohdennetumpaa vaikuttamisviestintää yhdessä viestintätiimin kanssa. Työnjakoa ollaan vielä hiomassa, ja tulevaisuus näyttää millainen lopullinen tehtäväkuva on.

Käytännönläheistä keskustelua

kaivosten ympäristöihmisten välillä

Pitkä käytännön kokemus Kittilän kaivoksen ympäristöluvituksesta, tarkkailuraportoinnista ja viranomaisyhteistyöstä luo hyvän pohjan toimia Kaivosteollisuus ry:n ympäristöasiantuntijana. Suomen kaivoksilla on omat haasteensa, mutta osa haasteista on yhteisiä kuten pölynsidonta kesällä. Kaivosteollisuus ry toivoo pystyvän luomaan kaivosten ympäristöihmisten välillä keskustelua käytännön kokemuksista



ja helpottamaan käsillä olevien asioiden jakamista. Yhtenä jaettavista aiheista on vesiputedirektiivin tavoite, jonka mukaan EU:n vesistöjen tila on hyvä vuoteen 2027 mennessä. Seitsemän vuotta voi tuntua pitkältä ajalta, mutta itse direktiivi on säädetty jo vuonna 2000 ja hyvään vesistöjen ekologiseen tilaan tähdättiin ensimmäisen kerran vuoteen 2015 mennessä. Käytännössä tähän pyritään vasta vuoteen 2027 mennessä seuraavan vesienhoitosuunnitelmakauden päättyessä. Esimerkiksi Kittilän kaivoksella paikallisen vesistön tilan hyvänä pitämiseen on pyritty parantamalla määrätietoisesti poistovesien laatua.

Kaivosten ympäristöasiantuntijoiden välillä ei ole salaisuuksia, mutta yhteistyötä ja avointa keskustelua kaivataan edelleen lisää. Käymällä avointa keskustelua voivat kaivokset saada esimerkiksi tietoa siitä, minkälaisia luparajoja on odotettavissa, kun ympäristölupia haetaan. Hannan kokemuksen mukaan ympäristöviranomaisten kanssa on ollut helppoa keskustella, mutta ympäristölupaprosessit kestävät luvattoman pitkään. Pitkän tähtäimen suunnittelun takia on hyvä pystyä ennakoimaan tulevia luparajoja edes jollakin tasolla, ja yhteistyö on avainasemassa.

Linkki eurooppalaiseen edunvalvontaan

Kuten vesiputedirektiivistäkin voidaan todeta, useat Suomen kaivosteollisuuteen vaikuttavat lait säädetään jo eurooppalaisella tasolla ja niiden implementointi saattaa tapahtua vasta vuosien päästä Suomessa. Tämän takia myös eurooppalainen edunvalvonta on erityisen tärkeää ja Kaivosteollisuus ry:n ympäristöasiantuntija tulee toimimaan aktiivisesti Euromines-organisaatiossa. Se on Kaivosteollisuus ry:tä vastaava eurooppalainen kaivos- ja kaivannaistoiminnassa toimivien yritysten edunvalvontajärjestö, johon myös Kaivosteollisuus ry kuuluu yhtenä jäsenyhteisönä. Hanna Lampisen mukaan on tärkeää olla mukana Eurominesin toiminnassa ja myös tuoda Kaivosteollisuus ry:n jäsenyrityksille tietoa vuosien päästä muuttuvista asioista, jotta ne voidaan ottaa huomioon ajoissa.

Kaivosvastuujärjestelmän kehitys

Kanadassa Mining Association of Canada (MAC) on ottanut käyttöön Towards Sustainable Mining (TSM) -kaivosvastuujärjestelmän ja vastaavan rakentaminen on Suomessa pitkällä. Tämä järjestelmä on lähellä Hanna Lampisen sydäntä. Kaivosvastuujärjestelmässä otetaan huomioon muun muassa kaivosturvallisuus, biodiversiteetti, rikastushiekan hallinta sekä yhteiskuntasuhteet, ja vastuullisen toiminnan toteutumista auditoidaan säännöllisesti. Osa Suomen kaivoksista noudattaa jo nyt kanadalaisista kaivosvastuujärjestelmää ja lisäksi moni niistä kuuluu Kestävän kaivostoiminnan verkostoon, jonka tarkoituksena on edistää kaivostoiminnan kehittymistä Suomessa vastuullisemmaksi, kestävämmäksi ja ennakoitavammaksi. Tämä tarkoittaa sitä, että kaivosvastuu on hyvällä mallilla Suomessa.

Hanna Lampinen pitää tulevaisuudessa osaltaan huolta siitä, että kaivostoiminta pysyy kestäväenä ja että sitä voidaan harjoittaa myös tulevaisuudessa. Materia-lehden toimitus toivottaa Hannalle onnea ja menestystä uusiin tehtäviin. ▲

WEAR AND SPARE PARTS FOR SLURRY TRANSPORT

element[®]
Integrity in details

PRODUCED UNDER ELEMENT[®] BRAND

Element Group is an international company focused on engineering, manufacturing and supplying of wear and spare parts for mining equipment with head office in Tampere, Finland. Our offering includes a wide range of parts for brands such as Warman, GIW KSB, Krebs FLS and others. We provide overall mining equipment solutions for our customers such as design and customized upgrade of parts together with qualified technical support.

We are committed to having high availability of parts locally to ensure successful cooperation with the largest mining corporations. Contact our team to find out more.

Element Group Oy
Yrittäjänkulma 5,
33710 Tampere
+358 10 340 3980
info@element.global



www.element.global



[element.global](https://www.instagram.com/element.global)



[Element Global](https://www.linkedin.com/company/Element%20Global)



[elementbrand.global](https://www.facebook.com/elementbrand.global)



Jouni Jäppinen ja naapurikylän Rune Nygård sulattamassa terästä paikallisesta Ahvenkosken hematitimalmista. Malmin rautapitoisuus oli ennen rikastusta 36,4 %. Sulatus tehtiin rautakautisen kuilu-uunin tilavuutta simuloivassa uunissa, jonka kotkalainen Refrak Oy valmisti tulenkestävästä alumiinisilikaatista. Uunin halkaisija oli 30 cm. Uuniin puhallettiin ilmaa puhalluspalkeilla 700 l/min. Sulatus tehtiin aistinvaraisesti ilman mittalaitteita ja lisäksi noudatettiin Kalevalan yhdeksännen runon oppeja.

Arkeometallurgia sukeltaa menneisyyteen

Arkeometallurgia tutkii esihistoriallista ja historiallista metallien käyttöä ja valmistusta. Tällöin puhutaan tuhansien vuosien aikajanasta, aina siitä asti, kun metalleja alettiin käyttää. Prosessi edellyttää esineen mikrorakenteen tutkimista.

TEKSTI: **KATARINA BOIJER**

Yleensä arkeometallurgista tutkimusta tekee arkeologin, geologin tai fyysikon koulutuksen saanut tutkija, joka on erikoistunut myös metallografiseen tutkimukseen. Tutkimusta voi tehdä myös arkeologi, joka tekee poikkitieteellistä yhteistyötä metallurgiaan erikoistuneiden tutkimuslaitosten tai yliopiston oppiainelaitosten kanssa.

Syvälle historiaan

Jouni Jäppinen kiinnostui metalleista jo 1970-luvulla isoisänsä verstaalla. Jäppisen tie johti Lahden kultaseppäkouluun, jossa opetusohjelmaan kuuluivat metalliseosten sulattaminen rakeista, jalostaminen raaka-aineiksi sekä lopulta valmiiksi esineiksi.

Lahden jälkeen hän opetteli pronssin valamista savimuotteihin sekä raudan valmistusta esihistoriallisin menetelmin.

Jäppinen innostui akateemisista opinnoista ja nykyään hän yhdistää kahden eri sepänalan kokemusta kulttuurihistorialliseen tutkimukseen.

Hän on tutkinut maamme vanhimpiin rautaesineisiin kuuluvaa Loviisan Viirankosken vyökoukkuu vuonna 2017. Tähän työhön hän kutsui mukaan arkeologian professorin sekä sepän. He selvittivät, milloin ja miten seppä vyökoukukun aikoinaan valmisti.

Jäppinen viimeistelee parhaillaan tietokirjan käsikirjoitusta, ja arkeometallurgia on miehen suuri innoittaja ja kiinnostuksen kohde.

”Arkeometallurginen tutkimus pitää sisällään erilaisia luonnontieteellisiä menetelmiä, joiden avulla pyritään löytämään tietoa esimerkiksi raudan valmistuksesta, metallien koostumuksesta sekä muista ominaisuuksista, jotka arkeologiseen kokeluun liitettyissä esineissä ja perinteisessä arkeologisessa tutkimuksessa jäävät yleensä piiloon. Tällä on suora yhteys tutkimuksissa esiintyviin pintapuolisiin tulkintoihin.”

Tutkimusten avulla voidaan saada selville, millaisilla menetelmillä ja minkälaisesta raaka-aineesta seppä on jonkin esihistoriallisen tai historiallisen esineen aikoinaan takonut.

Jäppinen jatkaa:

”Parhaimmillaan arkeometallurginen tutkimus sisältää myös kokeellista tutkimusta, kuten ennallistuksia, jolloin poikkitieteellisyys korostuu entisestään. Silloin voidaan hyödyntää myös seppien tietotaitoa ja parhaassa tapauksessa välttyä jopa virheellisiltä tulkinnoilta.”

Poikkitieteellistä arkeometallurgista tutkimusta ei Suomessa juurikaan tehdä.

”Ehkä juuri sen takia arkeologisissa tutkimuksissa otetaan melko harvoin kantaa siihen, miksi ja millaisia menetelmiä käytetään jokin esine on valmistettu. Todetaan vain ympäröivästä, että esine on se, mikä se on, ja se löytyi siitä ja siitä kontekstista ja siltä syvyydeltä”, Jäppinen huomauttaa.



Kolmen tunnin puhalluksen jälkeen uunin pohjalta nostettu 5 kg painoinen ”rautasieni”, joka muotoiltiin ”samalla kuumalla” symmetriseksi. Myöhemmin primäärisen puhdistustaannon yhteydessä siitä muotoiltiin aihioita puukonterien raaka-aineeksi.

Mukaansatempaavat metalliesineet

Arkeometallurgian menetelmillä tutkitaan metalleista valmistettuja esineitä ja niiden valmistamiseen käytettyjä raaka-aineita aina malmien jalostuksesta lähtien.

Tällöin voidaan analysoida muun muassa paikallisia malmilähteitä, ahjoja, kuonaa sekä raudan valmistukseen käytettyjen uunien jäänteitä. Tulokset kertovat, onko kyse kenties paikallisesta valmistuksesta ja onko raaka-aineena käytetty paikallista rautamalmia.

Jäppinen kertoo:

”Tulosten perusteella voi sitten pohdita, milloin ja miltä kantilta rautakulttuuri maamme aikoinaan saapui. Se kuva on muuttunut esimerkiksi Kymijokilaakson osalta melko dramaattisesti 2010-luvulla.”

”Ylipäätään yleiskuva kotimaan rautakulttuurista on kuitenkin tulkintoinen edelleen melko hatara. Tähän juuri arkeometallurgia voisi tuoda lisävalaistusta.”

”Alkuaine- ja uusilla isotooppitutkimuksilla voidaan paikantaa jopa malmien alkulähteitä. Metallurgian perusteita ei juuri-

kaan opiskella historian oppiaineissa ja siksi vain harvoilla arkeologeilla on syvällisempää tietoa esimerkiksi seppien käyttämistä menetelmistä, joilla taas on suora yhteys tutkimuksiin. Niissä vilisee sellaisia sanoja kuin: ehkä, mahdollisesti, saattaa olla”, hän sanoo.

Jonkinlaista elpymistä värisee kuitenkin ilmassa. Viime vuosina on tehty joitakin arkeometallurgiaa sivuvia opinnäytetöitä, ja näillä tekijöillä on ollut omakohtainen tuntuma metallurgiaan tai tausta sepän ammatissa.

Moninaiset menetelmät

Erilaisia tutkimusmenetelmiä on lukuisia.

Metallografia ja valomikroskopia ovat helppoiten saatavilla, mutta näytteen valmistuksen hienoudet täytyy hallita.

Jäppinen on itse soveltanut siihen taroitukseen kultasepänalan menetelmiä.

”Tänä päivänä voin valmistaa kuonäytteen etsauksineen noin 20 minuutissa, minkä jälkeen kuonan voi alustavasti määrittää esiin tulleen mikrorakenteen perusteella.”



Jouni Jäppisen valmistama käyttöpuukko Ahvenkosken malmista sulatetusta teräksestä.

”Näytteiden teettämiseen kaupallisissa yrityksissä ei ole mattimeikäläiselle freelancerille taloudellisia mahdollisuuksia, joten ainoa vaihtoehto on tehdä kaikki itse!” hän kertoo nauraen.

”Valomikroskooppilla saa saman tien selville monia asioita, kuten sen, onko teräase valmistettu lamelleista ahjohitsaamalla tai onko korrosio edennyt raerajoja tai ahjohitsausaamaa pitkin tai onko terä vaikka karkaistu.”

”Valomikroskooppitarkastelun jälkeen terää voi yrittää typologisoida ja parhaimmassa tapauksessa esittää jopa ajoitushypoteesin vertailemalla tuloksia saatavilla olevaan aineistoon”, Jäppinen sanoo.

Kun halutaan tarkempaa tietoa teräksen alkuaineista, on kuitenkin turvaututtava materiaalitutkimuksen ammattilaisiin. Tietotaito löytyy lähinnä yliopistojen oppiainelaitoksista ja tutkimuslaitoksista sekä terästehtaiden laboratorioista, joissa käytetään esimerkiksi röntgenspektrometriaa.

Kysymyksiä ja vastauksia

Jäppinen kertoo Kymijoen läntisestä jokilaaksosta:

”Sieltä on metallurgisten tutkimusten avulla saatu selville viime aikoina, että

alueella on valmistettu ja käsitelty rautaa varhaiselta rautakaudelta lähtien. Vielä 10 vuotta sitten ei asiasta ollut vielä minkäänlaista aavistusta.”

”Uusi tieto on muuttanut yli sata vuotta eläneitä käsityksiä itäisestä Uusimaasta sekä Kymijokilaaksosta rautakauden asumattomana erämaana. Tähän mennessä jokilaakson alueelta on löydetty yli kaksikymmentä esihistoriallista raudan valmistuspaikkaa sekä sepänpajan paikkoja. Kaiken muunkin uusimman aineiston valossa näyttää siltä, ettei Porvoon ja Virojoen välisten jokilaaksojen asutus ole ehkä koskaan katkennut, toisin kuin on aiemmin luultu.”

Suomen tilanne

Maassamme tutkimusta on tehty vähäisessä määrin jo yli sadan vuoden ajan. Ensimmäisen tutkittiin pronssiesineitä ja 1990-luvulla arkeologi **Jouko Pukkila** aloitti Turun suunnalla rautakuonan tutkimukset, joita on sittemmin jatkettu eri tahoilla.

Tutkimukset ovat edenneet hitaasti, sillä arkeologeista vain harva on tuntenut kiinnostusta metallurgiaa kohtaan. Myös resurssit ovat vaatimattomampia muuhun maailmaan verrattuna.

”Tutkimuksista voisi mainita virolaisen

Kun halutaan tarkempaa tietoa teräksen alkuaineista, on kuitenkin turvaututtava materiaalitutkimuksen ammattilaisiin.

Jüri Peetsin väitöstutkimuksen vuodelta 2003, johon liittyivät Varsinais-Suomen arkeologisista kohteista löytyneiden puukonterien metallografiset tutkimukset. **Kristina Creutz** on tehnyt väitöstutkimuksen M-tyyppin keihäänkärkien esiintymisestä Itämeren alueella.”

”Viime vuosina on myös ilmestynyt ainakin **Joni Karjalaisen** kokeellisen arkeologian pro gradu -tutkimus esiroomalaisajan raudan valmistuksesta sekä **Mikko Moilasen** väitöstutkimus viikinkiaikaisten miekkojen säiläkirjoituksesta. Edellä mainittuihin on liittynyt kokeellinen osuus, jossa tarvittiin seppien tietotaitoa. Helsingin yliopiston Ajoituslaboratoriolla on ollut 15 viime vuoden aikana keskeinen rooli varsinkin raudan valmistuksessa syntyneiden tuotteiden tutkimuksessa **Markku Oinosen** johdolla.”

Eurooppalainen tutkimus pitkällä

Eurooppalainen arkeometallurginen tutkimus on Suomea edellä, ja se näkyy esimerkiksi julkaisujen määrässä. Myös säännöllisiä tapahtumia on useita. Niissä näkyy harvoin suomalaisia osanottajia.

Jäppinen kertoo:

”Arkeologien on kuitenkin ulkomaillaikin välttämätöntä tehdä yhteistyötä fyysikoiden ja metallurgien kanssa, sillä taidot riittäisivät vain poikkeustapauksissa syvällisempiin tutkimuksiin. Yksi nimekkäimmistä eurooppalaisista arkeometallurgeista, jonka kanssa tein yhteistyötäkin Rautakymi-hankkeen puitteissa, on brittiläinen arkeometallurgi **Eleanor Blakelock**.”

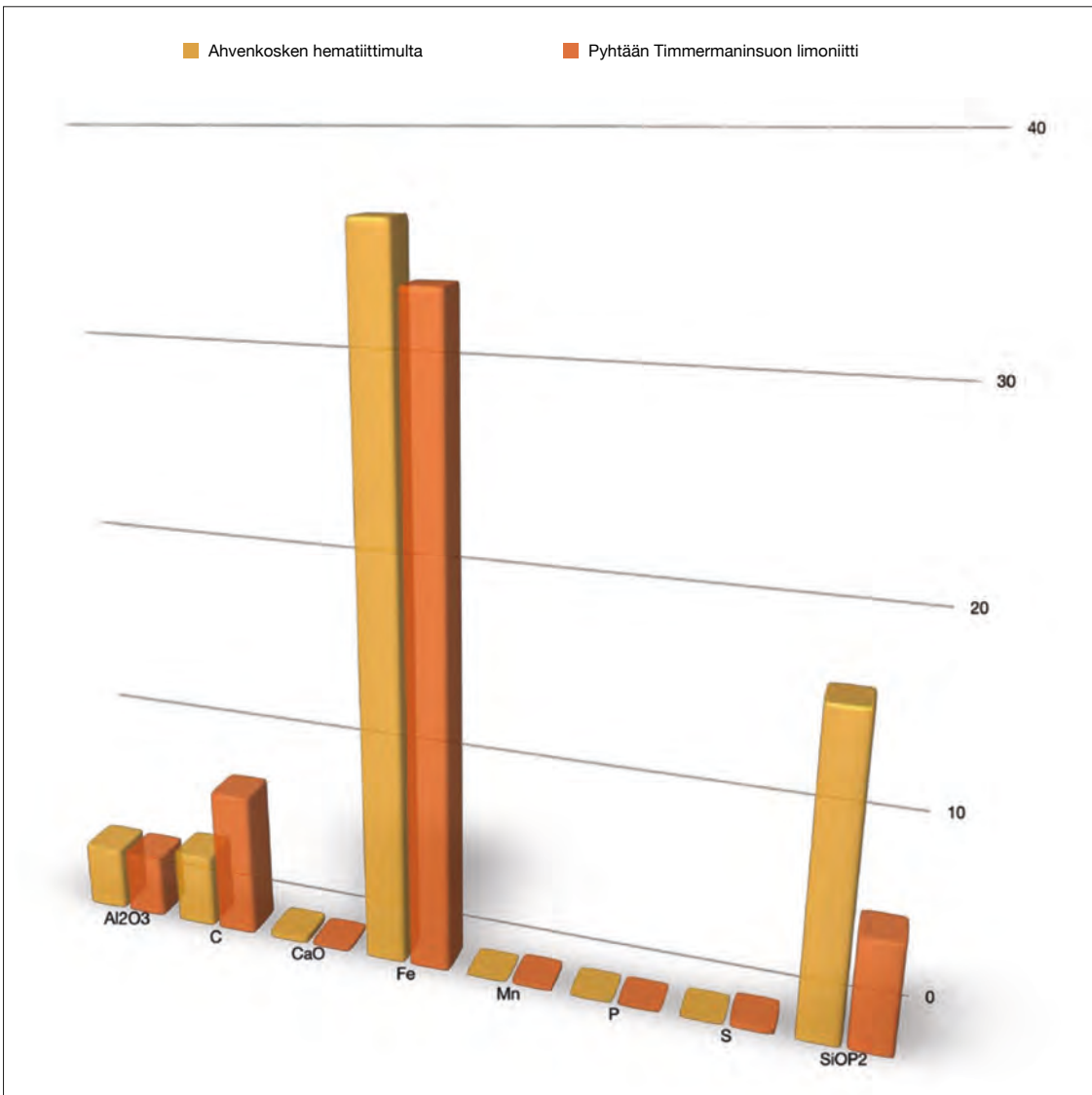
”Suomi on pieni maa, ja humanistien käytettävissä olevat resurssit ovat aika pienet. Mutta jos puhutaan materiaalitutkimuksesta, niin yliopistojen oppiainelaitoksissa ja tutkimuslaitoksissa tietotaito on ymmärtääkseni aivan maailman kärkeä”, hän kehaisee ja päättää.

Ahvenkosken ja Timmermaninsuon malmit ja niiden pitoisuudet

	Al ₂ O ₃	C	CaO	Fe	Mn	P
Ahvenkosken hematiittimulta	3,43	3,92	0,326	36,4	0,024	0,04
Pyhtään Timmermaninsuon limoniitti	3,34	7,73	0,141	33,6	0,166	0,012

	S	SiOP ²
Ahvenkosken hematiittimulta	0,036	16,9
Pyhtään Timmermaninsuon limoniitti	0,273	5,94

ALKUAINETUTKIMUS: GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS (LEHTINEN 2006)

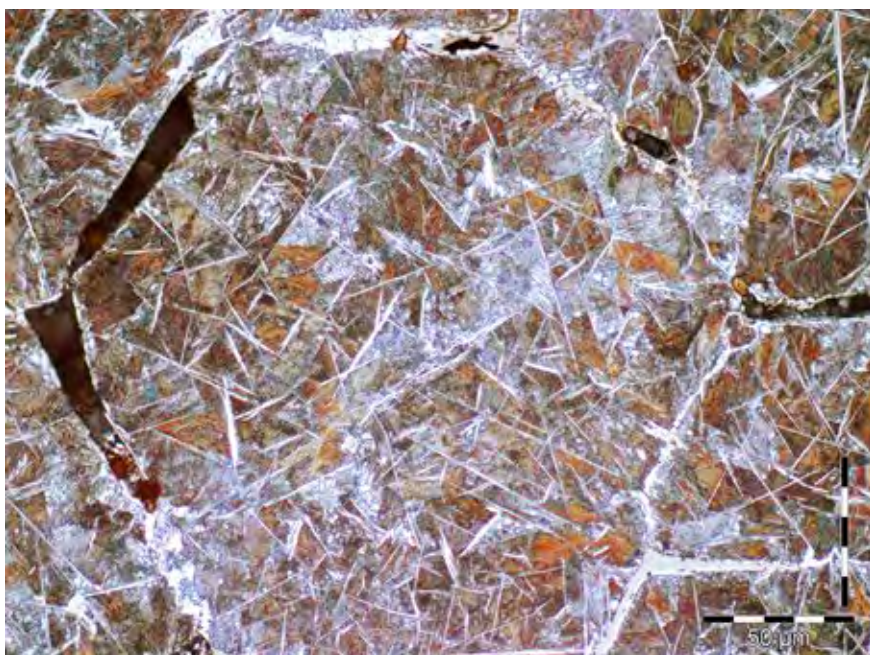


Geologia vei mukanaan

Oulun yliopiston lehtori ja arkeologian dosentti **Janne Ikäheimo** kiinnostui alun perin arkeologisen keramiikkatutkimuksen kautta luonnontieteistä.

Yliopistossa geologiaa opiskellessaan hänen oli pakko suorittaa metallografian kurssi, jota Ikäheimo aluksi piti epäkiinnostavana pakkopullana. Kurssilla päästiin kuitenkin materiaalien kimppuun tutki-

malla esineen pintaa sekä kiderakennetta ja selvittämällä, mitä niistä voi päätellä. Ikäheimo huomasi, että metallografia onkin jännittävää. Myös sen soveltaminen arkeologiaan kiehtoi.



Valomikroskooppikuva Ahvenkosken rautamalmista valmistetusta ylihiilisestä teräksestä, jonka hiilipitoisuus nousi paikoin C > 1,5 %. Rakenne on osin hypereutektoidista perliittiä, jonka raerajoille on kehittynyt sementtiitilamelleja ja rakeiden sisään kasvaneita sementtiitineulasia.

”Nykyään arkeologiassa tutkitaan enemmän menneisyyden ihmistä itseään. Ennen oli tärkeää saada selville, mikä esine oli ja kuinka se luokitellaan. Nyt mietitään enemmän sitä, mitä tietty esine ihmiselle merkitsi.”

”Olin mukana tutkimassa Yli-Iistä löytyneitä kupariveistä, joka oli löytynyt keskeltä kivikautista asumuspainannetta. Kuparin alkuperä oli hämärän peitossa, koska esine oli puolittain läpihapettunut. Veitsi nosti esiin useita kysymyksiä, kuten mm. sen, mistä suomalainen kupari on alun perin kotoisin? Onko sitä louhittu Suomesta? Kysymyksiä on aina enemmän kuin vastauksia, koska menneisyyden jäljet eivät ole isoja. Onko esine kivikaudelta, rautakaudelta vai historialliselta kaudelta? Tulos on usein se, että ajoitusta ei voi määrittää varmasti”, Ikäheimo kertoo.

Tutkimusten jälkeen kuitenkin selvisi, että esine oli luonnon kuparia. Tämän raaka-aineen käyttö on metalliteknologian

ensimmäinen askel, joka otettiin käyttöön jo kivikaudella. Löydös on ilmeisesti Suomen vanhin metalliterä.

Ikäheimo pohtii kuparin merkitystä:

”Kuparimetalli on voinut olla jonkinlainen perintökalleus, joka on siirtynyt sukupolvien aikana ihmiseltä toiselle. Entä onkohan kivikautinen ihminen mahtanut uskoa, että kuparilla on jopa sielu? Onko kupari elävää? Löydöksethän on tehty asumuksista eivätkä haudoista. Kivikautisia hautoja toki tunnetaan maastamme vähän, joten ylitulkinna vaara on olemassa”, hän pohtii.

Uusia menetelmiä

Käsitteellinen röntgenfluoresenssianalysaattori, eli pXRF ei vaadi näytteen ottoa arkeologisesta löydöstä. Se on siten helpottanut metallilöydösten tunnistamista.

”Saimme sen sädepyssylystä näyttävän laitteen vuonna 2012 Oulun yliopistoon. Odotukset olivat suuria, mutta tarkempaa analytiikkaa vaativissa tehtävissä on syytä pitäytyä vanhoissa menetelmissä. Analysaattoria voidaan käyttää metallien tunnistamiseen eli esimerkiksi sen määrittämiseen, onko esine esimerkiksi luonnonkuparia vai

pronssia. pXRF:n etu on periaatteessa rajoittamaton analyysien määrä. Esimerkiksi Oulun Hangaskankaan polttohaudasta löydettyjä metalliesineitä mitattiin kaikkiaan 46 kertaa, jotta saatiin riittävästi näyttöä sille tulkinna, ettei löytökokonaisuus ole peräisin yhdestä ja samasta, sittemmin useampaan osaan rikkoutuneesta tai rikotusta pronssitarikasta.”

”Nykyään arkeologiassa tutkitaan enemmän menneisyyden ihmistä itseään. Ennen oli tärkeää saada selville, mikä esine oli ja kuinka se luokitellaan. Nyt mietitään enemmän sitä, mitä tietty esine ihmiselle merkitsi.”

”Yhä edelleen innostun työstäni. Ilahdun, kun huomaan oivaltaneeni muinaisen ihmisen toimintaan liittyvän tekijän”, hän päättää. ▲

”Yhä edelleen innostun työstäni. Ilahdun, kun huomaan oivaltaneeni muinaisen ihmisen toimintaan liittyvän tekijän.”

JOUNI JÄPPINEN





material solutions advancing life

www.sibelco.com

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo
+358102179800



Knowledge grows

**Kivestä
leipää**

Yara on puhtaiden lannoitteiden tuottajana osa suomalaista elintarvikeketjua.

Siilinjärvellä toimii Länsi-Euroopan ainoa fosfaattikaivos, josta saadaan maailman puhtainta fosforia lannoitteiden raaka-aineeksi. Tavoitteemme on, että voimme omalta osaltamme turvata kotimaisen ruoan tuotannon.

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

Senkkahuuhtelun mallinnuksella tarkkuutta teräksen seostukseen

TEKSTI: **VILLE-VALTTERI VISURI** JA **TIMO FABRITIUS**
PROSESSIMETALLURGIAN TUTKIMUSYKSIKKÖ, OULUN YLIOPISTO
E-MAIL: VILLE-VALTTERI.VISURI@OULU.FI

Johdanto

Teräksen valmistuksen senkkametallurgiassa tavoitteena on hienosäätää metallisulan koostumus, lämpötila ja sulkeuma kuva ennen jatkuvavulua. Seosainelisäysten saannon ja sekoittumisen parantamiseksi kuonan peittämän terässulan pintaan pyritään luomaan kaasuhuuhTELUN avulla avoin silmäke. Avoimen silmäkkeen koko on yhteydessä myös voimakkaampaan kuonan emulgoitumiseen, joka tehostaa metallisulan ja kuonan välisiä reaktioita. Yksi MIMESIS-hankkeen tavoitteista oli tutkia kaasuhuuhTELUN ja kuonakerroksen yhteyttä sekoitukseen, avoimeen silmäkkeeseen ja seosaineiden liukenemiseen.^[1] Ideaalitulanteessa seostus voitaisiin näin hoitaa pienimmällä mahdollisella kaasuvirtausmäärällä, jolla voidaan taata haluttu seosaineen saanto. Tätä tarkoitusta varten hankkeessa kehitettiin sekä kokeellisia että laskennallisia työkaluja.

Koelaitteet ja mallinnusmenetelmät

Ensimmäisessä vaiheessa suunniteltiin 150 tonnin senkkaan nähden 1:5-mittakaavan vesimalli geometriseen, kinemaattiseen ja dynaamiseen samankaltaisuuteen perustuen. Avoimen silmäkkeen tarkasteluun käytetty koeasetelma on havainnollistettu kuvassa 1. Vesimallia hyödyntäen tutkittiin myös kaasuhuuhTELUN vaikutusta emulgoitumiseen ja sekoitusaikaan.^[2, 3] Myöhemmässä vaiheessa malliin asennettiin kiihtyvyyssanturit, joiden avulla tutkittiin kaasuhuuhTELUN yhteyttä vesimallin värttelymekaaniseen käyttäytymiseen.^[4, 5]

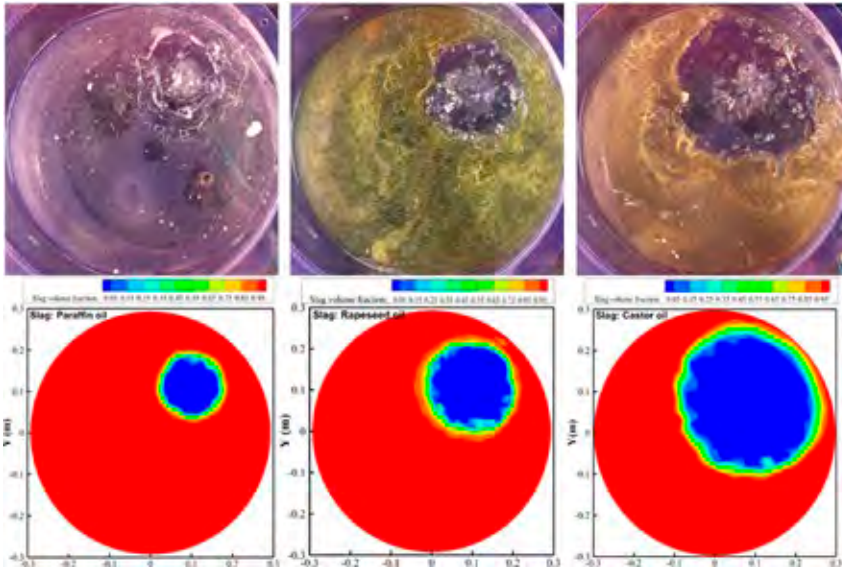


Kuva 1. Havainnollistus 1:5-mittakaavan vesimallista.[7]

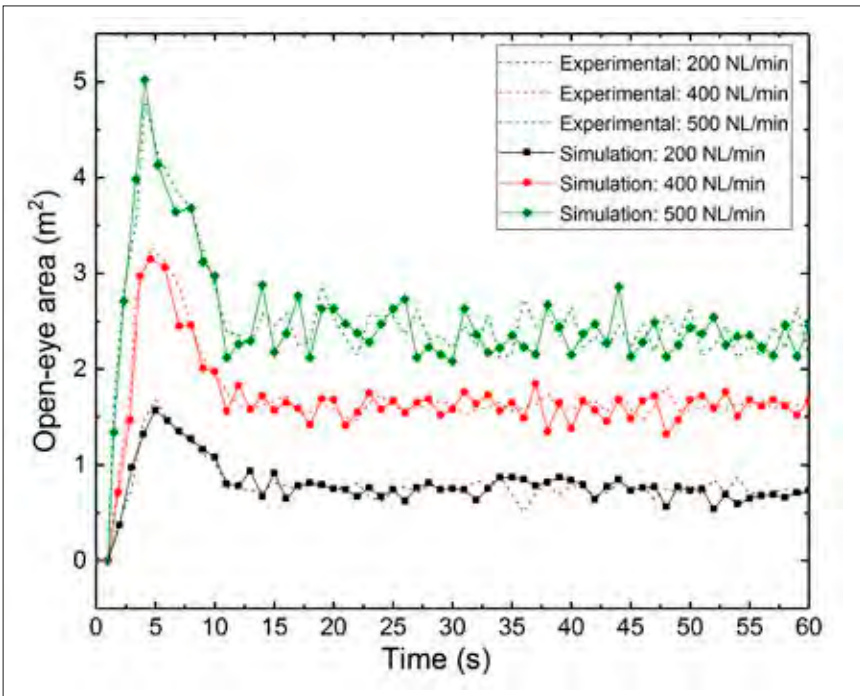
Eshwar Ramasettin väitöstyön^[6] puitteissa kehitettiin Ansys Fluent-ohjelmistoa hyödyntäen dynaaminen virtausmalli, jossa systeemin ja siihen lukeutuvan kuonakerroksen käyttäytymisen simuloimiseen käytettiin volume of fluid (VOF) -monifaasisen menetelmää.

Tulokset ja johtopäätökset

Vesimallin simuloinnista saadut tulokset osoittivat, että mallilla voidaan ennustaa tarkasti avoimen silmäkkeen muodostumista veden pinnalla olevaan rypsiöljykerrokseen^[7-11]. Kuvasta 2 havaitaan, että mallinnettu avoimen silmäkkeen koko vas-



Kuva 2. Pintafaasin ominaisuuksien vaikutus avoimen silmäkkeen muodostumiseen 1:5-mittakaavan vesimallissa kaasuhuuhTELulla 3,5 NL/min. Pintafaasit: parafiiniöljy (vasen), rypsiöljy (keskellä) ja risiiniöljy (oikealla). Kuvan yläosassa vesimallista kuvatut havainnot, alaosassa vastaavat laskennalliset ennusteet.



Kuva 3. Mallinnettu ja mitattu avoimen silmäkkeen koko eri kaasuvirtauksilla 150 tonnin terässenkassa.[13]

taa hyvin vesimallista havaittua avointa silmäkettä myös käytettäessä muita öljyjä.

Vesimallille sovellettua virtausmallinnustapaa käytettiin seuraavaksi vesimallin esikuvana toimineen 150 tonnin terässenkan mallintamiseen^[12]. Mallinnus-

tulosten havaittiin vastaavan hyvin laser-valaistulla kameralla määritettyä avoimen silmäkkeen kokoa ja avoimen silmäkkeen oskillointia eri kaasuhuuhTELunopeuksilla (ks. kuva 3) ja kuonan paksuuksilla.^[12] Viimeisessä vaiheessa tutkittiin nikkelin

sekoittumista metallisulaan.^[13] Vertailu terästehtaalta kerättyihin koostumusnäytetisiin osoitti, että ennustettu metallisulan nikkelpitoisuuden muutos ajan funktiona mukaili kohtuullisella tarkkuudella eri aikaväleihin mitattuja nikkelpitoisuuksia.

Yhteenveto

MIMESIS-projektin puitteissa kehitettiin virtausmalli senkassa tapahtuvan avoimen silmäkkeen muodostumisen ja seosainesten sekoittumisen mallintamiseen. Mallin validointiin käytettiin niin 1:5-mittakaavan vesimallia kuin terästehtaalta kerättyä kokeellista aineistoakin. ▲

Lähteet

- [1] V.-V. Visuri, E. K. Ramasetti, T. Fabritius, P. Das, L. Capone, N. Alia, M. J. Arenas Jaén, T. Petzold, D. Hömberg, V. Javaheri, S. K. Kolli, D. Porter, S. R. Rabu, *Materia* 2019, 77, 45.
- [2] T. Palovaara, *Physical Modelling of Gas Injection in a Ladle*, diplomityö, Oulun yliopisto, 2017.
- [3] T. Palovaara, V.-V. Visuri, T. Fabritius, teoksessa: *Proceedings of the 7th International Congress on Science and Technology of Steel-making*, Associazione Italiana di Metallurgia, Venetsia, Italia, 2018.
- [4] N. Alia, M. Pylvänäinen, V.-V. Visuri, V. John, S. Ollila, *J. Iron Steel Res. Int.* 2019, 26, 1031.
- [5] N. Alia, *Optimal control of ladle stirring*, väitöskirja, Freie Universität Berlin, 2019.
- [6] E. Ramasetti, *Modelling of Open-eye Formation and Mixing Phenomena in a Gas-stirred Ladle for Different Operating Parameters*, väitöskirja, Oulun yliopisto, 2019.
- [7] E. K. Ramasetti, V.-V. Visuri, P. Sulasalmi, R. Mattila, T. Fabritius, *Steel Res. Int.* 2019, 90, 1800365.
- [8] E. K. Ramasetti, V.-V. Visuri, P. Sulasalmi, T. Fabritius, teoksessa: *Proceedings of the 5th International Conference on Fluid Flow, Heat and Mass Transfer*, International ASET Inc., Niagara Falls, Canada, 2018.
- [9] E. K. Ramasetti, V.-V. Visuri, P. Sulasalmi, T. Fabritius, *J. Fluid Flow Heat Mass Transfer* 2018, 5, 78.
- [10] E. K. Ramasetti, V.-V. Visuri, P. Sulasalmi, T. Fabritius, in *Proceedings of the 21st Australasian Fluid Mechanics Conference 2018*, Australasian Fluid Dynamics Society, Adelaide, Australia, 2018.
- [11] E. K. Ramasetti, V.-V. Visuri, P. Sulasalmi, P. Palovaara, A. K. Gupta, T. Fabritius, *Steel Res. Int.* 2019, 90, 1900088.
- [12] E. K. Ramasetti, V.-V. Visuri, P. Sulasalmi, J. Savolainen, M. Li, S. Lei, T. Fabritius, *Metals* 2019, 9, 1048.
- [13] E. K. Ramasetti, V.-V. Visuri, P. Sulasalmi, T. Fabritius, T. Saatio, M. Li, L. Shao, *Metals* 2019, 9, 829.



SYNERTREX®

Advanced.
Understanding.

What's that rattle? How do we fix it? What can we improve? For nearly 150 years Weir has been on sites listening to our products. Now, with Synertrex®, we're teaching them to speak. From a Warman® pump to a Cavex® hydrocyclone and everything in between, Synertrex® allows you to gather operation critical data across your entire circuit. Here we have visualised data gathered through a Synertrex® enabled product in order to optimise performance and accurately predict any issues that could cause downtime.

Synertrex® allows the equipment to share this data with us, then using our advanced knowledge we can help you address any problems that might occur well before they become an issue.

WEIR

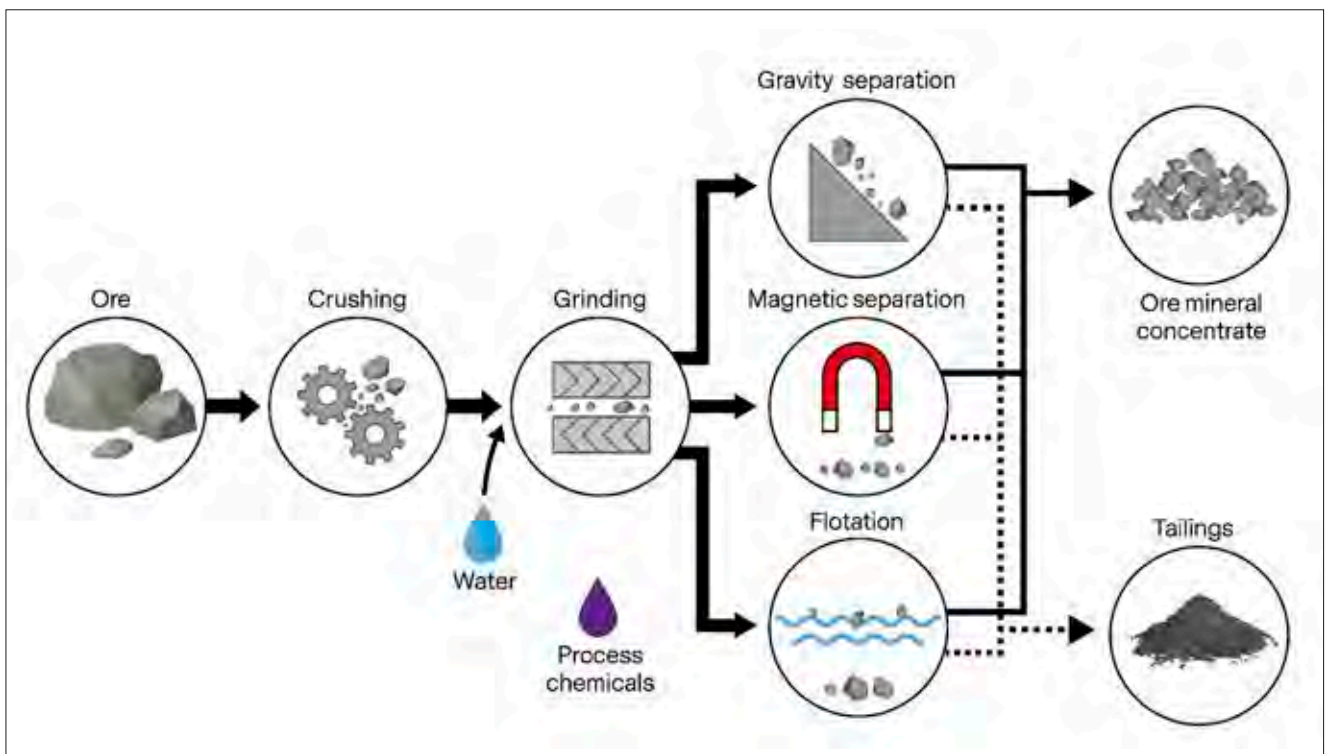
Supported by

 Microsoft



Reduce downtime with data at synertrex.weir

Copyright© 2018, Weir Minerals Australia Ltd. All rights reserved MICROSOFT and DELL are not trademarks of any company forming part of The Weir Group PLC.



Kuva 1. Rikastushiekköjen muodostuminen kaivoksella.

Rikastushiekköjen hyödyntäminen geopolymeerien raaka-aineena

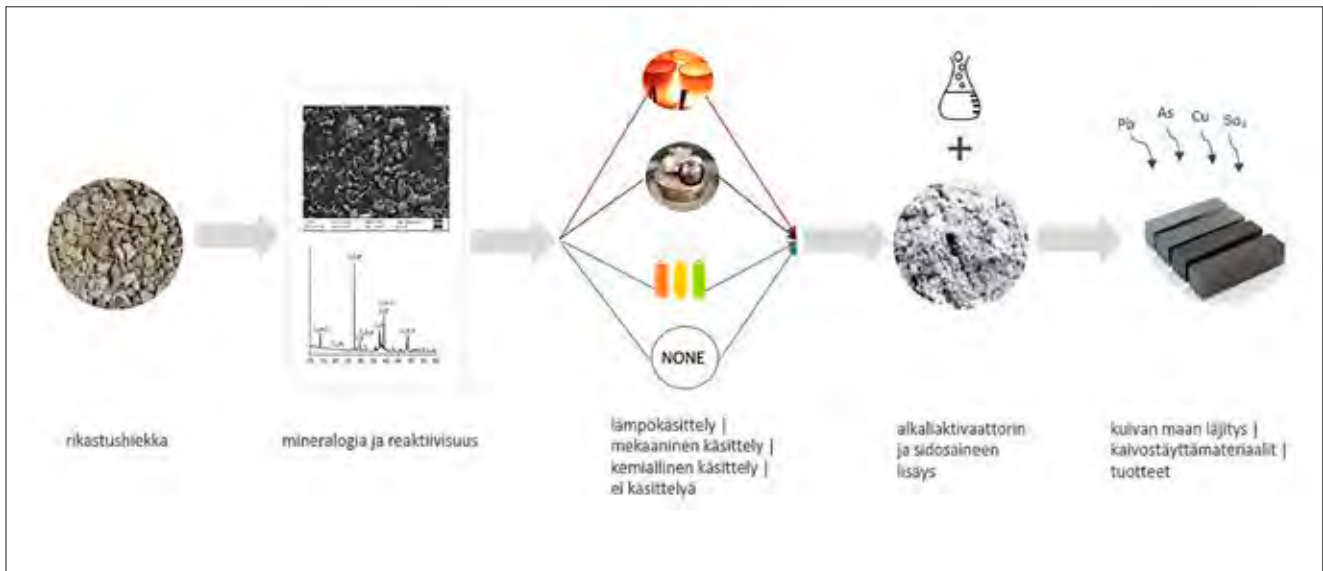
TEKSTI: JENNI KIVENTERÄ

Kaivosteollisuudessa syntyvien kiinteiden jätteiden hyödyntäminen uusiomateriaalien raaka-aineena ympäristöön läjittämisen sijaan kiinnostaa tutkijoita ja teollisuuden edustajia ympäri maailman. Rikastushiekat, jotka ovat määrällisesti suurimpia kiinteitä kaivosjätteitä, ovat hienojakoista, jo pitkälle

prosessoitua materiaalia, joka sisältää tyypillisesti runsaasti piitä ja alumiinia. Niitä voidaan tutkimusten mukaan hyödyntää raaka-aineina betonin kaltaisissa lujittuvissa materiaaleissa, geopolymeereissä. Se, miten kaivoksilla syntyvää rikastushiekkää voidaan geopolymerisoida, riippuu paljon rikastushiekan ominaisuuksista. Ei ole olemassa yhtä sopivaa reseptiä, joka soveltuisi

kaikille rikastushiekoille, vaan jokaiselle materiaalille tulee räätälöidä oma prosessinsa materiaalin ominaisuuksien perusteella.

Rikastushiekkää syntyy, kun maasta louhitusta kiviaineksesta erotetaan arvoaines erilleen erilaisin prosessivaihein (Kuva 1). Tyypillisesti arvoaineksen määrä louhittussa kivessä on pieni, vain muutamia painoprosentteja. Näin ollen rikastushiekköjen



Kuva 2. Rikastushiekköjen geopolymeerisointi.

vuotuinen tuotanto on valtava, arvioiden mukaan jopa 7-14 miljardia tonnia vuosittain. Rikastushiekat pumpataan lietteenä niille varatuille valvotuille läjitysaltaille kaivosten läheisyyteen, tyypillisesti altaisiin veden alle. Rikastushiekköjen varastointialtaat suunnitellaan siten, että ne olisivat mahdollisimman turvallisia ympäristölle. Jos syntyvä jäte sisältää runsaasti haitallisia komponentteja, kuten rikkiä tai raskasmetalleja, tulee se varastoida altaisiin huolellisesti ja kontrolloida altaiden toimintaa säännöllisesti. Lisäksi suuria määriä sisältävien altaiden rakenteet tulee suunnitella siten, etteivät ne aiheuta turvallisuusriskejä ympäristölle.

Rikastushiekköjen geopolymeerisointi

Viime aikoina on tutkittu rikastushiekköjen hyödyntämispotentiaalia geopolymeerien raaka-aineena. Geopolymeerejä voidaan valmistaa piitä ja alumiinia sisältävistä kiinteistä materiaaleista emäksisissä olosuhteissa. Kun pii- ja alumiinipitoinen materiaali sekoitetaan alkalisen liuoksen kanssa, alkuaineet liukenevat ja muodostavat keskenään uuden lujittuvan rakenteen. Myös muut komponentit, kuten kalsium ja magnesium, voivat osallistua rakenteen muodostumiseen. Raaka-aineiksi soveltuvat mm. lentotuhkat ja metalliteollisuuden kuonat. Geopolymeerirakenne voi saavuttaa tavallisen betonin kaltaisia ominaisuuksia, kuten mekaanisen lujuuden. Lisäksi geopolymeerien etuna on hyvä sietokyky lämpöä ja erilaisia kemikaaleja vastaan.

Rakenne kykenee myös sitomaan haitallisia komponentteja, kuten raskasmetalleja rakenteeseensa, ja voi siten soveltua esim. jätteiden stabiloimiseen.

Se, miten rikastushiekat soveltuvat geopolymeerien raaka-aineeksi, riippuu paljon rikastushiekköjen mineralogiasta. Vaikka geopolymeerirakenteeseen tarvittavien piin ja alumiinin pitoisuudet ovat rikastushiekoissa usein korkeita, mineraalit, joihin pii ja alumiini ovat sitoutuneet, ovat heikosti reagoivia emäksisessä ympäristössä. Jotta rikastushiekat soveltuisivat geopolymeerien raaka-aineeksi, ne täytyy joko sekoittaa sopivan lujittuvan sidosaineen kanssa, tai mineraalien reaktiivisuutta tulee kasvattaa sopivalla esikäsittelymenetelmällä (Kuva 2). Sekä rikastushiekköjen soveltuvuutta inerttinä lisäaineena sidosaineen kanssa että erilaisia esikäsittelymenetelmiä rikastushiekköjen reaktiivisuuden parantamiseksi on tutkittu ja tutkitaan kiivaasti ympäri maailman.

Keskeisiä tutkimustuloksia

Ensimmäiset rikastushiekköjä hyödyntävät geopolymeerit on valmistettu 1970-luvulla. Tutkimuksissa huomattiin, että rikastushiekan sisältämät raskasmetallit sitoutuivat tehokkaasti rakenteen sisään¹. Mineraalien vaikutusta geopolymeerien ominaisuuksiin on tutkittu jo 2000-luvun alussa, kun rikastushiekköjen geokemialla havaittiin olevan vaikutusta niiden lujittumiseen emäksisissä olosuhteissa. Tutkimuksessa todettiin, että geopolymeerisoitaessa erästä rikastushiekkä

lentotuhkan kanssa rikastushiekan osuus voi olla enimmillään 70 % seoksesta, jotta saavutettiin riittävät kemialliset ja mekaaniset ominaisuudet². Kuparikaivoksen rikastushiekköjä on tutkittu geopolymeerien raaka-aineena sekä ilman sidosainetta, että sidosaineen kanssa. Havaittiin, että alkalisen liuoksen pitoisuudella on merkitystä lujittuvan materiaalin lopputuloksille. Myös sidosaineen rooli sekä lujittamisolosuhteet, kuten lämpötila ja paine, vaikuttavat keskeisesti lopullisiin ominaisuuksiin. Myös näissä tutkimuksissa huomattiin geopolymeerien kyky sitoa rikastushiekköjen sisältämiä raskasmetalleja rakenteen sisään^{3,4}.

Rikastushiekköjä käytetään jo nyt osittain hyödyksi kaivostäytön materiaalina. Kaivostäytössä sementti on tyypillisin sidosaine, joka sekoitetaan rikastushiekan ja veden kanssa, ja muodostuva pasta pumpataan kaivokseen täyteaineeksi⁵. Sementin käyttö kyseisessä teknologiassa ei ole kestävä vaihtoehto sen valmistuksesta johtuvien CO₂-päästöjen vuoksi. Lisäksi sementti sideaineena ei sovellu kaikkien rikastushiekköjen, kuten happoa muodostavien sulfidipitoisten rikastushiekköjen, sitomiseen, koska muodostuva happo voi aiheuttaa materiaalin heikkenemisen ajan myötä⁵.

Geopolymeerisoitujen rikastushiekkämateriaalien soveltuvuutta pastatäytön raaka-aineeksi on myös tutkittu. Tärkeintä on saavuttaa riittävän hyvä työstettävyyttä, jotta muodostettu pasta on mahdollista pumpata kaivostäyttyön. Sekoittamalla kultakaivoksen happoa tuottavia rikastus-

hiekkoja masuunikuonan kanssa on saavutettu tavalliseen sementtiin verrattavia tai jopa parempia mekaanisia ja kemiallisia ominaisuuksia. Lujittunut materiaali kesti tehokkaasti mineraalien muodostamaa happoa, sillä materiaalin ominaisuudet olivat entisellään vielä vuoden päästä pastan valmistuksen jälkeen⁶. Geopolymeerit ovat muissakin tutkimuksissa osoittautuneet happoa kestäviksi rakenteiksi. Esimerkiksi alkaliaktiivomalla sulfidipitoisia sivukiviä on saatu aikaan hapon kestäviä materiaaleja⁷. Geopolymeeritekniologia mahdollistaa siten myös muiden kaivosjätteiden, kuten sivukivien hyödyntämisen.

Esikäsitelymenetelmät

Joidenkin rikastushiekkojen reaktiivisuutta voidaan parantaa mekaanisesti jauhamalla tai lämpökäsittelmällä ennen geopolymeerisointia. Aina esikäsitely ei paranna rikastushiekkojen reaktiivisuutta, kuten on havaittu mm. heikosti reagoivien, litiumkaivoksilla syntyvien rikastushiekkojen kohdalla⁸. On syytä tarkastella jokaista rikastushiekkamateriaalia omana kokonaisuutenaan ja selvittää, mikä menetelmä kullekin materiaalille tuottaa parhaimmat toivotut tulokset.

Mekaanisesti jauhamalla rikastushiekan mineraalit voivat hajota ja muodostaa enemmän reaktiivisia komponentteja, jotka voivat olla mukana lujittuvien rakenteiden muodostumisessa. Samalla partikkeleiden koko pienenee ja pinta-ala kasvaa, mikä voi parantaa materiaalin reaktiivisuutta. On tärkeää tutkia, mikä on sopiva jauhamisaika ja intensiteetti, jotta menetelmä ei kuluta liikaa energiaa. Mm. jauhettua vanaadiini- ja kuparikaivoksen rikastushiekkaa on voitu hyödyntää sidosaineena geopolymeereissä^{9,10}. Tutkimukset osoittivat, että jauhamisen ansiosta muodostui enemmän reaktiivista piitä ja alumiinia, ja pienempi partikkeleiden koko edesauttoi lujittumista. Mikrorakennetta tutkimalla havaittiin muutoksia mineraalien koostumuksessa.

Lämpökäsittelymenetelmässä, samoin kuin jauhamisessa, rikastushiekan mineraalit voivat hajota ja näin muodostuu enemmän reaktiivisia komponentteja, jotka voivat osallistua lujittumisreaktioon. Lämpökäsittelyssä on niin ikään tärkeää selvittää riittävä lämpötila, jolla materiaalin ominaisuudet saadaan muutetuksi halutuiksi ilman, että energiankulutus on kohtuuttoman suuri. Molempien esikäsitelymenetelmien avulla on rikastushiekoista voitu valmistaa korkean lujuuden omaavia



Kuva 3. Rikastushiekoista valmistettu geopolymeeri.

materiaaleja joko ilman sidosainetta tai pienemmällä sidosaineen määrällä.

Oulun yliopiston kuitu- ja partikkeliteknikan tutkimusyksikössä rikastushiekkojen geopolymeerisointitutkimus käynnistyi 2014, kun kultakaivoksen raskasmetallipitoisia rikastushiekoja ryhdyttiin tutkimaan geopolymeerien raaka-aineena. Nämä rikastushiekat itsessään eivät sovelu geopolymeerien raaka-aineeksi, vaan ne vaativat sidosainekseen esim. masuunikuonan¹¹. Sidosaaineen määrällä lujuusominaisuuksia voidaan säädellä sen mukaan, missä materiaalia olisi aikomus hyödyntää.

Raskasmetallit voivat sitoutua rakenteen sisään, mutta mikäli rikastushiekka sisältää esim. arseenia, on sen sitoutuminen geopolymeeriin kemiallisesti haastavaa. Samoin sulfidit liukenevat voimakkaasti geopolymeerirakenteesta usein ulos. Jotta näitä komponentteja voidaan sitoa rakenteeseen, täytyy kemiallista ympäristöä muuttaa sopivaksi. Tutkimusyksikössä on tutkittu myös mekaanisen sekä lämpökäsittelyn vaikutusta erilaisiin rikastushiekkoihin. Mm. fosfaattikaivoksen rikastushiekat reagoivat tehokkaammin mekaanisen käsittelyn jälkeen. Tutkimuksessa selvitettiin jauhamisajan vaikutusta mineraalien koostumukseen ja reaktiivisten komponenttien osuuteen materiaalissa¹². Lämpökäsittelyn positiivisia vaikutuksia rikastushiekan reaktiivisuuteen on havaittu mm. savimineraalipitoisille rikastushiekoille¹³. Lämpökäsittelyllä kaoliinimineraalit muodostivat metakaoliinia, jolla on sementin kaltaisia ominaisuuksia. Myös litium- ja apatiittikaivosten rikastushiekkojen reaktiivisuutta on saatu parannetuksi lämpökäsittelmällä ennen geopolymeerisointia^{8,14}. Apatiittikaivoksen rikastushiekka vaatii äärimmäisen korkeat lämpötilat, jotta reaktiivisten komponenttien määrä materiaalissa kasvoi. Tällaisessa tapauksessa täytyy pohtia, onko korkean lämpötilan käsittelymenetelmä taloudellisesti ja ympäristön kannalta kannattavaa. Kuitu- ja partikkeliteknikan yksikössä on myös tutkittu kaivosaltaiden sulkemiseen käytettävien peittorakenteiden valmistusta rikastushiekoja hyödyntäen. Tutkimuksessa tavoitellaan vettä läpäise-

Kuitu- ja partikkeliteknikan tutkimusyksikkö, epäorgaaniset sideaineet ryhmä

Professori Mirja Illikaisen johtaman tutkimusyksikön tavoitteena on löytää uusia käyttökohteita teollisuudessa syntyville mineraalisille sivuvirroille. Keskeisimpänä sovelluskohteena ovat erilaiset sementtimäiset materiaalit, kuten geopolymeerit. Geopolymeeritutkimus käynnistyi vuonna 2012, ja tällä hetkellä aiheen parissa työskentelee yli 20 tutkijaa. Rikastushiekkojen hyödyntäminen geopolymeereissä käynnistyi vuonna 2014.

Tutkimus keskittyy materiaalien reaktiivisuuden ymmärtämiseen, materiaalien prosessointiin sekä lopputuotteen ominaisuuksien tutkimukseen. Koska yksikössä tutkitaan kiertotalouden materiaaleja, myös materiaalien turvallisuus ympäristön ja loppukäyttäjien kannalta on keskeinen tutkimuskohde.

mättömiä rakenteita, joilla voitaisiin peittää altaita mm. niiden sulkemisen yhteydessä¹⁵.

Jotta rikastushiekkoja voidaan tulevaisuudessa hyödyntää, tulee tutkimusta edelleen jatkaa ja osoittaa ne hyödyt ja haasteet, mitä kyseiseen teknologiaan liittyy. Myös lainsäädännöllä on merkitystä rikastushiekkojen hyödyntämisessä. Rikastushiekat ovat jätettä ja jätepohjaisten materiaalien käyttö raaka-aineena erilaisissa sovellutuksissa on toistaiseksi kielletty. Kun mietitään, millaisia määriä rikastushiekkoja vuosittain tuotetaan ja millaisen prosessoinnin materiaalit ovat jo käyneet läpi, olisi niiden hyödyntäminen erilaisissa sovelluskohteissa kannattavaa ympäristöön läjittämisen sijaan. ▲

1. Davidovits J, Waste solidification and disposal method. US Patent, No. 4859367, (1989).
2. Van Jaarsveld J, Lukey G, Van Deventer J, Graham A. The stabilisation of mine tailings by reactive geopolymerisation. Publications of the Australasian Institute of Mining and Metallurgy. 5 (2000) 363-371.

3. Zhang L, Ahmari S, Zhang J, Synthesis and characterization of fly ash modified mine tailings-based geopolymers, Constr. Build. Mater. 25 (2011) 3773-3781.
4. Ahmari S, Zhang L, Production of eco-friendly bricks from copper mine tailings through geopolymerization, Constr. Build. Mater. 29 (2012) 323-331.
5. Benzaazoua M, Belem T, Bussiere B. Chemical factors that influence the performance of mine sulphidic paste backfill. Cement and Concrete Research 32 (2002) 1133-1144.
6. Cihangir F, Ercikdi B, Kesimal A, Turan A, Devenci H. Utilization of alkali-activated blast furnace slag in paste backfill of high-sulphide mill tailings: Effect of binder type and dosage, Miner. Eng. 30 (2012) 33-43.
7. I. Capasso, S. Lirer, A. Flora, C. Ferone, R. Cioffi, D. Caputo, B. Liguori, Reuse of mining waste as aggregates in fly ash-based geopolymers, J. Clean. Prod. 220 (2019) 65-73.
8. Lemougna P.N, Yliniemi J, Ismailov A, Levanen E, Tanskanen P, Kinnunen P, Roning J, Illikainen M, Recycling lithium mine tailings in the production of low temperature (700-900 °C) ceramics: Effect of ladle slag and sodium compounds on the processing and final properties, Constr. Build. Mater. 221.
9. Jiao X, Zhang Y, Chen T, Thermal stability of a silica-rich vanadium tailing based geopolymer, Constr. Build. Mater. 38 (2013) 43-47. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.06.076>.
10. Yu L, Zhang Z, Huang X, Jiao B, Li D, Enhancement Experiment on Cementitious Activity of Copper-Mine Tailings in a Geopolymer System, Fibers. 5 (2017) 47. <https://doi.org/10.3390/fib5040047>.
11. Kiventerä J, Golek L, Yliniemi J, Ferreira V, Deja J, Illikainen M, Utilization of sulphidic tailings from gold mine as a raw material in geopolymerization, Int. J. Miner. Process. 149 (2016) 104-110.
12. Niu H, Kinnunen P, Sreenivasan H, Adesanya E, Illikainen M. Structural collapse in phlogopite mica-rich mine tailings induced by mechanochemical treatment and implications to alkali activation potential. Miner. Eng. 151 (2020) 106331.
13. Perumal P, Piekkari K, Sreenivasan H, Kinnunen P, Illikainen M, One-part geopolymers from mining residues – Effect of thermal treatment on three different tailings, Miner. Eng. 144 (2019) 106026.
14. Sreenivasan H, Kinnunen P, Heikkinen E-P, Illikainen M, Thermally treated phlogopite as magnesium-rich precursor for alkali activation purpose, Miner. Eng. 113 (2017) 47-54.
15. Falah M, Obenaus-Emler R, Kinnunen P, Illikainen M, Effects of Activator Properties and Curing Conditions on Alkali-Activation of Low-Alumina Mine Tailings, Waste Biomass Valorization. (2019).



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, latauspotentiaali, 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.
- Irrikairaus-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

FINNMATERIA

18.-19.11.2020

Vuoden johtavat kaivosteollisuuden, metallinjalostuksen, kiviainesteollisuuden, kiertotalouden ja maarakentamisen erikoismessut tarjoavat uusimman tiedon, tekniikan ja innovaatiot!

Pohjoismaiden suurin kattavasti vuoriklusteriin keskittyvä messutapahtuma

90% kävijöistä suosittelee

"FinnMateria tavoittaa Suomessa kaivosalan niin hyvin, että sieltä löytyy kaikki toimijat" – näytteilleasettaja 2018

NÄYTEILLEASETTAJAKSI ALAN
HUIPPUTAPAHTUMAAN?

KATSO VIIMEISET VAPAAT
PAIKAT FINNMATERIA.FI

KATSO LISÄÄ



PAVIL
JONKI

Jyväskylän
MESSUT



www.avesco-cat.fi/fi/



Vireystilan valvonta lisää turvallisuutta

Cat[®] DSS -valvontajärjestelmä

Väsymystä ja keskittymiskyvyn herpaantumista ilmenee työpaikoilla joka päivä. Varoittamalla kuljettajaa välittömästi, kun väsymys tai häiriö havaitaan, voidaan ehkäistä useita vahinkoja.

Driver Safety System (DSS) järjestelmällä hallitaan turvallisuutta reaaliajassa.

- Väsymyksen ja keskittymiskyvyn seuranta silmien sulkeutumisella, kestolla ja pään liikkeellä.
- Säädetävät parametrit, ylinopeus, äkkinäiset liikkeet, kiertoliikkeet.
- Säädetävät istuimen värähtely ja äänihälytykset.
- 24/7 ajoneuvon ulkopuolinen valvonta, esim. ajojärjestelijä.
- Kohdistettu kuljettajavalmennus ja koulutustuki.
- Tapahtumien raportointi ja analytiikka.

LET'S DO THE WORK.™

**AVESCO
ON UUSI
CAT[®] MYYJÄ
SUOMESSA**

CAT, CATERPILLAR, BUILT FOR IT, niiden vastaavat logot, S•O•S, "Caterpillar Yellow" ja Power Edge -tuoteasu sekä tässä käytetyt yhtiön ja tuotteiden identiteetit ovat Caterpillarin tavaramerkkejä. Niiden luvaton käyttäminen on kiellettyä.



www.avesco-cat.fi

avesco



Areal Distribution and Prospectivity of Cobalt in Finnish Precambrian Bedrock

TEXT: **TAPIO RUOTOISTENMÄKI**

DTECH (GEOPHYSICS/1987)

PHD (GEOLOGY/2019)

TRUOTOIS@GMAIL.COM

12.3.2020

Lyhennelmä

Tässä kirjoituksessani esittelen lyhyesti esimerkkinä tekemäni Suomen kallioperän Geokemian Atlaksen ja kehittämäni malminnustekarttaohjelmiston TrTarget yhteiskäyttöä kobolttimalmien alueellisen ja kohteellisen tutkimuksen työkaluina. Geokemian Atlaksen koko Suomen alueen väripinta- ja pistekartat antavat kattavan kuvan koboltin jakautumisesta Suomen alueelle ja siten alustavasti indikoivat mahdollisia tutkimusalueita. Excel-pohjainen 'työkälypakki' TrTarget interpoloi ja yhdistää Suomen alueen geokemian ja geofysiikan tietokantojen informaation 6544 analyysipisteeseen ja 948 malmiesiintymään. Näiden pohjalta lasketaan tutkittavalle malmityypille 'Malliesiintymä', jossa yhdistyvät esiintymätyypin karakteristiset geokemialliset ja geofysikaaliset parametrit. Malliesiintymän pohjalta lasketaan edelleen koko Suomen alueen ennustekartta tutkitulle malmityypille. Kobolttipitoisimmat kivet ovat yleisimmin maafisia vulkaniitteja Lapin alueella, mutta merkittävästi myös Etelä-Suomessa. Malliesiintymän pohjalta tehdyt koboltin malminnustekarttaversiot 'löytävät' hyvin olemassa olevat esiintymät ja indikoivat niille potentiaalisia jatkeita ja uusia tutkimuskohteita. Kobolttipitoisille malmeille on karakteristista koboltin esiintyminen monimetallisissa mineralisaatioissa (+ Ni, Fe, Au, Cu, Zn). Prosesissa syntyneitä karttojen geokoodattuja digitaaliversioita on helppo tarkastella yleisesti käytetyillä Gis-ohjelmistoilla (Geosoft, ArcGis, ...) yhdessä muiden tutkimusaineistojen kanssa.

Abstract

In this report I shortly introduce examples how to use the maps of Lithochemical Atlas of Finland for primary evaluation of cobalt potential sub-areas of Finnish bedrock. Moreover, using a combination of interpolated geochemical and geophysical data on cobalt containing deposits, I build a 'Co-Model Deposit', which, by correlation analysis, is then used to locate those samples from the Rock Geochemical Database of Finland, whose chemistry, interpolated geophysics and interpolated lineament density correlate best with the corresponding parameters of the used model. The resulting correlation map, in other words the cobalt-potential 'Prospectivity Map' represents a more detailed guide for targeting new exploration areas *and indicating where not to start/go within limited budgets*. The cobalt deposits are generally associated with mafic volcanites. They correlate also with several other variable type metallic deposits, e.g. Ni, Fe, Au, Cu and Zn.

Introduction

In recent years, the increased use and demand of cobalt in battery and alloy metal industry has activated exploration of new, potentially economic cobalt-rich mineral deposits also in Finnish Precambrian bedrock (e.g. Nurmi, 2020, Rasilainen et al., 2012, 2020). In this report, I give a short summary of cobalt distribution and prospectivity in Finland, based on my reports of Lithochemical Atlas of Finland (Ruotoistenmäki, 2016), and prospectivity maps of mineral deposits in Finland (Ruotoistenmäki, 2020). Data processing and statistics have been made using my Excel based toolpack "TrTarget" (Ruotoistenmäki, 2017a,b).

Distribution maps of cobalt in Finland

In the following, I use lithochemical data from the Rock Geochemical Database of Finland (RGDB; Rasilainen et al., 2007). The number of samples in the data base is 6544. The sample spacing is ca. 0–10 km, the majority (ca. 80%) of sample points being less than 6 km apart. The number of analyzed elements in the majority of samples is up to 88. The number of rock types (defined by field geologists) is 77, varying from granites (1053 samples) to ultrapotassic rock (1 sample). Statistics and maps of lithochemical data are summarized in (Ruotoistenmäki, 2016). The elements, analytical methods and units of RGDB data are presented here in the following format (Sandström, 1996; Rasilainen et al., 2007):
***_XRF = X-ray fluorescence spectrometry using pressed powder pellets;
***_ICPAES = inductively coupled plasma atomic emission spectrometry after aqua regia digestion;
***_ICPMS = inductively coupled plasma mass spectrometry after hydrofluoric acid-perchloric acid dissolution and lithium metaborate/sodium perborate fusion.

In maps in Figure 1 and Figure 3 are given areal distributions of cobalt analyzed by two different methods (Co_ICPAES and Co_ICPMS; see Rasilainen et al., 2007). Figure 2 and Figure 4 depict statistics and distribution curves of corresponding data groups. The maps demonstrate the relative wide areal distribution of high amplitude cobalt values, much above the second quartile in the frequency distributions in Figure 2 and Figure 4. Especially, in Northern Finland areas dominated by metavolcanic rocks, the anomalies are very high and

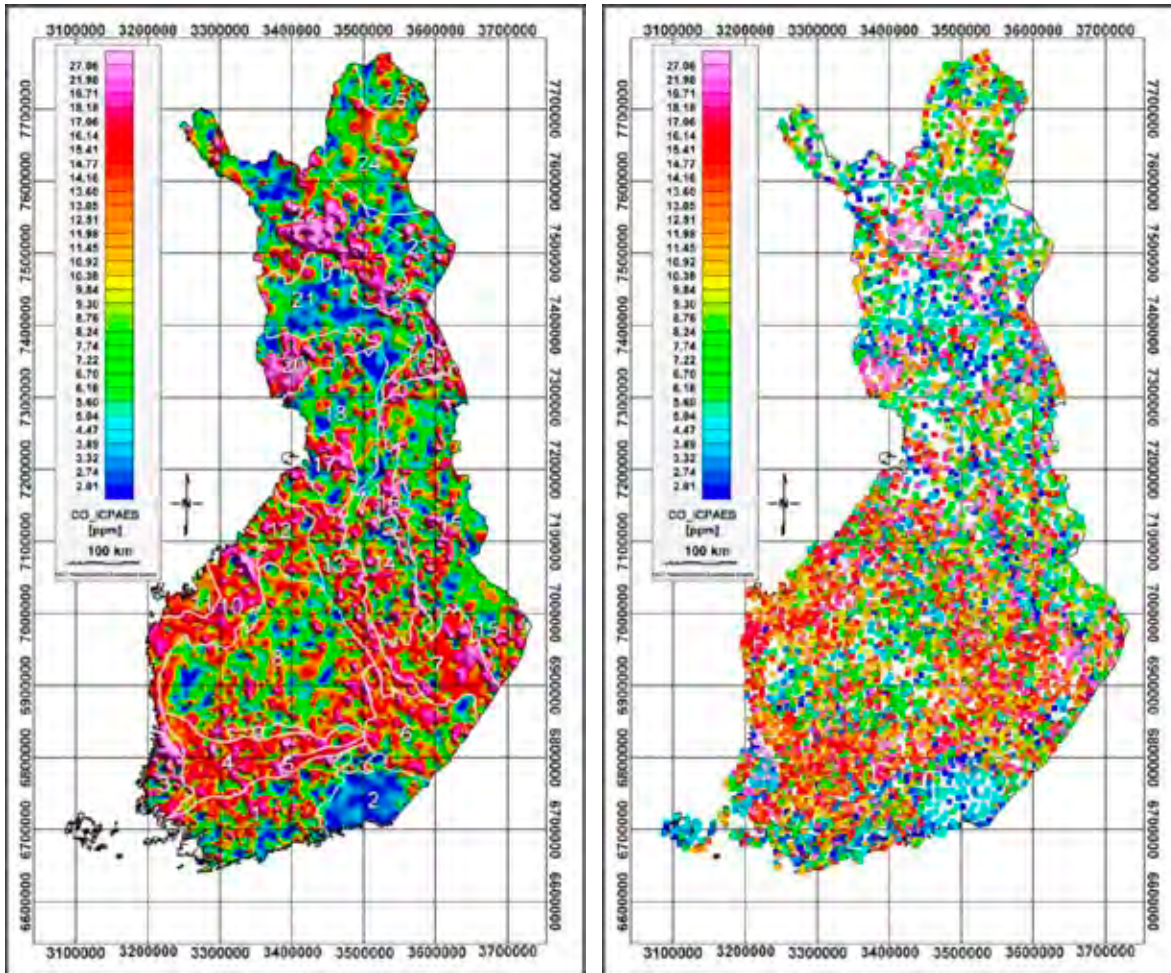


Figure 1. Distribution of cobalt (Co_ICPAES [ppm]) in Finnish bedrock samples. The dot map depicts the variation in sampling density. For analysis method and data sampling, see (Rasilainen et al., 2007). The numbers and white lines refer to lithological sub-areas adopted from (Ruotoistenmäki, 2016).

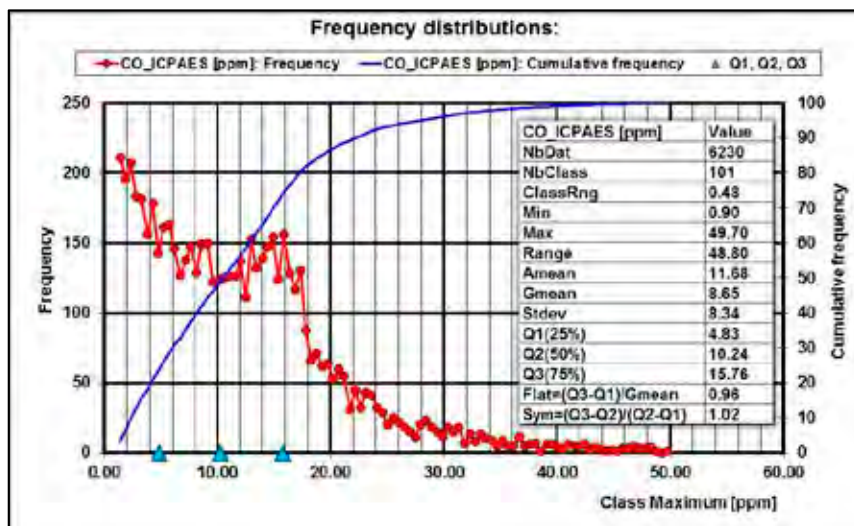


Figure 2. Frequency and statistics of Co_ICPAES [ppm]. Note the significant percent of high value samples above third quartile (Q3, blue triangles).

widely distributed. However, it is apparent that also Southern Finland is characterized by Co-anomalous sub-areas - as will also be demonstrated by prospectivity maps below. These maps may also give primary

information to target cobalt potential areas where prospecting is more 'safe' and not too strongly restricted by, e.g., rules of nature protection or interests of tourism industry - as it has happened in some localities

in Lapland. The exploration process can further be continued in more detail using prospectivity maps represented below. They apply combined information of 88 geochemical analysis with 11 geophysical data parameters of 948 Finnish mineral deposits and 6544 litho-geochemical sample points.

Prospectivity maps of cobalt in Finland

For data processing of prospectivity maps, I use litho-geochemical data from the Rock Geochemical Database of Finland (RGDB; Rasilainen et al., 2007) and the database of Finnish metallic and non-metallic ore deposits (e.g. Saltikoff et al., 2006 and Eilu et

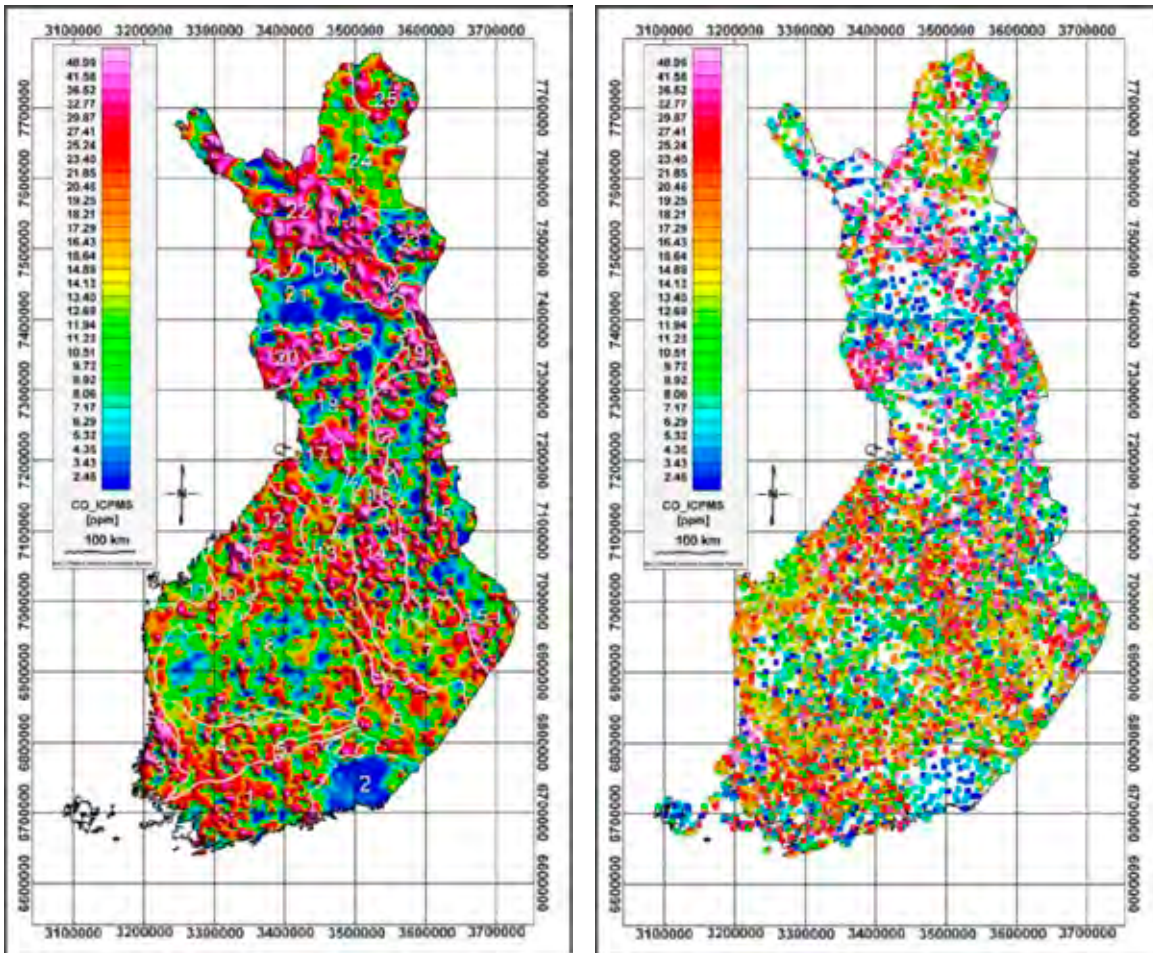


Figure 3. Distribution of cobalt (Co_ICPMS [ppm]) in Finnish bedrock samples. The dot map depicts the variation in sampling density. For analysis method and data sampling, see (Rasilainen et al., 2007). The numbers and white lines refer to lithological sub-areas adopted from (Ruotoistenmäki, 2016).

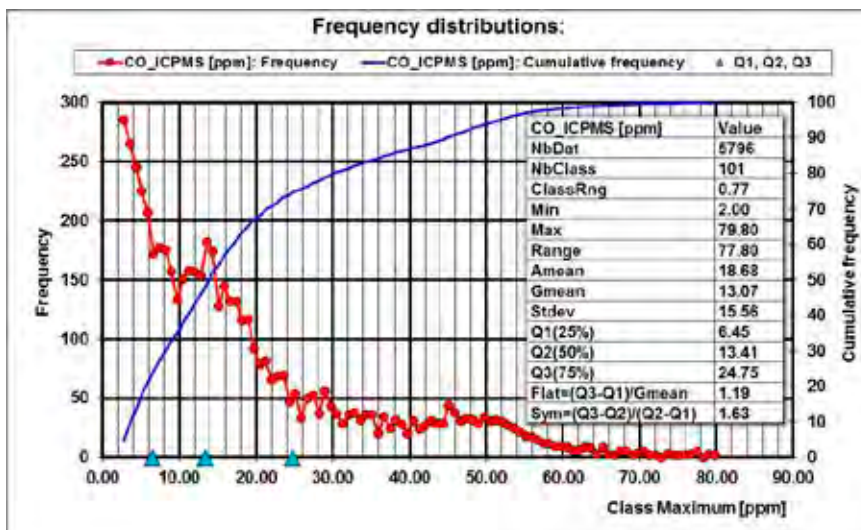


Figure 4. Frequency and statistics of Co_ICPMS [ppm]. Note the significant percent of high value samples above third quartile (Q3, blue triangles).

website of the Geological Survey of Finland: <http://hakku.gtk.fi/locations/search>. The primary GTK geophysical grids are available from <http://newprojects.gtk.fi/aerogeosurvey/prices.html>.

The principle of the method, introduced in detail in (Ruotoistenmäki, 2017, 2020), is to locate those samples from the Rock Geochemical Database of Finland, whose chemistry, interpolated geophysics and interpolated lineament density correlate best with the corresponding parameters interpolated for known Finnish mineralization deposits ('Model Deposits' or e.g. deposit averages).

al., 2012). Low-altitude airborne geophysical data are interpolated from the databases of GTK (Hautaniemi et al., 2005), gravity data are interpolated from the GTK gravimetric database (e.g. Elo, 1997) and lineament den-

sities have been calculated from topographic data digitized by Aimo Kuivamäki (GTK, unpublished report). The lithochemical and mineralisation data and licensing information are freely available from the

Figure 5. 'Co-Model Deposit' = Geometric averages of normalized parameters of all cobalt containing Finnish deposits. Normalized by geometric means of all RGDB data, see (Ruotoistenmäki, 2020).

Geophysical parameters:

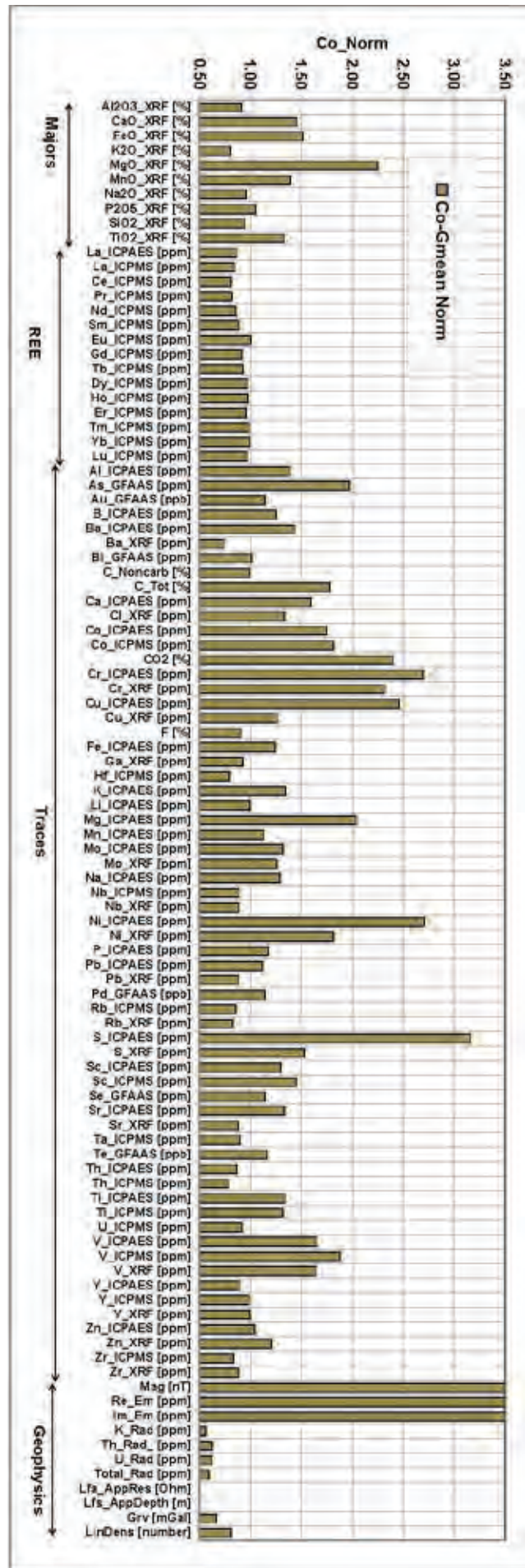
- Mag [nT]: magnetic anomaly,
- Re_Em: in-phase EM (electromagnetic component) = 'Real EM',
- Im_Em: out-of-phase EM = 'Imaginary EM',
- K_Rad: potassium radiation,
- Th_Rad: thorium radiation,
- U_Rad: uranium radiation,
- Total_Rad: total radiation,
- Lfa_AppRes [Ohm]: apparent resistivity,
- Lfs_AppDepth [m]: apparent depth (of EM source),
- Grv [mGal]: gravity anomaly,
- LinDens [plain number]: lineament density.

The calculated correlation maps can be used as *prospectivity maps* - or to define areas where not to go. Using modern, publicly available free versions of GIS (Geographic information system) applications (e.g. Geo-soft Viewer in <https://www.geosoft.com/products/geosoft-viewer>), it is possible to directly determine the coordinates for new exploration targets and local-scale study areas from the primary, geocoded digital versions of these maps (available from the author).

The diagram in Figure 5 gives the Gmean-normalized variations of 'Co-Model Deposit' calculated from the geometric averages of interpolated parameters (geochemistry and geophysics) of 106 known Finnish deposits containing cobalt. The five, most significant parameters in main parameter groups are (normalized values in parenthesis; Low < 1.0 < High):

- Majors: MgO_XRF_(2.24), FeO_XRF_(1.52), CaO_XRF_(1.45), MnO_XRF_(1.39), TiO2_XRF_(1.33)
- REE: Eu_ICPMS_(1), Yb_ICPMS_(0.99), Tm_ICPMS_(0.98), Ho_ICPMS_(0.98), Lu_ICPMS_(0.97)
- Traces: S_ICPAES_(3.15), Ni_ICPAES_(2.71), Cr_ICPAES_(2.7), Cu_ICPAES_(2.46), CO2_(2.4)
- Geophysics: Re_Em_(12.18), Im_Em_(3.96), Mag_(3.91), LinDens_(0.81), Grv_(0.67)

In the diagram, the increase from LREE to HREE (La -> Lu) refers to minimal fractionation in the (mafic) source (e.g. less garnet in restite). High HREE, MgO, FeO, CaO, MnO, TiO₂ refer to mafic source en-



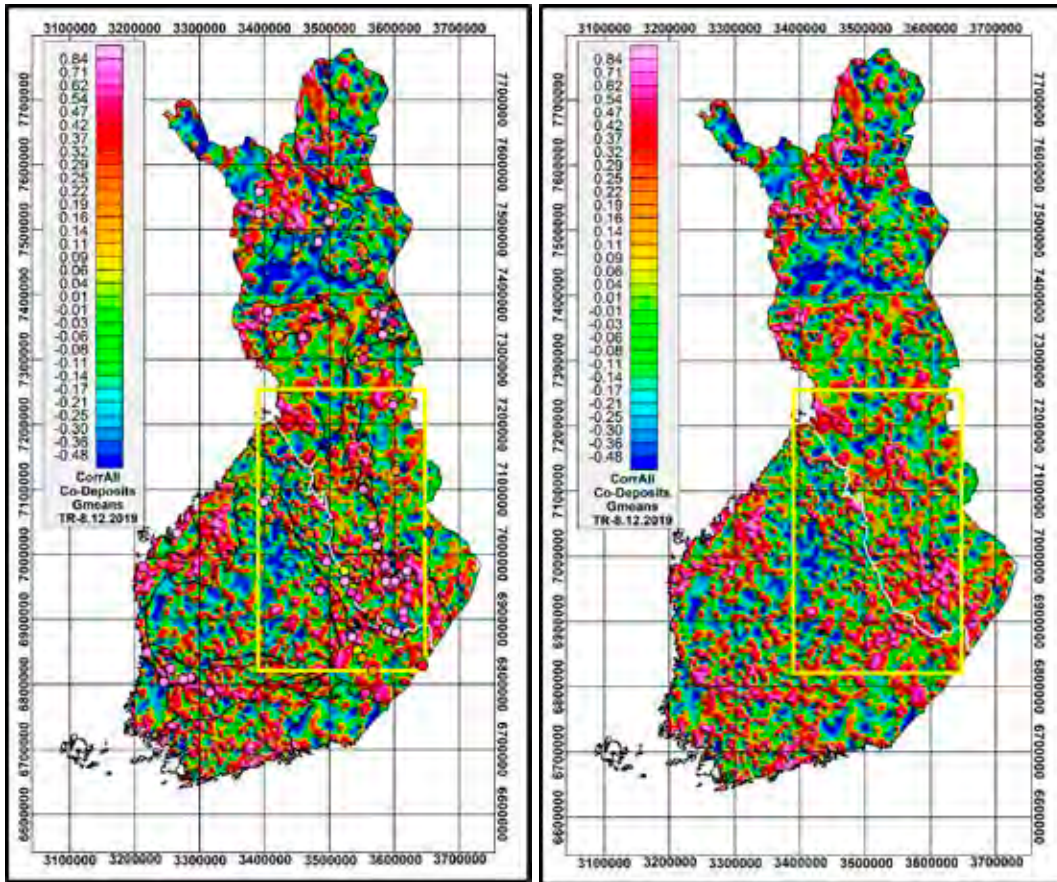


Figure 6. The prospectivity map of all Finnish cobalt containing deposits: Correlation of geochemistry and geophysics of all Finnish lithochemical data samples (RGDB) with calculated geometric average values of all 106 known Finnish cobalt deposits and mineralizations ('Co-Model Deposit'). The coloured symbols, depicting locations of known Finnish cobalt deposits, have same colour scale as the prospectivity (correlation) map, thus indicating how well the map 'finds' the existing deposits (violet to blue = good to bad 'hit'). The area framed by yellow is given in more detail in maps below. Right map: No symbols. The white and black polygons depict the course of the Proterozoic-Archaean border zone (SW→NE) and borders of the lithological sub-areas, correspondingly (see Ruotoistenmäki, 2016, 2020). The large number of violet dots indicates that the prospectivity map 'finds' relatively well the existing cobalt deposits.

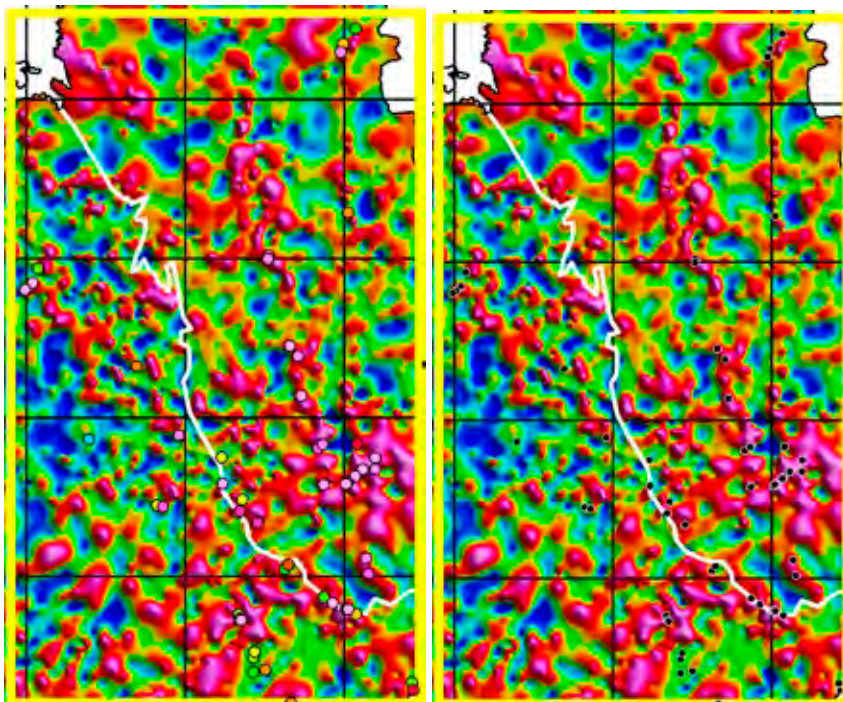


Figure 7. Details of prospectivity map of Finnish cobalt containing deposits in Figure 6. The coloured symbols have same colour scale as the map. The black dots show more precisely the deposit location. Visually, the coincidence of known deposits and high correlation 'ore potential' (violet) areas is good.

Rock CorrAll	RockType	Ore CorrAll	OreName Type	Dep CorrAll	DepName Type
0.9494	mafic volcanite	0.9649	Sarvisoaivi_Ni	0.9374	Rantala_Ni_Co_Cu
0.9459	amfibolite	0.9617	Honkajärvi_Fe	0.9265	Sodankylä_kk_Cu_Fe_Co_Au
0.9444	mafic volcanite	0.9517	Putaalampi_Au	0.9237	Pitkäneva_Ni_Co_Cu
0.9391	amfibolite	0.9496	Puilettilampi_Fe	0.9224	Kouervaara_Au_Cu_Co
0.9345	mafic volcanite	0.9438	Pieni vehkalahti_Cu_Zn_Ni	0.9164	Hotinvaara_Ni_Co_Cu
0.9340	mafic volcanite	0.9391	Vehkalahti_Zn	0.9150	Maaselkä_Cu_Co
0.9335	mafic volcanite	0.9384	Posionlahti_Ni_Cu	0.9094	Keretti_Ni_Co_Zn_Cu
0.9333	mafic volcanite	0.9374	Rantala_Ni_Co_Cu	0.9091	Kotalahti_Ni_Co_Cu_S_Pt
0.9331	mafic volcanite	0.9353	Kapsakero_Fe	0.9071	Palopaikka_Cu_Zn_Co_Ni
0.9330	mafic volcanite	0.9305	Hyvelä_Ni_Cu	0.9059	Pappilanmäki_Zn_Ni_Co_Cu
0.9323	mafic volcanite	0.9281	Salmenkylä_Ni_Cu	0.9026	Vehmasjoki_Ni_Co_Cu_Pd_S
0.9316	mafic volcanite	0.9280	Pattijoki_Zn	0.9020	Maaninkavaara_Au_Cu_Co
0.9287	mica gneiss	0.9279	Iso-Valvatusjärvi_Ni_Cu	0.9017	Kylylahti_Cu_Co_Ni_Zn_Au
0.9280	mica schist	0.9265	Sodankylä_kk_Cu_Fe_Co_Au	0.9013	Saattopora-Cu_Cu_Ni_Co_Au
0.9273	mafic volcanite	0.9260	Murto_Ni_Cu	0.9007	Hälvälä_Ni_Co_Cu_S
0.9253	mafic volcanite	0.9255	Kapustavuoma_Cu	0.8988	Outokumpu_Cu_Co_Zn_Ni_Fe_Au_Ag_S
0.9238	mica schist	0.9249	Lutsokuru_Ni	0.8956	Riihilahti_Cu_Co_Zn_Fe_Ni_Ag_Au_S
0.9231	graywacke	0.9238	Pystysuo_Zn	0.8954	Enonkoski_Ni_Co_Cu
0.9230	mica gneiss	0.9237	Pitkäneva_Ni_Co_Cu	0.8950	Mäntymäki_Ni_Cu_Co_S
		0.9225	Rahalampi_Zn	0.8929	Kiimavuoma_Zn_Cu_Ag_Co

Table 1. Rock types (left), all deposit types (center) and cobalt containing deposits (right) correlating best with parameter geometric averages of all Finnish cobalt containing deposits ('Co-Model Deposit'). It is apparent that Finnish cobalt containing deposit environments are characterized by mafic rocks, especially mafic volcanites. Besides cobalt containing deposits (right), the prospectivity map correlates significantly also with several variable type metallic deposits (center).

environment (deep, mantle source?) whereas high sulfur and electric conductivity refer to sulphides in high-Co rocks. Note also the relatively high (> 1.5) of both Co_ICPAES and Co_ICPMS components referring to increased 'Co-aureole' in Co deposit environments. Moreover, also, e.g., As, Au, B, Ba and elements from C to Cu are exceptionally high.

Using the data given in Figure 5, I calculated the correlation of the 'Model Deposit' with all other lithochemical (RGDB) samples and Finnish mineral deposits resulting to correlation (prospectivity) maps in Figures 6 - 7. In the maps, the high correlation values (red to pale violet) refer to high similarity of the lithochemical samples to the 'Model Deposit' (average of all 106 Finnish cobalt containing deposits). The coloured symbols depict locations of known Finnish cobalt deposits and have same correlation related colour scale as the prospectivity (correlation) map. Thus, red to violet dots indicate high correlation with the 'Model Deposit' and demonstrate the effectivity of the map to locate existing cobalt containing deposits. The 'high accuracy' of the prospectivity map is visually emphasized in more local scale maps in Figure 7.

From these map and deposit data, I further calculated that their correlation is practically impossible to achieve by pure random data and that the probability to 'hit' Co-deposit is more than 6 times better in higher-correlation areas (see Ruotoistenmäki, 2020). Thus, the applicability of the maps

for prospecting purposes is good/excellent. The best way to use the maps is primarily to follow trends starting from locations close to known deposits. Because the maps are available as geocoded versions (from the author), they can easily be applied for various Gis programs (Geosoft, ArcGis, ...) for use in combination with all other geodata.

Table 1 gives the sorted correlations of the 'Model Deposit' with RGDB sample rock types, all deposit types and cobalt containing deposits. These data indicate that Finnish cobalt containing deposit environments are characterized by mafic rocks, especially mafic volcanites. Besides cobalt containing deposits, the Co-prospectivity map (Model) correlates significantly also with several variable type metallic deposits, e.g. Ni, Fe, Au, Cu, Zn - as can be expected, because the 'Model Deposit' was calculated from complex multi-metal deposits containing Co. Thus, when prospecting cobalt, it is highly possible to find also 'wrong' metallic mineral deposits.

Summary

The maps of Lithochemical Atlas of Finland are fast and useful tool for primary evaluation of mineral potential sub-areas in Finnish bedrock. By combining interpolated geochemical and geophysical information on deposit locations, a 'Model Deposit' is then built and used by correlation analysis to locate those samples from the geochemical database of Finland, whose chemistry, interpolated geophysics and interpolated

lineament density correlate best with the corresponding parameters of the model. This correlation map (cobalt-potential 'Prospectivity Map') represents a more detailed guide for targeting new exploration areas and indicating where not to start/go within limited budgets. It has been noted that the resulting prospectivity map of cobalt 'finds' significantly well existing cobalt containing deposits, thus being statistically very usable for the exploration of future deposits. The cobalt deposits are generally associated with mafic volcanites. They correlate also with several other variable type metallic deposits, e.g. Ni, Fe, Au, Cu and Zn. Similar prospectivity and distribution maps have also been produced for several other metallic and non-metallic elements and their combinations (Ruotoistenmäki, 2020). ▲

References

- Eilu, P., Ahtola, T., Äikäs, O., Halkoaho, T., Heikura, P., Hulkki, H., Iljina, M., Juopperi, H., Karinen, T., Kärkkäinen, N., Konnunaho, J., Kontinen, A., Kontoniemi, O., Korkiakoski, E., Korsakova, M., Kuivasaari, T., Kyläkoski, M., Makkonen, H., Niiranen, T., Nikander, J., Nykänen, V., Perdahl, J.-A., Pohjolainen, E., Räsänen, J., Sorjonen-Ward, P., Tiainen, M., Tontti, M., Torppa, A. & Västi, K. 2012. Metallogenic areas in Finland. Geological Survey of Finland, Special Paper 53, 207–342, 90 figures and 43 tables.
In: http://arkisto.gtk.fi/sp/sp53/sp53_pages_207_342.pdf
Elo, S. 1997. Interpretations of the gravity map of Finland. Geological Survey of Finland. Geophysica 33: 51–80. In: [MATERIA 3/2020 35](http://www.geo-</p>
</div>
<div data-bbox=)

physica.fi/pdf/geophysics_1997_33_1_051_elo.pdf

- Hautaniemi, H., Kurimo, M.; Multala, J., Leväniemi, H. and Vironmäki, J. 2005. The "Three In One" aerogeophysical concept of GTK in 2004. In: Airo, Meri-Liisa (ed.) 2005. Aerogeophysics in Finland 1972–2004: Methods, System Characteristics and Applications. Geological Survey of Finland, Special Paper 39. 197 pages, 115 figures, 12 tables and 8 appendices, 21–74.
In: http://arkisto.gsf.fi/sp/sp39/sp39_pages_21_74.pdf
- Nurmi, Pekka. 2020. The Geological Survey of Finland strengthening its role as a key player in mineral raw materials innovation ecosystems. Geological Society, London, Special Publications, 499, 6 February 2020, <https://doi.org/10.1144/SP499-2019-83>
In: <https://sp.lyellcollection.org/content/early/2020/02/04/SP499-2019-83>
- Rasilainen, K., Lahtinen, R. and Bornhorst, T. J. 2007. The Rock Geochemical Database of Finland Manual. Geological Survey of Finland. Report of Investigation 164. 38 p. Electronic publication. In: <http://arkisto.gsf.fi/tr/tr164/tr164.pdf>.
- Rasilainen, K., Eilu, P., Äikäs, O., Halkoaho, T., Heino, T., Iljina, M., Juopperi, H., Kontinen, A., Kärkkäinen, N., Makkonen, H., Manninen, T., Pietikäinen, K., Räsänen, J., Tiainen,

M., Tontti, M. & Törmänen, T. 2012. Quantitative mineral resource assessment of nickel, copper and cobalt in undiscovered Ni-Cu deposits in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 194 – Geological Survey of Finland, Report of Investigation 194, 514 pages, 14 figures, 10 tables and 6 appendices.

- Rasilainen, K., Eilu, P., Huovinen, I., Konnunaho, J., Niiranen, T., Ojala, J. & Törmänen, T. 2020. Quantitative assessment of undiscovered resources in Kuusamo-type Co-Au deposits in Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 410, 32 pages, 10 figures, 6 tables and 3 appendices.
In: http://tupa.gtk.fi/julkaisu/bulletin/bt_410.pdf
- Ruotoistenmäki, T. 2016. Lithochemical Maps (Atlas) of Finland. Geological Survey of Finland, Guide 62, 121 pages, 190 figures and 9 tables.
In: https://www.researchgate.net/publication/309231212_Lithochemical_Maps_Atlas_of_Finland
- Ruotoistenmäki, T. 2017a. TrTarget: Toolpack for locating potential target areas for mineral exploration. Materia-Journal. 2-2017. 43-48.
- Ruotoistenmäki, T. 2017b. TrTarget: Toolpack for Locating Targets for Mineral Prospecting. Archive report 7/2017. Geological Survey of Finland. Archive report 7/2017.

- In: http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/7_2017.pdf and: https://www.researchgate.net/publication/314094362_TrTarget_Toolpack_for_Locating_Targets_for_Mineral_Prospecting
- Ruotoistenmäki, T. 2020. Prospectivity maps and statistics of major metallic mineralizations in Finland by applying geochemical and geophysical information of Finnish Precambrian bedrock. Also selected examples of non-metallic applications, e.g. nutrients and rock type variations, pages 37–41.
In: https://www.researchgate.net/publication/339202373_Ruotoistenmaki-Prospectivity_Maps_of_Selected_Metallic_and_Non-Metallic_Mineralizations-TR-12-2-2020
- Saltikoff, B., Puustinen, K. & Tontti, M. 2006. Metallogenic zones and metallic mineral deposits in Finland: Explanation to the Metallogenic map of Finland. Geological Survey of Finland, Special Paper 35. 66 p.
In: http://tupa.gtk.fi/julkaisu/opas/op_049.pdf
- Sandström, H. 1996. The analytical methods and the precision of the element determinations used in the regional bedrock geochemistry in the Tampere-Hämeenlinna area, southern Finland. Geol. Surv. Finland. Bull. 393, 25 p.

FROM MINE TO MINE



Oletko jo käynyt lukemassa vastuullisuusraporttimme? nordkalk.fi/vastuullisuus

For more information, please contact:
Satu Penttinen, phone +358 (0)20 753 7478
www.nordkalk.com

 **Nordkalk**

Haastavien teollisuusprosessien sensorointi ja tiedonkeruu (Digital Colloids -projekti)

PROF. **ERKKI LEVÄNEN**, MATERIAALITIEDE JA YMPÄRISTÖTEKNIikka,
PROF. **MATTI VILKKO**, AUTOMAATIO JA KONETEKNIikka,
PROF. **JUKKA RINTALA**, MATERIAALITIEDE JA YMPÄRISTÖTEKNIikka
TEKNISTEN JA LUONNONTIETEIDEN TIEDEKUNTA, TAMPEREEN YLIOPISTO.

Digital Colloids -projektin tavoitteena on luoda neste-pienpartikkeliprosessien eli kolloidisten suspensioprosessien online-analytiikkaa. Digitalisoinnin – tässä tapauksessa digitaalisiin menetelmiin perustuvan on-line analyysin – kautta tavoitellaan mahdollisuutta seurata ja säätää prosessia sen kolloidisen tilan perusteella. Tieto prosessin kolloidisesta tilasta eli partikkelien vuorovaikutuksesta mahdollistaa prosessien reaaliaikaisen hallinnan ja reaaliaikainen hallinta taas mahdollistaa ajan käytön, kemikaalien käytön ja energian käytön hallinnan kyseisissä prosesseissa. Erityisesti prosessidynamiikan parempi ymmärrys luo mahdollisuuden uusien prosessien kehitykselle.

Kolloidisia seoksia prosessoidaan lähes kaikilla teollisuudenaloilla ja niissä prosessiohjaus hyötyy sensoroinnin tuomasta reaaliaikaisesta tiedosta, sillä laatutekijöiden aiheuttamat kustannukset pelkästään Suomessa nousevat tältä osin satoihin miljooniin. Kolloideja käsittelevistä teollisuudenaloista projektissa edustettuina ovat vesien käsittely, mineraalien talteenotto ja maalin valmistus eli alat, joissa yhteisenä tekijänä on kiintoaineen, liunneen aineen ja nesteen välisten vuorovaikutusten hallinta.

Tutkimusprojektin motiivi

Kolloidisen kokoluokan (alle 1 μm) partikkeleita prosessoidaan varsin erilaisilla toimialoilla ja lukemattomissa prosesseissa, mutta vuorovaikutusilmiöt ovat pohjaltaan samoja. Kolloidinen prosessointi tapahtuu

useissa tuotantoketjun kohdissa, ja prosessointia haastaa raaka-aineen, erityisesti partikkelien koostumus,- puhtaus- ja kokovaihtelu. Cleantechin ytimessä on juuri tämä vaikeammin sovellettavien raaka-ainelähteiden hyödyntäminen.

Kolloidiprosesseista hyvinä ja erittäin haastavina esimerkkeinä ovat jäte- ja raakavesien sekä mineraalien käsittely sekä maalin valmistus, joissa lähtöaineiden laadun vaihtelu, uusien raaka-aineiden merkitys ja monimutkaiset vuorovaikutukset vaikuttavat prosessin ohjaamiseen ja tuotteen laatuun. Vaihtelun takia lisä- ja apuaineiden annostelu ja prosessin ohjaus kolloidisen vuorovaikutuksen osalta tapahtuvat usein empiirisellä menetelmällä tai epäsuorilla mittauksilla, joten prosessia ohjataan ns. ”varman päälle” kemikaaleja, energiaa ja aikaa tuhlaten. Säätöön tähtääviä mittauksia tehdään yhdistelemällä perussuureiden arvoja laboratoriomittausten tuloksiin, jolloin prosessia ohjataan muutamien prosessista seurattavaksi valittujen perussuureiden avulla. Haasteina ”varman päälle säädössä” ovat yli- tai aliprosessointi, katalyyttien ja apuaineiden ylikäyttö sekä tilanne, jossa prosessia ei hallita sen todellisen etenemisasteen, vaan kokemukseen perustuvien sekvenssien ja prosessivaiheiden kokemuspohjaisen keston perusteella. Kolloidiprosessin muuttaminen aikasäädöstä tilaohjautuviksi vaatii online-mittalaitteiden ja analyysimenetelmien käyttöönottoa, mikä tyypillisesti tarkoittaa erilaisten sensoreitten integrointia prosessiin, datan keruuta ja analyysiä sekä laatu-tietojen yhdistämistä. Suuri datamäärä johtaa automaattiseen

datakeruuseen, laskenta-algoritmien kehitykseen ja viimekädessä tekoälypohjaiseen analyysiin.

Prosessien kehittämisen yhteydessä on usein haasteena pienten partikkelien kolloidinen hallinta, koska vuorovaikutusvoimat korostuvat pienten partikkelien tapauksessa. Hallitsematon flokkaantuminen, saostuminen tai koagulaatio voivat pysäyttää helposti koko prosessin. Kemiallisissa prosesseissa, joissa syntetisoidaan pieniä partikkeleita, on ensiarvoisen tärkeää hallita partikkelin kasvu, stabilointi ja konsentrointi. Tällaisessa tapauksessa kolloidisen tilan suora ja nopea mittaaminen ja suora kytkentä säätöön voivat olla ainoat mahdollisuudet toteuttaa prosessi. Ehdoton edellytys on kolloidiprosessien laajempi ymmärtäminen ja nykyisten ja etenkin kehityksen alla olevien mittausperiaatteiden ja integroitujen ohjausjärjestelmien tunteminen – pelkkä mittalaitte ei riitä.

Digital Colloids -projekti

Projekti toteutettiin laboratorio- ja kenttämittausten yhdistelmänä, jossa erityinen paino oli useiden mittausmenetelmien integroimisella yhteiseen datan keruuseen sekä aikaleimatun datan kerääminen, mikä mahdollisti prosessin tilan analyysin. Valittuja prosesseja simuloitiin laboratoriossa ja mittausjärjestelyt rakennettiin myös kenttäkohteisiin. Esimerkkiprosessit valittiin yhdessä teollisuuden kanssa siten, että kohteiksi otettiin mahdollisimman haastavat mittauskohteet prosessien monimutkaisuuden, muutosherkkyiden ja vaatavien käyttöympäristöjen kannalta.

>



Kuva 1. Levänkasvatusallas Hiedanrannassa

Tutkimusosapuolina projektissa olivat Tampereen yliopiston Materiaalitieteen ja ympäristötekniikan yksiköstä Materiaaliopin keraamimateriaalien tutkimusryhmä ja Bio- ja kiertotalouden tutkimusryhmä sekä Automaatio- ja konetekniikan yksiköstä prosessien säädön tutkimusryhmä. Yliopiston lisäksi projektiin osallistuivat Outotec Filters Oy, Nokian Vesi, GVK Oy ja Finflow Water Oy. Projektissa olivat asian-

tuntijajäseninä Mattester Oy ja ColloidTek Oy. Tutkimusta rahoittivat yritysten lisäksi Business Finland ja Tampereen yliopisto ja se toteutettiin aikavälillä 1.4.2017-30.6.2020.

Suureiden mittaamiseksi rakennettiin kohteesta riippuen mahdollisimman kattava sensorijärjestely tavoitteena kerätä ja jalostaa on-line mittaustietoa laboratorio-kokeiden tueksi ja ilmiöiden toteamiseksi. Dataa kerättiin kenttäkokeissa kohteen mukaan seuraavilla mittauksilla: lämpötila, pinnankorkeus, johtavuus, pH, hapen määrä, valomäärä, ioniviskositeetti ja kapasitiivinen vaste (ColloidTek Oy), turbiditeetti, redox-potentiaali, jne. Kunkin kohteen sensorit, sensorijärjestelmien arkkitehtuuri ja datankeruu räätälöitiin sovellukseen sopivaksi johtojatukseksi näytteenoton taajuus, mitattavien muutosten suuruus ja käyttöolosuhteiden vaativuus. Laboratoriomittauksissa simulottiin prosessien osavaiheita, jolloin käytössä oli laajempi valikoima mittausten menetelmiä, kuten UV-VIS, partikkelien koko- ja liikkuvuusmittaus, reologiset mittaukset, viskositeetti jne.

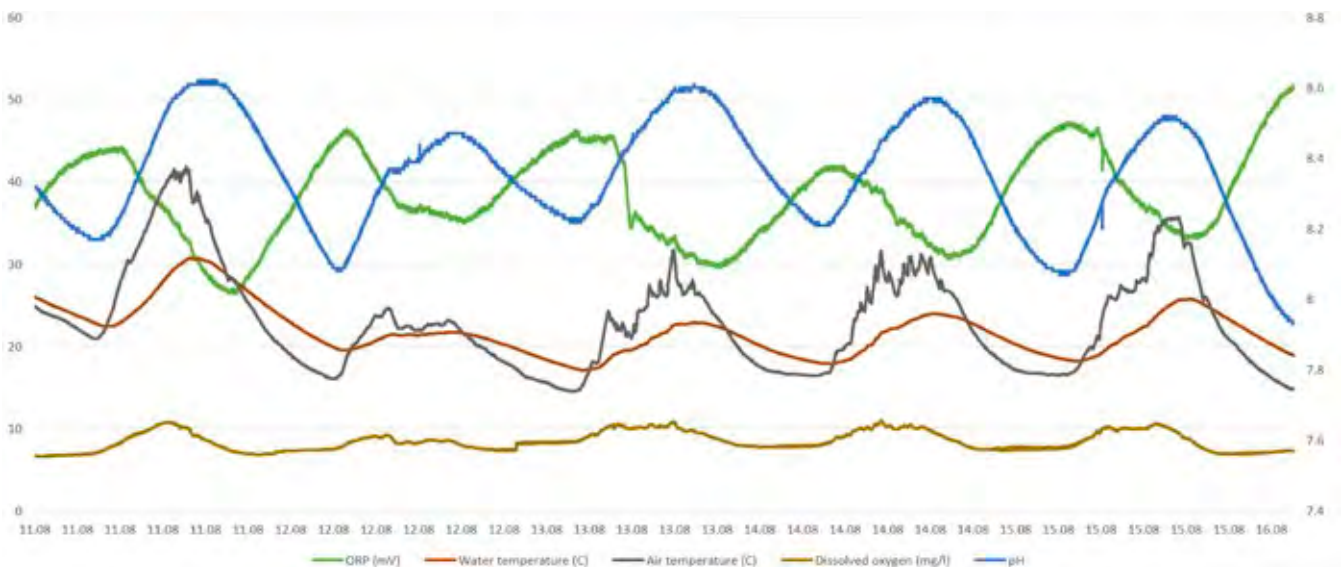
Vedenkäsittelyprosessit edustivat projektissa monimutkaisia kolloidiprosesseja ja datan keruun kohteena olivat Tampereen Kaupungin Hiedanrannan kaupunkikehityksen levänkasvatusprosessi ja kaupungin raakaveden käsittelyprosessin lisäainesäättö. Suodatusprosessi instrumentoitiin tavoitteena erittäin pienten kolloiditilan-

muutosten mittaaminen apuainelisyästen yhteydessä ja näiden muutosten vaikutus suodatukseen. Maalinvalmistuksessa instrumentoinnin erityistavoitteena oli rakentaa sensorisysteemi erittäin haastavaan kemialliseen ympäristöön.

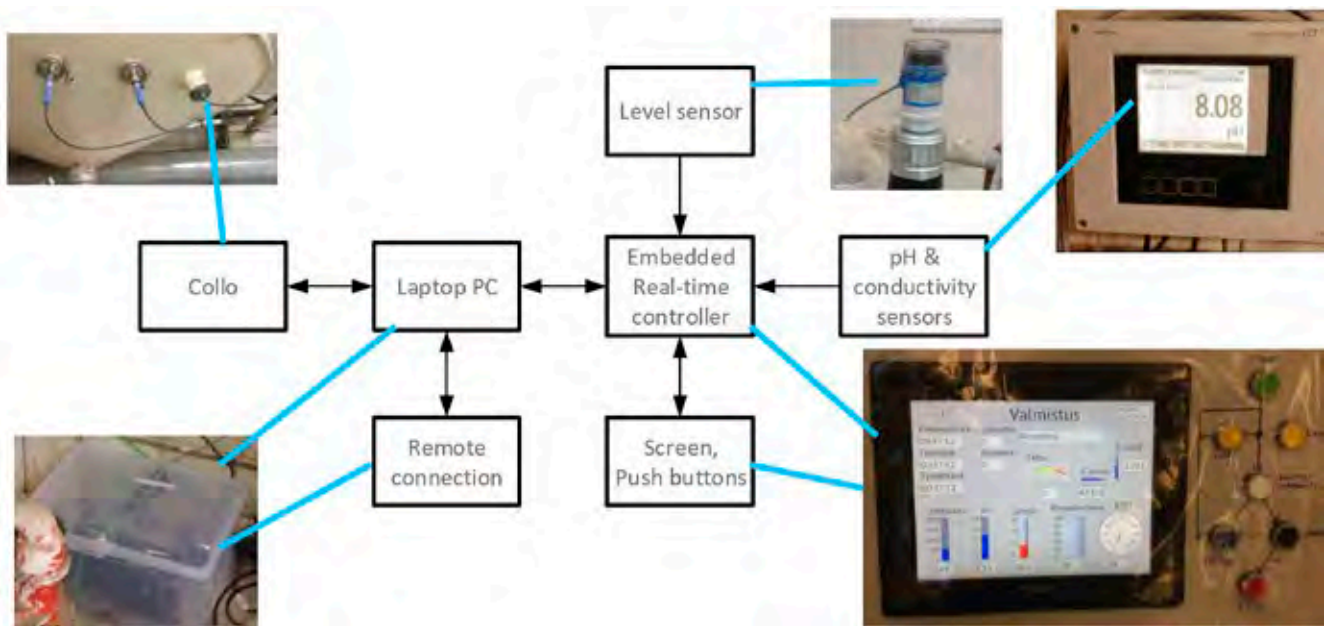
Veden käsittelyjen monitorointi

Raaka- ja jätevesien käsittely on ilmiöiden puolesta erittäin monimuotoinen ja prosessiteknisesti varsin haastava toimenpide. Syötteiden eli raaka- tai jätevesien koostumukset vaihtelevat varsin paljon, mukana on orgaanisen ja epäorgaanisen vuorovaikutuksen lisäksi mm. mikrobien ja levien luomia biologisia vuorovaikutuksia. Monet samanaikaiset reaktiot ja vuorovaikutukset tekevätkin vedenkäsittelyn sensorien valinnan varsin mielenkiintoiseksi, joten mitattavia muuttujia on syytä valita laajasti. Vedenkäsittelykohteet valittiin tarkoituksella edustamaan sensorisettivalinnan kannalta mahdollisimman monimuotoista sovellusta.

Tampereen Hiedanrannan kaupunkikehitysalueella pilotoidaan levämassan kasvatus erillisvirtojen ja auringonvalon avulla (kuva 1). Prosessia on aiemmin seurattu lähinnä laboratoriokokein tavoitteena seurata levämassan määrän lisääntymistä. Kasvatusprosessi varustettiin usealla sensoripaketilla ja erilaisilla tiedonkeruujärjestelmillä. Mittauksessa käytettiin johtavuuden, pH:n, lämpötilan ja sähkökenttämittausten lisäksi valoisuuden mittausta, koska levän



Kuva 2. Levänkasvatusprosessin kuuden päivän mittausjakso, jossa näkyy selvästi vuorokausikierron vaihtelu. Mittauskohteina ovat redox-potentiaali, lämpötilat, pH ja liuennut happi.



Kuva 3. Maalinvalmistuksen instrumentoinnin arkkitehtuuri.

kasvatusprosessi on voimakkaasti riippuvainen valon määrästä (kuva 2). Prosessista seurattiin myös sameutta ja ravinteiden käyttäytymistä. Dataa kerättiin sekä paikan päällä oleviin järjestelmiin että etäluettavasti manuaalisten näytteiden lisäksi.

Jatkuva mittaus laajan sensorisetin avulla toimi luotettavasti ja prosessista saatiin runsaasti dataa. Biologisissa prosesseissa kannattaa huomiota kiinnittää näytteenoton taajuuteen. Biologiset ilmiöt ovat usein varsin hitaita, joten näytteenoton taajuus kannattaa synkronoida ympäristön muutosten kuten syötteen lisäyksen, valoisuuden ja lämpötilan muutoksiin siten, että niiden vaikutus prosessiin saadaan mitatuksi. Moniparametrisen uuden prosessin kehitystyön ollessa kyseessä parametrien määrää päädyttiin kontrolloimaan jatkamalla mittauskampanjaa myös vakioiduinmissa laboratorio-olosuhteissa.

Raakaveden käsittelyn sakeuttamisprosessia ja siihen liittyviä apuaineannosteluja mitattiin instrumentoidussa laboratorio-koejärjestelyssä. Instrumentoinnilla kerättiin tietoa ajan funktiona tapahtuvista vuorovaikutuksista, jotta käsittelyn tehokkuutta voidaan parantaa ja vesikemikaalien annostelua vähentää. Raakaveden humuksen poistoon käytetään pH-säätöjä, jotka flokkaavat ja sedimentoivat kiintoaineksen. Mittausensorisettiin valittiin anturit, joiden mittauseriaatteeseen sisältyi flokkaantumiseen liittyviä muuttujia kuten johtavuus, pH, sähköinen vaste jne. Mittaukset tuot-

tivat suuren määrän osin yllätyksellistekin dataa ja onkin todennäköistä, että prosessissa on useita eri osaprosesseja, joista osa käynnistyy tai kiihtyy selvästi viiveellä. Raakavesisyötteen koostumuksessa on luonnollista vaihtelua ja tämä vaikuttaa vesikemikaalien ja flokattavien aineiden monitahoiseen vuorovaikutukseen. Vastavaan tyyppisessä mittauskohteessa kannattaa kiinnittää huomiota laskenta-algoritmiin, jotta nopeat ilmiöt saadaan esille. Useissa sensoreissa dataa käsitellään varsin paljon ennen lukuarvon ilmoitusta, jolloin nopeat ilmiöt jäävät helposti piiloon. Siten ilmiöiden kannalta sensorien pitäisi reagoida nopeasti, mutta datan määrän rajoittamiseksi raakadata tulisi käsitellä ennen sen lähettämistä.

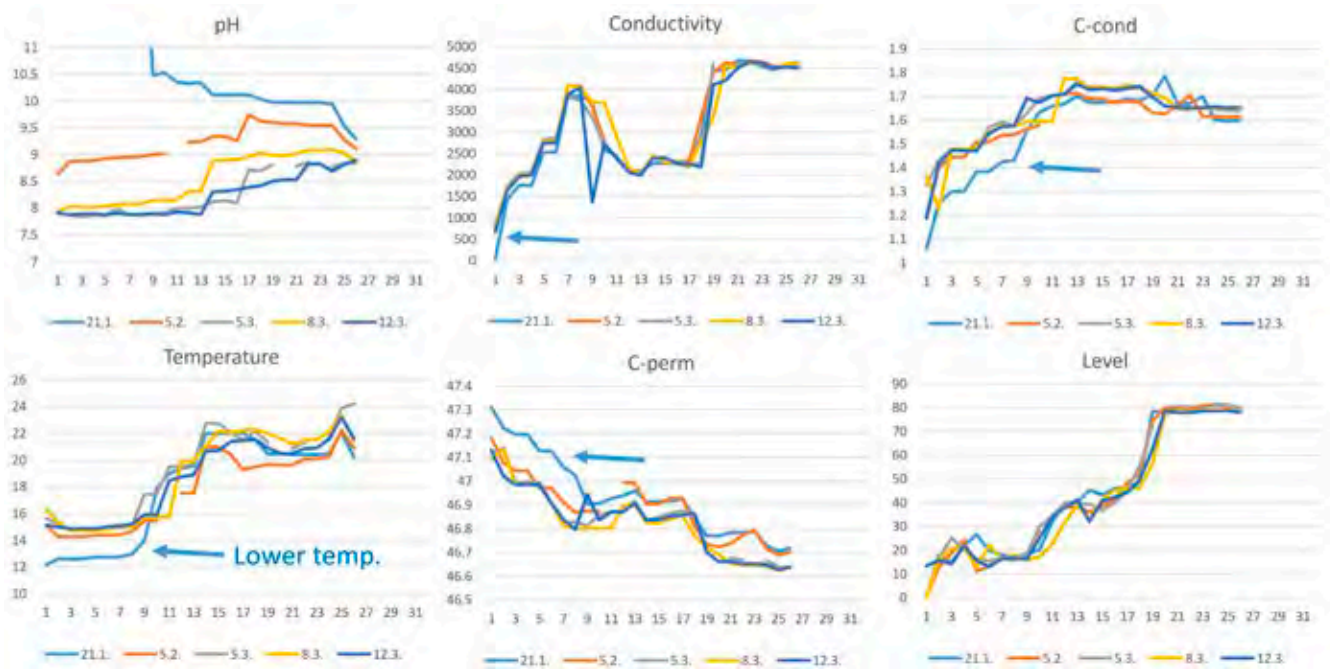
Suodatus- ja erkautusprosessit

Kiintoaineen erotuksen tehokkuutta seurattiin projektissa instrumentoimalla suodatusprosesseja erityyppisillä johtavuus- ja pH-mittauksilla sekä käyttämällä sähkökenttäperusteista partikkeli- ja ionisysteemin mittausta. Syötettä esikäsiteltiin ja apuaineistettiin suodatusprosessin tehostamiseksi ja syötteen sekä permeaatin tilaa seurattiin sensorien antamalla tiedolla. Kohteena oli useita erilaisia suodatus- ja erotusprosesseja. Mittaukset tehtiin pääosin Outotec Filtersin suodatinlaboratoriossa Lappeenrannassa ja sensoridataa verrattiin muilla suodatusprosessin tehokkuuden arviointi- ja mittaumenetelmillä.

Suodatusprosessin on-line mittauksen tavoitteena oli selvittää nestefaasin tilan muutosten vaikutusta suodatusprosessiin jo hiukan aikaisemmin ennen kuin muutokset näkyvät suodatusparametreissa kuten virtauksessa, painehäviössä tai permeaatin ominaisuuksissa. Mitatut suodatusprosessit olivat erityyppisiä suodatusaikojen ulottuessa useisiin päiviin. Mittauskohde valittiin erityisesti sen vaatiman suuren sensoriherkyyden takia. Käytetyt lisäainemäärät ovat erittäin pieniä ja sitä kautta myös muutokset mittaussignaaleissa ovat erittäin pieniä. Kokeet osoittivat herkkyyseroja eri sensorityyppien välillä. Käytettävien sensorien mittauseriaatteisiin tuleekin kiinnittää erityistä huomiota ja pitää mielessä se, että usein kaupallisten sensoreiden mittauseriaatteesta tai käytetystä signaalista on saatavilla varsin rajoitetusti tietoa. Vastaavasti hiukan eri signaalilla tai eri taajuusalueella toimivat, periaatteeltaan samanlaiset sensorit voivat antaa merkittävää lisätietoa kolloidisista tapahtumista. Mittausarkkitehtuurissa oma mielenkiintoinen vaikutuksensa on suodatuksen viipymäaikojen vaikutus sensoridataan. Sen ansiosta eri pisteistä mitattujen arvojen viiveestä saadaan tulkintaan lisäsyvyyttä.

Maalinvalmistus

Maalinvalmistus sisältää useita vaiheita, joissa raaka-aineita liuotetaan, kiintoainetta dispergoidaan, erityyppisiä liuottimia ja apuaineita lisätään ja maalia sekoitetaan tasalaatuisuuden saavuttamiseksi. Lopuksi



Kuva 4. Yhden maalityypin eri valmistuskerroilta kerätty mittaustiedosto.

maalin laatu varmistetaan laboratorionko-kein ja ominaisuuksia tarvittaessa hienosäädetään raaka-ainelisyksin ennen suodattamista ja purkittamista. Maalin valmistuksen reseptiikka vaihtelee paljon maalityypin, maalin valmistajan ja raaka-aineiden laadun mukaan ja valmistuksen vaiheet perustuvat pitkälti laboratoriossa tehtyyn tuotekehitykseen ja kokemuksesta johdettuihin käytäntöihin. Maalinvalmistus valittiin sensoroitavaksi sen sensoreille erittäin haastavan kemiallisen ympäristön takia. Haasteina ovat erilaiset liuottimet, korkea ja kuluttava kiintoainemäärä, erätyypinen valmistus ja säiliöiden pesut muutamina esimerkkeinä.

Projektissa instrumentoitettiin yksi maalinvalmistuksessa käytetty säiliö (GVK Oy, Parainen) ja siihen asennettiin johtavuuden, pH:n, lämpötilan ja pinnankorkeuden mittaustekniikka sekä ColloidTek Oy:n partikkelisysteemin sähköisistä vuorovaikutuksista tietoa keräävä radiotaajuinen sähkökenttämittaus (kuva 3). Osa sensoreista asennettiin nippuna säiliön pohjan tuntumaan tehdyllä läpiviennillä, osa sensoreista oli sijoitettuna säiliön kanteen. Sensoreiden tieto kerättiin järjestelmällä, joka sisälsi myös maalin eri valmistusvaiheiden rekisteröinnin. Tieto tallennettiin paikallisesti ja se siirrettiin jatkoanalyysiin etäluettavalla järjestelmällä.

Tietoa kerättiin usean kuukauden ajan useammassa jaksossa. Vaativat käyttöolo-

suhteet huomioiden sensorit toimivat luotettavasti ja tiedonkeruu sekä -siirto erinomaisen luotettavasti. Haastetta esiintyi lähinnä pidempien seisokkijaksojen yhteydessä mm. pH-anturin kuivumisen takia, mikä oli odotettavaa. Jaksoilla valmistettiin useita kymmeniä maali-eräitä ja useita eri maalityyppejä. Sensoritietoa käytettiin samojen maalityyppien valmistuksen analyysiin. Saman maalityypin eri erien valmistuksen sensoritiedossa on selvää vaihtelua, mikä näyttäisi aiheutuvan raaka-aineiden, ympäristön ja prosessoinnin vaihteluista. Itse sensoridatassa näyttäisi olevan varsin vähän kontaminaatioista aiheutuvia liukumisia. Erityisenä havaintona erittäin moniportaisen prosessin sensoroinnissa tulee kiinnittää huomiota tiedonkeruun aikaleimaukseen eli eri sensoridatan samanaikaisuuteen etenkin, kun prosessi sisältää useita nopeita raaka-ainelisyksiä, joiden vaikutus näkyy eri sensoreissa viiveellä.

Yhteenveto

Projekti osoitti, että erittäin haastavatkin kolloidiprosessit voidaan anturoida, kunhan kohteesta riippuen huomiota kiinnitetään sensorien mittauseräilyyn, näyttö- ja laskenta-algoritmeihin, sensorien herkkyyteen, kestävyys- ja likaantumisen- ja ikääntymistäipumukseen, mutta ennen kaikkea instrumentoinnin ark-

kitehtuuriin, datankeruuseen ja -käsittelyyn.

Projektin tuloksena voidaan todeta, että prosessien anturointi, monitorointi ja datan kerääminen ovat laadunvarmistuksen ja tuottavuuden kannalta avainasemassa. Varsin usein prosesseja ohjataan ”varman päälle”, ja kerättävä data saattaa olla toiminnan kannalta vähemmän merkityksellistä. Haasteena prosessin tietopohjaisessa ohjaamisessa on juuri löytää kerättävästä sensoridatasta ne muuttujat tai niiden yhdistelmät, joilla on prosessin suorituskyvyn kannalta merkitystä. Uudet, johdettuihin suureisiin perustuvat menetelmät kuten sähkökentän absorptiomittaukset yhdistettynä perinteisiin mittauksiin tarjoavat uuden työkalun kolloidisen tilan monitorointiin. Varsin usein prosessit ja niistä saatava mittaustiedosto perustuvat useisiin samanaikaisiin ilmiöihin, joista kyllä saadaan signaali, mutta joiden merkitys selviää vasta laajemman mittauskampanjan ja analyysin kautta. Tällainen jatkuva kalibrointi paljastaa prosessin todellisen toimintaikkunan ja mahdollisuudet tehokkaaseen, reaaliaikaiseen tai ennakoivaan säätöön. ▲



Elinkaariselvityksellä tukea päätöksentekoon

ABB:n huoltoinsinöörin asiantuntemus tekee sähkömoottoreiden ja -käyttöjen huoltotoimenpiteiden ja investointien suunnittelusta sinulle helppoa. ABB laitekannan elinkaariselvityksessä määritellään asiakkaan toimintavarmuuden ja kustannusten kannalta optimaalisin huoltosuunnitelma seuraavalle kuudelle vuodelle laitteiden todelliseen kuntoon perustuen. Lisäksi autamme ennakoimaan tulevat laiteuusinnat ja modernisoinnit. Kunnossapidon ennustettavuutta parantaa laitekohtainen elinkaariraporttimme.

Kattavan elinkaariselvityksen ja optimoidun huoltosuunnitelman avulla maksimoidaan laitteiden käyttöikä, optimoidaan tuottavuus sekä vältetään äkillisiltä korjaustoimenpiteiltä. Näin varmistetaan, että jokainen prosessin osa toimii keskeytyksettä ilman ylimääräisiä yllätyksiä läpi laitteen elinkaaren. Halutessasi lisätietoja palvelusta ota yhteyttä asiantuntijoihimme FI-service.sahkokaytot@abb.com





Etätöitä voi tehdä rennosti sohvalta käsinkin. Tosin jos lapset ovat kotona, metallurgin rooli vaihtuu helposti pomppulinnan tehtäviin.

Etätöiden ehdoilla

TEKSTI: **ELLI MIETTINEN**

Aluksi koronavirus tuntui kaukaiselta Kiinassa tapahtuvalta asialta, mutta pian tilanne Suomessakin muuttui, ja yritykset alkoivat suosittelä etätöiden tekemistä työntekijöilleen. Ensimmäinen etätöypäivä tuntui mukavan leppoisaalta, lapset oli viety päiväkotiin ja teimme miehen kanssa molemmat ruokapöydän ääressä töitä. Taukojen aikana pystyi näppärästi laittamaan astianpesukoneen tai pyykkikoneen pyörimään ja puheluiden takia ei tarvinnut hypätä avokonttorissa etsimään vapaata hiljaista huonetta tai puhelinpöytä.

Jo samana iltana hallitus kuitenkin sulki koulut ja suositteli lasten pitämistä kotona päiväkodista, mikäli suinkin mahdollista. Seuraavat pari kuukautta olivatkin sitten vähemmän leppoisia, kun 2- ja 4-vuotiaat pikku apulaiset olivat kotona työpäivien aikana. Nopeasti opimme tekemään eniten keskittymistä vaativat työtehtävät lasten nukuessa ja nopeammat pikkujutut lapsihärdellin keskellä. Aamu-uniset lapset onneksi mahdollistivat melko hyvän työskentelyrauhan aamuisin. Keskipäivällä vuorottelimme niin, että toinen kävi lasten kanssa ulkona ja toinen sai tehdä rauhassa töitä. Nuoremman päiväunet ja YouTube antoivat taas iltpäivästä työrauhaa ja tarvittaessa töitä joutui jatkamaan illasta. 4-vuotisneuvolassa terveydenhoitaja sai todistaa YouTubeen laadukkaita varhaiskasvatustuloksia, kun poikamme tunnisti osan väreistä englanniksi.

Palaverien ajaksi yritettiin järjestää toiselle työrauha, ellei itsellä sattunut olemaan jotain juuri samaan aikaan. Puhelinpalave-

rit toimivat onneksi pääsääntöisesti erittäin hyvin. Totuimme siihen, että taustalta saattaa kuulua lasten ääniä. Välillä jonkun täytyi käydä selittämässä suoratoistopalveluun tottuneelle lapselle, mitä tarkoittavat mainokset, jotka ikävästi katkaisevat piirrettyjen katselunautinnon. Kuulokkeiden vaimennusnappula nousi arvaamatomaan, kun kesken palaverin taapero käveli huoneeseen, heittäytyi läppärin näppäinten päälle ja ilmoitti ”kakka”. Välttiin onneksi tuttavapiiriin tapaukselta, jossa lapsi karjui täysillä tärkeän asiakaspalaverin taustalla: ”Äiti, minä haluan munaa, mutta isi ei anna!”. Videoyhteyksiä vältin kuultuani, miten kaverin videopalaverin taustalla vilahteli hänen miehensä kalsareissaan.

Etätöskentely lasten kanssa opetti innovatiivisiin työtapoihin. Etäkoulutusta voi seurata kännykällä ja nappikuulokkeilla samalla, kun nukuttaa taaperoa päiväunille. Hiekkalaatikon laidalla voi lukea sähköposteja ja vastailla helpoimpiin kysymyksiin, jotka eivät vaadi syvempää tiedonhakua. Työkaverilta sain myös hyvän vinkin siitä, että jos palaveri ei vaadi itseltä dokumenttien esittämistä, sen voi yhdistää kävelylenkkiin ulkona. Toisen vähemmän terveellinen vinkki oli, että yhdellä pääsiäismunalla saa lapsiperheessä lahjottua n. 15 minuuttia työrauhaa. Arkea helpotti suurempien ruoka-annosten teko niin, että niistä riitti seuraavalle päivälle myös nopeasti lämmitettävä lounas.

Myös vanhojen lomien pois pitämiset ja lomautukset helpottivat korona-arkea, kun osan päivistä toinen pystyi keskittymään töihin ja toinen touhusi lasten kanssa.

Silti olimme äärettömän helpottuneita,

kun lapset saivat palata päiväkotiin. Lasten kanssa etätöitä tehdessä takaraivossa kalvoi jatkuva syyllisyys sekä siitä, onko saanut tehdä tarpeeksi töitä ja toisaalta myös siitä, että lapset ovat katsoneet aivan liian paljon tv:tä ja saaneet aivan liian vähän huomiota.

Työelämän sosiaalista puolta on jäänyt etätöaikana kaipaamaan eniten. Konttorilla oppii huomaamattaan paljon asioita kuullessaan ihmisten puhuessa muiden projektien haasteista ja oivalluksista. Työyhteisömme on onneksi pitänyt kerran viikossa virtuaalikalvauksen, missä on saanut vaihtaa kuulumisia. Myös tiimipalaverit on pidetty etänä normaalia tiheimmin, ja niiden kautta on pysynyt hieman paremmin kärryillä muidenkin töistä. Mutta paljon hauskoja tarinoita ja kaskuja jää kuulematta, ja hyvin satunnaisesti kantautuu korviin tietoa muiden osastojen tai yritysten kuulumisista.

Muita negatiivisia puolia ovat monien harrastusten peruuntuminen ja haasteet ruokahuollossa ja kodinhoidossa. Osa lapsista hyppii seinille, kun ei ole normaaliin tapaan aktiviteetteja ja kavereita ympärillä. Ruokaa täytyy ostaa ja tehdä todella paljon enemmän kuin normaalisti, kun koko perhe syö kaikki ateriat kotona. Tiskikonetta saa olla täyttämässä ja tyhjentämässä koko ajan. Koti on jatkuvassa kaaoksessa, kun lapset levittävät lelunsa työpäivän aikana ympäriinsä. Oma aikaa ei ole, vaan melko lailla kaikki lapsivapaa aika täytyy hyödyntää työntekoon, koska osa virka-ajasta kuluu väkisinikin lastenhoitoon.

Etätöiden tekemisessä on kuitenkin paljon positiivisia asioita. Normaalit flunssat ja oksennustaudit loistivat poissaoloillaan. Ei

tarvinnut pelätä päiväkodista tulevia täitä tai kihomatoja. Työmatkaan, pukemiseen ja meikkaamiseen ei mene aikaa. Ei tarvitse jumittaa ruuhkassa tai odotella sateessa bussia. Etätöitä voi tehdä mökiltäkin, jos tietoliikenneyhteydet pelaavat. Uudenmaan eristyksen aikaan tämä ei tosin ollut kaikille mahdollista.

Etätöissä ei tule ongelmaksi se, että huomaat minuuttia ennen palaveria sen olevan aivan toisessa päässä rakennusta. Riittää, että nostat luurit korville ja painat nappia. Avokonttorin häly ei häiritse ja pystyt paremmin tekemään keskittymistä vaativia tehtäviä. Tosin kotona olevat lapset toimivat kyllä tehokkaana avokonttorisimulaattorina sillä poikkeuksella, että avokonttorissa kukaan ei istu syliisi tai pyyhi nenäänsä puseroosi. Introvertit ovat nauttineet olostaan, kun sosiaalisten kontaktien määrä on minimisään. Osalla koululaisia ja aikuisiakin sujuvat tehtävät paljon paremmin, kun ei ole niin paljon ärsykejä ja hälyä ympärillä.

Halutessaan saa syödä joka päivä lempiruokaansa, eikä lounasvalikoima ole rajoitettu työpaikkaruokalan vaihtoehtoihin. Asuinalueellamme kotiin kuljetetun ruuan vaihtoehdot olivat aiemmin olleet lähinnä pizza ja kiinalainen, mutta koronan ansiosta valikoima on parantunut huomattavasti. Työpaikkaruokalan kautta sai todella edullisesti kotiin kuljetettua lounasta, mikä säästi huomattavasti aikaa työpäivinä. Kahvitaudet ja lounastauon voi viettää helposti aurin-gossa parvekkeella. Jos aikataulu on tiukka, voi lounaan helposti syödä koneen ääressä ja sitten vastaavasti toisena päivänä pitää

pidemmän ruokataun tai lopettaa työt aikaisemmin. Muutenkin päivän rytmitys sujuu vapaammin. Jos on joku asia hoidettavana aamusta, voi päivää jatkaa illasta tai toisinpäin.

Asiointi etänä on monella tapaa helpotunut. Jähmeimmätkin virastot joutuivat vihdoinkin kehittämään tapoja asioida verkossa. Olin yllättyneet lukiessani, että terveyden- ja sairaanhoitoon liittyvistä tapaamisista 70% on pystytty hoitamaan etänä. Täytyy toivoa, että nyt kun toimintatavat on perustettu, niin jatkossakin ainakin osa asioista hoituu sujuvasti etänä.

Jotkut asiat varmasti muuttuvat enemmän tai vähemmän pysyvästi. Itse saimme jo esimakua tulevan syksyn ja talven arjesta, kun lapset saivat päiväkodista nuhan. Vaikka tartuttaja oli testattu korona-negatiiviseksi, niin päiväkodissa on nollatoleranssi valuvalle nenälle, joten jokainen lapsi vuorollaan kävi saman flunssan takia koronavirustestissä ja odotteli kotona vähintään kolme päivää testin tuloksia ja nuhan loppumista. Koronatestiajan sai seuraavalle päivälle ja testaus oli järjestetty oikein kätevästi drive-in tyyppisesti lastensairaalan ulkopuolella sijaitsevan teltan läpi. Tulokset tulivat reilun vuorokauden päästä tekstiviestillä. Vaikka tuntuu hullulta testata kaikki lapset vuorotellen saman flunssan takia, niin se lienee ainoa tapa varmistaa, ettei kyse ole jonkun kohdalla koronasta. Ehkäpä se myös hieman vähentää kausiflunssien ja muiden tautien kiertämistä päiväkodeissa, kouluissa ja työpaikoilla, kun pienistäkin oireista jäädään heti herkästi kotiin toipu-

maan. Työnantajilta tämä vaatii jatkossakin venymistä, kun poissaoloja ja etätyöpäiviä lasten kanssa tulee väistämättä tulevaisuudessa entistä enemmän.

Muutenkin etätyöt varmasti lisääntyvät jatkossa niillä työpaikoilla, missä se on mahdollista. Kaikki kynnelle kykenevät ovat nyt harjoitelleet etätöiden tekemistä ja virtuaalokokouksia, joten kynnys etätöihin jäämiseen ei ole enää suuri. Kaikki ovat jo tottuneet siihen, että tapaamisiin osallistutaan etänä. Keskusteluissa on käynyt ilmi, että suurin osa tuttavista ja työkaverista tekisi mieluiten osan töistä työpaikalla ja osan kotona. Etätyöt ovatkin jatkossa varmaan uusi normaali. Mielenkiinnolla olen seurannut työpaikan intranetistä uusia työskentelytapoja, joiden avulla jopa laitteen automaatiotestaus on onnistuttu tekemään etänä ilman, että tarvitsee matkustaa toiseen maahan asiakkaan tehtaalle. Kypärään asennettavat telineet kännykälle tai kameralle mahdollistavat näköyhteyden ja palveluiden tarjoamisen laitoksille ilman matkustamiseen käytettävää aikaa ja rahaa.

Puute on paras motivaattori keksinnöille. Kuparin liekkisulatus syntyi aikanaan tarpeesta säästää arvokasta sähköä. Nyt matkustusmahdollisuuksien puute synnyttää uudenlaisia teknisiä innovaatioita ja uudenlaisia palvelukonsepteja, joille on varmasti tulevaisuudessa entistä enemmän tilausta. Samalla vähenee fossiilisten polttoaineiden aiheuttama ympäristökuormitus. Syntyy myös kustannussäästöjä sekä työn tehokkuuden paranemista, kun matkustusmäärät vähentyvät. ▲



BLAST\CRUSH\MOVE\REPEAT
TALLQVIST INFRA

tallqvist.fi

Vihreän tulevaisuuden materiaalit

METSTA

TEKSTI: FRANS NILSÉN

Viime vuosikymmenten teknologinen kehitys on tuonut saatavillemme lukuisia seläisiä keksintöjä ja sovelluksia, joita ilman kevään 2020 edellyttämä etätyöskentelyepidemia olisi mahdotonta toteuttaa. Etäpalaverit ovat mahdollistaneet langaton verkko, siihen liitetty tietokone ja kännykkä, jotka ovat kaikki monen merkittävän keksinnön summa. Lisäksi, vaikka osa näistä keksinnöistä on jo todella vanhoja eivätkä ne ole alun perin vaatineet lainkaan harvinaisia maametalleja, niiden jatkokehitys pienemmiksi, halvemmiksi sekä kevyemmiksi on vaatinut harvinaisten maametallien hyödyntämistä.

Laadullisten ja taloudellisten vaatimusten lisäksi kehitystyössä on otettava huomioon ympäristöasiat ja ilmastonmuutos. Jos ympäristöystävällisyys korostuu vastaisuudessaakin myyntivalttina, ei fossiilisten polttoaineiden riippuvuudesta irti pyristely näytä enää kovin utopistiselta. Yhtäältä monet tuotteet suunnitellaan yhä edelleen kertakäyttöisiksi, toisaalta sähköautot valtaavat alaa, ja niitä voidaan ladata tuulivoimaloiden ja aurinkopaneelien tuotamalla ympäristösähköllä.

Sovellusten kehittäjiä vähättelettä: mikään edellä mainituista etätyön mahdollistajista ei ole pelkkä insinööritaidon näyte, saati pelkkä uraauurtava oivallus olemassa olevan teknologian uudelleen järjestämisestä. Kaikkien näiden tuotteiden kehitysharppaukset ovat edellyttäneet harvinaisia maametalleja. Harvinaisten maametallien jatkuva taloudellinen ja ympäristöystävällinen saatavuus ovat myös edellytys sille, että nämä laitteet pysyvät osana arkipäiväämme.

Harvinaiset maametallit, tai toiselta nimeltään REE-materiaalit (rare earth elements), ovat noin 16 alkuaineen joukko. Yhteistä näille alkuaineille ovat niiden harvinaislaatuiset sähköiset ja magneettiset ominaisuudet. Nämä ominaisuudet ovat mahdollisia näiden alkuaineiden elektronirakenteen ansiosta.

Harvinaiset maametallit ja niiden yleisimmät käyttöalueet:

Skandium	ilmailukomponentit ja alumiiniseokset
Yttrium	laserit, TV ja näyttöpäätteet, mikroaaltouunit
Lantaani	öljynjalostus, hybridautojen akut ja kameralinssit
Cerium	katalysaattorit, öljyn jalostus, linssien valmistus
Praseodyymi	lentokoneiden turbiinit, magneetit, projektorivalot
Neodyymi	magneetit, kovalevyt, kännykät
Prometium	kannettavat röntgenlaitteet, ydinparistot
Samarium	magneetit, elektroniikka
Europium	TV ja näyttöpäätteet, laserit, optinen elektroniikka
Gadolinium	syöpähoidot, MRI väriaineet
Terbium	kaikuluotainjärjestelmät, puolijohde-elektroniikka
Dysprosium	muistimetallit, laserit, ydinreaktoreiden kontrollisauvat, magneetit
Holmium	magneetit, laserit
Erbium	kuituoptiikka, ydinreaktoreiden kontrollisauvat
Tulium	röntgenlaitteet, suprajohtimet
Ytterbium	röntgenlaitteet, laserit
Lutetium	kemialliset prosessit, LED valot

Elektroniikkakomponenteissa näitä materiaaleja tarvitaan tyypillisesti hyvin pieniä määriä. Toisaalta maametalleja voidaan myös hyödyntää voimakkaiden magneettien valmistuksessa, jolloin käytömäärät ovat varsin suuria. Hyvänä esimerkkinä harvinaisten maametallien tyypillisestä käytöstä voidaan pitää tavallista yhden megawatin tuulivoimalaa. Sellaisen rakentamiseen tarvitaan noin 200 kiloa neodyymia, joka mahdollistaa sen moottorin magneettien toiminnan. Suosittu hybridi-auto Toyota Prius kantaa moottorissaan noin kilon verran neodyymia.

Harvinaisia maametalleja yhdistää se, että jokaisella niistä on hieman ”verrokeista” poikkeavat ominaisuudet, minkä takia niitä on hankalaa tai jopa mahdotonta korvata edes muilla saman ryhmän alkuaineilla.

Toisin kuin niiden nimi antaa ymmärtää, harvinaiset maametallit eivät oikeastaan ole kovin harvinaisia. Esimerkiksi cerium on yksi maapallon kuoren yleisimmistä metalleista. Harvinaisten maametallien harhaanjohtava nimi juontuu siitä, että näitä metalleja ei koskaan löydetä luonnosta puhtaina elementteinä, vaan useiden muiden mineraalien kanssa yhdessä ja pieninä pitoisuuksina. REE-yhdisteiden käytön

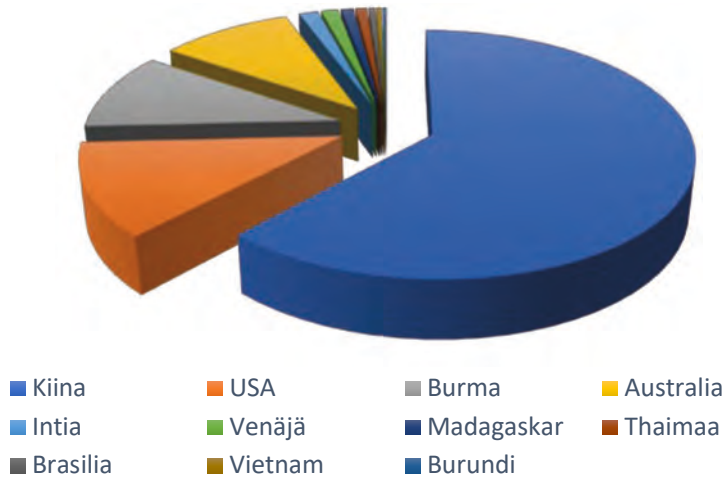
suurin ongelma ei siis ole se, etteikö niiden olinpaikkaa tiedettäisi, vaan se, että näitä ”REE-neuloja” saadaan kaivaa melko isosta heinäsuovasta. Tästä seuraa, että niiden kustannustehokas rikastaminen puhtaaksi ja käyttökelpoiseksi materiaaliksi on haasteellista. Tuotannon ympäristöystävällisyys on tietysti myös ongelma.

Koska REE-yhdisteitä käytetään nykyään melko lailla kaikkialla, niiden kysyntä markkinoilla kasvaa koko ajan. Vuosittainen kasvu on noin 3,5 % ja vuonna 2019 REE-materiaalien yhteenlaskettu kysyntä ylitti 149 500 tonnia.

Kiina kukkona tunkiolla

Vuonna 2010 Kiina hallitsi peräti 90 % REE-yhdisteiden tuotannosta. Tuolloin muualla maailmassa, erityisesti Yhdysvalloissa ja Australiassa, havahduttiin harvinaisten maametallien merkitykseen kauppapolitiikassa. Useat tuottajamaat ovat kuitenkin valjastaneet merkittävän osan omista tuotantolaitoksistaan valtioille kriittisten alojen käyttöön, kuten USA:ssa aseteknologiaan. Tänä päivänä Kiina on edelleen suurin REE-yhdisteiden tuottaja avoimilla markkinoilla yli 60 % osuudella. Kiinan strategista pelisilmää kuvaa myös se,

REE tuottajat v. 2019 ja osuus koko maailman tuotannosta (%) [1]



että Kiina omistaa huomattavan osan australialaisen, maailman neljänneksi suurimman REE-tuottajan osakkeista, ja suurin osa USA:sta kaivetusta malmista viedään edelleen jatkojalostettavaksi Kiinan tehtaisiin.

Kiinan pääsy tähän asemaan harvinaisten maametallien tuotannossa ja kaupassa liittyy länsimaissa 80- ja 90-lukujen aikana vallinneeseen trendiin, jossa tuotantoteknologia haluttiin siirtää haisemaan halpamaihin. Tuotannon siirron jälkeen raskas ja saastuttava tuotanto pystyttiin toteuttamaan edullisempaan hintaan, sillä valtiollista sääntelyä jätteiden käsittelyssä ei juurikaan ollut, ja prosesseihin vaadittu työvoimakin oli edullisempaa. Näin saatiin markkinoille hyvin edullisia REE-materiaaleja ilman mitään prosessointiin liittyviä ja kustannuksia kohottavia lisävaatimuksia. Kukoistukseensa heräävä kuluttajaelektroniikkateollisuus kiitti eikä kyselyt, ja Kiinallehan tämä sopi. Vaikka näin saavutettiinkin hetkellisesti suuria taloudellisia voittoja, tämä teollisuuden keskittäminen ja sen kautta markkinoille virranneet edulliset REE-materiaalit söivät samalla jäljellä olevan länsimaisen tuotannon lähes kokonaan pois markkinoilta.

Harvinaisten maametallien tuotannon potentiaalista kertoo muun muassa hiljattain suoritettu MIT:n tutkimus [2]. Se arvioi, että sähköautojen ja tuulivoimaloiden määrän kasvaessa pelkästään neodyymin kysyntä tulee kasvamaan seuraavan 25 vuoden aikana noin 700 % nykyisestä, samalla

kun dysprosiumin kysyntä kasvaa jopa 2600 % nykyisestä.

Kiinalaiset yritykset ovat pystyneet pitkälti määräämään näiden materiaalien globaalin hintatason, ovathan REE-markkinat vahvasti niiden hallussa. Eräs suurimmista kaivos- ja prosessointialueista Ganzhoussa raportoikin vuonna 2018 noin 4 miljardin dollarin voitot.

Poissa silmistä – poissa mielistä

Koska harvinaiset maametallit esiintyvät mineraaleissa vain hyvin pieninä pitoisuuksina, niiden kaivaminen ja sitä seuraavat rikastamisprosessit vaativat paljon sekä aikaa, työtä että teknologiaa. Ne tuottavat myös huomattavan paljon jätettä, josta suuri osa on melko radioaktiivista. REE-materiaalit esiintyvät usein sekä toriumia että urania sisältävien mineraalien yhteydessä.

Useissa prosesseissa REE-materiaalit erotetaan malmista hapolla liuottamalla ja tällöin prosessissa syntyy noin 75 kuutiota (eli 75 000 kg) hapanta jätevettä aina yhtä REE-tonnia kohden. Kaivos- ja jalostustoiminnan aikana ilmaan ja maaperään voi myös vapautua luonnolle ja ihmisille haitallisia metalleja, kuten arseenia, bariumia, kuparia, alumiinia ja lyijyä. Huonosti hoidettuna kaivostoiminta aiheuttaa lisäksi massiivista maaperän eroosiota.

Viime vuosikymmeninä myös Kiina on herännyt REE-teollisuuden aiheuttamiin haittoihin ja käynyt toimeen. Ganzhoun alueella jätteiden hävitykseen ja etenevää

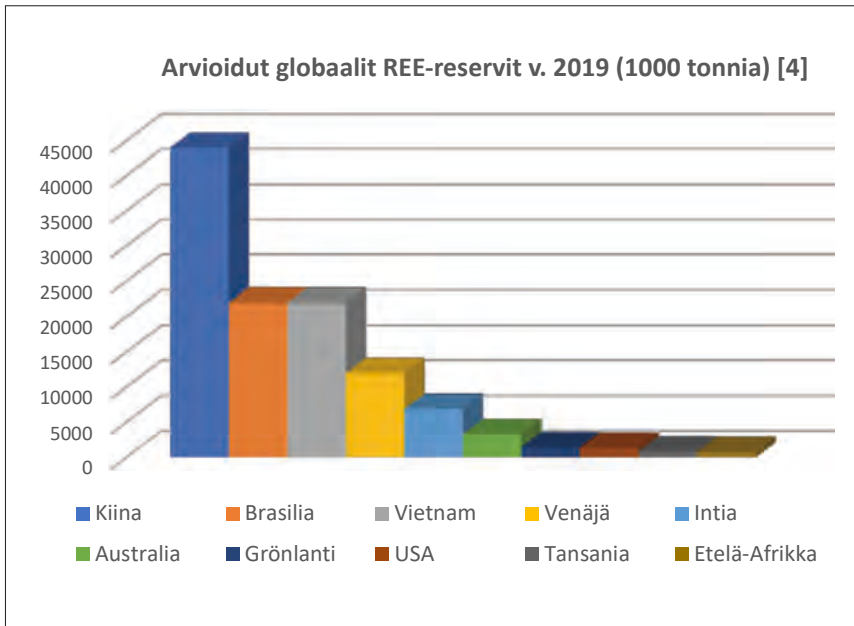
maaperän eroosiota vastaan taistelemiseen on kanavoitu jo yli 43 miljoonaa dollaria kuitenkin ilman merkittäviä tuloksia. Vielä lohduttomampi tilanne on Mongoliassa Kiinalle kuuluvalla Baotou-kaivosalueella, joka on voittanut BBC:ltä kyseenalaisen ”Maapallon Hirvein Paikka Elää” -tittelin [3]. Tämä kaivannaisalue on laajuudeltaan vielä Ganzhouta isompi. Ongelmaksi on myös muodostunut laitton ja valvomaton kaivostoiminta näillä alueilla sitä mukaa kuin Kiinan valtiollinen kontrolli ja sääntely ovat lisääntyneet.

Metallien politiikkaa

Materiaalien hallinnan keskittyminen Kiinalle on myös herättänyt viime vuosina länsimaissa poliittista huolta. Koska materiaaleja tarvitaan esimerkiksi kaikkien kehittyneiden asejärjestelmien valmistukseen, voi Kiina hyödyntää kontrolliaan näistä ”strategisista resursseista” globaaleissa kauppaneuvotteluissa. Ensimmäiset tämän suuntaiset poliittiset toimet nähtiin vuonna 2010, kun Kiina lopetti hetkellisesti REE-materiaalien myynnin Japanille. Syynä oli Kiinan ja Japanin välisellä meriosuudella tapahtunut kalastusalueen ja merivartioalueen törmäys. Vastaavaa uhkaa on käytetty myös viime vuosina Trumpin ja Kiinan välisten kauppaneuvottelujen aikana, kun Kiina uhkasi lopettaa harvinaisten maametallien myynnin USA:n aseteknologiaa valmistaville yrityksille. Nämä uhkailut ovat hetkittäisesti nostaneet joidenkin REE-materiaalien markkinahinnan jopa 100-kertaiseksi.

Mitä tapahtuisi, jos Kiina katkaisisi REE-materiaalien myynnin kokonaan? Länsimaissa saataisiin kyllä kehityksi korvaavaa tuotantoa ongelmitta – kyseiset materiaalit kun eivät ole oikeasti harvinaisia. Mutta hetkelliset ja kohdennetut kauppasaarrot nostaisivat lyhytaikaisesti esimerkiksi kuluttajaelektroniikan hintaa huomattavasti, kun varastoituja REE-materiaaleja kanavoitaisiin kriittisiin soveluksiin, esimerkiksi aseteollisuuteen. Tästä voisi aiheutua monien pienempien yritysten konkurssiaalto sekä yleistä taloudellista epävarmuutta.

Korvaavien kaivosten ja tuotantolaitosten perustaminen ei olisi nopeaa eikä halpaa saati sitten ongelmatonta. Tyypillisesti uuden laitoksen lupa- ja rakennusprosessit voivat viedä jopa 10 vuotta. Jos laitoksessa sovellettaisiin jotain uutta vähemmän saatuttavaa rikastusprosessia, tämä aika voisi olla jopa lähempänä 50 vuotta. Äkillinen



seisokki materiaalien saatavuudessa voisi myös johtaa ekologisiin ongelmiin, kun korvaavia tuotantolaitoksia rakennettaisiin suurella kiiressä. Pahimmillaan tuloksena saattaisi syntyä myös aseellisia konflikteja eri maiden yrittäessä saada uusia rikkaita kaivosalueita hallintaansa.

Kehitystä kehittämässä

Huoli Kiinan markkinakontrollista on osaltaan johtanut siihen, että yritykset ovat ryhtyneet aktiivisesti etsimään korvaavia materiaaleja REE-alkuaineille. Suurin osa tutkimuksesta on keskittynyt selvittämään keinoja siihen, miten alkuaineiden määrää voitaisiin laitteissa vähentää. Valtiot ovat myös heränneet näiden tärkeiden materiaalien potentiaaliseen saatavuusongelmaan ja kanavoineet tutkimusrahaa yliopistoille uusien ja vähemmän saastuttavien harvinaisten maametallien prosessointi- ja rikastamismenetelmien kehittämiseen.

Tutkimuksen lisäksi monet valtiot ovat aloittaneet aktiivisesti uusien REE-esiintymien etsimisen. Suuren kysynnän takia nykyiset tunnetut esiintymät ovat jo ehtymässä tai niitä jo hyödynnetään parhailaan. Useat näistä potentiaalisista uusista esiintymistä ovat sellaisia, joita ei aiemmin pidetty tarpeeksi rikkaina taloudelliseen hyödyntämiseen. Kysynnän kasvaessa vuosittain ja Kiinan globaalien aseman uhatessa saatavuutta on köyhempienkin esiintymien hyödyntäminen alkanut kiinnostaa niin yrityksiä kuin valtioitakin.

Markkinoiden potentiaali on niin suuri, että USA:ssa on yritys, jonka tavoitteena on aloittaa näiden REE-materiaalien kaivaminen asteroideista. Vaikka tämä arvio voi osoittautua tulevaisuudessa hieman ylitoiveikkaaksi, ei ole kovin todennäköistä, että maametallien kysyntä ainakaan putoaisi tulevina vuosina. Köyhien maiden keskiluokkaistuessa tietokoneiden, kännyköiden ja autojen kysyntä kasvaa entisestään.

Kiinnostus arktisen alueen mineraaliresurssien hyödyntämiseen on myös luonut jo nyt maailmanpoliittisia jännitteitä. Esimerkki näistä nähtiin viime vuonna, kun USA:n presidentti Donald Trump jonkin aikaa vihjaili, uhosi ja ehdotteli, että USA voisi ostaa Grönlannin Tanskalta itselleen. Muutamien asiantuntija-arvioiden mukaan tämän ostoyrityksen takana olivat muun muassa Grönlannin maaperän sisältämät huomattavat REE-varannot, joiden kaupallisesta hyödyntämisestä myös Kiina on hyvin kiinnostunut ja johon se jo osallistuu australialaisen yrityksen kautta.

Kysynnän ja kiinnostuksen kasvu on johtanut suunnitelmiin aloittaa kaivosteollisuutta ns. suurten riskien alueella, kuten Japanin lähetyillä olevien saarten edustalla meren pohjassa. Vaihtoehtona on myös pidetty esiintymiä Etelä- sekä Pohjoismantereilla, joissa ilmastonmuutoksen takia ohentunut jääpeite on tehnyt aiemmin löydettyjen esiintymien hyödyntämisestä taloudellisesti kannattavampaa. Kuten arvata saattaa, nämä suunnitelmat eivät ole

mikään läpihuutojuttu, saati riskittömiä. Onnettomuuden sattuessa toiminta saattaisi johtaa ekologisiin katastrofeihin, ja niistähän on saatukin jo maistiaisia. Esimerkkinä voidaan pitää muilla riskialueilla toteutettuja teollisuusprojekteja, kuten muun muassa Suomen Talvivaaran monimetallikaivoksen alkutaivalta.

Vihreiden metallien maa

Suomen kannalta REE-alkuaineiden markkinoiden kehitys on monessa suhteessa mielenkiintoista. On tunnettua, että pohjoismaista on aiemminkin löytynyt harvinaisten maametallien esiintymiä. Osa harvinaisista maametalleista kuten skandium ja yttrium on jopa nimetty niiden pohjoismaisten löytöpaikkojen mukaan.

Suomen maaperästä voi tulevina vuosina löytyä huomattaviakin harvinaisten maametallien varantoja. Tämän eteen GTK tekee aktiivista maaperän kartoitusta ja esimerkiksi tästä työstä voidaan pitää muutama vuosi sitten Rautalammilla löytynyttä suurta skandiumesiintymää. Tämä löytö oli hyvin arvokas, sillä skandiumia tarvitaan muun muassa lentokoneissa käytetyn alumiinin vahvistamisessa. Itä-Suomen yliopistossa on esiintymän tehokkaaseen ja ekologiseen hyödyntämiseen vastikään kehitetty uusi rikastusmenetelmä [5].

Uusien kaivoshankkeiden lisäksi Suomessa on viime vuosina myös aktiivisesti tutkittu ja kehitetty uusia innovaatioita harvinaisten maametallien uudelleen hyödyntämiseksi elektroniikan kierrätystä tehostamalla. Yliopistoissa on myös etsitty vaihtoehtoisia menetelmiä esimerkiksi jo olemassa olevien teollisten prosessien, kuten kaivos- ja metalliteollisuuden kuonakosojen jatkojalostamiseen. Nämä menetelmät ovat hyvin lupaavia lähestymistapoja niin kutsuttujen vihreiden REE-materiaalien tuottamiseen.

Vaativuus ympäristöystävällisyydestä ei sekään ainakaan toivottavasti ole mikään ohimenevä trendi, eikä fossiilisista polttoaineista irti pyristelykään tosiaan haitaksi olisi. Etätöteknologian tarvetta lisäävät tietysti myös mahdolliset uudet koronan kaltaiset epidemiat sekä se, että globaalia bisnestä nyt on vain helpompi tehdä, kun aikaa ei tarvitse tuhlaa lentokentällä tai -koneessa norkoiluun.

Maailmanlaajuisesti harvinaisista maametalleista kierrätetään tällä hetkellä vain alle prosentti. Sekä USA että Euroopan unioni yrittävät osaltaan kasvattaa tätä

kierrätysprosenttia alueillaan, mutta tällä hetkellä ongelmina ovat tehokkaiden ja toimivien prosessien puute sekä REE-markkinoiden läpinäkymättömyys ympäristötuhoilta. Kierrätettyjen REE-materiaalien suurimmat haasteet ovat epäekologisesti tuotettujen REE-materiaalien matala markkinahinta ja se, että laitteita ei edelleenkään suunnitella helposti kierrätettäviksi.

Kierrätyksessä on kuitenkin potentiaalia, sillä valitettavasti uusien ekoteknologiakaan ei kestä ikuisesti. Viimeaikaisten tutkimusten mukaan esimerkiksi neodyymin kierrättäminen tietokoneiden kovalevyistä vähentää neodyymin valmistusprosessin energiatarpeesta jopa 60 prosenttia ja aikaansaa jopa 80 prosenttia vähemmän saastetta verrattuna normaaliin kaivos- ja rikastamisprosessiin. Kun sähköautoja, tuulivoimaloita ja aurinkopaneeleita sekä niiden osia alkaa muutamien vuosien kuluttua ilmestyä kierrätyspihoille, on niistä mahdollista saada suuria määriä REE-materiaaleja kerralla verrattuna pelkkien yksittäisten kovalevyjen ja kännyköiden kierrätykseen.

Mahdollisuuksien markkinat

Vastatakseen REE-materiaalien kasvavaan kysyntään markkinoilla EU on muun muassa aloittanut useita näiden materiaalien tehostettuun kierrätykseen tähtääviä hankkeita. Näiden projektien tavoitteet ovat kaksiosaisia. Ensimmäisessä vaiheessa niiden tavoitteena on muodostaa yhteiset standardit muun muassa patteri- ja akkujärjestelmien, aurinkopaneelien ja teollisuudessa syntyvän jätteen tehostettuun kierrätykseen. Projektien toisessa vaiheessa taas pyritään edistämään tuotteiden kierrätysystävällistä suunnittelua ja tuotteille soveltuvien uusien kierrätysmenetelmien kehittämistä. Kun näihin projekteihin yhdistetään vielä kaivosten ympäristöystävällisen perustamisen, tuotannon ja jälkihoidon standardisointi, saadaan aikaiseksi kokonaisvaltainen vihreiden REE-materiaalien valmistuksen mahdollistava paketti.

Suomi on jo globaalisti tunnettu GreenTech- ja CleanTech -osaamisestaan. Uusien harvinaisten maametallien kierrätysmenetelmien kehittäminen ja soveltaminen on merkittävä tilaisuus luoda uutta teollisuutta Suomeen sekä laajentaa nykyisten teollisuuslaitosten ja olemassa olevien yritysten tuotantoa. Uusien kierrätysprosessien kehittämiseksi ja vaihtoehtoisten tuotantomenetelmien potentiaalin realisoidmiseksi on tärkeää, että Suomen valtio ja yritykset jatkavat yliopistojen tukemista REE-tutkimuksessa. Ehdottoman tärkeää olisi myös

Miksi osallistua standardisointityöhön?

- 1) REE-materiaalien kierrätyksen standardisointi on vasta alussa, joten vaikutusmahdollisuudet ovat suuret
- 2) Suomella on jo olemassa oleva GreenTech-brändi
- 3) Alan tutkimusta ja osaamista on laajasti suomalaisissa yliopistoissa
- 4) EU on aloittanut tänä vuonna useita REE-kierrätykseen vaikuttavia projekteja
- 5) Kilpailua alalla on maailmanlaajuisesti vähän
- 6) Tulevina vuosina REE-materiaalien kysyntä tulee kasvamaan

yliopistojen ja alan teollisuuden osallistumisen aktiivisesti harvinaisten maametallien globaaliin standardisointityöhön.

Tulossa olevia harvinaisiin maametalleihin, kaivosten sulkemiseen sekä kunnostamisen hallintaan liittyviä standardeja:

- ISO 22453 Harvinaiset maametallit — Elementtien kierrätys — Tiedonvaihtotekniikat teollisuuden sivutuotteissa ja jätteessä sijaitsevista harvinaisista maametalleista;
- ISO TS 22451 Harvinaiset maametallit — Elementtien kierrätys — Mittausmenetelmät teollisuuden sivutuotteissa ja jätteessä sijaitseville harvinaisille maametalleille;
- ISO 23664-2 Harvinaisten maametallien jäljitys toimitusketjuissa tehtaalta tuotteisiin;
- ISO 21795-1 Kaivosten sulkeminen ja kunnostamisen hallinnan suunnittelu — Osa 1: Vaatimukset
- ISO 24419 Hylättyjen kaivosten hallinta.

Osallistumalla näihin EU:n aloittamiin kehitysprojekteihin suomalaiset yritykset voivat sekä ajaa standardeja haluamaansa suuntaan että samanaikaisesti varmistaa itselleen paikan eurooppalaisilla markkinoilla. Tällä hetkellä kilpailua REE-kierrätyksessä ei vielä ole, mutta alan suuren potentiaalinal ja tulevaisuudessa kasvavien kierrätysvirtojen takia on vain ajan kysymys, milloin teollisuutta alalle alkaa syntyä Euroopassa.

Suomessa REE-materiaalien standardisointityöhön osallistuminen on vaivatonta ja tapahtuu METSTA ry:n hallinnoiman kansallisen standardisointikomitean 183 ”Rikasteet ja harvinaiset maametallit” toimintaan liittymällä. Liittyminen on avointa kaikille suomalaisten sidosryhmien edustajille.

Koska standardisointi alalla on globaalia, vaikuttaa suomalainen standardisointikomitea useassa ”International Organization for Standardization” (ISO) -teknisessä komiteassa. Liittymisen jälkeen komitean jäsenet pääsevät äänestämään kansallisen äänestysportaalin kautta mm. REE-materiaaleihin liittyvissä standardisointiäänestyksissä ja voivat osallistua myös kansallisten standardien valmisteleminen. METSTA ry:n kautta on myös mahdollista hakea matka-avustusta vuosittain järjestettäviin kansainvälisiin kokouksiin osallistumista varten.

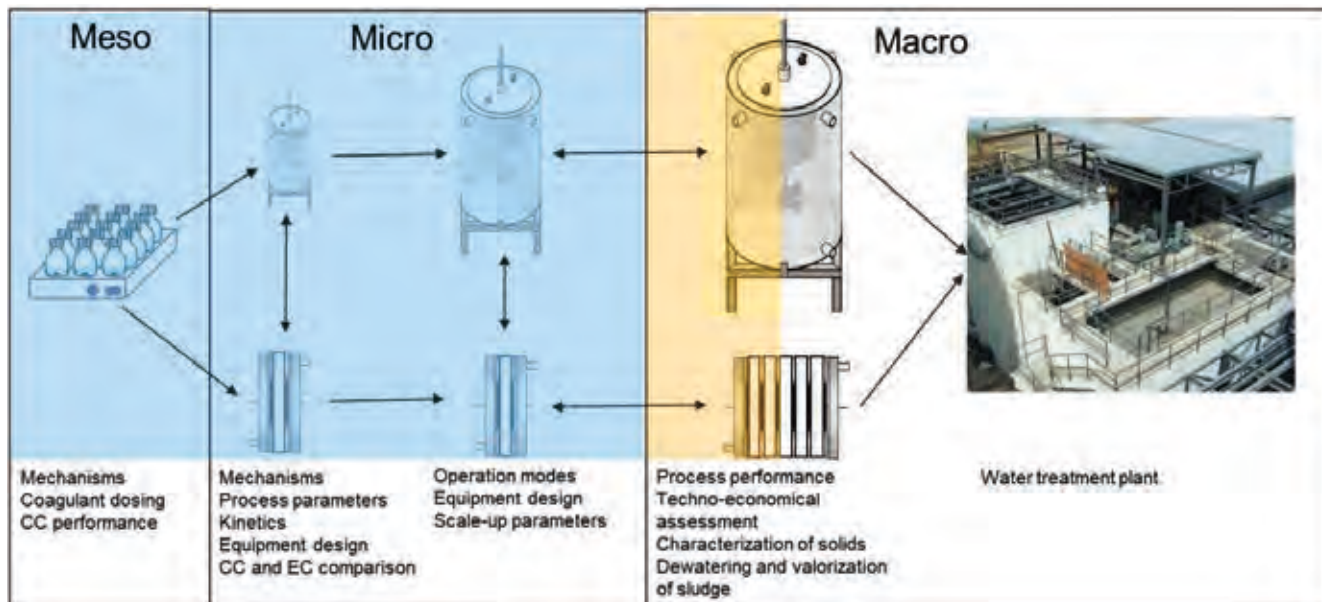
Jos kiinnostuit standardisoinnista tai haluat saada lisätietoa harvinaisten maametallien standardisointiin vaikuttamisesta Suomessa, ota yhteyttä!

Lähteet:

1. Harvinaisten maametallien tuottajamaat, <https://www.statista.com/statistics/268011/top-countries-in-rare-earth-mine-production/>
2. Clean energy could lead to scarce materials, <http://news.mit.edu/2012/rare-earth-alternative-energy-0409>
3. Abdelnour-Nocera, J., Strano, M., Ess, C., Van der Velden, M. and Hrachovec, H. eds., 2016. Culture, Technology, Communication. Common World, Different Futures: 10th IFIP WG 13.8 International Conference, CaTaC 2016, London, UK, June 15-17, 2016, Revised Selected Papers (Vol. 490). Springer.
4. Harvinaisten maametallien arvioidut reservit, <https://www.statista.com/statistics/277268/rare-earth-reserves-by-country/>
5. Rinez Thapa, Tuomo Nissinen, Petri Turhanen, Juha Määttä, Jouko Vepsäläinen, Vesa-Pekka Lehto, Joakim Riikonen, Bisphosphonate modified mesoporous silicon for scandium adsorption, Microporous and Mesoporous Materials 296, 2020, 109980, [j.micromeso.2019.109980](https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2019.109980).

Frans Nilsén, Tkt
frans.nilsen@metsta.fi
METSTA ry, www.metsta.fi





Kuva 1 Skaalausvaiheet ja tutkimuskysymykset.

Kaivosvedet puhdistuvat sähkökoagulaatiolla

MARIA MAMELKINA^A, PAULA VEHMAANPERÄ^A, RITVA TUUNILA^A, SALVADOR COTILLAS^B, ENGRACIA LACASA^B, MANUEL A. RODRIGO^B JA ANTTI HÄKKINEN^A

^ALUT-YLIOPISTO, LUT SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCE

^BUNIVERSITY OF CASTILLA LA-MANCHA, ESPANJA

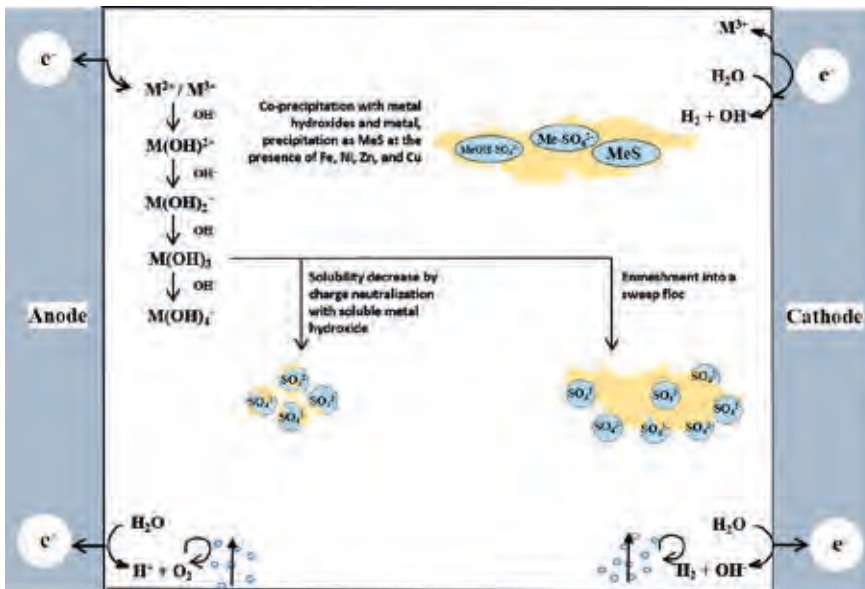
Päästörajoitusten tiukentuminen, raakaveden kulutuksen ja sivutuotteiden määrän rajoittaminen ajavat kaivosteollisuutta keskittymään vedenkäsittelytekniikoihin, jotka tuottavat tarpeeksi puhdasta vettä niin prosessin kuin ympäristönkin kannalta. Sähkökoagulaatio on yksi mahdollinen tekniikka saavuttaa tiukat päästöraajat ja se myös mahdollistaa oikein toteutettuna prosessivesien tehokkaan kierrätyksen. Sähkökoagulaatio perustuu sähkövirran käyttöön liuoksessa olevien emulgoitujen, liuenneiden ja suspendoituneiden epäpuhtauksien destabiloimiseksi. Tekniikka voidaankin määrittellä sähkökemiallisesti menetelmäksi, joka tuottaa destabiloituja komponentteja. Nämä komponentit aikaansaavat sähkövarauksen epäpuhtauksien poistamiseksi (Emamjomeh ja Sivakumar, 2009). Sähkökoagulaatiokennossa on sekä anodi että katodi. Anodilta vapautuu metalli-ioneja, jotka muodostavat koagulantteja ja samaan aikaan katodilla syntyy vetykaasua (Chen,

2004). Sähkökoagulaation teoria voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen; 1) elektrodin hapetus ja koagulanttien muodostuminen, 2) epäpuhtauksien destabilointi ja 3) kiinteiden partikkulien muodostuminen, joka johtaa epäpuhtauksien aggregaatioon.

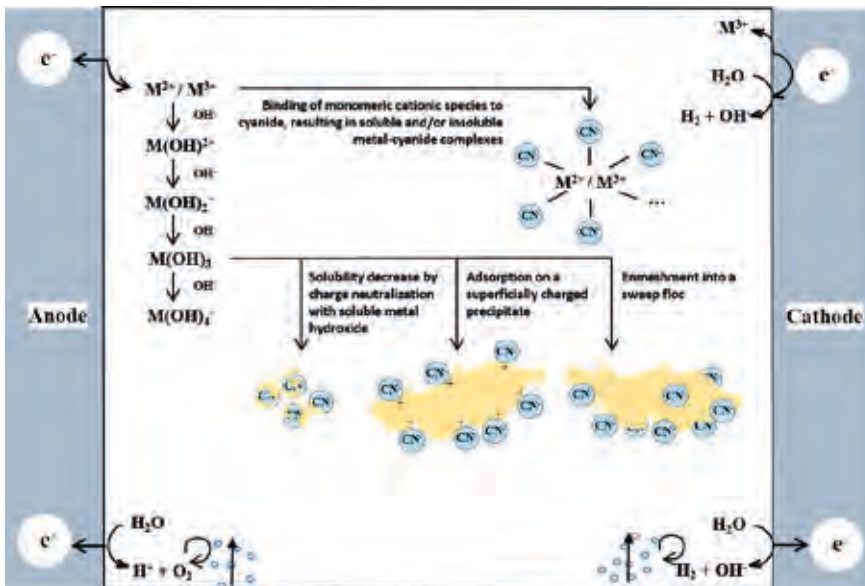
Sähkökoaguloitinkäsittelyä voidaan pitää onnistuneena, kun epäpuhtaudet joko poistetaan tai muutetaan vähemmän haitalliseen muotoon (Mollah et al., 2001). Poistomekanismeja voivat olla ainakin koagulointi, saostuminen, sekoittuminen, adsorptio, kompleksien muodostuminen tai varauksien neutraloituminen (Moussa et al., 2017, Garcia-Segura et al., 2017). Poistomekanismit riippuvat pääasiassa liuoksen pH:sta, hapetus-pelkistyspotentiaalista, elektrodien materiaaleista, käytetystä virrasta sekä veden koostumuksesta (Chen, 2004, Linares-Hernández et al., 2009, Martín-Domínguez et al., 2018). Poistomekanismien syvempi ymmärtäminen mahdollistaa sen, että menetelmää voidaan testata oikeilla kaivosvesillä sekä sen, että menetelmä voidaan skaalata olemassa olevista laboratorio- ja pilot-mitta-

kaavan yksiköistä teknologian valmiustason TRL 7:n yli (TRL 7 - prototyyppiä on jo demonstroitu oikeassa toimintaympäristössä). Metallien, nitraattien ja fosfaattien poistomekanismit on jo raportoitu kirjallisuudessa (Lacasa et al., 2011a, Lacasa et al., 2011b, Florence, 2015, Oncel et al., 2013), mutta sulfaattien ja syanidin mahdollisista poistomekanismeista ei ole vielä löytynyt täyttä ymmärrystä tiedeyhteisössä.

Mamelkina keskittyi väitöstutkimuksessaan aluksi sulfaattien ja syanidin poistomekanismeihin, jonka jälkeen hän syntyi sopiviin skaalausparametreihin. Tutkimuskysymykset ja skaalausvaiheet on esitetty kuvassa 1. Lisäksi Mamelkina tutki tekniikan soveltuvuutta korkeita syanidi- ja sulfaattipitoisuuksia sisältävien vesien puhdistamiseen. Hypoteesina oli, että sulfaattien poistomekanismit ovat enemmän riippuvaisia sähkövirrasta, elektrodimateriaaleista, operointitavasta, sulfaatin alkupitoisuudesta sekä liuoksen pH:sta, kun taas syanidin poistoon vaikuttaisivat vain elektrodimateriaali ja sähkövirran tiheys.



Kuva 2 Sulfaattien poistomekanismit kaivosvesistä sähkökoagulaatiolla. Anodi/katodi: Fe/Fe ja Al/Al.



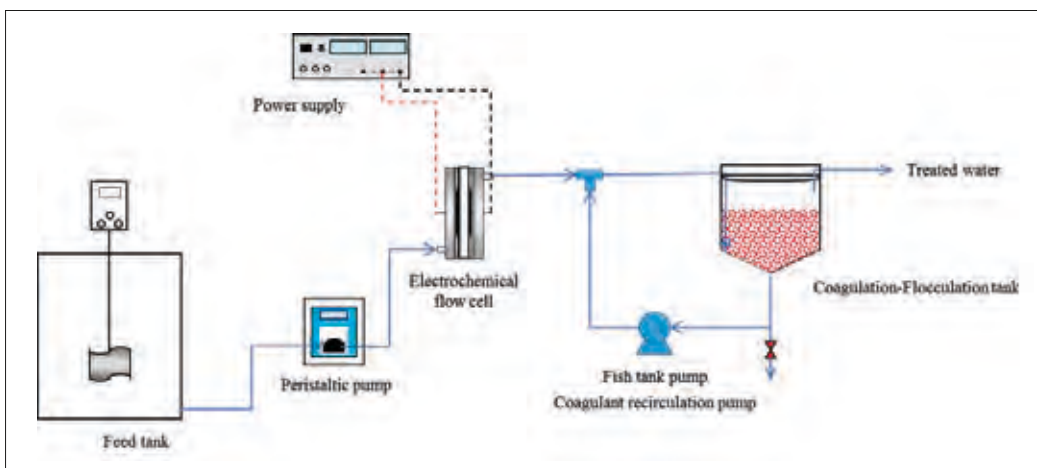
Kuva 3 Syanidin poistomekanismit kaivosvesistä sähkökoagulaatiolla. Anodi/katodi: Fe/Fe ja Al/Al.

Kuvissa 2 ja 3 on esitetty sulfaattien ja syanidin poistomekanismit (Mamelkina, 2020). Tulokset osoittavat, että sulfaatti joko neutraloituu tai kiinnittyy syntyneen flokin pintaan ja saostuu metallien ja metallihydroksidien kanssa. Syanidi taas poistuu joko kietoutumalla flokkiin, adsorptiolla tai varauksen neutraloitumisen johdosta. Rautaelektrodeja käytettäessä muodostui metalli-syanidikomplekseja.

Yksi mielenkiintoinen tutkimuksen aihe oli laboratoriomittakaavan reaktorin skaalaaminen teolliseen mittakaavaan. Sähkökemialliset prosessit kuuluvat vaikeisiin, mutta kvantitatiivisesti ilmaistaviin tai erityin vaikeisiin ja harvoin kvantitatiivisesti määritettäviin luokkiin. Geometrian näkökulmasta sähkökemialliset reaktorit on helppo skaalata, sillä esimerkiksi yleisimmin käytetty rinnakkainen elektrodikytentä voidaan helposti kasvattaa käsittelemään jopa 200 rinnakkaista elektrodia (Zhou et al., 2018). Sähkökemialliset ilmiöt ja useat mahdolliset poistomekanismit ovat silti omiaan hankaloittamaan skaalausta.

Suunnittelussa ja skaalauksessa tulee ottaa huomioon kaksi pääsääntöä; 1) optimaalinen reaktorin rakenne ja 2) epäpuhtauksien poistomekanismit. Eräs käytetyimmistä skaalausparametreista sähkökoagulaatioissa on elektrodien pinta-alan suhde tilavuuteen (A/V). A/V-suhde ottaa huomioon virran tiheyden, koagulantin annostuksen sekä kuplien muodostuksen, mutta se ei huomioi virtausolosuhteita tai reaktorin konfiguraatiota.

Mamelkina tutki väitöskirjassaan sähkökoagulaation skaalausta laboratoriomittakaavasta pilot-mittakaavaan. Tutkimus keskittyi panostamiseen reaktorin vaihtamiseen jatkuvatoimiseksi reaktoriksi ja 200 litran vesimäärän käsittelemiseen. Työssä käytettiin sekä säiliöreaktorita että



Kuva 4. Jatkuvatoiminen sähkökoagulaatioprosessi kiintoainne kierrätyksellä.

jatkuvatoimista virtausreaktoria sulfaattien poistoon. Jatkuvatoimisen reaktorin kohdalla tutkittiin myös jo käsitellyn lietteen takaisinkierätystä. Suunniteltaessa ja kehitettäessä jatkuvatoimista prosessia (Kuva 4), jossa kiintoaine kierrätetään takaisin, systeemin läpi kulkeva sähkövaraus vaihdettiin myös panostoimisesta jatkuvatoimiseksi. Tämä menetelmä on yksi mahdollinen skaalausparametri. On syytä korostaa, että tässä tapauksessa sähkövaraus riippuu varauksen intensiteetistä ja liuoksen virtausnopeudesta, q , eikä niinkään ajasta. Sähkövarauksen läpäisevyys, Q , laskettiin yhtälöllä 2, kun virran tiheys, j , oli ensin laskettu yhtälöllä 1. Yhtälö 1 on sama sekä panos- että jatkuvatoimiselle prosessille. Työssä kehitetyssä prosessissa vettä ei kierretetty takaisin sähkökoagulaatioyksikköön eikä koagulointisäiliöön, mutta kiintoainetta kierrätettiin kiintoainepitoisuuden kasvattamiseksi.

$$j = \frac{I}{S} \quad (1)$$

$$Q = \frac{j}{q} \cdot S \quad (2)$$

joissa I tarkoittaa virtaa ja S pinta-alaa.

Väitöstyön lopputuloksena voidaan todeta, että sähkökoagulaatio on potentiaalinen tekniikka metallien, nitraattien, sulfaattien, fosfaattien ja syanidien poistoon, kunhan vain tunnetaan menetelmään liittyvät poistomekanismit. Teolliseen mittakaavaan siirryttäessä tulee kuitenkin ottaa huomioon muutamia seikkoja, joista yksi keskeisimmistä on puhdistusprosessissa syntyneen lietteen käsittely. Partikkulien ominaisuudet, kiintoaineen ja veden erotus sekä syntyneen lietteen hyödyntäminen ovat keskeisessä roolissa teolliseen mittakaavaan siirryttäessä. LUT-yliopistossa on tutkittu myös sähkökoagulaatiokokeissa syntyneen lietteen suodattamista Nutsche-painesuodattimella (Gafiullina et al., 2020). Tulokset osoittavat, että syntyneiden kakkujen vastukset ($\alpha_{av} = 2 \cdot 10^{12} - 4 \cdot 10^{13} \text{ m/kg}$), huokoisuudet ($> 90 \%$) ja kosteuspitoukset ($> 68 \text{ p-}\%$) ovat erittäin korkeita. Alumiiniyhdisteet muodostavat amorfisen rakenteen, joka tekee lietteen käsittelystä erittäin haastavaa. Tulokset osoittavat myös, että suodatusapuaineet laskevat kakun vastusta merkittävästi.

Painesuodatuksen lisäksi kiinnostavia kiinteä/neste - erotustekniikoita sähkökoagulaatioon voisivat olla magneettierotus, sentrifugointi tai flotaatio liuenneella

ilmalla (DAF). Syntyneestä kiintoaineesta voitaisiin mahdollisesti ottaa talteen arvokkaat yhdisteet ja kiintoaine voitaisiin hyödyntää vaikkapa lannoitteena, betonin tai geopolymeerikomposiittien raaka-aineena. Metallikaivoksilla rautaelektrodeja käytettäessä syntynyt kiintoaine on mahdollista palauttaa takaisin metallinvalmistusprosessiin. Teknistaloudelliset ja ympäristönäkökulmat tulee ottaa huomioon sähkökoagulaatioprosessia suunniteltaessa, mutta erityishuomiota tulee kiinnittää skaalausparametreihin ja prosessimallinnukseen, jotta tekniikka saadaan viedyksi teolliseen mittakaavaan. ▲

Lähteet:

- Chen, G. 2004, "Electrochemical technologies in wastewater treatment", Separation and Purification Technology, vol. 38, pp. 11-41.
- Emamjomeh, M.E. & Sivakumar, M. 2009, "Review of pollutants removed by electrocoagulation and electrocoagulation/floitation processes", Journal of Environmental Management, vol. 90, pp. 1663-1679.
- Florence, K.M. 2015, Mechanisms of the removal of metals from acid and neutral mine water under varying Redox systems, Cardiff University.
- Gafiullina, A., Mamelkina, M., Vehmaanperä, P., Kinnarinen, T. & Häkkinen, A. 2020, "Pressure filtration properties of sludge generated in the electrochemical treatment of mining waters", Water Research, vol. 181, 115922.
- García-Segura, S., Eiband, M.M.S.G., de Melo, J.V. & Martínez-Huitle, C.A. 2017, "Electrocoagulation and advanced electrocoagulation processes: A general review about the fundamentals, emerging applications and its association with other technologies" Journal of Electroanalytical Chemistry, vol. 801, pp. 267-299.
- Lacasa, E., Cañizares, P., Sáez, C., Fernández, F.J. & Rodrigo, M.A. 2011a, "Electrochemical phosphates removal using iron and aluminium electrodes", Chemical Engineering Journal, vol. 172, no. 1, pp. 137-143.
- Lacasa, E., Cañizares, P., Sáez, C., Fernández, F.J. & Rodrigo, M.A. 2011b, "Removal of nitrates from groundwater by electrocoagulation", Chemical Engineering Journal, vol. 171, no. 3, pp. 1012-1017.
- Linares-Hernández, I., Barrera-Díaz, C., Roa-Morales, G., Bilyeu, B. & Ureña-Núñez, F. 2009, "Influence of the anodic material on electrocoagulation performance", Chemical Engineering Journal, vol. 148, no.1, pp. 97-105.
- Mamelkina, M. 2020. Treatment of mining waters by electrocoagulation. Väitöskirja LUT-yliopisto. Saatavilla osoitteessa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-493-7>
- Martín-Domínguez, A., Rivera-Huerta, M.L., Pérez-Castrejón, S., Garrido-Hoyos, S.E., Villegas-Mendoza, I.E., Gelover-Santiago, S.L., Drogui, P. & Buelna, G. 2018, "Chromium removal from drinking water by redox-assisted coagulation. Chemical versus electrocoagulation", Separation and Puri-

- fication Technology, vol. 200, pp. 266-272.
- Mollah, M.Y.A., Schennach, R., Parga, J.R. & Cocke, D.L. 2001, "Electrocoagulation (EC) -science and application", Journal of Hazardous Material, vol. B84, pp. 29-41.
- Oncel, M.S., Muhcu, A., Demirbas, E. & Kobya, M. 2013, "A comparative study of chemical precipitation and electrocoagulation for treatment of coal acid drainage wastewater", Journal of Environmental Chemical Engineering, vol. 1, no. 4, pp. 989-995.
- Zhou, M., Zhou, M., Oturan, M.A. & Sirés, I. 2018, Electro-Fenton Process: New Trends and Scale-Up, Springer Singapore, Singapore.

Hallituksen hyväksymät jäsenet ja nuoret jäsenet (N)

18.11.2019: Hamuyuni, Josph (met); Hirsi, Tuomas (met); Kostamo, Annaleena (rik); Lehtonen, Petri (met)N; Lehtovirta, Jussi (met)N; Leivo, Elina (kai); Matikainen, Vesa-Matti (kai); Peltonen, Daniel (rik)N; Rahko, Juha (kai)

2.3.2020: Aho, Jaakko (kai)N; Ah-tonen, Niina (geo); Berthet, Loraine (geo); Dunder, Marko (met); Gran, Terea (geo)N; Haapala, Pieti (geo); Halonen, Nina (geo)N; Islander, Matti (kai)N; Kauppila, Katri (kai); Kiiipula, Kaisa (rik); Koivisto, Vesa (rik); Kärkäinen, Timo (kai); Lassiheikki, Helene (kai); Mikkola, Esko (kai); Nurmi, Timo (rik); Palosaari, Joonas (rik); Partinen, Jere (met)N; Peltonen, Veikko (geo)N; Pelttari, Mikko (kai); Penttilä, Annina (geo); Piironen, Jorma (kai); Piispainen, Arto (kai)N; Pitkäranta, Elina (rik)N; Rantamaula, Janne (met); Ruohomäki, Jukka (rik); Räävi, Kimmo (met); Saarenpää, Ville (met)N; Saloniemä, Markus (rik); Silvennoinen, Joel (geo)N; Svartsjö, Hanna (geo)N; Silvonen, Olli (geo)N; Takala, Merja (rik); Tapaila, Iisakki (met)N; Tihinen, Janne (met)N; Torantti, Johanna (kai); Ulvelin, Väinö (rik)N; Vesterbacka, Daniela (geo); Viitala, Emil (rik); Äijälä, Henri (geo)

19.5.2020: Aarnio, Mikko (kai)N; Brask, Saija (kai); Cook, Nicholas (geo); Hautamäki, Marjut (met)N; Jensen, Nanna (kai)N; Kivelä, Vesa (met); Kivimäki, Markus (kai); Kurtti, Lauri (met)N; Kyllästinen, Mira-Marika (geo); Laakkonen, Juha-Petteri (kai); Levin, Thomas (rik); Manninen, Jukka (geo)N; Perälä, Aarne (geo); Raitis, Teemu (kai)

Pentti Kettusen säätiö jakoi tunnustuspalkintoja tamperelaisille materiaaliopin tutkijoille

TEKSTI: PASI PEURA



Lassi Raami

Pentti Kettusen säätiö on tukenut materiaaleihin liittyvää tutkimusta ja opetusta yli 25 vuotta. Säätiö perustettiin yhteistyötahojen aloitteesta Tampereen teknillisen yliopiston materiaaliopin professori Pentti Kettusen täyttäessä 60 vuotta vuonna 1992. Perustajina olivat Tuotekehitys Oy Tamlink sekä professori Pentti Kettunen. Säätiön toiminta-ajatuksena on tukea Tampereella tapahtuvaa materiaaleihin liittyvää tieteellistä tutkimusta ja opetusta. Säätiö on aktiivinen materiaalioppiin tehtävien väitösten ja muun tieteellisen materiaalitutkimuksen rahoittajana. Varsinaisen tutkimusrahoituksen lisäksi säätiö jakaa vuosittain tunnustuspalkintoja hyvien väitös- ja diplomitöiden tekijöille.

Tänä vuonna säätiö jakoi kaksi tunnustuspalkintoa, mutta aiemmasta poiketen toinen tunnustuspalkinto jaettiin hyvästä tieteellisestä artikkelista. Vuoden 2019 diplomitöistä palkittiin Lassi Raamin työkaluterästen lämpökäsittelyn optimointiin liittynyt työ. Toinen tunnustuspalkinto jaettiin merkittävän tieteellisen artikkelin vuonna 2019 kirjoittaneelle tekniikan tohtori Erkka Frankbergille.

Lassi Raamin diplomityössä selvitetiin, miten hammaslääketieteellisissä käsi-instrumenteissa käytettävän teräksen ominaisuuksia voidaan parantaa lämpökäsittelyparametreja optimoimalla. Lisäksi instrumenteissa käytetyille materiaali-

le etsittiin samanaikaisesti vaihtoehtoisia materiaaleja. Työssä käytettiin normaaliin diplomityöhön verrattuna erittäin monipuolisesti eri tutkimusmenetelmiä. Tulosten perusteella alkuperäisen materiaalin sitkeyttä onnistuttiin parantamaan huomattavasti ilman merkittävää lujuuden laskua, ja alkuperäiselle materiaalille löydettiin myös korvaavia materiaaleja.



Erkka Frankberg

Erkka Frankbergin vetämän kansainvälisen tutkimusryhmän tuloksista koottu artikkeli ”Highly ductile amorphous oxide at room temperature and high strain rate”¹ julkaistiin syksyllä 2019 Science-lehdessä. Erkka kertoo artikkelin ja häntä kiinnostavan

¹ *Highly ductile amorphous oxide at room temperature and high strain rate* Science Vol. 366, Issue 6467, pp. 864-869 (2019), Erkka J. Frankberg, Janne Kalikka, Francisco García Ferré, Lucile Joly-Pottuz, Turukka Salminen, Jouko Hintikka, Mikko Hokka, Siddardha Koneti, Thierry Douillard, Bérangère Le Saint, Patrice Kreiml, Megan J. Cordill, Thierry Epicier, Douglas Stauffer, Matteo Vanazzi, Lucian Roiban, Jaakko Akola, Fabio Di Fonzo, Erkki Levänen & Karine Masenelli-Varlot.

tutkimusalueen taustoista seuraavaa. ”Aloitettuani materiaalitekniikan opinnot Tampereen teknillisessä yliopistossa törmäsin ongelmaan, joka on seurannut minua läpi tähänastaisen akateemisen urani. Miksi vahvimmat tuntemamme materiaalit murtuvat niin helposti? Safiiria ja timanttia pitävät koossa yhdet lujimmista tuntemistamme atomisidoksista, ja silti hyvin tähdätty vasaran isku voi murtaa ne helposti pieniksi palasiksi. Tämä toistuu läpi kaikkien materiaalityyppien: mitä lujempaa materiaalia saat aikaan, sitä haureammaksi se muuttuu. Halusin tietää, voiko tätä sääntöä kiertää ja käyttää vahvojen atomisidosten koko potentiaalin. Tähän tarinaan mahtuu monta jännittävää mutkaa ja noin seitsemän vuotta, mutta lyhyesti sanottu *kyllä voi.*” Erkka jatkaa innostuneesti: ”Kykenimme tutkimuksessamme näyttämään, että virheetön ja atomirakenteeltaan tiivis alumiinioksidilasi voi muokkautua plastisesti huoneen lämpötilassa ja jopa suurilla myötönopeuksilla. Koska atomisidokset ovat luonnostaan vahvoja, tuloksena on materiaali, joka on huomattavasti lujempaa ja kevyempää kuin lujinkaan tuntemamme teräs. Ehkä jännittävin osa tuloksia on se, että teoriassa

sama plastisuuden mekanismi toimii myös virheettömässä bulkkimateriaalissa. Suurin este tiiviin bulkkilasin plastisuudelle näyttäisikin olevan valmistustekniikka. Tois-taiseksi kykenemme valmistamaan vain tilavuudeltaan pieniä plastisesti käyttäytyviä kappaleita. Valmistustekniikan skaalaaminen on usein haaste materiaalitekniikassa ja uuden materiaalin käyttöönottoon voi

kulua vuosikymmeniä. Mutta jos materiaali todetaan ihmiskunnalle hyödylliseksi, sitä käytetäänkin sitten tuhansia vuosia, kuten lasia on käytetty. Tutkimus jatkuu edelleen Tampereen yliopistossa ja uusia tuloksia on jo saatu kerätyksi. Tällä kertaa lasin sijasta vaarassa murtua ovat vain vanhat käsitykset materiaalien käyttäytymisestä.” ▲

Pentti Kettusen säätö



Säätö perustettiin vuonna 1992 silloisen TTKK:n materiaaliopin professorin Pentti Kettusen täyttäessä 60 vuotta. Emeritusprofessori Kettunen johti säätöä hallituksen puheenjohtajana aina vuoteen 2017 saakka. Nykyisin hallituksen puheenjohtajana on Pentti Kettusen poika, Jyväskylän yliopiston professori Lauri Kettunen. Säätön asiamiehenä toimii Tampereen yliopiston professori Pasi Peura.

Säätön sääntöjen mukaan toiminnan tarkoitus on tukea tamperelaista materiaalioppiin liittyvää tutkimusta ja opetustoimintaa. Tämän lisäksi säätö jakaa vuosittain kaksi tunnustuspalkintoa. Toinen tunnustuspalkinnoista osoitetaan hyvälle ja merkittävälle materiaaleihin liittyvälle diplomityölle. Toinen tunnustuspalkinto on jaettu vastaavasti joko kiitettävälle väitöstyölle tai merkittävälle materiaalioppiin liittyvälle tutkimukselle.



LAITTEET



PALVELUT



RAKENNUS-
KEMIKAALIT



KALLIO-
LUJITUS

INNOVATING

FOR PERFORMANCE

SmartDrive

Akkukäyttöinen tuoteperhe parantaa tuottavuutta ja vähentää käyttökustannuksia

SmartSpray

Kohti automatisoitua betoniruiskutusta

SmartScan

Ruiskubetonikerroksen paksuuden välitön laadunvarmistus

NORMET.COM

SEURAAVAN SUKUPOLVEN BLASTIQ™



YHDISTETYT TEKNOLOGIASOVELLUKSET RÄJÄYTUSTULOSTEN 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





Materiaalialumni ry yhdistää Tampereella materiaalitekniikkaa opiskelleet

Vuonna 2016 perustetun yhdistyksen visiona on olla Suomen laajin ja aktiivisin materiaalitekniikan alan ammatillinen verkosto. Sen jäseniksi ovat tervetulleita kaikki Tampereen yliopistossa tai sen edeltäjissä (TTY, TTKK) materiaalitekniikkaa opiskelleet.

TEKSTI: VOITTO KÄNKÄNEN, JANNE KOIVISTO (MATERIAALIALUMNI RY)

KUVAT: RIINA MAKSIMAINEN, VOITTO KÄNKÄNEN

▲ Tampereen teknillisen yliopiston Materiaalialumni ry on materiaalitekniikan ammattilaisten oma yhdistys, jonka kautta jäsenet voivat ylläpitää suhteita opiskelutovereihinsa ja luoda uusia kontakteja. Yhdistys järjestää vuosittain ammatillisen pätevyyden kehittämiseen tähtääviä uratapahtumia, rennompia teekkarihenkisiä illanviettoja sekä kursseja alan yrityksiin. Jos yhdistyksen toiminta kiinnostaa, lisätietoja löydät osoitteesta www.materiaalialumni.fi.

Työelämätaitoja ja verkostoitumista uratapahtumassa

Materiaalialumni ry järjesti jäsenilleen 29.2.2020 uratapahtuman Teekkari-saunalla, Tampereen Hervannassa yhteistyössä teknis-luonnontieteellisen koulutusohjelman alumnien kanssa. Tapahtuman teemoina olivat *yrittäminen*

ja oman idean markkinointi. Tapahtuman avasi Materiaalialumni ry:n puheenjohtaja Noora Viinanen ja ensimmäisenä puhujana oli vuorossa Anna Mäki-Jokela (TEK), joka antoi erittäin hyödyllisen tietoisun yrittäjyydestä ja siihen liittyvistä lakiasioista, työttömyysturvasta, eläkemasuista, verotuksesta ja mm. paljon mediassa näkyneestä kevytyrittäjyydestä.

Toisena puheenvuoron sai keräämimateriaaleista väitellyt TKT Matti Järveläinen, joka on perustanut neste-seosten analysointiin keskittyvän ColloidTek-yrityksen väitöskirjatutkimuksensa pohjalta ja keskittyy nyt tekniikan myyntiin. Järveläinen kertoi rentoon ja mukaansa tempaavaan tyyliinsä uratarinansa, jossa pikkukaupungin ammatikouluun aikonut poika päätyi lopulta tekniikan huippuasiantuntijaksi ja yrittäjäksi viemään kehittämänsä teknologiaa suuryrityksille ympäri maailman.

Kolmantena esiintyjänä oli vuorossa biomateriaalitekniikan DI Laura Koivusalo Tampereen yliopiston StemSIGHT-tutkimusprojektista. Koivusalo ei ollut kuitenkaan luennoimassa tieteestä, vaan siitä, kuinka pitää hyvä "pitch" eli hissipuhe. Koivusalo on voittanut kaksi isoa pitching-kilpailua ja saanut sitä kautta jopa kuvansa New Yorkin Times Squaren valotauluun. Koivusalo analysoi hyvän hissipuheen rakennetta ja muotoa: kuinka tehdä vaikutus kuulijaan, kun aikaa on vain kolme minuuttia? Lopuksi yleisö pääsi itse töihin pienryhmissä toteutetun workshopin muodossa. Ryhmille annettiin valikoima aiheita, joista valmistella kolmen minuutin hissipuhe ja paras puhe palkittiin herkullisin lahjoin. Virallisen ohjelman jälkeen ilta jatkui ruoan, juoman ja saunan merkeissä. ▲



OMS-tutkimuskeskus tutkimuksen ja koulutuksen tukena

TEKSTI: MARKKU SEITSAARI, SANTERI KAISANLAHTI, MIIKA PELTONIEMI, RIITTA KONTIO, ILKKA HYNYNEN JA SAIJA LUUKKANEN

Oulun yliopiston Teknillisen tiedekunnan Kaivannaisalan yksikön (OMS) tutkimusinfrastruktuuri, OMS-tutkimuskeskus palvelee paitsi Oulun yliopiston yksiköitä tutkimuksen ja opetuksen tukena, myös muiden oppilaitosten tutkijoita ja opiskelijoita, tutkimuslaitoksia sekä kaivosalan toimijoita kaivostoiminnan eri vaiheisiin ja kiertotalouden kehittämiseen liittyvissä tutkimuksissa. OMS-tutkimuskeskuksen palvelut käsittävät monipuolisesti erilaisia käytännön tutkimusmenetelmiä ja mittauksia analyseineen, menetelmäkehitystä sekä henkilöstön koulutuspaketteja, joita voidaan räätälöidä asiakkaan tarpeita vastaavasti. Eri sidosryhmien kanssa tehtävä yhteistyö mahdollistaa isot poikkitieteelliset projektit ja lisäksi yhteistyön mukana avautuu uusia mahdollisuuksia kehittää tutkimuskeskusta edelleen.

Geokemian laboratorion palvelutarjontaan sisältyvät mm. alkuainepitoisuusmääritykset maaperä- ja kiviinäytteille (mm. XRF, ICP-MS, ICP-OES) ja jalometalleille (AAS, Pb-Fire Assay, Aq.reg.-uutto, Hg-saostus), osittais- ja totaali- sekä sekventiaaliset tuotot

ja raskasneste-erotukset mineraaleille (LST, MJ ja MJ/LST). Näytteiden esikäsittelylle on geokemian laboratoriossa erilliset tilat näytteiden jauhatukseen ja seulontaan.

Hielaboratoriossa voidaan valmistaa kaikki mikroskoopeilla tutkittavat näytehiehet, -napit ja -kappaleet, niin perinteisille kuin elektronimikroskoopeillekin sekä jauhepuristeen ja boraattisulfaatit XRF-analyyseihin.

Tutkimuskeskuksen käytössä on perinteinen mikroskooppilaboratorio polarisaatio- ja malmimikroskoopeineen, mutta mineralogisissa tutkimuksissa (esim. malmi- ja sivukivien mineraalikoostumus, liberaatioanalyysit jauhatus – ja rikastuskokeiden tuotteille) voidaan hyödyntää yliopistolla sijaitsevan Materiaalianalyysikeskuksen (MAKE) laitteistoja ja henkilökuntaa. Kaivannaisalan yksiköllä on pitkä historia yhteistyöstä MAKE:n kanssa ja OMS-tutkimuskeskus on tätä yhteistyötä syventänyt edelleen. MAKE:lla on käytettävissään mm. XRF-, XRD-, TEM-, FE-SEM- ja EPMA-laitteistot sekä monipuoliset ohjelmistot, joilla saadaan erittäin paljon hyödyllistä tietoa tutkittavasta materiaalista. Tätä tietoa voidaan soveltaa edelleen esi-

merkiksi rikastusprosessien optimoinnissa OMS-tutkimuskeskuksen koerikastamalla.

Kaivostekniikan laboratoriossa voidaan selvittää muun muassa malmikiven rikkoutumistapaa ja sen rikkoutumiseen vaadittavia voimia. Laboratoriossa on käytettävissä laitteistot sekä staattisen puristuslujuuden että dynaamisen uniakiaalisen puristuslujuuden mittaamiseen, jauhautuvuuskokeisiin ja Bond Work Indexin määrittämiseen. Saatua tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi räjäytysten optimoinnissa ja erityisesti kiven hienontamiseen käytettävien prosessien suunnittelussa.

Myös alaan liittyvien innovaatioiden keksiminen ja tuotteistaminen on osa tutkimuskeskuksen toimintaa: mainittakoon viimeisimpinä patentoidut menetelmät, jotka liittyvät hienontamisen energiatehokkuuden optimoimiseen. ”Hugger Crusher”, on kahteen suuntaan suppeneva telamurskain ja ”Geopyörä” on menetelmä nopeaan ja edulliseen kivimateriaalin murskautuvuuden mittaamiseen.

OMS-tutkimuskeskuksella on käytössään jatkuvatoiminen pilot-mittakaavan vaahdotuskoerikastamo, mikä on yliopistomaailmassa erittäin harvinaista. Yliopisto-

ympäristöstä on koerikastamon toiminnalle ja kehittämiselle merkittävää hyötyä. Koerikastamo on suunniteltu modulaarisesti, että prosesseja on ketterää muuttaa nopeasti. Erilaisten kokeilujen tekeminen on nopeaa ja helppoa. Se on merkittävä etu silloin, kun on tärkeää tietää nopeasti, mikä menetelmä toimii ja mikä ei. Suuria näytemääriä ei pilot-rikastamolla vaadita, vaan prosessia voidaan ajaa pienillä näyte-erillä. Osana koerikastamo toimivat murskaamo ja vesienkäsittely-yksikkö, joten tutkittavaksi kuljetettavat koe-erät eivät vaadi esikäsitteilyä ja rikastusprosesseissa käytetty vesi voidaan tarvittaessa kierrättää kokonaan. Lisäksi prosesseissa syntyneitä sivutuote- ja jätevirtoja voidaan tutkia yhteistyössä esim. Teknillisen tiedekunnan muiden yksiköiden kanssa.

Koerikastamon valvomosta ohjataan rikastusprosessia automaatiojärjestelmän avulla. Sitä kehitetään parhaillaan yhteistyössä Oulun yliopiston Teknillisen tiedekunnan Säädetekniikan tutkimusryhmän kanssa kahden eri projektin puitteissa. Lisäksi kehitetään fyysisen rikastuslaitoksen rinnalle simulaatio, ”digitaalinen kaksonen”, jolla voidaan tehdä erilaisia kokeiluja virtu-



Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB) dynaamisen uniakiaalisen puristuslujuuden mittaamiseen.

alisesti, ennen kuin suoritetaan varsinaisia koeajoja rikastamolla. Siihen tähtää myös meneillään oleva Apassi-projekti (Autono-

mous Processes facilitated by Artificial Sensing Intelligence), jossa yhteistyössä VTT:n, Tampereen yliopiston ja Metso Outotecin kanssa pyritään hyödyntämään pilot-koerikastamon jauhatus- ja vaahdotusprosessien mallipohjaisia mittauksia laitoksen säädössä ja prosessien optimoinnissa. Toinen hanke on Metso Outotecin ja koerikastamon automaatioasennuksista vastanneen Slatecin kanssa yhteistyössä tehtävä Majakka-projekti, jossa pyritään saamaan aikaan säästöjä parantamalla prosessien resurssi- ja energiatehokkuutta.

Kaivosten elinkaaren loppupuoleen liittyvää tutkimusta tehdään OMS-tutkimuskeskuksessa mm. Biopeitto-projektin puitteissa yhteistyössä GTK:n ja LUKE:n kanssa. Projektissa on modifioitu rikastushiekka-aldaiden peittomateriaalina käytettyä moreenia sekoittamalla siihen biohiiltä ja tarkasteltu sen vaikutuksia esim. peiton kasvillisuuteen sekä rikastushiekkan sisältämien mineraalien rapautumiseen ja edelleen kaivosten happamien valumien torjuntaan. Tämä on myös mainio esimerkki **kierrotalouteen** liittyvistä tutkimuksista, jotka ovat osa Kaivannaisalan yksikön ja OMS-tutkimuskeskuksen tutkimustoimintaa. ▲

Tervetuloa luomaan aurinkoista tulevaisuutta kanssamme!

Oulun yliopiston teknillinen tiedekunta on luonnonvarojen kestävä hyödyntämisen huipputasaaja. Biomassan, mineraalien ja teräksen prosessointi sekä materiaaliymmärrys kattavat tuotantoketjut sekä ympäristövaikutusten minimoinnin ja taloudelliset näkökohdat.

Tutkimusyhteisöt

- ▶ Teräs
- ▶ Kiertotalous
- ▶ Biotalous
- ▶ Automaatio ja digitalisaatio
- ▶ Ympäristö ja Cleantech
- ▶ Suunnittelu ja tuotteistaminen
- ▶ Geologiset systeemit ja Arktiset mineraalivarat



28,5M€	Liikevaihto
12	Tutkimusyksikköä
7	Tutkimusyhteisöä
9	Tutkinto-ohjelmaa
400	Työntekijää
2357	Tutkinto-opiskelijaa
197	Tohtorikoulutettavaa



TEKNILLINEN
TIEDEKUNTA
OULUN
YLIOPISTO

www oulu.fi/ttk/

Turun yliopisto käynnistää materiaalitekniikan ja konetekniikan diplomi-insinöörikoulutuksen



Syksyllä 2020 käynnistetään Turun yliopistossa kaksi uutta diplomi-insinöörien koulutusohjelmaa materiaalitekniikan ja konetekniikan aloille. Materiaalitekniikan koulutusohjelmassa on kolmivuotinen tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma ja kaksivuotinen diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma. Tuomo Tiainen haastatteli Turun yliopiston vararehtori, professori Mika Hannulaa uusien koulutusohjelmien käynnistymiseen liittyvistä kysymyksistä. Koronaviruksen tuottaman käytännön mukaisesti haastattelu toteutettiin etänä sähköpostin välityksellä. Seuraavassa kysymykset ja vastaukset alkuperäisessä muodossaan lyhentämättöminä.

TEKSTI: TUOMO TIAINEN JA MIKA HANNULA

Miten uusien kone- ja materiaalitekniikan koulutusohjelmien perustamishanke Turun yliopistoon sai alkunsa? Mitkä tahot olivat mukana hanketta käynnistämässä?

Taustalla on Turun talousalueen ja Lounais-Suomen pitkään jatkunut pula diplomi-insinööreistä. Ongelma on rakenteellinen. Varsinais-Suomi on vientitalastoissa toisena Uudenmaan jälkeen, mutta alueella on diplomi-insinöörejä vain noin neljännes siitä, mitä esimerkiksi Pirkanmaalla on. Samaan aikaan alueen lukioissa on pitkän matematiikan opiskelijoita enemmän kuin missään muussa maakunnassa Uudenmaan jälkeen.

Hankkeen käynnistyminen on malliesimerkki triple helix –mallin toiminnasta käytännössä. Siinä ovat alusta asti olleet mukana Turun kaupunki, alueen keskeiset yritykset sekä Turun yliopisto.

Millaista materiaalitekniikan koulutusohjelmaa Turkuun ollaan perustamassa?

Mikä on ohjelman suunniteltu opiskelijavolyymi, mitkä ovat ajatellut opintojen painotusalueet ja opetuskieli?

Materiaalitekniikan koulutusohjelman sisäänotto on yhteisvalinnassa tänä vuonna 40 opiskelijaa. Sen lisäksi otamme 10 opiskelijaa suoraan diplomi-insinööriohjelmaan. Opetuskieli kandidaatin tutkinto-ohjelmassa on pääasiassa suomi ja diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelmassa vastaavasti pääasiassa englanti. Pääaineita on koulutusohjelman käynnistyessä kolme; uusien energiateknologioiden materiaalit, terveysteknologia sekä modernit teollisuusmateriaalit.

Montako professoria materiaalitekniikan alalle ollaan rekrytoimassa?

Olemme rekrytoineet jo kaksi uutta materiaalitekniikan professoria. Heidän lisäksi rekrytoimme tänä vuonna kaksi tai kolme uutta professoria.

Millaiset opetus- ja tutkimuslaboratoriot ohjelmalle on tarkoitus rakentaa vai kytkeytykö se näiltä osin tavalla tai toisella olemassa oleviin laboratorioihin?

Turun yliopistolla on varsin hyvä ja ajanmukainen materiaalitieteen tutkimusinfrastruktuuri, johon myös uudet materiaalitekniikan professorimme ovat perehtyneet. Turun yliopisto myös osti vuonna 2019 noin kolmanneksen Koneteknologiakeskus Turku Oy:stä, jonka infrastruktuuri täydentää hyvin kokonaisuutta. Teemme myös joitakin

täydentäviä investointeja, joista merkittävien on kaksi uutta erittäin suorituskykyistä metallitulostinta. Mukana infrastruktuurin rakentamisessa ovat Teknologiakampus Turku ja Turun Ammattikorkeakoulu. Yhteistyöllä alueen toimijoiden kesken on tässäkin asiassa iso merkitys.

Millaisia vuotuisia tutkintomääriä koulutusohjelmalla tavoitellaan? Perustuuko tavoite tarvekartoitukseen?

Koulutusohjelman vuotuinen sisäänotto, joka on 50 opiskelijaa, on arvioitu ottamalla huomioon työmarkkinoiden tarve. Luku on vähemmän, mitä alueen yritykset ovat tarpeekseen pitkällä aikavälillä arvioineet.

Riittääkö Lounais-Suomen teollisuuspohja työllistämään valmistuvat diplomi-insinöörit? Miten hankkeen arvellaan vaikuttavan valtakunnalliseen työllistymistilanteeseen?

Viitataan aikaisempiin vastauksiini. On myös hyvä muistaa, että uusien diplomi-insinööriohjelmien käynnistäminen on pitkäjänteinen investointi, jonka vaikuttavuus alkaa näkyä ehkä vasta kansantalouden seuraavan nousukauden aikana. Lähdemme siitä, että suhdannevaihteluita tulee ja menee, mutta me rakennamme Turun yliopiston ja suomalaisten yritysten menestystä vastuullisesti ja pitkäjänteisesti.

Turun yliopiston tekniikan laajennus on huolellisesti harkittu strateginen päätös, jolla yliopisto vahvistaa monialaisuuttaan ja vaikuttavuuttaan. Laajennukseen liittyy materiaalitekniikan koulutusohjelman lisäksi myös paljon muuta, kuten esimerkiksi uusi konetekniikan koulutusohjelma ja biotekniikan koulutusohjelman sekä tieto- ja viestintätekniikan koulutusohjelmien sisäänotton merkittävä kasvattaminen. Yliopiston diplomi-insinööriohjelmien sisäänotto on tänä vuonna lähes 300 opiskelijaa.

Syksyllä 2019 Turun yliopisto laati tekniikan koulutuksen kokonaissuunnitelman, joka uudistaa myös yliopiston diplomi-insinöörinkoulutuksen rakenteita. Maaliskuussa 2020 yliopiston hallitus päätti perustaa teknillisen tiedekunnan, joka kertoo paljon siitä, minkälaisella vakavuusasteella yliopisto on tekniikan laajennukseensa lähtenyt; 100-vuotias Turun yliopisto on edellisen kerran perustanut uuden tiedekunnan vuonna 1974.

Miten uudet koulutusohjelmat rahoitetaan?

Olemme tehneet tuotto- ja kustannuslas-

Turun yliopisto

Historia

Turun yliopiston edeltäjän, Turun Akatemian perusti 13-vuotiaan Ruotsin kuningatar Kristiinan holhoajahallitus vuonna 1640. Turun Akademia oli kolmas Ruotsin valtakuntaan perustettu yliopisto ja sen ensimmäinen kansleri oli Pietari Brahe. Lähes koko Turun kaupungin vuonna 1827 tuhonneen tulipalon jälkeen Akademia siirrettiin Helsinkiin, jossa se jatkaa toimintaansa Helsingin yliopistona.

Turun nykyisen yliopiston perusti vuonna 1920 Turun Suomalainen Yliopistoseura suomenkieliseksi yliopistoksi vuonna 1918 Turkuun perustetun ruotsinkielisen Åbo Akademin ja kaksikielisen Helsingin yliopiston rinnalle. Turun yliopiston ensimmäinen kansleri oli J.R. Danielson-Kalmari. Yliopiston tunnuslause on: ”Vapaan kansan lahja vapaalle tieteelle”. Yksityisenä yliopistona toiminut Turun yliopisto valtiollistettiin vuonna 1974.

Nykypäivä

Tänä vuonna 100-vuotista taivaltaan juhlivassa Turun yliopistossa on:

- yli 20 000 opiskelijaa ja noin 3 500 henkilöstöön kuuluvaa
- seitsemän (vuoden 2021 alusta kahdeksan) tiedekuntaa:
 - * humanistinen tiedekunta (perustettu 1920)
 - * kasvatustieteiden tiedekunta (1974)
 - * luonnontieteiden ja tekniikan tiedekunta (1920; vuoteen 2018 saakka ja vuoden 2021 alusta uudelleen matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta)
 - * lääketieteellinen tiedekunta (1943)
 - * oikeustieteellinen tiedekunta (1960)
 - * Turun kauppakorkeakoulu (1950, toiseksi puoleksi uutta Turun yliopistoa vuonna 2010)
 - * yhteiskuntatieteellinen tiedekunta (1967)
 - * teknillinen tiedekunta (aloittaa toimintansa vuoden 2021 alusta)
- seitsemän erillistä tutkimus- ja koulutuslaitosta
- kampukset Turussa, Porissa ja Raumalla
- rehtorina maatalouspolitiikan professori Jukka Kola, päätoimisina vararehtoreina erityispedagogiikan professori (Itä-Suomen yliopisto) Piia Björn (koulutuksen ja koulutusrakenteiden kehittäminen), tietojohtamisen professori Mika Hannula (yhteiskunnallinen vuorovaikutus ja vaikuttavuus) ja fysiikan professori Kalle-Antti Suominen (tutkimuksen ja tutkimuksen edellytysten kehittäminen)

kelmat seuraaville viidelle vuodelle. Siihen asti ohjelmat rahoitetaan yliopiston omana investointina ja Turun yliopiston tekniikalle tehtyjen huomattavien lahjoitusten turvin. Olemme saaneet konetekniikkaan ja materiaalitekniikkaan vuoden aikana yhdeksän lahjoitusprofessuuria. Vuosien saatossa koulutus alkaa kuitenkin kattaa omat kustannuksensa tavanomaisen tulosrahoituksen kautta.

Onko uudelle materiaalitekniikan koulutusohjelmalle määritelty visio ja arvopohja?

Turun yliopiston arvot ovat eettisyys, kriittisyys, luovuus, avoimuus ja yhteisöllisyys. Tämä pätee myös tekniikan alalla. Tieteenalojen kohdalla on luonnollisesti eroja esimerkiksi yritysyrityksen suhteen. Tekniikassa korostuvat jatkuva vuorovai-

kutus elinkeinoelämän kanssa ja ongelmaratkaisu – vahva tahto saada aikaiseksi toimivia ratkaisuja.

Teknillisen tiedekunnan strateginen suunnittelu käynnistyy alkusyksyllä 2020. Se tulee olemaan aidosti mielenkiintoinen prosessi. Teknillistä tiedekuntaa on Turussa odotettu jo pitkään ja elinkeinoelämän tahto tukea tiedekunnan rakentamista ja myös teekkarikulttuurin vahvistamista Turussa on huomattava.

Millainen strategia uudella materiaalitekniikan koulutusohjelmalla on:

- kansainvälistymisen
- yritysyrityksen
- kotimaisen koulutus- ja tutkimusyhteistyön ja työnjaon sekä
- jatkokoulutuksen suhteen?

Tekniikan alalle on tyypillistä huomattava kansainvälisten opiskelijoiden määrä. Uskon, että näin tulee olemaan myös Turun yliopiston materiaalitekniikassa. Vielä emme ole tehneet varsinaisia avauksia kansainvälisen koulutusohjelman käynnistämiseksi, mutta senkin aika koittanee vielä. Koska diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelman opetuskieli on Turun yliopiston tekniikan koulutuksessa pääasiassa englanti, sisällöntuotannon kannalta kansainvälisen ohjelman käynnistäminen on suhteellisen helppoa. Kansainväliset koulutustuotteet pitää kuitenkin suunnitella huolella ja siihen liittyy paljon muutakin kuin vain englanninkielinen opetustarjonta. Tutkimuksemme on luonnollisesti alusta alkaen kansainvälistä; muita vaihtoehtoja ei ole.

Yritykset ovat alusta alkaen olleet mukana materiaalitekniikan koulutusohjelman sisällön suunnittelussa. Jatkuva vuorovaikutus yritysten kanssa on sisäänrakennettu koulutuksen toiminnan ohjaukseen ja yritykset tulevat näkyvään opiskelijoillemme heti fuksivuodesta lähtien. Joidenkin yritysten kanssa on jo sovittu kumppanuuksia, joihin liittyy tämänkaltaisia toimintoja.

Turun yliopiston materiaalitekniikan ja konetekniikan profiilien suunnittelussa on tarkasteltu pääasiassa kolmea eri asiaa: Mitkä ovat yliopiston jo olemassa olevat vahvuudet, mitä suomalaiset yritykset tarvitsevat ja mitä muut suomalaiset yliopistot jo tekevät. Olemme vältäneet tarpeettomia päällekkäisyyksiä muiden yliopistojen kanssa ja lähteneet siitä, että profiilimme pitää täydentää suomalaista yliopistokenttää. Materiaalitekniikassa tämä näkyy esimerkiksi käynnistyvänä opetus- ja tutkimusyhteistyönä Aalto-yliopiston kanssa.

Turun yliopistossa on jo pitkään tehty materiaalitieteen tutkimusta mm. materiaalifysiikan, biomateriaalien ja lääketieteellisten materiaalien parissa. Miten uusi materiaalitekniikan koulutusohjelma nivelyt tai tukeutuu näihin aloihin?

Nämä ovat juuri niitä vahvuusalueita, jotka olemme ottaneet huomioon materiaalitekniikan profiilin suunnittelussa ja jotka omalta osaltaan näkyvät myös materiaalitekniikan opetuksessa. Materiaalitekniikan koulutusohjelman suunnittelun avainhenkilöt ovat Turun yliopiston materiaalitieteen osaajia, joten yhteistyö toimii alusta alkaen. Perusopetuksessa tukeudumme monessa kohtaa samoihin opintojaksoihin, mutta teekkarien opinnot toki eriytyvät omaan suuntaansa aika pian. Tekniikka on luonteeltaan soveltava tieteenala, mikä näkyy myös opinnoissa.

Suomessa on vuosina 2017 - 2021 käynnissä usean tekniikan alan yliopiston, Teknologiateollisuus ry:n ja Tekniikan Akateemisten yhteishankkeena toteutettu FITech-verkostoyliopisto kone-, sähkö- ja energiatekniikan diplomi-insinöörien kouluttamiseksi Lounais-Suomen alueelle. Tavoitteena on ainakin ollut hankkeen jatkaminen vuoden 2021 jälkeen. Sivuvälineenä ko yliopistossa on tarjolla mm. materiaalitekniikkaa. Miten Turun yliopiston uudet koulutusohjelmat suhtautuvat FITech- hankkeeseen?

FITech Turun rahoitus on todennäköisesti päätymässä. Jää nähtäväksi, mikä on muiden yliopistojen tahtotila tarjota opintojaan Turun yliopiston opiskelijoille sen jälkeen. Sinänsä on erittäin hyvä, jos suomalaiset tekniikan alalla toimivat yliopistot pystyisivät tuottamaan opintojaan yli kampuksien rajojen. Teemme parhaillaan työtä sen eteen, että ainakin jossain määrin tämä jatkuisi myös FITech Turun hankerahoituksen jälkeen. Pisimmällä ovat kahdenväliset neuvottelumme Aalto-yliopiston kanssa.

Miten arvioit uusien tekniikan alan koulutusohjelmien, erityisesti materiaalitekniikan, kotiutuvan Turun yliopistoyhteisöön? Miten pian arvioit materiaalitekniikan saavuttavan elinvoimaisuuden turvaavan kriittisen koon (vrt. Vaasan yliopiston alumiiniprofessuuri)?

Suunnitelmamme mukaan Turun yliopisto on vuoden 2020 päättyessä rekrytoinut noin 30 uutta henkilöä tekniikan laajennukseensa. Näistä 11 on professoreja. Teknillisen tiedekunnan professorimääräksi tullee hieman alle 40. Matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa taas professoreita on hieman yli 40. Näin ollen Turun yliopiston teknis-luonnontieteellisen alan kaksi tiedekuntaa muodostavat yhdessä jo kohtuullisen vahvan kokonaisuuden. Materiaalitekniikan professorimäärä on nyt aluksi 4 tai 5 professoria, jonka lisäksi tulevat luonnontieteissä materiaalitieteen parissa työskentelevät professorit. Teemme myös professorirekrytointimme siten, että haemme koko ajan vahvaa kokonaisuutta. Pyrimme siis tietoisesti välttämään sellaisia professuureja, jotka muodostavat yksittäisen saarekkeen vailla vahvaa kytkentää materiaalitekniikan tai muun alan muodostamaan kokonaisuuteen. Kysymys on tietoisesta profiilin rakentamisesta.▲

Mika Hannula on Turun yliopiston yhteiskunnallisesta vuorovaikutuksesta vastaava päätoiminen vararehtori ja tietojohtamisen professori. Hän siirtyi Turkuun Teknologiakampus Turun johtajaksi Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) rehtorin tehtävästä vuonna 2018, jolloin TTY ja Tampereen yliopisto yhdistettiin. Ennen rehtorin tehtävää hän oli toiminut mm. koulutuksesta vastaavana vararehtorina ja teknistaloudellisen tiedekunnan dekaanina.

Hannula toimii myös valtioneuvoston nimeämänä julkisoikeudellisen Maanpuolustuskoulutusyhdistyksen hallituksen puheenjohtajana. Muita nykyisiä luottamustehtäviä ovat mm. Maanpuolustuskorkeakoulun neuvottelukunnan puheenjohtajuus, Turvallisuuskomitean asiantuntijajäsenyys, Turun ammattikorkeakoulun hallituksen jäsenyys, Kansallisen koulutuksen arviointikeskuksen tekniikan korkeakoulutuksen asiantuntijaryhmän puheenjohtajuus, Tekniikan Akatemian tiede- ja innovaatiovaliokunnan jäsenyys sekä Elomatic Oy:n hallituksen jäsenyys. Hän on toiminut myös Tieteen laskentakeskus CSC Oy:n sekä Dimecc Oy:n hallituksen jäsenenä sekä Suomen Reserviupseeriliiton puheenjohtajana.

Mika Hannula on syntynyt Säskylässä 2.4.1968 ja kirjoittanut ylioppilaaksi Säskylän seudun lukiossa 1987. Tuotantotalouden diplomi-insinööriksi hän valmistui Tampereen teknillisestä yliopistosta 1993 ja väitteli tekniikan tohtoriksi 1999.



Satakunnan Ammattikorkeakoulu ja Aalto-yliopisto aloittavat metallurgian koulutusyhteistyön

TEKSTI: **ARI JOKILAAKSO**, PROFESSORI (ASSOCIATE), AALTO-YLIOPISTO, KEMIAN TEKNIKAN KORKEAKOULU, METALLURGIA

Aalto-yliopisto ja Satakunnan ammattikorkeakoulu SAMK ovat aloittaneet yhteistyön, jonka avulla Aalto saa lisää motivoituneita metallialan maisteriopiskelijoita ja Satakunnan yritykset saavat korkeasti koulutettuja osaajia. Yhteistyö myös lisää SAMKin houkuttelevuutta opiskelupaikkana. Yhteistyön käynnistämässä ovat mukana myös Satakunnan metallinjalostusyritykset ja Porin kaupunki.

Käytännössä yhteistyö tarkoittaa sitä, että SAMKissa alkaa syksyllä 2020 ympäristö- ja energiatekniikan opiskelijoille räätälöity opintokokonaisuus. Sen suorittamisen jälkeen opiskelijoilla on paremmat mahdollisuudet tulla hyväksytyksi Kemiantekniikan korkeakoulun Sustainable Metals Processing (SMP) -pääaineeseen. Räätälöidyt opinnot antavat sellaista osaamista, jonka avulla opiskelijat pystyvät menestymään opinnoissa Aalto-yliopistossa. Opintokokonaisuus on suunniteltu niin, että se tarjoaa samoja valmiuksia, joita kemian tekniikan kandidaattikoulutuksessakin on. Ammattikorkeakoulusta on mahdollista hakea suoraan Aallon maisteriohjelmiin. Kaikilla ammattikorkeakoulusta valmistuneilla ei välttämättä ole riittävää matemaattista osaamista pärjätäkseen opinnoissa.

Nyt räätälöity linja sisältää myös vastaavia matematiikan kursseja kuin Aallon kandidiohjelma.

Metallialan opetus ei ole houkutelut opiskelijoita riittävästi, koska nuorilla on mielikuva saastuttavasta teollisuudesta. Todellisuudessa kyseessä on kuitenkin tulevaisuuden ala, joka ”pelastaa maailman”. Esimerkiksi sähköautojen vuoksi tarvitsemme enemmän eri metalleja. Siksi metallien tuotantoa on kehitettävä, jotta tarvitsemiamme metalleja riittää lisääntyvän kysynnän tarpeisiin. Lisäksi kaikki metallituotteet olisi kierrätettävä takaisin metallien tuotantoon, joka on jatkossa tehtävä ilman fossiilisia energialähteitä. Kiertotalouden mahdollistamiseksi tarvitaan lisää korkeasti koulutettuja osaajia, ja tulevaisuudessa Aalto-yliopiston maisteriohjelman SMP-pääaine saa satakuntalaisista hyviä opiskelijoita.

SAMKin opiskelijoille tarjoutuu mahdollisuus korkeakouluopintoihin niin, että side ja yhteys omaan kotipaikkakuntaan säilyvät. Yhteistyössä mukana olevat yritykset ovat sitoutuneet tarjoamaan opiskelijoille kesätöitä ja diplomityöpaikkoja. Lyhyimmillään opiskelu toisi opiskelijan Otaniemeen 1,5 vuodeksi, kun viimeisen puolen vuoden ajan hän voisi tehdä diplomityötä kotipaikkakunnallaan. Paluumuutto Satakuntaan on

monessa tapauksessa ollut haastavaa, jos opiskeluaikana on jo perustanut perheen. Puolisolle ei aina löydy niin helposti töitä.

Satakunnan alueen metallialan yritykset kärsivät korkeasti koulutetun työvoiman pulasta. Opiskelijoiden palkkaaminen kesätöihin saa heidät sitoutumaan yritykseen jo hyvin aikaisessa vaiheessa. Ensimmäiset SAMKilaiset insinöörit voivat hakea Aallon maisteriohjelmaan jo seuraavalla hakukierroksella. Ensimmäisessä infotilaisuudessa oli yli 20 kiinnostunutta opiskelijaa. Siten tilanne näyttää lupaavalta, sillä metallurgian vuosikurssit ovat Aalto-yliopistossa olleet viime vuosina pieniä. Tähän on osaltaan vaikuttanut yhdistyminen kemian tekniikan kanssa, jonka vuoksi metallurgian opetuksen näkyvyys kandidaiheen opiskelijoille on ollut heikkoa.

Aallon, Porin kaupungin ja SAMKin lisäksi yhteistyössä ovat mukana Metso Outotec, Nornickel, Aurubis, Boliden Harjavalta, Cupori ja Luvata.▲

Making our world more productive



Improved efficiency. Reduced emissions.

Environmental technology delivering
peak heating performance.

www.linde-gas.fi



CONVEYOR
MAINTENANCE
SPECIALIST

KULJETINHUOLLON AMMATTILAINEN

NewPaakkola tarjoaa kattavan valikoiman kuljetinjärjestelmien huoltopalveluita: **analytiikan, kunnossapidon, korjaukset ja varaosat**. Huoltoasiantuntijamme takaavat laitteesi toimivuuden ja hoitavat kuljettimien mittavatkin korjaukset.

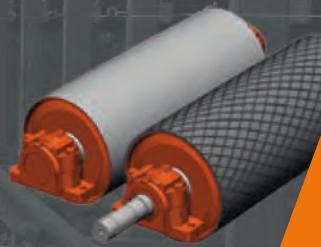
TARJOAMME

- > Kuljetinrullat
- > Rullatelineet
- > Kuljetinrummut

Lisätiedot

Huolto 040 809 8853
Komponentit 0400 516 844

www.newpaakkola.com



Advanced technology and inspired
design to meet tough conditions



RF Valves, Oy.

Tullitie 9,
53500 Lappeenranta, Finland
Tel: +358-20-758-1790
Fax: +358-20-785-1799
email: rffvalves@rftek.fi
www.rffvalve.com

www.rffvalve.com

Visit
the new websites



Wide range of geoservices

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

- Geological services
- Geotechnical services
- Field services
- Mining services
- Logging tables
- PalsaCenter

PALSATECH

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



Pyhäsalmen kupari-sinkki-rikkikaivos



Pyhäsalmi Mine

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

Opintomatka Vancouveriin

TEKSTI JA KUVAT: JASMINE KETOLA

Tampereen Ammattikorkeakoulussa biotuote- ja prosessiteknikkaa opiskelevan kudentoista opiskelijan ryhmä alkoi hyvissä ajoin syksyllä 2019 suunnitella tulevaa opintomatkaa. Vuoden 2019-2020 opintomatkan suunniteltiin kohdistuvan Yhdysvaltojen ja Kanadan pohjoispuolelle. Matkakohteiksi valittiin Seattle ja Vancouver. Matkaan sisältyi hyvästä suunnittelusta huolimatta monta erikoisjärjestelyä maailmanlaajuisen pandemian vuoksi. Sen takia jouduttiin myöhemmässä vaiheessa matka Seattleen perumaan ras-

kain sydämin. Alkuperäisen suunnitelman mukaan Seattlessa oli tarkoitus viettää viisi päivää ja tutustua pohjoisamerikkalaiseen metsänhoitoon ja puunkaatoon. Kaikesta huolimatta matka oli niin onnistunut kuin se vallitsevissa olosuhteissa oli mahdollista.

Ryhmän ensimmäinen nähtävyys Vancouverissa oli Capilano's Suspension Bridge, joka oli pitkä riippusilta pienen metsäkanjonin yli. Nähtävyydellä oli myös metsäpolkuja, lampia, jyrkkään kallioon rakennettu kävelyreitti sekä korkealle puihin rakennettuja riippusiltoja.

Matkamme kohti kuuluisaa vuorta, Mt.

Whistleriä, alkoi sumuisena sunnuntaiaamuna linja-autokuljetuksen siivittämänä. Matka vuorelle oli pitkä ja matkan varrella oli hienoja nähtävyyksiä, joita pysähdyttiin ihailemaan. Saapuessamme vuoren juurella sijaitsevaan kylään oli selvää, että menemme vuoren huipulle näköalagondolilla, jolla pääsee myös vuoren huipulta toiselle huipulle. Matkan pituus oli noin neljä ja puoli kilometriä ja korkeusnousua noin 500 metriä. Maisemat olivat upeita ja huipulle päästyämme lämpötila oli -13°C eli lämpötilaero vuoren huipun ja juuren välillä oli valtava.





Aurinkoisena maanantaiaamuna ryhmämme suuntasi kohti Vancouverin yliopistoa (UBC). Opettajamme Merja Hanhimäki liittyi seuraamme tutustumaan yliopistoon. Alkuun kierroksen vetäjä Chitra Arcot esitteli yliopiston pihalla olevaa toteemipaalua ja kertoi sen kuvastavan Kanadan karua, mutta myös loisteliasta historiaa. Alan opiskelijoina aloitimme varsinaisen kierroksen Forest Sciences -laitokselta. Sisätiloissa oli hyödynnetty puuta rakennusmateriaalina ja katossa komeili puinen kanootti.

Vancouverin yliopistossa opiskelee hurjat 57 000 opiskelijaa. Opiskelu yliopistossa maksaa vuositasolla noin 30 000 Kanadan dollaria ja samainen summa vaihto-opiskelijoille on noin 50 000 Kanadan dollaria. Yliopistossa on mahdollista opiskella muun muassa liiketaloutta, terveydenhuoltoa, luonnontieteitä, myyntiä ja markkinointia sekä monia tekniikan aloja. Erityisesti tekniikan alalla tarjolla on jopa 15 eri koulutusohjelmaa.

Lounaan jälkeen siirryimme sisätiloihin kuulemaan biotuotteiden instituutin ope-

Vancouverin yliopistossa on mahdollista opiskella muun muassa liiketaloutta, terveydenhuoltoa, luonnontieteitä, myyntiä ja markkinointia sekä monia tekniikan aloja. Erityisesti tekniikan alalla tarjolla on jopa 15 eri koulutusohjelmaa.

raatiojohtajan Titichai Navessin esitystä biotuotteista sekä Elina Niinivaaran kokemuksia Kanadasta ja ulkomailla työskentelestä. Vierailu Vancouverin yliopistossa oli erittäin lämminhenkinen ja antoisa.

Opintomatkan ensimmäinen yritysvierailu järjestettiin Lulu Island -jätevedenpuhdistamolle. Istuimme alas kuulemaan kattavan esityksen jäteveden puhdistuksesta yleisesti Kanadassa ja veden puhdistuksen tärkeydestä ympäristönäkökulmasta. Lulu Island -jätevedenpuhdistamo toimii hyvänä esimerkkinä jäteveden oikeanlaisesta puhdistuksesta ja siitä syntyvien jätteiden käsittelystä. Jätevedenpuhdistamolla syntyvää lietettä hyödynnetään muun muassa maaperän lannoittamisessa.

Kokonaisuudessaan matka oli opiskelijoille ikimuistoinen. Matkalla opittiin Kanadan historiaa ja pääsimme nauttimaan sen kauniista ja monimuotoisesta luonnosta. Vancouverin yliopistossa saimme opiskelumahdollisuuksien lisäksi kuulla mielenkiintoisia tulevaisuuden innovaatioita biotuotteista. ▲

Stakeholder Day 2020 | Raw Materials - key for at Innovation Hub Baltic Sea | innovation and growth in the Post-COVID-19 world

16 September 2020, 9:30 – 12:30 EET | Webinar



Register at: eitrawmaterials.eu/stakeholderday



EITRawMaterials

#ConnectingMatters

Kaivosalatuotteiden satamakäsittelyn asiantuntija

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

Yhteystietoja ja lisätietoja
löydät kotisivuiltamme:
www.rauanheimo.com

 **RAUANHEIMO**
Part of KWH LOGISTICS

Kairauspäivä 2020 – kairaus ja ympäristö

Vuorimiesyhdistyksen Geologijaosto järjestää (mikäli yleinen tilanne sen sallii) jo perinteeksi muodostuneen Kairauspäivän FinnMateriaa edeltävänä tiistaina 17.11.2020 Jyväskylän Paviljongilla. Päivän teemana on tällä kertaa ”Kairaus ja ympäristö”.

Toiveena on, että kairauspalvelujen tuottajat ja tilaajat tuovat esille erilaisia kairaukseen ja ympäristöön liittyviä asioita. Teema sisältää kaiken kairauksen ympäristövaikutuksista alkaen toiminnasta ennen kairaukseen (esim. luvitus, suunnittelu), sen aikana (esim. kairauskemikaalit) ja sen jälkeen (esim. lopputarkastukset ja -raportointi, kairaussoijan käsittely).

Pituudeltaan esityksen tulisi olla n 15 min, ja se voi koostua useammasta eri aiheesta. Esityskielenä voi olla suomi tai englanti. Esityksistä pyydetään myös versio, jonka voi laittaa VMY:n sivuille jäsenten nähtävillä ja mahdollisesti myös lyhennelmä Materia-lehteen. Mikäli samantyyppisestä aiheesta olisi tulossa useampi esitys, ensimmäinen puhujaksi tarjoutunut on etusijalla.

Ilmoittakaa alustavasti mahdollisesta esityksen aiheesta Leena Rajavuorelle osoitteeseen:

etunimi.sukunimi@agnicoeagle.com. Vastaamme mielellämme esitelmiin ja niiden aiheisiin liittyviin kysymyksiin. Ilmoittautumisohjeet julkaistaan myöhemmin syksyn aikana.▲

VMY:n Geologijaosto

Rikastus- ja prosessijaosto katsoo positiivisesti kohti tulevaa toimintakautta

Jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen jälkeen etäyhteydellä. Oli ilahduttavaa nähdä, että etäkokoukseen pääsi parhaimmillaan peräti 38 osallistujaa. Kokous sujui jouhevasti ja keskustelua sekä parannusehdotuksia liikkui myös linjoilla. Jaoston johtokunta haluaakin kiittää kaikkia vuosikokoukseen osallistuneita.

Jäseniä meillä on tällä hetkellä 431, joista nuoria jäseniä 8. Tavoitteemme on lisätä jäsenmäärää ja aktiivisesti mainostaa toimintaamme muiden alan toimijoiden kanssa.

Rikastus- ja prosessijaoston kokouksen perinteisiin on kuulunut arvontoja nuorille ja nuorekkaille jäsenille. Palkintoina olemme antaneet ”lippuja” jaoston järjestämiin tapahtumiin. Tällä kertaa jouduimme tekemään arvonnän poikkeustilanteen edellyttämällä tavalla. Se tullaan suorittamaan kesän tai alkusyksyn aikana. Arvonnasta lähetetään jäsenistölle erikseen ohjeet.

Vuoden rikastaja -palkinnon voitti tällä kertaa Pertti Heinonen. Pertin ansioiksi voidaan lukea merkittävä ura Suomen vuoriteollisuuden parissa useissa eri tehtävissä ja projekteissa. Lisäksi mainittakoon, että jaostoon ja varmasti useaan jäseneseen Pertti on tehnyt lähtemättömän vaikutuksen osallistumalla aktiivisesti jaoston järjestämiin tapahtumiin. Kaikki paikalla olleet ovat saaneet nauttia Pertin positiivisesta energiasta, mukaansa tempaavista tarinoista ja vuorimieshengestä. Haluammekin vielä kerran onnitella Perttiä. Toivottavasti pääsemme jatkossakin näkemään Pertin mukana tapahtumissa ilahduttamassa meitä kaikkia.

Jaostolla oli upea suunnitelma toteuttaa syyskursio Espanjaan. Vallitsevan tilanteen takia tämä kuitenkin päätettiin suosiolla siirtää vuoteen 2021. Kohde pysyy samana ja matkasta tulee varmasti huikea!

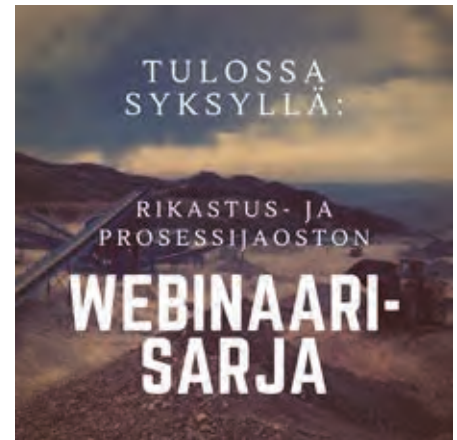
Vuorimiessyys näyttäisi olevan taas varsin tapahtumarikas. Pohjoinen teollisuus- ja FinnMateria -messut keräävät varmasti hienon määrän alan ammattilaisia ja vuorimiehiä yhteen. Rikastus- ja prosessijaosto haluaa myös tarjota jäsenistölleen tapahtumia. Yksi sellainen on joulukuulle suunniteltu pikkujouluseminaari, joka järjestetään pääkaupunkiseudulla. Tämä tapahtuma korvaa tällä kertaa perinteisen talviseminaarin ja uskomme, että näemme siellä monia vuorimiesystäviä.

Jaosto on kuunnellut jäseniltään saamaa palautetta ja teemme toivottuja parannuksia tälle toimintakaudelle. Erilaisten etäyhteyksien järjestäminen tapahtumiin otetaan huomioon suunnitellessamme seminaareja. Lisäksi rikastus- ja prosessijaosto käynnistää rikastusteknisen webinaarisarjan, joka tulee kattamaan eri aihealueita läpi vuoden. Tästä tulemme tiedottamaan lisää.

Teemme entistä enemmän jaostojen välistä yhteistyötä ja yritämme tarjota kaikille maistuvia tapahtumia. Tästä esimerkkinä on jaostojen yhteisprojekti, Laitaseminaari 2021.

Meille on tulossa mahtava toimintakausi 2020-2021!

Rikastus- ja prosessijaosto haluaa toivottaa kaikille mukavaa loppukesää. Nähdään taas syksyllä erilaisten tapahtumien parissa!▲



BATTRACE – Akkumineraalien jäljillä

BATTRACE-hankkeessa tutkitaan akkumineraalien jäljitettävyyttä ja edistetään kestäviä tuotantoprosesseja. Tavoitteena on ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävä tuotantoketju. Hankkeessa myös perehdytään menetelmiin, joilla tuotantoketjuja seurataan ja sertifioidaan.



TEKSTI: KRISTINA KARVONEN, GTK

Sähköautot, tietokoneet, puhelimet ja monet pienlaitteet tarvitsevat akkuja. Akkujen tuotannossa käytetään metalleja, joiden alkuperää ei aina voida varmistaa. Kestävän kehityksen malliesimerkiksi nousseen sähköauton akun valmistuksessa on saatettu käyttää raaka-aineita maista, joissa työturvallisuus, ihmisoikeudet tai ympäristöasiat eivät ole oikealla tolalla.

Kuluttajat ovat entistä valvotuneempia tehdessään valintoja. Halutaan tietää tuotteen alkuperä raaka-ainetasolle asti, myös valmistusprosessien eettisyys ja ekologisuus askarruttavat. EU:n vihreän kehityksen ohjelma korostaa vastuullisesti tuotettujen raaka-aineiden käyttöä. Lisäksi akkujen valmistajilla on tarve kehittää raaka-aineiden jäljitettävyyttä.

VTT:n ja Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) kolmivuotinen BATTRACE-hanke paneutuu akkumineraalien jäljitettävyyteen ja tuotantoprosessien

optimointiin. BATTRACE-hankkeeseen osallistuu useita yrityspartnereita, jotka tutkimuskumppaneiden ja Business Finlandin ohella toimivat hankkeen rahoittajina. Yrityspartnereita tässä 5,8 miljoonan euron hankkeessa ovat Suomen Malmijalostus, Keliber, Outotec, Valmet Automaatio, Latitude66, Fennoscandian Resources sekä Mawson.

Näytön paikka

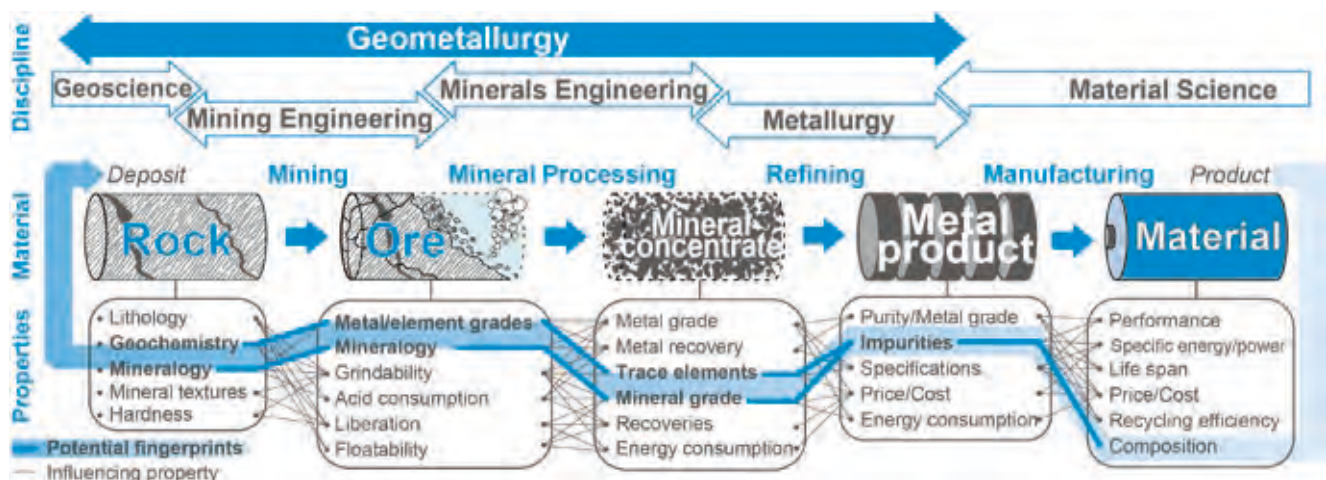
Akkumarkkinoilla kasvu on noin 20 prosenttia vuodessa. Suomella on hyvät edellytykset nousta Euroopan akkuteollisuuden keskiöön. Olemme EU:n suurin kobolttin ja nikkelin tuottaja. Suomi on myös niitä harvoja maita, joista löytyy litium-ioniakkujen valmistamiseen tarvittavia raaka-aineita. Suomessa on osaamista koko tuotantoketjuun kaivosteollisuudesta akkuraaka-aineiden jatkojalostukseen, akkujen valmistamiseen, käyttöön ja lataukseen liittyvään teknologiaan sekä kierrätykseen.

Raaka-aineiden jäljitettävyyden noussemassa tärkeään asemaan, kun kaivostuominnalla tuotettujen raaka-aineiden edellytetään tulevan tunnetuista ja vastuullisesti toimivista kaivoksista. Siksi Suomesta peräisin olevat mineraalit kiinnostavat myös kansainvälisesti.

”Suomen ekosysteemi tarjoaa ainutlaatuiset olosuhteet jäljitettävyyden tutkimukselle. Suomessa on olemassa koko arvoketju akkumineraaliesiintymistä jalostukseen ja tuotantoon asti. Lisäksi täällä toiminta on läpinäkyvää. Tämän vuoksi BATTRACE-hanke aloittaa jäljitettävyydetutkimuksen Suomesta”, toteaa post-doc-tutkija Quentin Dehaine GTK:lta.

Kestävällä tavalla tuotetut akut voitaisiin sertifioida, mikäli akkumineraalien tuotanto voitaisiin jäljittää akkutehtaalta kaivokseen saakka. Tämä antaisi kilpailuedun vastuullisille toimijoille.

BATTRACE-hanke tarjoaa suomalaisille toimijoille loistavan mahdollisuuden



Akkuarvoketjussa jäljitettävyyden perustuu moniin eri menetelmiin, joiden soveltuvuutta tutkitaan BATTRACE-hankkeessa. Kuva: Euro Geologist/May 2020.

kansainväliseen yhteistyöhön sekä kotimaisen vastuullisen toiminnan kehittämiseen akkualalla.

Sormenjälki kertoo alkuperän

Metallien alkuperän todentaminen on avainasemassa pyrittäessä tuottamaan akkuja kestävällä tavalla. Jokaisella malmilla on oma sormenjälkensä, joka perustuu sen mineralogiseen ja geokemialliseen koostumukseen.

”Malminetsinnässä käytetään hyväksi tätä sormenjälkeä etsittäessä uusia malmeja esiintymiä. Nyt tehdään jäljitys toiseen suuntaan eli sormenjälki kertoo, mistä malmi on peräisin. BATTRACE:ssa tutkitaan, miten tämä sormenjälki näkyy ja säilyy tuotantoprosessin eri vaiheissa ja kuinka pitkälle se on tunnistettavissa”, kertoo Dehaine.

Arkeometallurgisissa tutkimuksissa on pystytty selvittämään, mistä arkeologisten työkalujen raaka-aine on peräisin. Tähän on käytetty hivenalkuaineiden ominaisuuksia ja lyijyn isotooppikoostumusta. Siitä huolimatta, että malmeja on sulatettu, kuumennettu, saostettu tai liuotettu, on sen isotooppikoostumus säilynyt ennallaan.

Isotooppitunnistusta on kokeiltu Afrikan konfliktimineraaleihin (tantaali, tina). Tutkimuksessa on onnistuneesti testattu jäljitettävyyttä malmiin ja rikasteeseen.

Sormenjälki muuttuu sitä vaikeammin tunnistettavaksi, mitä pidemmälle tuotantoketjussa mennään. Rikastus ja prosessointi vaikeuttavat tunnistusta ja valmiissa tuotteessa voi olla raaka-aineita useasta eri lähteestä.

”Tutkimme, pystytäänkö akusta tunnistamaan siihen käytetyn malmin alkuperä. Näin pitkälle menevää tutkimusta arvoketjussa ei ole aiemmin tehty”, jatkaa Dehaine.

Kirjoituspöytätyönä käydään läpi kaikki jäljitysmenetelmät ja niiden tarjoamat mahdollisuudet. Vielä ei tiedetä, millainen kombinaatio on optimaalinen, kun pyritään jäljittämään malmi aina lopputuotteeseen asti. ”Todennäköisesti parhaaseen lopputulokseen päästään yhdistämällä tietoteknisiä ratkaisuja ja analytiikkaa”, toteaa ryhmäpäällikkö Mari Kivinen GTK:lta.

Tuotantoprosessien parantamista

Pelkkä metallien alkuperän todentaminen ei riitä, vaan tarvitaan myös optimoituja tuotantoprosesseja, joilla metalleja otetaan talteen malmeista ja jalostetaan raaka-aineiksi vastuullisille akkumateriaalien tuottajille.

”Nykyisissä akkumetallien tuotantoprosesseissa on useita erilaisia prosessivaiheita. BATTRACE-hankkeessa VTT:llä tutkitaan, voisiko prosessikokonaisuutta optimoida siten, että liuotus- ja saostusvaiheita voitaisiin vähentää ja kehittää niiden tilalle uusia hydrometallurgisia teknologioita”, kertoo hankkeen vastuullinen johtaja Päivi Kinnunen VTT:lta.

VTT tutkii myös erilaisten parametrien vaikutusta prekursorisaostukseen. Tutkimuksessa käytetään Suomen Akatemian rahoittamaa FIRI-infraa, jota GTK ja VTT ovat yhdessä kehittäneet liittyen Raw Material Hubiin.

”Käytämme muun muassa FIRI-rahoituksella hankittua Particle Track Viewer-laitetta, jolla voidaan seurata partikkelikokoa on-line -periaatteella suoraan reaktorista. Partikkelikoko on erittäin tärkeä tekijä akkukemikaalien tuotannossa”, Kinnunen jatkaa.

Perinteiset ja hankkeessa kehitetyt uudet prosessointimenetelmät arvioidaan ympäristön ja talouden näkökulmista.

”Kun GTK on kehittänyt sormenjälki-seurantateknologian, testaamme ja varmistamme yhteistyössä sen, että seurantaan kehitettyä sormenjälkeä pystyy seuraamaan meidän prosessimme läpi”, Kinnunen kertoo.

”Hankkeen rahoitus varmistui toukuussa. Siten työ on vasta alussa, mutta jo tänä vuonna pääsemme aloittamaan jäljitettävyystudiotutkimukset”, toteaa Quentin Dehaine. ▲



Quentin Dehaine toimii post-doc-tutkijana GTK:lla. Hän vastaa jäljitettävyystudiotutkimuksista BATTRACE-hankkeessa.

Airaksinen palasi puumailamestariksi

TEKSTI: SAKARI MONONEN KUVA: LEENA K. VANHATALO

Kesäkuun lopun helteet pistivät pelaajat lujille kuudensissa puumailatenniksen SM-kisoissa Kuopion Väinölänniemen massakentillä!

Finaali oli uusinta viime vuodelta, mutta nyt parhaaksi itsensä pelasi Mikko Airaksinen ja Sakari Mononen oli tyytyväinen toiseen sijaan. Molemmat ovat Siilinjärven kaivokselta. Mikolle mestaruus oli jo neljäs. Ilmojen helleissä turnaus päätettiin gaalaristeilyyn Kallaveden maisemissa. Turnauksen onnistuneet järjestelyt mahdollistivat osaltaan hyvät sponsorit: Ramago Oy, Orica Finland Oy, E.Hartikainen Oy ja Sandvik Mining & Construction. ▲

Turnauspelaajat turvallisin koronaetäisyyksin: vasemmalta Jyrki Pulsa, Juhani Tiikkaja, Tomi Rinta-Jaskari, Mikko Airaksinen, Sakari Mononen, Poorang Vosough, Kimmo Ulvelin, Pekka Niskanen.



Miten data kestäisi korkeita lämpötiloja ja painetta?

Smart Steel -ohjelmassa muutetaan teräksen luonne ”puhuvaksi” eli uudelleenkäytön mahdollistavaksi ja jatkuvaa ansaintaa valmistajalleen tuottavaksi.

TEKSTI: KAISA KAUKOVIRTA

Sahasta, sillasta tai lentokoneesta peräisin oleva teräs voi seuraavassa käyttövaiheessaan olla vaikka partaterä. Digitaalisessa maailmassa teräksen kulun seuranta eri vaiheissa helpottaa data. Varsinkin kiertoaloudessa ja jatkuvaa kassavirtaa tuottavassa ansainnassa datalla on keskeinen rooli. Sen avulla esimerkiksi teräs voi ”puhua” ja koneet voivat keskustella keskenään ilman ihmisen väliintuloa. Oikea data oikeaan aikaan auttaa tekemään oikeita päätöksiä.

Jotta data voisi siirtyä teräksen mukana vaiheesta toiseen, sen pitää kestää monenlaisia tilanteita. Sitä pitää pystyä kuumentamaan erittäin korkeissa lämpötiloissa, sen pitää kestää painetta ja sitä pitää pystyä muotoilemaan aina uudelleen ja uudelleen. Erilaisia teräslaatuja ja -kappaleita on myös pystyttävä merkitsemään, jotta niiden käyttökohteet ja käyttäjät voivat lukea niitä. Smart Steel -ohjelma tähtää siihen, että teräs voisi tulevaisuudessa kertoa oman alkuperänsä ja käyttöhistoriansa. Näin teräs mahdollistaisi valmistajalleen ja käyttäjälleen sellaista jatkuvaa ansaintaa, jota nykyisin harjoittavat leasing-pohjaiset palveluntarjoajat tai aineettoman tiedon kauppiat.

DIMECC on marraskuusta 2018 johtanut Smart Steel -ohjelman ”business models” -työpakettia, jossa SSAB, Sandvik ja Siemens kehittävät digitaalista sormenjälkeä ja identiteettiä teräkselle sen eri käyttömuotoihin ja -kohteisiin. Tämä muuttaa koko teräksen käsittelyketjua tietojärjestelmissä ja mobiilikäyttöliittymissä. Ohjelmassa ovat mukana myös Swerim, Luulajan teknillinen yliopisto ja FindIT. Julkisen rahoituksen ohjelmalle on myöntänyt Vinnova. Ohjelma on osa Ruotsin PPP-politiikan mukaista

PIIA-osaamiskeskittymää. Ohjelma tähtää kunnianhimoisesti digitaalisesti tunnistettavan teräksen standardointiin ja sen ympärille luotavan ekosysteemin laajentamiseen. Smart Steel luo teräksen tuottajille ja käyttäjille mahdollisuuksia uudenlaisiin liiketoimintamalleihin.

”Juuri nyt näyttää siltä, että Smart Steel jatkuu ja laajenee 2021. On mahdollista, että se kasvaa ulos Ruotsista jossakin vaiheessa. Kehityksessä ollaan niin pitkällä, että asia heijastunee kehittäjien asiakaskuntaan pian. Suomen suuntaan on jo laajennuttu”, sanoo ohjelmassa liiketoimintamallien muuttamisen työpakettia johtava **Harri Kulmala** DIMECC Oy:stä.

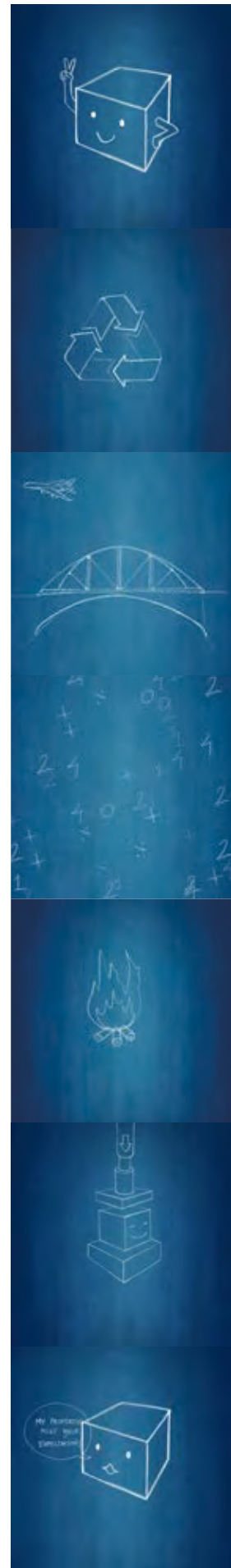
Syksyllä ohjelmassa julkaistaan video aiheesta ”Mitä teräs sanoisi, jos se voisi puhua?”

”Tämä ei ole tieteellistä tutkimusta, vaan uuden koneenrakennusmaailman viestintää laajemmille käyttäjäryhmille ymmärryksen ja mahdollisuuksien lisäämiseksi. Tieteellistä tutkimusta ja empiirisiä kokeita tarvitaan siihen, että teräs saadaan puhumaan. Teknologiakokeiluissa Swerim ja muutamat pk-yritykset ovat varsin edistyneitä. Smart Steel on osa meillä jo pitkään jatkunutta linjaa, jossa uudistavat start-upit tuodaan perinteisen teollisuuden kilpailukyvyyn kehittäjiksi”, Kulmala kertoo.▲

Jotta teräs voisi kertoa oman alkuperänsä ja käyttöhistoriansa, pitäisi sen mukana kulkevan datan kestää esimerkiksi korkeita lämpötiloja ja painetta.

LISÄTIETOJA:

<https://www.dimecc.com/dimecc-services/smart-steel/>





PERTTI VOUTILAINEN

Ihminen vastaan virus

Koronakaranteeni on tarjonnut mahdollisuuden käyttää normaalia enemmän aikaa lueskeluun. Kun tuntui siltä, että virus oli saattanut koko ihmiskunnan tekemisiin elämän ja kuoleman kysymysten kanssa, valitsin hyllystä pari kirjaa, joissa käsitellään maailmankaikkeuden syntyä ja kehitystä. Kovasti ihmeellisiä asioita löytyi menneisyydestä. Ja jos mielikuvituksen päästää vapaasti laukkaamaan, voi yhtä lailla arvuutella tulevaisuuden ihmeellisiä asioita. Mätäkuun hengessä syntyi seuraavanlaisia mietteitä.

Maailmankaikkeuden mittasuhteet ovat tavalliselle ihmiselle käsitämättömät. Tieteen tekijät niistä jotakin ymmärtävät, mutta heidänkin tietonsa ovat vajavaisia. Otanpa esimerkin vuonna 1611 Tukholmassa ilmestyneestä *Physica*-nimisestä tiedeteoksesta. Sen laati Helsingissä syntynyt pappi ja tiedemies Sigfrid Forsius. Hän erehtyi puhumaan pahaa kuninkaasta ja joutui vankilaan. Siellä olonsa hän päätti hyödyntää kirjoittamalla kokonaiskatsauksen Jumalan luomakunnasta, kaikesta maan ja taivaan välillä. Teoksen eläintieteellisessä osiossa kerrottiin oliosta nimeltä basiliski, joka oli erittäin myrkyllinen. Kun se katsoi peiliin, katseen myrkyttyä tappoi itse otuksen heijastuessaan peilistä takaisin. Tämän päivän mikrobiologit tietävät, että tämä teoria oli virheellinen, mutta joutuvat myöntämään, että isoja aukkoja varmasti on tiedoissamme edelleenkin. Forsiuksen teoria ehkä kelpaisi käyttöön presidentti Trumpille, joka neuvoi ruiskuttamaan desinfiointiainetta koronapotilaiden verenkiertoon. Voisi olla tehokkaampaa ruiskuttaa sinne mikrokokoisia peilejä. Saattaisi kuolla korona omaan myrkytykseen.

Koko ajan on käynnissä kamppailu maailman herruudesta. Korona on yksi ilmentymä siitä. Tämä virus ei vielä suistane ihmistä vallan kahvasta, mutta pitkän ajan historia antaa sen opetuksen, että jonakin päivänä valta vaihtuu. Kunhan geenit ja dna:t sattuvat lokahtamaan kohdalleen, dinosauruksen ja ihmisen kausien jälkeen syntyy uusi valtiot, jonka voimme toivoa olevan entisiä viisaampi. Toivottavasti tuo otus käyttää ravintonaan ydinjätteitä ja osaa ottaa tarvitsemansa energian avaruuden mustien aukkojen ehtymättömistä varannoista. Kehitys ei tapahdu niin, että pataan pannaan sopiva annos oikeita molekyyliä, sekoitetaan, ja nostetaan ylös valmiiksi kehittynyt otus, vaan aikaa saattaa kulua monta miljoonaa vuotta. Mutta hyvää kannattaa odottaa.

Tulevaisuudessakin varmasti on museoitu, joissa voi käydä opiskelemaan menneitä tapahtumia. Nykyisen ajan historiasta kertovaan museoon ei pienestä Suomesta monia asioita mahdu, mutta kaksi hyvää ehdokasta on mieleissäni. Toinen niistä ilman muuta on talvisodan ihme. Toiseksi ihmetyksen aiheeksi saattaa nousta punavihreän ideologian nyt meneillään oleva kokeilu, jonka todetaan päättyneen suureen katastrofiin. Ellei sittenkin ykköseksi kiilaa Paavo Värynen, joka on osoittautunut valtavan muutoskykyiseksi ja voi hyvinkin säilyä hengissä kaikkien muutosten ja mullistusten yli.

Edellä kuvatun ennusteen tuotti mätäkuussa vapaasti juokseva

mielikuvitus. Mutta palatkaamme nykyaikaan, jota kuvataan sanoilla vaikea ja vaarallinen. Vaarallisuudella tarkoitan sekä Suomessa että maailmassa laajemminkin vallitsevaa hurlumhei-meininkiä. Suunnattomia summia rahaa heitetään menemään koronapandemian aiheuttamien vaikeuksien torjumisen nimissä. Rahaa tarkoitukseen tarvitaan, mutta merkkejä on olemassa, että liian iso osa siitä menee vanhojen rakenteiden pönkittämiseen. Varmasti näillä rahoilla voitaisiin nyt edistää paljon kaivattua rakennemuutosta, mutta eipä taida poliittinen tahto vaikeisiin ratkaisuihin taipua. Johtamisguru Peter Druckerin muistan joskus opettaneen, että haitallisinta touhua on tehdä tehokkaasti sellaisia asioita, joita ei ollenkaan pitäisi tehdä. Nyt saattaisi olla oiva tilaisuus karsia turhia puuhia. Mutta vetoja lyödään jo eri puolilla siitä, pystyykö nykyinen hallituksemme pysymään pystyssä näiden paineiden alla syksyn yli. Edellisen pääministerin lupaama vappusatanen jo peruttiin, mutta paljon isompia pettymyksiä joutuu tavallinen veronmaksaja lähiaikoina nielemään.

Televiiossa esiintyi juhannuksen aikaan kaveri, joka tutkii hitupihitisammaleen (luit ihan oikein) esiintymistä Suomen luonnossa. Kainuussa oli jo sellainen kahden puun juurelta löytynyt. Pitäisi tutkimus hänen mukaansa laajentaa valtakunnalliseksi, jotta saataisiin kunnan pohja suojeleuhjelman laatimiselle. Liito-oravan, valkoselkätikan ja viitasammakon lisäksi tästä saatetaan saada yksi lisäeste valtateiden, voimalinjojen ja kaivosten rakentamiselle. Ei voi muuta sanoa, kuin että jopa taas myrkyt lykkäsi. Tässä on meille mainio esimerkki turhasta touhusta ja rahojen tuhlaamisesta. Pieneltä ja naurettavalta asialtahan tämä saattaa tuntua, mutta pienistä puroista muodostuu iso virta, kun pieniä puroja on joka paikka täynnä. Ja lasku lankeaa meille viattomille veronmaksajille.

”Työtä työtä työtä tehdään, jotta leipää leipää syödään”, lauletaan laulussa. Siinä on tärkein opetus talouspolitiikan tekijöille. Kun maa joudutaan koronan jälkeen uudelleen rakentamaan, se on mahdollista vain tekemällä entistä enemmän ja tehokkaammin työtä. Niiden, jotka kiky-tuntien poistumisesta nyt kovasti riemuitsevat, tulisi ymmärtää, että heidän riemunsa aihe on ristiriidassa talouden toipumisen kanssa. Ja joka päivä pitää muistaa, ettei saa toimia Huittisten hullun miehen tavoin. Ei saa ”syödä enemmän kuin tienaa”.

Täytin äskettäin 80 vuotta. Yhtä vuotta nuorempi ystäväni onnitteleviestissään ihmetteli, miten on mahdollista, että näillä elintavoilla voi elää näin vanhaksi. En osaa muuta sanoa, kuin että kyllä tämä panee epäilemään terveellisten elämäntapojen puolesta saarnaavien lääkäreiden viisauksia. Mutta kun en ole asiasta ihan varma, neuvon kuitenkin kuuntelemaan lääkärin neuvoja. Kunnes toisin todistetaan.▲

Neljä ekonomistia oli päätyntynyt samaan ratkaisuun. Miten se on mahdollista? – Kaikki olivat tutkineet eri ongelmaa.



KIMMO JÄRVINEN
TOIMITUSJOHTAJA
METALLINJALOSTAJAT RY
P. 043 825 7642

Koronakriisi potkaisi vetybisneksen nousukiitoon

Suomella on vielä mahdollisuus päästä mukaan, mutta on toimittava nopeasti

Koronaviruskriisi ja EU:n mittavat elvytystoimet synnyttävät voittajia ja häviäjiä. Yksi selkeistä voittajista on vetyteollisuus. Saksan johdolla EU:n massiivisesta elvytyspaketista tullaan ohjaamaan huomattavasti varoja puhtaan vedyn valmistuksen, käytön, jakelun ja varastoinnin kehittämiseen.

Komission CoViD19-elvytysuunnitelman ja heinäkuun alussa julkaistun komission vetystrategian (A Hydrogen strategy for a climate-neutral Europe) mukaan puhtaan vedyn laajamittainen nopea käyttöönotto on avainasemassa, kun EU haluaa saavuttaa kunnianhimoiset ilmastotavoitteet ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 50 prosentilla ja kohti 55 prosenttia vuoteen 2030 mennessä kustannustehokkaasti. Suunnitelman mukaan kumulatiiviset investoinnit puhtaaseen uusiutuvaan vetyyn Euroopassa voisivat olla jopa 180–470 miljardia euroa vuoteen 2050 mennessä, ja vähähiiliseen fossiilipohjaiseen vetyyn noin 3–18 miljardia euroa. Yhdistettynä muihin puhtaisiin teknologioihin vedyn arvoketjun vahvistaminen palvelee useita teollisuudenaloja ja loppukäyttöä, ja arvoketju voisi työllistää suoraan tai välillisesti jopa miljoona ihmistä. Puhdas vety voisi tyydyttää 24 % maailman energiakäytöstä vuoteen 2050 mennessä, ja sen vuotuinen myynti olisi 630 miljardia euroa.

Komission suunnitelmassa vuodesta 2020 vuoteen 2024 vetyarvoketjun kehittämisen painopiste on vetytuotannon hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä ja vedyn loppukäytön edistämässä. Komissio tukee investointeja vähintään 6 gigawatin suuruiseen miljoonan tonnin puhtaaseen vetytuotantoon. Samalla laajennetaan nykyistä vedyn jakeluverkostoa. Vetytuotantolaitokset tulevat sijaitsemaan olemassa olevien teollisuuslaitosten (ts. teräs- ja kemiantehtaat) läheisyydessä. Vuodesta 2025 vuoteen 2030 esitetään investointitukia 40 gigawatin ja 10 miljoonan tonnin suuruiseen uusiutuvan vedyn tuotantoon. Komissio arvioi, että vuoteen 2030 mennessä 50% nykyisestä vedyntuotannosta (190TWh) voidaan korvata vähähiilillä elektrolyytisellä vetytuotannolla (170TWh). Vuodesta 2030 vuoteen 2050 yksi kolmasosa uusiutuvasta sähköstä

menee uusiutuvan vedyn tuotantoon. Vedyllä on ratkaiseva merkitys uusiutuvan energian tuotantohuippujen tasaamisessa muuttamalla sähkö vedyksi, kun uusiutuvaa sähköä on runsaasti ja se on halpaa.

Metallinjalostusteollisuudessa vedyn käyttö teräksen ja tiettyjen värimetallien kuten kuparin ja nikkelin tuotannossa on yksi tärkeimmistä hiilidioksidipäästöjen vähentämistavoista. Metallinjalostukseen integroidussa päästövapaan energia- ja sähkötuotannon arvoketjussa voidaan hyödyntää kiertotaloutta tehokkaasti. Tästä syystä on tärkeää, että laajamittainen panostus vetytalouden kehittämiseen ei jätä varjoonsa prosessien suoria sähköistämisinvestointeja ja että alkuperätakuiden käyttö ”uusiutuvan vedyn” edistämässä ei johda suorien sähköistys- ja kestävyyskriteerien sivuuttamiseen.

Sääntelytoimenpiteet vedyn ja teollisuussektorien vähähiilisyden edistämiseksi

Teräksen ja värimetallien tuotannon kehittämisen kannalta on erittäin oleellista, minkälaisilla sääntelytoimenpiteillä komissio tulee tukemaan vedyn ja teollisuussektorien integraatiota. Ehdotettujen toimien luettelo on mittava:

- Contracts for difference (CfD): komissio sallii kansallisen tuen uudelle teknologialle ns. CfD- sopimuksilla. Sopimuksella valtio sitoutuu kattamaan uuden teknologian käyttämisestä syntyvät kustannuserot, kunnes teknologiasta tulee kustannuskilpailukyinen. Puhdas vety (uusiutuvista lähteistä) on tällä hetkellä liian kallista tuottaa fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Komissio arvioi, että hiilen hinnan pitäisi nousta 55–90 euroon/tonni uusiutuvan vetytuotannon kilpailukyyn luomiseksi. Saksa esitteli aiemmin tänä vuonna oman vetystrategiansa (jossa mukana

CfD) ja komissio esittää vetyhankkeiden edistämistä uusittavissa ympäristönsuojelun ja energia-alan valtiotukisäännöissä, joiden konsultaatio alkaa syksyllä.

- Uusiutuvan tai vähähiilisen vedyn määritelmät: komissio tulee esittämään raja-arvoa sallituille kasvihuonekaasupäästöille vetytuotannon elinkaarilaskennassa. Alkuperäsäädöksissä tullaan edellyttämään ilmoitusta vedyn valmistuksen päästöistä.
- Komissio tulee esittämään vedyn käyttöä tukevaa vertailuarvolaskentaa päästökauppajärjestelmään.
- Kestävän kehityksen mukaisessa rahoituskriteeristöissä (taxonomy) vedyn tuotannon vertailupäästöarvoksi asetetaan 100 gCO₂/kWh, joka sulkee pois fossiililla energialähteillä valmistetun vedyn.
- Vedyn käyttökiintiöt: Vedyn käyttöä voidaan tukea erilaisin käyttökiintiöin tai minimikäyttövaatimuksin teollisuudessa.
- Vihreät hankinnat: komissio tulee esittämään kriteerit ja tavoitteet julkisten sähköhankintojen osalta Uusiutuvan Energian direktiivissä kesäkuussa 2021.
- Vähähiilisen vedyn menekin edistämisen osalta komissio esittää useita toimenpiteitä:
 - väliaikaiset EU- ja kansallisen tason avustusohjelmat
 - markkinoiden luominen vähähiilille premium-tuotteille (esim. CO₂-vapaa teräs)
 - kustannustehokkaan suurikapasiteettisen ja-keluinfrastruktuurin luominen
 - Ecodesign-direktiivin ja Ecomerkinnän (ecolabel) kehittäminen 2022 teräkselle, sementille ja kemikaaleille osana kestävän kehityksen tuotepolitiikkaa.
 - sääntely ja sertifiointi hiilen talteenotolle vuoteen 2023 mennessä.
 - sähkön käytön verotuksen keventäminen kaasun käyttöön verrattuna. Tätä tullaan säätelemään energiaverotusdirektiivissä, jonka julkinen kuuleminen avautui heinäkuun lopussa.

Komission kunnianhimoisen vetystrategian yksityiskohtat ratkeavat vasta, kun meneillään olevat monivuotisen rahoituskehityksen ja elvytyspaketin kolmikantaneuvottelut on saatu päätökseen. Suomen kannalta tilanne on hankala: jos vetyteollisuuden kehittämiseen ei kanavoidsa riittävästi innovaatio- ja pilotointirahoitusta, on hyvin epätodennäköistä, että EU ja Suomi saavuttavat ilmastotavoitteitaan. Samoin myöntymisen komission ja EU-parlamentin esittämiin mittaviin avustuksiin ilman teknologista ja ilmastopoliittista vastikkeellisuutta voi johtaa EU:n teollisuuden kilpailukyvyyn heikkenemiseen pidemmällä tähtäimellä. Elinkeinoministeri Lintilän käynnistämä työ Suomen kansallisen vetystrategian luomiseksi on oikea-aikainen ja välttämätön toimenpide Suomen kansantalouden elpymisen mahdollistamiseksi. ▲

TAPOJÄRVI

BELONG TO OUR STORY
EST. 1955



TAPOJÄRVI

WWW.TAPOJARVI.COM



PEKKA SUOMELA
KAIVOSTEOLLISUUS RY
TOIMINNANJOHTAJA

Vastuullista kulutusta, vastuullista tuotantoa

Luonnonvarapolitiikkaa koskevassa keskustelussa Suomessa tunnistetaan monia lähtökohtia ja usein voimakkaastikin eriäviä näkökantoja. Toisaalta modernin yhteiskunnan tarve käyttää metalleja ja mineraaleja on usein keskiössä. Samanaikaisesti teemat, jotka liittyvät ympäristöön tai alueiden käyttöön, nousevat voimakkaasti esille.

Helsingin Sanomat kirjoitti heinäkuussa pääkirjoituksessaan kaivoslain uudistamisesta ja kaivostoiminnan vastuullisuudesta. HS peräänkuuluttaa parempaa sääntelyä. Jokainen uusi kaivoshanke tai kaivoksen laajennus herättää ymmärrettävästi kansalaiskeskustelua. Samaan aikaan EU-tasolla keskustellaan suurista kaivoskysymyksistä, sillä pelkästään ilmastonmuutoksen pysäyttämiseen tarvittavan vihreän teknologian tuotanto jopa kymmenkertaistaa monien metallien kysynnän. Metalleja voidaan kierrättää tehokkaasti, mutta globaalin kulutuksen kasvu edellyttää myös uutta kaivostuotantoa.

Eettisellä kuluttajalla on haasteita. Yhtäältä huoli kaivoksen mahdollisista ympäristövaikutuksista ahdistaa. Toisaalta eettinen kuluttaja tietää, että kaivosten ympäristöjärjestelmät ja työturvallisuus ovat valtaosassa maailmaa merkittävästi heikommalla kuin Suomessa. EU-tasolla keskustellaankin yhä enemmän yritysten yhteiskuntavastuun ulottamisesta kansainvälisiin tuotantoketjuihin. Alkuperäiskeskustelu ulottuu kuitenkin harvoin kaivoksiin kallioperän uumenissa.

Halu toimia vastuullisesti sekä tarve vastata kestävä kehityksen vaatimuksiin näkyy siinä, että kaivoshankkeiden valmistelu vaatii Suomessa vuosien työn. Kaivoksen perustamisen on läpäistävä monta porttia: kaivoslupa, kunnan kaava, valtioneuvoston lunastuslupa sekä ympäristölupa. Kaivoksen perustaminen on niin valtava prosessi, ettei tällä

hetkellä maassamme ole rakenteilla yhtään uutta kaivosta. Kaivosten määrä vähenee. Kehitys on huolestuttava, sillä EU on riippuvainen globaaleista raaka-aineketjuista. Koronaepidemia osoitti myös, kuinka tärkeää on huolehtia huoltovarmuudesta maailmassa, jossa suuret maat käyttävät jopa häikäilemättömiä keinoja kriisin hetkellä.

Kestävä tuotanto ei synny itsestään, vaan sen toimintaedellytyksistä täytyy pitää huolta. Vastakainasettelu eri toimialojen välillä on lopetettava. Suomalainen kaivostoiminta tukee muita kotimaisia aloja, kuten kotimaista ruokaketjua, metallinjalostusta, meriteollisuutta, valimoita ja konepajateollisuutta.

Yritystoiminnan on aina oltava sekä vastuullista että kannattavaa. Kaivos- ja metalliteollisuudessa energian ja erityisesti sähköenergian osuus tuotantokustannuksista on erittäin merkittävä, parhaimmillaan noin 40 %. Prosessien sähköistäminen on erityisesti Suomessa paras tapa saavuttaa 2035 hiilineutraalius, koska sähköntuotantomme on jo nykyisin lähes CO₂-vapaata. Vähäpäästöisyys ei kuitenkaan anna kilpailuetua maailmanmarkkinoilla, koska kansainvälisen kaupan säännöt mahdollistavat runsaspäästöisten metallien polkutuonnin Eurooppaan. Tästä syystä Suomen energiaverotusta on uudistettava laskemalla sähkövero Ruotsin tasolle EU-minimiin koko teollisuudessa kaivosteollisuus mukaan lukien. Samalla tulee jatkaa teollisuuden sähkökompensaatiota, jolla mahdollistetaan kilpailukyky hiilisähköllä tuotettuja tuotteita vastaan.

Suomi on merkittävä kaivostuottaja EU:ssa, koska kallioperämme on rikas. Kaivokset, metalli- ja mineraaliteollisuus ovat merkittävä osa suomalaista vientiteollisuutta, joka tuo työtä ja hyvinvointia maamme. Siksi kaivosteollisuus toivoo, että Suomessa olisi lupa tuottaa asioita, joita on lupa kuluttaa.▲

Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut

Osa 11: Hizzasilla dislokaatioiden kanssa

Tasapainomaahan ja sieltä löytämäänsä rauta-hiiliatomien yhteisöön kotiutunut pieni pieni hiiliatomi Hipsu oli edellisen kokemuksensa jäljiltä vähän ihmeissään. Se oli tavannut muutamia mielenkiintoisia uusia tuttavuuksia, jotka sanoivat heitä kutsuttavan joskus tulevaisuudessa dislokaatioiksi. Ne kertoivat Hipsulle välittävänsä yhteisörakenteessa muodonmuutoksia, jotka voivat lieventää yhteisöön ympäristöstä tulevien tekijöiden aiheuttamaa ahdistusta.

Itse asiassa Hipsu oli tavannutkin ensimmäiset dislokaatiot tilanteessa, jossa yhteisön uloimpien osien nopea jäähtyminen ja kutistuminen oli synnyttänyt kuumempaan ja hitaammin jäähtyneeseen sisäosaan melkoisen puristavan ahdingon. Sitä ahdinkoa dislokaatiot väittivät voivansa muodonmuutosten kautta lieventää.

Hipsu jäi pohtimaan muodonmuutosta. Se oli huomannut, että dislokaation kuljettua ohi pitkin yhteisörakenteessa olevaa tiiviisti pakkautuneiden atomien muodostamaa atomitasoa yhteisön rakenne oli ohituksen jälkeen täysin ennallaan. Ennallaan lukuun ottamatta sitä, että tason eri puolilla olevat atomit sijaittivat yhden atomietäisyyden verran uusissa paikoissa alkuperäiseen tilanteeseen nähden. Hipsu pohti, mitä rakenteelle kenties tapahtuisi, jos oikein suuria dislokaatiomääriä olisi samanaikaisesti liikkeellä yhteisössä. Miten tuota voisi kokeilla?

Kekseliäänä kaverina Hipsu oivalsi pian, että jos dislokaatiot välittävät muodonmuutosta, niin muodonmuutoksen täytyi synnyttää ja liikuttaa dislokaatioita tapahtuakseen. Hipsu muisti myös kuulleen, että tasapainomaassa vaikutti lämpötilan lisäksi myös toinen tekijä, paine, jota varsinkin löyhemmät yhteisöt olivat ko-



keilleet hakiessaan lopullista olomuotoaan. Edelleen Hipsu muisti, että aiemman tapaamisen yhteydessä dislokaatiot olivat valittaneet liikkumisen käyvän huonoksi lämpötilan laskiessa. Ja pian Hipsulla olivatkin ainekset koossa seuraavaa koetta varten.

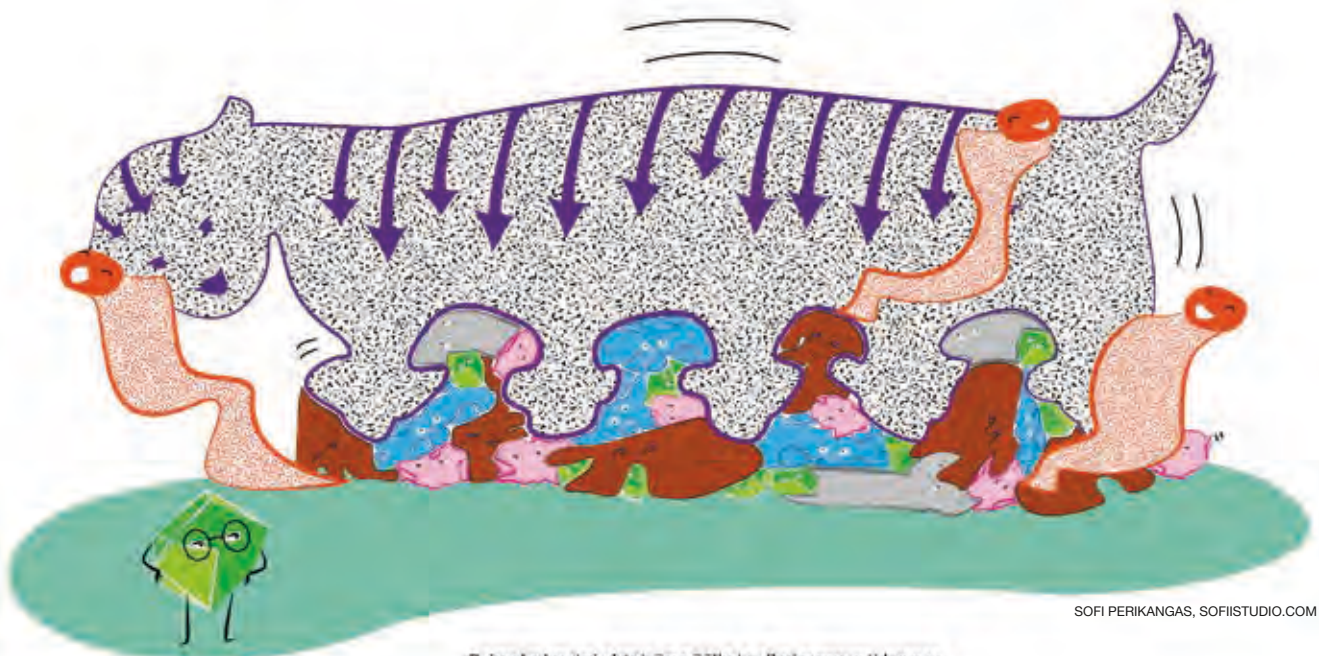
Se kutsui koolle jo tutun rauta-hiiliatomien yhteisön, johon se pyysi edellisen kokeilun mukaisesti myös nikkeli- ja mangaani- sekä typpi-atomeja, joiden se oli nähnyt kykenevän vaikuttamaan dislokaatioihin. Se kutsui paikalle myös lämpötilan, jota se pyysi asettumaan sellaiseen arvoon, jossa dislokaatiot olivat edellisessä kokeessa kenneet hyvin liikkumaan.

Lopulta se kutsui paikalle myös paineen ja pyysi sitä litistämään yhteisöä maata vasten. Hipsu varoitti painetta äkkinäisistä liikkeistä ja sanoi, että paineen piti heti hellittää Hipsun sitä pyytäessä.

Kun kaikki oli kohdallaan, Hipsu livahti sisään yhteisöön ja antoi paineelle merkin. Paine laskeutui yhteisön päälle ja alkoi varovasti kasvaa. Eikä aikaakaan, kun Hipsu huomasi ensimmäisten dislokaatioiden lähtevän liikkeelle yhteisön ylä- ja alaosissa, joihin paineen aiheuttama ahdinko kohdistui voimakkaimpana.

Paine jatkoi kasvamistaan. Yhä uusia dislokaatioita muodostui ja lähti liikkeelle. Aluksi niitä oli vain yhdellä tiiviisti pakkautuneella tasolla, mutta paineen kasvaessa niitä alkoi muodostua ja liikkua myös muilla, risteävässä asennossa olevilla vastaavilla tasoilla. Pääasiassa paikallaan, rauta-atomeilta valtaamissaan paikoissa jököttävät nikkeli- ja mangaaniatomit koettivat niitä jarrutella ja pidätellä, mutta paineen kasvaessa niiden oli useimmiten pakko päästää irti ja dislokaatiot pyyhkäisivät ilkkuen matkoihinsa.

Sen sijaan hiili- ja typpiatomit havaitsivat tilaisuutensa ilmaiseen kyytiin tulleen. Ne takertuivat dislokaatioihin ja matkasivat niiden



SOFI PERIKANGAS, SOFIISTUDIO.COM

Paine laskeutui yhteisön päälle ja alkoi varovasti kasvaa...
...yhä uusia dislokaatioita muodostui ja lähti liikkeelle.

mukana rakenteessa sen atomien välisiä tyhjiä koloja pitkin. Kun niitä tarttui samanaikaisesti useita samaan dislokaatioon, sen liike hidastui ja saattoi jopa pysähtyä, koska dislokaatio ei jaksanut enää raahata kaikkia mukanaan. Atomit saattoivat silloin päästää irti, antoivat dislokaation mennä matkoihinsa ja lähtivät pyydystämään uusia dislokaatioita kyytipojikseen. Jopa tapahtumia yleensä viileästi tarkkaileva Hipsu innostui ja otti hyvät kyydit muutaman dislokaation hännässä.

Jotkut atomit ja atomiryhmät ryhtyivät suorastaan hännäämään dislokaatioita. Ne tarttuivat kiinni, matkasivat ja jarruttivat aikansa ja päästivät lopulta irti tarttuakseen johonkin uuteen tai uudestaan äskeiseen matkakumppaniinsa. Kun yhä useammat hiili- ja typpiatomit liittyivät tähän leikkiin, alkoi dislokaatioiden eteneminen muuttua nykiväksi, vuorottaisten etenemisten ja pysähdysten kontrolloimaksi. Varsinkin typpiatomit osoittautuivat tässä leikissä hyvin näppäriksi, mutta niillä olikin Hipsun mielestä aina jokin koiruus mielessä.

Lopulta tämä hippasilla olo alkoi paineen edelleen kasvaessa karata Hipsun käsistä ja meno yltä liian villiksi. Eri tasoilla liikkuvat dislokaatiot törmäilivät toisiinsa ja joko leikkautuivat toistensa läpi tai takertuivat pysyvästi toisiinsa. Koko rakenne alkoi olla kaaoksessa ja niinpä Hipsu antoikin paineelle sovitun merkin. Paine lopetti kasvamisensa ja alkoi hiljalleen laskea. Dislokaatiot hidastuivat ja pysähtyivät yksi kerrallaan paikoilleen.

Nyt hiili- ja typpiatomit huomasivat, että dislokaatioiden ympärillä rakenteen atomien pinousjärjestys oli vähän harvempi

kuin kauempana dislokaatioista. Suurin joukoin ne vaelsivat dislokaatioiden luo ja asettuivat mukavampiin aseisiin muodostaen pilvämäisiä kasaumia dislokaatioihin ja niiden ympärille. Loputkin vielä liikkeellä olevat dislokaatiot pysähtyivät ja tilanne rauhoittui. Paine lähti matkoihinsa Hipsun kiitosten saattelemana ja myös lämpötila seurasi sen esimerkkiä.

Hipsu tarkasteli tilannetta kiinnostuneena. Yhteisön muoto oli nyt hyvin litteä alkuperäiseen pallomaiseen muotoon verrattuna. Valtaosaltaan sen sisäinen rakenne näytti olevan ennallaan, mutta uutena piirteenä olivat kaikkialla makailleet, sotkuisia vyyhtejä muodostavat dislokaatiot. Lämpötilan laskun myötä toisiinsa, nikkeli- ja mangaaniatomeihin ja hiili- sekä typpiatomien kasumiin takertuneina ne olivat täysin menettäneet liikkumiskykynsä.

Hipsu mietti, pääsevätkö dislokaatiot enää ikinä uudestaan liikkeelle ja mitä siihen mahdettaisiin tarvita. Se muisti myös edellisen kokeen yhteydessä saaneensa kiinni jostain hyvin tärkeästä ajatuksesta, jota se ei kuitenkaan ollut kyennyt lopullisesti hahmottamaan. Nyt se tunsikin taas olevansa vähän lähempänä ajatuksen selkiintymistä ja asian ratkaisua, mutta kiusallisesti se jäi vieläkin joiltakin osiltaan hämärän peittoon.

Mistäpä Hipsu tiesi, että se oli ollut todistamassa myöhemmin *myötövanhenemisen* nimellä tunnettua ilmiötä, sekä sen *dynaamista* että *staattista* alalajia. Uuden kokemuksensa myötä Hipsu oli taas hiukan lähempänä aavistamansa kuningasajatuksen kirkastumista. Jotta mekin pääsisimme siitä selville, pitää meidän vielä matkata yhdessä Hipsun kanssa kohti uusia seikkailuja. ▲



Teollisuusautomaation suunnitteluun, kokonaistoimituksiin ja huoltoon erikoistunut korkean teknologian palvelutalo.



Tehokkaat Järjestelmäratkaisut

- Suunnittelu
- Kokonaistoimitukset
- Kenttähuollot

Digitaaliset Palvelut

- Prosessin etäseuranta 24/7
- Ilmoitukset laitteiden kunnosta & vikaantumisesta
- Analytiikkatyökalut prosessin optimoiseksi & huollon ennakoointiin



KIINNOSTUITKO? KYSY LISÄÄ:

016 4590 500 / office@polar-automaatio.fi

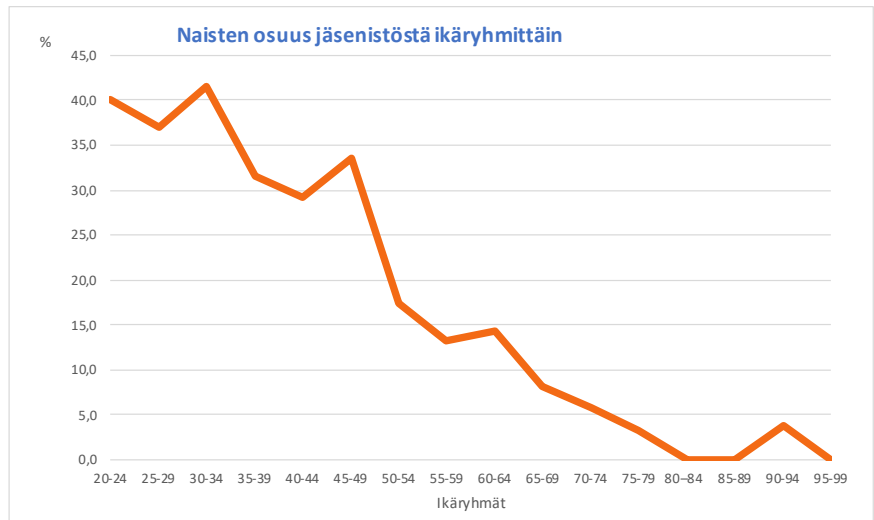
www.polar-automaatio.fi
www.flowrox.com

Asiaa jäsenistöstä ja jäsenille

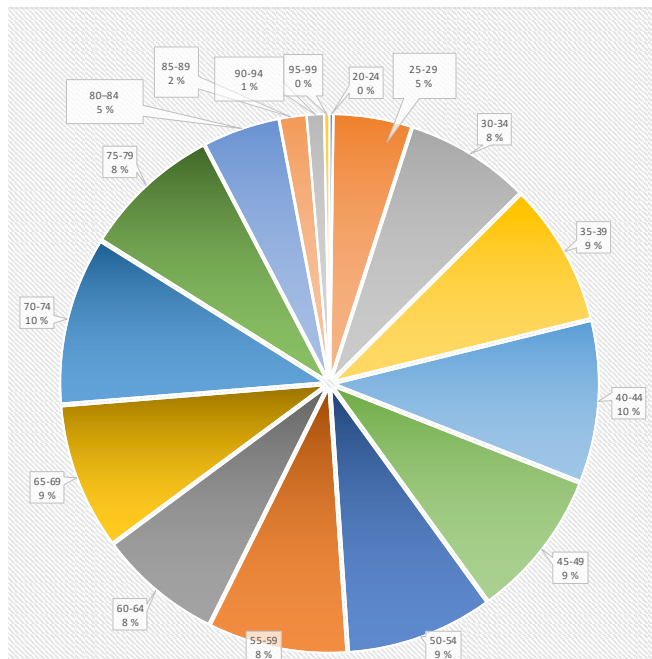
TEKSTI: **LEENA K. VANHATALO**, VMY:N RAHASTON- JA JÄSENREKISTERINHOITAJA

Tällä sivulla tarjolla jäsenistölle pientä tilastojen tutkiskelua, tietoa jäsenistä ja myös tilannetiedotus jäsenmaksuasioista.

ikäjakausma tot	naiset %
20-24	5 2 40,0
25-29	119 44 37,0
30-34	190 79 41,6
35-39	216 68 31,5
40-44	246 72 29,3
45-49	226 76 33,6
50-54	223 39 17,5
55-59	211 28 13,3
60-64	188 27 14,4
65-69	222 18 8,1
70-74	255 15 5,9
75-79	211 7 3,3
80-84	117 0 0,0
85-89	41 0 0,0
90-94	26 1 3,8
95-99	8 0 0,0



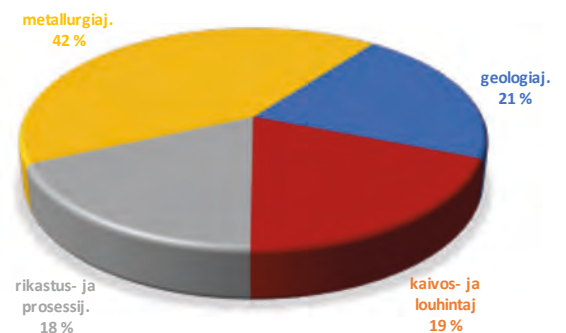
Jäsenet ikäryhmittäin



JAOSTOT

geologiaj.	521
kaivos- ja louhintaj	480
rikastus- ja prosessij.	453
metallurgij.	1056

JÄSENET JAOSTOITTAIN



Jäsenmaksuasiaa

Tätä raporttia kirjoittaessani, 18.8.2020, 311 jäsenellä oli vielä kuluvan vuoden jäsenmaksu maksamatta, ja näistä 98:lla myös viime vuosikin oli jäänyt rästiin. Tämä tarkoittaa 20 000 euron saamisaa. Aktiivisella jäsenmaksuista muistuttamisella toki maksuja maksetaan, mutta olemme yhdistyksessä miettineet, mikä on prim-

mäinen syy, että jäsenmaksuja ei makseta eräpäivänä. Osalla maksut ovat menneet roskapostiin, osa ei ole vain laskua noteerannut ja osa ei ole laskua edes saanut, koska jäsentiedot eivät ole ajan tasalla jäsenrekisterissä. Noin viidesosa jäsenistä ei ole koskaan rekisteröitynyt viime vuoden alussa käyttöön otettuun järjestelmään. Osalla rekisteröityneistäkin jäsenistä tiedot ovat

muuttuneet. On toki ymmärrettävää, että kun työpaikka vaihtuu tai muuten tiedot muuttuvat, ei ensimmäiseksi tule mieleen Vuorimiesyhdistys ja tietojen päivitys tännekin päin. Jos et siis pääse jäsenrekisteriin joko tarkistamaan tietojesi ajantasaisuutta tai jäsenmaksun tilannetta, ota sähköpostilla yhteyttä jäsenrekisterin hoitajaan.

Loppukesäisin terveisin, Leena



ILMASTONMUUTOS TORJUTAAN METALLEILLA
- GLOBAALIA HUIPPUTEKNOLOGIAA
KOTIMAISISTA RAAKA-AINEISTA
AA SAKATTI MINING OY



LABORATORY SERVICE PROVIDER FOR
ALL PHASES OF MINING OPERATIONS

Geochemistry
Fire Assay
Metals
Grade control
Process control
Waste rock

Mineral Testing

euromins

WWW.EUROMINS.FI

Teräspalvelukeskus

Miilux® OY

Hannu Rantasuo
Mikko Harjula
Harri "Hemmi" Hutka
Juha Huttunen

044 7713 695
050 4347 030
050 4302 873
044 7713 694

www.miilux.fi

Continental
The Future in Motion

Kuljetin hinnat ja tarvikkeet.
Asennus- ja huoltopalvelut.

www.contitech.fi

ContiTech

Teknoliateollisuuden 100-vuotissäätiön
Metallinjalostajien rahaston tarkoituksena on edistää metallien valmistuksen koko jalostusketjun kattavaa teknologian ja liiketoiminnan tieteellistä tutkimusta, opetusta ja opiskelua yliopistoissa, korkeakouluissa ja tutkimuslaitoksissa.



Vuoden 2021 apurahojen hakuaika on 1.9.–30.9.2020.
Hakuilmoitus on julkaistu rahaston kotisivuilla (<http://techfinland100.fi>). Lisätietoja antaa asiamies Juho Talonen, 040 595 1181, [juho.talonen\(at\)teknoliateollisuus.fi](mailto:juho.talonen(at)teknoliateollisuus.fi)

ASTROCK
GEOPHYSICS

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

www.astrock.com



VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2020

PUHEENJOHTAJA

TkT Kalle Härkki, 040 513 3383,
kalle.harkki@hotmail.com

VARAPUHEENJOHTAJA

DI Pentti Vihanto, 050 5390314
etunimi.sukunimi@terrafame.fi

PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

TkL Ari Juva Adjutantinkatu 8 b 19,
02650 Espoo, 0400 457 907
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

WEBMASTER

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

RAHASTONHOITAJA/Treasurer

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

GEOLOGIJAOSTO

FM Leena Rajavuori, pj,
Leena.Rajavuori@agnicoeagle.com,
puhelin: 040 350 1127
FM Hanna Mönkkönen, sihteeri, WSP Fin-
land
etunimi.sukunimi@wsp.com

KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO

DI Annukka Kokkonen pj, 040 8414850
etunimi.sukunimi@sandvik.com
DI Simo Laitinen, sihteeri, 050 411 8400
etunimi.sukunimi@yit.fi

RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/

Ins. Simo Pyysing, pj,
040 3505542 etunimi.sukunimi@mail.weir
DI Sini Anttila, sihteeri, 0407091776
etunimi.sukunimi@terrafame.com

METALLURGIJAOSTO/

DI Lauri Närhi pj, 040 189 6868
etunimi.sukunimi@mogroup.com
DI Miia Pesonen sihteeri, 040 176 4301
etunimi.sukunimi@boliden.com

<https://vuorimiesyhdistys.fi/yhteystiedot/>

TEVO

VALMISTAMME KULUTUSOSAT



YHTEYSTIEDOT:
KULUTUSOSAT | JARI KOSTAMO
KONEPAJAPALVELUT | PEKKA LAUNONEN

www.tevo.fi +358 8 2658 8800 HIENTIE 17, 92160 RAAHE, FINLAND tevo@tevo.fi

BRENTTAG

Kaivosteollisuuden raaka-aineet



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

Kaivosteollisuudessa Pohjoismaissa hyödynämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

PÄÄTUOTTEET

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

PALVELUT

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

YHTEYSTIEDOT

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

Koronan kanssa on pärjätty Suomessa hyvin verrattuna naapurimaihin. VMY:n hallituksen ja muidenkin ryhmien etäkokouksissa on nähty komeita ”koronapartioita”. Toivottavasti olette kaikki välttyneet koronan vaarallisemmilta seurauksilta! Tätä kirjoittaessani on ikävä kyllä selviä merkkejä toisen aallon alkamisesta. ”Toivotaan parasta ja pelätään pahinta”, niin kuin savolainen sanoisi.

Oma ”koronapakoiluni” alkoi heti, kun päätös Vuorimiespäivien perumisesta tehtiin. Lähdin heti mökille ja olin siellä yhtäjaksoisesti juhannukseen asti. Sen jälkeenkin olen vain muutaman kerran käynyt hoitamassa asioita ”ihmisten ilmoilla”. Aika ei ole tullut pitkäksi missään vaiheessa. Kerrankin on ollut mahdollisuus nähdä kevään tulo ja meno: jäiden lähtö, hiirenkorvat koivuissa, käen kukunta, mustikat ja sienet... Onneksi VMY:n asioidenkin hoitaminen onnistuu hyvin etänä.

Vuorimiespäivien järjestelyt jatkuvat siitä, mihin viime keväänä jäätiin. Vuosikokous on Marina Congress Centerissä 26.3.2021. Illallistanssiaiset ja lauantain lounas pidetään molemmat Dipolissa. Näistä tiedotetaan tarkemmin ajallaan. Vaikka koronan toinen aalto tulisikin, se varmaan hellittää jo ennen seuraavia vuorimiespäiviä. Näin vakaasti uskomme ja sen mukaan toimimme.

Hyvää kesän loppua ja kaunista syksyä! Pysykää terveisinä!

Ari Juva

Korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betoniteollisuudelle

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

- Laaja valikoima kalliopultteja mm. vajjeripultti ja harjateräspultti
- Cementan ja Norcem-injektointisementit
- Teräskuidut ja FortaFerro-makrokuidut
- Kaivosverkot
- Zitron-puhaltimet
- Protan Ventiflex -tuuletusputket
- Alvenius-pikalaitinputket

masino
SUOMEN TPP

info@suomentpp.fi
www.suomentpp.fi
Puh. 040 0407 235

Kun tarvitaan voimaa ja tarkkuutta



United. Inspired.

Epirocin SmartROC C50 -poravaunussa yhdistyvät kahden maailman parhaimmat puolet: korkea tunkeutuvuus, erinomainen reiän laatu sekä alhainen polttoaineen kulutus kaikkein vaativimmissakin olosuhteissa. Tuloksena ovat optimaaliset räjäytystulokset, turvallisempi toiminta sekä kestävä tuottavuutta louhos- ja kaivosprosessiin.



Maailma odottaa uusia ratkaisuja

Kaikki mitä näemme ympärillämme – kaupungit, kulkuväylät, tuotantolaitokset ja asunnot samoin kuin kaiken toisiinsa kytkevät digitaaliset laitteet – tehdään erilaisista mineraaleista, metalleista ja jalosteista. Modernin yhteiskunnan rakennustarpeet tuotetaan tehokkaasti ja vastuullisesti Metso Outotecin teknologioilla ja palveluilla. Maineemme ja osaamisemme sukupolvien ajalta on teroitettu tulevaisuuden läpimurtojen tekemiseen. Yhdessä luomme positiivista muutosta.

Kaksi vahvaa pörssiyritystä yhdistivät
voimansa. Uusi Metso Outotec on
mukana rakentamassa kestävämpää ja
kannattavampaa huomista.

mogroup.com