

# MATERIA

GEOLOGIA  
KAIVOS  
LOUHINTA  
RIKASTUS  
PROSESSIT  
METALLURGIA  
MATERIAALIT

1-2023 | Maaliskuu

JO 80 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA





**AGNICO EAGLE**  
KITTILÄN KAIVOS

# VASTUU HYVÄSTÄ TULEVAISUUDESTA

Menestymme yhdessä lappilaisten kanssa.  
Siksi panostamme vahvasti koko yhteisöön –  
työntekijöihin, sidosryhmiin ja alueeseen.  
Meistä on tullut toisillemme tärkeitä.

**SITOUDEMME LUOMAAN YHDESSÄ VALOISAA HUOMISTA  
MYÖS TULEVINA VUOSIKYMMENINÄ.**

 @AgnicoEagleFinland  @AgnicoFinland

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





22

## MATERIA 1 – 2023 | MAALISKUU



18

- 5 Lukijalle **Kari Pienimäki:**
- 7 Pääkirjoitus: **Satu Sikanen:** Eteläkarjalaisella osaamisella puhtaampaa kaivosteollisuutta
- 8 **Leena K. Vanhatalo:** Yleistietoa Etelä- ja Pohjois-Savosta sekä Etelä- ja Pohjois-Karjalasta
- 10 **Kristina Karvonen:** Projekteilla ja yhteistyöllä kiertotalouden ytimeen
- 14 **Jaana Ryyänen:** LUT tutkii sivuvirtoja ja kouluttaa kiertotalouden ammattilaisia
- 16 **Aki Hankilanoja:** RIVERIA kouluttaa ja kehittää kaivosalan osaajia tulevaisuuden työelämän tarpeisiin
- 18 **Merja Marin:** Outokummun kaivosmuseon 40 -vuotinen taival
- 22 **Riikka Niemi:** Vastuullisesti tuotettua suomalaista kultaa
- 24 **Tiina Nousiainen, Tanja Helminen:** Yara Siilinjärven ja Tapojärven allianssista ei löydy huonoa sanottavaa ensimmäisen tuotantovuoden jälkeen
- 28 **Hanne Mäkelä:** Lappeenrannassa riittää kalkkikiveä vielä yli sadaksi vuodeksi
- 33 **Helena Byckling:** Ensiluokkaista virtauksensäätöä kaivos- ja mineraaliprosesseihin Lappeenrannasta – nyt nimellä Valmet
- 36 **Erkki Kuronen:** Tulikivi Oyj – perinteistä tulevaan, vuolukiveen pohjautuen
- 38 **Tuomo Nissinen:** Luenneiden metallien nopea kenttäänalysointi teollisuuden vesistä
- 41 **Ville Fomkin, Johanna Haapasalmi, Päivi Karjalainen, Pekka Karvonen, Anssi Puruskainen:** Imatralta fossiilivapaata terästä maailmalle

- 45 **Heikki Tuomainen:** Raskaspari Oy kehittää kuljetusratkaisuja kaivosteollisuudelle
- 46 **Jussi Venäläinen, Tomas Hakala, Anne Rantanen, Leena Tantt:** Larox-suodattimet ovat yksi Metso Outotecin huipputuotteista
- 49 **Hannele Vuorimies, Harri Myllykangas, Heidi Karjalainen, Heikki Pekkarinen, Jarmo Huuskonen, Kari Heiskanen, Liisa Kotila, Mikko Keränen, Niina Vaara, Raisa Hyvärinen, Simo Pyysing, Tero Varjus, Tiina Helminen, Timo Pekkala, Ville Vähäkangas:** OTAFOKUS 2007 – miten meni noin niin kuin omasta mielestä?
- 55 **Tuomo Tiainen:** ASM-webinaari: High Entropy Alloys 23.11.2022
- 61 **Tuomo Tiainen:** Kestävästi suunniteltu valukomponentti. Valun käytön seminaari 3.-4.11.2022
- 70 Väitös: **Eeva Ruukonen:** Kaivostoiminnan kestävyden edistäminen
- 74 **Tiina Heiniö:** Kestävien ratkaisujen ja uusien teknologioiden kehittäminen on velvollisuutemme ja kaikkien etu
- 76 **Anssi Mäkisalo, David García-Balbuena, Jari Kangas, Tapani Niskakangas:** Järven alla sijaitsevan esiintymän kairaus
- 80 **Tuomo Tiainen:** Metallinjalostajien rahasto jakoi apurahoja
- 84 In memoriam: Pentti Kettunen
- 85 In memoriam: Aulis Saarinen
- 86 In memoriam: Kaj Lilius
- 87 **Mauri Kostiainen:** Toimitusneuvoston uusi jäsen
- 88 **Mauri Kostiainen, OPENAI GPT-3 kielimalli:** Käytännön vilkaisu tekstin tuottoon tekoälyn avulla
- 90 **Tuomo Tiainen:** Historian havinaa
- 91 **Tuomo Tiainen:** Palautepalsta



46

- 92 Uutisia alalta: **Anneli Simonen:** Yara investoi 235 miljoonaa euroa Siilinjärven rikkihappotuotantoon
- 93 DIMECC on-line: **Seppo Tikkanen:** Uutta liiketoimintaa ja vähemmän kasvihuonepäästöjä fossiilivapaalla teräksellä
- 94 Metallinjalostajat: **Kimmo Järvinen:** Hiilirajamekanismi (eli hiilitulli) tulee – oletko valmis?
- 95 Kaivosteollisuus: **Pekka Suomela:** Kaivostoiminta nousee arvoonsa
- 96 Euroopan ytimessä: **Olli Salmi:** Viisi ideaa raaka-aineasetukseen
- 97 Kolumni: **Pertti Voutilainen:** Kertokaa se hänelle
- 98 Pakina: **Tuomo Tiainen:** Alkuaine vanadiinin sähköiset seikkailut
- 100 Pääsihteeriltä: **Ted Nuorivaara**
- 100 Toimihenkilöt

## Ilmoittajamme tässä lehdessä

AA Sakatti Mining .....	21	Miilux Oy .....	82
ABB .....	54	NewPaakkola Oy .....	83
Agnico Eagle Finland Oy .....	2.kansi	Nordkalk Oy Ab.....	30
Arctic Drilling Company Oy .....	40	Orica Oy .....	83
Astroock Oy .....	92	Outokummun kaupunki.....	21
Aurubis Finland Oy .....	83	Palsatech.....	21
Boliden.....	40	Raskaspari Oy.....	44
Brenntag Nordic Oy.....	100	RF Valves .....	21
ContiTech Finland Oy.....	60	Riveria.....	17
E.Hartikainen .....	6	Roxia .....	44
Epiroc Finland Oy Ab .....	3.kansi	Sandvik .....	73
Erimek Oy.....	60	Sibelco Nordic Oy Ab .....	3
Eurofins Mineral Testing Oy .....	21	Suomen TPP /Masino .....	37
FinMeas Oy.....	60	Tapojärvi/Hannukainen .....	4
Forcit.....	31	Teknikum Oy.....	3
GRM-services Oy.....	6	Terrafame Oy .....	79
Oy KATI Ab .....	83	Valmet Flow Control Oy.....	32
LUT.....	15	Weir Minerals Oy .....	takakansi
Metso Outotec .....	48	Yara.....	99





*GREEN & SMART*

**Myllyvuoraukset  
Materiaalinsiirtoletkut  
Kumioidut putket  
Muottituotteet**

**TEKNIKUM**



**SIBELCO**

**material solutions advancing life**

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

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo  
+358102179800



# TAPOJÄRVI

Since

# 1955

Vastuu turvallisuudesta,  
laadusta ja ympäristöstä  
tekee työstämme  
merkityksellisen.



## TEOLLISEN KIERTOTALOUDEN EDELLÄKÄVIJÄ

Tapojärvi on tehnyt vuosikymmenten ajan työtä, jota nykyisin kutsutaan kiertotaloudeksi. Yhtiön liiketoiminta on teollisen mittakaavan kiertotaloutta, jossa käsitellään jatkuvalla prosessilla teollisuuden sivutuotteita ja luodaan uusia ratkaisuja kaivosalan tarpeisiin. Lähes 70-vuotiaan suomalaisen perheyriksen palvelut tehtaissa ja kaivoksissa vähentävät ilmaston kuormitusta ja säästävät luonnon neitseellisiä materiaaleja. Työ toteutetaan aina vastuullisuus ja turvallisuus edellä.

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



Kestävä, kotimainen, välttämätön

 **Hannukainen  
Mining**



# Arvoisa lukija!

Halusimme tai emme, keinoöly on tulossa koteihimme, ajoneuvoihimme ja työpaikoillemme päätähnuimaavaa vauhtia. Mitä todennäköisimmin se alkaa kohta tehdä runsaasti päätöksiä puolestamme, kuten Skynet aikanaan, vapauttaen meidät mukavampiin ja tärkeämpiin harrastuksiin kuten esimerkiksi: saunominen, laiskottelu tai kahvittelu.

Siispä minäkin päätin kokeilla, kuinka hyvin keinoöly pärjää Lukijalle-tekstin tuottamisessa päätoimittajalle. Latastin koneelleni ChatGPT:n ja koska tämänkertaisen Materia-lehden teemana on Savo-Karjala alueen alan teemanumero, annoin sille yksinkertaisesti tehtäväksi: ”Please write an article about mining and metallurgy cluster in Eastern Finland”. Ohjelma otti tehtävän mukisematta vastaan ja lausui seuraavaa:

“Eastern Finland’s Mining and Metallurgy Cluster: Driving Economic Growth through Innovation

Eastern Finland has a rich history in mining and metallurgy, dating back to the 19th century. Today, the region is home to a thriving mining and metallurgy cluster that is driving economic growth and innovation in the industry.

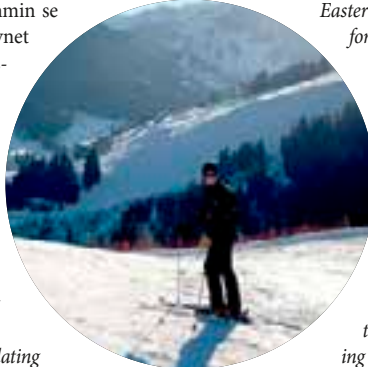
The cluster is composed of a diverse range of companies, including mining companies, metallurgical plants, engineering firms, and research institutions. These organizations work together to develop new technologies, improve existing processes, and promote the growth of the industry as a whole.

One of the key strengths of the Eastern Finland mining and metallurgy cluster is its focus on innovation. Companies in the region are constantly exploring new technologies and methods to improve efficiency, reduce waste, and increase production. This has led to the development of new processes, such as the use of renewable energy sources in mining operations and the use of 3D printing in the production of metal products.

Another advantage of the Eastern Finland mining and metallurgy cluster is its strong partnerships with academic institutions. Local universities and research institutes work closely with industry players to develop new technologies and processes. This collaboration has resulted in the creation of innovative solutions, such as the use of artificial intelligence and machine learning in the optimization of mining operations.

The Eastern Finland mining and metallurgy cluster is also known for its highly skilled workforce. The region attracts and retains talented professionals, including engineers, technicians, and researchers, who bring a wealth of expertise and experience to the industry.

VEERA PIENIMÄKI



In addition to its strengths in innovation and human capital, the Eastern Finland mining and metallurgy cluster is well-positioned for growth due to its access to key resources and infrastructure. The region is rich in natural resources, including iron ore, copper, and nickel, and has well-developed transportation networks that allow for the efficient transportation of goods and materials.

In conclusion, the Eastern Finland mining and metallurgy cluster is a thriving hub of innovation and economic activity, driving growth and progress in the industry through its focus on innovation, strong partnerships with academic institutions, highly skilled workforce, and access to resources and infrastructure. As the industry continues to evolve, the Eastern Finland mining and metallurgy cluster is poised to play a leading role in shaping its future.”

Aika hyvä ja positiivissävyinen teksti siltä tuli, enkä löytänyt tekstistä asiavirheitä, puhumattakaan kielioppivirheitä. Tosin teksti on kyllä hieman passiivinen, persoonaton, yleistasoinen sekä itseään toistava. Itse olisin kyllä ainakin osoittanut kohdealueelta esimerkiksi yliopistoja, lahjakkaita työntekijöitä sekä firmoja oikein nimeltä.

Jatkoin vielä hetken tuon ChatGPT-ohjelman kanssa leikkimistä ja kysyin sen tietämystä lempiaiheestani: liekkisulatuksesta. Tämän keinoöly kehui olevan erinomaisen ympäristöystävällinen, tehokas ja kokonaistaloudellinen sulatusmenetelmä. Menin sitten vielä kysymään samaa reverbisulatuksestakin ja yllätyksekseni vastaus oli lähes identtinen. Tuli mieleeni, että ei ole turhaan mediassa viime aikoina painotettu ihmisten medialukukykyjen tärkeyttä, varsinkin jos edellä mainitun kaltaiset tarinageneraattorit alkavat syöttää meille ”tietoa” kun oikeat toimittajat haluavat tehokkuutta työskentelynsä.

Tässä lehdessä on kuitenkin vielä erinomaisia, ”oikeiden ihmisten” kirjoittamia artikkeleita Savo-Karjalan alueelta. On hienoa havaita, kuinka paljon Itä-Suomessakin on erinomaisia alamme toimijoita, alihankkijoita sekä koulutusta.

Miellyttäviä lukuhetkiä!

KARI  
PÄÄTOIMITTAJA

## MATERIA

**JULKAISIJA / PUBLISHER** Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. 81. vuosikerta ISSN 1459-9694 www.vuorimiesyhdistys.fi | LEVIKKI n. 4000 kpl  
**MATERIA-LEHTI** kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessitekniikka ja metallurgia sekä materiaalien valmistus ja materiaalitekniikan erilaiset sovellutukset. Osa lehden artikkeleista 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. 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 | **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, TkT Topias Siren, 050 354 9582 topias.siren@gmail.com | **TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD** DI Liisa Haavanlammi pj / 040 864 4541 liisa.haavanlammi@gmail.com, DI Sini Anttila Northvolt AB +358407091776 sini.anttila@northvolt.com, Professori (associate) Ari Jokilaakso 050 313 8885 ari.jokilaakso@gmail.com, TkT Miia Kiviö Aurubis Finland Oy 040 641 6529 m.kivio@aurubis.com, DI Mauri Kostiaainen 0409638798 mauri.kostiaainen@lux.fi, DI Jannis Mikkola 040-7479670 jannis.mikkola@sitowise.com, DI Tommi Sappinen 0407768470 tommi.sappinen@gmail.com, DI Arto Suokas Boliden Kevitsa Oy 0400 91 88 50 arto.suokas@gmail.com, Matti Vaajamo 044 544 9385 matti.vaajamo@gmail.com, DI Pia Voutilainen 040 590 0494 pia.voutilainen@cupori.com, Scandinavian Copper Development Ass. | **OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET / CHANGES OF ADDRESS & SUBSCRIPTIONS** Leena K. Vanhatalo 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi, **VMY:n jäsenistö myös verkkosivujen jäsenrekisterin kautta.**  
| **PAINO/ PRINTING HOUSE** Lehtisepät Oy, Lahti | **TAITTO** Risto Mikander, Mediasepät Studio | **KANSI** Savo-Karjalan kartta | **KUVA** Sofi Perikangas.

Artikkelien aineistopäivä ja Ilmoitustilavaraukset  
Article and Booking ads deadline  
2/2023 11.4.  
3/2023 29.5.  
4/2023 11.9.  
5/2023 20.11.

Ilmoitusten aineistopäivä  
Ads delivered  
2/2023 19.5.  
3/2023 7.7.  
4/2023 20.10.  
5/2023 29.12.

Ilmoitusmyynti / Ad Marketing  
DI Satu Honkanen, Tmi SatUp  
040 560 2926, satulhonkanen@gmail.com

# E. HARTIKAINEN OY

Turvallista, tuottavaa ja taitavaa maarakentamista.

## Maarakennuksen liiketoiminta-alue

### Keskeiset toiminta-alueemme:

- Kaivostoimintojen aluerakentaminen ja massojen käsittely
- Liikenneväylät
- Teollisuusrakentaminen
- Satamat ja padot

### Erikoisosaamistamme:

- Kallion louhinta
- Louheensiirto- ja murskaustyöt

### Vahvuutemme:

- Ammattitaitoinen henkilökunta
- Monipuolinen ja järeä kalusto
- Luotettavuus



E. Hartikainen Oy · Pamilonkatu 31, 80130 Joensuu

www.hartikainen.com



## GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä  
riskejä kattavalla  
3D-mallinnuksella!

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



### GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

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



### KALLIOMEKANIIKAN ASENNUKSET JA MITTAUKSET

#### Monitorointi

- Reaaliaikaiset mittausjärjestelmät – niin maan päällä kuin alla.

#### Jännitystilamittaukset

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



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

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



# Eteläkarjalaisella osaamisella puhtaampaa kaivosteollisuutta

2020-luku on tuonut tullessaan epävarmuuden aikakauden meillä Suomessa, Euroopassa ja muualla maailmassa. Kriisit ovat seuranneet toinen toistaan. Koronapandemiasta ei vielä oltu selvitty, kun Venäjä aloitti raakalaismaisen sodan Ukrainassa.

Venäjän sotatoimet Ukrainassa ovat muuttaneet toimintaympäristöä Etelä-Karjalassa. Rajan ylittävän yhteistyön päättyminen näkyy aluetaloudessa monilla sektoreilla: matkailu- ja kaupan alojen kysynnän vähenemisen lisäksi etenkin teollisuuden raaka-aine- ja energiavirtojen sekä liikenteen ja logistiikan muutoksina. Rajaseudun kehittämisessä nojataan tuskin vuosikymmeniin Venäjän kauppaan.

Akuuttien kansainvälisten kriisien lisäksi taustalla vaikuttavat edelleen globaalit ongelmat kuten ilmastonmuutos ja luontokato. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen edellyttää yhteiskunnan siirtymistä puhtaampaan energian tuotantoon. Venäjän hyökkäyssota on entisestään kiihdyttänyt irtautumistarvetta fossiilienergiasta. Ilmastotavoitteita, energiamurrosta ja digitalisaatiokehitystä ei voida saavuttaa ilman kaivosteollisuutta, sillä nykyinen akkuteknologiamme on riippuvainen metalleista. Uudet teknologiat vaativat raaka-aineita.

Viime vuosien kriisit ovat alleviivanneet omavaraisuuden merkitystä. Vihreän siirtymän kannalta kriittisissä mineraaleissa Eurooppa on riippuvainen kolmansista maista. Tiedossa olevat mineraalivarat ja niiden kierrättäminen eivät riitä uusiutuvien energialähteiden infrastruktuurin valmistamiseen.

Sähköautojen yleistyminen on lisännyt voimakkaasti litiumioniakkujen kysyntää, ja sähköauto- ja akkumarkkinoiden odotetaan edelleen moninkertaistuvan lähivuosina. Akkumineraalien kysyntä näkyy kasvavana kiinnostuksena litiumin etsintään myös kaakkoisessa Suomessa. Alkuvuodesta uutisoitiin Etelä-Karjalan pohjoisosiin ja Etelä-Savon itäisiin osiin tehdyistä malminetsintälupaan tähtäävistä varauksista.

Litiumin etsintää koskevat varausilmoitukset ovat herättäneet alueen asukkaissa vahvoja reaktioita ja huolta niin vesistöjen, luonnon, oman asuin ympäristön kuin matkailuelinkeinonkin puolesta. Kansalaisyhteiskunnassa kritiikki kaivosalan hankkeita kohtaan on ollut viime vuosina kasvussa eri puolilla Suomea. Saimaan alueella kaivoksia vastaan on noussut



oma kansanliike puolustamaan Saimaan alueen elinympäristöä ja elinkeinoja.

Kaivosalan tulee suhtautua kansalaisten huoleen vakavasti. Asukkaat tarvitsevat tietoa malminetsinnän prosessista ja kaivostoiminnan kokonaisvaikutuksista. Ihmisille tulee pystyä avaamaan paremmin malminetsintäprosessia, sen pitkäjänteisyyttä ja arviointitapaa, jossa huomioidaan monet yhteiskunnalliset tekijät. Vuoropuhelua tulee käydä tiiviisti niin asukkaiden kuin eri sidosryhmienkin kanssa. Samalla ympäristöteknologian osaamista on koko ajan kehitettävä ja viimeisintä teknologiaa kaivostoiminnassa hyödynnettävä.

Lappeenrannan - Lahden teknillinen yliopisto eli LUT-yliopisto on rakentanut jo vuosikymmeniä

energia- ja ympäristöteknologian osaamista puhtaaseen energiaan, veteen ja ilmaan liittyvien globaalien kysymysten ratkaisemiseksi. Kestävyyskysymyksiin keskittynyt LUT-yliopisto onkin rankattu globaalisti sijalle yhdeksän ilmastokoihin keskittyvien yliopistojen joukossa.

LUT-yliopiston rooli on ollut merkittävä kaivosalan ympäristöteknologiaan liittyvän liiketoiminnan kehittämisessä Etelä-Karjalassa. Nykyisellään sektorilla toimivat yritykset työllistävät pelkästään Lappeenrannassa satoja työntekijöitä. Alueemme yrityksillä ja yliopistolla on antaa osaamista kaivosteollisuuteen muun muassa erotustekniikassa, jätteiden käsittelyssä ja kiertotaloudessa. Osaamisen hyödyntämisellä Suomessa ja globaalisti kehitetään yhä puhtaampaa ja kiertoon perustuvaa kaivosteollisuutta.

Syksyllä 2023 LUT-yliopistossa käynnistyy yhteiskuntatieteellinen tiedekunta, joka tukee samoja yliopiston strategisia päämääriä globaalien kestävyyshaasteiden ratkaisemiseksi, mutta tuo tekniikan ja liiketoiminnan osaamisen rinnalle myös käyttäytymistieteet ja ihmisen toiminnan yhteiskunnassa. Tekniikan, talouden ja yhteiskunnallisten näkökulmien yhteensovitus tarvitaan tavoitteessamme jättää lapsillemme perinnöksi sekä fossiilivapaa yhteiskunta että puhdas ympäristö. ▲

## SATU SIKANEN

MAAKUNTAJOHTAJA

ETELÄ-KARJALAN LIITTO

# Yleistietoa Etelä- ja Pohjois-Savosta sekä Etelä- ja Pohjois-Karjalasta

## Pohjois-Karjala

Pohjois-Karjala on Suomen kolmanneksi suurin maakunta pinta-alaltaan (22 903,22 km<sup>2</sup>), mutta asukkaita on vain 162 766. Se jakaantuu 13 kuntaan, joista viisi on kaupunkeja. Maakuntakeskus on Joensuu. Muita kaupunkeja ovat Kitee, Lieksa, Nurmes ja Outokumpu. Runsasvesistöisen maakunnan suurin järvi on Pielinen (pinta-ala 868 km<sup>2</sup>) ja korkein kohta Lieksan Koli, joka ylittää 347 metrin korkeuteen merenpinnasta.

Pohjois-Karjalan maakuntalaulu on Karjalaisten laulu, maakuntalintu on käki, maakuntakasvi on karjalanruusu, maakuntakala on järvilohi ja maakuntakivi on vuolukivi. ▲

### Pohjois-Karjalan kunnat vaakunoineen



Heinävesi



Ilomantsi



Joensuun kaupunki



Juuka



Kiteen kaupunki



Kontiolahti



Lieksan kaupunki



Liperi



Nurmesen kaupunki



Outokummun kaupunki



Polvijärvi



Rääkkylä



Tohmajärvi

## Pohjois-Savo

Pohjois-Savo on pinta-alaltaan Suomen viidenneksi suurin maakunta (21 077,95 km<sup>2</sup>) ja väkiluku on 247 960 asukasta. Maakunnan keskuskaupunki on Kuopio. Pohjois-Savossa on 19 kuntaa, joista viisi on kaupunkeja.

Pohjois-Savon maakuntalaulu on Savo-laisten laulu, nimikkojärvi on Juojärvi, maakuntalintu on kuikka, -eläin on hirvi, maakuntakasvi on kotipihlaja, maakuntakala on muikku ja maakuntakivi on apatiitti. ▲

### Pohjois-Savon kunnat vaakunoineen:



Iisalmen kaupunki



Joroinen



Kaavi



Keitele



Kiuruveden kaupunki



Kuopion kaupunki



Lapinlahti



Leppävirta



Pielavesi



Rautalampi



Rautavaara



Siilinjärvi



Sonkajärvi



Suonenjoen kaupunki



Tervo



Tuusniemi



Varkauden kaupunki



Vesanto



Vieremä



# Etelä-Savo

Etelä-Savo on pinta-alaltaan 17 099,02 km<sup>2</sup> ja se on 130 851 asukkaan kokoinen maakunta.

Maakuntakeskus on Mikkeli ja muita kaupunkeja ovat Pieksämäki ja Savonlinna - yhteensä 12 kuntaa. Etelä-Savon maakunta on Suomen runsasjärvisin maakunta. Maakunnan suurin järvi on Saimaa ja korkein kohta Kangasniemen Paukkulanmäki, joka ylittää 225 metrin korkeuteen merenpinnasta.

Myös Etelä-Savon maakuntalaulu on Savolaisten laulu, nimikkojärvi on Puula, maakuntalintu on kuhankeittäjä, maakuntakasvi on pohjanlumme, maakuntakala on muikku ja maakuntakivi on marmori. ▲

## Etelä-Savon kunnat vaakunoineen:



Enonkoski



Hirvensalmi



Juva



Kangasniemi



Mikkelin kaupunki



Mäntyharju



Pertunmaa



Pieksämäen kaupunki



Puumala



Rantasalmi



Savonlinnan kaupunki



Sulkava

# Etelä-Karjala

Etelä-Karjalan maapinta-ala on 5 326,37 km<sup>2</sup>, eli vain alle kaksi prosenttia koko Suomen maapinta-alasta. Maakunnan makeavesiala on 1 545,76 km<sup>2</sup>, mikä käsittää noin 4,5 prosenttia Suomen makeavesialasta. Maakunnan väkiluku on 125 284 henkeä. Etelä-Karjalassa on yhdeksän kuntaa, joista kaksi on kaupunkeja. Lappeenranta on Etelä-Karjalan maakuntakeskus ja suurin kaupunki. Toinen eteläkarjalainen kaupunki on Imatra.

Myös Etelä-Karjalan maakuntalaulu on Karjalaisten laulu, nimikkojärvi on Saimaa, maakuntalintu on satakieli, maakuntakasvi on kangasvuokko, maakuntakala on järvilohi ja maakuntakivi on spektroliitti. ▲

## Etelä-Karjalan kunnat vaakunoineen:



Lappeenranta (ruots. Villmanstrand)



Imatra



Ruokolahti



Parikkala



Taipalsaari



Luumäki



Savitaipale



Rautjärvi



Lemi



Nykyinen Etelä-Karjalan maakunta kuntakeskuksineen.



Pohjois-Karjalan maakunta kuntakeskuksineen.

TEKSTI: LEENA K. VANHATALO

WIKIPEDIA



GTK

# Projekteilla ja yhteistyöllä kiertotalouden ytimeen

Savo-Karjalan alueella Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) toiminnassa on korostunut mineraalisektoriin ja kaivannaisalaan liittyvä osaaminen ja yhteistyö. Erityisesti kiertotalousnäkökulma on vahvasti mukana laajassa hankekirjossa.

**O**marahoitteisen toiminnan lisäksi GTK on aktiivisesti mukana erilaisissa kansallisissa ja kansainvälisissä projekteissa, joiden kautta lisätään osaamista, verkostoidutaan ja kehitetään klustereita sekä pyritään myös vaikuttamaan positiivisesti aluetalouteen.

## Outokumpu Mining Hub - arverkosto

GTK Mintecin kehittämisen suuntaviivoja laadittaessa haluttiin mukaan saada myös

asiakkaiden näkökanta. Tästä lähti liikkeelle vuonna 2021 toteutettu GTK:n, Business Joensuun ja Outokummun seudun teollisuuskylän yhteisprojekti arvoverkkoselvitystyö. Erityisesti Business Joensuun **Ilkka Nykäsen** ja Outokummun seudun teollisuuskylän **Juuso Hietan** panos projektissa on ollut merkittävä, toteaa kehityspäällikkö **Asse Marjasvaara** GTK Mintecistä. Projektin aluksi Korkia Consulting toteutti haastattelut, joissa oli mukana 12 suuryritystä ja 10 pk-yritystä. Sitä seuranneessa työpajavaiheessa mukana olleiden yritysten kanssa ke-

hitettiin arvoverkkoaihio ”Älykäs sivukiven ja rikastushiekan hallinta ja siihen liittyvä vesienkäsittely”.

Vuonna 2022 käynnistyi jatkoprojektina Pohjois-Karjalan maakuntaliiton rahoittama EAKR-projekti, jonka tavoitteena on luoda edellytykset Outokumpu Mining Hubin asteittaiselle käynnistämiseksi ja laatia sille liiketoimintasuunnitelma. Hankkeessa päätoteuttaja on Business Joensuu ja osatoiteuttajana GTK. Outokumpu Mining Hub on verkostomainen palvelukokonaisuus, joka keskittyy kaivosten sivuvirtojen parem-



ALOITUSKUVA

GTK Mintecin tutkimusalustat Outokummussa uudistuvat vauhdilla.





Sivuvirtojen arvoaineiden talteenottoa voidaan pilotoida kohdealueilla Morecovery-projektissa hankitun kontin avulla.

paan hyödyntämiseen. Pohjana on GTK:n palvelutarjonta, johon mukana olevat arvoverkkoon kuuluvat yritykset liittyvät omalla palvelutarjonnallaan. Tavoitteena on saada kaivosten sivukivet ja rikastushiekka hyötykäyttöön sekä ratkaista niihin liittyviä vesienkäsittelyn haasteita.

Palvelupakettien suunnittelu lähti käyntiin pääasiassa suuryritysten tarpeista. Alustava palvelutarjoama sisältää esimerkiksi rikastushiekan optimoinnin ja hyödyntämisen arvioinnin, kaivosten sulkemiskäytös sekä niiden testaamisen ja simuloinnin, veden poiston ja käsittelyn sekä kierrätysratkaisut.

”Toimijoista löytyy valtavasti taitoa ja ratkaisuja jo nyt, mutta tietysti aina on kehitettävää. Tarkoituksena on rakentaa kaupalliselta pohjalta toimiva, verkostomainen palvelukokonaisuus. Projektiin on sitoutunut noin 10 yritystä ja tällä joukolla on projektia edistetty Korkia Consultingin selvityksen pohjalta. Arvoverkostolle on tehty mm. oma liiketoimintasuunnitelma”, kertoo Marjasvaara.

Tämänhetkinen kehitysprojekti jatkuu vielä tämän vuoden 2023 puolella. Nyt tarkennetaan toimintamallia ja yhteistyön raameja sekä hahmotellaan kokonaisuuden toimimista käytännössä. Alkuvuodesta 2023 on tarkoitus jättää jatkohakemus hankkeen loppuun saattamiseksi.

GTK Mintecin kokonaiskehitystyössä eletään myös kiireistä aikaa. Rakennustyöt

edistyvät, ja uuden laboratorio- ja toimistorakennuksen seinät ovat jo pystyssä. Tämän vuoden alussa viimeistellään MinDigiPilot – projektissa uuden koetehtaan konsepti- ja perussuunnittelu. Myös uuden SMARTT-testikentän suunnittelu on käynnissä.

### SMARTT – Älykäs rikastushiekkalaitos

GTK:n omarahoitteinen SMARTT (Smart Tailings Facility) -projekti, jossa kehitetään älykäs, instrumentoitu rikastushiekkalaitos, käynnistyi keväällä 2021.

GTK Mintecissä tehdään malmien koerikastusta maailmanlaajuisesti. Rikastuksessa syntyvän jätteen eli rikastushiekan laatu riippuu malmin laadusta sekä käytetystä prosessista. GTK:ssa nähtiin tärkeäksi lisätä panoksia rikastushiekan tutkimukseen tekemällä enemmän laboratoriotestejä erilaisten rikastushiekkojen ominaisuuksiin ja hyötykäyttöön liittyen. GTK Mintec on näet suurimpia rikastushiekan tuottajia maailmassa, ei määrällisesti, mutta rikastushiekkalaatujen lukumäärän suhteen. GTK Mintecissä tehdään myös isoja koeajoja, joista syntyy suuria määriä rikastushiekkaa. Näille rikastushiekoille olisi mahdollista tehdä laajamittaisia pitkäaikaistestejä ulkoalueella.

”GTK Mintecin rikastushiekkalla-allas alko olla päivitystarpeessa. Saimme tästä idean, että samalla voisimme toteuttaa testialueen, jonne voisimme rakentaa asiakkaan toivei-

den mukaisia kokonaisuuksia pitkäkestoiselle testaukselle, jopa 3 - 6 vuodeksi”, kertoo tutkimusprofessori **Tommi Kauppila** GTK:sta. Jos asiakkaalla on esimerkiksi mielessä tietyntyylinen pinta- tai pohjarakenne rikastushiekka-alueelle, voidaan SMARTT-kentällä testata niiden toimivuutta sekä rikastushiekan käyttäytymistä aidoissa olosuhteissa pitkällä aikavälillä.

Rikastushiekan käyttäytymistä tutkitaan laboratoriossa, ja GTK Mintec tekee myös kenttätestejä asiakkaiden luona. Uusi SMARTT-laitos tulee kuitenkin tarjoamaan ainoalaatuisen mahdollisuuden tehdä pitkäaikaisia kenttätestejä jo kaivoksen suunnitteluvaiheessa. Kun materiaali tulee GTK Minteciin koeajoon, rikastusprosessia kyseessä olevalle malmille vasta suunnitellaan.

Kun kaivosta aikanaan aletaan rakentaa, on rikastushiekan käyttäytymistä, suotovesiä ja allasrakenteita seurattu jo useita vuosia GTK Mintecissä. ”Tämä on SMARTT-testikentän ydinajatus. Me hyödynnämme mahdollisuuden, jonka GTK Mintecin isot koeajot tarjoavat. Teemme isompia ja pitkäaikaisempia ja instrumentoituja kenttätestejä rikastushiekoilla”, Kauppila jatkaa.

SMARTT-testikenttä rakennetaan GTK Mintecin rikastushiekka-altaan tuntumaan erilliseksi kokonaisuudeksi. Testikenttä toimii pohjana, jolle rakennetaan tapauskohtaisesti halutunlaiset, testin jälkeen purettavat rikastushiekka-altaat, jotka varustetaan tarvittavin anturein.

Kaivosten rikastushiekka-altaat ovat yleensä suuria ja niiden pinta- ja pohjarakenteissa mielellään käytettäisiin muun teollisuuden jätteitä kiertotalouden periaatteiden mukaisesti. Tässä onkin virinnyt uusi yhteistyömahdollisuus. Etsitään halua, osaamista ja jätettä, mitä voisi hyödyntää koerakenteissa. Tämä avaa yhteistyömahdollisuuksia myös kaivosalan ulkopuolelle, kun käytetään esimerkiksi puunjalostusteollisuuden jätettä vaikkapa peitorakenteiden yhtenä osana. SMARTT-kentällä voidaan myös testata muitakin kiertotalousmateriaaleista tehtyjä tuotteita.

### SETELIT

Rikastushiekan hyötykäyttöä tutkitaan niin SMARTT-hankkeessa kuin esimerkiksi vuonna 2022 päättyneessä yhteisrahoitteisessa Kovettuvat kaivostyöt (KOVE-PRO) -projektissa. Projektissa tutkittiin sakeutetun rikastushiekan, pastan, hyötykäyttöä sementoituna täyttömateriaalina kaivosten maanalaisissa louhostiloissa. Projektissa ke-



Otanmäen rikastushiekka-alue on mukana FutuRaM-projektissa suomalaisena case-kohteena. Matti Kinnunen (GTK, vasemmalla), Jouko Jylänki (Otanmäki Mine Oy) ja Janne Hokka (GTK) testaavat differentiaali-GPS:ää kairapisteiden merkitsemisessä.

hitettiin, myös palvelukonseptia kovettuvien kaivostäyttömateriaalien lujuus- ja ympäristöominaisuuksien arviointiin.

”Halusimme jatkaa aiheen parissa sekä vahvistaa hyvin toiminutta yhteistyötä ja verkostoitumista eri toimijoiden kesken. Näin syntyi ”Sekundääristen teollisuusvirtojen arvonlisäys ja tuotteistus” eli SETELIT-projekti. Yhteisrahoitteinen EAKR-projekti starttaa maaliskuussa, ja mukana on GTK:n ja Savonia ammattikorkeakoulun lisäksi yrityspartnereita kuten rakennusmateriaali- ja tuotekehitysyrityksiä sekä energia- ja kaivosyhtiötä”, kertoo projektipäällikkö **Neea Heino** GTK:sta.

Palvelukonsepti kehitettiin jo KO-VE-PRO:n puitteissa. Yhteistyötä haluttiin kuitenkin jatkaa ja erityisesti jatkokehittää ja digitalisoida Flow Loop -testauspalvelu. Pumpattavuus on keskiössä rikastushiekan hyödynnettävyyden kannalta kovettuvissa kaivostäyttöissä. SETELIT-projektissa kehitetäänkin Flow Loop -testausta ja tutkitaan materiaalin pumpattavuusominaisuuksia.

Projektissa tutkitaan myös rikastushiekan hyötykäyttöä kaivosalueen ulkopuolella. Olisiko kehitettävissä ja tuotteistettavissa sellainen betonin kaltainen materiaali tai komposiitti, jota voitaisiin käyttää esimerkiksi rakentamisessa tai vaikkapa keittiöta-soissa? Lisäksi tuotteistamisen tueksi laaditaan ohjeistus, jotta kaivannaisteollisuuden olisi jatkossa helpompi ryhtyä sivuvirtojen tuotteistusprosessiin. Projektissa kokeillaan myös 3D-tulostusta erilaisten tuotteiden valmistamisessa rikastushiekasta.

Lähtömateriaalien ja tuotteiden minerealoginen karakterisointi ja teknisten omi-

naisuuksien testaus kuuluvat olennaisena osana projektiin. Kiertotaloutta hyödyttävää digitalisaatiota edistetään kehittämällä SOM (Self Organizing Map) -analyysiä hyödyntävä digitaalinen työkalu, jonka avulla pyritään löytämään uusiokäyttömahdollisuuksia perustuen materiaalin ominaisuuksiin. Lisäksi kootaan digitaalinen reseptikirjasto.

### Kuopio Water Cluster

”Onnistuneet yhteistyöprojektit synnyttävät usein uusia projekteja ja linkittyvät toisiinsa. Hyvä esimerkki on Kuopio Water Clusterin (KWC) perustaminen”, kertoo erikoisasiantuntija **Antti Pasanen** GTK:sta.

KWC perustettiin 2022 marraskuussa päättyneessä EAKR-projektissa. Projektin tavoitteena oli muodostaa yhden luokun periaatteella toimiva kokonaisuus, joka vastaa vesialan yritysten tuotekehitys- ja testauspalvelutarpeisiin. KWC:n perustajajäseniä ovat Savonia ammattikorkeakoulu, Itä-Suomen yliopisto (UEF), Terveystieteiden tutkimuskeskus (GTK) sekä Luonnonvarakeskus (Luke). Lisäksi klusterin jäsenenä on lukuisia määriä vesialalla toimivia yrityksiä sekä yhteisöjä.

Klusteri keskittyy teollisuuden vesien hallintaan, jossa yhtenä tärkeänä osana ovat kaivosvedet. Kyseessä on pitkälti uuden teknologian kehittäminen ja testaaminen yhteistyössä kaupallisten toimijoiden kanssa sekä tutkimuspalvelujen tarjoaminen, joka onkin GTK:n päärooli klusterissa.

”Omana tutkimusaiheemme projektissa keskityimme kehittämään louhosvesien kokonaisvaltaista hallintaa. Lisäksi projektissa hankittiin paljon tutkimuskalustoa, joka

hyödyttää myös muita projekteja. Esimerkiksi Morecovery-projektin vesienkäsittelykonttiin saatiin uutta laitteistoa”, Pasanen jatkaa. Nyt KWC:n toimintaa vakiinnutetaan ja etsitään suuntaviivoja sille, millainen toimintamalli olisi paras tulevaisuudessa.

### Morecovery – materiaalit talteen sivuvirroista

Morecovery-projektissa luotiin palvelukokonaisuus, jossa autetaan asiakasta tunnistamaan ja ottamaan talteen sivuvirtojen arvoaineet. Potentiaalisia sivuvirtoja ovat esimerkiksi kaivosalueiden suotovedet, vesienkäsittelysakat, rikastushiekat ja sivukivet.

”Projektissa kehitettiin kolmiportainen palvelu, jonka ensimmäinen taso koostuu kevyestä näyteenotosta ja olemassa olevan materiaalin ja aineiston läpikäynnistä sivuvirtojen raaka-ainepotentiaalin tunnistamiseksi. Toinen taso koostuu laboratoriomittakaavan talteenottotesteistä ja kolmas taso paikan päällä tehtävästä, suurempimittakaavaisesta pilotoinnista”, kertoo projektipäällikkö **Teemu Karlsson** GTK:sta.

Yhteisrahoitteinen EIT RawMaterials -projekti toteutettiin yhteistyössä Savonia ammattikorkeakoulun kanssa, joka on GTK:n ohella toinen palvelun tarjoajista. Projektissa hankittiin mm. kenttämittakaavan pilotoinnissa käytettävä siirrettävä ja varustelultaan tapauskohtaisesti muokattava vesienkäsittely- ja saostuskontti. Sitä käytettiin menestyksekkäästi Morecovery-projektin pilottialueella Hitorassa kaksivaiheisessa saostuksessa, jossa pyrittiin saamaan alkuaineet Ni ja Co talteen rikastushiekka-alueen suotovedestä.

### Closurematic

Kaivossektoriin liittyi myös EIT RawMaterialsin rahoittama Closurematic-projekti, joka päättyi 2021. Projektissa kehitettiin digitaalinen kaivoksen jatkuvan sulkemisen työkalu. ”Digitaalinen työkalu valmistui projektin puitteissa ja sitä on jo käytetty Saksassa. Tosin sitä ei käytetty kaivosympäristössä,





Suomalainen kallioperä pitää tutkijansa nöyränä. Muinaisten mantereiden liikkeitä ja kivien syntyä paljastamalla pohdittaessa on usein tarpeen laittaa nenä maahan ja ottaa luuppi kouraan. Emil Anderson ja Tuomas Gråsten näyttävät mallia GTK:n ja yliopistojen yhteisellä Leppävirran kenttäkurssilla syksyllä 2020.

mutta tämä vain osoittaa työkalun monikäyttöisyyden ja hyödyllisyyden”, toteaa Kauppila.

Ympäristömonitoroinnin ja aineistojen käytettävyyden edistämiseen tähtäävä uusi EAKR-projekti on myös haussa. ”Pyrkimyksenä on saada kaivosten monitoroinnissa syntynyt data hyötykäyttöön analysoimalla, millaista hyödynnettävää dataa monitorointi tuottaa. Tavoitteena on myös tutkia, miten tätä jatkuvasti syntyvää aineistoa voitaisiin tehokkaammin käyttää esimerkiksi prosessin ohjauksessa” Pasanen kertoo.

### FutuRaM

Kiinnostus sekundaarisiin raaka-aineisiin on kasvussa. Myös EU-komissio seuraa tarkasti niiden hyödyntämiseen liittyvää kehitystä. Kesällä 2022 alkanut Horisontti Eurooppa-ohjelman projekti ”The Future Availability of Secondary Raw Materials” (FutuRaM) tähtää EU:n uusiöraaka-aineiden saatavuuteen ja hyödynnettävyyteen liittyvän tietopohjan kehittämiseen, ottaen huomioon erityisesti EU:n taloudelle ja teollisuudelle kriittiset raaka-aineet.

”Projektissa ei keskitytä pelkästään kaivannaisjätteisiin, vaan mukana ovat myös esimerkiksi elektroniikkaromut, autonakut, tuhkat ja rakennuspurkujätteet. Projektissa luodaan EU-tasoinen tietokanta ko. jätteille. Raaka-ainepotentiaalin luokittelu tehdään UFNC-luokituksen (The United Nations Framework Classification for Resources) mukaisesti, mikä helpottaa resurssien hallintaa ja hyödyntämistä” kertoo Teemu Karlsson, joka vastaa GTK:n osuudesta projektissa.

Projektissa on myös case-kohteita, vaikka pääpaino keskittyykin sekundäärisen raaka-

ainedatan keräämiseen ja tietokannan luomiseen. Suomalainen case-kohte on Otanmäen kaivoksen rikastushiekka-alue, jossa on Otanmäki Mine Oy:n toimesta käynnissä Suomessa pisimmälle edistynyt vanhojen rikastushiekkojen hyödyntämishanke. Rikastushiekasta on tarkoitus ottaa talteen ilmeniittä ( $\text{FeTiO}_3$ ), jonka sisältämä titani on EU:n kriittisten raaka-aineiden listalla. Kohteelle tehtiin jo aikaisemmin GTK:n avustuksella UNFC-luokituksen mukainen resurssiarvio. Kohdetta tullaan käyttämään esimerkkikohteena muille tulevaisuuden rikastushiekkaprojekteille.

### Kallioperätutkimusta

Osana valtakunnallista akkumineraaliprojektia tutkittiin Leppävirta-Heinävesi-Tuusniemi -alueen kallioperää. Tutkimuksilla tuotettiin ajantasaista perustietoa tämän kallioperältään heikosti tunnetun alueen geologisista yksiköistä ja niiden jatkuvuudesta ympäröiville alueille.

Alue on geologialtaan mielenkiintoinen, sillä se sijoittuu Euroopan vanhimman, Itä-Suomesta Kuolan niemimaalle ulottuvan kallioperäalueen ja Keski-Suomesta Ruotsiin jatkuvan nuoremman kallioperäalueen törmäysrauman väliseen mereen saven sekaisina hiekkoina.

”Tutkimuksilla saimme tarkemman käsityksen 1900 miljoonaa vuotta sitten tapahtuneen törmäyksen vaikutuksesta vanhemman kallioperän lohkon reunavyöhykkeeseen ja sitä peittäviin gneisseihin, jotka aikanaan kerrostuivat niiden kahden mannerlohkon väliseen mereen saven sekaisina hiekkoina. Alueen kallioperästä laadittiin myös kolmiulotteinen rakennemalli perinteisen kal-

lioperäkartan lisäksi”, kertoo geologi **Perttu Mikkola** GTK:sta.

Tutkimukset paljastivat Tuusniemen alueelta mielenkiintoisen painovoimapoikkeaman. Geofysiikan mittaukset paikallistivat kallioperän pinnan alla sijaitsevan, ohuena levynä esiintyvän laaja-alaisen, keskiarvoa tiheämmän kivilajin. ”Mallinnuksen mukaan noin 500 metrin syvyydessä sijaitseva anomalia on mielenkiintoinen, sillä tiheä kivilaji poikkeaa selvästi kulkusuunnaltaan pinnan kivilajien ja niiden rakenteiden kullusta. Tätä olisi mielenkiintoista vielä tutkia”, toteaa Mikkola.

Suomen kallioperä on joskus haastava tutkimuskohde. Tämä on tullut selväksi aineiston käsittelyvaiheessa olevissa Leppävirran Pasalanmäen alueen tutkimuksissa. Alueen geologia tarjosi haasteita kokeneillekin kallioperäasiantuntijoille. ”Pasalanmäen geologia on todella mielenkiintoinen. Joihinkin mieltä askarruttaneisiin kysymyksiin ei tälläkään tutkimuksella saada vastauksia, vaikka moni avoin kysymys ratkesikin. Tämän kaltaiset tutkimus- ja kartoitushankkeet ovat todella tärkeitä. Ne antavat uutta, monipuolisesti hyödynnettävää tietoa kallioperästämme”, Mikkola toteaa.

Oleellinen osa Pasalanmäen aineiston käsittelystä tehdään yhteistyössä yliopistojen kanssa. Tekeillä on nimittäin kolme opinnäytetyötä, jotka käsittelevät alueen kallioperää eri näkökulmista. Valmistuttuaan ne muodostavat ytimen aihetta käsittelevään tutkimusjulkaisuun.

TEKSTI: **KRISTINA KARVONEN, GTK**





# LUT tutkii sivuvirtoja ja kouluttaa kiertotalouden ammattilaisia

Joku kävijä saattoi yllättyä viime syksynä nähdessään LUT-yliopiston osaston FinnMateria-messuilla. Messut olivat LUT-yliopistolle ensimmäiset, mutta erotustekniikassa LUT on kaivannaisalan konkari ja huipputaajaa. Kaivosvedet, sivuvirrat, mineraalien prosessointi ja hydrometallurgia ovat LUTin erotustekniikan osaston keskeisiä tutkimuskohteita.

LUT-yliopisto etsii ratkaisuja maailman isoihin ongelmiin, kuten puhtaaseen energian tuotantoon. Hiileneutraali maailma vaatii kuitenkin valtavasti metalleja, joita pitää pystyä tuottamaan kestävästi sekä primaarisista että sekundaarisista lähteistä. Tätä haastetta ratkotaan LUTissa erotustekniikan osastolla, jossa työskentelee yli sata asiantuntijaa ja 12 professoria. Lappeenrannassa syntynyt LUT-yliopisto on nykyisin Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto, jolla on

kampus myös Lahdessa sekä etäyksiköt Mikkelissä ja Kouvolassa. Reilussa 50 vuodessa LUTista on tullut lähes 7500 opiskelijan ja työntekijän yhteisö, joka menestyy erinomaisesti kansainvälisissä arvioinneissa. Tekniikan lisäksi LUTissa opiskellaan kauppätieteitä ja ensi syksystä lähtien myös yhteiskuntatieteitä.

Erotustekniikan osaston yhteydessä toimivat kaivannaisalan **Xplorer-verkosto**, poikkitieteellinen **SCI-MAT-tutkimusala** ja erotustekniikan keskus **CST eli LUT Centre for Separation Technology**. Yhdessä ne

muodostavat kolmikon, joka auttaa kaivannaisalan yrityksiä ja sidosryhmiä uudistumaan ja siirtymään kohti kestävästä kiertotaloutta.

Erotustekniikan osastoa johtaa **Sami Virolainen**, joka vastaa myös huippuluokan laboratorioden toiminnasta Lappeenrannassa, Mikkelissä ja Lahdessa. Laboratorioissa on yli 350 tutkimuslaitetta, joiden ansiosta voidaan tarjota tutkimustietoa sovellettavaksi muun muassa adsorptioon, kiteytykseen, kromatografiseen erotukseen, membraanierotukseen, neste-nesteuuttoon, ioninvaihtoon ja paine-

## ALOITUSKUVA

LUT auttaa yrityksiä siirtymään kiertotalouteen. Kuvassa (oik.) professori Antti Häkkinen, CST:n johtaja Katja Lahikainen, tutkijatohtori Laura Kainiemi, erotustekniikan osaston johtaja Sami Virolainen, professori Laura Albareda, tutkija America Quinteros Condorety ja koordinaattori Jaana Rynnänen

suodatukseen. Tutkimusta tehdään paljon kaivosteollisuuden ja metallinjalostuksen tarpeisiin. ”Kaivannaisalalla ja metallurgiassa sekundaaristen raaka-aineiden kiertotalous sekä rikastushiekkojen ja vesien käsittely tulevat jatkossa yhä tärkeämmiksi aiheiksi, kun siirrytään kohti vähäpäästöistä ja sähköistä maailmaa”, Virolainen toteaa.

### Sivuvirroista raaka-aineita ja liiketoimintaa

SCI-MAT (Sustainable circularity of inorganic materials) on yksi LUTin huippututkimusaloista. Se yhdistää teknologiatutkimuksen, kauppatieteet ja kestävyystieteet tutkimaan epäorgaanisten materiaalien kiertotaloutta eli kriittisten metallien ja muiden materiaalien ottamista kestävästi talteen teollisuuden sivutuotteista ja yhteiskunta-jätteistä. Yksi alustan uusista projekteista on EU:n RELiEF, jonka kunnianhimoisena tavoitteena on saada talteen 70 prosenttia erilaisista jätteiden ja sivuvirtojen litiumista. Suomen Akatemian rahoittama **Action-4Commons** puolestaan tutkii kollektiivista sidosryhmätoimintaa yhteishyödykkeiden turvaamiseksi. **BATCircle**-hankkeissa LUT rakentaa suomalaista akkumetallien kiertotalousekosysteemiä.

Nyt olisi myös otollinen aika jatkaa pari vuotta sitten päättyneitä **Urban Infra Revolution** -projektiä (UIR), jossa geopolymeerikomposiitteja valmistettiin muuan muassa rikastushiekoista ja muista teollisuuden sivuvirroista ja jossa rakenteet 3D-tulostettiin. Uuden valmistustavan ansiosta komposiitit voidaan valmistaa siellä, missä on raaka-aineita ja missä tuotteita tarvitaan. Tällä välteään turhaa kuljetusta ja vähennetään hiilidioksidipäästöjä.

### Suomeen tarvitaan kaivannaisalan osaamiskeskus

Xplorer-verkosto edistää kaivannaisalan tutkimusta ja koulutusta. Verkoston tutkimusvastaavana toimii ekosuunnitteluun erikoistunut teollisuusprofessori **Jutta Nuortila-Jokinen**. Viime syksynä hänen johdolla alettiin miettiä, miten kaivan-

naisalan hajallaan oleva tieto ja osaaminen saataisiin paremmin käyttöön. Syntyi ajatus koordinoivasta osaamiskeskuksesta, ja FiksuKaivos-suunnitelma lähetettiin TEMin perustaman kaivannaisjärjteen hyödyntämistä vauhdittavan koordinaatioryhmän arvioitavaksi. Tavoitteena on löytää rahoitus valtakunnalliselle keskukselle, joka tuo yhteen alan toimijat – niin kaivosyritykset, tutkimuslaitokset, teknologiatoimittajat kuin viranomaisetkin – ja auttaa pk-yrityssektoria löytämään oman roolinsa kaivosteollisuuden kiertotalousekosysteemeissä. Yhdessä toimimalla edistetään kaivannaisteollisuuden kilpailukykyä ja luodaan edellytyksiä merkittävälle vientihankkeille.

Mukana keskusta suunnittelemassa olivat Oulun yliopisto ja Kajaanin ammattikorkeakoulu sekä GTK ja VTT. ”Me alan toimijat tiedämme, että osaamiskeskusta todellakin tarvitaan. Toivotaan, että päättäjät ovat samaa mieltä”, Nuortila-Jokinen sanoo.

### Kemiantekniikka ja uusi kaivosalan maisteriohjelma

LUTissa opiskelu on rentoa ja soveltavaa. Tästä erinomainen esimerkki on **Circular Economy for Minerals Processing eli CEMP-kurssi**, jossa eri tieteenaloja ja ohjelmia edustavat opiskelijat ratkovat tiimityönä teollisuuden kiertotaloushaasteita. Kurssin ideana on tuoda yhteen erilaisia osaajia, jolloin myös haasteita lähestytään eri näkökulmista. Luennot tulevat maailman eri yliopistoista, jotta opiskelijat saavat parhaan tiedon käyttöönsä. Projektityössä ratkaistavat haasteet ovat oikeita tutkimusongelmia, mutta tulevaisuudessa mukaan toivotaan lisää yrityksiä, jotta yhteistyötä saadaan syvennetyksi yritysmaailman kanssa.

Kemiantekniikan opinnot ovat hyvä väylä kaivannaisalalle ja kaikkeen teollisuuteen. LUTissa opinnot voi aloittaa kemian kandidaattiohjelmassa, joka hakemusten perusteella oli viime vuonna Suomen suosituin. Maisteritasolla kemiantekniikkaa voi opiskella kolmessa englanninkielisessä ohjelmassa. **Biorefineries**-ohjelmassa opiskellaan uusiutuvien raaka-aineiden käyttöä, ja se on suunniteltu

niin, että opiskelu on mahdollista työn ohella. **Sustainable Biomass and Bioproducts Engineering** -ohjelma järjestetään perinteiseen tapaan lähiopetuksena Lappeenrannan kampuksella, ja uusin **ohjelma Water Technology** aloitetaan Mikkelissä ensi syksynä.

Kemiantekniikan lisäksi syksynä on mahdollista aloittaa opinnot täysin uudessa kaivannaisalan ohjelmassa. **MEITIM** eli **MSc in Entrepreneurship, Innovation and Technology Integration in Mining** on kansainvälinen kolmoistutkinto, jonka tarjoavat LUT sekä Madridin ja Wrocławin teknilliset yliopistot. MEITIM kouluttaa uuden sukupolven yrittäjähenkisiä insinöörejä, joilla on vahvan teknisen osaamisen lisäksi kyky integroida innovaatiot ja uudet teknologiat liiketoimintaan.

### Tavataan Nordic Filtration Symposiumissa kesäkuussa

Muutama vuosi sitten maailman suurin kaivosvesikonferenssi IMWA järjestettiin Lappeenrannassa. Ensi kesänä 12.-15.6.2023 on vuorossa **Nordic Filtration Symposium – Techno-sustainability and circular economy**. Silloin Saimaan rannalla puhutaan suodattuksesta erityisesti pohjoismaisesta näkökulmasta. Painotus on voimakkaasti kiertotaloudessa myös kestävyys- ja businessmielessä. NOFS19-symposiumin yhteydessä järjestetään myös SCI-MATin ensimmäinen tieteellinen seminaari.

Kesää odotellessa kannattaa osallistua 22.3.2023 **Circular Minerals** -sarjan neljännen seminaariin. Siinä käsitellään kaivannaisalan ajankohtaisinta haastetta eli kaivosjärjteen käyttämistä raaka-aineena. Tilaisuus järjestetään sekä verkossa että fyysisesti Otaniemessä. LUT tekee seminaarisarjaa yhdessä Oulu Mining Schoolin, GTK:n ja VTT:n kanssa.

Kerron mielelläni lisää toiminnastamme ja yhteistyömahdollisuuksista. jaana.ryynanen@lut.fi ▲

TEKSTI: JAANA RYYNÄNEN

LUT University  
Join us this summer at the  
**19th NORDIC FILTRATION SYMPOSIUM**  
Techno-sustainability and Circular Economy  
>> June 12-15, 2023 - Lappeenranta, Finland >> [www.lut.fi/en/nofs19](http://www.lut.fi/en/nofs19)

# RIVERIA kouluttaa ja kehittää kaivosalan osaajia tulevaisuuden työelämän tarpeisiin

Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymä Riveria on Suomen vanhin kaivosalan kouluttaja, jonka historia juontaa Outokummun kaivoksen ammattikouluun.

Sotavuodet 1940-luvulla koettivat maamme monella tapaa. Myös maamme kaivosala sai tästä osansa. Sotavuosien työvoimapula ei kaivosalalla helpottanut 1950-luvulle tultaessa. Tähän tarpeeseen Outokumpu Oy perusti Outokummun kaivosammattikoulun. 1.9.1953 toimintansa aloittanut koulu on jatkanut toimintaansa aina näihin päiviin saakka. Matkalle on mahtunut monia käänteitä ja nimiä, mutta tänä päivänä Outokummun kaivosammattikoulun historia elää vahvasti osana Riverian toimintaa. Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymä Riverian kaivos-, maanrakennus- ja infra-alan Outokummun toimipaikka tarjoaa opiskelijoille nykyaikaista kaivosalan koulutusta kunnioittaen Outokumpu Oy:n alulle saattamaa kaivosmiesten koulutusta.

## Jatkuvalla haulalla töihin

Siinä, missä ennen kaivosyhtiö koulutti työntekijöitään työhön, valmentaa nykyään Riveria tulevaisuuden osaajia yhteistyössä kumppaneiden kanssa. Kouluttautuminen ja sen monet mahdollisuudet toteutuvat nyt siis tiiviissä vuorovaikutussuhteessa Riverian, opiskelijan ja työelämän kumppaneiden välillä. Koulutus on tarveperustaista ja pohjautuu niin yksilön kuin yritystenkin tarpeisiin. ”Tänä päivänä tarpeita riittää”, toteaa kaivosalan opettaja Juha Hartikainen. ”Meillä on koko ajan kyselyitä opiskelijoista ja uusista työntekijöistä sekä koulutuksista”, Hartikainen jatkaa. Riverian jatkuva haku tarjoaa kenelle tahansa mahdollisuuden lähteä kouluttautumaan uusiin tehtäviin tai muuten kartuttamaan osaamistaan. Yksilöl-



Opiskelijalähtöistä koulutusta yhteistyössä kumppaneiden kanssa

liset ja joustavat oppimispolut räätälöidään kunkin opiskelijan tarpeeseen ja linkitetään yhteen yritysten tarpeiden kanssa. ”Meillä voi aloittaa opiskelun milloin vain, onhan visiomme olla aina läsnä oppijalle ja avoinna työelämälle”, Hartikainen täsmentää.

## Hanketoiminta mukana kehityksessä

Riveria on kouluttanut kaivosteollisuuteen ja maanrakennusalalle osaajia jo vuosia ajan hermolla ja tiiviissä yhteistyössä yritysten kanssa. Koulutus on muuttunut ja muuttuu

alituiseen voimakkaasti. Oppilaitoksessa ole jääty odottelemaan uusia muutoksia, vaan toimintaa kehitetään aktiivisesti yhdessä alan yritysten kanssa. Erinomaisena esimerkkinä yhteistyöstä ja toiminnan kehittämistä on Riverian ja yritysten yhteinen Kipinää kaivoksessa -hanke. ”Hankkeessa Riveria testaa kehittämäänsä koulutuskonseptia yhdessä yritysten kanssa”, kertoo projektiasiantuntija Arttu Arovainio. ”Kehitystyössä toimintaa ovat viitoittaneet alan keskeiset toimijat kuten E. Hartikainen Oy, Tapojär-



vi Oy ja Endomines Oy Pohjois-Karjalan maakuntaliiton tuella”, summaa Arovainio. Hänen mukaansa Riveria on maamme edelläkävijä sähköisten oppimisympäristöjen kehittämisessä ammatillisen koulutuksen tarpeisiin. ”Riveriassa pidetään jalat maassa ja katse korkealla. Meillä on hyvä porukka, jolla kaivosalan toimintaa viedään eteenpäin”, kuvaa Arovainio.

### Oppisopimuskoulutus kehittämisen mahdollistajana

Mielikuva Riveriasta vain peruskoulusta päässeiden pohjoiskarjalaisten nuorten kouluttajana on vanhentunut. Esimerkiksi työikäistä aikuisväestöä on opiskelijoina infra- ja rakentamisen aloilla jo yli puolet.

”Yritysten tarve osaavalle työvoimalle on erityisen suuri. Tähän vastaamme monin eri tavoin. Elokuussa 2023 olemme aloittamassa ensi kertaa kaivosalan perustutkintokoulutuksen nuorille, jotta alalle saadaan uutta verta. Kaivosalalla on pula nuorista. Perustut-

kintokoulutus ei kuitenkaan ole nopea tapa vastata työvoimatarpeeseen. Tähän meillä on tarjolla työvoimahallinnon rekrytointi- ja erityisen nopeana ratkaisuna oppisopimuskoulutus. Oppisopimuskoulutuksen voi aloittaa jopa päivässä, mikäli asiat etenevät suotuisasti. Nykymuotoinen oppisopimuskoulutus palvelee erityisen hyvin osaamisen kehittämistä yritysten, yrittäjien, alanvaihtajien tai kenen vain tarpeissa, Hartikainen kertoo.

Määräaikaisella oppisopimuksella työopimukseen rinnalla työnantaja antaa luvan kouluttaa työntekijää työn ohessa. Koulutuksella on mahdollista tukea yritystä rekrytointitilanteessa, jolloin esimerkiksi koulu huolehtii perehdytyksestä ja työhön tarvittavasta perusosaamisesta. Koulutettava voi olla myös jo työssä oleva työntekijä, jolle koulutuksen avulla hankitaan lisää osaamista työn tueksi.

”Oppisopimuksella voi hankkia itselleen osaamista joko tutkinnolla tai ilman. Voi hankkia sen ensimmäisen tutkinnon tai vaikka syventää jo hankittua osaamista jatko-

koulutuksella ammatti- tai erikoisammattitutkintoon. Tutkintoa voi suorittaa useammassa yrityksessä osissa tai yhdessä yrityksessä kokonaisuutena. Tyypillisesti oppisopimuksen suorittanut opiskelija jatkaa työuraa oppisopimuspaikassaan”, jatkaa Hartikainen. ▲

Lisätietoa Riveriasta:  
[www.riveria.fi](http://www.riveria.fi)

**YRITYSTEN TARVE  
OSAAVALLE TYÖVOIMALLE  
ON ERITYISEN SUURI. TÄHÄN  
VASTAAMME MONIN ERI  
TAVOIN. ELOKUUSSA 2023  
OLEMME ALOITTAMASSA  
ENSI KERTAA KAIVOSALAN  
PERUSTUTKINTOKOULUTUKSEN  
NUORILLE, JOTTA ALALLE  
SAADAAN UUTTA VERTA**



**RIVERIA**

## AMMATTITAITOA ASEENTEELLA – OSAAJIA TARVITAAN!

Kiinnostaako maarakentaminen tai louhintatyöt (poraus/panostus)? Omaatko kenties kokemusta ja infra-alalta ja haluat päivittää osaamistasi? Yrittäjä, onko yrityksessäsi henkilöstön osaaminen ja pätevyudet ajan tasalla?

**Kaivosmies**  
Kaivosalan perustutkinto  
Kaivosalan ammattitutkinto

**Panostajakoulutukset**

Nuorempi panostaja	Räjätystyön vastuuhenkilö
Vanhempi panostaja	Panostajan kertauskoulutus
Ylipanostaja	

**Lisätietoja:** Pekka Martikainen, p. 050 430 0530, pekka.martikainen@riveria.fi

**Maarakennuskoneenkuljettaja**  
Rakennusalan perustutkinto

**Maarakennusalan ammattitutkinto**  
Maarakennuskoneiden käyttö | Liikennealueiden ylläpito | Infra-alan kuljetukset | Kalliorakentaminen

**Maarakennusalan erikoisammattitutkinto**

**Lisätietoja:** Juha Hartikainen, p. 050 341 2390, juha.hartikainen@riveria.fi

Katso lisää: [riveria.fi/kaivosala](http://riveria.fi/kaivosala)

**PANOSTA OSAAMISEEN TYÖN OHESSA!**

**MYÖS OPPISOPIMUKSELLA**

**RIVERIA.FI**



# Outokummun kaivosmuseon 40 -vuotinen taival

Kaivosmuseon toiminta alkoi vuonna 1982 Outokummun kaivosmuseon säätiön perustamisella Outokumpu Oy:n ja Outokummun kaupungin toimesta. Säätiön tärkeimmäksi tehtäväksi määriteltiin kaivosmuseon ylläpitäminen ja kehittäminen sekä kaivostoiminnan ja kaivostekniikan yhteiskunnallisten vaikutusten historian tutkimuksen tukeminen ja edistäminen.

**K**aivosalan erikoismuseo avattiin 13.8.1982. Kaivosmuseo sijoitettiin vuonna 1927 valmistuneeseen kaivostupaan, joka oli alun perin rakennettu kaivosmiesten pukeutumis- ja peseytymistiloiksi. Museota

perustettaessa Outokumpu Oy lahjoitti rakennuksen kaivosmuseosäätiölle. Syksyllä 2005 perustajajäsen Outokumpu Oyj irtautui Kaivosmuseosäätiöstä. Säätiö lakkautettiin vuonna 2009 ja Kaivosmuseo siirtyi Outokummun kaupungille. Kaivosmuseo on

museoammatillisesti hoidettu erikoismuseo, jolla on kaksi vakinaista työntekijää: museonjohtaja ja amanuenssi.

## Tärkeitä vuosia museon toiminnassa

1990-luvulla rinnerikastamoon rakennettiin rikastusprosessia kuvaava näyttely. Rikastuslaitteita museoon saatiin kaivoksilta eri puolilta Suomea. Rikastusnäyttelyä uudistettiin CBC Karelia/InterActive History -hankkeessa vuosina 2019-2021, jolloin toteutettiin mobiiliopas ja tehtävapistettä. Erityisesti lapsille suunnatuissa tehtävapisteeissä voi kokeilla malmikivien käsin poimintaa tai ominaispainoerottelua.

EAKR-rahoitteinen Outokummun kaivosmuseon kehittämishanke käynnistyi vuonna 2009. Hankkeen aikana korjattiin vanhassa Kaivostuvassa sijaitsevat Kaivosmuseon perusnäyttelyn tilat sekä suunniteltiin ja rakennettiin uusi perusnäyttely. Ensimmäisenä käyttöön otettiin vaihtuvien näyttelyjen tila vuonna 2010. Uusi perusnäyttely avautui yleisölle 1.7.2011.

Kaivosmuseon toimintaan kuuluvat näyttelyiden suunnittelu ja rakentaminen, kokoelmien hoito, tutkimustoiminta, tapahtumien järjestäminen, julkaisu- ja tiedotustoiminta sekä museopedagogiikka.

Perusnäyttelyjen lisäksi Kaivosmuseo on toteuttanut yli 50 omaa tuotantoa olevaa lyhytaikaisempaa näyttelyä. Vuosittain tuotetaan kaksi vaihtuvaa näyttelyä. Kesän 2023 näyttely kertoo kaivosten työturvallisuudesta.

Kaivosmuseo on 40-vuotisen historiansa aikana osallistunut aktiivisesti tapahtumien järjestämiseen. Osa tapahtumista on vakiin-

### ALOITUSKUVA

Outokummun malmin löytymisen merkittäviä vuosipäiviä on juhlistettu. Vuonna 2010 tuli kuluneeksi 100 vuotta Outokummun kuparimalmin löytymisestä ja sen kunniaksi Vanhalla kaivoksella järjestettiin juhlapäivä eri tilaisuuksineen. Päivä alkoi seppeleenlaskulla Otto Trüstedtin muistomerkillä.





Kaivosmuseo 40 vuotta



Kaivosmuseon esineet vaihtelevat kooltaan. Kuvassa kaivosyhtiö Bolidenin lahjoittama tankomylly, paino 35 000 kg



Museon vaihtuvan näyttelyn tila. Kuva Pioneerinäyttelystä keväältä 2022

tunut jokavuotiseksi perinteiksi, osaa on vietetty yksittäisiä kertoja. Suosituimpia Outokummun kaivosmuseon tapahtumista ovat olleet tilaisuudet, joissa tunnistetaan museon kokoelmista valokuvia. Tilaisuudet ovat keränneet vuosien aikana lukuisia innokkaita osallistujia, ja Kaivosmuseo on saanut arvokasta tietoa niin valokuvista kuin kaivoshistoriasta ja kaivosyhdyskuntien elämästäkin.

Vuodesta 2015 alkaen on järjestetty Trüstedt-päivä. Tapahtumapäivä pyritään järjestämään 17.3., Outokummun malmin löytymisen merkkipäivänä, ja eri puhujien

tilaisuudessa pitämät esitelmät ovat vuosittain vaihtuvan teeman mukaisia. Vuoden 2023 teemana on Kaivosalan koulutusta ja tilaisuus striimataan edellisvuosien tapaan.

### Museokokoelmat

Kaivosalan erikoismuseona Outokummun kaivosmuseon valtakunnallisella tallennusvastuulla on tallentaa Suomen metallikaivosten (1900-luvun alusta nykypäivään asti) toimintaa. Museo tekee tutkimustyötä ja erityisesti nykydokumentointi kaivoksiin liittyvistä asioista on tärkeää. Tällä hetkel-

lä museo dokumentoi FinnCobalt Oy:n toimintaa ja kaivosalan työntekijöiden ajatuksia eläköitymisestä.

Museon kokoelmien kartuntaa säädel-  
lään museon kokoelmapoliittisella ohjelmalla (2023-2036). Museon kokoelmat ovat 40 toimintavuoden aikana karttuneet seuraavasti:

- Esinekokoelma: 13 391 kpl. Esineitä löytyy karbidilampusta tankomyllyyn.
- Valokuvakokoelma: 33 727 kpl. Rungas kuvakokoelma sisältää Outokumpu Oy:n kaivosten toiminnan kuvausta, mutta myös valokuvia paikallisilta valokuvaa-  
jilta sekä Suomen Malmi Oy:ltä.
- Arkisto- ja kirjakokoelma: 6 000 kpl. Arkistoaineistossa on matkakertomuksia ja käsikirjastossa kaivosalan kirjallisuutta.
- Kartta- ja piirustus kokoelma: 8 000 kpl. Laajasti mm. Keretin kaivoksen piirustuksia sekä jonkin verran kaivosyhdyskunnan rakennusten piirustuksia.
- Audiovisuaalinen kokoelma: 892 kpl.
- Lisäksi museolla on oma taidekokoelma: 86 taideteosta. Taidekokoelma on perustettu vuonna 2020.

### Tulevaisuuden haasteita

Outokummun kaivosmuseo ottaa vetovastuun Vanhan kaivoksen operatiivisesta toi-



Työturvallisuudesta kertova näyttely avautuu kesäksi 2023 museon alakertaan. Kuvassa komuista varoittava työturvallisuusjuliste

Kaivosmuseon valokuvakokoelmassa on kuvia myös kaivostoiminnan alkuvuosilta. Kuva rinnerikastamosta ja tornista vastavalmistuneina

minnasta vuoden 2023 aikana Matkakumpu Oy:ltä. Tämä merkitsee lisäresurssointia museolle mm. henkilökunnan osalta. Museon perusnäyttelyn uudistaminen on lähivuosien iso voimanponnistus. Onneksi museolla on hyvät yhteistyökumppanit, joiden kanssa voidaan luoda uutta. Kaivosmuseon rahoitus tulee valtionosuudesta ja kaupungin budjettimäärärahoista. Lisärahoitusta museon kehittämiseen saadaan hankerahoituksella ja avustuksilla. Toiminnan toteuttamista edesauttavat myös museon vapaaehtois-työntekijät, jotka toimivat asiantuntijoina ja opastavat tai avustavat näyttelyiden ja tapahtumien suunnitteluissa ja toteutuksissa. ▲



Malmikivet odottavat seulontaa uudella tehtäväpisteellä rinnerikastamossa.

TEKSTI: **MERJA MARIN**



Kaivosmuseon AR-piste testauksessa.



Vuonna 1985 louhittiin museotunneli esittelemään kaivostyötä. Museotunneli on osa Kaivosmuseon näyttelyä. Lisää tunnelia louhittiin vanhan tunnelin jatkoksi vuosina 2013-2014.



OUTOKUMMUN KAIVOSMUSEON  
TRÜSTEDT-PÄIVÄ

17.3.2023 klo 12.00

Teemana kaivosalan koulutus

Tervetuloa seuraamaan verkossa allaolevassa osoitteessa:  
<https://www.youtube.com/@outokummunkaupunki4226>



# WIDE RANGE OF GEOSERVICES



## Ainutlaatuinen ja kattava palvelukonsepti malminetsinnän ja kaivostoiminnan tarpeisiin

- Geologiset palvelut
- Kaivospalvelut
- Geotekniset palvelut
- Näytteiden käsittely- ja säilytyspalvelut
- Kenttäpalvelut

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

 **PALSATECH**

Ota yhteyttä:  
[info@palsatech.fi](mailto:info@palsatech.fi)  
040 180 5324



Advanced technology and inspired  
design to meet tough conditions.



RF Valves, Oy.  
Tullitie 9,  
13500 Laajenenwaita, Finland  
Tel: +358 20 758 1790  
Fax: +358 20 785 1799  
[email@rfvalvesorrftek.fi](mailto:email@rfvalvesorrftek.fi)  
[www.rfvalve.com](http://www.rfvalve.com)

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


## FutureSmart Mining™

Yhdistää  
teknologian,  
digitalisaation ja  
vastuullisuuden

 **AngloAmerican**



YOUR LABORATORY SERVICE PROVIDER IN ALL PHASES OF MINING OPERATIONS

 **eurofins**

Mineral Testing



# Vastuullisesti tuotettua suomalaista kultaa

Endomines on suomalainen kestävä kaivostoiminnan edelläkävijä, jonka Ilomantsin Pampalossa sijaitseva kaivostoiminta keskittyy kullan tuotantoon ja rikastamiseen sekä malminetsintään Karjalan kultalinjalla Itä-Suomessa. Kotipaikkansa Ruotsista Suomeen siirtäneessä yhtiössä nähdään kasvumahdollisuuksia eettisesti tuotetun jalometallin markkinoilla.

” Visionamme on kasvattaa Karjalan Kultalinjasta yksi maailman merkittävimmistä ja vastuullisimmista kullantuotantoalueista. Kuluttajamarkkinan arvojen kiihtyvä murros muovaa toimialaamme kohti strategiamme ydintä – vastuullisuutta. Missiomme on muuttaa kuluttajien, kultaseppien ja elektroniikkavalmistajien tietoisuutta ekologisemmin tuotetun raaka-aineen saatavuudesta – ja näin luoda tuottamallemme kullalle myös kysyntää”, toteaa Endominesin toimitusjohtaja Kari Vyhtinen.

## Fokuksessa Pampalon yli 2 500 miljoonaa vuotta vanha esiintymä

Karjalan kultalinjalta löytyy yli 2 500 miljoonaa vuotta vanha esiintymä, jossa on samankaltaisia geologisia ominaisuuksia useiden

maailman johtavien kullantuotantoalueiden kanssa. Geologian Tutkimuskeskuksen (GTK) vuonna 2015 toteuttaman tutkimuksen mukaan on ”korkea, yli 50 prosentin todennäköisyys, että Karjalan kultalinjalla on yli miljoona unssia löytämätöntä kultaa”

Alueella on samanlaisia geologisia piirteitä kuin muilla arkeisilla viherkivivyöhykkeillä, kuten Kalgoorlie (Australia), Abitibi (Kanada) ja Witwatersrand (Etelä-Afrikka), jotka kaikki ovat merkittäviä kullantuotantoalueita.

## Tuotantoa Pampalossa kehitetään tunnettujen kultaesiintymien avulla

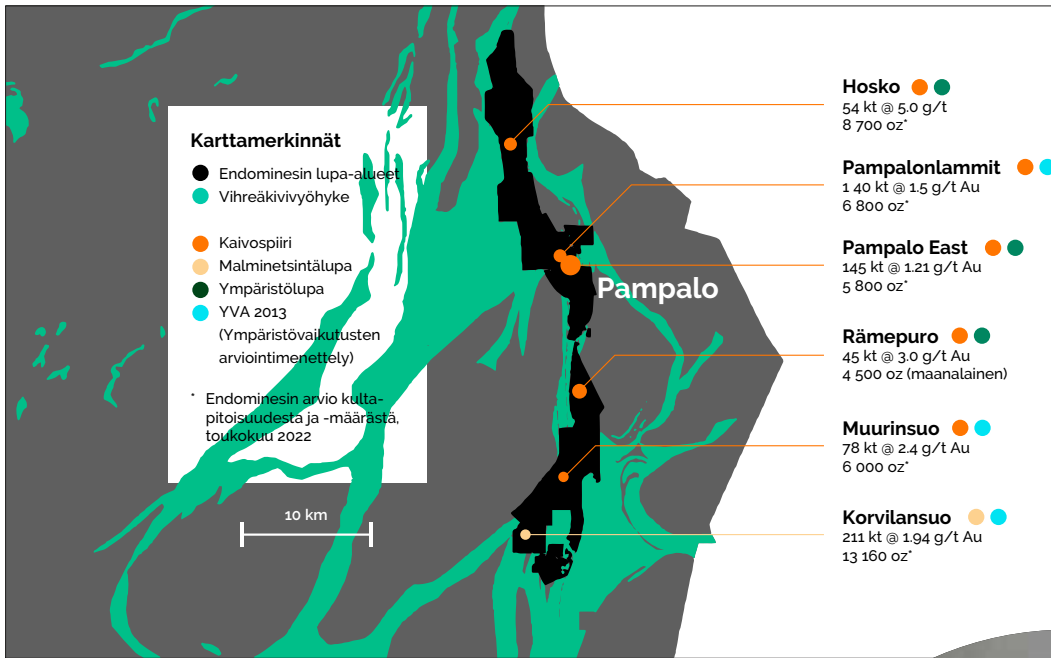
Pampalon tuotantoa nostettiin jo alkuvuoden 2022 aikana merkittävästi, mikä osaltaan vaikutti positiivisesti taloudelliseen kannattavuuteen. Toukokuussa 2022 Endominesilla päätettiin ryhtyä toimeen myös muiden

alueen esiintymien kehittämiseksi ja päätettiin avata myös itäinen avolouhos. Arvio on, että tämä kasvattaa kullan tuotantoa Pampalossa 10–20 prosentilla. Endominesilla aiotaan jatkaa myös muiden Kultalinjan tunnettujen ja luvittujen osien kehittämistä Pampalon tuotantomäärien kasvattamiseksi.

## Tuotantolaitos ja rikastamo ovat keskeisellä paikalla lähellä satelliittiesiintymiä

Endominesin tuotantolaitos ja rikastamo sijaitsevat myös Ilomantsin Pampalossa, keskellä Karjalan kultalinjaa. Sijainti on optimaalinen kullantuotannon keskittämiseksi yhdelle tuotantolaitokselle; se mahdollistaa kullantuotannon laajentamisen nykyisiltä, lähietäisyydellä sijaitsevilta satelliittiesiintymiltä löytyvillä kultavarannoilla.





”Kullan tuotanto keskitetään Pampalon tuotantolaitokselle, mihin myös tullaan investoimaan tuotannon tehokkuuden ja modernin infrastruktuurin ylläpitämiseksi. Rikastuslaitoksella on paljon käyttämätöntä kapasiteettia, mikä mahdollistaa toiminnan laajentamisen.” toteaa Vyhtinen painottaen lisäksi, että sijainti lähellä suurimpia asiakkaita myös edesauttaa tuotantoprosessin vastuullisuutta minimoimalla kuljettamisesta aiheutuvat päästöt.

### Aktiivinen malminetsintä Karjalan kultalinjalla tähtää yli miljoonan unssin kultavarannot sisältävän esiintymän määrittämiseen

Liiketoiminnan jatkumon varmistamiseksi Endominesilla keskitytään vahvasti myös malminetsintään Karjalan kultalinjan alueella. Alkuvaiheessa keskitytään jo tiedettyjen alueiden jatkokehitykseen sekä historian tutkimusten perusteella potentiaalisiksi määritettyjen alueiden tutkimiseen. Yhtiön tavoitteena onkin määrittää alueella yli 1 miljoonan unssin kultamineralisaatio vuoden 2025 loppuun mennessä.

### Korkean kultapitoisuuden kairaustuloksia

Yhtiö raportoi alkuvuodesta korkean kultapitoisuuden kairaustuloksia 1050 m tasolta Pampalon kultakaivoksella. Syksyn 2022 suunnitelmien mukaisesti kairattiin maanalainen etsintäreikä (T-1827), jolla pyrittiin varmistamaan esiintymän jatkuminen syvyysuunnassa.

”Kairareikä T-1827 lävisi 6,0 m pitoisuudella 9,2 g/t kultaa ja se osoittaa, että mineralisoitunut vyöhyke jatkuu vähintään 235 metriä alaspäin nykyiseltä tuotantoalueelta, 755 m ja 815 m kaivostasojen välillä. Esiintymän syvyysjatkeet ovat edelleen avoimna, mutta tulokset näyttivät lupavilta: kairareikä T-1827 lävisitys 6,0 m pitoisuudella 9,2 g/t kultaa, sisältäen 0,9 m pitoisuudella 36,4 g/t kultaa. Tämä kairareikä varmentaa kultamineralisoituneen vyöhykkeen jatkumisen alaspäin, mutta lisää kairausta tarvitaan vielä louhinnan taloudellisen kannattavuuden selvittämiseen” kommentoi yhtiön päägeologi Jani Rautio.

### Kasvustrategian ytimessä vastuullisesti tuotettu kulta

Endomines on kaivosyhtiö, jossa asiat ajatellaan uudella tavalla. Yhtiön uusi, viime vuonna tehty kasvustrategia keskittyy vastuulliseen kullan tuotantoon Karjalan kultalinjalla. Liiketoiminnan ytimeen nostettiin vastuu ympäristöstä ja vastuu ihmisistä sekä paikallisen alueen elinvoiman tukeminen.

”Rakennamme kasvuamme ja kilpailukykyämme vastuullisesti. Eettisesti tuotetun metallin ja kestävä kaivostoiminnan edelläkävijänä otamme huomioon liiketoimintamme vaikutukset ympäristöön ja ihmisiin. Toimintamme keskiössä ovat henkilöstön



turvallisuus ja hyvinvointi, ympäristön ja luonnon säilyttäminen puhtaana sekä yhtiömme hyvä ja eettinen hallinnointi. Ajattelemmme asiat uudella tavalla ja haluamme jättää positiivisen jalanjäljen sinne, missä toimimme. Siksi louhimamme kulta on aina vastuullisesti tuotettua ja sen koko tuotantoketju on läpinäkyvä. Tavoitteenamme on, että tulevaisuudessa meiltä tulevan kullan alkuperä on jäljitettävissä.

Haluamme kasvattaa liiketoimintaamme kantaen vastuamme sekä ympäristöstä että paikallisesta elinvoimasta,” kuvailee Vyhtinen yhtiön uutta liiketoimintamallia. ▲

TEKSTI: RIIKKA NIEMI



# Yara Siilinjärven ja Tapojärven allianssista ei löydy huonoa sanottavaa ensimmäisen tuotantovuoden jälkeen

Yrityksillä on yhteinen arvopohja, jonka päälle rakennetaan pitkäjänteisesti kannattavaa liiketoimintaa

ALOITUSKUVA

Yara Siilinjärven ja Tapojärven kokemukset allianssimallin toimivuudesta kaivostuotannossa saavat peukkaa molemmilta osapuolilta.



**Y**ara Suomi Oy:n Siilinjärven kaivos ja Tapojärvi Oy aloittivat vuoden 2022 alusta yhteistoiminnan ns. allianssisopimuksella, joka on hyvin harvinaista kaivostuotannossa maailmanlaajuisestikin.

Kaivosalalla Suomessa ovat olleet käytössä perinteiset urakkamallin sopimukset, joissa yhtiö tilaa työsuoritteita urakoitsijalta ja urakoitsija laskuttaa sen mukaan, minkä verran töitä on tehty. Molemmat yritykset maksimoivat omaa voittoa.

Yara Siilinjärvellä käynnistyi Noste-projekti vuonna 2016, jolloin yritys kilpailutti kolme kaivospalvelutuotannon toimintamallia. Tammikuussa 2020 Yara Suomi Oy ja Tapojärvi tekivät historiaa allekirjoittamalla uudenlaisen kumppanuussopimuksen, jossa Yara Siilinjärven kaivos ja kaivospalveluista vastaava Tapojärvi kehittävät, suunnittelevat ja johtavat päivittäistä toimintaa tiivissä yhteistyössä.

Yara ja Tapojärvi perustivat molempien toimijoiden asiantuntijoista tiimit, jotka ryhtyivät suunnittelemaan toimintaa, tuotantoa, kalustoa ja järjestelmiä, joilla data saataisiin yhteisesti käyttöön.

Yara Siilinjärven kaivospäällikkönä työskennellyt **Mikko Keränen** kuvaa allianssin ensimmäistä yhteistä tuotantovuotta ja kahden edeltävää valmistettavaa vuotta uuden toiminnan luomisen ajaksi. Sinä aikana on tehty kokonaan uusi yhteinen organisaatio uusine tehtäväkuvineen, hankittu uusi kalusto, uudet järjestelmät ja rakennettu viipale uutta rakennustakin, Big Roomia.

- Allianssi on vaatinut pitkäjänteistä ja määrätietoista työtä. Kulunut vuosi on ollut hyvä. Malmia on rikastamolle riittänyt ja tekemistä on saatu kehitetyksi oikeaan suuntaan. Haasteitakin on ollut, mutta niistä on selvitty yhteisellä tekemisellä, Keränen listaa.

Allianssityö tähtää askel kerrallaan siihen, että tekeminen on suunniteltua, hallittua ja laadukasta.

- Suurin hyöty on yhteinen tavoite eli maali. Emme tarvitse jatkuvaa vääntöä tilaajan ja urakoitsijan välisistä arkisista asioista, kun on yhteinen budjetti, johon tähdätään. Allianssimallin toimintatavasta haittoja on vaikea löytää, Keränen jatkaa.

Myöskään Tapojärven tuotantopäällikkö Juha Posti ei ole vielä yhteenkään negatiiviseen asiaan törmännyt.

- Tieto liikkuu hyvin, kun kaikki toiminta tapahtuu yhteisessä tuotannon työskent-



Yara Siilinjärven kaivoksen johtaja Antti Savolainen (oik) ja Tapojärven operatiivinen johtaja Martti Kaikkonen ovat valmistelleet allianssimallia ja sen toiminnallisuutta jo vuosia. Matka on ollut mielenkiintoinen, ja sinä aikana on huomattu, että molemmilla yrityksillä on samanlainen arvopohja, jonka päälle on helppo rakentaa kannattavaa liiketoimintaa.

telytilassa Big Roomissa. Allianssille määritettiin omat päivä-, viikko-, kuukausi- ja turvallisuuspalaverit, joissa sen toimintaa arvioidaan ja kehitetään koko ajan. Asioista keskustellaan avoimemmin ja yhteinen päämäärä tulee selkeämmin esille, Posti kertoo.

Yaran ja Tapojärven allianssiin pohjautuvassa yhteistyössä on otettu lukuisia kaivospalvelutuotannon kehitysaskelia eteenpäin.

- Selkeästi suurin hyöty on yhteisen tavoitteen asettaminen, ja kun onnistutaan, niin molemmat hyötyvät. Tällä varmistetaan, ettemme sorru osaoptimointiin, josta lopulta kärsivät molemmat. Uskon, että näin yhdessä toimimalla myös työskentelyympäristö on mahdollisimman hyvä ja kannustava, Yara Siilinjärven kaivoksen johtaja Antti Savolainen sanoo.

### **Uusi kalusto, järjestelmät ja tietokanta yhteiseen käyttöön**

Allianssia varten tilattiin pääosin täysin uusi kalusto. Esimurskalle kiven vastaanottoon rakennettiin kiinteä puomisto hydraulisella vasaralla. Sitä operoidaan tällä hetkellä vielä kauko-ohjauksella murskakopista, mutta tulevaisuudessa ehkä etänä. Myös tuotanto-

poravaunuissa on etäoperointimahdollisuus.

Kaluston lisäksi tuli myös uusia järjestelmiä ja tuotannonohjausjärjestelmän uusi järjestelmäversio.

Turvallisuusjärjestelmiin on Siilinjärven kaivoksella panostettu viime vuosina paljon, ja turvallisuus on pysynyt allianssinkin aikana hyvällä tasolla eli uusikin henkilöstö on perehdytetty onnistuneesti.

- Esimerkiksi CAS-järjestelmä ollaan ottamassa käyttöön. Kaikkiin kaivosalueella liikkuviin koneisiin ja kulkuneuvoihin on asennettu törmäyksenestojärjestelmä, joka näyttää kuljettajalle 200 metrin säteellä olevan muun kaluston ja varoittaa ylinopeuksista sekä hälyttää kuljettajalle mahdollisesta törmäysvaarasta. Kaikki tieto tallentuu ja tilanneanimaatioista on hyötyä mahdollisissa tutkintatapauksissa eli vakavissa läheltä piti-tilanteissa tai törmäyksissä. Seurantajärjestelmä alkutaipaleella ylinopeudet ovat jo vähentyneet, Yara Siilinjärven kaivoksen kehityspäällikkö **Sakari Mononen** kertoo.

Louhosseinämien liikkeiden monitoroinnissa Siilinjärven kaivos on ollut edelläkävijä vähintäänkin Pohjois-Euroopassa, ja uutena sovelluksena on nyt myös käytös-



Ensimmäisen tuotantovuoden aikana kaivoksen tuotantotavoitteet ovat toteutuneet hyvin ja rikastamo on saanut kaiken malmin, mitä se on ehtinyt prosessoimaan.

sä InSAR-satelliittimonitorointi. Louhinnan reikäkätiedon lisääntyneeseen seurantaan on hankittu Orican BlastIQ-järjestelmä. Kivautojen rengaspaineiden ja lämpötilojen seurantaan käytetään MEMS-järjestelmää, joka hälyttää poikkeamista.

Kahden yhtiön IT-integraation tavoitteena oli yhdistää eri tietojärjestelmistä tuleva tuotantotieto allianssin yhteiseen NOSTE-tietokantaan, josta sitten jalostetaan lähinnä PowerBI-raportteja tuotantotiimin ja allianssin johtoryhmän keskipitkän suunnittelun tarpeisiin.

Oikeanlainen asioiden mittaaminen on ensiarvoisen tärkeää, kun haetaan jatkuvaa parantamista ja kustannustehokkuutta. Reaaliaikainen tilanne näkyy alkuperäisistä järjestelmistä, kuten FMS, mutta trendit ja analyysit tarvitsevat hieman pidempää näkymää.

- Tuotannonohjausjärjestelmän ylösajossa on ollut valittavan paljon haasteita, ihan maalissa emme ole vielä. Tapojärveltä

löytyi onneksi joustavalla toimitusajalla varajärjestelmä, jonka turvin olemme saaneet toimintaa pyöritetyksi. Kaluston suhteen on vaihtelua; ehkä suurimpia haasteita ovat olleet poravaunujen tehokkuus sekä lastauskoneiden luotettavuus. Samaan aikaan on ollut myös lukuisia onnistumisia, Antti Savolainen kuvaa alkutaivalta.

Kehityspäällikkö Sakari Monosen mukaan haasteena oli se, että kaikki järjestelmät ovat hieman eri paria, jolloin tiedonsiirrot ja yhteismitallisuus aiheuttivat päänvaivaa.

- Lisäksi tällä hetkellä digitalisaatio on niin kuuma aihe, että osaavista tekijöistä on pulaa. Loppujen lopuksi saatiin kuitenkin aikaiseksi toimiva tietokanta, josta jalostaa raportteja. Painopiste on enemmän siinä, että operatiivinen tiimi osaa tehdä ja teettää niitä raportteja, joista heille itselleen on eniten hyötyä.

Alun vaikeuksista huolimatta on huomattu, että allianssi antaa hyvän pohjan tek-

nologiselle kehitykselle. Sopimusmalli on joustava ja sitä voidaan muuttaa kesken vuoden, jos nähdään, että jotain uutta olisi hyvä ottaa mukaan.

- Allianssin osapuolet hakevat aktiivisesti uusia ja toimivampia tapoja toimia. Kehitystä on odotettavissa, Mikko Keränen arvelee.

### Taustalla yhteinen arvopohja

Allianssin organisaatiossa on sekä Yaran että Tapojärven toimihenkilöitä ja työntekijöitä, yhteensä yli 180 henkilöä. Louhospäällikön alaisuudessa ovat eri tiimien päälliköt sekä turvallisuusinsinööri.

Organisaatio on jaettu viiteen eri tiimiin: Kaivossuunnittelutiimi, Digi- ja kehitystiimi, Infratiimi, Kunnossapitotiimi ja Tuotantotiimi.

Yhteisen organisaation tavoitteena on hyödyntää tehokkaasti kahden yhtiön osaamista yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi. Organisaatio on rakennettu ns. itse itseään





Allianssissa tieto liikkuu hyvin, kun kaikki toiminta tapahtuu yhteisessä tuotannon työskentelytilassa Big Roomissa. Allianssille on määritetty omat päivä-, viikko-kuukausi- ja turvallisuuspalaverit, joissa sen toimintaa arvioidaan ja kehitetään koko ajan.



**KESKEISTÄ ALLIANSSITOIMINNASSA ON AVOIMUUDEN JA YHDESSÄ TEKEMISEN KULTTUURI. TIETOA JAETAAN USEAMMAN HENKILÖN KESKEN. TIEDONKULUN PARANTUMINEN EDISTÄÄ MYÖS OSALTAAN TYÖHYVINVOINTIA SAMOIN KUIN LISÄÄNTYNYT YHDESSÄ TEKEMINENKIN.**

tukevaksi, jolloin poissaolojen ei pitäisi vaikuttaa organisaation toimintaan. Tärkeää on luonnollisesti ollut löytää oikeat henkilöt eri rooleihin ja mitoitaa myös resurssit oikein.

- Louhoskoneiden operaattoreina on paljon uusia työntekijöitä, mutta paljon kokeneita tekijöitä siirtyi myös edelliseltä kumppanilta allianssiin. Kaikkiaan työllistimme noin 150 uutta työntekijää, kuten työnjohtajia, pora-, lastaus- ja kuljetusoperaattoreita sekä kunnossapidon työnjohtajia ja asentajia. Seuraavien vuosien korotetut tuotantomäärät tarkoittavat, että rekrytointia tullaan taas vuoden alusta tekemään lisää, Posti laskee.

Keskeistä allianssitoiminnassa on avoimuuden ja yhdessä tekemisen kulttuuri. Tietoa jaetaan useamman henkilön kesken. Tiedonkulun parantuminen edistää myös osaltaan työhyvinvointia samoin kuin lisääntynyt yhdessä tekeminenkin.

- Yaralla ja Tapojärvellä on paljon samankaltaisia toimintamalleja ja arvoja. Ihmiset

ajattelevat asioista useimmiten samalla tavalla. Sen ansiosta on ollut helppo rakentaa toimivaa kokonaisuutta, Siilinjärven toimipaikan tehtaanjohtajana lokakuussa 2022 aloittanut Keränen kommentoi.

Keräsen mukaan louhinnan laatua on myös alettu kehittää systemaattisesti. On vahvistettu osaamista ja ryhdytty analysoimaan paremmin olemassa olevaa ja uutta dataa.

- Digitalisaation myötä taivas on rajana, joten sillä saralla tulee jatkuvasti uusia ideoita, joita viedään systemaattisesti eteenpäin. Perusrasioita halutaan vahvistaa entistä paremmalle tasolle ja tukea laadukasta toimintaa tulevaisuuden tekniikoilla.

Yara Siilinjärven kaivoksen johtaja Antti Savolainen ei halua vielä arvioida allianssin taloustavoitteiden saavuttamista.

- Ollaan vielä operoimassa ensimmäistä vuotta, joten on mielestäni liian varhaisista arvioida taloustavoitteita. Itse tuotantotavoitteet ovat toteutuneet hyvin ja rikastamo

COVID-19 toi yllätyksiä myös allianssin valmisteluihin ja tuotantoon. Poikkeusaikanakin allianssi on osoittautunut hyväksi toimintatavaksi. Koronapandemia näkyi myös allianssikonttorin eli Big Roomin avajaisissa, kun Suomen jääkiekkomaajoukkueen päävalmentaja Jukka Jalonen vieraili tapahtumassa etänä. Jalonen piti innostavan esityksen aiheesta ”Kuinka rakennetaan huipputiimi”.

on saanut kaiken malmin, mitä on ehtinyt prosessoimaan.

- Erityisesti on ollut hienoa huomata, kuinka yritysten arvopohja täsmää; henkilöturvallisuus ja ympäristöturvallisuus ovat molemmilla arvopohja, jonka päälle haluamme rakentaa kannattavaa liiketoimintaa, kaivoksen johtaja Antti Savolainen kiteyttää. ▲

MATERIA-LEHTI, KIRJOITTAJAT:  
**TIINA NOUSIAINEN, TANJA HELMINEN**



# Lappeenrannassa riittää kalkkikiveä vielä yli sadaksi vuodeksi

Kalkkikiviyhtiö Nordkalkin suurin tuotantolaitos Suomessa sijaitsee Lappeenrannassa Ihalaisen teollisuusalueella, jossa yhtiöllä on kaivoksen lisäksi jauhatuslaitos, kaksi rikastamo ja myyntikonttori. Samalla alueella toimii Nordkalkin tytäryhtiö Suomen Karbonaatti, joka valmistaa ja toimittaa kalsiumkarbonaattipohjaisia päällystyspigmenttejä ja täyteaineita paperi- ja kartonkiteollisuudelle. Kalkkikiven lisäksi Lappeenrannassa louhitaan ja rikastetaan harvinaista wollastoniittimineraalia.

#### ALOITUSKUVA:

Ihalaisen kaivoksen alueella on yksi Suomen laajimmista kalkkikiviesiintymistä. Ihalaisen kalkkikivialue on pohjois-etelä suuntainen, noin 4 km pitkä ja enimmillään vajaan kilometrin levyinen.

**T**eollinen kaivostoiminta Ihalaisen alueella alkoi vuonna 1910, mutta merkkejä kalkkikiven käytöstä alueella on jo 1500-luvulta. Esiintymä on Suomen mittakaavassa harvinaisen suuri. Vaikka kalkkikiveä louhitaan vuodessa noin kaksi miljoonaa tonnia, sen arvioidaan riittävän vielä yli sadaksi vuodeksi. Tällä hetkellä noin 1,2 kilometriä pitkän ja leveimmältä kohdaltaan 800 metriä leveän avolouhoksen pohja on 185 metrin syvyydessä, mutta kalkkikiviesiintymä jatkuu jopa 500 metrin syvyyteen.

#### Kaivos on merkittävä työllistäjä

Tänä päivänä Nordkalk työllistää Lappeenrannassa suoraan lähes 120 henkilöä, jotka työskentelevät pääosin kaivoksessa tai alueella sijaitsevilla kalsiitti- ja wollasto-



niittirikastamoissa. Välillisesti kaivoksesta saa elantonsa lisäksi noin 150 Ihalaisen teollisuusalueella työskentelevää henkilöä.

”Toimitamme pääasiassa raaka-ainetta samalla alueella sijaitseville Suomen Karbonaatille ja Finnsementille. Lisäksi työllistämme esimerkiksi paikallisia kuljetusliikkeitä alihankinnan kautta”, kertoo Nordkalkin Lappeenrannan yksikön päällikkö **Jouni Heinonen**.

### **Wollastoniittia viedään lähes 30 maahan**

Valtaosa alueella louhitusta materiaalista jalostetaan tai rikastetaan Ihalaisen alueella ja hyödynnetään Suomen rajojen sisällä. Lappeenrannassa louhittu kalkkikivi päätyy suurimmalla todennäköisyydellä paperin tai sementin raaka-aineeksi. Lisäksi valmistamme kuivakalsiitti- ja wollastoniittituotteita kemian- ja rakennusteollisuuden tarpeisiin.

Sen sijaan wollastoniittia viedään ympäri maailmaa. Nordkalk on ainoa korkealaatuisen wollastoniitin tuottaja, jolla on oma esiintymä Euroopassa. Harvinaista mineraalia louhitaan ja rikastetaan Lappeenrannassa, josta wollastoniittituotteita lähtee asiakkaille lähes 30 maahan ympäri maailmaa käytettäväksi mm. muovin, maalin ja keramiikan valmistuksessa. Lisäksi valmistamme kuivakalsiitti- ja wollastoniittituotteita kemian- ja rakennusteollisuuden tarpeisiin.

”Vielä 1970-luvun alussa wollastoniitti oli jätettä, jota syntyi sementtituotannon sivuvirtana. Tänä päivänä se on todella haluttu raaka-aine monille teollisuuden aloille ja pyrimme saamaan sen talteen niin tehokkaasti kuin mahdollista”, Heinonen sanoo.

### **Mineraalit rikastetaan paikan päällä**

Lappeenrannan kaivoksessa louhintaräjätystä tehdään keskimäärin kolme kertaa viikossa. Yksi räjäytys irrottaa keskimäärin 15 000–20 000 tonnia kalkkikiveä. Kivi lastataan kauhakuormaajilla louheautoihin, jotka kuljettavat sen murskattavaksi. Murskaustoiminnot on sijoitettu kallion sisään.

Louhoksen lisäksi Lappeenrannassa on jauhuslaitos ja kaksi rikastamo, joissa rikastetaan kalsiittia ja wollastoniittia. Rikastusprosessissa louhoksesta nostettu kivimateriaali jauhetaan märkäjauhatuksella sopivaan raekokoon ja sen jälkeen hyödynnettävät mineraalit erotetaan vaahdotuksen avulla muusta kiviaineksesta.

# Nordkalkin kiertotalousstrategia käytäntöön

## Arvokkaan wollastoniittimineraalin talteenotto tehostuu Lappeenrannassa

Nordkalk on kehittänyt uuden prosessin, jonka avulla harvinaista wollastoniittimineraalia saadaan entistä tehokkaammin talteen Lappeenrannassa. Aiemmin osaksi alueella varastoitavaa rikastushiekkaa päätynyt hienojakoinen materiaali onnistutaan nyt erottamaan osana rikastusprosessia ja hyödyntämään asiakkaiden toiminnassa. Näin toimien kysytyn mineraalin saatavuus paranee ja samalla alueella läjitettävän rikastushiekan määrä vähenee.

”Tämä on niin asiakkaiden, Nordkalkin kuin lähiympäristönkin kannalta win-win-tilanne. Pystymme hyödyntämään tuhansia tonneja mineraalia, joka meni ennen hukkaan, ja samalla läjitettävän materiaalin määrä vähenee. Wollastoniittia sisältävää neitseellistä karbonaattikiveä voidaan louhia vain rajallinen määrä vuodessa, mutta kiertotaloustuotteen ansiosta pystymme kasvattamaan tämän kysytyn mineraalin saatavuutta”, sanoo **Annica Lindfors**, Nordkalkin kiertotalousliiketoiminnasta vastaava johtaja.

Kiertotalouteen perustuvan wollastoniittituotteen kehittäminen alkoi Lappeenrannassa kolmisen vuotta sitten, kun Nordkalk oli määritellyt kiertotalouden edistämisen yhdeksi strategiansa painopistealueista. Kehityshankkeessa ryhdyttiin kartoittamaan mahdollisuuksia wollastoniitin talteen ottamiseksi alueella louhittavan toisen mineraalin eli kalsiitin rikastusprosessista.

”Tiesimme, että kalsiitin rikastusprosessissa syntyvä rikastushiekka sisältää kohtalaisia pitoisuuksia wollastoniittia, mutta sen talteenottoa ei ollut aiemmin pidetty mahdollisena. Kehityshankkeessa kartoitimme eri vaihtoehtoja ja nyt - lukuisten koeajojen ja hienosäätöjen jälkeen - olemme päässeet toivottuun tulokseen ja voimme tarjota kestävää kiertotaloustuotetta asiakkaillemme”, iloitsee Annica Lindfors.

Nordkalkin asiakkaat ovat ottaneet uuden tuotteen mielenkiinnolla vastaan. Tänä päivänä wollastoniitin kysyntä ylittää tarjonnan, ja eurooppalaiset asiakkaat arvostavat sitä, että raaka-ainetta pystytään toimittamaan Euroopasta.

”Eurooppalaisena tuottajana Nordkalkin etuina ovat jäljitettävä toimitusketju ja lyhyet kuljetusmatkat verrattuna muilla mantereilla toimiviin tuottajiin”, Lindfors kertoo.

Nordkalkin kehitystyö wollastoniitin talteenoton lisäämiseksi ei pääty tähän. Seuraavaksi tavoitteena on saada wollastoniittia talteen aiemmin alueelle läjitetystä rikastushiekasta. Yhtiön pitkän tähtäimen tavoitteena on tuottaa jopa yli puolet wollastoniitista kiertotalouden keinoin.

Sivutuotteena syntyy ns. rikastushiekkaa, joka pumpataan rikastushiekka-altaille suljetun vesikierron mukana. Osassa altaista on rikastushiekkapitoista vettä ja osa altaista on kuivumassa. Kuivumassa olevilta altaista kosteaa hiekkaa ruopataan kuivaläjitykseen, jonka avulla mahdollistetaan hiekan hyötykäyttö. Läjitetyllä materiaalilla on ns. end of waste -status.

### Kiertotalous haastaa löytämään uusia hyötykäyttökohteita rikastushiekalle

Nordkalk on sitoutunut kiertotalouden edistämiseen toiminnassaan. Tavoitteena on kaiken maaperästä louhitun materiaalin hyödyntäminen sekä omien ja asiakkaiden kalkkipohjaisten sivuvirtojen mahdollisimman tehokas hyötykäyttö. Vuonna 2021 yhtiö onnistui hyödyntämään 95 % louhitusta materiaalista ja kiertotalouden osuus kokonaismyyntivolyyymistä oli 12 %.

Lappeenrannassa osuus on alhaisempi, sillä vaikka kalsiitin ja wollastoniitin tuotannon sivutuotteena syntyvä rikastushiekka on CE-merkitty materiaali, joka soveltuu mo-

Wollastoniitti ( $\text{CaSiO}_3$ ) on valkoinen, neulamainen luonnossa esiintyvä kalsiumsilikaattimineraali, jota käytetään muun muassa muoveissa, maaleissa, pinnoitteissa ja keramiikassa.

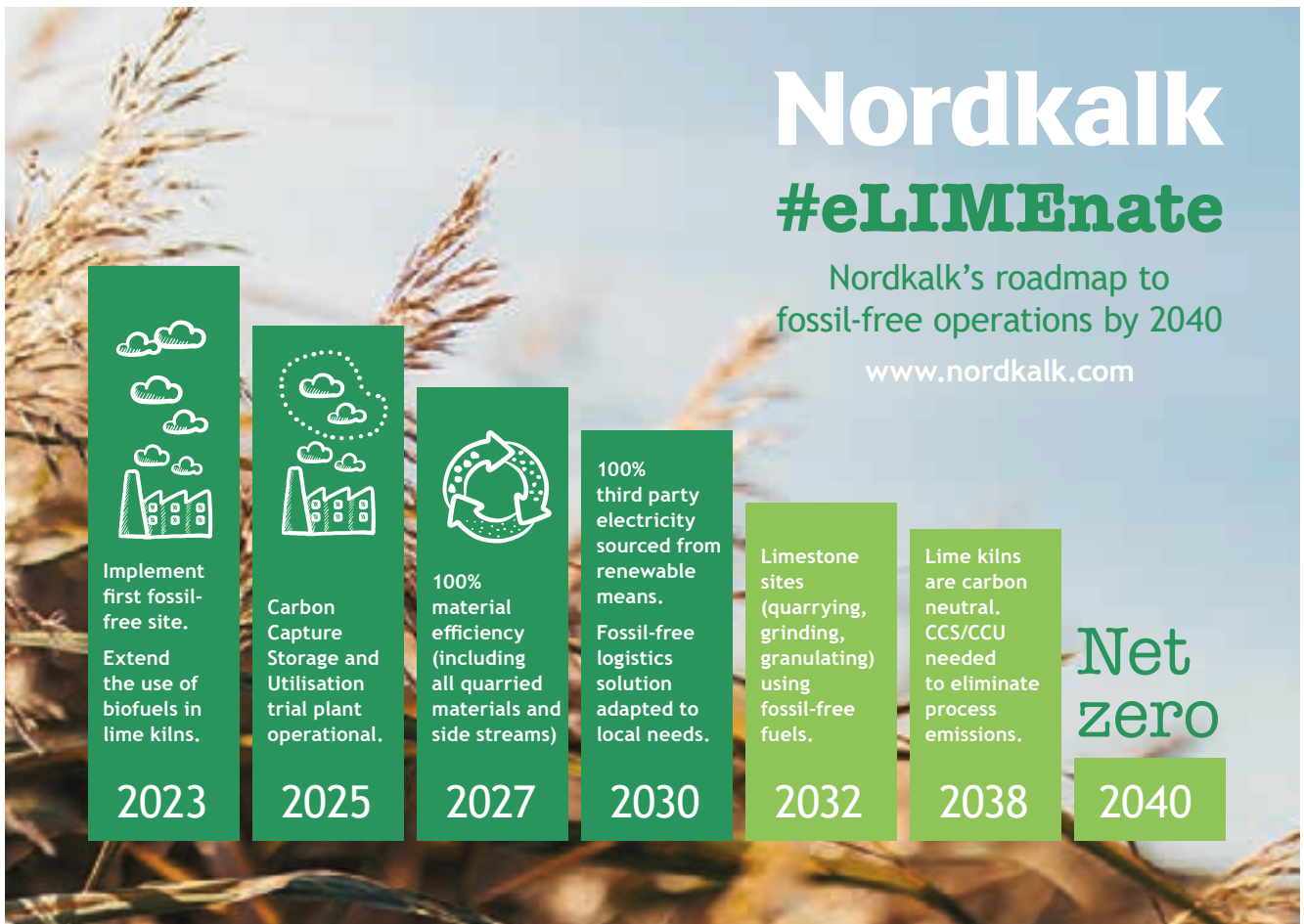


niin käyttökohteisiin, sen hyötykäyttömahdollisuudet ovat olleet vielä rajalliset.

”Tärkeimpiä tavoitteitamme Lappeenrannassa on löytää uusia hyötykäyttökohteita rikastushiekalle. Se on erinomainen materiaali muun muassa maanrakennukseen ja maanparannukseen. Rikastushiek-

kapohjainen Lappeenrannan Kiertokalsiitti sai vastikään luomukelpoisuuden eli sitä voi käyttää maanparannukseen myös luomuviljelyyn erikoistuneilla tiloilla”, Jouni Heinonen kertoo. ▲

TEKSTI: HANNE MÄKELÄ







# KATTAVA PALVELU POHJOISIIN OLOSUHTEISIIN



Olemme valintasi palvelu- ja asiantuntijakumppaniksi kaikkialla pohjoisessa. Tarjoamme käyttöösi kokonaisvaltaisen tietämyksemme räjäytys- ja louhintatöistä sekä niihin liittyvistä ympäristövaikutuksista.

Lue lisää palveluistamme

>> [FORCITEXPLOSIVES.FI](https://forcitexplosives.fi)

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



**130**  
YEARS OF CHARGING AHEAD

# Tarkkuusannostelupumput kemikaalien annosteluun

Flowrox FXM-annostelupumput



Flowrox™-tarkkuusannostelupumput sopivat erinomaisesti kemikaalien tarkkaan annosteluun. Edelliseen sukupolveen verrattuna FXM-pumppujen ohjelmointilogiikka ja toiminnot ovat edistyneempiä ja tehokkaampia. Vastataksemme paremmin asiakkaidemme tarpeisiin, olemme avanneet uuden kokoonpanolinjan ja huoltokeskuksen Lappeenrantaan, josta toimitamme pumppuja Euroopan markkinoille.



**Valmet Flow Control Oy**  
Marssitie 1, 53101 Lappeenranta  
010 417 5000  
sales.flowrox@valmet.com

**Valmet**   
FORWARD





## Ensiluokkaista virtauksensäätöä kaivos- ja mineraaliprosesseihin Lappeenrannasta – nyt nimellä Valmet

Lappeenrantalaisille Flowrox on ollut katukuvassa monelle tuttu nimi varsinkin, jos on ajanut yhtä keskustaan johtavaa pääväylää, Helsingintietä, pitkin. Viime vuonna moni kuitenkin hieraisi silmiään ohiajaessaan. Flowrox-kylltti oli vaihtunut Valmetiksi.

**P**alataan ajassa marraskuuhun 2021. Silloin Flowrox Oy myi venttiili- ja pumppuliiketoimintansa sekä Flowrox-tuotemerkin Neles-yhtiölle. Jo ennen tätä Valmetin ja Nelesin hallitukset kertoivat fuusiosuunnitelmistaan heinäkuussa 2021, ja huhtikuussa 2022 Neles ja Valmet sulautuivat suunnitelman mukaisesti. Näin syntyneellä yhtiöllä on prosessiteollisuudelle maailmanlaajuisesti ainoalaatuinen tarjoama, joka sisältää maailmankuulut Neles-, Neles Easyflow-, Jamesbury-, Stonel-, Valvcon- ja Flowrox-tuotteet.

Vaikka nimikyltti Marssitien varressa olevan tuotantolaitoksen seinässä on vaihtunut, jatkuu Lappeenrannassa muun muassa kaivosteollisuudelle myytävien pumppujen ja venttiilien valmistus entiseen malliin. ”Identiteetti on vaihtunut, mutta selkänöja on nyt sen kokoinen, että mahdollisuutemme toimia maailmalla paranevat”, sanoo Valmetin kaivos- ja mineraaliteollisuusyksikön johtaja **Esa Lumme**. ”Liiketoimintakaupan sekä sulautumisen myötä virtauksensäätötarjoamamme on nyt ainutlaatuinen. Valmet haluaa olla vahvasti mukana kaivos- ja mineraalite-

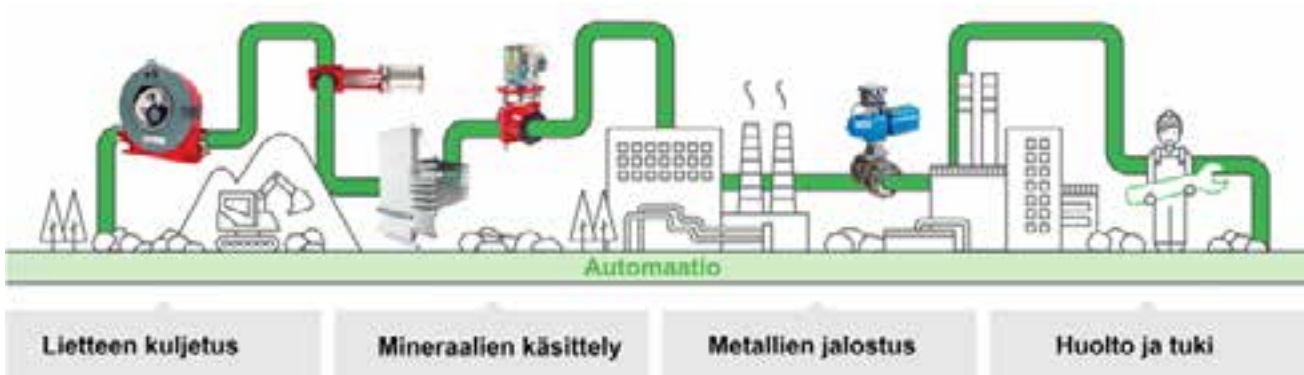
ollisuudessa, jossa Flowrox-tuotemerkki on laajalti tunnettu”, Lumme jatkaa.

### **Valmet on omalla alallaan todellinen jätti**

Valmet on tunnettu maailmalla johtavana prosessiteknologian, automaattioratkaisujen ja palvelujen toimittajana ja kehittäjänä erityisesti sellu-, paperi- ja energiateollisuudelle. Sulautuminen Nelesin kanssa loi globaalin toimijan, jonka havainnollistava yhdistetty liikevaihto vuonna 2021 oli noin 4,5 miljardia euroa ja jolla on laaja, 17 500 >

#### ALOITUSKUVA

Vaikka nimikyltti Marssitien varressa olevan tuotantolaitoksen seinässä on vaihtunut, jatkuu Lappeenrannassa muun muassa kaivosteollisuudelle myytävien pumppujen ja venttiilien valmistus entiseen malliin.



Valmetin venttiili- ja pumpputarjoama (Neles™, Jamesbury™ ja Flowrox™) kattaa kaikki kaivosalan prosessivaiheet malmilietteen kuljetuksesta mineraalien rikastukseen ja edelleen metallien jalostukseen. Valmet toimittaa myös suodatinkankaita ja niihin liittyviä palveluita sekä kestäviä automaattioratkaisuja kaivosteollisuudelle.

ammattilaisen asiantuntijaorganisaatio ympäri maailmaa.

Valmetin virtauksensäätötarjoaman Neles-, Jamesbury- ja Flowrox-venttiili- ja pumppuvalikoimassa on useita eri ratkaisuja mineraalien käsittelyprosessin alkupään jauhatuksesta aina rikastukseen sekä nesteen ja kiintoaineen erotukseen ja metallien jalostukseen saakka. Valikoima sisältää mm. jauhatus-, seulonta-, syklin erotus-, vaahdotus-, sakeutus- ja suodatuslaitteiden liete-, vesi-, ilma- ja kaasuventtiilit. ”Laajan valikoiman avulla on mahdollista valita kuhunkin käyttökohteeseen sopivin tuote, jolloin taataan luotettavin mahdollinen toiminta sekä alhaisimmat käyttökustannukset”, kertoo kaivos- ja mineraaliteollisuusyksikön liikkeenjohdon päällikkö **Raimo Lavikainen**. Virtauksensäätötuotteiden lisäksi Valmet toimittaa suodatinkankaita ja niihin liittyviä palveluita sekä automaattioratkaisuja kaivosteollisuuden kohteisiin. ”Asiakkaat haluavat usein keskittää ostoja yhdelle luotettavalle toimijalle, ja on ilahduttavaa, kuinka laaja kokonaistarjoamamme on nyt kaivosteollisuuden kohteisiin”, Lumme lisää.

Valmet painottaa strategiassaan maailman megatrendejä, kuten kestävää kehitystä ja sähköistymistä. Yksi ohjaava tekijä on akkuteollisuus ja sen tarvitsemat mineraalit.

”Oletusarvona on, että meidän tuotteillemme on jatkossa yhä enemmän käyttöä. Esimerkiksi sähköistyminen tarkoittaa sitä, että tarvitaan lisää tuotantoa kaivannais-teollisuudessa ja me olemme nyt erityisen vahvasti mukana siellä”, Lavikainen sanoo. ”Kaivos- ja mineraaliteollisuus on todella voimakkaassa kasvussa oleva ala maailmalla. Meillä on siten hyvät kasvumahdollisuudet. Ala on brändivetoista ja Flowrox tuotemerkkinä tuo meille lisäarvoa”, Lumme jatkaa.



Flowrox-letkuventtiilit ja -levyluisti-venttiilit sopivat erityisesti vaativiin kaivos- ja mineraaliprosesseihin.

Flowrox LPP-T-pumppujen rullaava toimintaperiaate vähentää kitkaa ja minimoi energiankulutuksen.

### Lappeenrannan tehtaalla valmistetaan venttiilejä ja pumppuja vaativiin teollisuuden käyttökohteisiin

Valmetilla on Flowroxin kauppojen jäljiltä Lappeenrannassa noin 70 työntekijää tuotannossa ja toimistossa. Lisäksi Kouvolan Ummeljoella on kymmenkunta työntekijää.

Lappeenrannan yksikkö, Valmet Flow Control Oy, valmistaa maailmalla mainetta niittäneitä Flowrox-venttiileitä ja -pumppuja erityisesti kaivos- ja mineraaliteollisuuteen, rakennusallalle, energia- ja ympäristö- sekä kemianteollisuuteen. Flowrox-tuotteet ovat tulleet tunnetuiksi erityisesti vaativissa prosessiolosuhteissa, joissa käsitellään kuluttavia tai syövyttäviä lietteitä, jauheita tai rakeita.

Flowrox-letkuventtiilit voivat olla joko sulku- tai säätöventtiileitä. Ne ovat paras valinta vaativimpiin teollisuuden käyttökohteisiin, joissa tavalliset venttiilit kuluvat liian nopeasti vaativissa olosuhteissa. Letkuventtiilissä vain yksi venttiilin osa, letku, on kos-

ketuksissa väliaineen kanssa, mikä on suuri etu kuluttavissa kohteissa.

Lietelelyluistiventtiilit sulkevat virtauksen haastavimmissakin prosessiolosuhteissa. Venttiilin runko on valettu yhtenä kappaleena, joten rungon puolikkaiden väliin ei tarvita tiivisteitä. Siinä on vain kaksi vaihdettavaa osaa: rengastiivisteet ja ylätiiviste.

Peristalttiset letkupumput ja epäkeskoruuvipumput on suunniteltu erityisesti vaativiin prosesseihin, joissa käsitellään kuluttavia, syövyttäviä, erittäin viskooseja tai kiteytyviä väliaineita, joissa on paljon kiintoainetta. Flowrox-pumppuja on asennettu lukuisiin lietteen ja pastan pumppauskohteisiin. Pumppujen ainutlaatuinen rakenne säästää energiaa ja vettä, mikä puolestaan parantaa prosesseja sekä alentaa kokonaiskustannuksia.

Joustavat Flowrox Expulse™-pulsatiovaimentimet hiljentävät melun sekä tasoitavat painepiikkejä ja epätasaisia virtauksia pumppauksen aikana.



Flowrox-letkupumput on suunniteltu pumppaamaan runsaasti kiintoainetta sisältäviä lietteitä, kuten tiivistettyä malmirikastetta, jonka kiintoainepitoisuus on jopa 80 %.

### Oikeanlainen pumpputeknologia säästää vedenkulutuksessa

Veden niukkuus on joillakin maailman alueille suurempi ongelma kuin toisilla. Kaikille prosessitoiminnoille on kuitenkin hyötyä siitä, että veden käsittelystä aiheutuvat kustannukset pienenevät valmisteltaessa vettä prosessin käyttöön, uudelleenkäsiteltäessä vettä prosessin jatkokäyttöön sekä käsiteltäessä jätevettä.

Kaivosalalla veden käyttö on usein haastavaa. Useimmat kaivokset eivät sijaitse suurten vesistöjen lähellä, ja vesi onkin usein kallisarvoista kaivosalueilla. Oli vettä runsaasti käytettävissä tai ei, sekä uuden veden että asiakkaan prosesseissa käytetyn veden käsittelystä aiheutuu kuitenkin aina kustannuksia. Esimerkiksi tyyppillisessä kaivosprosessissa kivi louhitaan ja murskataan kuulamyllyssä jauheeksi. Tämän jälkeen jauheeseen lisätään vettä niin, että syntyy lietettä. Liette käsitellään useissa vaiheissa, jotta siitä saadaan erotetuksi arvokas metallirikaste. Käsittelevä vaiheissa kaivosyhtiöt käyttävät suuria sakeuttimia, joiden alla voi olla käytössä useita pumpputyyppejä.

Keskipakopumppuja käytetään yleisesti sakeutintien alitteissa. Niissä on tavallisesti kumivuoraus, joka suojaaa lietteen kulukselta ja auttaa suojaamaan kemikaalien syövyttävältä vaikutukselta. Tyyppillinen keskipakopumppu käsittelee lietettä, jossa kiintoainepitoisuus on n. 30 prosenttia. Jos siis tavallinen kaivos käsittelee 100 tonnia rikastetta tunnissa, tarvitaan 233 tonnia vettä, jotta saadaan 30 prosenttia kiintoainetta sisältävää lietettä. Periaatteessa kaivos siis tarvitsee laitteita, jotka pystyvät käsittelemään 333 tonnia lietettä tunnissa.

### Letkupumppu sakeille lietteille

Käytössä on myös toisenlainen pumpputyyppi, letkupumppu, joka auttaa vähentämään vedenkulutusta huomattavasti. Letkupumput pystyvät pumppaamaan lietettä, jos kiintoainepitoisuus on n. 60-80 prosenttia. Niinpä samassa esimerkissä 100 tonnia rikastetta tunnissa tuottava kaivos tarvitsisi vain 54 tonnia lisää vettä lietteen käsittelyyn. Letkupumppu tarvitsee siis vain noin 25 prosenttia vettä keskipakopumpun tarvitsemasta määrästä.



Jos kaivos käyttää keskipakopumppua, rikasteen käsittelyyn tarvitaan noin 7,5 miljoonaa litraa vettä vuodessa. Letkupumppua käyttävä kaivos tarvitsee vain noin 2 miljoonaa litraa vettä rikasteen käsittelyyn, jolloin syntyy noin 5,5 miljoonan vesilitran säästö. Jos letkupumppulla pumpataan 80 prosenttia kiintoainetta sisältävää nestettä, lisävetä tarvitaan vain 1,5 miljoonaa litraa:

Tarvitun veden säästön lisäksi letkupumpun valinnalla keskipakopumpun sijasta säästetään monia muita säästöjä. Kun keskipakopumppulla pumpataan 333 tonnia lietettä tunnissa, energiaa tarvitaan noin kaksi kertaa niin paljon kuin 135 tonnin pumppaamiseen vuodessa letkupumppulla.

Kaksi muuta säästökohdetta syntyvät pienemmän lietemäärän käsittelyyn tarvittavan prosessilaitteiston koon pienentämisestä. Yhden suodatussyklin poisjäänti enemmän kiintoainetta sisältävän lietteen ja vähentyneen kokonaislietemäärän myötä vähentäisi kustannuksia. Letkupumppuissa ei ole myöskään prosessilietteelle akselitiivistettä.

Letkupumppujen suosio lisääntyy erityisesti kaivosalalla edellä mainituista syistä etenkin paljon kiintoainetta sisältävien lietteiden pumppauksessa. Letkupumppujen etuna on se, että niissä vain letku on kosketuksissa syövyttävien tai voimakkaasti kulluttavien lietteiden kanssa. Koska letku on pumpun ainoa kuluva osa, on letkupumppu myös helpompi ja edullisempi huoltaa kuin keskipakopumput. ▲

TEKSTI: HELENA BYCKLING

### Valmet on kansainvälisesti merkittävä kaivos- ja metalliteollisuuden virtauksensäätötuotteiden toimittaja:

- Lappeenrantalaiset Flowrox-lieteventtiilit ja -pumput ovat olleet kaivosteollisuudessa suosittuja ratkaisuja maailmanlaajuisesti jo liki puoli vuosisataa.
- Kullan tuotannossa Valmet toimittaa venttiiliratkaisuja ja pumppuja käsitteilylaitoksiin, joissa on käytössä esimerkiksi CIL (carbon-in-leach)-, CIP (carbon-in-pulp)- tai CIC (carbon-in-column) -menetelmä. Venttiilimme soveltuvat vaativiin prosessiolosuhteisiin, kuten hapetukseen autoklaaveissa (POX).
- Nikkelin tuotannossa Valmetin venttiilejä ja pumppuja käytetään niin perinteisissä nikkelin rikastusprosesseissa kuin vaativissa autoklaaviprosesseissakin (HPAL).
- Kuparin tuotannossa Valmet toimittaa venttiiliratkaisuja ja pumppuja rikasteiden tuotantoon, sulattoihin sekä elektrolyysitehtaille.
- Virtauksensäätötuotteiden lisäksi Valmet toimittaa suodatinkankaita ja niihin liittyviä palveluita kaivos- ja kemianteollisuudelle sekä yhdyskuntien ja teollisuuden jätevedenkäsittelyyn.



# Tulikivi Oyj

## – perinteistä tulevaan, vuolukiveen pohjautuen

**T**ulikivi Oyj on perinteeseen nojaava, mutta rohkeasti eteenpäin katsova yritys, jonka juuret ovat Juuan Nunnanlahdessa. Pehmeää, helposti työstettävää ja ominaisuuksiltaan ainutlaatuista vuolukiveä on hyödynnetty paikallisesti historian alkuhämäristä saakka. Teollinen hyödyntäminen käynnistyi vuonna 1893, kun Suomen Vuolukivi Oy – Finska Täljsten Ab perustettiin näkemyksellisten vuorimiesten toimesta. Sen peruina vuolukiveä löytyy monen helsinkiläisen arvovakennuksen julkisivuista ja kuuluisien suunnittelijoiden tulisijaluomuksista.

Toiminta kuitenkin hiipui, kunnes Reijo ja Eliisa Vauhkonen hankkivat Suomen Vuolukivi Oy:n osakkeet ja käynnistivät nykymuotoisen Tulikiven toiminnan vuonna 1980. Nykyisin yritys työllistää noin 250 henkilöä Juuassa, Suomussalmella, Heinävedellä sekä Espoossa ja vuoden 2022 liikevaihdon ennakkoidaan olevan 42-45 miljoonaa euroa.

Reilun neljänkymmen vuoden aikana yhtiö on kokenut monenlaista, mutta perusta on säilynyt: ainutlaatuinen vuolukivivaranto, tuotantotapojen ja malliston kehittäminen vastaamaan muuntuvia tarpeita ja sääntelyä sekä ihmisen halu elävän tulen äärelle.

Itäisen Suomen vuolukivivarannot ovat maailman mittakaavassakin ainoalaatuinen pehmeän kiven keskittymä. Sen varaan on syntynyt merkittävää kaivannaisteollisuutta sekä vuolukiven että talkin tuotantoon. Vuolukiven ainutlaatuiset ominaisuudet tulisijamateriaalina perustuvat sen hyvään lämmönvarauskykyyn, jonka ansiosta vuolukivinen tulisija on paitsi energiatehokas, myös miellyttävä käyttää. Lämpö säilyy ja viipyilee, siirtyy miellyttävästi ja tasaisesti huonetilaan.

Asuminen ja ihmisten mieltymykset ovat muuttuneet. Näihin trendeihin Tulikivi on vastannut kehittämällä neljä erilaista tulisijamallistoa. Mallistosta löytyy perinteisiä uuneja ja takkoja sekä modernimpaa muo-

toilua edustavia tulisijoja, jotka soveltuvat vapaa-ajan ja kaupunkiasuntoihin sekä erilaisiin sisustustyyliihin. Samalla on kehitetty polttotekniikkaa niin, että Tulikiven tuotteet vastaavat nykypäivän vaatimuksia päästöjen osalta.

Vuolukivisten tulisijojen lisäksi Tulikivellä on tuotannossa sähkökivas- ja sisustus-kivimallisto. Konsernin mallistoon kuuluvat myös Kermansavi-tuotemerkillä valmistettavat keraamiset takat, joiden runkomateriaalista on 80 % keramiikkateollisuuden kierrätysmateriaalia. Tämä on loistava esimerkki kiertotaloudesta. Tulikiven toiminnan vastuullisuus perustuu omien vuolukivivarantojen ja teollisten materiaalihävikkien tehokkaaseen hyödyntämiseen ja sitoutuneeseen henkilöstöön, jonka hyvinvoinnista huolehditaan. Lyhyt ja tehokas toimitusketju tarkoittaa myös pienempää hiilijalanjälkeä.

Tuli... Kukupapa meistä ei olisi lumoutunut elävän tulen äärelle, nauttinut liekkien loppu-



mattomasta leikistä ja hellivästä lämmöstä? Tuli koskettaa meissä jotain hyvin syvää ja perimmäistä. Tunteen lisäksi tulee myös järki, ja tänä päivänä energian hinnan kallistuessa ja omavaraisuuden merkityksen korostuessa yhä useampi päätyy hankkimaan tulisijan.

Tulikivi louhii vuolukiveä Juuassa ja lisäksi Suomussalmella. Juuassa aktiivisia ovat Koskelan ja Vaaralammen louhokset ja Suomussalmella Kivikankaan louhos. Vuodessa niistä louhitaan yhteensä noin 100 000 tonnia vuolukiveä, kokonaislouhintamäärän ollessa reilu 300 000 tonnia. Tehtaalle päätyvä vuolukivi irrotetaan sahaamalla ja raakkukivet perinteisellä poraus&panostustekniikalla.

Rohkeasta eteenpäin katsomisesta ker- too myös Nordic Talc Oy:n perustaminen vuonna 2020. ”Yhtiön tavoitteena on muuttaa Suomussalmen vuolukivitehdas talkintuo- tantolaitokseksi ja talkkivarantojen teollinen hyödyntäminen.” Hankkeen luvitus ja tekni- nen suunnittelu ovat käynnissä. Näkemyk- semme mukaan vastuullisesti tuotetulle ja jäljitettävälle talkille on kysyntää Euroopassa, ja talkkia tarvitaan meidän kaikkien arjessa. Nordic Talcin kuulumisista kerromme enem- män Materian sivuilla tulevaisuudessa. ▲



TEKSTI: ERKKI KURONEN  
TOIMITUSJOHTAJA/CEO



## Suomen TPP tarjoaa korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betoni- teollisuudelle

- Laaja valikoima erilaisia kalliopultteja kallion lujitukseen mm. vaijeripultti, harjateräspultti
- Kaivosverkot maanalaisien tilojen tukemiseen
- Ventiflex-tuuletusputket maanalaisiin tunneleihin
- Teräskuidut ja makrokuidut betonin lujitukseen
- Betonin vedeneristysaineet
- Injektointisementit kallion ja maaperän injektointiin
- Raitisilma-, poistoilma- ja peräpuhaltimet savunpoistoon ja tuuletukseen

Suomen TPP Oy | Kärkikuja 3, 01740 Vantaa  
0400 407 235 | info@suomentpp.fi | www.suomentpp.fi  
Suomen TPP on osa Masino Groupia





### Multimetal Water Analysis System (MWAS) lyhyesti:

Mittaa yhtäaikaisesti kuu-  
den liuennon metallin (Mn,  
Ni, Cu, Zn, Pb, U) pitoisuuden  
vesinäytteistä alle kymmenes-  
sä minuutissa alkaen 25 µg/l  
pitoisuustasosta. Laitteiston  
kannettavuus ja helppokäyt-  
töisyys ovat olleet sen suun-  
nittelun lähtökohtina alusta  
lähtien. Luotettavia mittauk-  
sia oppii tekemään alle tun-  
nin koulutuksessa. Laitteisto  
ei myöskään vaadi jatkuvaa  
huoltoa, puhdistusta tai kalib-  
rointeja, vaan se on aina val-  
mis käytettäväksi. Näin mini-  
moidaan laitteiston käytöstä  
aiheutuvat työvoimakustan-  
nukset ja taataan luotettavat  
mittaustulokset.

# Liuenneiden metallien nopea kenttäanalysointi teollisuuden vesistä

3AWater on vuoden 2019 alussa Kuopiossa perustettu yritys, jonka toimialana on mittauslaitteiden valmistus, myynti ja käyttöön liittyvä konsultointi. Yrityksen juuret ovat Itä-Suomen yliopiston Sovelletun fysiikan laitoksella. Yrityksen erityisosaamisalueena on vesianalytiikka ja veteen liuenneiden metallien pitoisuuksien määrittäminen.

### Tuotteena veteen liuenneiden metallien pitoisuuksien analysointi

3AWater on kehittänyt kannettavan, helppokäyttöisen ja nopean laitteiston vesien metallianalytiikkaan. Multimetal Water Analysis System (MWAS) -laitteisto tarjoaa huomattavia etuja yleisesti käytössä

oleviin laboratorioanalysointitekniikoihin verrattuna, erityisesti tilanteissa, joissa mitaustulokset tarvitaan nopeasti. Laitteiston tarjoama lähes reaaliaikainen tieto veden laadusta auttaa esimerkiksi ohjaamaan ja tehostamaan vesien hallintaa ja vedenkäsitelyprosesseja sekä paikantamaan vuotokohtia,

kontaminaatiolähteitä tai muita vedenlaadun ongelmia ja niiden aiheuttajia kaivos- ja metalliteollisuusympäristössä.

**Tieteellinen huippuosaaminen varmistaa mittausten luotettavuuden** MWAS-laitteiston teknologian perusteita

ALOITUSKUVA:

Nanorakenteinen metallikeräin sekä suurennos nanorakenteesta yhdessä muiden vesien metallipitoisuuksien analysointiin tarvittavien kulutustarvikkeiden kanssa. Oikealla: Multimetal Water Analysis System (MWAS) laitteisto kokonaisuudessaan.



3AWaterin avainhenkilöihin kuuluvat myyntijohtaja Heikki Jyrkinen (vasemmalla), teknologiajohtaja Joakim Riikonen (keskellä) ja toimitusjohtaja Tuomo Nissinen (oikealla)

kehitettiin jo useita vuosia ennen yrityksen perustamista Itä-Suomen yliopiston Sovelletun fysiikan laitoksella. 3AWaterin perustaneilla tutkijoilla on vahva osaaminen nanoteknologiassa, materiaalitieteissä, spektroskopiassa ja mittaustekniikassa. Tätä osaamista sekä tuhansia erilaisia testi- ja validointimittauksia eri yhteistyökumppaneiden kanssa on hyödynnetty, jotta laitteen helppokäyttöisyys ja luotettavuus on saatu hiotuksi huipputasolle. Luotettavuus onkin mittausteknisten laitteiden tärkeimpiä ominaisuuksia. 3AWater tutkii usein teollisuuden asiakkaiden vedet omassa laboratoriossaan ennen tuotteen toimittamista, jotta luotettavuus ja suorituskyky voidaan varmistaa etukäteen.

### Tuotteen perusta on nanoteknologiassa

MWAS-laitteiston teknologia perustuu patentoituun nanorakenteiseen metallikeräimeen. Mittauksessa vesinäyte pumpataan metallikeräimen läpi, jolloin veden metalli-ionit takertuvat keräimeen ja niiden pitoisuus noin 200-kertaistuu verrattuna alkuperäisen vesinäytteen pitoisuuteen. Tämän jälkeen käytetään kannettavaa röntgenfluorenssispektrometriä (XRF) mittaamaan metallipitoisuus metallikeräimestä ja 3AWaterin kehittämä laskenta näyttää veden metallipitoisuuden XRF-laitteen kosketusnäytöltä. Kertakäyttöinen metallikeräin on pakattu kulutustarvikepakettiin, johon kuuluu myös 0.45 µm ruiskusuodatin ja ruisku. Kannettavuuden ja helppokäyttöisyyden varmistamiseksi kaikki mittauksiin tarvittavat välineet on pakattu kätevään tarvikelaukkuun. Vesien analysointiin tarvitaan myös edellä



**MWAS-LAITTEISTON TEKNOLOGIA PERUSTUU PATENTOITUUN NANORAKENTEISEEN METALLIKERÄIMEEN. MITTAUKSESSA VESINÄYTE PUMPATAAN METALLIKERÄIMEN LÄPI, JOLLOIN VEDEN METALLI-IONIT TAKERTUVAT KERÄIMEEN JA NIIDEN PITOISUUS NOIN 200-KERTAISTUU VERRATTUNA ALKUPERÄISEN VESINÄYTTEEN PITOISUUTEEN.**

mainittu kannettava XRF-laitteisto. MWAS on yhteensopiva Olympus Evident Vanta ja Hitachi XMET-8000 -sarjojen spektrometrien kanssa ja myös asiakkaalla olemassa olevaa spektrometria voidaan hyödyntää analysoinnissa.

### Tähtäin kansainvälisillä markkinoilla

MWAS-mittauslaitteisto julkaistiin markkinoille vuoden 2022 alussa ja sitä on toimitettu jo useita yksiköitä suomalaisille ja eurooppalaisille asiakkaille. Nykyisten MWAS-asiakkaiden käyttökohteita kaivos- ja metalliteollisuudessa ovat vesien käsittelyprosessien tehokkuuden valvonta, vesien luokittelu ja prosessiin menevien vesien laatuoptimointi sekä ympäristövesien omavalvonta. Yritys on tehnyt aktiivista myyntiä Pohjoismaissa ja tähtää vuonna 2023 laajemmin Euroopan ja

Pohjois-Amerikan markkinoille. 3AWaterin tiimin voi tavata esimerkiksi PDAC-messuilla Kanadan Torontossa 5.3. – 8.3.2023.

Eräs 3AWaterin asiakas on EPSE Oy, joka tarjoaa innovatiivista ratkaisua haitallisia metalleja sisältävien jätevesien käsittelyyn. EPSE käyttää MWAS-laitteistoa eräässä Keski-Aasian pilotissaan, jossa nopea ja helposti saatu luotettava veden laatutieto mahdollistaa vedenkäsittelyprosessin tehokkuuden optimoinnin lähes reaaliajassa. Näin vältetään laboratoriomittauksien ja näytteiden lähetykseen liittyvän logistiikan aiheuttamilta viiveiltä, jotka voivat syrjäisillä paikoilla olla useita päiviä. ▲

TEKSTI: TUOMO NISSINEN

# REACH THE SET TARGET WITH 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.

- ✔ HIGHLY ACCURATE
- ✔ CERTIFIED QUALITY
- ✔ COST-EFFECTIVE DRILLING
- ✔ MINIMAL ENVIRONMENTAL IMPACT
- ✔ SAFETY EXCELLENCE
- ✔ EFFICIENT TECHNOLOGY



**Arctic Drilling Company Ltd.**  
Call us +358 40 511 2289 or  
visit [www.adcltd.fi](http://www.adcltd.fi)

SEE THE RIGS  
IN ACTION  
[WWW.ADCLTD.FI](http://WWW.ADCLTD.FI)

## Teemme tulevaisuutta yhteistyön ja innovaatioiden kautta.

Menestyksemme perustuu henkilöstömme kykyyn tehdä jatkuvaa kehitystyötä. Tähtäämme tulevaisuuteen uudistetuilla arvoilla, missiolla ja visiolla, jotka ohjaavat meitä kohti yhä ilmastoystävällisempää metallien tuotantoa.

Drive change for  
generations to come

**BOLIDEN**





Imatran terästehdas on osa pohjoismaista teräksentuottajayhtiö Ovako, joka kehittää puhtaita, korkealaatuisia koneenrakennusteräksiä laakeri-, ajoneuvo- ja konepajateollisuudessa toimiville asiakkaille. Ovakon tuotanto on ollut hiilineutraalia tammikuusta 2022 lähtien perustuen kierrätysteräksen käyttöön raaka-aineena ja fossiilittomaan sähköön. Koko Ovakossa on tällä hetkellä noin 2 900 työntekijää yli 30 maassa. Näistä Ovakon Imatran tehtaalla on noin 550. Viime vuosina Ovakon liikevaihto on ollut noin miljardi euroa. Tätä nykyä Ovako on Sanyo Special Steelin tytäryhtiö ja osa Nippon Steel Corporationia, joka on yksi maailman suurimmista teräksen tuottajista.

# Imatralla fossiilivapaata terästä maailmalle

## Yli sata vuotta metallien jalostusta Imatralla

Teräksen valmistuksen alkujuuret Imatralla ulottuvat aikaan ennen Suomen itsenäisyyttä. Diplomi-insinööri Bernd Grönblom alkoi 1910-luvulla suunnitella suomalaisen perusmetallituotannon kehittämistä. Yhdessä lankonsa Gustav Aminoffin kanssa he perustivat Imatran Vuoksenniskalle synteettistä harkkorautaa sähköuunilla valmistavan tehtaan. Kansalaissota keskeytti tehtaan toiminnan 1917-1918, mutta sodasta Suomen kaikkien aikojen nuorimpana vuorineuvoksena palannut Grönblom käynnisti harkkoraudan tuotannon uudestaan. Sähköpulan helpotettua 1929 Imatran vesivoimalaitoksen valmistamisen jälkeen alkoi myös ferrowolframin, ferromolybdeenin ja ferrokromin valmistus.

Yhtiö, alun alkaen Elektrometallurgiska Ab ja myöhemmin Vuoksenniska Oy, oli merkittävä toimija myös Euroopan mittakaavassa. Näin oli luotu pohja Grönblomin suunnitelmalle vahvistaa varsin vaatimatonta Suomen terästuotantoa.

Suunnitelmaan tyydyttää kasvava teräksen tarve kotimaisella raaka-ainepohjalla ei yleisesti uskottu. Grönblom kuitenkin näki tähän mahdollisuuden hyödyntämällä Outokummun kaivoksesta peräisin olevaa rikkikiisua. Kiisusta syntynyt pasutusjäte sisälsi haitallisia, mutta arvokkaita epäpuhtauksia kuten kobolttia, kuparia ja sinkkiä. Rohkealla kaukonäköisyydellä ja ennakkoluulottomalla tutkimuksella jäte saatiin hyödynnettävään muotoon ja osoitetuksi, että se on sopivaa raudan valmistuksen raaka-aineeksi.



>



Bernd Grönblom ja Outokummun Eero Mäkinen, jotka kumpikin tunnetaan ”todellisina vuorineuvoksina”, sopivat raaka-ainetoimituksista kotimaisen terästeollisuuden tarpeeseen. Samaan aikaan solmittu sopimus sähkötoimituksista Imatran voimalaitokselta mahdollisti uuden, nykyaikaisen terästehtaan rakentamisen. Rahoituksen hankkiminen onnistui Pohjoismaiden Yhdyspankin avulla ja niinpä aikanaan tekniikan huippua edustavan Imatran terästehtaan rakentaminen alkoi 1935 ja sen tuotanto käynnistyi 1938. Terästä valmistettiin aluksi 30 000 tonnia vuodessa ja saman verran tehtiin maailman suurimmalla sähkömasuunilla harkkorautaa.

Bernd Grönblom oli toteuttanut suuren visionsa ja saanut tunnustuksen ”uhkarohkean yrityksensä” toteutumisesta. Suomi oli astunut askeleen uuteen aikakauteen teollistumisessaan. Askeleen merkitys vain korostui hetken päästä koittaneen maailmansodan kuohuissa. Tehdasta on modernisoitu ja laajennettu kaikilla vuosikymmenillä. Merkittävimpiä uudistuksia ennen vuosituotannon vaihtumista olivat 1964-1965 toteutettu jatkuvavalu teelmäkoossa (ensimmäisiä maailmassa), 1980-luvun lopussa tehdyt senkkametallurgia ja bloomivalukone sekä hienovalssaamon uusinta. Tehtaan alkuosan investoinnit huipentuivat vuonna 1996 uuteen valokaariuuniin, jolla korvattiin 1938 aloittanut A-uuni.

### Erikoisteräksiä uudistuvan yhteiskunnan tarpeisiin

Nykyään Imatran terästehtaalla valmistetaan matalaseosteisia erikoisteräksiä. Raaka-aineena käytettävä kierrätysteräs sulatetaan 75 tonnin valokaariuunissa, jonka jälkeen sula käsitellään senkkauunilla ja vakumoidaan.

Kaksilinjaisella jatkuvavalkoneella sulatetaan 370 x 310 mm bloomeja, jotka kuumapanostetaan tasausherkutusuuniin ja valssataan pyörö- tai neliöangoiksi. Mahdollisia valssausmittoja on lukuisia 25 mm:stä 180 mm:iin. Tehtaalla myös lämpökäsitellään sekä työstetään tankoja sorvaamalla, oikaisemalla ja kylmävetämällä. Lisäksi useaan vaiheeseen prosessia kuuluu erilaisia tarkastuksia ja laboratoriotestaamista. Tehtaan vuosituotanto on keskimäärin 200 000 tonnia. Ovakon tuotteita toimitetaan ympäri maailmaa, mutta päämarkkina-alueet ovat Pohjoismaat ja Eurooppa. Imatran teräksiä käytetään laajasti eri teollisuuden aloilla, esimerkiksi koneenrakennus-, energia- ja kaivos- sekä ajoneuvoteollisuudessa.

Imatralla Ovakon valmistusohjelmaan kuuluu useita erityyppisiä teräslajeja kuten laakeriteräksiä, nuorrutusteräksiä, hiiletysteräksiä, rakenneteräksiä ja lukuisia muita. Teräslajeja on mahdollista optimoida myös muiden ominaisuuksien näkökulmasta, esimerkiksi erinomaisen lastuttavuuden tai kylmänkestävyyden kannalta. Imatralla kehitetty hyvin lastuttava M-teras voi säästää asiakkaalla parhaimmassa tapauksessa jopa 30-40 % tuotantokustannuksista. Teräksen suorituskykyyn vaikuttavat monet asiat, ja Ovakon digitaalisten työkalujen avulla nämä on helppo ottaa huomioon ja valita omaan käyttöön parhaiten sopiva teräslaji ja toimintutila. Ovako tarjoaa nettisivuillaan asiakkaidensa sekä toki kaikkien muidenkin käyttöön digitaalisia työkaluja, joiden avulla oikean teräslajin, lämpökäsittelyparametrien tai lastuamisarvojen valinta ja vertailu on helppoa.

Systemaattinen, vuosia jatkunut turvallisuusyhtiö on kantanut hedelmää. Ovako on nykyään yksi turvallisimmista teräsyrityksistä.

Työn takia sairaspöissaoloon johtaneiden tapaturmien määrä koko yhtiössä on vain 0,8 % miljoonaa työtuntia kohden ja nollan tapaturman tavoitetta lähestytään. Imatran tehtaalla ei ole sattunut pöissaoloon johtaneita tapaturmia yli kahteen vuoteen.

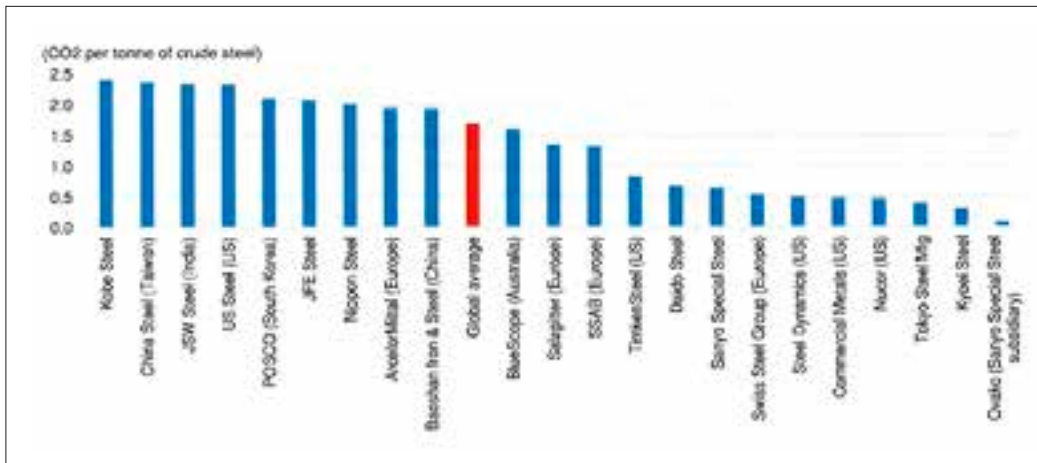
Kilpailu osaavasta henkilöstöstä teknologiateollisuuden alalla on kova myös Etelä-Karjalan työssäkäyntialueella. Uutena avauksena Ovako Imatra aloitti joulukuussa 2022 prosessiteollisuuden ammattitutkintoon tähtäävän oppisopimuskoulutuksen. Parivuotinen koulutus tähtää paitsi osaavan työvoiman varmistamiseen Imatran tehtaalla myös metallinjalostusteollisuuden koulutuksen säilymiseen Kaakonkulmalla.

### Hiilineutraali tuotanto ensimmäisenä maailmassa

Ovako investoi jatkuvasti toiminnan kehittämiseen, ja viime vuosina esillä ovat erityisesti olleet hiilineutraaliuteen tähtäävät investoinnit. Jo historiallisista syistä lähtötaso on ollut hyvä johtuen energiatehokkaasta valokaariuunista, jossa raaka-aineena käytetään kierrätysterästä sekä pohjoismaisesta vähäpäästöisestä sähköstä. Tästä on kuitenkin jatkuvasti parannettu lisää.

Investoimalla esimerkiksi vuonna 2019 mekaaniseen vakuumpumppujärjestelmään Ovakon Imatran terästehtaan vähensi vakuointijärjestelmän energiankulutusta, hiilidioksidipäästöjä ja jäähdytysvesimäärää. Uusi tekniikka mahdollistaa myös entistä parempilaatuisten terästen valmistamisen. Vakuumikäsitteily tehdään nykyisin 80 % aikaisempaa energiatehokkaammin ja tehtaan vuosittainen energiankulutus on vähentynyt 5 %. Uudistamisprojekti voitti vuonna 2020 valtakunnallisen Energianerokas – tunnus-





Taulukko 1. Japanilaisen investointipankki Nomuran mukaan Ovakolla on vähiten hiilidioksidipäästöjä tuotettua terästonnia kohden maailmassa.

tuksen, jonka myöntävät Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiavirasto ja valtion kestävä kehityksen yhtiö Motiva.

Vuoden 2022 alusta lähtien Ovakon terästuotanto on ollut hiilineutraalia. Käytetty sähkö on täysin fossiilivapaata ja kierrätysteräksen osuus on 97 % raaka-ainepohjasta. Tällä hetkellä koko Ovakon hiilijalanjälki on 95 % globaalia terästeollisuuden keskiarvoa pienempi. Tästä jäljelle jäävä osuus kompensoidaan ostamalla vapaaehtoisia päästöhyvityksiä, joiden käyttökohteita hallinnoidaan ulkopuolisten tahojen (The Gold Standard ja Verified Carbon Standard) avulla. Näin saavutetaan täysin hiilineutraali tuotanto. Japanilaisen investointipankin Nomuran tutkimuksen mukaan Ovakon onkin koko maailman vähiten hiilidioksidipäästöjä aiheuttava teräksentuottaja (taulukko 1).

Ovakon tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalius kaikissa toiminnoissa. Yksi keino tähän on käyttää fossiilitonta vetyä teräksen kuumentamiseen ennen valssausta. Täyden mittakaavan testit teräksen kuumentamisesta 100-prosenttisesti fossiilittomalla vedyllä ja hapella onnistuivat Ovakon Hoforsin tehtaalla vuonna 2020. Hoforsin terästehtaalle rakennetaan parhaillaan täyden mittakaavan vedyn tuotantolaitosta. Ympäristölupa on saatu ja toiminnan on tarkoitus käynnistyä jo keväällä 2023. Vastaava tekniikka otetaan käyttöön myös Imatralla, jossa siirtymä vedyn käyttöön aihion kuumennuksissa on suunnitteilla. Bloomiuunin polttimet uusitaan kesällä 2023. Nykyiset ilma-maakaasupolttimet vaihdetaan happi-maakaasupolttimiin, mikä pienentää prosessin energian kulutusta noin 20 %. Uudet polttimet pystyvät suoraan

hyödyntämään myös vetyä heti, kun sitä on saatavilla. Myös teelmäuni on päätetty modernisoida samalla tavalla bloomiuunin jälkeen. Vedyn osalta yhtenä selvityksen aiheena on putkisiirtoinfrastruktuurin rakentamismahdollisuus Kemiran Joutsenon tehtaalla Ovakon Imatran tehtaalle Kemira Oyj:n ja Gasgrid Finland Oy:n kanssa.

Työn alla on myös valokaariuunin koksien vaihto biohiilelle. Ensimmäiset kokeet biohiilellä on jo tehty ja tulokset ovat lupaavia. Kuona saadaan kuohumaan hyvin myös biohiilellä. Tällä hetkellä näyttäisi siltä, että melko pienillä investoinneilla saadaan fossiilinen hiili korvatuksi biohiilellä valokaariuunissa.

Myös varsinaisen tuotantoprosessin ulkopuolisia päästöjä vähennetään – esimerkiksi tehtaan hukkalämmön hyödyntämisen tehostaminen ja sitä kautta maakaasulla toimivan höyrykeskuksen käytön vähentäminen. Tämä vähensi höyrykeskuksen energiantarvetta ja CO<sub>2</sub>-päästöjä 40 % vuonna 2022. Toinen CO<sub>2</sub>-päästöjä pienentävä tuore hanke on tehtaan portin ulkopuolisten rakennusten – Imatran pääkonttorin, kehityskeskusten, ruokalan ja ammattikoulun lämmitysmuodon vaihtaminen maakaasusta kaukolämpöön. Paikallinen kaukolämpö tuotetaan uusiutuvista energianlähteistä, joten CO<sub>2</sub>-päästöjä ei synny.

Prosessin kehittämisen lisäksi Ovakon vaikuttaa terästuotteiden ympäristövaikutuksiin myös tuotekehityksellä. Viime vuosina tavoitteena on ollut tarjota asiakkaillemme entistä keveämpiä ja ympäristöystävällisempiä



ratkaisuja. Muun muassa teräksen sulkeumuuhautta parantamalla voidaan lisätä valmiin komponentin väsymiskestävyyttä, jolloin komponentin käyttöikä voidaan pidentää. Tai esimerkiksi tietyn kuorman kantamiseen voidaan käyttää pienempää ja kevyempää komponenttia kuin aiemmin. Tämä mahdollistaa pienemmät päästöt varsinkin kuljetusvälineiteollisuudessa. Yhteiset kehitysprojektit asiakkaidemme kanssa tarjoavat tärkeitä mahdollisuuksia tunnistaa markkinoiden tulevia tarpeita ja kehittää niihin vastaavia tuotteita kestävämmän tulevaisuuden tarpeisiin. ▲

TEKSTI: VILLE FOMKIN, JOHANNA HAAPASALMI, PÄIVI KARJALAINEN, PEKKA KARVONEN, ANSSI PURUSKAINEN

# KEVYEN KALUSTON ERIKOIS- LAVAT

Raskaspari Oy:n kevyen kaluston lavoilla muutat avo-  
lava-auton oikeaksi työautoksi. Kestävät lavat on val-  
mistettu kestävästä materiaaleista ja niissä on vakio-  
na pitkän tavaran kuljetusmahdollisuus, työvalot ja

runsaat sidontapisteet. Lavavalikoimaan kuuluvat  
lavat nosturilla tai ilman sekä umpikori ratkaisu, mikä  
on käytännöllinen valinta esimerkiksi panostajille tai  
huoltoautoksi.



**KYSY  
LISÄÄ:**

**Heikki Tuomainen**, puh. 040 940 3551  
heikki.tuomainen@raskaspari.fi

## RASKASPARI

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

**ROXIA**  
PERFORMANCE — DRIVEN BY PEOPLE

## Täysautomaattinen Kammiosuodatin

- Käyttöaste jopa yli 98 %
- Kehittyneet virheentunnistustoiminnot maksimoivat turvallisuuden ja suorituskyvyn.
- Erityistiivistetty ja suojattu suodatuskammio
- Suodatusala 1,2 – 22,3 m<sup>2</sup>
- Voidaan yhdistää Roxia Malibu™ -onlineportaaliin etävalvontaa ja toiminnan analysointia varten.



Ota yhteyttä ja tilaa koesuodatus!  
0201 113 311 / [sales@roxia.com](mailto:sales@roxia.com)

[info@roxia.com](mailto:info@roxia.com)  
[www.roxia.com](http://www.roxia.com)



Katso lisää:





# Raskaspari Oy kehittää kuljetusratkaisuja kaivosteollisuudelle

**R**askaspari Oy:n perustivat Kale Salonen ja Jyrki Hakkarainen vuonna 2009. Alun perin Raskaspari vastasi Volvo-kuorma- ja linja-autojen sekä Renault-hyötyajoneuvojen huollosta ja varaosatoiminnosta Iisalmessa, Joensuussa ja Mikkelissä. Vuonna 2016 yritys kasvoi Kotkan ja Kouvolan toimipisteillä ja samalla toiminta laajeni raskaan kaluston myyntiin uusilla paikkakunnilla sekä Mikkelissä Volvo Trucksin ja Renaultin edustuksilla.

Mikko Rytkönen ja Heikki Tuomainen ostivat yrityksen vuonna 2019. Toimitusjohtaja Mikko Rytkösellä oli vahva osaaminen Volvo Trucks -korjaamotoiminnasta ja toisena yrittäjänä toimiva Heikki oli aiemmin toiminut kuorma-autojen myynnissä ja seurannut tiiviisti autojen kehitystä. Uusilla yrittäjillä oli paljon ideoita yrityksen kehittämiseksi. Heidän luomiaan visioita kohti on kuljettu jo kohta neljä vuotta ja nyt alkaa tuloksia näkyä ulospäin.

Heikki Tuomainen on ollut aina kiinnostunut kaivosteollisuudesta ja ymmärtää sen tärkeyden Suomen taloudelle ja työllisyydelle. Myyntityössä hän päässyt keskustelemaan asiakkaiden kanssa kaivosteollisuuden haasteista raskaan kaluston osalta. Tämän perusteella hän on ryhtynyt kehittämään ratkaisuja näihin haasteisiin yhteistyössä asiakkaiden kanssa.

Kaivosteollisuudessa on tärkeää, että kaivoksissa käytettävä kalusto on luotettavaa ja tehokasta. Jälkimarkkinatoimintojen tulee myös vastata kaivosteollisuuden vaatimuksia. Raskaspari Oy on KH-Kipperin lavarakenteiden Suomen virallinen jälleenmyyjä vuodesta 2019 lähtien ja voimme nyt tarjota asiakkaillemme kokonaisratkaisuna kestävää ja kustannustehokasta kalustoa kaivoksiin kovaan käyttöön. KH-Kipperin lavat voidaan asentaa joko Raskasparin myymään Volvo FMX/FH16- tai Renault K-alustaan tai vaihtoehtoisesti muiden valmistajien merkkeihin.



Olemme huomanneet, että kaivoksissa on tarvetta myös kevyemmälle kalustolle. Heikki ja Mikkelin korjaamon huoltopäällikkö Juha Kauppinen suunnittelivat ja kehittivät toimivan lavarakenteen avolavapakettiautoihin. Lavan suunnittelussa on otettu erityisesti huomioon lavan työturvallisuus, käytännöllisyys sekä kuljetuskapasiteetin hyödyntäminen.

Perusvarustukseen kuuluvat aukeavat sivulaidat, reippaasti sidontapisteitä kuorman kiinnitykseen, pitkän tavarankuljetusmahdollisuus, hyvät työvalot, taka-alleajosuojat ja lokasuojat. Lavalle voidaan asentaa tehokas nosturi kokoluokkaan 0,5 tm. Nosturin ansiosta kuorman voi helposti lastata tai purkaa. Lava on valmistettu kuumasinkitystä materiaalista.

Kuljetuskori on suunniteltu esimerkiksi huoltoautoksi tai panostajalle. Kuljetuskorin voi jakaa useampaan osaan, ja tavarat pysyvät siellä siististi omissa lokeroissaan säältä suojassa. Koriovirratkaisu rätälöidään ta-

pauskohtaisesti esimerkiksi kokosivut aukeaviksi. Materiaalivalinnassa on erityisesti otettu huomioon vaativat käyttöolosuhteet ja kori on valmistettu kipinöimättömästä materiaalista.

Raskaspari Oy jatkaa koko ajan kehitystyötä vastatakseen kaivosteollisuuden haasteisiin ja haluaa kehittää tuotteita asiakkaiden kanssa ja asiakkaiden tarpeisiin. Uskomme, että yhdessä kehittämällä voimme saada parhaan mahdollisen lopputuloksen ja oikeasti hyödyllisiä ratkaisuja kaivosteollisuuden kuljetusongelmiin. ▲

TEKSTI: **HEIKKI TUOMAINEN**

Tuotteistamme saa lisätietoa:

Raskaspari Oy  
Heikki Tuomainen  
puh:0409403551  
sähköposti:  
heikki.tuomainen@raskaspari.fi



# Larox-suodattimet ovat yksi Metso Outotecin huipputuotteista

Metso Outotec on ylpeä pitkistä perinteistään suodatinosaamisessa. Sen ensimmäiset suodattimet valmistettiin jo 1930-luvulla Ruotsin Salassa. Suodatinmerkki Laroxin juuret ovat puolestaan Kaakkois-Suomessa, jonne Nuutti Vartiainen perusti Larox Oy:n vuonna 1977.

”Larox-tuotenimi on uranuurtaja teollisessa suodattamisessa. Vartiainen visiona oli rakentaa Laroxista maailmanlaajuinen brändi heti alusta alkaen ja hän perusti jo alkuvaiheessa myyntitoimistot esimerkiksi USA:han sekä Australiaan. Suurin osa tuotannosta meni kaivosteollisuuden tarpeisiin, mutta tuotteita myytiin myös muille teollisuudenaloille”, kertoo Jussi Venäläinen, Metso Outotecin suodatinliiketoimintojen johtaja.

Yrityksen ensimmäinen tuote oli mekaaninen painesuodatin, josta vuosien saatossa on kehitetty vaativiin teollisuuskohteisiin soveltuva Larox® PF-painesuodatin. Se on nykyisin yksi Metso Outotecin suodatinliiketoimintojen tähtituotteista.

Vuonna 2009 Larox®-tuotteet ja muu liiketoiminta siirtyivät Outotecin omistukseen osana yrityskauppaa. Metso Outotecin omistukseen nämä siirtyivät, kun Metso ja Outotec yhdistyivät.

”Outotecille siirtymisen yhteydessä tuotekehitysresurssimme kasvoivat ja käytössämme oli entistä kattavampi globaali myyntiverkosto. Meille oli tärkeää säilyttää Larox®-tuotteiden valmistus niiden synnyinsijoilla Lappeenrannassa. Vuosien saatossa olemme kehittäneet tuotantoprosesseja sekä uudistaneet tuotantotiloja ja laitteita. Lappeenrannan moderni tehdas ja ammattitaitoinen henkilökuntamme ovat mahdollistaneet Larox® PF-painesuodatinien toimituskyvyn merkittävän kasvun. Olemme kyenneet vastaamaan kasvaneeseen myyntivolyymiin hyvin. Olemme myös avanneet uusia markkinoita Larox® PF suodattimille.”

”Metson ja Outotecin yhdistymisen jälkeen kävimme tarkasti läpi koko suodatin-tuotevalikoiman, karsimme päällekkäisyydet ja standardoimme tuotteet sekä niihin liittyvän dokumentoinnin ja huoltopalvelut. Koska Larox®-suodattimilla oli vakiintunut

asema asiakkaidemme keskuudessa, halusimme panostaa vahvaan tuotekehitykseen sekä säilyttää Larox®-tuoteperheen osana suodatinvalikoimaamme. Niinpä tuotevalikoimassamme jatkavat edelleen useat tutut ja luotettavat Larox®-tuotteet kuten PF- ja FFP-painesuodattimet sekä RT-vakuumisuo-

dattimet. Kaiken kaikkiaan valikoimissamme on 15 eri suodatinmallia”, kertoo Venäläinen. Metso Outotec toimittaa suodatinteknologiaa eri puolille maailmaa omilta tuotantolaitoksiltaan Lappeenrannasta, Turusta ja Kiinan Suzhousta. Lappeenrannan suodatinteknologiotehtaalla on merkittävä rooli paikallisena työnantajana ja tiennäyttäjänä alan innovaatioiden tuomisesta markkinoille. Kaiken kaikkiaan Metso Outotec on toimittanut yli 5 000 suodatinta erilaisiin sovelluksiin asiakkailleen ympäri maailmaa.

Valmistuksen lisäksi yrityksellä on oma suodost materiaalien testausyksikkö, joka ky-





Metso Outotecin Suzhoussa sijaitsevan suodatintehtaan kapasiteetti tuplataan lähiaikoina. Laajennusosa rakennetaan nykyisen tehtaan jatkeeksi.

kenee testaamaan kaikki suodatinmallit sekä pilotoimaan ja mallintamaan, kuinka eri suodatinmallit toimivat asiakkaiden suodatusprosesseissa.

Prosessi- ja testausyksikön johtaja Leena Tantun mukaan Lappeenrannassa on tehty yli 14 000 suodatustestiä: ”Testaamme jatkuvasti eri lietteitä. Meillä on käytössä yksi markkinoiden laajimmista suodatinvalikoimista, joka mahdollistaa juuri oikean suodatinteknologian valitsemisen kunkin asiakkaan prosessiin. Testauslaitoksemme Dewatering Technology Center (DTC) on maailmanlaajuisestikin ainutlaatuinen nesteen ja kiintoaineen erotukseen keskittyvä teknologiakeskus. Keskuksen avaamisesta vuonna 2015 lähtien olemme tehneet jatkuvaa yhteistyötä esimerkiksi Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT:in kanssa.”

### Kasvu kuivaläjiytyksestä ja litiumhankkeista

Metso Outotecin suodatinliiketoiminta on kasvanut merkittävästi viime vuosina. Tällä hetkellä kasvun ajureita ovat esimerkiksi ajoneuvojen sähköistyminen ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen liittyvä lainsäädäntö sekä tarve vähentää rikastushiekan patoamista altaisiin.

”Suodattimia toimitetaan entistä enemmän esimerkiksi rikastushiekan kuivaläjiytysprosesseihin sekä akkuteollisuudessa tarvittavien metallien ja kemikaalien tuotantoprosesseihin. Myös toimitukset kemian- sekä elintarvike- ja lääketeollisuuden suodatintarpeisiin ovat kasvaneet merkittävästi lyhyessä ajassa”, tarkentaa Jussi Venäläinen.

”Yli 80% suodatintuotteistamme on Planet Positive -luokiteltu. Se tarkoittaa, että nii-

den ympäristötehokkuutta on vertailtu joko alan johtavien tuotteiden tai Metso Outotecin edellisten vastaavien tuotteiden kanssa ja että ne ovat todistettavasti energia- ja/tai vesitehokkaampia kuin verrokkinsa. Asiakkaidemme suoran ympäristöjalanjaljen pienentämisen lisäksi Planet Positive -tuotteet voivat vähentää CO<sub>2</sub>-päästöjä myös tuotteiden valmistus- ja toimitusvaiheissa.”

### Taloudellinen käyttöikä määrittää suodattimen huoltotarpeen

Yksi alkuperäisen Laroxin menestyksen salaisuuksista oli se, että asiakkaasta pidettiin hyvää huolta myös suodatinten asennuksen jälkeen. Suodatinten toiminta optimoitiin niiden käyttökohteen mukaan ja huoltopalveluja oli saatavilla käyttö- ja kunnassapitoon alusta alkaen. Nykyisin tuotteiden suorituskyvyn jatkuva hallinta ja optimointi koko elinkaaren ajan on sanomattakin selvää. Suodatinten on oltava turvallisia, helppokäyttöisiä, ympäristöystävällisiä ja nopeasti huollettavia. Hyvällä automaatioasolla mahdollistetaan prosessien jatkuva optimointi sekä etätuki.

”Aiemmin laitteet ajettiin teknisen iän loppuun, nyt määrite on enemmänkin taloudellinen. Eli tuotteen on oltava taloudellisesti tuottava ratkaisu koko sen elinkaaren ajan. Tämä määritetään sen premiumin mukaan, jonka asiakas saa elinkaaren aikana tuotteesta”, kertoo rikastuksen, vedenpoiston ja hydrometallurgian palveluista vastaava johtaja **Tomas Hakala**.

”Palvelutarjoamamme kattaa kaikki tarvittavat osa-alueet käyttö- ja kunnassapitoon aina teknillisestä asiakastuesta ja varaosatoimituksista kokonaisuuden käytön ja kunnossapidon ulkoistussopimuksiin saakka. Myös

suodatinten etävalvonta, modernisointi ja optimointi ovat osa meidän palvelutarjoamaamme.”

### Investoinnit jatkuvat

Metso Outotec on tehnyt useita investointeja suodatinliiketoimintojensa kehittämiseen kahden viimeisen vuoden aikana. Syytä onkin, sillä suodatinten ja niihin liittyvien palvelujen liikevaihto tuntuu jatkavan hyvää kasvuaan.

”Syyskuussa 2022 ilmoitimme perustavamme Meksikoon uuden tuotantoyksikön, joka valmistaa korkealaatuisia polymeeri-suodatinlevyjä erityisesti kaivosteollisuuden asiakkaiden isoihin pystylevyisiin suodattimiin. Tehdasinvestoinnin arvo on yhteensä noin 28 miljoonaa euroa, joka sisältää tontin hankinnan sekä tuotantotilojen rakentamisen ja kehittämisen vuoteen 2025 mennessä. Tehtaan suunnittelussa panostamme tuotantotehokkuuteen ja ympäristöystävällisyyteen”, mainitsee Hakala.

”Tuotantoon panostetaan suunnitelmallisesti myös Suomessa ja Kiinassa. Osana isompaa investointisuunnitelmaa olemme äskettäin saaneet päätöksen Suzhoun kokonpanotehtaan laajennuksesta. Tehdas on ollut toiminnassa vuodesta 2009 alkaen ja tällä hetkellä siellä valmistetaan kymmentä viidestätoista suodatinmallistamme. Noin vuoden päästä valmistuva laajennus kaksinkertaistaa siellä käytössä olevat tuotantotilat”, kertoo Venäläinen.

Metso Outotecin Lappeenrannassa syksyllä 2021 avaama, vaativaan suodatintuotantoon räätälöity laserhitsausyksikkö on lisännyt valmistuskapasiteettia ja mahdollistanut entistäkin laadukkaampien hitsattujen rakenteiden valmistamisen turvallisemmin, ympäristöystävällisemmin ja tehokkaammin. Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys (SHY) ry myönsi sille *Lasertyöstetty huipputuote* -kunniakirjan marraskuussa 2022.

Lappeenrannassa investointien odotetaan jatkuvan lähitulevaisuudessa esim. automatisoinnin osalta. Toimistotilojen osalta päivitykset on juuri saatu valmiiksi.

”Tulevaisuus näyttää hyvältä. Asiakkaat luottavat osaamiseemme sekä laadukkaisiin tuotteisiimme ja tilauskantamme on ollut jo pidempään vakaassa nousussa. Meillä on hyvä tekemisen ilmapiiri, osaava ja ammattitaitoinen henkilökunta ja kilpailukykyiset tuotteet sekä palvelut, joista voimme olla ylpeitä” sanoo Venäläinen. ▲

TEKSTI: **JUSSI VENÄLÄINEN**  
**TOMAS HAKALA**  
**ANNE RANTANEN**  
**LEENA TANTTU**



# Myllynvuorausten kierrätyksen edelläkävijä

Skannaa QR-koodi ja lue lisää



Uusi myllynvuorausten kierrätyspalvelu ratkaisee käytettyjen myllynvuorausten hävittämisongelman. Se tarjoaa keinon vähentää hiilidioksidipäästöjä ja parantaa ympäristötehokkuutta, koska vähemmän materiaalia päätyy käsittelemättömänä kaatopaikoille. Palvelun mahdollistaa ainutlaatuinen erotuslinja, jonka avulla voidaan prosessoida kaikenkokoisia kumi-, Poly-Met™- ja Megaliner™-vuorauksia.

Partner for positive change

## Metso:Outotec



# OTAFOKUS 2007

## – miten meni noin niin kuin omasta mielestä?

Tämä artikkeli on kirjoitettu kummallisessa maailman ajassa. Poikkeuksellisen haastavat tilanteet pistävät miettimään ratkaisuja, läheisiä ja muita oikeasti tärkeitä asioita. Kissavideoiden katselun ohella on mukava muistella menneitä – joten ota rento takanoja, nyt kerrotaan kaivospositiivinen tarina alkaen 15 vuoden takaa.

**O**TAFOKUS-joukkoa koordinaattorina luotsannut **Hannele Vuorimies** taustoittaa:

”Kaivosteollisuus lähti uuteen nousuun 2000-luvun alkupuolella. Tämä korkeasuhdanne sai aikaan tarpeen kouluttaa alalle uusia rikastustekniikan osaajia pikaisella aikataululla.

Alullepanijoina toimivat silloisen TKK:n Mekaanisen prosessi- ja kierrätystekniikan professori Kari Heiskanen sekä Hans Allenius ja Markku Virtanen Outotec Mineralsilta. Alun jälkeen mukaan suunnitteluun saatiin myös viiden muun yrityksen edustajat, ja yhteistyössä rakennettiin koulutus, joka vastasi yritysten tarpeita.

Lähtökohtana koulutukselle sisällön näkökulmasta oli aiemmin Outokummun sisällä toiminut urakierto; insinöörikumia oli perinteisesti kierrätetty maasta ja rikastamosta toiseen, jolloin osaaminen karttui ja ymmärrys rikastustekniikassa laajeni kattamaan erilaisia metalleja ja prosesseja.

Mineraalitekniikan täsmäkoulutuksen (OTAFOKUS) suunnittelu alkoi alkuvuodesta 2007. Loppuvuodesta päästiin starttaamaan 18 kuukautta kestänyt täydennyskoulutus, joka koostui TKK:lla järjestetystä lähiopetuksesta, laajuudeltaan 60 opintopistettä, sekä rikastamoviikoista ja 35 viikkoa kestäneestä työharjoittelusta. Koulutukseen haki 154 henkilöä, joista lopulta valittiin kaksitoista. Opiskelijat pääsivät heti alusta mukana olleiden yritysten palkkalistoille, mikä varmasti oli osasyynä suureen hakijamäärään.”

OtaFokusin ohjausryhmässä olivat alun perin puheenjohtajana Seppo Lähteenmäki ja jäseninä Hans Allenius, Kari Heiskanen, Anniina Hukari, Harri Koivisto, Pertti Koivistoinen, Juha Koskinen, Heikki Pekkarinen,

Vesa-Jussi Penttilä, Anne Perä, Pekka Perä, Markku Virtanen ja Hannele Vuorimies. Myöhemmin aktiivisessa roolissa oli myös Markus Ekberg.

Ohjausryhmän jäsen **Heikki Pekkarinen** muistelee: ”Vuoden 2007 alkupuolella joukko alan yrityksiä kokoontui pohtimaan, mistä saada rikastustekniikan osaajia. Koulutusrakenne muutos ja silloisten osaajien jääminen eläkkeelle aiheutti pullonkaulan. Töitä on, mutta mistä tekijät? Asiassa lähestyttiin Teknillistä korkeakoulua ja professori Kari Heiskasta. Pian olikin polkaistu käyntiin Mineraalitekniikan täsmäkoulutus TKK:n ja kuuden yrityksen kesken, kurssilaiset valittu ja koulutus alkoi marraskuussa 2007.”

### **Vuoden 2007 marraskuussa Otaniemessä kokoontui OTAFOKUS = ”Täsmät” – miten se alkoi?**

OTAFOKUKSESSA mukana olleet yritykset ja opiskelijoiden sijoittuminen niihin:

Finn Nickel/Belvedere Resources – Mikko Keränen, Ville Vähäkangas  
Nordkalk – Simo Pyysing  
Outokumpu – Niina Vaara, Raisa Hyvärinen  
Outotec – Harri Myllykangas, Tero Varjus  
Pyhäsalmi Mine – Heidi Karjalainen, Jarmo Huuskonen, Timo Pekkala  
Talvivaara – Liisa Kotila, Tiina Helminen

**Mikko Keränen:** ”Kaikki lähti oikeastaan siitä, kun vuonna 2007 Outokummulla Torniossa työskennellessäni jostain pomppasi eteeni ilmoitus Mineraalitekniikan täsmäkoulutuksesta. Se vaikutti heti kiinnostavalle. Kollegani Raisa Hyvärisen kanssa silloin pähkäilimme, että tuohonhan voisi hakea. Raisa oli silloin jo pysyvämmin Outokummulla ja minä vain käypäläinen. Päätimme molemmat hakea ja kuinka ollakaan, molem-

pia lykäksi siinä haussa. Alkoi hieno matka rikastustekniikan saloihin. Raapustin nimeni ensimmäiseen vakituiseen työsopimukseen, jossa työnantajan kohdalla luki Suomen Nikkeli, mikä hetkeä myöhemmin päivittyi Finn Nickeliksi. Työpaikaksi tuli Luikonlahden rikastamo. Tässä kohtaa täytyy antaa iso kiitos Pertti Koivistoiselle ja Vesa-Jussi Penttilälle, kun uskoivat nuoreen insinööriin alkuun. Ilman heitä työurani olisi ollut kovin erilainen.”

**Ville Vähäkangas:** ”Olin viimeistelemässä prosessitekniikan opintojani Oulun yliopistossa kesällä 2007 diplomityöni parissa, kun huomasin Hituran rikastamolla avoimen kehitysinsinööriin paikan. Hakupaperit sisään ja kutsu kävi haastatteluun. Työhaastattelun päivä oli lämmin kesäpäivä ja rikastamon päällikkö Kari Pulkkinen teki kandidaatin kanssa kenttäkierroksen pitkän kaavan mukaan. Tämän jälkeen jatkettiin kaivoksen johtaja Markus Ekbergin kulmahuoneeseen itse varsinaiseen työhaastatteluun. Markuksen viimeiset kysymykset haastattelussa olivat, että olisinko halukas katselemaan lopun työuraani kuraa rännissä rikastusinsinööriä ja pakettiin kuuluisi muuten tällainen koulutuspakettikin. Mäntyöljyn ja ksantaatin väkevästä tuoksuista johtuen olin ilmeisesti vähän pökerryksissä ja huomasin vastaavani myöntävästi.

Uran ensimmäinen työsopimus allekirjoitettiin, ja aloitin työt rikastamolla elokuussa 2007. Ehdin muutaman kuukauden tutustua alaan ennen syväasukellusta tieteelliseen puoleen TKK:lla.”

**Simo Pyysing:** ”Kaikkihan lähti itse asiassa siitä, kun olin Laroxilla kesätoissa ja halusin konetekniikkaa opiskelemaan. Tämä oli vähän sen jälkeen, kun ensihoitajahomma vaikutti kiinnostavalle, mutta ei kuitenkaan johtanut mihinkään. En kyllä tajua, miksi halusin opiskella tekniikkaa, koska olen matemaattisesti täysin lahjaton. En päässyt sen takia konetekniikan opintoihin, koska hakijoita oli paljon, mutta maa- ja kalliorakentamiseen kyvyt jostain syystä riittivät.

Ammattikorkeakouluopinnot alkoivat 2005 ja ensimmäisen harjoitusjakson sain Nordkalkilta Lappeenrannasta. Kyseessä oli pidempi harjoittelujakso, koska se kuului tuo-



hon tuotantoon suuntautuvaan koulutukseen.

Kaivoksen vuorotyönjohtajan hommissa oli aika siistiä olla, ja kaikki asiat alalla olivat ututta ja todella kiinnostavaa. Myös kaivoksen työkaverit olivat niin upeita ja osasivat kouluttaa nuorta opiskelijaa tehtäviin siinä määrin, että ala alkoi tuntua oikealta hyvinkin nopeasti. Jossain vaiheessa alkoi kiinnostaa vielä enemmän se, mitä maan päällä tapahtuu rikastamoilla. Ilmeisesti Harri Koivisto ja Jussi Kaksosen tämän sitten näkivät ja kehottivat minua hakemaan OTAFOKUKSEN koulutukseen. Täsmäkoulutuksen aloitus olikin seuraavaksi edessä.”

**Niina Vaara:** ”Ollessani Outokummun Kemian kaivoksella tuoreehkona kehitysinsinöörinä vuonna 2007 tarjoutui mahdollisuus osallistua Outokummun edustajana OTAFOKUS-koulutukseen tai Täsmäkoulutukseen, kuten sitä silloin kutsuttiin. Tällaiseen mahdollisuuteen piti tietenkin tarttua, eikä ole kertaakaan kaduttanut. Koulutuksen aikana oli erinomainen tilaisuus keskittyä täysipäiväisesti opiskeluun sekä tutustua muihin alan ihmisiin ja yrityksiin.”

**Raisa Hyvärinen:** ”Haaveilin lapsena liikunnanopettajan työstä, mutta tieni vei ”verenperintönä” kaivosmaailmaan. Olen suvussani neljännen sukupolven rikastaja ja näyttää siltä, että saaga saa vielä jatkoa - oma lapseni on hyvin kiinnostunut kivistä, ja hän on jopa sanonut haaveilevansa kultakaivoksen johtajan tehtävistä.

Aikoinaan ovet liikuntatieteelliseen eivät minulle auenneet ja usean sattumuksen myötä löysin itseni opiskelemasta konetekniikkaa ja työharjoittelusta Kemian kaivoksella. Kesätöiden myötä kiinnostukseni kaivosalaa kohtaan heräsi ja Mineraalitekniikan täsmäkoulutus olikin minulle loistava mahdollisuus syventää tietotaitoani aiheesta ja alasta.”

**Harri Myllykangas:** ”Vuonna 2007 asuin avovaimoni kanssa Slovakiassa ja olin töissä Ruukilla. Määräaikainen sopimukseni oli loppumassa kesällä, joten aloin etsiä sopivaa työtä Suomesta.

Aika pian törmäsin Outotecin ilmoitukseen, jossa haettiin prosessimetallurgia täsmäkoulutukseen. Tämän juuri listautuneen yrityksen osakkeenomistajana päätin hakea tuota paikkaa. Muistan, että hakuprosessi oli tiukka, oli parikin haastattelua ja koko päivän kestävät päällititit. Näiden jälkeen (vai niistä huolimatta?) Outotec päätti tarjota paikkaa minulle. Tarjoukseen oli helppo vastata myöntävästi, ja näin minusta tuli toisen polven ”outokumpulainen”.

Tästä luottamuksesta kiitän edelleen Hans Alleniusta ja Markku Virtasta.”

**Tero Varjus:** ”Olin juuri valmistunut TKK:lta materiaalitekniikan diplomi-insinööriksi, kun näin ilmoituksen OTAFOKUS-täsmäkoulutuksesta. Koulutus vaikutti mielenkiintoiselta ja luonnolliselta jatkumolta opinnoilleni sekä kesäisin tehdyille töilleni prosessiteollisuuden parissa. Hain koulutuspaikkaa ja onnekseni sainkin sen. Ehkä innostukseni ja motivaationi koulutusta kohtaan huokui hakuvaiheen haastatteluissa.”

**Heidi Karjalainen:** ”Ennen täsmäkoulutusta olin nuori, vastavalmistunut ympäristötekniikan DI. Muistan, että määräaikaisen tutkijan työ Kemiralla oli loppumaisillaan, kun näin ilmoituksen täsmäkoulutuksesta lehdessä. Olin jo hetken aikaa miettinyt jatkokouluttautumista ja ilmoituksen nähdesäni soitinkin Hannellelle ja kyselin lisätietoja. Hannelen kanssa oli niin mukava rupatella ja tulin vakuuttuneeksi siitä, että konsepti oli hyvä, joten laitoin hakemukseni koulutukseen.”

**Jarmo Huuskonen:** ”Täsmäkoulutukseen hakeutuessani olin jo vuosikymmenen

ajan työskennellyt Pyhäsalmen kaivoksella eri tehtävissä. Tuolloin toimin rikastamolla automaatioinsinöörinä. Opiskeluporukka hitsautui mukavasti yhteen koulutusaikana, josta jäi lämpimät muistot loppuiksi.”

**Timo Pekkala:** ”Olin ennen täsmäkoulutukseen hakemistani vannoutunut sellu- ja paperimies. Prosessitekniikan DI-tutkintoa suorittaessani olin joka kesä töissä metsäteollisuudessa ja valitsin opintojaksoista kaikki em. teollisuuden alaa tukevat kurssit.

Sellutehtaalle tehdyn diplomityön jälkeen työllistyin viideksi vuodeksi Oulun yliopistolle kuitu- ja partikkelitekniikan laboratorioon, jossa tein tutkimuksen lisäksi paljon opetustyötä. Vannoutunut vuorimies, assistenttikollegani Heli Rautjärvi sai minuun vuosien varrella istutetuksi ajatuksen kovien partikkelien maailmaan siirtymisestä. Kun metsäteollisuuden näkymät vaikuttivat aika hiljaisilta vuonna 2007 ja rikastusprosessien yksikköoperaatiot vaikuttivat pitkälti samankaltaisilta kuin muillakin teollisuuden aloilla, päätin hakea täsmähaussa Pyhäsalmen kaivokselle.”

**Liisa Kotila-Haataja:** ”Geologiksi valmistamisen jälkeen, tohtoriopiskeluja aloittellessani mietin jälleen kerran, että miksi haluaisin isona tulla. Hain piruuttani Mineraalitekniikan täsmäkoulutukseen ja ylättyksekseni tulin valituksi 12 parhaan joukkoon. Niinpä tutkimukseni kaoliiniittimineraalin kanssa sai jäädä Oulun yliopistolla ja aloitin opinnot ja harjoitteluni Talvivaaran kaivoksella Helmin Tiinan kanssa. Oltiin kyllä huippupari, ja opiskeluporukka oli mitä mahtavin! Miten





meitä oltiinkin löydetty niin hyvä porukka?!”

**Tiina Helminen:** ”Työskentelin vuosina 2000 – 2006 Geologian tutkimuskeskuksessa Espoossa. Viimeisin tehtäväni oli tutkimusavustajan ääntöslomasijaisuus, ja sen päätyttyä sisareni vinkkasi minulle Hesarissa olleesta hakuilmoituksesta Mineraalitekniikan täsmäkoulutukseen.

Jäin aikoinaan tuoreena ylioppilaana sen klassisen pisteen päähän vuorilafkalta ja minusta tuli luonnontieteilijä – varttigeologi, kuten kaivosinsinööri mieheni muistuttaa. ”Täsmässä” oli haastavaa ja antoisaa opiskella nuorten, pääosin diplomi-insinöörien kanssa joukon nestorina ja toisena maaperägeologeista.

Tein graduni sotkamolaiseen Lahnaslammen talkkikaivokseen liittyen, ja Kainuusta painuivat tuolloin mieleen erityisesti syntyperäisten vieraanvaraisuus ja huikeat vaaramaisemat. 33-vuotiaana aloittavana täsmäläisenä olin asunut aina Helsingissä, ja muutto Kainuuseen Talvivaaran töihin oli lievä shokki. Monin tavoin positiivinen, kuten myöhempi aika näytti.”

### Miten se meni?

**Hannele:** ”Rikastamoviikoilla opiskelijat pääsivät testaamaan käytännössä niitä oppeja, joita lähiopetuksessa oli annettu. Tiukan teorian lisäksi painoarvoa annettiin esiintymis- ja neuvottelutaidoille. Rikastamoviikojen alussa opiskelijat jaettiin pienryhmiin, ja kukin ryhmä sai selvittääkseen jonkin kyseiseen laitokseen liittyvän tehtävän. Viikon lopulla tuotokset esitettiin ohjausryhmälle, joka antoi kiertelemättä palautetta sekä sisälöystä että mm. esiintymisestä. Ensimmäinen harjoitteluviikko vietettiin Pyhäsalmeella ja tätä seurasivat mm. Kemi ja Lappeenranta.

Koulutuksen teoria- ja käytännön osaamisen lisäksi varmasti yksi merkittävimpiä hyötyjä koulutettaville oli laaja verkostoituminen sekä keskenään että laajasti mukana

olleiden yritysten sisällä. Ohjausryhmä myös tuki laajempaa verkostoitumista järjestämällä mm. loppuseminaarin, johon kutsuttiin sankoin joukoin alan edustajia.

Opetuksesta vastasi professori Kari Heiskanen. Muita opettajia olivat dosentti Marja Oja, DI Janne Vuori, DI Pertti Rantala sekä professorit Pekka Särkkä ja Olof Forsén.”

**Heikki:** ”Ohjausryhmäläisenä oli innostavaa ja opettavaista sekä itsekkin innostuen seurata kurssilaisten paneutumista rikastustekniikan ”saloihin”. Koulutuksessa yhdistettiin teoriaa, kurssitöitä ja käytäntöä. Varsinkin laitosviikot saivat erinomaista palautetta kurssilaisilta. Näinhän se onkin, tekemällä oppii. Koulutus huipentui toukokuussa 2009 pidettyyn loppuseminaariin, jossa kurssilaiset esittelivät lopputyönsä sekä juhlittiin pitkän kaavan mukaan. Ohjausryhmä piti kesäkuussa 2009 loppukokouksensa, jossa todettiin, että tällainen uusi koulutuskonsepti oli varsin onnistunut ja täytti sille asetetut tavoitteet. Toki kehityskohteitakin löydettiin. Itse koin, että koulutusmuoto oli onnistunut ja toteutettavissa, jos yritysten tarve työntekijöistä ja tarjonta eivät kohta. Toki tämä vaatii myös vankkaa sitoutumista yrityksiltä koulutuksen läpivientiin.”

### Missä he ovat nyt? Täsmäläisten omin sanoin:

**Mikko:** ”Täsmäkoulutuksen yksi mieleenpainuva oppi oli se, kun silloinen Pyhäsalmen rikastamon päällikkö Seppo Lähtenmäki opasti meitä nuoria insinöörejä sanoin: ”Te kaikki tulette oppimaan rikastustekniikkaa riittävän hyvin, mutta jos haluatte pärjätä työuralla, teidän tulee tulla hyvin toimeen ihmisten kanssa”. Se oli hyvä oppi, jonka todellisen merkityksen on huomannut vasta työuran edetessä.

2009 koulutus päättyi ja samaan aikaan tuli nähdä yksi konkurssikin kaikkine käänteineen. Lopulta Kylahti Copper (myöhemmin

Altona Mining) osti rikastamon, ja tuotanto alkoi pari vuotta myöhemmin. Minun tittelinä oli heti alussa rikastamon päällikkö. Siitä matkani jatkui 2013 Yaran Siilinjärven rikastamolle samalla tutulla tehtävänimikkeellä kuin aiemminkin, mutta rikastamon mittakaava kasvoi huikeasti. Siilinjärvellä olen viihtynyt erinomaisesti jo pian 10 vuotta. Yara on tarjonnut monenlaisia mahdollisuuksia kehittyä työurallani. Olen saanut työskennellä rikastamon päällikkönä, vuoden ajan komennuksella Commissioning Managerina Serra do Salitressa Brasiliassa, kaivospäällikkönä ja nyt Siilinjärven toimipaikan tehtaajohtajana.”

**Ville:** ”Hyvin nopeasti kaivosalan sykliisyys oli omalla kohdalla totta. Kurssin päättyessä 2009 nikkelin hinta sukelsi, mutta veren virratessa kaduilla kullan hinta yleensä nousee. Hyvin pian siirryinkin rakennusvaiheessa olevalle Endominesin Pampalon rikastamolle rikastusinsinööriksi ja pian rikastamon päälliköksi. Rakennusaika ja rikastamon tuotannon ensivaiheet olivat nuorelle insinöörille todellinen työelämän korkeakoulu.

Iloinen Itä-Suomi jäi kuitenkin taakse, kun sain paikan Dragon Miningin Vammalan rikastamolta lähempää Tampereen kotiamme. Vammalan vuosista jäivät hyvät muistot, mutta Kokkolassa on laajempi horisontti ja aloitinkin työt Swecolla. Ensimmäinen projekti konsulttina oli Keliberin litiumhankkeen pre-feasibility study vuosien 2015 ja 2016 vaihteessa.

Työskentelen nykyään Keliberillä rikastamon päällikkönä kehittämässä osaltani hanketta. Välillä usko hankkeeseen on ollut koetuksella, mutta nyt näkymä on kirkas ja on hieno päästä kokemaan uudelleen uuden rikastamon rakentaminen näköalapaikalta.

Työurani aikana parasta antia on ollut oikeus työskennellä useammassa työpaikassa. Tätä kautta perspektiivi on laajentunut ja olen saanut oppia monilta hienoilta ihmisiltä. Kurssin aikana Kari Heiskanen pyysi meitä



oppilaita esittelemään yhden tavoitteen työelämässä. Tuolloin asetin vaatimattoman tavoitteen olla nikkelirikastuksen ykkösnyrkki Suomessa. Tavoitteet elämässä voivat vaihtua ja uusia tulee tilalle. Todellisuutta on kuitenkin se, että Euroopan kärki spodumeenivaahdotuksessa on nyt enää iskuetäisyyden päässä.”

**Simo:** ”Koulutuksesta itsessään on tosi hyvät muistot ja olihan se ihan täysin poikkeuksellinen mihinkään aikaisempaan verrattuna. Kaikkein tärkeimpänä siitä haluaisin kyllä mainita sen, miten hyvin ensimmäinen täsmäporukka on pysynyt yhteyksissä toisiinsa.

Työura alkoi silloin tutkimus- ja kehitysjä käyttöinsinöörinä rikastamoilla, myöhemmin tuotantopäällikkönä pyöritin rikastamolta, kalkkitehdasta, kuivatutantoja, labraa ja keskusvarastoa. Nordkalkin jälkeen olen ollut Weir Minerals Finland Oy:ssä maajohtajana ja vastuualueena Suomen, Ruotsin, Norjan, Baltian, Islannin ja Grönlannin operaatiot. Päivittäinen työ pyöri vielä osittain täsmäkoulutuksen mineraalitekniikan oppeja muistellen ja jonkin verran tulee jopa opiskelusta viennin kanssa edelleen töiden parissa tavatuksi.”

**Niina:** ”Myös täsmäkoulutuksen jälkeen työurani on jatkunut Outokummun haalareissa tähän päivään saakka, joskin työtehtävät ovat vaihtuneet muutaman vuoden välein. Kemin kaivoksella työskentelin erilaisissa tuotanto- ja kehitystehtävissä vuoteen 2016 saakka. Silloin sijoituspaikkani vaihtui Outokummun Tornion tehtaille ja työtehtävät tuotanto-osaston tehtävistä Leaniin ja Six Sigmaan. Tällä hetkellä työskentelen Ferrochrome-liiketoiminta-alueella vanhempana kehityspäällikkönä, vastuualueenani vastuullisuus ja tuotannollinen erinomaisuus.

Kiitokset kaikille täsmäläisille mukavista hetkistä sekä täsmäkoulutuksen aikana että sen jälkeen.”

**Raisa:** ”Koulutus oli antoisa ja monipuolinen – massataselaskennat tulivat tutuiksi,

si, samoin kuin koulutuksen aikana tulivat esiintymistaidot viilatuiksi kuntoon. Tärkein anti koulutuksesta oli ja on eri kaivoksille muodostunut kollegaverkosto. Heiltä on tullut vuosien aikana useasti kysytyksi sekä annetuksi neuvoja. Onpa sitä joskus lainattu jopa jauhatustankoja ja pilot-mittakaavan erotuslaitteita kaivosten välillä.

Olen ollut ennen koulutusta ja koulutuksen jälkeisen ajan Outokummulla töissä. Työtehtävät ovat vuosien saatossa vaihtuneet tutkimusinsinöörin kuraämpäreistä siisteihin konttorihommiin. Työkokemusta minulle on kertynyt muun muassa käyttöinsinöörin, projekti-insinöörin, turvallisuusinsinöörin ja työsuhteasioidenhoitajan hommista aina nykyisiin ympäristö- ja laatu-päällikön työtehtäviin. Kaivosalan työtehtävät ovat olleet ja ovat erittäin mielenkiintoisia ja haastavia. Liikunnasta ei tullut minulle ammattia, vaan liikuntaharrastukset toimivat minulle tärkeänä työn ja vapaa-ajan tasapainottajana.”

**Harri:** ”Täsmäkoulutuksen jälkeen toimin ensin prosessimetallurgina muutaman vuoden, jonka jälkeen jatkoin tehtävässä senioriprosessimetallurgina vuoteen 2015 asti. Tein rikastamoprojekteja globaalisti tuon ajan. Erityisesti mieleen ovat jääneet Iranin projektit, samoin Amazonin viidakot, Perun Andit ja Kazakstanin arot.

2015 siirryin Outotecilla suunnittelu-päälliköksi. Tältä ajalta mieleenpainuvien projektien avaimet käteen -toimituksena uusi pastalaitos Yara Siilinjärven kaivokselle. Olin projektissa mukana myyntivaiheesta aina lai-

toksen käyttöönottoon ja takuuajojen ajoon asti. Tämän jälkeen olin vähän aikaa Outotecilla teknologiapäällikkönä, kunnes siirryin Pöyrylle teknologia-asiantuntijaksi.

Pöyryllä projektit keskittyivät enemmän Suomen alueelle. Tältä ajalta muistoissa päällimmäisenä on projektipäällikkyyys uudessa kovettuvan kaivostyön pastalaitosprojektissa Agnico Eaglen Kittilän laitokselle.

Elämä antaa mahdollisuuksia, ja tällä kertaa siirryin Yaralle Siilinjärven kaivokselle kehityspäälliköksi, Jarmoksi Jarmon paikalle. Yaralla pääsin mukaan moniin hankkeisiin, mieleenpainuvimpana kuulamylyjen konvertointi arinamylyiksi. Paljon muitakin hankkeita oli, mutta niistä ei vielä tässä vaiheessa enempää.

Kesällä 2022 päätin laajentaa osaamista kaivosteollisuudesta paperiteollisuuteen. Siirryin Mondi Powerflutelle (entinen Savon Sellu) Kuopioon investointipäälliköksi kesäkuun alussa, ja tällä hetkellä vastaan toimipaikan investointiportfoliosta. Mitähän elämä tuo tullessaan jatkossa?”

**Tero:** ”Sain koulutuksen myötä ensimmäisen vakituisen työpaikkani Outoteciltä, jossa työskentelin koko koulutuksen ajan. Koulutus oli mielenkiintoinen antaen mm. monipuolisen näkemyksen rikastamoista. Sen lisäksi, että OTAFOKUS antoi hyvän startin metallurgistin uralle, kokosi se yhteen huikean opiskeluporukan, joiden kanssa tapaamme edelleen säännöllisen epäsäännöllisesti.

Valtaosa työajasta menee asiakasprojektien jauhatuspiirien mitoittamisessa, optimoinnissa sekä konsultoinnissa. Lisäksi konsultoin talon sisällä eri projekteja jauhatuspiirien osalta Metso Outotecin toimistolla Espoossa. Työt ovat myös vienneet ympäri maailman kaivoksille muutaman viikon tai kuukauden työreissuille. Samalla polulla olen yhä yli 15 vuoden jälkeen. Vain yrityksen nimi on muuttunut Metso Outoteciksi





ja vuosien aikana nimikkeeni on vaihtunut Senior Process Metallurgistiksi. Motivoivinta on ollut alan jatkuva kehittyminen sekä eri kaivosten prosessien optimointi, mikä onkin kaikkein mielenkiintoisinta työssäni.”

**Heidi:** ”Täsmäkoulutuksen aikana ja sen jälkeen olin Pyhäsalmen kaivoksella tutkimusinsinöörinä. Oma kiinnostukseni oli vaahdotuksessa, mutta kyllähän siellä tuli tehtyä töitä kaikenlaisten asioiden kanssa, esimerkkeinä kemikaaliturvallisuus, patoasiat ja laboratorio. Pyhäsalmeilta tie vei Luikonlahden rikastamolle metallurgiksi, jonka jälkeen tie on harhautunut eri aloille.”

**Jarmo:** ”Koulutuksen myötä urani otti uuden suuntiman mineraalien prosessointia kohti, ja roolini Pyhäsalmeilla kehittyi rikastamon käyttöinsinööriksi. 2018 marrakuussa päätin ottaa urani siihen asti suurimman haasteen vastaan ja siirryin Sotkamo Silver Oy:n palvelukseen vastaamaan uuden hopearikastamon käynnistämistä ja tuotannosta. Tehdas, saati sen pyörittämiseen tarvittava organisaatio eivät tietenkään olleet vielä valmiita, ja prosessin käynnistyksen tavoiteaikataulu ja budjetti olivat tiukat. Pyhäsalmen oppivuodet ja täsmäkoulutus tulivat siis todelliseen happotestiin, josta rohkenen todeta selvinneeni kunnialla. Arki elinkaarensa alkupuolella olevan pienen kaivosyhtiön palveluksessa on toiminnan jo vakiinnuttuakin täynnä haasteita. Haasteet ja niissä onnistumiset ovatkin työpäivien suola ja sokeri, jotka pitävät työn mielenkiintoisena ja tarkoituksellisenä.”

**Timo:** ”Lähteenmäen Seppo näytti hakemukselleni vihreää valoa, joten pääsin liittymään Heidin ja Jarmon seuraksi TKK:lle Pyhäsalmen joukkoihin. Ennakoasenteet alaa kohtaan osoittautuivat harvinaisen virheellisiksi ja ammatillisesti sekä sosiaalisesti valinta osui kyllä kymppiin.”

**Liisa:** ”Talvivaarassa työskentelyn jälkeen kävin pari vuotta Etelä-Suomessa muissa hommissa, kunnes palasin juurilleni pohjoiseen, Sodankylään Kevitsan kaivokselle. Kevitsassa vierähtikin sitten reilu yhdeksän vuotta murskien ja myllyjen parissa. Sieltä sitten pieni pyörähdys ulkomailla perheen mukana ja tällä hetkellä takaisin Suomessa ja töissä Weir Mineralsilla toimistopäällikköä sijaistaen. Saapa nähdä mitä seuraavaksi keksisi. On kyllä niin hyvä työpaikka ja -kaverit, että mielelläni jatkaisin vielä tässä.”

**Tiina:** ”Olin toinen koulutukseen valituista geologeista, toinen oli Kotilan Liisa - Lissu. Aluksi teimme yhdessä erilaisia selvityksiä Talvivaaran T&K-osastolla. Opinnäytteet teimme erikseen, minä hienomurskauksen optimointiin liittyen. Jatkoimme monenlaisissa T&K-tehtävissä vuoden 2010 kevättalvelle.

Talvivaaran jälkeen työskentelin projektipäällikkönä kaivosalan osaamisen kehittämiseen liittyvissä hankkeissa Oulun yliopistossa ja Kajaanin ammattikorkeakoulussa.

Talvivaaran alkuaajan pioneeri- ja yhteishengestä jäi hyviä muistoja. Sain monia ystäviä, läheisimpinä Lissu ja kimppekyytiläiset. Kunnioitan ex-esinaisyäni T&K-osastolla ja olen kiitollinen Pekka Perälle mahdollisuudesta, jonka hän tarjosi minut palkatessaan.

Kaikkein parasta on kuitenkin se, että löysin monimetallikaivokselta kullan! Olemme vuodesta 2013 matkanneet hänen töidensä perässä Norjaan, Sotkamoon ja Sodankylään, ja olen noina vuosina opiskellut norjan kieltä, kiertotaloutta ja resurssitehokkuutta. Olen myös työskennellyt kaivosalaa liittyvissä hankkeissa, nyt Lapin koulutuskeskus Redussa malminetsintään suunnatun osaamisen kehittämisen parissa.

Kansatäsmäläisiä on aina yhtä mukava tavata – viime vuosina pääosin Vuorimiespäivillä.”

**Heikki Pekkarisen** ajatuksia kurssin jälkeen: ”Kurssin aloituksesta on nyt 15 vuotta ja tänä aikana on ollut kiinnostavaa seurata, missä kaikkialla kurssilaiset ovat olleet töissä. Lista on varsin vaikuttava ja osaltaan se kertoo, että kurssi oli onnistunut ja osallistujat ovat jatkaneet alan piirissä työskentelyä. Loppuksi todettakoon, että omalta osaltani ympärä on tietyllä tavalla sulkeutunut: nykyisessä työssäni yksi kurssilaisista, Ville, vastaa ja johtaa rikastamon rakentamista Keliberin jalostusketjuun spodumeenin jalostamiseksi patterilaatuisiksi Li-hydroksidiksi.”

Anssi Kelan ”1972”:n sanoin: ”Meidän piti muuttaa maailma, meistä tuli...” Niin meistä tuli. Jos olemme osaamisen kehittämässä viisaita tänäänkin, voimme lukea komeita menestystarinoita myös 15 v. päästä ilmestyvästä Materia-lehdestä.

Loppusanat OTAFOKUKSEN vastuuprofessori **Kari Heiskaselta:** ”Riittävän monen yhtiön mukaan tulon selvittyä kurssin suunnittelu alkoi tosissaan keväällä 2007, kun TKK:n Opetuksen tuki tuli mukaan. Anniina Hukarin kanssa istuimme innoissamme pohtien pedagogisia tavoitteita ja toteutustapoja teoria- ja teollisuusjaksojen oppimisen koordinaatioon ja käytänteisiin. Taisimme olla hieman liiankin vauhdikkaita, kun jälkeenpäin arvioi suunnitelmiamme. Osoittautui, että ensimmäisen teoriajakson vyöry sai porukan haukkomaan henkeään (minulla ovat tallessa kurssiarviointinne!) ja teollisuusjaksoilla laitosten arki tahtoi viedä mukanaan. Uutta oli kehityskeskustelujen käyminen, mikä ainakin omasta mielestäni oli hyödyllistä. Kokonaisuus toimi hyvin; oppia tuli ja hauskaa oli. Kiitos teille!”

Sen pituinen se,

TEKSTI: **HANNELE, HARRI, HEIDI, HEIKKI, JARMO, KARI, LIISA, MIKKO, NIINA, RAISA, SIMO, TERO, TIINA, TIMO, VILLE**



# ABB Electric Powertrain Solutions for Mining Vehicles

Reduced emissions, high efficiency and lower operating costs



**198,000 tons**

Amount reduced **per day** if every truck in every mine were electrified.



**95% vs 45%**

Electric motors **efficiency** versus typical diesel engines.



**40% - 60%**

The amount that electric vehicles can **lower Total Cost of Ownership**.

Given the urgency to become more energy efficient and achieve lower emissions targets, mining equipment manufacturers can change to sustainable transport with solutions from ABB.

Learn more





# High Entropy Alloys 23.11.2022

ASM Finlandin perinteinen syyskauden seminaari järjestettiin tällä kerralla aamupäivän mittaisena webinaarina, jonka teemana olivat uudentyyppiset, ominaisuuksiltaan kiinnostavat korkean entropian metalliseokset. Aamupäivän aikana kuultiin viisi teemaan liittyvää esitystä. Englanninkieliseen webinaariin osallistui yli 30 kuulijaa.

Webinaarin avannut ja puheenjohtajana toiminut ASM Finland ry:n puheenjohtaja **Suvi Rauha** esitteli lyhyesti ASM Internationalin sekä sen suomalaisen chapterin, ASM Finland ry:n. Uutena jäsenenä hän mainitsi ASM Finlandin, Suomen Korroosioyhdistys SKY ry:n ja Suomen Pikavalmistusyhdistys FIRPA:n yhteistyönä tammi- toukokuussa 2023 toteutettavan mentorointiohjelman materiaalitieteiden opiskelijoille ja ammattilaisille. Lopuksi hän esitteli webinaarin ohjelman.

## Mitä korkean entropian metalliseokset oikein ovat?

Chalmers University of Technology:n professori **Sheng Guo** aloitti esitykset teemanaan Alloyed pleasure: high-entropy alloys (HEAs). Englannin kielessä puhutaan puhtaista nautinnoista (unalloyed pleasures), joihin ei tule sekoittaa muita tunteita. Metallurgiassa puhtailla metalleilla on kuitenkin

harvoin käyttöä sellaisinaan, vaan niiden ominaisuuksia voidaan ja tulee parantaa seostamalla. Viime vuosisadan aikana seostaminen on vähitellen muuttunut taiteesta tieteeksi.

Perinteisissä metalliseoksissa on yleensä yksi pääkomponentti, esim. rauta teräksissä. Mukana on lisäksi seosaineita pienehköinä pitoisuuksina. HEA-seoksissa on mukana vähintään viisi päämetallikomponenttia yhtä suurina tai lähes yhtä suurina pitoisuuksina atomiprosentteina ilmaistuna. Tällainen seostus suosii järjestäytymättömiä jähmeitä liuoksia olevia faaseja, joita muodostuu ternääristen tai kvaternääristen tasapainopiirosten pohjakolmioiden keskialueille.

Miten tämä kaikki liittyy entropiaan ja missä on pihvi? Entropia on tunnetusti systeemin epäjärjestyksen mitta. Kahden alun perin erillään olleen systeemin A ja B sekoituessa toisiinsa entropia kasvaa ja saavuttaa maksiminsa, kun A ja B ovat sekoittuneet taasaosuuksin eli kumpaakin on sekoituksessa mukana 50 %. Tämän ns. sekoitusentropian

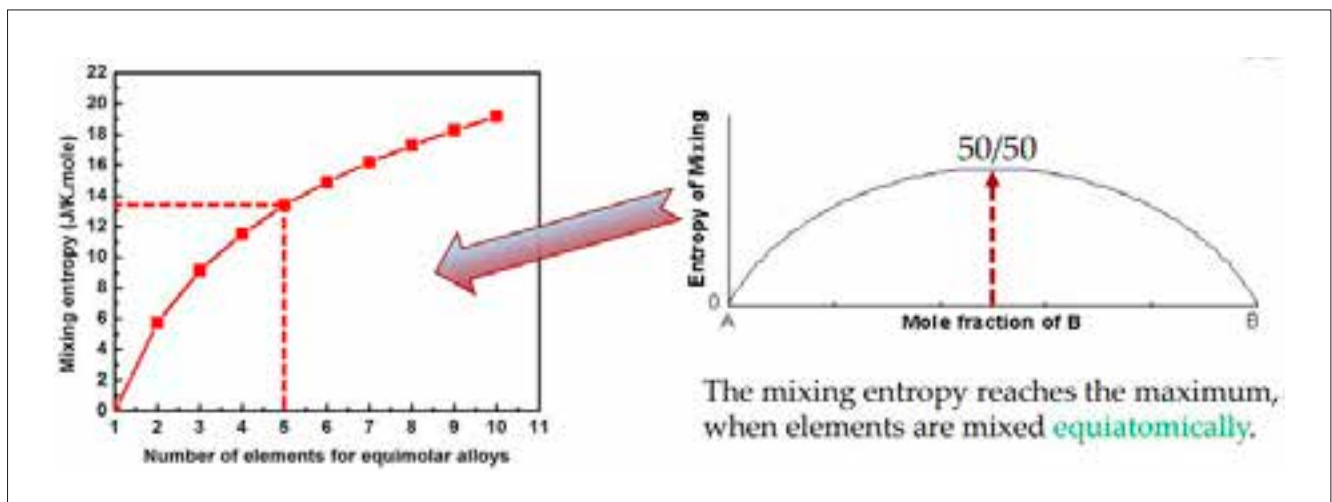
maksimiarvo taas riippuu toisiinsa sekoittuvien komponenttien lukumäärästä kuvan 1 osoittamalla tavalla.

Sekoitusentropian kasvu vie sekoittumiseen liittyvää vapaaenergian muutosta negatiivisempaan suuntaan yhtälön  $\Delta G_{\text{mix}} = \Delta H_{\text{mix}} - T\Delta S_{\text{mix}}$  mukaisesti. Yhtälössä  $\Delta G_{\text{mix}}$  on systeemin vapaaenergian muutos sekoittumisen tapahtuessa,  $\Delta H_{\text{mix}}$  on vastaava entalpiamuutos, T on lämpötila ja  $\Delta S_{\text{mix}}$  on systeemin sekoitusentropian muutos.

Systeemin vapaaenergian pienentyessä se muuttuu stabiilimmaksi. Siten järjestäytymättömiä jähmeistä liuosfaaseista koostuvat monikomponenttiset HEA-seokset ovat (ainakin periaatteessa) stabiilimpia kuin vastaavat seossysteemit, joihin muodostuu jähmeiden liuosten lisäksi välifaaseja eli järjestäytyneitä jähmeitä liuoksia tai metallien välisiä yhdisteitä.

Ensimmäinen HEA-tyyppisiä metalliseoksia käsittelevä julkaisu on niinkin varhaiselta ajalta kuin 1780-luvulta Archardin kirjoittamana. Muutamia HEA-seoksia kä-

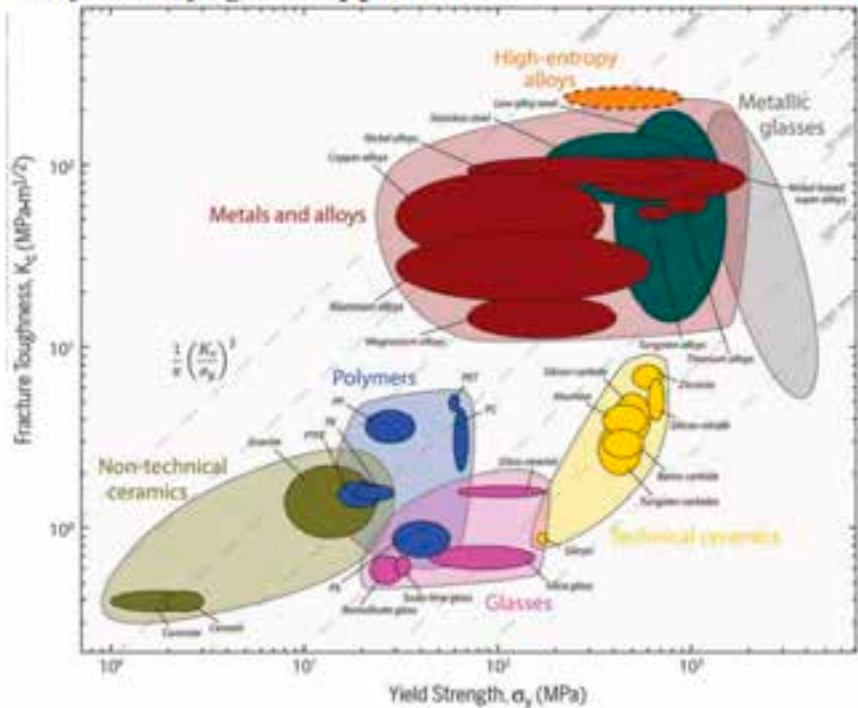
SHENG GUO



Kuva 1. Sekoitusentropian riippuvuus sekoitusasteesta ja sekoittuvien komponenttien lukumäärästä

## A fracture-resistant high-entropy alloy for cryogenic applications

CoCrFeMnNi



sitteleviä artikkeleita julkaistiin 1900-luvun viimeisinä vuosikymmeninä (Cantor 1970, Yeh 1996). Runsaammin siteeratut varsinaiset tieteelliset artikkelit (Cantor ja Yeh) ovat vuodelta 2004. Voimakkaasti vuosittain julkaistujen artikkelien määrä alkoi kasvaa noin vuodesta 2013 alkaen ja oli vähän yli 2 500 vuonna 2021.

Tähän mennessä HEA-metalliseosten ominaisuuksia on tutkittu silmällä pitäen mm. joko äärimmäisen matalien tai korkeiden lämpötilojen sovelluksia. Matalien lämpötilojen sovelluksiin esimerkiksi CoCrFeMnNi-seoksen murtositkeys ( $K_c$ )-arvot ovat poikkeuksellisen korkeita (kuva 2). Lisäksi sekä lujuus että sitkeys kasvavat lämpötilan laskiessa.

Korkeissa lämpötiloissa useiden korkean sulamispisteen metalleista koostettujen HEA-seosten lujuusarvot ovat perinteisiä nikkelpohjaisia seoksia korkeammat ja ne myös säilyvät korkeampina lämpötilan noustessa. Monifaasiset seokset ovat myös stabiileja muun muassa rakeenkasvua vastaan korkeissa lämpötiloissa. Tällä alueella potentiaalisia sovelluskohteita ovat mm. kaasuturbiinit. Jos kuumimpien vyöhykkeiden jäähdyttämättömien osien toimintalämpötila voitaisiin nostaa 1 300 C-asteeseen, kasvaisi turbiinin teho noin 50 %.

HEA-seoksilla on todennäköisesti myös monia muita kiinnostavia rakenteellisia ja

toiminnallisia ominaisuuksia, mutta niitä ei ole vielä kovin paljon kartoitettu. Näihin seoksiin liittyviä ongelmia ovat mm. tiheys, joka varsinkin korkeisiin lämpötiloihin soveltuvilla seoksilla on luokkaa 12–14 kg/dm<sup>3</sup> ja hapettumistaipumus korkeissa lämpötiloissa. Kiderakenteeltaan tilakeskiset kuutiolliset HEA-seokset ovat perusluonteeltaan hauraita, kun taas pintakeskisen kuutiollisen kiderakenteen seokset ovat hyvin sitkeitä. Ongelmana on myös pidettävä monikomponenttiseostuksesta, korkeista seosainepitoisuuksista ja kalliista seosaineista koostuvaa hintaa.

HEA-seokset ovat monikomponenttisia, korkean seosainepitoisuuden metalliseoksia, joilla on monia, joskin toistaiseksi vielä paljolti kartoittamattomia ominaisuuksia. Pissimmällä ollaan äärimmäisen mataliin tai korkeisiin lämpötiloihin liittyvien ominaisuuksien kartoittamisessa. Rakenteellisten ja toiminnallisten ominaisuuksien kartoitustyö on vasta alkamassa. Esimerkiksi eutektiset HEA-seokset saattaisivat osoittautua kiinnostaviksi materiaaleiksi varsinkin, jos niitä pystyttäisiin tuottamaan halvalla.

### HEA-seosten lämpökäsittelystä

Professori **Pasi Peura** Tampereen yliopistosta kertoi tutkimuksesta, jonka tavoitteena oli kartoittaa eri tavoin valmistettujen HEA-

Kuva 2. Metalliseosten murtositkeys vs. myötölujuusarvoja

seosten mikrorakennetta ja ominaisuuksia sekä lämpökäsittelyjen vaikutusta niihin. Esityksensä aluksi hän kävi läpi HEA-seosten valmistusmenetelmiä sekä tyypillisimpiä ominaisuuksia.

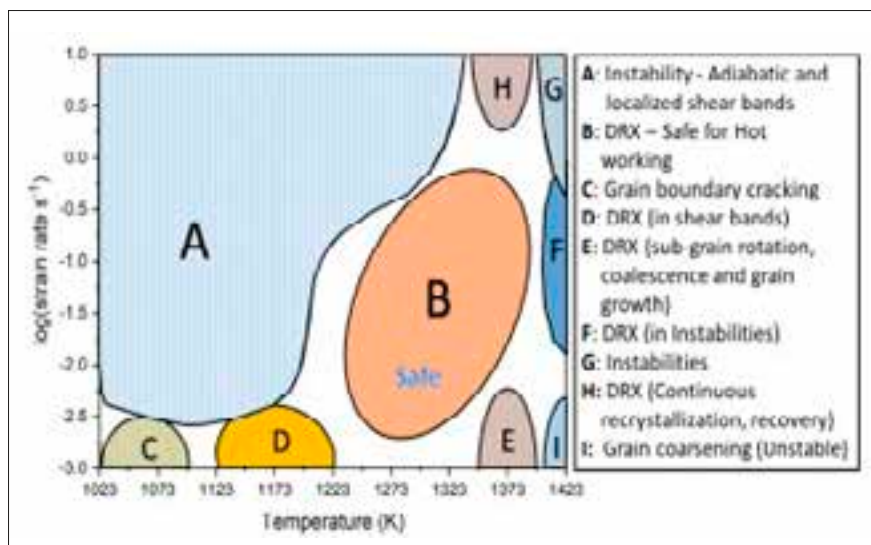
Useimmiten HEA-seokset sulatetaan tyhjiössä ja jähmetetään nopeasti korkean lämpötilan liuoksen säilyttämiseksi jäämeässä tilassa. Sulatusmenetelminä ovat joko valokaarisulatus tai induktiosulatus. Valettujen aihoiden muokkaukseen sopivat perinteiset kuuma- ja kylmämuokkausmenetelmät, kun sopivat prosessiparametrit on määritetty. HEA-seokset soveltuvat myös 3D-tulostukseen ja moniin pinnoitusmenetelmiin.

HEA-metalleille tyypillisiä piirteitä ovat edellä kuvattu korkean entropian aikaansaama pyrkimys jähmeiden liuosten muodostumiseen, hitaasti etenevä diffuusio sekä voimakkaasti vääristyneet kiderakenteet. Viimeksi mainitut vaikeuttavat dislokaatioiden liikettä rakenteessa ja vaikuttavat myös sähkön- ja lämmönjohtavuuteen. Eri seoskomponenttien keskinäinen reagointi voi tuoda mukanaan myös odottamattomia, ominaisuuksiin vaikuttavia ilmiöitä.

Tutkittavana materiaalina oli tähän mennessä ehkä eniten tutkittu HEA-seos eli alumiiniseosteinen Al<sub>0,5</sub>CoCrCuFeNi (at%). Siitä valmistettiin referenssimateriaali valokaarisulatus ja nopeaa jäähdytystä käyttäen. Ilma-atmosfäärissä sulatettu ja valettu materiaali muodosti toisen tutkittavan materiaalityypin ja kolmas oli sama seos tyhjiösulatuksena ja -valuna valmistettuna. Tutkimusta varten seokseen lisättiin vielä molybdeeniä. Tästä seoksesta Al<sub>0,5</sub>CoCrCuFeNiMo<sub>0,25</sub> valmistettiin sekä ilma-atmosfäärissä että tyhjiössä sulatetut ja valetut versiot. Muiden kuin referenssimateriaalin valussa ei käytetty nopeaa jäähdytystä.

Valetut materiaalit karakterisoitiin optisen ja analyttisen SEM-mikroskopian avulla ja niiden muodonmuutuskäyttäytymistä kartoitettiin puristuskokeita käyttäen. Referenssimateriaalin mikrorakenne oli nopeasta jäähtymisestä johtuen homogeeninen ja hienojakoinen, kun taas tyhjiössä ja ilma-atmosfäärissä sulatetuissa ja valetuissa hitaammin jäähtyneissä materiaaleissa oli karkea dendriittimäinen kiderakenne ja





Kuva 3. HEA-seoksen CoCrFeNiMn kuumamuokattavuuskartta

merkittävää erkautumista sekä suotautumista hitaasta jäähtymisnopeudesta johtuen.

Mikrorakenne-erot heijastuivat myös muodonmuutoskäyttäytymiseen siten, että referenssimateriaali oli sitkeästi käyttäytyvää ja muokkauslujittuvaa, kun taas muiden tutkittavien materiaalien muodonmuutoskyky oli huomattavan alhainen. Ilmassa ja tyhjiössä sulatetun sekä valetun HEA-seoksen myötölujuus oli muita korkeampi, mutta toisaalta kykyä plastiseen muodonmuutokseen ei juurikaan ollut.

Tutkittavia HEA-materiaaleja hehkutettiin ilma-atmosfäärissä 1080 C-asteen lämpötilassa 72 tunnin ajan, jonka jälkeen osa näytteistä sai jäähtyä uunin mukana ja osa sammutettiin veteen. Hehkutettujen kappaleiden rakenteissa nähtiin jonkin verran seosaineiden, erityisesti kromin suotautumista ja uusien faasien muodostumista. Näytteiden kovuus kasvoi hehkutuksen ansiosta ja suurin kovuus 690 HV saavutettiin tyhjiössä valetulla ja hehkutuksen jälkeen veteen sammutetulla Cantor seoksella.

Hehkutettuja molybdeenipitoisia näytteitä myös testattiin suuren muodonmuutosnopeuden Hopkinson Split Bar-menetelmällä. Testeissä mitatut myötölujuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin ennen hehkutusta tehdyissä hitaan muodonmuutosnopeuden testeissä. Muodonmuutosnopeuden kasvaessa myötölujuudet eivät sanottavasti muuttuneet, mutta kokeessa mitattu maksimimyötymä kasvoi.

Kokeiden tuloksena voitiin osoittaa, että perinteinen sulatus ja valu sekä valun jälkeinen hehkutus-reitti ei toimi tutkittujen HEA-seosten valmistusmenetelmänä. Valun jälkeinen mikrorakenne on dendriittimäi-

nen ja kärkearakeinen eikä se muutu hehkutuksessa. Mikrorakenteen hienontamiseksi on käyttöön otettava joko valun jälkeinen nopea jäähdytys tai valetun rakenteen kuumamuokkaus.

Valettujen HEA-seosten kuumamuokkauksessa on kuitenkin ollut ongelmia jopa seoksilla, joilla on lähes yksinomaan pintakeskinen kuutiollinen kiderakenne. Tämän vuoksi aloitettiin yhteistyö Oulun yliopiston kanssa HEA-seosten kuumamuokkauksen tutkimiseksi termomekaanisella Gleeble-simulaattorilla. Tavoitteena oli pintakeskisten kuutiollisten HEA-seosten kuumamuokkauksen oikean parametri-ikkunan löytäminen.

### Pkk-rakenteisten HEA-seosten kuumamuokattavuus

Tampereen yliopiston Dr. Madan Patnamsetty kertoi työstä pkk-pohjaisten HEA-seosten kuumamuokattavuuden arvioimiseksi mallintamistyökaluja ja termomekaanista simulointia käyttäen. Materiaalin luontainen muokattavuus riippuu seoskoostumuksesta sekä mikrorakenteesta, johon taas vaikuttavat edeltävä prosessointi (valu, lämpökäsittely, muokkaukset, näyteenvalmistus jne). Tärkeä muokattavuuteen vaikuttava tekijä on materiaalin myötölujuuden riippuvuus lämpötilasta, myötymästä sekä myötönopeudesta.

Optimaalisissa prosessointiolosuhteissa materiaali muuttuu muotoaan homogeenisesti ilman, että siihen syntyy sisäisiä rakenevirheitä. Metallien kuumamuokkauksessa dynaaminen rekristallaatio ja toipuminen ovat edellytyksiä optimaalisten olosuhteiden saavuttamiselle. Optimaalisen olosuhteiden ulkopuolella tapahtuvassa muokkauk-

sesta metalliin syntyy sisäisiä virheitä kuten säröjä, onkaloita ja plastisen muodonmuutoksen epästabiilisuutta kuten adiabaattisia liukunauhoja, raerajamurtumia, paikallistunutta muodonmuutosta jne.

Työn kohteena oli HEA-seos CoNiFe-CrMn (ns. Cantor-seos), jossa jokaisen seosaineen pitoisuus oli 20 % ja jonka kiderakenne oli pintakeskinen kuutiollinen (pkk). Materiaalille suoritettiin sarja vakiolämpötilaisia puristuskokeita lämpötila-alueessa 1023-1423 K 50 K-asteen välein. Kussakin lämpötilassa määritettiin materiaalin jännitys-myötymäkäyrä viidellä eri myötönopeudella (alue  $10^{-1}$ - $10^{-3}$  1/s) ja materiaalin myötölujuus talletettiin myötymäalueessa 0,2-0,75 tallennusvälin eli myötymäskelen ollessa 0,05. Koesarjasta saatiin kaikkiaan 675 datapistettä.

Kokeellisesti mitatut arvot sijoitettiin Hyperbolic Sinusoidal Arrhenius-perusyhtälöihin, joita käyttäen saatiin määritetyksi materiaalin muodonmuutoskäyttäytymistä kuvaavan mallin materiaaliparametrien arvot. Mallin oikeellisuus varmistettiin vertaamalla sen avulla laskettuja myötölujuusarvoja kokeellisesti mitattuihin.

Materiaalin kuumamuokattavuutta enustava prosessointikartta luotiin käyttäen dynaamista materiaalimallia, jonka mukaan muokkaukseen tarvittava voima kulutetaan sekä materiaalin lämpötilan nousuun että sen mikrorakenteen muutokseen. Voiman jakautuminen näiden kesken riippuu myötölujuuden myötönopeusherkkyydestä. Käyttämällä lisäksi ns. dimensiotonta epästabiilisuusparametriä voitiin  $\log(\text{myötönopeus})$  vs  $T$ -kenttään merkitä ne alueet, joissa tapahtuva muodonmuutos johtaa muodonmuutoksen epästabiilisuuteen ja materiaalivikoihin.

Käyttämällä vielä yhtä materiaalimallia, joka määrittää dynaamisen rekristallaation käynnistymiseen tarvittavan kriittisen jännityksen tai myötymän erilaisissa prosessiolosuhteissa saadaan määritetyksi prosessointikartta (kuva 3), joka osoittaa  $\log(\text{myötönopeus})$  vs  $T$ -kentässä ne alueet, joissa seosta voidaan turvallisesti kuumamuokata. Tässä alueessa voidaan lisäksi käyttää dynaamisen rekristallaation kinetiikkaa kuvaavia yhtälöitä määrittää esim. rekristalloituneen materiaalin osuus rakenteesta myötymän (muokkausasteen)

funktiona tietyissä olosuhteissa tapahtuvassa kuumamuokkauksessa.

### Epätavallista diffuusiota

Professori **Filip Tuomisto** Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan fysiikan osaston kiihdytinlaboratoriosta kertoi laboratorion yhtenä tutkimusalueena olevan materiaalien modifioinnin ionipommituksen avulla. Siten esim. vakanssien muodostuminen ja käyttäytyminen eri materiaaleissa ovat kiinnostavia tutkittavia asioita.

Termiä HEA (High Entropy Alloys) käytettiin ensimmäisen kerran vuonna 2004 ilmestyneessä Yeh et al. -artikkelissa. Samana vuonna ilmestyi toinen kuuluisa Cantor et al. -artikkeli. Termi on johdettu kyseisten seosten ehdotetusta entropiapohjaisesta stabilisoinnista varsinkin korkeissa lämpötiloissa. Seoksiin on asetettu suuria toiveita liittyen tärkeiden teknisten ominaisuuksien kuten lujuuden ja sitkeyden, kovuuden ja ympäristönkestävyyden säilymiseen ja ennustettavaan kehittymiseen. HEA-seoksista kirjoitettujen artikkelien määrä lähti voimakkaaseen kasvuun 2010-luvun jälkeen ja oli vuonna 2021 yli 2500 artikkelia/v.

Tuomisto totesi näihin seoksiin liitettyjen erityispiirteiden käsittävän edellä lueteltujen lisäksi myös hitaahkon diffuusiokinetiikan, joka johtuu hilarakenteiden vääristymisestä. Ylipäättään HEA-seosten ominaisuudet muodostuvat monitahoisen ja -tasoisen mikrorakenteen seurauksena (ns. cocktail-efekti).

Alkuperäinen ajatus järjestäytymättömien jähmeiden liuosten entropiapohjaisesta stabilisoinnista saattaa olla hiukan liian yksinkertainen. Kemiallisesta sitoutumisesta ja hilavääristymistä johtuvat sekoitusentalpiat ovat kilpailevia tekijöitä, jotka saattavat jopa ylittää entropiapohjaiset tekijät varsinkin matalissa lämpötiloissa. Joka tapauksessa korkea lämpötila on merkittävä tekijä jähmeiden liuosten entropiapohjaisessa stabilisaatiossa ja ilman sekoitusentropiaa päädyttäisiin todennäköisesti metallien välisiin yhdisteisiin. Kysymys ei ole helppo ja se jakaa edelleen mielipiteitä.

HEA-seosten mekaanisten ominaisuuksien muodostumisessa on myös paljon selvittämättömiä asioita. Hilarakenteen vääristymät ja niiden sattumanvarainen jakaantuminen johtavat mutkitteluun dislokaatioihin sekä pienessä että suuressa mittakaavassa. Miten tällaiset dislokaatiot liikkuvat; tarvitaanko samanaikaista liukumista ja kiipeämistä? Mitä burgers-vektorin jatkuva muuttuminen aiheuttaa? Miten ns. klassiset tekijät kuten dislokaatioiden ja seosatomien vuorovaikutukset, dislokaatioiden lukittuminen, pinousvian pintaenergiat jne. muuttuvat HEA-seoksissa? Onko meillä edes peruskäsitystä näistä asioista HEA-seosten tapauksessa?

Myös hitaan diffuusion esiintyminen on edelleen selvittämätön kysymys. Joissakin kokeissa on todella havaittu atomien liike-esteiden HEA-seoksissa olevan varsin korkeita. Toisaalta monet teoreettiset laskelmat ehdottavat, että liike-esteet voivat olla jopa matalampia kuin perinteisissä metalliseoksissa tai ainakin matalampia kuin kokeissa havaitut.

Tarkasteltaessa yksittäisen vakanssin liikettä HEA-seoksissa voidaan todeta, että sen ympäristö on erilainen jokaisen yksittäisen siirtymisen jälkeen, koska seoksessa on periaatteessa ääretön määrä erilaisia hilapisteitä. Kuinka kaukana olevat naapurit pitäisi ottaa ympäristöä määriteltäessä huomioon ja miten? Jos ympäristöä yritetään määritellä ominaisuuksien pohjalta, pitäisikö se tehdä käyttäen keskiarvoja ja jakaumia ja pitäisikö mukaan ottaa myös aikaulottuvuus? Avoimia kysymyksiä on tässäkin paljon.

Helsingin yliopiston kiihdytinlaboratoriossa tutkittiin vakanssien käyttäytymistä kahdessa Cantor-seoksessa, joista toiseen oli lisätty välisijoihin sijoittuvia hiili- ja typpi-atomeja. Säteilytyksellä aiheutettu vakanssipitoisuuden kasvu tapahtui kummasakin seoksessa samalla tavalla. Nostettaessa näytteiden lämpötilaa säteilytyksen jälkeen vakanssien liike ja tuhoutuminen eli vakanssipitoisuuden lasku alkoi molemmissa seoksissa samassa lämpötilassa.

Se eteni kuitenkin nopeammin välisija-atomeja sisältävässä seoksessa ja päättyi noin 50 K-astetta matalammassa lämpö-

tilassa välisija-atomeja sisältämättömään seokseen verrattuna. Yksittäisen vakanssin liikkumisesta oli korkeampi puhtaan nikkelin vastaavaan verrattuna. Ilmeisesti C- ja N-atomit homogenisoivat vakanssien kokojakaumaa ja vakanssien liikemaisemaa. Kokonaisuutena C- ja N-atomit näyttivät kertyvän keskimääräistä korkeamman Cr- ja Mn-pitoisuuden alueille ja välttelevän Ni- ja Co-rikkaita alueita.

Tutkittaessa korkealla sulavien metallien HEA-seosta WVMoNbTa vakanssipitoisuuden lasku alkoi huoneenlämpötilassa ja päättyi lämpötilassa 650 K. Ilmiö tapahtui poikkeuksellisen laajalla lämpötila-alueella. Materiaalissa havaittiin vakanssien kertymistä tietyille alueille huolimatta keskimäärin matalasta vakanssipitoisuudesta. Pitkissä, satojen tuntien hehkutuksissa muodostui monimutkaisia kertymisilmiöitä. Materiaalissa näytti olevan nopean diffuusion alueita ja hitaan diffuusion alueita ja niiden välisiä rajoja.

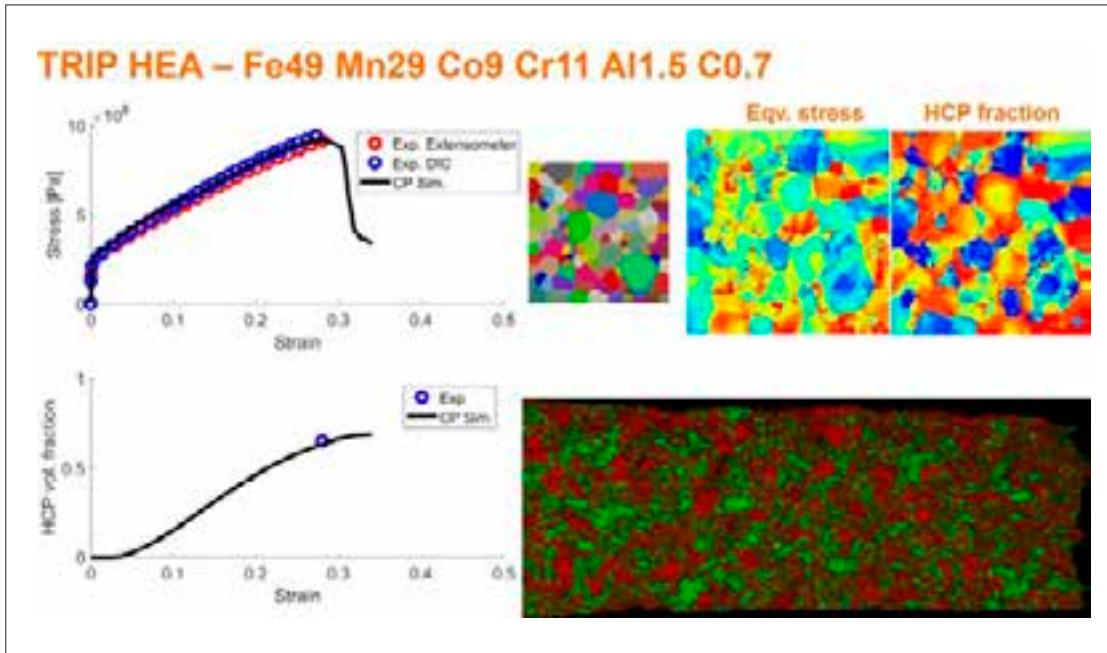
Vaikka teoria ennustaakin HEA-seoksissa paljon matalampia diffuusiosteitä kokeellisesti havaittuihin verrattuna, on otettava huomioon, että mittakaava on kovin erilainen näissä kahdessa tapauksessa. Kokeellisissa mittauksissa ilmiötä tarkastellaan kymmenien tai satojen mikrometrien mittakaavassa, kun teoreettisissa tarkasteluissa kyetään tarkastelemaan monta kertaluokkaa pienempiä alueita. Mitä pitemmälle diffundoituvan atomin tulee kulkeutua, sitä todennäköisemmin se kohtaa satunnaisesti sijoittuneita hitaan diffuusion alueita.

Kaiken kaikkiaan HEA-seosten yksityiskohtaisella energiamaisemalla näyttää olevan tärkeä merkitys näiden seosten diffuusioprosesseissa. Diffuusio on voimakkaasti riippuvainen tarkasteltavasta mittakaavasta. Kaiken kaikkiaan HEA-seokset ovat haaste tutkijalle: niissä esiintyy mutkikkaita ilmiöitä järjestäytymättömässä rakenteessa. Niiden tutkiminen on hauskaa materiaalien perustiedettä monissa ulottuvuuksissa ja sillä on merkittäviä vaikutuksia myös käytännön materiaalitekniikan haasteille.

Esityksen jälkeisessä keskustelussa esitettiin kysymys, voiko HEA-seoksista saada joka valmistuskerralla erilaisen tuloksen, vaikka valmistusprosessi pidettäisiin mahdollisimman tarkoin vakiona? Tuomisto vastasi tähän, että ainakin Cantor-seos vaikuttaa olevan ominaisuuksiltaan melko stabiili valmistuskerrasta toiseen. Ilmeisesti kemiallinen epäjärjestys on enemmän mikrorakenteen muodostumista kontrolloiva tekijä kuin hilarakenteen vääristymät.

**TARKASTELTAESSA  
YKSITTÄISEN VAKANSSIN  
LIIKETTÄ HEA-SEOKSISSA  
VOIDAAN TODETAA, ETTÄ SEN  
YMPÄRISTÖ ON ERILAINEN  
JOKAISEN YKSITTÄISEN  
SIIRTYMISEN JÄLKEEN,  
KOSKA SEOKSESSA ON  
PERIAATTEESSA ÄÄRETÖN  
MÄÄRÄ ERILAISIA  
HILAPISTEITÄ.**





Kuva 4. Trip HEA seoksen muodonmuutoskäyttäytymisen ja faasimuutosten mallinnustulosten ja kokeellisten tulosten vertailua

<b>TRIP HEA - Fe49 Mn29 Co9 Cr11 Al1.5 C0.7</b>	*
• 3D Printed and casted, characterized	
<b>TWIP HEA - Fe43.6 Mn35.7 Co9.9 Cr8.7 Al2 C0.11</b>	
• Casted, partially characterized	
<b>TWIP+TRIP HEA - Fe46.8 Mn32.5 Co9.9 Cr8.7 Al2 C0.11</b>	
• Casted	

Tutkitut, muodonmuutosmekanismeiltaan erilaiset HEA-seokset

### Sovelluslähtöinen materiaalisuunnitteluprosessi HEA-seoksissa

VTT:n Tom Andersson kuvasi esityksessään suorituskykylähtöisen materiaalisuunnittelun etenemisreitit, kun tulosten optimointiin käytetään koneoppimista (ML) ja tekoälyä (AI). Lähtökohtaisesti metalliseos voidaan suunnitella niin, että siinä ovat läsnä toivotut faasit halutuissa määräsuhteissa. Kiderakenteen muodonmuutosmallien (Crystal Plasticity Models) sekä ML:n ja AI:n avulla seoksen koostumusta voidaan vielä säätää siten, että halutut muodonmuutosmekanismit ja faasimuutokset aktivoituvat tietyissä olosuhteissa. Kiderakenteen muodonmuutosmallien avulla voidaan ennustaa metalliseoksen keskeisiä käyttöominaisuuksia.

Materiaalisuunnittelun aluksi etsitään CALPHAD-menetelmillä potentiaalisia seoskoostumuksia ja suljetaan pois sellaiset koostumukset, jotka eivät ole mahdollisia. Tämän tarkastelun rinnalla tuotetaan sopivilla ohjelmistoilla dataa, jolla voidaan parametrizoida metalliseoksen koostumukseen perustuvia mikromekanismisia malleja. Mallien avulla kartoitetaan mahdollisuudet haluttujen ominaisuuksien aikaansaamiseen käytettävissä olevilla koostumusalueilla. Koostumukset optimoidaan käyttäen hyväksi koneoppimis- ja tekoälypohjaisia menetelmiä. Kiinnostavimpia koostumuksia voidaan tutkia edelleen kehittyneillä ohjelmistoilla mm. niihin muodostuvien rakenteiden ja ominaisuuksien ennustamiseksi.

VTT:n hankkeessa halutaan luoda uusia HEA-seoksia, joissa on mukana erilaisia

muodonmuutosmekanismeja: faasimuutoksen indusoima muodonmuutos TRIP HEA, kaksostumisen indusoima muodonmuutos TWIP HEA sekä näiden yhdistelmä TWIP+TRIP HEA. Seokset koostuvat pääkomponenteista Fe, Mn, Co, Cr, C ja Al. Hankkeen tavoitteena on ennustaa yllä kuvatulla tavalla räätälöityjen ja optimoitujen seosten mikrorakenne ja ominaisuudet, muodonmuutosmekanismit ja -vaste sekä muodonmuutokseen liittyvät faasimuutokset ja verrata niitä todellisuudessa tuotettujen seosten vastaaviin ominaisuuksiin.

Tutkittavien seosten koostumukset valettiin haluttujen faasirakenteiden ja faasimuutosten aikaansaamiseksi ja optimoitiin yllä kuvatulla menetelmällä. Seosten lopulliset koostumukset on esitetty oheisessa taulukossa. Seosten ominaisuuksia, muodonmuutosmekanismeja ja -vasteita ennustettiin, jotta niitä voitaisiin verrata kokeellisesti valmistettujen ja testattujen vastaavien seosten antamiin tuloksiin.

Kokeelliset materiaalit sulatettiin ja valettiin aihioiksi. Varsinaisten koemateriaalien valmistamiseksi materiaalit atomisoitiin pulveriksi, josta koekappaleet tuotettiin 3D-tulostuksena Selective Laser Melting-menetelmällä. Materiaalit karakterisoidaan käyttäen analyttistä SEM-mikroskopiaa, röntgendifraktiota ja TEM-läpivalaisumikroskopiaa. Mekaaniset

ominaisuudet testataan vetokokein. Esitelmän pitohetkellä kaikki materiaalit oli valmistettu, TRIP HEA karakterisoitu ja testattu ja TWIP HEA osittain karakterisoitu. TWIP+TRIP HEA:n karakterisointia ei oltu vielä aloitettu.

TRIP HEA:n karakterisoinnista ja testauksesta saadut tulokset vastaavat tähän mennessä varsin hyvin mallien antamia ennusteita mm. muodonmuutuskäyttäytymisen ja muodonmuutokseen liittyvän faasimuutoksen tuottaman faasin ja sen faasiosuuden osalta (kuva 4). Tuloksia ja niistä tehtäviä johtopäätöksiä julkaistaan sitä mukaa kuin ne valmistuvat.

Tutkimusryhmän mukaan suorituskykylähtöinen materiaalin suunnittelu on haastavaa, koska siihen liittyy monien mittakaavojen ilmiöitä atomitasolta makroskooppisiin metallirakenteisiin saakka. Mukana on suuri joukko lujittumiseen ja muodonmuutokseen liittyviä mekanismeja ja ilmiöitä. Eri ilmiöiden ja mekanismien välisten vuorovaikutusten selvittäminen on työlästä. Työssä tarvittava mallintaminen koettelee sekä atomi- että mesomittakaavaisten metodologioiden rajoja, mutta tarjoaa toisaalta hyvän alustan ja riittävästi haasteita mallien kehittämiseksi. Tähän mennessä työstä saadut tulokset ovat kuitenkin hyvin rohkaisevia. ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

TUTKIMUSRYHMÄN MUKAAN  
SUORITUSKYKYLÄHTÖINEN  
MATERIAALIN SUUNNITTELU ON  
HAASTAVAA, KOSKA SIIHEN LIITTYY  
MONIEN MITTAKAAVOJEN ILMIÖITÄ  
ATOMITASOLTA MAKROSKOOPPISIIN  
METALLIRAKENTEISIIN SAAKKA.

# StratiSampler

Worlds smallest automatic sampler  
Sampling during production drilling

Correct sample data

Driller operated

Less energy consumption

Less tailings

More to sell

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



STRATISAMPLER DRILL CORE

## FinMeas



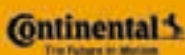
### YMPÄRISTÖ- JA PATOTARKKAILUJÄRJESTELMÄ

- Reaaliaikainen mittatietojen hallinta
- Muuttujien riippuvuussuhteiden tarkasteleminen
- Automaattinen laskenta, raportointi ja ennusteet mm. vesistö päästöjen kumulatiivisille kertymille
- Mobiililaitteella tallennettavat kenttähavainnot; tiedot ja kuvat kartalle automaattisesti

Tavataan  
FinnMateriaassa  
osastolla B-103!



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



Kuljetinhihnat ja tarvikkeet.  
Asennus- ja huoltopalvelut.

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

ContiTech





# Kestävästi suunniteltu valukomponentti

Valun käytön seminaari 3.-4-11.2022

Perinteinen puolitoistapäiväinen Valun käytön seminaari järjestettiin parin vuoden tauon jälkeen fyysisenä tapaamisena hotelli Ilveksessä Tampereella. Seminaarin teemana oli tämän artikkelin otsikko. Ohjelman ensimmäisenä päivänä tutkailtiin sitä, miten teknologiateollisuudessa yleensä ja valimoteollisuudessa erityisesti menee, ja toisena päivänä keskityttiin vastuullisuusteemaan. Seminaari kokosi yhteen kaikkiaan 123 edustajaa valimoista, valuja käyttävästä teollisuudesta ja yliopistoista.

**V**alimoteollisuus ry:n puheenjohtaja ja seminaarin ensimmäisen päivän puheenjohtaja, tj. **Ilari Kinnunen** Sacometal Oy:stä totesi avaussanoissaan, että poikkeuksellinen tilanne oli tarjonnut kolme vuotta kestäneen ajan seminaarin valmistelulle. Haasteina valimoteollisuudessa ovat tällä hetkellä energian ja raaka-aineiden korkeat hinnat sekä puute osaavasta työvoimasta. Vastuullisuus on noussut hyvin tärkeäksi teemaksi ja on siksi vahvasti esillä myös seminaarin ohjelmassa.

## Tilastotietoa valimoteollisuudesta

Valimoteollisuus ry: n johtava asiantuntija ja yhdistyksen sihteeri, Aalto yliopiston >

ALOITUSKUVA:

Salintäysi yleisö odottelemassa seminaarin alkamista

valutuotetekniikan professori **Juhani Orkas** esitti perinteisen katsauksen Suomen valutuotannon tilastoihin vuodelta 2021. Harmaan valuraudan tuotanto vuonna 2021 oli 20 599 tonnia, jossa oli kasvua 19 % vuoteen 2020 verrattuna. Vientiin meni 6 263 tn, jossa kasvua edellisvuoteen verrattuna oli 60 %. Pallografiittiraudan tuotanto 2021 oli 25 513 tn (+10 %), josta viennin osuus oli 8 974 tn (+12 %). Teräsvalujen tuotanto 2021 oli 5 657 tn (-15 %), josta vientiin meni 1 242 tn (-38 %). Ei-rautametallivalujen tuotanto oli 4 310 tn vuonna 2021 (+4 %), josta viennin osuus oli 948 tn (-30 %).

Yhteenlaskettu tuotannon arvo vuonna 2021 oli yhteensä 200 M€, jossa kasvua edellisvuoteen verrattuna oli 7 %. Samanaikaisesti valimoiden henkilömäärä supistui 130 henkilöllä ja oli 1 384 vuoden 2021 lopussa. Lopuksi Juhani Orkas mainitsi, että maailman valutuotannosta noin puolet tulee Kiinasta. Euroopassa on yhteensä noin 6 400 valimoa ja noin 70 % niistä on pieniä, alle 50 henkilön yrityksiä.

### Katsaus talouteen

Teknoliateollisuus ry:n johtavan ekonomistin **Jukka Palokankaan** esitys jakaantui kolmeen osaan: 1. Tämänhetkinen markkinatilanne ja näkymät lähikuukausille, 2. Teknoliateollisuuden tilanne ja 3. Vuoden 2023 näkymät.

Tämänhetkiselletilanteelle ominaista on se, että teollisuuden tuotantomäärät ovat edelleen kasvussa ja Suomi on saanut euromaat kiinni tässä suhteessa. Toisaalta teollisuuden ostopäällikköindeksi euromaissa on ristiriidassa toteutuneen tuotannon kanssa; tuotanto jatkaa kasvuaan, mutta ostopäällikköindeksi on vajonnut kasvun rajan alapuolelle. Euromaissa ja Suomessa BKT on elpynyt koronakuopasta. Myös koko elinkeinoelämän ostopäällikköindeksi on euromaissa ristiriidassa BKT-kehityksen kanssa: BKT kasvaa, mutta ostopäällikköindeksi on vajonnut heikkenemisen puolelle. Tilanne on tässä mielessä harvinainen.

Teknoliateollisuuden liikevaihto ajanjaksolla 1-7/2022 on kasvanut 17 % vuoden takaiseen vastaavaan ajanjaksoon verrattuna. Koko teollisuuden vastaava kasvu oli 25 %. Teknoliateollisuuden uudet tilaukset ovat kasvaneet vahvasti myös heinä-syyskuussa 2022 ja tilauskannan arvo Suomessa on nyt ennätystasolla. Koronapandemian jälkeen teknoliateollisuuden uusien tilausten arvo ja tilauskannan arvo ovat kehittyneet sa-



Kuva 1. Euroopan Valimoliitto CAEFin pääsihteeri Dr. Fynn-Willem Lohe toi valimoalan terveisiä Euroopasta.

maan tapaan kuin 1990-luvun laman jälkeen, mutta selvästi paremmin kuin vuoden 2008 finanssikriisin jälkeen. Tarjouspyyntöjen määrän kehitys on kääntynyt hiukan negatiivisen puolelle.

Liikevaihdon kehitysindeksiä tarkasteltaessa Suomi pärjää verrokkimaita (Ruotsi, Saksa euromaat) paremmin koneteollisuudessa, on Ruotsin ja Saksan kanssa euromaita edellä metallituoteteollisuudessa ja johtaa Ruotsin kanssa metallien jalostuksen alalla. Tietotekniikka-alalla Suomi on johdossa ja suunnittelu- ja konsultointialalla toisena Ruotsin jälkeen selvästi euromaita edellä. Elektroniikka- ja sähköalalla olemme Ruotsin kanssa selvästi euromaita ja Saksa jäljessä.

Teknoliateollisuuden henkilöstömäärä on Suomessa noussut ennätystasolle. Osaajapula näkyy henkilöstön palkkaliukemisissa vuonna 2022. Kannattavuuden kehitysarviot ennustavat heikkenemistä eli kannattavuuden haasteet eivät ole kadonneet.

Vuoden 2023 näkymät ovat edelleen varsin hämärät. Kuluttajat euromaissa ovat pelästyneet, mutta reaali talouden kehitysnäkymät ovat palanneet koronapotkahuksen jälkeen pandemiaa edeltäneelle uralle. Sekä globaaleihin että Suomen talousnäkyymiin vaikuttavat tekijät ovat pysyneet kutakuinkin entisellään (katso. esim. Materia 5/2022

ss. 23-24), mutta niiden yhteisvaikutus on kääntämässä kasvuennusteita supistuvaan suuntaan.

Lokakuun 2022 tilanteen perusteella esim. Länsi-Euroopan BKT:n kasvun ennustetaan vuonna 2023 olevan 0,1 % vuoteen 2022 verrattuna, kun elokuun ennuste oli 1,1 %. BKT:n kasvun ennustetaan kääntyvän negatiiviseksi Saksassa, Iso-Britanniassa ja Italiassa. Suomen BKT:n kasvuennuste vuodelle 2023 on tässä ennusteessa 0,4 %, kun se vielä elokuun ennusteessa oli 1,0 %.

Esityksen jälkeisessä keskustelussa pohdittiin mm. sosiaalisen median vaikutusta luottamusindikaattoreiden kehitykseen. Tällä hetkellä media ruokkii hysteriaa, mikä ei auta ketään. Toisaalta esim. tilauskantojen korkea taso ei näy riittävästi indeksiluvuissa. Tarkasteltaessa globalisaation vaikutuksia Euroopassa on jonkin verran nähtävissä siirtymää Itä-Euroopasta myös Suomeen, mutta muutokset ovat hitaita.

EU-maiden vienti Venäjälle on vähentynyt merkittävästi Ukrainan sodan seurauksena. Koko maailman mittakaavassa USA:n ja Kiinan tilanne on ratkaiseva. Suomen teollisuuden kapasiteettia koskevaan kysymykseen Palokangas vastasi, että vuoden 2008 finanssikriisin seurauksena teollisuutemme kapasiteetista katosi 20 %, mutta nyt kehitys on parempaa. Pelkkien korvausinvestointien lisäksi on meneillään myös uusinwestointeja.

### Terveiset Euroopasta

Seminaarin keynote-esitelmänsä otsikossa Euroopan Valimoliitto CAEFin pääsihteeri **Dr. Fynn-Willem Lohe** (kuva 1) kysyi: Does it cost a lot of energy or does energy cost a lot? The European foundry industry and why crisis is our new normal?

Esityksensä aluksi hän esitteli lyhyesti CAEFin sekä sen toiminnan. CAEF on laaja valimoalan verkosto; siihen kuuluu 22 maasta 4 700 valimoa, jotka kattavat 14 % maailman valutuotannosta. CAEFilla on kuusi jaostoa, jotka kattavat tärkeimmät valuja käyttävät toimialat sekä kaksi pääryhmää: rautapohjaiset ja ei-rautametalliset valut. CAEF pitää esitelmää alan kansallisissa ja kansainvälisissä konferensseissa, järjestää itse alan tapaamisia, ylläpitää ja julkaisee alan tilastoja ja käsittelee työryhmissään ajankohtaisia asioita, kuten raaka-aineisiin ja sosiaaliseen mediaan liittyviä kysymyksiä.

Laajassa esityksessään Dr. Lohe kävi läpi CAEFin tilastoja Euroopan valimoalalta. Vuosina 2008-2021 valujen kokonaistuotantomäärä Euroopassa pysyi suhteellisen stabi-



lina runsaassa 15 000 000 tonnissa/vuosi lukuun ottamatta vuoden 2008 finanssikriisiä ja 2020 alkanutta koronapandemiaa, joiden aikana tuotanto laski noin 12 000 000 tonniin/v. Maailman valutuotannosta CAEFin osuus v. 2020 oli 12 %, kun Kiina yksin vastasi 49 prosentista globaalista valutuotannosta. Euroopan suurimmat valutuottajamaat vuonna 2021 rautapohjaisissa valuissa olivat Saksa, Turkki, Ranska, Italia, Espanja ja Puola. Ei-rautametallivaluissa johtavat maat olivat Italia, Saksa, Turkki, Ranska ja Puola.

Dr. Lohe tarkasteli myös maailmantalouden kehitysnäkymiä inflaation ja eri maiden bruttokansantuote-ennusteiden sekä alueellisten ostopäällikköindeksien valossa. Euroopan valimoteollisuuden kehitysarvioita hän kävi läpi raaka-ainehintojen ja kuuden kuukauden päähän ulottuvien kausiennusteiden avulla. Rautametallivaluissa kausiennusteet povaavat laskua, kun taas ei-rautametallivaluissa tuotannon odotetaan jopa lievästi kasvavan. Hän esitteli myös valimoalan tärkeimpien asiakas-sektorien, konepajateollisuuden ja autoteollisuuden näkymiä. Vuodesta 2019 vuoteen 2022 henkilöautojen tuotanto on kasvanut vain Kiinassa (9 %), kun se muissa maissa on supistunut. Euroopassa lasku ko. ajanjaksona on ollut suurin, 29 %, ja Japanissakin 23 %.

Dr. Lohe pohti myös kysymystä siitä, pitäisikö jatkossa toimia vastuullisesti nykynäkymien mukaan vai olla rohkea ja käyttää kriisiä uusiutumisen ajurina. Tässä tarkoituksessa hän tarkasteli mm. maapallon todettujen öljyvarojen jakautumista ja uusiutuvien energialähteiden käyttöä vedyn tuotannossa. Aurinko- ja tuulienergian tuotannossa, energian varastoinnissa ja sähköisessä liikenteessä käytettävien materiaalien kierrätettävyys nousi myös esille hänen esityksessään.

Hän totesi mm., että sähkön tuotantotapoja tarkasteltaessa on tällä hetkellä vielä olemassa suuri ero olemassa olevan kapasiteetin sekä ilmoitettujen kapasiteettimuutosten ja toisaalta tarvittavien kapasiteettimuutosten välillä pyrittäessä päästöttömään sähköntuotantoon vuoteen 2030 mennessä. Mielenkiintoinen yksityiskohta oli se, että tuulienergian tuotannon lisäystä rajoittavaksi tekijäksi on nousemassa mm. valimoiden käsinkaavauskapasiteetin pieneminen.

Rakennusten lämmittämässä hiilen, öljyn, kaasun ja biomassan polttamiseen perustuvan energiantuotannon ennustetaan loppuvan vuoteen 2050 mennessä ja korvautuvan aurinkoenergiaan, lämpöpumppeihin sekä vety- ja biokaasuvoimalaitoksiksi perustuvalla energiantuotannolla ja kaukolämpöön



Kuva 2. Osa seminaarin puhujista yhteiskuvassa. Vasemmalta Markku Eljaala, Jarkko Laine, Mika Vartiainen, Ilari Kinnunen, Kalle Jalava, Fynn-Willem Lohe, Jukka Palokangas, Juhani Orkas, Eetu Autio ja Hannu Kosonen

siirtymisellä. Dr. Lohe tarkasteli myös erilaisia mahdollisuuksia ilmahan hiilidioksidipitoisuuden alentamiseksi joko suoraan ilmasta tai pistemäisistä tuotantolähteistä tapahtuvalla hiilidioksidin talteenotolla ja varastoinnilla tai uusiokäytöllä.

Lopuksi Dr. Lohe totesi, että monet uusiutuvan energian tuotantoon ja hiilineutraaliin yhteiskuntaan pyrittäessä tarvittavat teknologiat tarvitsevat myös valukomponentteja ja valimot ovat siten kestävien arvoketjujen ytimessä. Hänen mukaansa tämänhetkinen kriisi on todellinen ja sen voittamiseksi rauhan säilyminen maapallolla olisi olennaista. Toisaalta tilanteet voivat muuttua yllättävästi; monia tämän hetken ilmiöitä ja tapahtumia ei kolme vuotta sitten olisi pidetty lainkaan mahdollisina.

Lounaan jälkeen ohjelmassa oli teemakokous valukomponentin suunnittelusta. Sen yhteydessä käytiin läpi valumateriaalien käyttöä Wärtsilässä, valustandardeja ja erilaisia case-tapauksia valukomponenttien käytöstä ja toimivuudesta ongelmien ratkaisussa.

### Valumateriaalien käyttö Wärtsilässä

TkT **Jarkko Laine** (Chief Engine Expert, Castings, Engines R&D, Marine Solutions Wärtsilä) aloitti esittelemällä Wärtsilän valmistamat, voimalaitoksissa perus- ja varavoimakoneina sekä laivoissa pää- ja apumoottoreina käytettävät dieselmoottorit. Sylinterilukumäärältään 4-9 olevat moottorit ovat tyypiltään pääasiassa rivimoottoreita ja

V-moottoreina valmistetaan sylinterimäärältään 8-20 olevat moottorit.

Moottorin tyyppimerkinnästä ilmenevät moottorityyppi, sylinterien lukumäärä ja sylinterin halkaisija senttimetreinä. Valikoiman pienin moottori on W4L20 eli nelisylinterinen rivimoottori, jonka sylinterin halkaisija on 20 cm, teho 740 kW ja paino 7200 kg. Suurin moottori taas on W18V50 eli 18-sylinterinen V-moottori. Sen sylinterihalkaisija on 50 cm, teho 19 260 kW ja paino yhdessä generaattorin ja yhteisen alustan kanssa 377 000 kg.

Polttoaineena Wärtsilän moottorit voivat käyttää sekä perinteisiä polttoaineita kuten raskasta ja kevyttä polttoöljyä sekä maakaasua. Uudempia polttoaineita ovat biokaasut, metanoli tai ammoniakki. Mahdollisia ovat myös hybridiratkaisut.

Seuraavaksi Jarkko Laine esitteli moottoreissa käytettävät valumateriaalit. Yksittäisen valukomponentin paino vaihtelee 18 grammasta 88 000 kilogrammaan. Valtaosa eli noin 85 % materiaaleista on pallografiittivalurautaa. Suomugrafiittivalurautaan osuus on noin 10 %, valualumiinien osuus noin 3 % ja valuterästen osuus prosentin luokkaa. Materiaalin valintaa ohjaavina tekijöinä ovat mekaaniset vaatimukset kuten lujuus, lämmönkesto ja -johtavuus, saatavuus, hinta sekä esim. luokitussäännöistä tulevat muut vaatimukset.

Sylinterinkansi on moottorin kuormiteuimpia komponentteja. Vesijäähdytteiseen

synterinkanteen kohdistuu sekä staattisia että syklisiä mekaanisia ja lämpökuormituksia esikivistyksen, sytytyspaineen sekä palolämpötilan aiheuttamina. Keskeisiä materiaaliominaisuuksia ovat siten mm. lujuus, väsymiskestävyys sekä lämmönjohtavuus. Komponentti on valuteknisesti vaativa jäädytyskanavien vuoksi, jolloin myös materiaalin valettavuus on tärkeä.

Aikaisemmin synterinkannet valmistettiin suomugrafiittivaluraudasta, mutta nykyään ne valmistetaan sitkeämmästä pallografiittivaluraudasta. Valupaino on moottorin koosta riippuen välillä 100 – 1 100 kg. Pallografiittivaluraudan lujuuteen vaikuttaa lähinnä seosainepitoisuudesta riippuva matriisin perliittipitoisuus; toisaalta seosainepitoisuus vaikuttaa myös materiaalin lämmönjohtavuuteen. Siten materiaalin oikean koostumuksen ja mikrorakenteen valinnasta tulee optimointitehtävä.

Jarkko Laine esitteli omaan väitöstyöhönsä sisältyneitä tutkimuksia piipitoisuuden, perliittipitoisuuden ja lämpötilan vaikutuksesta pallografiittivaluraudan lujuuteen ja lämmönjohtavuuteen. Samoin hän tarkasteli väsymiskestävyteen vaikuttavan dynaamisen myötövanhenemisen esiintymistä pallografiittivalurauoissa.

Näiden tutkimusten pohjalta laaditulla optimointimenetelyllä määritettiin valuraudan piipitoisuudelle ja perliittipitoisuudelle tavoitellun kestoajan antavat arvot synterinkannan kriittisimmän kuormitetuissa osissa. Lopuksi määritettiin kokonaisuuden kannalta optimaaliseen tulokseen johtavat pii- ja perliittipitoisuuden arvot synterikansissa käytettävälle pallografiittivaluraudalle.

### Valustandardeista

METSTAn (Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry) asiantuntija **Mika Vartiainen** esitteli ensin maailmanlaajuisen (ISO), eurooppalaisen (CEN) ja kansallisen (SFS) tason standardisointijärjestöt sekä standardisoinnin organisoinnin Suomessa. CENin jäsenmaiden on vahvistettava eurooppalaiset EN-standardit (myös EN ISO-standardit) kansallisiksi SFS-EN-standardiksi.

SFS (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry) toimii alan keskusjärjestönä ja huolehtii mm. standardisointityön koordinoinnista, kansainvälisistä jäsenyyksistä sekä standardien julkaisusta ja myynnistä. Standardisoinnin seuranta ja valmistelutyö on delegoitu eri toimialoille edustaville toimialayhteisöille (esim. METSTA), jotka myös valitsevat kansalliset standardisointikohteet ja laativat niitä koskevat standardit.

Toimialayhteisöt asettavat alakohtaisia

standardisointiryhmiä, joita esim. METSTAla on yli 80. Standardisointiryhmät seuraavat aihealueensa ISO- ja CEN-standardisointia, nimittävät suomalaiset edustajat standardiehdotuksia laatiin CENin ja ISON työryhmiin sekä viimeistelevät Suomen lausunnot ja lähettävät kommentit standardiehdotuksiin.

Varsinaiset standardiehdotukset kirjoitetaan asiantuntijoiden muodostamissa työryhmissä, joihin osallistuvilla on suuret mahdollisuudet vaikuttaa standardin sisältöön. Ehdotusteksti lähetetään lausunтовaiheeseen, jonka tuottamat kommentit toimitetaan työryhmälle. Kommenttien perusteella muutettu ehdotusteksti etenee seuraavaksi äänestysvaiheeseen, jossa saadun hyväksynnän jälkeen standardi julkaistaan.

Mika Vartiainen esitteli keskeiset valustandardit: valujen tekniset toimitusehdot, materiaalistandardit, toleranssit, työstövarat ja piirustusmerkinnät sekä valujen NDT-tarkastukset, mallivarusteet ja muotittayökalut. Niiden joukossa on pääosin SFS-EN-standardia, mutta on myös SFS-EN ISO -standardia. Hänen esittämässään eurooppalaisten valustandardien luettelossa ovat mukana myös valmisteltavana olevat prEN-merkinnällä varustetut standardiehdotukset sekä prEN-merkinnällä varustetut, joko äänestysvaiheessa tai julkaistavana olevat EN- ja EN ISO -standardit.

### Case- tapauksia käsittelyssä

#### Case 1: Melun vaimentaminen muuttamalla hitsattu komponentti valuksi

Kongsberg Maritime Finland Oy:n Technical Product Manager **Mikko Mäen** ja Peiron Oy:n laatu päällikkö **Markku Eljaalan** yhteisesityksessä käytiin läpi Kongsberg-konsernin valmistaman, pääasiassa autolautoissa ja työlaivoissa käytettävän Azipull AZP100-potkurilaitteen ylävaihdelaatikon rungon muuttaminen hitsatusta levyrakenteesta valukomponentiksi. Syynä muutostarpeelle oli potkurilaitteiston aiheuttama melu, joka koettiin ympäristöhaitaksi.

Norjalainen Kongsberg-konserni on globaalisti toimiva teknologiayhtiö, jolla on toimintaa 40 maassa ja noin 11 000 työntekijää. Konsernin vuoden 2021 liikevaihto oli 27 Mrd Norjan kruunua. Konsernilla on kolme liiketoiminta-aluetta: Defense, Aerospace ja Maritime. Suomessa toimivalla tytäryhtiöllä Kongsberg Maritime Finland Oy:llä on tehtaat Kokkolassa ja Raumalla sekä Turussa. Työntekijöitä on noin 500 ja vuoden 2021 liikevaihto oli 220 M€. Tarkasteltavan potkurilaitteen ylävaihte sekä laivan runkoon kiinnitettävä välisa valmistetaan Raumalla ja alavaihte Norjassa, mutta koko laitteen

tuotantoa ollaan siirtämässä Raumalle.

Pääasiallisena ongelmana oli potkurilaitetta käyttävän laivan aiheuttama melu, joka Norjan kapeissa vuonoissa liikuttaessa moninkertaistui kaikuaessa vuonojen seinämistä. Tutkimuksissa merkittävän osan melusta todettiin olevan peräisin potkurilaitteesta ja sen kulmavaihteista. Varsinkin yläkulmavaihteen runko johti vaihteesta tulevaa värähtelyä laivan runkoon, joka toimi ääniraudan tavoin kaikupohjana.

Yläkulmavaihteen runko oli hitsaamalla valmistettu levyrakenne, jonka suhteellisen ohuet ainepaksuudet tekivät siitä kevyen ja joustavan. Toisaalta kovin suurilla muutoksilla ei rungon rakenteeseen voitu tehdä siihen kiinnitettävien komponenttien vuoksi. Näistä reunaehdoista johtuen päätettiin hitsaamalla koottu levyrakenne korvata valetulla rungolla.

Sen materiaaliksi valittiin levyterästä paremman värähtelyjen vaimennuskyvyn sekä runkoon kohdistuvien kuormitusten vuoksi moderni pallografiittivalurauta GJS 400-15. Valukappaleen ja -mallin suunnittelu, muotin valmistus sekä valaminen ja koneistus tehtiin yhteistyössä Peiron Oy:n ja Lehtosen konepaja Oy:n kanssa.

Levyrakenteen muuttaminen valuksi tehtiin tässä tapauksessa melko suoraviivaisesti. Olemassa olevaan levyrakennemuotoon lisättiin valun vaatimat hellitykset sekä terävien nurkkien reilut pyöritykset. Lisäksi komponentin sisäpuolelle lisättiin muutamia jäykisteripoja, joita ei ollut alkuperäisessä rakenteessa. Simulointien avulla varmistettiin valumuotin oikea täyttyminen ja valukappaleen keskilinjahuokoisuudelta välttyminen ennen kappaleen valua.

Puhdistettu valuaihio skannattiin valukutistumien ja -muodonmuutosten sekä koneistuksen työvarojen määrittämiseksi. Valurautaisen rungon edut tulivat ensi kerran esille koneistuksen yhteydessä; runko oli tukevampi, värinäherkkyydeltään alhaisempi ja materiaaliltaan paremmin koneistettava teräsrakenteeseen verrattuna. Valurautainen runko oli myös vähemmän altis koneistuksen yhteydessä tapahtuville muodonmuutoksille. Toisaalta sen suuremmat työstövarat aiheuttivat jonkin verran enemmän työtä koneistuksessa.

Ylävaihteen kokoaminen valettuun runkoon saatiin tehdyksi ilman ongelmia ja potkurilaitte toimi tarkoitetulla tavalla. Paikoilleen asennetun potkurilaitteen koeajoissa on havaittu, että valetulla ylävaihteen rungolla valmistetut laitteet ovat hiljaisempia levyrakennetarkaisuihin verrattuna. Seurauksena tämä ensimmäinen muutosprojekti sai lähes heti jatkoa toisentyypisen vaihdelaatikkorungon





Kuva 3. Componenta-konsernin strategia 2020-2023

muuttamiseksi levyrakenteisesta valetuksi komponentiksi.

Esityksen jälkeisessä keskustelussa todettiin, että valukappale oli yksittäistuotantona hinnaltaan hiukan levyrakennetta kalliimpi, mutta asiakasetu riittänee kompensoimaan hintaeron. Yleensä ei hitsattua rakennetta kannata lähteä muuttamaan valukappaleeksi sellaisenaan, vaan se kannattaa suunnitella uudelleen nimenomaan valettavaksi kappaleeksi. Kaiken kaikkiaan yllä kuvattu tapaus on hyvä esimerkki valuteknologian kyvystä vastata haasteisiin.

### Case 2: Mitä saavutettiin kuuden vuoden kehitysyhteistyöllä?

Alteams Finland Oy:n teknologiapäällikkö **Hannu Kosonen** vastasi esityksessään osikon kysymykseen kuvailemalla valukomponentteja sisältävän tuotteen kehityshanketta, jossa oli mukana useita toimijoita ja yhteistyötahoja. Hän kertoi, mitä hankkeessa piti tehdä, mitä tehtiin ja miten sekä mitkä olivat hankkeen haasteet ja tärkeimmät opitut asiat.

Alteams Group tuottaa neljällä eri menetelmällä valettuja alumiinikomponentteja pitkälle kehittyneisiin sovelluksiin. Se on volyymituotteisiin keskittynyt konserni, jonka juuret ovat 1940-luvun Suomessa ja Ruotsissa. Alteamsilla on yhteensä viisi tehdasta: Suomessa kaksi, Kiinassa, Intiassa ja Puolassa kussakin yksi sekä oma työkalujen suunnittelu- ja valmistusyksikkö Kiinassa. Kuusakoski Group Oy:n 100-prosenttisesti omistaman Alteams Groupin liikevaihto vuonna 2021 oli 97 M€ (ilman Intiaa) ja palveluksessa oli noin 1 600 henkilöä. Fokusalueina ovat sähköinen liikenne ja teollisuus sekä sähköisen viestinnän verkot ja niiden komponentit.

Vuonna 2014 käynnistetyn tuotekehityshankkeen tavoitteena oli kehittää nestejäähdytteinen taajuusmuuttaja haastaviin käyttöolosuhteisiin. Haasteena oli mm. neste kierron luominen valukappaleena valmistettavaan komponenttiin. Noin kuuden vuoden kestoajalle jaksotettu hanke koostui osittain päällekkäisistä konseptointi-, proto- ja pilotointivaiheista sekä sarjavalmistuksesta. Ensimmäiset protot tuotettiin jo vuonna 2015 ja jonkin tason sarjatuotantokykyisyys saatiin aikaan vuodesta 2018 alkaen.

Hankkeessa oli kaikkiaan yhdeksän osapuolta, mm. asiakas, Alteams, 3D-muotintuotantaja, protokoneistaja ja -hitaaja, pinoittaja, testauspalvelijat ja jatkovaiheista vastaava taho. Yhteistyön muotoja hankkeessa olivat yhteiset suunnittelupalaverit sekä osaamisen lisääminen tavoitteena yhteinen ymmärrys tuotteen toiminnasta ja vaatimuksista, tutustuminen eri valmistustekniikoihin sekä avoin tiedonvaihto muun muassa testituloksista.

Hankkeen yhteydessä kartoitettiin lukuisia uusia valmistusmenetelmiä kuten kitkahitusausta sekä muotien tai muotinosien 3D-tulostusta yksittäiskappaleiden tuottamiseksi hankkeen tarpeisiin. Samoin käytettiin monia testausmenetelmiä kuten esim. mekaniikka- ja kokoonpanotestausta, nestevirtauksen simulointia, olosuhde- ja sähköistä testausta, SEM-tutkimuksia ja röntgentomografiaa sekä hitsauksen optimointia. Tuotteen toimivuus testattiin pilottiprojekteissa, mm. Norjan vuonoissa liikkuvassa yhteysaluksessa.

Hankkeessa saatiin aikaan maailman paras taajuusmuuttaja HES880, ”täydellinen vihreän energian vekotin”. Sen nestejäähdytettynä runkona toimii kaksi valukompo-

nentia. Laite kestää hankalia ympäristöolosuhteita, kovaa 4G:n värinää ja jopa 30 G:n shokkitärähdyksiä. Käyttölämpötila-alue on -45 - +85 °C ja jäähdytystilanteen sisäänmenolämpötila voi olla jopa 70 °C.

Laitetta valmistetaan kahdessa kokoluokassa ja kolmessa teholuokassa. Esim. maansiirtokoneiden sähköisessä ajomoottorikäytössä laite kestää jopa 510 kW jatkuvaa ja 760 KW hetkellistä huipputehoa. Sama laite voidaan konfiguroida eri käyttötarkoituksiin kuten lataukseen, moottorin ohjaukseen, energian talteenottoon jne. Käyttökohteina ovat mm. liikkuvat työkonet maanrakennus- ja kaivosteollisuudessa, kiinteät työkonet ja moottorikäytöt sekä laivat ja muut marine-sovellukset.

Hankkeen haasteiksi muodostui mm. johtaminen: kuka vastaa mistäkin vaiheesta ja eri vaiheiden alihankinnasta? Pitkän projektin aikana tapahtuu paljon muutoksia, mm. henkilövaihdoksia, jonka vuoksi huolellinen dokumentointi on tärkeää. Kun hankkeessa on paljon osapuolia ja pitkä tuotteen valmistusketju, tulee tiedottaminen muutoksista ja erilaisista testausarpeista sekä koe-eristä tärkeäksi. Tärkeää on myös tuotteen määrittelyn yksiselitteisyys: mikä on yläpuoli tai vasen sivu?

### Case 3: Automaattivalimot Suomessa ja niiden rooli asiakkaiden arvoketjussa

Componenta Oyj:n toimitusjohtaja **Sami Sivuranta** tarkasteli esityksessään Componenta-konsernia, sen asiakastoimialoja ja sopimusvalmistusta Suomessa sekä tulevaisuuden tarpeita ja muutoksia liiketoimintaympäristössä. Vastuullisuutta hän tarkasteli sekä haasteena että mahdollisuutena.

Componentalla on Suomessa yhdeksän tuotantolaitosta, joista kaksi on rautavalimoita (Karkkila, juuret vuonna 1820 perustetussa Högforsin ruukissa ja Pori, perustettu vuonna 1858). Muut yksiköt tuottavat koneistuspalveluja (Jyväskylä, Härmä, Kurikka ja Sastamala) sekä materiaalipalveluja (levypalvelu, hydraulikkaputkien valmistus ja takomo) Jyväskylässä ja Leppävedellä. Henkilöstön määrä on noin 600, joista 54 % on valimoissa, 35 % koneistusyksiköissä, 5 % putki- ja 4 % levypalveluissa sekä 2 % takomossa. Liikevaihto on yli 100 M€.

Asiakasaloina Componentalla ovat koneenrakennus (45 % liikevaihdosta), maa- ja metsätalouskoneet (36 %), energiateollisuus (8 %), puolustusvälineiteollisuus (4 %) sekä muut (7 %). Asiakkailla on tyypillisesti pitkiä tilauskantoja ja korkea investointihalukkuus. Teknologiaosaamislahtoisuudesta ollaan siirtymässä ajatteluun siitä, mitä asiakas on oikeasti ostamassa.

Toimialalla tapahtuneista muutoksista merkittävimpiä ovat sopimusvalmistuksen yleistyminen Suomessa (sitä ollaan kutsu- massa kotiin maailmalta) sekä kaukoketjujen ja dual sourcing-ajattelun yleistyminen. Energiamarkkinat ja fossiiliset polttoaineet ovat murroksessa, samoin hankinnat, hankintamenot ja saatavuus. Valmistustekninen osaaminen ja yleinen resurssivaje ovat nousseet merkittäviksi tekijöiksi.

Vastuullisuus ja siihen kohdistuvat odotukset ovat tulleet yhä merkittävämmiksi tekijöiksi. Vastuullisuutta edellyttävät taksonomia, lainsäädäntö ja muut velvoitteet. Ympäristövaateet johtavat siihen, että vain kestävä investointi rahoitetaan. Asiakkaat asettavat myös vaatimuksia ja odotuksia vastuullisuudelle. Toisaalta oman toiminnan vastuullisuuden kehittäminen tuottaa myös kilpailuetua globaaleilla markkinoilla.

Componentan tavoitteena on olla vastuullinen sopimusvalmistaja, joka toimii vastuullisesti yhdessä asiakkaiden ja toimittajien kanssa. Componentan liiketoiminta perustuu kiertotalouteen ja turvallisuus sekä henkilöstön hyvinvointi ovat tekemisen ytimessä. Lopuksi Sami Sivuranta esitteli Componentan strategian 2020-2023 (kuva 3).

## Hybridivaluprosesseja ja optimoituja rakenteita

Laboratorioinsinööri **Kalle Jalava**, Aalto-yliopisto ja Technical Sales Engineer **Eetu Autio**, CaeTek Oy esittelivät yhteisesityksessään hybridivaluprosessien ja valutuotteiden optimoinnin kehittämiseen tähtäviä kehitys-

projekteja. He tarkastelivat hybridivaluprosessien kehittämistapoja ja valutuotteiden optimointimahdollisuuksia myös valettavuutta silmällä pitäen.

Hybridivalmistuksen ajatuksena on yhdistellä ainetta lisääviä valmistustekniikoita perinteisiin tuotantomenetelmiin vaativien tuotteiden valmistustehokkuuden ja tuottavuuden kasvattamiseksi. Optimoinnilla taas tavoitellaan parasta mahdollista ratkaisua käsillä olevaan ongelmaan tiettyjen rajaeh- tojen vallitessa.

Kalle Jalava totesi, että valutuoteolli- suudessa on runsaasti potentiaalia hybridi- valmistuksen liittämiseksi osaksi normaaleja käytäntöjä. Sarjamallitekniikoiden ja metal- lien suoratulostuksen välissä on paljon mah- dollisuuksia tehdä poikkeuksellisen hyviä tuotteita. Valumallien 3D-tulostus on hyvä esimerkki hybriditekniikan hyväksikäytös- tä. Karkea tulostus voidaan tehdä suurella no- peudella ja jälkikoneistus tulostuksen kanssa samoilla asetuksilla. 3D-tulostus mahdollis- taa myös muuttien, keernalaatikoiden sekä keernojen tulostamisen funktionaalista ja kehittyneistä materiaaleista.

Katoavien mallien valutekniikoissa mal- lien 3D-tulostus on jo käytössä esim. Saco- tec Components Oy:n tarkkuusvalimossa. Täysmuottikaavauksessa 3D-tulostettavan materiaalin etsintä polystyreenin korvaa- jaksi on käynnissä. Kestomuottivalutekni- koissa 3D-tulostettuja osia voidaan käyttää muoteissa esimerkiksi ulosvedettävänä keer- noina vastapäästöisten kappaleiden valami- sen mahdollistamiseksi.

Valukappaleiden yhä lisääntyvä topolo- giaoptimointi tuottaa yleensä vaikeasti va- lettavia kappaleita. Topologiaoptimoitujen valujen tuottamiseen tarvitaan kehittynei- tä muotteja ja muottitekniikoita. Katoavien mallien valutekniikat ja mallien 3D-tulostus soveltuvat hyvin topologiaoptimoitujen va- lujen tuottamiseen.

Eetu Aution mukaan topologiaoptimoin- nilla tavoitellaan yleensä valukappaleen mas- san minimointia. Esim. hitsatun tuotteen muuttaminen valetuksi komponentiksi joh- taa yleensä tuotteen massan kasvuun. Ny- kypäivänä valettavuustarkastelut tehdään vasta kehitysprosessin viimeisten vaiheiden yhteydessä.

Eetu Autio esitteli Chalmersin teknilli- sessä yliopistossa tehdyn diplomityön poh- jalta topologiaoptimoinnin ja valettavuus- tarkastelujen vaihtoehtoisia etenemisreit- tejä käyttäen esimerkkinä Volvo-henkilöauton takapyörän ripustusjärjestelmän alumiinista

valettua komponenttia. Topologiaoptimoin- nin avulla kappaleen paino olisi mahdollista pienentää nykyisestä 4,07 kilosta 3,15 kiloon. Topologiaoptimoidun komponentin valetta- vuus oli työssä tarkastelun kohteena.

Työssä tutkittiin mahdollisuuksia siirtää komponentin valettavuustarkastelut toteu- tettavaksi topologiaoptimoinnin jälkeisenä osana kehitysprosessia. Tällöin kappaleen yksityiskohtainen CAD-suunnittelu voitai- siin tehdä vasta optimointi- ja valettavuus- tarkastelujen jälkeen. Tällä voitaisiin vähen- tää yksityiskohtaiseen CAD-suunnitteluun päätyvien vaihtoehtojen määrää ja nopeuttaa suunnittelutyötä.

Topologiaoptimoitu kappale kuvataan tilavuuselementeillä ja sillä on karkea pinta. Valunsimulointi puolestaan vaatii ehjää pin- taverkotusta ja suljettua pintaa. Kuvaamalla topologiaoptimoidun kappaleen pinta keski- määräisellä yhtenäisellä ”kutistemuovi” -pin- nalla voidaan valunsimulointi suorittaa ilman yksityiskohtaisen CAD-mallin tuottamista.

Valettavuuden tarkastelu topologiaopti- moidulle komponentille tehtiin vain jähmet- tymisen simulointina. Tällä haluttiin selvit- tää kappaleeseen jähmettymisen yhteydessä mahdollisesti muodostuvat ”kuumat” pisteet ja lämpötilagradientit sekä sulan osuus raken- teesta jähmettymisen eri vaiheissa. Ne ennus- tavat mahdollisen kutistumishuokoisuuden muodostumista ja sijaintia suhteessa jänni- tysanalyysin osoittamiin jännityskeskittymiin.

Huokosten määrän, jakautumisen ja kes- kimääräisen koon perusteella topologiaopti- moitu kappale näytti paremmin valettavalta kuin referenssinä käytetty nykyinen kompo- nentti. Ottamalla huomioon myös muita kri- teereitä kuten huokosten sijainti jännityskes- kittymiin nähden, kappaleen massan merkitys jne. voitiin osoittaa, että topologiaoptimoitu kappale ei ollut valettavuudeltaan yhtä hyvä kuin nykyinen versio.

Työn tulokset osoittivat, että topologi- sesti optimoitujen kappaleiden valettavuus- tarkastelut voidaan suorittaa optimoinnista saatavalla mallilla ilman yksityiskohtaista CAD-mallia. Valettavuusominaisuudet voi- daan ilmaista numeerisina arvoina. Tällöin optimointi- ja valettavuustarkastelut voi- daan suorittaa kehitysprosessin varhaisessa vaiheessa ja varsinaisen CAD-suunnittelu voidaan tehdä vasta kokonaisuuden kannal- ta parhaaksi osoittautuneelle vaihtoehdolle.

## Kontaktointia ja verkostoitumista

Ensimmäisen päivän päätteeksi hotelli Il- veksken yökerhossa pidetyssä perinteisessä





Kuva 4. Vuoden 2022 Valunkäyttäjät -palkinnon sai Etteplan Finland Oy:n Harri Erkkilä (vasemmalla). Palkinnon luovuttivat Ilari Kinnunen ja Juhani Orkas.

kontaktitilaisuudessa luovutettiin Vuoden 2021 valunkäyttäjät -palkinto. Palkinnon sai tänä vuonna johtava asiantuntija **Harri Erkkilä** Etteplan Finland Oy:stä (kuva 4). Tilaisuudessa valimot, valun käyttäjäyritykset sekä alan raaka-aine- ja palvelutoimittajat esittelivät toimintaansa ja tuotteitaan pienimuotoisessa näyttelyssä. Tämän lisäksi nautittiin maistuvasta ruoka- ja juomatarjoilusta ja ennen kaikkea kontaktoitiin ja verkostoiduttiin.

### Asiaa vastuullisuusjohtamisesta

Toisen seminaaripäivän puheenjohtajana toimi tj. **Timo Rautarinta** Uudenkaupungin Rautavalimo Oy:stä. Päivän ensimmäisen esityksen piti viestintäyrittäjä **Helena Aatinen** Attention Communication Oy:stä (kuva 5) aiheenaan vastuullisuusjohtaminen. Vastuullisuutta edellyttävät yritysten asiakkaat ja rahoittajat, riskien hallinta ja lainsäätäjät. Myös nuoret kyvyt edellyttävät työnantajayritystensä toimivan vastuullisesti. Median roolia viestin viejänä ei kannata myöskään väheksyä, sillä media viestii myös positiivisia uutisia, kunhan yritykset muistavat itse kertoa, kuinka hyviä ja vastuullisia ne ovat.

EU:lta on tulossa direktiivi, jonka mukaan kaikkien yritysten, joiden kohdalla toteutuu kaksi kolmesta ehdosta: työntekijämäärä on vähintään 250 työntekijää, liikevaihto yli 40 M€ ja tase yli 20 M€, on tehtävä vastuullisuudestaan ja toiminnastaan vuodelta 2024 määrämuotoinen raportti,

jonka todentaminen on pakollista. Erikseen määritellyillä riskialoilla (mm. mineraalien louhinta) toimivien yritysten, joiden kohdalla kaksi kolmesta yllä olevasta ehdosta toteutuu, on lisäksi noudatettava ns. huolellisuusdirektiiviä (Corporate Sustainability Due Diligence). Tämä merkitsee käytännössä esimerkiksi sitä, että suuryritysten tulee varmistua myös toimitusketjujensa vastuullisuudesta.

Vastuullisuudessa voidaan erottaa ympäristövastuun, sosiaalisen vastuun ja hyvän hallinnoinnin näkökulma. Näistä kussakin on raportoitava määrätyt asiat ja vastuullisuuden toteutuminen niissä. Esim. valimoiden osalta hallinnointinäkökulman raportointi sisältää mm. vastuisiin ja johtamisen järjestyihin liittyviä asioita. Sosiaalisen näkökulman asioihin sisältyy mm. arvoihin, työterveyteen ja -turvallisuuteen sekä tasa-arvoon ja palkitsemiseen liittyviä asioita. Ympäristönäkökulmaan liittyvät mm. raaka-aineiden, metallien, jättejakeiden ja tuotannon apuainesten kierrätys sekä energiatehokkuus ja energian talteenotto.

Keskeinen asia vastuullisuudessa on kommunikointi sekä yrityksen sisällä että sidosryhmiin päin. Vastuullisuusasiat on kerrottava itse, oma-aloitteisesti ja mieluiten ensimmäisenä. Kommunikoitava on ensin aiemukset, sitten tekeminen ja aikaan saadut tulokset. Kaikkien vaiheiden johtaminen on myös suunniteltava. Yrityksen tulee olla aina ensimmäinen tiedon lähde itseään koskevissa asioissa, muuten joku toinen ottaa sen roolin.

Olenaisuusarviointi on kaiken perusta. Millä asioilla omassa toiminnassamme on oleellisia vaikutuksia ympärillemme? Millä ulkopuolisella asialla on tai voi olla oleellista vaikutusta meihin? Asioita on katsottava yrityksen sisältä ulospäin ja vastaavasti ulkoa sisälle päin. Varsinkin sidosryhmien tunnistamisessa, arvioitavien asioiden valinnassa ja priorisoinnissa sidosryhmät on pidettävä tiiviisti mukana työssä.

Vastuullisuuden käytännön toteuttaminen on järjestelmällistä vastaamista kysymyksiin: Mihin asetetaan tavoitteet tänä vuonna, ensi vuonna ja sitä seuraavina vuosina? Miten asiat ja toimenpiteet johdetaan käytäntöön? Miten jatkuva parantaminen toteutetaan? Kuinka viestinnällä tuetaan valittuja vaihtoehtoja työn kestäessä? On muistettava, että vastuullisuustyö on pitkän matkan juoksua, suunta aina eteenpäin ja työssä pitää olla useamman vuoden perspektiivi. Valittu polku on kommunikoitava eteenpäin ja vuosittain. Toisaalta alkuvaiheessa vastuullisuustyössä voidaan saada kiitosta hyvistä aikomuksistaikin, mutta viherpesusta ei palkintoja jaeta.

### Valukomponentin hiilijalanjälki

Aalto-yliopiston tohtorikoulutettava **Tommi Sappinen** kertoi työstään valukomponentin hiilijalanjäljen määrittämiseksi. Työ käynnistyi vuosina 2018-2021 toteutetussa Kiertovalu-projektissa, jossa tutkittiin mm. käytetyn valimohiekan maanrakennuskäyttöä, hiekan termisen elvytyksen ympäristövaikutuksia ja hiilijalanjäljen laskentaa.

Hiilijalanjäljen laskemiseksi tarvitaan valimon systeemikaavio, jossa kuvataan valimoon tulevat energia- ja materiaalivirrat ja siitä poistuvat materiaalivirrat, kuten valmiit valut ja jätevirrat. Elinkaaripohjaisessa analyysissä pyritään ottamaan huomioon kaikki prosessit jonkin hyödykkeen matkalta raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi. Tällä matkalla esim. eri prosessien väliset kuljetukset saattavat olla merkittävä hiilijalanjälkeen vaikuttava tekijä.

Hiilijalanjäljen laskentaan on opinnäytetyönä kehitetty Excel-pohjainen taulukkolaskuri, johon syötetään tarvittavat lähtötiedot. Osa on valimon vuositasen tietoja ja osa taas komponenttikohtaisia tietoja. Tuloksen saamiseksi tarvittavat pakolliset tiedot on merkitty taulukon ruudun punaisella kehysellä. Tuloksena laskennasta saadaan komponentin kokonaispäästöt kgCO<sub>2</sub>-ekv. sekä kiloa kohti lasketut kgCO<sub>2</sub>-ekv.-päästöt ja niiden jakautuminen eri prosessien kesken.



Kuva 5. Viestintäyrittäjä Helena Aatinen puhui vastuullisuusjohtamisesta

Tommi Sappinen esitteli myös vertailevan tutkimuksen suomalaisten valun käyttäjien eri maista hankkimien valujen hiilidioksidipäästöistä valukomponentin kiloa kohti. Tätä varten suomalaisia valunkäyttäjää pyydyttiin kysymään toimitusketjunsu valimoilta hiilijalanjäljen laskentaan tarvittavat tiedot. Vastaukset saatiin kolmesta suomalaisesta, yhdestä saksalaisesta, yhdestä tšekki- ja kahdesta kiinalaisesta valimosta. Energian päästöihin käytettiin kunkin maan kansallista keskiarvoa (energy mix)  $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ .

Suomalaisten valimoiden hiilijalanjälki oli selvästi pienin vertailussa olevista maista. Saksan valimon päästöt olivat noin puolitoistakertaiset, tšekki-valimon noin kaksinkertaiset ja kiinalaisten valimoiden noin kolminkertaiset suomalaisiin valimoihin verrattuna.

Suomalaisissa valimoissa suurimmat päästöjen lähteet olivat sähkön ja kaukolämmön kulutuksessa sekä yhdessä valimossa raakaraudan tuotannossa. Saksan ja Tšekin valimoissa sähkön lisäksi suurimpia päästölähteitä olivat raakaraudan tuotanto ja valmiin komponentin kuljetukset Suomeen. Kiinalaisissa valimoissa suurin päästölähde (yli puolet kokonaispäästöistä) oli raakaraudan tuotanto sähkön ja kuljetuksen ollessa seuraavilla sijoilla.

Johtopäätöksinä voidaan todeta, että valimoiden/valujen päästöjen laskentaan on jo

nyt olemassa toimivia tapoja ja työkaluja, joskin optimaalisimman tavan löytäminen vie vielä aikaa. Suomi pärjää hyvin päästöjen suhteen puhtaiden energialähteiden ja suuren kierrätysmetallin määrän ansiosta. Aasiasta tuotavien valujen päästöjä nostavat pitkä kuljetus ja neitseellisten raaka-ainesten suuri käyttöaste.

### Koulutusta ja koulutusmateriaaleja

Koulutussuunnittelija **Jouni Lehto**, Tampereen Aikuiskoulutuskeskus (TAKK), kertoi koulutushankkeesta, jonka tavoitteena on osittain korvata Tampereen seudun ammattiopisto Tredun lakkauttamaa valimoalan toisen asteen koulutusta ja toimintansa lopettaneen Valimoinstituutin tarjoamaa koulutusta sekä uudistaa Valimoinstituutin ylläpitämän ValuAtlas-sivuston kautta jaettavaa koulutusmateriaalia. Tommi Sappinen esitteli Lehdon jälkeen uudistettua ValuAtlasta.

TAKK on yksityinen, vuonna 1962 perustetun Tampereen Aikuiskoulutussäätiön ylläpitämä toimija. Sen tunnuslukuja on esitetty kuvassa 6. TAKK on ainoana Suomessa saanut kaksi kertaa OPM:n laatupalkinnon. TAKK on toteuttajana OSKAVA (Osaamista ja kestävää KASvua Valutuoteteollisuudessa)-hankkeessa, joka toteutettiin 1.8.2020-31.12.2022. Hankkeen rahoittajina olivat

Euroopan Sosiaalirahasto ESR ja TAKK ja sen budjetti oli 420 000 euroa. Hankkeessa työskenteli neljä henkilöä. Hankkeen tavoitteina olivat valimoalan koulutuksen kehittäminen ja saatavuuden turvaaminen, hyvien kouluttajien löytäminen, ValuAtlas-sivuston uudistaminen, valualan kriittisen osaamisen säilymisen turvaaminen Suomessa sekä kestävä kehityksen periaatteiden ylläpitäminen mm. valutuotteen hiilijalanjäljen määrittämisen kautta.

Hankkeessa toteutettuihin koulutuksiin on osallistunut 150 henkilöä 40 yrityksestä ja kouluttajina on toiminut yhteensä 32 henkilöä. Koulutuksen tarjontaa ja sisältöjä on kehitetty ja eri koulutustasojen (toinen aste, AMK, yliopistot) yhteistyötä on käynnistetty uudelleen Valimoinstituutin jälkeen. ValuAtlas-sivusto on uudistettu ja valutuotteen hiilijalanjäljen laskentamenetelmä on kehitetty nykyiseen muotoonsa.

Kriittisen osaamisen säilyminen on otettu hyvin vastaan; valimotekniikka on mm. sisällytetty v. 2021 julkaistuu KOH (Kriittisen osaamisen hallinta Suomessa) -raporttiin ja Teknologiateollisuus ry on ryhtynyt tekemään asiassa jatkoselvityksiä. TAKKin Nirvan toimipisteeseen Tampereella on rakennettu valimoalan moderni oppimisympäristö (Valimoalan Osaamiskeskus), jonka laitteita käyttää nyt ulkopuolinen toimija.

Tommi Sappinen kertoi Valimoinstituutissa vuosituhannen vaihteesta lähtien rakennetun ValuAtlas-sivuston vaiheista. Sivustoa varten kehitettiin mittava määrä sähköistä oppimateriaalia ja sivustolla oli mm. valimoalan monikielinen sanakirja sekä materiaali- ja toimittajätietokanta. Vuonna 2015 sivustolle otettiin mukaan Moodle-oppimisympäristö.

Vuonna 2018 Valimoinstituutin toiminnan loppuessa myös ValuAtlas katosi. Vuonna 2020 saatiin väliaikainen versio uudelleen ylös ja OSKAVA-hankkeessa ValuAtlas kehitettiin nykyiseen muotoonsa. Siihen lisättiin myös valutuotteen hiilijalanjäljen laskentatyökalu sekä tiedot suomalaisista valimoista. Sivustoon voi tutustua osoitteessa [www.valuatlas.fi](http://www.valuatlas.fi).

### Valimoprofessorin tulevaisuudesta

Professori Juhani Orkas esitteli maamme ainoan valimotekniikan professorin historiaa, nykytilannetta ja tulevaisuuden näkymiä.

Valimotekniikan professori perustettiin vuonna 1980 Teknilliseen korkeakouluun valimoteollisuuden lahjoituksena. (Jo viran





Kuva 6. Tampereen Aikuiskoulutuskeskuksen (TAKK) tunnuslukuja vuodelta 2021

perustamisvaiheessa kartoitettiin sen sijoittamista Tampereen teknilliseen korkeakouluun, mutta hanke kariutui, toim.huom.). Virkaan nimitettiin TkT Jouko Vuorinen, joka jäi virastaan eläkkeelle v. 2002. Hänen seuraajakseen nimitettiin TkT Juhani Orkas, ja samassa yhteydessä virkanimikkeeksi tuli valutuotetekniikan professuuri.

Vuonna 2010 Teknillinen korkeakoulu liittyi tuolloin muodostettuun Aalto-yliopistoon, joka on tekniikan, kauppatieteiden ja taiteiden tiedeyliopisto. Valutuotetekniikan tutkimuksessa keskityttiin valumateriaaleihin, valimoiden ympäristöasioihin sekä alan digitalisoitumiseen. Tutkinnohuidustusten myötä erikoisalojen, kuten valimotekniikan, opetustarjonta Aalto-yliopistossa väheni huomattavasti. Valimoalan yliopistotasoisien koulutusohjelmien laajentamiseksi Tampereen teknilliseen yliopistoon perustettiin valimotekniikan dosenttuuri, johon nimitettiin prof. Juhani Orkas.

Aalto-yliopiston politiikan mukaisesti valutuotetekniikan professuuri hyvin todennäköisesti lopetetaan viran nykyisen haltijan jäädessä eläkkeelle. Valimotekniikan yliopistotasoisien koulutuksen säilyttämiseksi Suomessa perustetaan Tampereen yliopistoon (vuonna 2019 Tampereen teknillinen yliopisto ja Tampereen yliopisto yhdistyivät nykyiseksi Tampereen yliopistoksi, toim.huom.) 1.1.2023

alkaen kolmivuotinen valimotekniikan työelämäprofessori, johon kutsutaan osapäiväisenä professori Juhani Orkas.

Vuodet 2023 jatketaan jaetulla professuurilla Aalto-yliopisto/Tampereen yliopisto periaatteella 50%/50%. Tavoitteena on käynnistää valimotekniikan tutkimus ja opetus Tampereen yliopistossa hyödyntäen Tampereen Aikuiskoulutuskeskukseen (TAKK) rakennettua oppimisympäristöä. Tampereen yliopistoon perustettava työelämäprofessori (50 % jaetun professuurin kokonaiskustannuksista) rahoitetaan lahjoitusvaroin. Lahjoittajina ovat TAKK säätiö (50 %), Tehnytliija Juho Leinon Säätiö (40 %) ja Valimoteollisuus ry:n valimot (10 %).

Vuosien 2023-2025 toiminnan tavoitteena on TAKK oppimisympäristön kehittäminen palvelemaan alan tutkimusta ja opetusta sekä alan tutkimuksen käynnistäminen Tampereella. Tampereen yliopistoon perustetaan valimotekniikan oppikursseja, joihin myös Tampereen Ammattikorkeakoulun opiskelijat osallistuvat. Valukomponentin suunnittelukurssi tarjotaan avoimen amk:n/yliopiston kautta kaikille oppilaitoksille Suomessa.

Valimoalan toisen asteen koulutuksen ja täydennyskoulutuksen järjestämistä koordinoidaan yhteistyössä TAKKin kanssa. Valutuotetekniikan koulutusta Aalto-yliopistossa

jatketaan myös vuoden 2025 jälkeen. Tavoitteena on, että vuoden 2026 alusta Tampereen yliopistoon perustetaan vakinainen valimotekniikan professuuri, jonka rahoitus varmistetaan vuosien 2023-2025 aikana. Tämän tenure track -professuurin opetusala määritellään yhdessä teollisuuden kanssa. Tavoitteena ei ole puhdas valimotekniikan virka, vaan koneenrakennuksen ja valimotekniikan välimaastossa toimiva professuuri, joka tukee molempien alojen kehittymistä maassamme. ▲

TEKSTI JA VALOKUVAT TUOMO TIAINEN

Lectio praecursoria

# Kaivostoiminnan kestävyyden edistäminen

– tutkimus strategisesta ympäristöjohtamisesta  
kaivoksen johdon näkökulmasta

TKT EEVA RUOKONEN

Lectio praecursoria väitöskirjaksi tarkoitetun tutkimuksen *Advancing Sustainability in Mining - Studies on managerial perspective on strategic environmental management* – tarkastustilaisuudesta Aalto-yliopiston kemiantekniikan korkeakoulussa 17.11.2022. Vastaväittäjänä toimi professori Saija Luukkanen (Oulun yliopisto) ja kustoksena professori Olli Dahl (Aalto-yliopisto).

## Tutkimuksen taustaa

Maailman väkiluvun kasvu, elintason nousu, kaupungistuminen ja uusiin energiamuotoihin siirtyminen ovat lisänneet metallien ja mineraalien kysyntää. Tähän mennessä tapa, jolla talouden ja elintason kasvu on saavutettu, on johtanut vakaviin ympäristöongelmiin kuten ilmastonmuutokseen, biologisen monimuotoisuuden vähenemiseen, veden niukkuuteen, ympäristön tilan heikkenemiseen ja terveysongelmiin.

Olemme nyt tilanteessa, jossa metallien kulutus jatkaa kasvuaan. Maailmantalouden kasvaessa ja elintason edelleen noustessa raaka-aineiden kulutuksen odotetaan lähes kaksinkertaistuvan vuoteen 2060 mennessä, mikä asettaa ympäristölle vieläkin suurempia paineita nykytilanteeseen verrattuna.

Yhteiskunta on enenevässä määrin sitoutunut torjumaan ilmastonmuutoksen haittoja hiilipäästöjä vähentämällä, ja metallien lisääntynyt kysyntä johtuukin pääasiasa siirtymisestä vähähiiliseen teknologiaan. Kiertotalous on tässä tilanteessa tärkeää, ja metallien kierrätys on maksimoitava, mutta uusia kaivoksia tarvitaan vastaamaan metallien kasvavaan kysyntään.





Samanaikaisesti metallien kysynnän kasvavaa yhteiskunnan odotukset vastuullisesti tuotetuista raaka-aineista ovat kasvaneet.

Energiantuotannon muutos ja ympäristönsuojelulliset odotukset tarjoavat uusia mahdollisuuksia niille kaivosyhtiöille, joilla on valmius vastata näihin odotuksiin. Onkin perusteltua väittää, että strateginen asennoituminen ympäristöasioihin hyödyttää kaivosyhtiöitä.

Euroopan unioni on asettanut kunnianhimoisen tavoitteen muuttaa unioni resurssitehokkaaksi, vihreäksi ja kilpailukyiseksi vähähiiliseksi taloudeksi. Kasvava metallien ja mineraalien kysyntä luo mahdollisuuksia kaivosteollisuudelle maailmanlaajuisesti ja meillä EU:n sisällä, sillä unioni korostaa kotimaisten raaka-aineiden merkitystä Euroopan taloudelle. EU on vahvasti riippuvainen alueensa ulkopuolisesta raaka-ainetuonnista.

Suomessa on pitkät perinteet kaivostuotannolle, ja maassa on merkittävää potentiaalia uusille malmilöydöksille ja tuotannolle. Näin ollen Suomella on tärkeä rooli Euroopan unionin raaka-ainepolitiikassa. Kaivosteollisuudella on erinomainen mahdollisuus vastata kasvavaan metallien kysyntään ja nimenomaan vastuullisesti tuotetuilla raaka-aineilla.

Eräiden tutkimusten perusteella yritysten johtajat eivät välttämättä tiedä, miten kestäväan kehitykseen liittyviä asioita pitäisi yrityksessä johtaa. Oma kokemukseni kaivosteollisuudesta ja metallien jalostuksesta tukee tätä väitettä. Jäinkin pohtimaan, mistä osa-alueista kestävä kaivostoiminta koostuu, mitä valintoja johdon pitäisi tehdä ja miten ympäristöasioita pitäisi johtaa. Innostuin aiheesta niin paljon, että halusin selvittää, mitä aiheesta tiedetään ja mitä ei.

Kaivosten ympäristönäkökohdat ja -vaikutukset ovat hyvin tiedossa ja niitä on tutkittu paljon. Kirjallisuudesta löytyy valtavasti uutta tietoa siitä, miten teknisesti ratkaistaan kaivosten ympäristöön liittyviä haasteita. Ajankohtaiset aiheet liittyvät kaivosten vesitaseeseen, rikastushiekkoihin ja patotur-



vallisuuteen, biodiversiteettiin, ilmastonmuutokseen sekä metallien toimitusketjun jäljitettävyyteen.

Vastaavasti meillä on lukuisia tutkimuksia yritysten sosiaalisesta vastuusta. Näissä tutkimuksissa kaivosteollisuus on esillä laajasti: kaivosten sosiaalisesta toimiluvasta, yhteiskuntavastuusta ja yhteiskunnan näkemyksistä kaivostoiminnasta on paljon tietoa. Olemassa on satamäärin kaivosteollisuuden käyttämiä vapaaehtoisia kestäväan kehityksen standardeja, joilla kaivosyhtiöt ohjaavat toimintaansa ja osoittavat vastuullisuuttaan. Suomessa kaivostoiminnalle on jokseenkin positiivinen yleinen hyväksyntä, ja tärkein koettu hyöty on työpaikkojen luominen. Koetut negatiiviset vaikutukset puolestaan liittyvät ympäristön pilaantumiseen.

Ympäristöstrategioista ja -johtamisesta löytyy kasvavassa määrin tutkimusta 90-luvulta lähtien. Nykyään puhutaan laajemmin vastuullisuuden, kestäväan kehityksen tai ESG:n (ympäristö, sosiaalinen vastuu ja hyvä hallintotapa) johtamisesta. Tässä tutkimusympäristössä ei ole juurikaan käsitelty erikseen kaivosteollisuutta, vaan tutkijat ovat käsitelleet aihetta geneerisesti liiketoiminnan kannalta.

Edellä olevan perusteella tiedämme nyt tekniset ratkaisut kestävämpään kaivostoimintaan, ymmärrämme, mistä kaivoksen sosiaalinen toimilupa koostuu, ja tiedämme myös paljon strategisesta ympäristöjohtamisesta. Mutta emme tiedä, mistä elementeistä kestävä kaivostoiminta koostuu, mitä valintoja johdon pitäisi tehdä, ja miten asioita pitäisi johtaa.

Olin havainnut aukon, joka omasta mielestäni kaipasi tutkimusta. Lisäksi aihe on erityisen ajankohtainen johtuen metallien lisääntyvästä kysynnästä ja sidosryhmien kasvavista odotuksista.

### Tavoitteet ja toteutus

Väitöskirjatutkimukseni tuottaa lisätietoa siitä, miten kaivosyhtiöt johtavat ympäristö-

**ERÄIDEN TUTKIMUSTEN PERUSTEELLA YRITYSTEN JOHTAJAT EIVÄT VÄLTTÄMÄTTÄ TIEDÄ, MITEN KESTÄVÄÄN KEHITYKSEEN LIITTYVIÄ ASIOITA PITÄISI YRITYKSESSÄ JOHTAA. OMA KOKEMUKSENI KAIVOSTEOLLISUUDESTA JA METALLIEN JALOSTUKSESTA TUKEE TÄTÄ VÄITETTÄ.**

asioita Suomessa. Tavoitteena on ymmärtää niitä strategisen ympäristöjohtamisen keskeisiä näkökulmia, jotka liittyvät kestäväan kaivostoimintaan. Tutkimuksessa vastataan seuraaviin kolmeen tutkimuskysymykseen:

Onko kaivosyhtiöiden ympäristöjohtaminen strategista?

Mitkä tekijät ja strategiat edistävät ympäristönäkökohtien huomioon ottamista?

Miten yhtiöt käytännössä parantavat ympäristötehokkuuttaan ja miten ne suhtautuvat vapaaehtoiseen kestäväan kehityksen standardeihin?

Väitöskirjatutkimukseeni sisältyy kolme julkaistua tieteellistä artikkelia, joissa kaivosten strategista ympäristöjohtamista tarkastellaan eri näkökulmista. Väitöskirjatutkimukseeni ei perustu pelkästään yritysjohdon omiin näkemyksiin liiketoiminnastaan, vaan myös siihen, miten tulokset näkyvät ulkomaailmalle yritysten omien julkisten raporttien perusteella. Tutkimus perustuu julkisesti saatavilla olevaan tietoon yritysten erillisissä vastuullisuusraporteissa ja vuosiraporteissa sekä kaivoksen johdolle suunnattuun kyselyyn.

### Keskeiset tulokset

Tulosten perusteella yritysten raportointityylit ja raporttien kypsyys vaihtelevat suuresti. Julkisen raportoinnin perusteella yritykset osoittavat selkeää sitoutumista ympäristöasioihin. Johdon strategiset sitoumukset painottavat toiminnan sisäistä tehokkuutta, asiakkaiden ympäristöongelmien ratkaisemista tai globaaleihin ilmiöihin vastaamista. Yritykset kertovat kuitenkin huomattavasti vähemmän toteutuksesta, saavutuksista ja tuloksista. Tämä on yllättävää, koska erityisesti kaivosteollisuuden tulee raportoida mahdollisimman ymmärrettävästi ja kertoa myös kohdekohtaisista tuloksista. Lisäksi sitoumusten, toteutuksen ja tulosten välillä tulisi olla tasapaino ja yhteys. Raportoinnissa on siis selvästi parantamisen varaa, eivätkä kaivosyhtiöt ole hyödyntäneet kattavan ja laadukkaan raportoinnin tarjoamia mahdollisuuksia.

Kaivosten johtajille suunnatun kyselytutkimuksen perusteella viranomaisten, lainsäädännön ja yhteiskunnan odotukset ovat tärkeimmät ulkoiset tekijät, jotka edistävät johdon suhtautumista ympäristöasioihin, ja he odottavat sosiaalista toimilupaa painottaen päästöjen minimoimista. On syytä mainita, että johdon odotukset sosiaalisesta toimiluvasta eivät ole johdonmukaisia, sillä



PIA VOUTILAINEN

samanaikaisesti tulokset osoittavat, että ulkoinen viestintä ja sidosryhmien odotusten ymmärtäminen eivät ole kaivoksilla etusijalla. On muistettava, että sosiaalisen toimiluvan ansaitseminen edellyttää erinomaista ymmärrystä sidosryhmien odotuksista ja korkealaatuista vuoropuhelua heidän kanssaan.

Kyselytutkimus paljastaa myös sen, että toimitusketjun ja kuluttajien odotukset eivät ole tekijöitä, jotka vaikuttaisivat kaivosten toimintaan, vaikka loppukäyttäjien kasvavien odotusten ymmärtäminen, esimerkiksi vastuullisesti tuotettujen metallien suhteen, voisi lisätä kaivosyhtiöiden kilpailukykyä.

Lisäksi kyselyn perusteella ilmastonmuutos, kiertotalous ja biodiversiteetti eivät ole kaivoksilla keskeisillä sijoilla. Painopisteiden laajentaminen näiden ajankohtaisten kriittisten globaalien ilmiöiden huomioon ottamiseen antaisi kaivosyrityksille työkaluja erottua strategisesti kilpailijoistaan. Globaalit kaivosyhtiöt ovat vähitellen raportoineet toimenpiteistään ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi, joten on odotettavissa, että kaivossektori Suomessa seuraa aikanaan toimialan tiennäyttäjää.

Tutkimuksen perusteella kaivoksilla on johtamisjärjestelmät, ja kaivosten johto korostaa osaamisen ja henkilöresurssien tärkeyttä. Lisäksi tutkimus osoittaa, että vapaaehtoisilla kestäväan kehityksen standardeilla on tärkeä rooli kaivosyhtiöiden toiminnassa. Suomessa toimivat kaivokset ovat tyypillisesti sitoutuneet standardeihin, jotka koostuvat toimintaperiaatteista, johtamisstandardeista, erityisistä kaivosstandardeista ja raportointikehyksistä.

### Ja lopuksi...

Väitöskirjatutkimuksen tulosten perusteella valtionhallinnolla on suuri mahdollisuus toimia kestäväan kaivosteollisuuden edistäjänä, mutta siihen tarvitaan uudenlaisia keinoja. Lisäksi väitöstutkimus tuottaa kaivosyhtiöille tietoa niistä toimenpiteistä, joilla ne itse voivat edistää kestäväan kaivostoimintaa ja parantaa kilpailukykyään.

Kestävä ja vastuullinen kaivostoiminta edellyttää johtajilta panostusta neljään seikkaan: kunnianhimoinen ympäristöohjelma, aktiivinen vuoropuhelu sidosryhmien – varsinkin paikallisten – kanssa, sitoutuminen oman toiminnan kannalta tarpeellisiin standardeihin sekä panostaminen laadukkaaseen raportointiin avoimuuden osoittamiseksi ja kaivosten hyväksyttävyyden parantamiseksi.

Tuloksista käy ilmi, että yhtiöiden kehitysaste vaihtelee huomattavasti. Joidenkin yhtiöiden ympäristöjohtaminen on strategista, ja ylimmän johdon sitoumukset, sitoumusten toteuttaminen ja saavutetut tulokset ovat tasapainossa. Toiset yhtiöt taas voisivat paremmin kartoittaa strategisia mahdollisuuksiaan olemalla proaktiivisempia ympäristöasioiden hoitamisessa ja tavoitteiden asettamisessa.

Lopuksi totean, että kaivosyhtiöillä on halu muuttua ja omaksua entistä vastuullisempia toimintatapoja. Muutoksen nopeus riippuu sekä yhtiöiden kyvystä vastata kohtaamiinsa haasteisiin että myös siitä, kuinka valtionhallinto edistää muutosta. ▲

TEKSTI: **EEVA RUOKONEN**  
KUVAT: **LEENA K. VANHATALO**





# KOHTI SÄHKÖISTÄ TULEVAISUUTTA

Tarjonnassamme on akkukäyttöinen laite kaikkiin maanalaisiin porausapplikaatioihin. Laitteissa on uusinta teknologiaa niin porausautomaatiossa, tiedonhallinnassa kuin etäkäyttötoiminnoissa, ja ne tarjoavat parhaan tuottavuuden ja käyttöasteen. Porauslaitteet eivät tuota dieselpäästöjä ympäristöön, ja pienentävät näin lämpökuormitusta sekä tuuletuskapasiteetin tarvetta maan alla. Ota kanssamme askel kohti sähköistä tulevaisuutta.

PATENTOITU LATAUS PORAUKSEN AIKANA | AUTOMAATIO | NOLLAPÄÄSTÖT

ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK/FI





# Kestävien ratkaisujen ja uusien teknologioiden kehittäminen on velvollisuutemme ja kaikkien etu

Sandvik Mining and Rock Solutions on sitoutunut edistämään kestävän kaivostoiminnan tuottavuutta, turvallisuutta ja tehokkuutta uusilla, innovatiivisilla ratkaisuilla. Tekniikan tohtori Jani Vilenius vastaa tutkimus- ja teknologiajohtajana liiketoiminta-alueen teknologiavisiosta ja -strategiasta. Tulevaisuuden kaivosteknologioiden kehittäminen vaatii vuosien tutkimustyötä. Tällä hetkellä tutkimuksessa keskitytään sähköistymisen ja digitalisaation edistämiseen sekä kaivosautomaation tehostamiseen tekoälyn, koneoppimisen ja signaalinkäsittelyn alueilla.

**K**aivosalalla on käynnissä teknologiamurros, jota ohjaavat sähköistyminen, digitalisaatio ja automaatio. ”Kaivoksissa uusien teknologioiden käyttöönotto nähdään usein hyvinä mahdollisuuksina. Se on luonnollinen kehityskulku ja mahdollistaa toiminnalle korkeamman tuottavuuden, tehokkuuden ja vastuullisuuden. Työntekijöille tarjoutuu turvallisempi ja ergonomisempi työympäristö, kun automatisoituja maanalaisia toimintoja valvotaan maan päällä sijaitsevasta ohjauskeskuksesta. Teknologinen kehitys ratkaisee monia perinteisten menetelmien haasteita,” Jani Vilenius kuvailee.

Kaivosteollisuus on ala, jolla automaatioita on ollut käytössä jo vuosikymmenien ajan. Sandvikin toimittama ensimmäinen automaatiojärjestelmä otettiin käyttöön vuonna 2004 Codelco-yhtiön kaivoksessa Chilessä. Tämän jälkeen Sandvikin automaatiojärjestelmiä ja autonomisia, itsenäisesti kaivoksessa liikkuvia laitteita on toimitettu jo satoihin kaivoksiin ympäri maailmaa. Niiden luotavuudesta ja turvallisuudesta kertoo se, että niillä on ajettu yli 20 miljoonaa tuntia ilman onnettomuuksia.

#### ALOITUSKUVA

Sandvikin digitaalinen tarjonta maanalaisen kaivostoimintojen kehittämiseen kattaa mm. analytiikan, tuotannonohjauksen, törmäkseneston ja prosessien optimointijärjestelmän. Showroomissa Tampereella voi tutustua ratkaisujen kattaviin toiminnallisuuksiin.





Autonomiset ratkaisut voivat olla tehokkaita myös jatkuvasti muuttuvissa ympäristöissä. Sandvikin AutoMine® Concept -porauslaite on tulevaisuuden autonomisen kaivostoiminnan suunnannäyttävä.

### Vaikuttavia ratkaisuja kestäväan kaivostoimintaan

Sandvik näkee, että kestävä kehitys ja tuotavuus kulkevat käsi kädessä, ja toiminnan tulee ottaa huomioon niin yhteiskunnan, ympäristön kuin taloudenkin tarpeet. Uudet teknologiaratkaisut mahdollistavat vastuullisen maanalaisen kaivostoiminnan ja edistävät koko arvoketjun kestävyyttä. Vileniuksen teknologiatimi on kiinnostunut luomaan vaikuttavia ratkaisuja nykypäivän kestäväan kehityksen kaivostoimintaan. Tehtävä ei ole yksinkertainen, koska datan kerääminen, tavoitteiden asettaminen ja hyödyllisyyden arviointi ovat monimutkaisia kokonaisuuksia, ja kaivosympäristö, jossa menetelmiä on tarkoitus käyttää, on usein vielä monimutkaisempi.

”Miten saadaan esimerkiksi toiminnan-ohjaus keskustelemaan kaivoksen tuotannon-ohjauksen ja kaivoksessa olevien laitteiden kanssa ja minkälaisen verkon välityksellä? Ilman toimintavarmaa verkkoa automatisoidusta kaivostoiminnasta ei saa tehokasta ja turvallista. Uusien digitaalisten kaivosteknologioiden kehittämistä varten otimme maailman ensimmäisenä maanalaisena toimintaympäristönä Tampereen testikaivoksesamme käyttöön 5G-verkon viipalointiin ja reunalaskentaan perustuvan virtuaalisen yksityisverkon, joka mahdollistaa huippunopeat ja luotettavat datayhteydet. Erilaisia digitaalisia ratkaisuja kuten tekoälyä voidaan käyttää tukemaan päätöksentekoa kaivostoiminnassa ja esimerkiksi optimoimaan resurssien käyttöä. Kun yhdistetään älykäs datankäsittely, ennakointi, tuottavuus, tehokkuus, kestäväan kehityksen ymmärtäminen, vaikuttavien tavoitteiden määrittäminen ja kaikkien sidosryhmien mukaan ottaminen alusta alkaen, on meillä käsissämme avaimet, joiden avulla voimme toteuttaa digitalisaation, automaation ja sähköistymisen tuomat valtavat mahdollisuudet kaivostoiminnassa. Tämä ei silti poista sitä, että meidän pitää ymmärtää kaivoksen perusprosessit ja kaivostoiminnan periaatteet,



Jani Vilenius johtaa Sandvikilla uusien kaivosteknologioiden tutkimus- ja teknologiakehitystyötä.

jotta oikeita teknologioita voidaan kehittää hyödyntämään jo olemassa olevia käytänteitä.”

Kaivosteollisuuden sähköistyminen ja digitalisaatio tuovat mukanaan myös kriittisiä kysymyksiä datankäsittelyyn, teknologian ja automaation perusteista ja niiden eriarvoisuudesta sekä turvallisista käytännöistä. Pystyvätkö esimerkiksi kaikki kaivokset tarvittavaan digi- ja sähköistymisloikkaan? Miten yritykset toimivat teknologia-aikakaudella ja millaisia riskejä dataan ja tekoälyyn liittyy? Miten varmistetaan oppiminen ja muutokset ajattelu- ja toimintatapoihin?

”On tärkeää, että teknologiaa ei kehitetä vain teknologiayritykset etulinjassa. Uusien teknologisten, digitaalisten ja sähköistymisratkaisujen kehittäminen ja kaupallistaminen vaativat vuosien tieteellistä tutkimusta ja uusien arvoketjujen kehitystä yhdessä monien yhteistyötahojen kanssa. Olemme tehneet merkittävää yhteistyötä yliopistojen ja eri tutkimuslaitosten kanssa jo vuosikymmenien ajan. Lisäksi tarvitaan asiakkaita ja heidän laitteidensa operaattoreita vaikuttamaan siihen, millaista teknologiaa kehitetään ja miten sitä käytetään niin, että innovaatiot vastaavat kaivosalan tarpeisiin.”

Vuonna 2021 aloitettu Shift '25 -tutki-

musohjelma, jossa kehitetään uusia, innovatiivisia ratkaisuja kaivosteollisuudelle, on Business Finlandin veturihanke, jossa Sandvik toimii tutkimus- ja teknologiyhteistyössä muiden toimijoiden kanssa globaalisti skaalautuvien kaivosteknologioiden kehittämiseksi. Nykyisten yhteistyötahojen joukossa ovat muun muassa Nokia, Tampereen yliopisto, VTT ja SIX. Tutkimusohjelman yhteydessä Sandvik kertoi viime vuonna 50 miljoonan euron investoinnista uusien teknologioiden kehittämiseen.

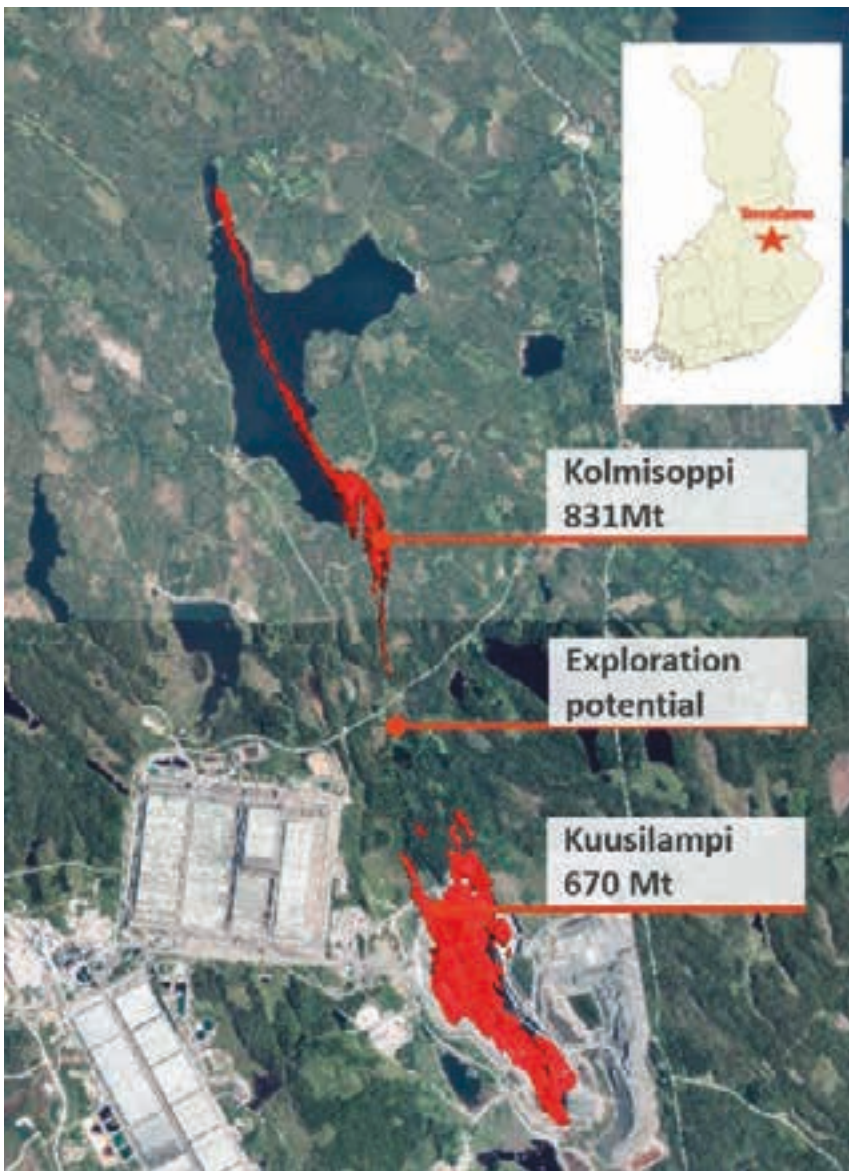
### Tulevaisuuden kaivos sähköistyy ja automatisoituu lisää

Sandvik on jo esitellyt visionsa tulevaisuuden kaivosteknologiasta. Se on täysin autonominen, akkukäyttöinen ja oppiva laite, joka hyödyntää tekoälyä ja pystyy kartoittamaan ympäristönsä kolmiulotteisena ja reagoimaan siihen reaaliajassa. Laite voi mukauttaa ja suunnitella reittejään sekä löytää parhaimman kulkutien jopa jatkuvasti muuttuvissa ympäristöissä. Seuraavan sukupolven kaivosteknologian käyttöönotto tulee avaamaan monia uusia mahdollisuuksia.

AutoMine® Concept -porauslaite on tulevaisuuden autonomisen kaivostoiminnan suunnannäyttävä. Ohjaamoton, akkukäyttöinen porauslaite pystyy suunnittelemaan ja toteuttamaan koko porausprosessin: ajamaan kaivosperään, paikoittamaan porausta varten, poraamaan suunnitellut reiät ja palaamaan latauspisteeseen seuraavaa sykliä varten.

”Jatkamme kaivosautomaation rajojen laajentamista ja näytämme, mikä voi olla todellisuutta jo lähitulevaisuudessa. Pystymme tarjoamaan yhä parempia ratkaisuja kaivostoiminnan haasteisiin, joita ei ole pystytty ratkaisemaan aiemmin, sillä sähköistyminen, koneoppiminen ja tekoäly kehittyvät koko ajan. Tehtäväpohjainen tekoäly on kehittänyt jo melko hyväksi esimerkiksi kuvien, puheen, tekstin tai esteiden tunnistuksessa. Sähköisten laitteiden käyttöönotto kaivoksissa on nopeutunut. Niiden käyttö vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä, lisää tuottavuutta ja alentaa kaivoksen ilmastointikustannuksia merkittävästi. Vuonna 2022 akkulaitteiden tilausten määrä kasvoi Sandvikilla huomattavasti. Pystymme jo nyt tarjoamaan kaikkiin maanalaisiin sovellusalueisiin akkukäyttöisiä laitteita eri kokoluokissa ja vuoteen 2030 mennessä tarjonta täydentyy entisestään kaikkeen maanalaiseen kovan kiven toimintaan”, päättää Jani Vilenius. ▲

TEKSTI: TIINA HEINIÖ



# Järven alla sijaitsevan esiintymän kairaaminen

Ponttoni-, jää- sekä horisontaalisen timanttikairauksen hyödyntäminen Kolmisopen Ni-Zn-Cu-Co-esiintymän tutkimuksissa 2020–22

**T**errafame teki vuonna 2018 päätöksen investoida akkukemikaalien tuotantoon. Päätös muutti yhtiötä puolituotteiden valmistajasta yhdeksi maailman suurimmista akkukemikaalien tuotantoyrityksistä, kun akkukemikaalitehdas valmistui vuonna 2021. Vuonna 2018 päivitettiin myös malminetsintä- ja resurssikairaussuunnitelma, jolla varmistetaan varantojen riittävyys vuosikymmeniä kestäväan tuotantoon. Kolmisoppiesiintymän kairauksissa nostettiin tunnetun varannon kairausiheyttä sekä tehtiin malminetsintää esiintymän laitasissa. Perinteisen maalta tehtävän timanttikairauksen lisäksi esiintymän järven alla sijaitsevaa osaa tutkittiin hyödyntäen uusia kairausmetodeja.

## Vanhoista tutkimuksista kohti uusia haasteita

Kuusilampi ja Kolmisoppi muodostavat yhdessä Euroopan suurimman nikkeli- ja kobolttiesiintymän, jonka yhteenlaskettu mineraalivaranto on 1500 miljoonaa tonnia. Mustaliuske-esiintymät ovat tyypillisesti monimetalliesiintymiä, ja myös Kuusilampessa ja Kuusilammessa on päätuotteiden eli nikkelin, sinkin ja kobolttin lisäksi myös muiden metallien, kuten kuparin ja uraanin, kokonaismäärä huomattava (Kontinen ja Hanski, 2015).

Tunnettujen esiintymien välissä on lisäksi kaksi kilometriä pitkä korkean malminetsintäpotentiaalialue, jolla mineralisaation on osoitettu jatkuvan.

Kolmisopen esiintymä löydettiin Geologian tutkimuskeskuksen malmitutkimuksissa vuonna 1977 ja Kuusilampi pian sen jälkeen. Esiintymissä havaitut korkeat perusmetallipitoisuudet käynnistivät alueellisen malminetsinnän nopealla aikataululla, ja GTK kairasi mineralisoituneeseen mustaliuskeeseen yhteensä 95 tutkimusreikää vuosien 1977–1984 aikana. 1980-luvulla esiintymät siirtyivät kaivosyhtiö Outokummulle, joka jatkoi tutkimuskairauksia vuosikymmenen loppuun saakka. Talvivaaran kaivososakeyhtiö jatkoi kairauksia 2000-luvulla ja aloitti kaivostöinnän Kuusilammen esiintymässä vuonna 2008. Vaikka Kolmisopen esiintymää on kairattu jo 1970-luvulta saakka, on sen osittainen sijainti Kolmisoppijärven alla pitänyt esiin-

ALOITUSKUVA:

Terrafamen teollisuusalue sekä tunnetut malmiesiintymät ja mineraalivarannot





Kairalautta Kolmisoppijärvellä kesällä 2021

## TIIVISTELMÄ

Kolmisoppi ja Kuusilampi muodostavat yhdessä Euroopan suurimman nikkeli- ja kobolttiesiintymän. Kolmisoppi on osittain samannimisen järven alla, mikä haastaa perinteiset timanttikairausmenetelmät.

Terrafame hyödynsi myös ponttoni-, jää- sekä horisontaalista timanttikairausta vuosina 2020–2022. Näillä menetelmillä kairattiin esiintymän vedenalaisia osia yhteensä yli 20 kilometriä. Urakoitsijoina toimivat Nivalan Timanttikairaus ja KATI.

Uusia teknisiä ja operatiivisia ratkaisuja kehitettiin ympäristö- ja työturvallisuuden takaamiseksi haastavissa olosuhteissa. Poikkeavilla kairausmenetelmillä saavutettiin tavallista suuremmat kuukausittaiset metrimäärät, optimaaliset lävistyskulmat pystyasentoiseen malmiin ja tapaturmattomat kairauskampanjat.

tymän toistaiseksi poissa kaivostuotannon ja jopa tarkemman resurssikairauksen piiristä.

Noin 240 hehtaarin suuruinen Kolmisoppijärvi on syvimmillään yli 15 metriä. Kolmisopen monimetalliesiintymä jatkuu järven eteläosista aina sen pohjoispäähän saakka järven keskellä kulkien. Vaikka tilavuudeltaan merkittävän osan esiintymästä on osoitettu olevan kuivalla maalla, on järven alla olevan mineralisaation pituus kulun suunnassa yli kolme kilometriä. Edelliset toimijat ovat kairanneet järven alla sijaitseviin osiin yksittäisiä tutkimusreikiä rannalta käsin, mutta järven leveydestä ja mineralisaation lähes pystysuorasta kaateesta johtuen rannalta kairatut reiät lävistivät malmion vasta yli 200 metrin syvyydessä maanpintaleikkauksesta jättäen mineralisaation pintaosien ulottuvuudet ja metallipitoisuudet tulkinnanvaraisiksi.

Ennen varsinaista kairauskampanjaa Kolmisoppijärven jäältä tehtiin vuonna 2019 vedenalaisia sähköjohtavuusmittauksia, joilla tutkittiin sekä pohjasedimenttien laatua että mineralisaation tarkempaa sijaintia. Mittaukset osoittivatkin oletetun yhden mineralisoituneen levyn sijaan kallioperässä kaksi korkean sähköjohtavuuden kerrosta, jotka sijaitsivat aikaisempien kairauksen perusteella tehtyä mallia idempänä – erinomainen tutkimushypoteesi järven päältä suoritettavalle kairaukselle.

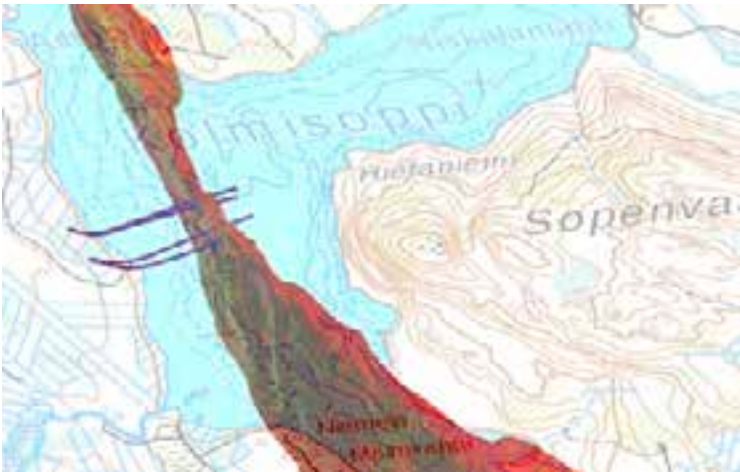
## Jään päältä kairaminen

Kolmisoppiesiintymän järven alla sijaitsevan osan tutkiminen aloitettiin jään päältä kairamalla talvella 2020. Luonnonjäen päältä kairaminen ei Suomessa ole sinällään uutta tekniikkaa: GTK ja useat malminetsintäyritykset ovat kairanneet tutkimusreikiä (vahvistetulta) luonnonjäältä vuosikymmenten ajan. Kyseessä on kuitenkin ollut verrattain pienimittakaavainen tutkimustoiminta tai malminetsintä. Resurssimittakaavan hankkeita on myös tehty, viimeisimpänä Yaran Jaakonlammen kairaukset 2010-luvulla, mutta Kolmisopen kairausohjelma nousee sekä vesistön koon että kairausmetrien suhteen omaan luokkaansa. Tutkittavan vesistöalueen koko on yli 120 hehtaaria, ja kolmen talven aikana jäältä kairattiin 37 reikää, yhteensä yli yhdeksän kilometriä.

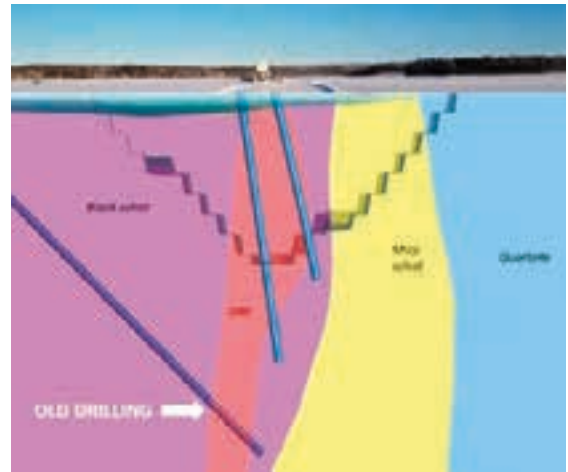
Edellisen vuosisadan jääkairauksiin verrattuna myös työ- ja ympäristöturvallisuuden vaatimukset ovat huomattavasti tiukempia.

Turvallisen jääkairauksen ehto on hyvin huollettu jäätie, jonka paksuutta ja yleiskuntoa seurataan jatkuvasti. Kolmisopen kairauskampanjassa jäätiestä vastasi Ville Kontkanen, jonka perheyrittäjällä on yli 50 vuoden kokemus jäätieurakoista. Kainuun korkeudella jäältä tehtävälle kairaukselle on talvesta riippuen operatiivista aikaa kahdesta kolmeen kuukautta – parhaimpina talvena 2021–22 jäädytys päästiin aloittamaan jo lokakuussa. 15 tonnia painavalle kairakoneelle vaadittava jään tehollinen minimikantama saavutetaan jo 60 cm:n paksuudella, mutta käytännössä jäädytyksen tavoitteena pidettiin 85–100 senttimetrin paksuutta. Kairauskaudella tien kuntoa ja lisäjäädytyksen tarvetta valvottiin päivittäin.

Terrafame laati yhteistyössä pääurakoitsija Nivalan Timanttikairauksen kanssa turvaohjeet jäällä tehtävään kairaukseen. Pohjana käytettiin Työturvallisuuskeskuksen metsätalouden käyttöön ns. saarisavotoita varten laatimia ohjeita. Riskienarviointiin perustuvien suojavarusteiden ohella työntekijöiden koulutus, ajantasainen tilannekuva ja kulunvalvonta ovat avainasemassa turvallisen jääkairauksen takaamiseksi. Kun tien paksuus on riittävä ja se on kartoitettu ja huollettu, osoittautui jään päältä kairaus etenkin matalan veden alueella jopa perinteistä metsäkairausta tehokkaammaksi ja turvallisemmaksi: työmaa on tasainen ja kairakoneen viereen pääsee tavallisella henkilöautolla. Kairauksessa käytettiin normaalia NQ-timanttikairauskalustoa (75,7/47,6 mm).



Horisontaalisten reikien kulku Kolmisoppijärven alla



Havainnekuva jäältä suoritettavista kairauksista. Lähes pystyasentoinen malmikerros edellyttää jyrkkiä kairauskulmia ja pääsyä suoraan malmin päälle.

Tekniset vaatimukset kairauskalustolle kasvavat syvämmässä vedessä. Veden ja pehmeiden pohjasedimenttien läpi kulkevat maaputket ovat ilman sivuttaistuenta jopa yli 20 metrin pituudelta, joka aiheuttaa putkiin taipumista ja voimakasta rasiutusta maakairauksen alkaessa. Taipumaa voi kompensoida loivemmalla aloituskulmalla, mutta etenkin Kolmisopella tuotti järven pohjassa mudan alla oleva runsaskivinen moreenikerros ongelmia juuri maakairauksen ensimmäisillä. Kanadalaisilla jääkairauustyömailla maaputken riittämätöntä sivuttaistukea on pyritty ratkaisemaan putken lisätuen avulla, joka asennetaan putken vedenalaisen osan puoleenväliin ja ankkuroidaan toisesta avannosta jään päälle suoraan kairaussuuntaan nähden. Myös Nivalan Timanttikairaus kehitti putken tuentaa varten useita teknisiä ratkaisuja. Onnistuneen maakairauksen yhdeksi tärkeimmäksi elementiksi osoittautui kuitenkin kairaaajien ammattitaito sekä onnistunut kokemusten vaihto eri vuorojen välillä. Ratkaisut kantoivat hedelmää, ja jääkairauksessa saatiinkin ensimmäisen talven jälkeen kuivan maan kairauksia suurempia kuukausittaisia metrimääriä. Kolmisoppi-projektissa kehitettyjä jäältä kairauksen turvaohjeita ja työmenetelmiä on myös esitelty Kaivosteollisuus ry:n julkaisemassa Malmisintäooppaassa (Kaivosteollisuus Ry, 2021).

### Lautalta kairaaminen

Kolmisoppiesiintymää kairattiin sulan veden aikaan lautalta vuosina 2020–21. Lautalta tehtävää kairauksista on hyödynnetty

yleisesti maaperätutkimuksissa ja infraröntgensuunnitelmassa, mutta menetelmän soveltamisesta timanttikairaukseen ei ole Suomessa aikaisempia kokemuksia. Timanttikairauslautta rakennettiin vesirakentamiseen tarkoitetusta kaksirunkoisesta ponttonilautasta, jonka päälle asennettiin kairauskalusto ja tarvittavat turva- ja lisälaitteet. Kairauspaikalla lautta ankkuroitiin paikalleen kulmissa olevien hydraulisesti liikuteltavien jalkojen avulla. Jalkojen pituus määrää maksimisyvyyden kairapaikkojen vedelle ja pehmeille sedimenteille. Lautalta kairauksen toiminta-aikaa on vuodessa noin kuusi kuukautta, ja kahden kairauskauden aikana lautalta kairattiin 33 reikää, yhteensä 9 kilometriä. Vesistökuljetuksista ja porasojan käsittelystä oli jälleen huolehtimassa erillinen urakoitsija.

Pienikokoinen lautta asetti haasteita työympäristön ja kuljetusten järjestämiselle. Lautalta kairauksista varten kehitettiin mm. kairasydännäytteiden siirtoon ja tehostettuun kemikaaliturvallisuuteen liittyen useita teknisiä ratkaisuja, joilla varmistettiin turvallinen ja tehokas työskentely. Uusia mittausmenetelmiä kehitettiin lautan sijoitteluun, suuntaukseen ja collar-mittauksiin. Monet lautalta kairauksen työturvallisuuteen ja kairapaikan järjestelyyn kehitetyt ratkaisut havaittiin toimiviksi, ja otettiin myöhemmin käyttöön myös kuivan maan kohteilla. Hyvin järjestetystä työalueesta ja nopeista siirtymistä johtuen myös lauttakairauksissa saavutettiin kuivan maan kairauksia vastaavat korkeammat kuukausittaiset kairausmetrit.

Myös lautalta kairauksen suoritti Nivalan Timanttikairaus.

Jääkairauksen tavoin lautalta kairattaessa timanttikairauksen tekniset haasteet ilmenivät syvämmän veden alueella, jossa putkien taipuma ja maakairauksen aikainen resonanssi tuli huomioida aina erikseen. Sekä jää- että lauttareijissä pystyttiin kuitenkin tekemään normaaleja kairauksen lisätoimenpiteitä kuten betonointia ja kairanreikägeofysikaalisia mittauksia. Kairauskemikaaleja ei käytetty lainkaan.

### Horisontaalinen kairaus

Kolmisoppijärven syvimmissä kohdissa on 15 metriä vettä ja jopa 20 metriä pehmeitä sedimenttejä. Ne ovat siten järven päältä tehtävän kairauksen ulottumattomissa. KATI kairasi järven syvimmän kohdan alla olevan malmion yhteistyössä Devicon kanssa kesän 2020 aikana maalta käsin yhteensä neljällä suunnatulla reiällä. Suunnattu kairaus (Directional Core Drilling, DCD) on metodina yleinen öljy- ja kaasuteollisuudessa, ja myös kiteisen kallioperän timanttikairauksessa sitä hyödynnetään esimerkiksi reikien suunnan korjaamiseen, haaroittamiseen tai tunnettujen hiertovyöhykkeiden kiertämiseen. Kolmisoppi-projektissa poikkeuksellista oli pitkäkestoinen vaaka-asentoinen kairaus: reiät aloitettiin normaalilla maaja kallioperäkairauksella (Standard Core Drilling, SCD), jonka jälkeen kairauksen kulku taivutettiin suunnatulla kairauksella maanpinnan suuntaiseksi ja kairauksista jatkettiin normaalilla NQ-kalustolla. Pisimmän



reiän horisontaalinen osuus oli 460 metriä, ja suunnitellut kohteet 40 ja 80 metrin syvyydessä maanpintaleikkauksesta saavutettiin erinomaisella viiden metrin toleranssilla.

Horisontaalisella kairauksella saavutettiin optimaalinen lävistys pystyasentoiseen malmikerrokseen, ja rei'istä saatiin ensiluokkaista geoteknistä tietoa kallioperän rakoi- lusta ja vedenjohtokyvystä.

### Uusia ratkaisuja työ- ja ympäristöturvallisuuteen

Vesistöalueiden lähellä toimiminen asettaa aina korkeita vaatimuksia ympäristön kannalta turvalliselle toiminnalle. Koko kairauskampanjassa ja erityisesti järven päällä toimittaessa kiinnitettiin erityistä huomiota kemikaaliturvallisuuteen. Kairauksessa syntyvä porasoija kerättiin talteen ja kuljetettiin talvella traktorivetoisilla umpisäiliöillä kai-

vosalueelle jälkikäsitteilyyn. Malminetsin- nässä vakiintuneiden maastonsuojausme- netelmien lisäksi kairapaikoilta poistettiin aina kairauksen jälkeen koneellisesti jään päällimmäinen kerros, joka siirrettiin li- kaisten maiden läjitykseen, ja kairapaikka entistettiin täysin. Lautalta kairatessa koko kairakone sijoitettiin erityisvalmisteiseen va- luma-altaaseen, ja porasoija pumpattiin kel- luvaa putkilinjastoa myöten jälkikäsitteilyyn.

Kolmisoppi on säännöstelty järvi, josta tehdään ympäristöluvan veloitettarkkailuo- hjelman mukaista veden laadun tarkkailua. Terrafame tehosti omaehtoisesti järven ve- den laadun tarkkailua aina järvellä tai ran- ta-alueilla kairattaessa, eikä viikoittaisissa mittauksissa havaittu veden laadussa kaksi ja puoli vuotta kestäneen kampanjan aikana normaalia poikkeavia arvoja happamuus- dessa tai sulfaatin, liukoisten metallien tai

kiintoaineen määrässä.

Myös työturvallisuuden toteuttamisessa onnistuttiin. Sekä jäältä ja lautalta kairaus että horisontaalinen kairauskampanja suo- ritettiin kaikki ilman yhtään Terrafamen tai urakoitsijoiden työntekijöiden poissaoloon johtanutta tapaturmaa. ▲

### KIRJALLISUUTTA

Kaivosteollisuus ry, 2021. Malminetsintäopas (<https://www.kaivosteollisuus.fi/sites/kaivosteol- lisuus/files/2021-12/Malminetsintaopas%20 2021.pdf>, 27.1.2023)

Kontinen, A. ja Hanski, E. 2015. The Talvivaara black shale-hosted Ni-Zn-Cu-Co deposit in Eastern Finland. Teoksessa: Maier, W.D., Lahti- nen, R. ja O'Brien, H. (toim.) Mineral Deposits of Finland. Elsevier, Amsterdam, 557–612.

KIRJOITTAJAT: ANSSI MÄKISALO, DAVID GARCÍA-BALBUENA, JARI KANGAS, TAPANI NISKAKANGAS



»Kevennämme liikenteen hiilijalanjälkeä vastuullisesti tuotetuilla akkukemikaaleilla

**Terrafame** [www.terrafame.fi](http://www.terrafame.fi)



# Metallinjalostajien rahasto jakoi apurahoja

Teknologiategollisuuden 100-vuotissäätiön yhteydessä toimiva Metallinjalostajien rahasto jakoi vuodelle 2023 myönnetyt apurahat Eteläranta 10:n kokoustiloissa tiistaina 29.11.2022 pidetyssä tilaisuudessa. Tilaisuuteen osallistui apurahan saajia, opintojen ohjaajia, rahaston edustajia ja yleisöä yhteensä 20 henkilöä.

**V**uonna 2009 perustetun Metallinjalostajien rahaston tarkoituksena on edistää metallien valmistuksen koko jalostusketjun kattavaa teknologian ja liiketoiminnan tieteellistä tutkimusta ja opiskelua yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa. Rahaston perustajayritykset ovat Outokumpu, Metso Outotec (ent. Outotec), SSAB (ent. Rautaruukki), Boliden ja Ovako.

Syyskuun 2022 apurahahaussa rahastolta haettujen apurahojen yhteissumma oli yli 700 000 euroa. Apurahoja myönnettiin 17 kpl yhteissummaltaan 241 100 euroa. Ra-

hoitetut väitöskirja- ja tutkimushankkeet liittyivät kestävien tuotantoprosessien kehittämiseen, kiertotalouteen sekä tuotantoprosessien mallintamiseen ja koneoppimisen hyödyntämiseen. Apurahoilla tuettiin myös vaihto-opintoja ja kannustettiin hyvin menestyneitä metallinjalostukseen suuntautuneita yliopisto-opiskelijoita.

## Aluksi lyhyitä puheita

Tilaisuuden avannut Metallinjalostajat ry:n toimitusjohtaja Kimmo Järvinen ilmaisi tyytyväisyytensä siihen, että tilaisuus voitiin koronapandemian jälkimainingeissa järjestää

nyt kasvokkain tapahtuvana tapaamisena. Hän esitteli myös lyhyesti tilaisuuden ohjelman.

Metallinjalostajat ry:n hallituksen puheenjohtaja, toimitusjohtaja Olavi Huhtala, SSAB Europe Oy totesi Suomen metallinjalostajien vastaavan noin 12 prosentista Suomen viennin arvosta, työllistävän noin 17 000 henkilöä ja toimittavan vientiin 85 % tuotannostaan.

Hän kertoi myös SSAB:n suurhankkeesta, jonka tavoitteena on käynnistää fossiilitoman teräksen tuotanto jo vuonna 2030 aikaisemmin suunnitellun 2050 asemesta.

ALOITUSKUVA

Paikalla olleet apurahan saajat kukitettuina





Apurahan saajat, myöntäjätalon edustajat sekä muu yleisö yhteiskuvassa

Hanketta varten on rakennettava paljon uutta infraa, mm. uusi 400 kV:n sähkölinja/kaapeli Raahen. Hän arvioi Raahen tehtaiden henkilöluvun kaksinkertaistuvan hankkeen toteuttamisen ja käyntiainajon aikana. Osajien puute saattaa tulla ongelmaksi, mutta toistaiseksi kaikki näyttää hyvältä ja hanke etenee suunnitelmien mukaan

### Apurahat jaettiin ripeästi

Tutkimusryhmäapurahat saivat professori Mikko Hokka Tampereen yliopistosta (tutkimuksen aihe: Austeniitin stabiilisuus ja mikroplastisuus moderneissa monifaasisiteräksissä), professori Ari Jokilaakso Aalto-yliopistosta (Pölyjen muodostus ja kondensoituminen haihtuvista aineista kuparin, nikkelin ja sinkin tuotannossa), professori Jukka Kömi Oulun yliopistosta (Korroosio-osaaminen osana vihreää siirtymää) sekä professori Ville-Valtteri Visuri Oulun yliopis-

tosta (Vetyplasmapelkistysulatusprosessin matemaattinen mallinnus).

Väitöskirjatutkimuksiin myönnetty apurahat saivat DI Maria Kokko (Metallurgisen teollisuuden kuonien liuotus- ja saostusmenetelmät – vanadiinin talteenottomenetelmän kehittäminen), DI Ilpo Mäkelä (Dynaaminen matemaattinen valokaariuunimalli), DI Julius Norrena (Teräksen jatkuvavalun ilmiöperusteinen ja datapohjainen laadunennustus koneoppimisen keinoin), DI Mika Pahnala (Biohiilen ja sen ominaisuuksien muokkaaminen pyrometallurgisia sovelluksia varten) ja DI Olli Vitikka (Raudan ja teräksen valmistuksen sivujakeiden kierrättäminen ruuvipuristettuna brikettinä). Kaikki väitöskirja-apurahan saajat olivat Oulun yliopistosta.

Matka-apurahoja konferenssimatkoja ja tutkijavierailuja varten jaettiin kolme kappaletta ja kannustusapurahoja kotimaan opintoja varten neljä kappaletta. Opiskelijavaihtoa varten ulkomaille jaettiin yksi apuraha.

### Apurahan saajatahojen puheenvuoro

Perinteisen apurahojen saajatahojen puheenvuoron piti TkT Sakari Pallaspuro Oulun yliopiston CASR (Centre for Advanced Steel Research) -tutkimuskeskuksesta teemaan Corrosion expertise in green transition - Special steels for hydrogen society.

Hän totesi, että vety on vastaus moniin fossiilittomaan yhteiskuntaan siirryttäessä ja päästöjen vähentämisessä kohdattaviin ongelmiin. Eräs vetyyn itseensä liittyvä ongelma on se, että se haurastuttaa terästä sitä kerkeämmin, mitä lujemmasta teräksestä on kyse. Tätä kautta se asettaa haasteita vedyn tuotantoon, kuljetukseen ja käyttöön rakennettavalle infralle. CASR-tutkimuskeskus pyrkii osaltaan vastaamaan näihin haasteisiin.

Vedyn ja terästen välisten vuorovaikutusten selvittämisessä keskeistä on ymmärtää, miten vety teräksessä liikkuu ja kertyy erityisesti sisäisiin epäjatkuvuuskohtiin sekä vetojännitysten alueille. Olennaista on myös selvittää, miten paljon vetyä mikin teräslaji sietää ennen kuin sen ominaisuudet alkavat heikentyä. Modernit monifaasisiteräokset ovat osoittautuneet perinteisiä teräslajeja kestävämmiksi vetyä vastaan.

Tutkimuksen tavoitteena on kaksinkertaistaa modernien lujien teräslajien vedynkestävyys. Saadulla professori Jukka Kömin nimissä haetulla apurahalla on tarkoitus palata tohtorikoulutettava vetyhaurausilmiöiden mallintamiseen atomi- ja molekyyllitasolla. Ratkaisuja haetaan myös moderneista ruostumattomista teräslajeista sekä erilaisista kerrosrakenteista.

Vetytulevaisuus ja kestävä teräks ovat jo kauan olleet Oulun yliopiston strategiasa. Vuonna 2006 perustettu CASR toteuttaa ja kehittää kestävä kemiaa, prosessimetal-



Tekniikan tohtori Sakari Pallaspuro Oulun yliopiston CASR-terästutkimuskeskuksesta piti perinteisen apurahan saajien puheenvuoron.



Tilaisuuden päätösjakson aluksi nostettiin maljat apurahan saajien kunniaksi.

lurgiaa ja materiaalitekniikkaa. Keskuksessa työskentelee tällä hetkellä noin 140 ammattilaista, joista 72 on materiaalitekniikassa. Koko CASR tuottaa noin 200 julkaisua ja noin 10 väitöskirjaa vuodessa.

### Lopuksi vapaata keskustelua ja verkostoitumista

Tilaisuuden lopuksi kohotettiin onnittelemaljat apurahoja saaneille ja nautittiin maittavasta tarjoilusta. Keskustelun aiheista

ei ollut pulaa pitkänpuoleisen koronatauton jälkeen. ▲

TEKSTI JA KUVAT TUOMO TIAINEN

# Miilux<sup>®</sup> Mining Service

- HARD FROM EDGE TO EDGE - [www.miilux.fi](http://www.miilux.fi)





Nordic  
Copper  
Nordic  
Standard

Maailman  
parasta kuparia,  
tehty Porissa.

Aurubis Finland Oy  
Aurubis.fi  
Nordiccopper.com



**KATI**

**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

**NEWPAKKOLA** | 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](http://www.newpaakkola.com)

**ORICA**

**YOUR TRUSTED PARTNER IN EUROPE**

**ORICA - NO. 1 GLOBAL SUPPLIER OF COMMERCIAL EXPLOSIVES**

- INITIATING SYSTEMS
- DIGITAL SOLUTIONS
- EXPLOSIVES
- ELECTRONIC BLASTING SYSTEMS

Orica Finland Oy  
orica.com  
tilaukset@orica.com | 010 321 2550

## In memoriam

Pentti Kettunen

# Uudistaja, tiedemies ja opettaja

Professori Pentti Kettunen syntyi Savonlinnassa 4.1.1932. Toisen maailmansodan aikana Pentti oli sotalapsena Gotlannissa. Koulua hän kävi Savonlinnassa ja suoritti ylioppilastutkinnon 1952. Metalliteknologiaan suuntautunut kone-tekniikan diplomi-insinöörin tutkinto valmistui Teknillisessä korkeakoulussa 1958. Opiskelun ohella Pentti hoiti tuntiassistentin ja assistentin tehtäviä.

Jatkotutkintoihin vaadittiin tuolloin kahden vuoden käytännön teollisuuskokemus. Sen hankkimiseksi hän toimi VR:n Helsingin valimon päällikkönä vuosina 1958-1962 ja valmistui tekniikan lisensiaatiksi 1962. Väitöskirjatyötä varten hän palasi Teknilliseen korkeakouluun Metallilaboratorion vanhemman assistentin tehtävään vuosiksi 1962-1964 ja toimi elektronimikroskopian laboratorioinsinöörinä vuoden 1965 ajan. Tohtorin tutkinnon valmistuttua 1965 oli vuorossa toimi Outokumpu Oy:n tutkijana vuoteen 1966 saakka.

Tiedemaailman kansainvälistä kokemusta hän hankki toimiessaan associate professor-ta-  
soisena tutkijana Yhdysvalloissa Argonne National Laboratoryssa vuosina 1966-1969. Suomeen hän palasi perheineen tultuaan nimitetyksi 1.10.1969 alkaen Teknillisen korkeakoulun Tampereen sivukorkeakoulun metalliteknologian professoriksi.

Pentti Kettunen näki jo uransa alussa tarpeen laajentaa materiaalien tutkimus ja siihen perustuva opetus kattamaan kaikki päämateriaaliryhmät. Alkuvaiheessa kaksi huonetta käsittäneestä metalliteknologian laboratorion osto tuli vuonna 1972 itsenäistyneen Tampereen teknillisen korkeakoulun materiaaliopin laitos ja metalliteknologian professorin virka muuttui materiaaliopin professuuriksi. Ripeästi kasvavasta laitoksesta tuli maamme ainoa kaikista materiaaliryhmistä opetusta antava ja tutkimusta tekevä yliopistoyksikkö.

Johdonmukaisena jatkona tälle menestyksellä työlle korkeakouluun perustettiin vuonna 1989 poikkitieteellinen materiaalitekniikan koulutusohjelma. Vuonna 1993 perustettiin materiaalitekniikan osasto, jonka johtajana professori Kettunen toimi eläköitymiseensä saakka vuonna 1996.

Korkeakoulun muuttuessa vuonna 2003 Tampereen teknilliseksi yliopistoksi materiaaliopin laitos oli kasvanut yhdeksi yliopiston suurimmista opetus- ja tutkimusyksiköistä. Nyt laitos ja koulutusohjelma jatkavat toiminta-



sa Tampereen yliopiston materiaalitieteen ja ympäristötekniikan yksikössä ja kouluttavat lähes puolet suomalaisista materiaalitekniikan huippuosajista.

Alusta saakka Pentti Kettunen näki teollisuusyhteistyössä mahdollisuuden kasvattaa niukkoja tutkimusresursseja ja viedä tutkimusten tuloksia yhteiskuntaa hyödyttämään. Hänestä tuli maassamme yliopistojen ja korkeakoulujen yritysyritysten edelläkävijä. Hän teki sinnikkäästi työtä tämän, nykyään itsestäänselvyytenä pidettävän yhteistyön edistämiseksi myös aikakautena, jolloin sitä valtiovalan toimesta rajoitettiin. Hänen piti 70-luvun alkupuolella jopa hankkia opetusministerin lupa teollisuuden rahoittamien tutkimushankkeiden toteuttamiseen.

Samalla tarmolla ja kaukonäköisyydellä Pentti Kettunen paneutui myös alansa tutkimuksen ja koulutuksen kansainvälistämiseen. Hän oli edelläkävijä osallistumisessa yhteispuhjoismaisiin Nordfors- ja eurooppalaisiin COST- ja BRITE-EURAM -tutkimusohjelmiin 1970-luvun alusta lähtien sekä kansainvälisen tutkijavaihdon käynnistämiseksi Tampereella. Materiaaliopin kansainvälinen maisteriohjelma käynnistyi ensimmäisten joukossa Tampereen teknillisessä korkeakoulussa vuonna 1991.

Pentti Kettunen oli aktiivinen ja kaukokatseinen visionääri sekä tiedemies, joka piti tinkimättä kiinni tieteellisen tutkimuksen periaatteista. Argonnessa ja myöhemmin hänen tutkimusryh-

mässään Tampereella 1970- ja 1980-luvuilla tehty työ kuparierilliskiteiden kasvattamisessa sekä niiden muokkauslujittumis- ja väsymisominaisuuksien selvittämisessä oli maailman huippuluokkaa. Hän oli aina avoin uusille tutkimuskoh-teille ja pyrki nopeasti selvittämään myös niiden potentiaalinen teknisen soveltamisen ja hyödyntämisen kannalta.

Johtajana Pentti Kettunen oli mahdollisuuksia antava, mutta myös työtä ja tuloksia vaativa. Voimakastahtoisena ja impulsiivisena luonteena hän saattoi asiaansa ajaessaan ja palautetta antaessaan olla särmikäskin, varsinkin jos hän tiesi palautteen vastaanottajan pystyvän halutessaan parempaan. Hän piti kuitenkin aina omiensa puolta ja halusi myös viettää aikaa ja rentoutua heidän seurassaan. Tämä piirre tuli hyvin esille laitoksen yhteisissä kesäseminaareissa, saunailloissa ja muissa vapaamuotoisissa tilaisuuksissa.

Pentti Kettunen oli tutkijana laaja-alainen ja kirjoittajana tuottelias. Alussa hänen tutkimustensa pääalueena olivat metallien mekaaniset ominaisuudet. Samalla antaumuksella hän myöhemmin kartoitti esimerkiksi amorfin hiilen valmistusta ja ominaisuuksia tai puun materiaalioppia. Tieteellisen julkaisutoiminnan lisäksi hän kirjoitti useita suomen- ja englanninkielisiä oppikirjoja sekä lukuisia luentomonisteita.

Pentti Kettusen täyttäessä 60 vuotta 1992 perustettiin Pentti Kettusen Säätö, joka jakaa tutkimusstipendejä ja palkitsee vuosittain alan parhaat diplomi- ja väitöstyöt Tampereen yliopistossa. Säätöön hallituksen puheenjohtaja on Lauri Kettunen ja asiamies professori Pasi Peura.

Pentti avioitui Jennin, o.s. Pesonen kanssa vuonna 1958, ja perheeseen syntyi neljä poikaa. Liitto päättyi Jennin kuolemaan vuonna 2021. Perheen ja työn ohella Pentin sydäntä lähellä olivat Kuusamon Suovajärvellä sijaitseva kesämökki sekä Suomen paikallishistoria. Yhteisillä automatkoilla oli ilo kuunnella Pentin kertomuksia ohi lipuvien paikkakuntien historiasta. Pentin kuollessa Kangasalla 9.11.2022 maamme menetti vahvan uudistajan, suuren tiedemiehen ja innostavan opettajan. ▲

**VELI-TAPANI KUOKKALA TOIVO LEPISTÖ  
PASI PEURA TUOMO TIAINEN  
JYRKI VUORINEN LAURI KETTUNEN**

Kirjoittajat ovat professoreita, emeritusprofessoreita ja Pentti Kettusen oppilaita. Prof. Lauri Kettunen on Pentti Kettusen poika.



## In memoriam

Aulis Saarinen 1939 – 2022

17.01.2023

# Terästudkimuksen uranuurtaja

TkT Aulis Veli Artturi Saarinen kuoli 6.12.2022 Oulussa. Hän oli syntynyt Helsingissä 20. heinäkuuta 1939. Ystäväpiirissä hänet tunnettiin tuttavallisesti Aukkuna.

Ylioppilaaksi hän kirjoitti Lauttasaaren yhteiskoulusta 1959. Kiinnostus tekniikkaan vei nuoren miehen Teknilliseen korkeakouluun, jossa 'stadin kundi' valitsi rohkeasti Vuoriteollisuusosaston ja sieltä materiaalitekniikan.

Opinnot edistyivät ripeästi, ja diplomi-insinöörin tutkinto oli valmis 1965, tekniikan lisensiaatin tutkinto pari vuotta myöhemmin. Professori Heikki Miekk-ojan tutkimusryhmä oli tuolloin materiaalitutkimuksen edelläkävijä maassamme, ja työtä tehtiin innokkaasti pitkiä päiviä. Niinpä Saarinenkin väitteli tekniikan tohtoriksi jo 1968. Samanaikaisesti hän toimi metalliopin assistenttina vuosina 1964 – 68.

Väitöstyön aihe liittyi erkautumisilmiöihin kobolttiseosteissa alumiinipronseissa. Nuoren miehen mielessä siinteli akateeminen tutkijan ura. Nämä haaveet kuitenkin romutuivat, kun Rautaruukki Oy:n tutkimuskeskuksesta Raahesta tuli tarjous tutkijan paikasta 1968. Vaikka teräkseen liittyvää tietoutta ei Auliksella vielä juurikaan ollut, työ kiinnosti, sillä terästeollisuudessa elettiin kiihkeitä kasvun vuosia. Pariksi vuodeksi ajateltu visiitti Pohjan perukoille venähti lopulta 40 vuodeksi.

Aikaansaavan ja yhteistyökykyisen miehen ura eteni nopeasti. Vuonna 1971 hänet nimitettiin metallurgisen tutkimusosaston päälliköksi ja 1974 tutkimuslaitoksen johtajaksi, jolloin vastuualueeseen kuuluivat myös laboratorio ja laadunvalvonta.

Myös lähempi tutustuminen tuotannolliseen toimintaan kiinnosti. Tilaisuus tähän tarjoutui, kun Saarinen nimitettiin Raahan terästehtaan tuotantojohtajaksi 1976. Hämeenlinnan tehtaan ja jatkojalostusryhmän johtajana hän toimi 1977 – 81.

Tämän jälkeen hän palasi tutkimuksen pariin konsernin tutkimus- ja kehitystoimen johtajaksi. Samalla hän nousi yhtiön hallitukseen, missä asemassa hän pystyi varmistamaan, että T&K -panostukset olivat riittävät ja päätökset perustuivat aina tutkittuun tietoon.

Johtajana ja esimiehenä Aulis oli innostava, avarakatseinen ja helposti lähestyttävä. Tutkijoita hän kannusti osallistumaan kansainvälisiin kon-



ferensseihin ja luomaan kontakteja parhaisiin tutkimusryhmiin ja osajiin maailmalla sekä vierailemaan aina tilaisuuden tullen kilpailijoiden tehtailla. Hyvin varustellusta tietopalvelusta löytyi aina ajantasainen tieto kilpailijoiden prosesseista ja tuotteista. Hänen aikanaan Raahan terästehtas nousi maailman johtavaksi erikoislujien terästen valmistajaksi, mitä se on vielä tänä päivänäkin.

Saarinen piti hallituksen jäsenenäkin tiivistä yhteistyötä rivitutkijoihin. Ns. Aukun palaverissa tutkijat saivat esitellä töittensä tuloksia tutkimusjohdolle ja tutkijakollegoilleen. Yhteistyötä tehtiin laaja-alaisesti korkeakoulujen ja yliopistojen kanssa. Jernkontoretin ohjelmien puitteissa päästiin yhteistyöhön Ruotsin terästeollisuuden kanssa 70-luvun alusta alkaen. Yhteistyön pohja laajeni eurooppalaiseksi, kun Suomi liittyi EU:n jäseneksi. IISI:n teknologiakomitean puheenjohtajuus tarjosi Saariselle hyvän näköalapaikan alan teknologian kehityksestä.

Tutkimusyhteisön tukemisen kautta varmistettiin samalla, että yhtiö sai aina täsmäkulutettuja osajia moninaiisiin tarpeisiinsa. Kun Otaniemestä valmistuneita metallurgeja ei saatu riittävästi Raahen, ratkaistiin ongelma käynnis-

tämällä metallurgian opetus lahjoitusprofessorin turvin myös Oulun yliopistossa.

Kun terästeollisuuden kasvun rajat tulivat vastaan 80-luvulla, lähdettiin Auliksen johdolla diversifioitumaan rohkeasti mittausteknologiaan. Rautaruukki New Technology -yksikköön Oulun teknologiakylään kerättiin ensin malminetsinnässä kehitettyjen mittalaitteiden valmistus ja huolto. Orgaanisen kasvun ohella toimintaa kasvatettiin menemällä osakkaaksi alkaviin yrityksiin, joilla oli synergieita terästeollisuuden mittaustekniikoiden kanssa.

Vuonna 1995 tehdyn strategiatarjoustuksen yhteydessä yhtiö päätti kuitenkin kokonaan luopua New Technology'stä, ja toiminnot myytiin. Kannattava toiminta olisi vaatinut panostuksia, joihin yhtiöllä ei ollut tuolloin resursseja. Työ ei mennyt kuitenkaan hukkaan, sillä spin-offeina syntyneet yritykset ovat jatkaneet toimintaansa omilla ehdoillaan.

Uran varrella oli tehtävä myös monia vaikeita päätöksiä. Kun yhtiö päätti luopua malminetsinnästä, oli geologien työn loppumisen ohella näköpiirissä myös kaivosten sulkeminen ja sitä kautta mainarien työn päättyminen. Ketään ei kuitenkaan haluttu irtisanoa: periaate oli, että kaikille oli tarjottava korvaavaa työtä. Geologit löysivät paikkansa, mutta Otanmäen mainarit olivat vaikeampi tapaus. Heidän pelastukseksi löydettiin monien käänteiden jälkeen junan vaunut. Rautaruukin Transtechista kehittynyt Skoda Trans-tech on tänäkin päivänä yksi Kainuun suurimpia työnantajia ja kaupallisesti menestyvä yritys.

Saarinen avioitui koristetaiteilija Marja Kaarina Penttilän kanssa 1963. Avioliitosta on kaksi tytärtä. Nuorena Saarinen harrasti jääkiekkoa ja uimista. Golf tuli mukaan Oulun vuosina. Kuntoa hän piti yllä päivittäisillä kävelylenkeillä.

Aulis Saarinen promovoitiin Oulun yliopiston teknillisen tiedekunnan kunniatohtoriksi 1994. Iso-Britannian kunniakonsulina hän toimi vuosina 1986 – 2001. ▲

### VEIKKO HEIKKINEN

Kirjoittaja on Aulis Saarisen kollega.

# In memoriam

## Kaj Lilius

Professori Kaj ”Lillu” Lilius kuoli Espoossa, Espoon sairaalassa 2. lokakuuta 2022. Hän oli 89-vuotias, syntynyt Viipurissa 27. tammikuuta 1933. Isä oli toimitusjohtaja Rolf Hugo Lilius, äiti Edith Lilius os. Tossavainen.

Kaj Lilius oli sotalapsena Ruotsissa 1943–1944. Hän kirjoitti ylioppilaaksi 1951 Helsingin V yhteiskoulusta (nykyinen Apollon yhteiskoulu). DI 1957 kaivostekniikka, TkT 1972 metallurgia. TKK materiaalien valmistustekniikan professori 1981–1998 ja prosessiosastojen johtaja 1995–1998.

### Työura:

1957–1959 VTT

1959–1961, Rheinsteel GmbH

1961–1964 VTT

1964–1998 TKK

Kaj Lilius ansioitui erityisesti pyrkimyksessään edistää kansainvälistä tutkimusyhteistyötä metallurgian ja materiaalitekniikan alalla. Useiden monikansallisten pitkään jatkuneiden tutkimusprojektien rinnalla ansaitsee erityisen maininnan ”Itä-Länsi”-yhteistyön edistämistä ajavan MatTech-konferenssisarjan järjestäminen. MatTech East-West Symposium on Materials and Processes -konferensseja järjestettiin Espoossa, Strasbourgissa ja Pietarissa. MatTech-konsepti sai osakseen merkittävää kansainvälistä huomiota ja tunnustusta (mm. NL:n Presidentti M. Gorbatšov ja EU:n komission presidentti J. Delours).

Kaj oli opettajana mutkaton ja monelle inspiraation lähde. Hänet tunnettiin opiskelijoiden keskuudessa välittömänä ja innostavana persoonana. Kajn muistotilaisuuteen osallistui toistakymmentä entistä oppilasta, jotka jakoivat muistotilaisuuteen osallistujille innostavia, mieleen juurtuvia ja lämpimiä tarinoita yhdessä koettujen hetkien ajoilta. Hän oli pidetty henkilö.

Ihailtavaa oli Kajn, jota perhepiirissä Killeksi kutsuttiin, rohkeus ottaa kantaa yhteiskunnallisiin asioihin. Kansantalous ja vähemmistöjen tasa-arvoon liittyvät kysymykset kiehtoivat häntä. Edellisten lisäksi hän oli kiinnostunut historiasta ja tutki eri kulttuurien ja uskontojen vaikutuksia nykyaikaan. Hänen uteliaisuutensa humanismia



kohtaan oli loputon ja viimeisen elinvuoden aikana hän luki ja kirjoitti keskimäärin kuusi tuntia päivässä. Kehotin häntä usein lepäämään hänen nukahtaessaan tietokoneen ääreen, mutta hän totesi: ”Rakas poikani, tämä pitää minut hengissä ja kerkeän kyllä laati-kossa torkkumaan...”.

Ihmisenä Kaj Lilius oli helposti lähestyttävä, pohtiva ja positiivinen. Hänen vahvuksiaan olivat vilpittömyys ja usko parempaan tulevaisuuteen. Hänen mottonsa oli muut ensin ja sitten minä.

Hän oli kielitaitoinen, loistava tarinoiden kertoja ja lahjakas kirjoittaja. Hyvä ruoka ja opponoiva seura olivat hänelle inspiraation lähde. Rakkaus kirjallisuuteen ja kulttuurihistoriaan olivat hänen sydäntään lähellä, samoin heikompiensaisten auttaminen.

Kaj oli hyvin ekstrovertti ihminen ja keskustelun aloittaminen ventovieraan ihmisen kanssa oudoissakin tilanteissa oli hänelle, ei ehkä pakkomielle, mutta rakas harrastus. Eläkkeellä hän saattoi istua tuntikausia kaupakeskusten tai puistojen penkeillä aloittaen

keskustelun alati vaihtuvien vierustovereiden kanssa vauhdikkaasti ja empimättä. Aihepiiri ei ollut ohjaavana tekijänä, vaan useasti tilannehuumori, ajankohtainen aihe tai vaikka Marcus Aurelius. Hänen perimmäinen ajatuksensa oli, että ihmisen maailmankuva on sitä tasapainoisempi, mitä enemmän hän käy keskustelua ”kaikkien” ihmisten kanssa. Hän sanoi, että vilpittömimmät ajatukset tulevat lasten, humalaisten ja ventovieraiden suusta.

Hän suhtautui tieteeseen kunnioittavasti, mutta usein myös kriittisesti. Hän uskoi, että vaikka ihmiskunta mallintaa menestyksekkäästi luonnonilmiöitä absoluuttista selitystä tavoittaen, niin abstraktiolla tulee aina olemaan tilansa, halusimme tai emme. Vaikka hän 88-vuotiaana vielä laski kolmiojuuria päässä ja pelasi shakkia silmät sidottuina, hän totesi aina, että logiikka on hyvä työkalu, mutta ei kaiken kattava. Kaj oli uskonon, mutta silti hän luki Raamatun useamman kerran alleviivaten itselleen mielenkiintoiset kohdat. Hän myös työsti Koraanin sana sanalta läpi vain yrittääkseen ymmärtää, kuinka sadat miljoonat ihmiset mallintavat elämän aikajuoksua suhteellisen rajallisen kontekstin läpi.

Kaj uskoi aina hyvään, vaikka vastoin-käymisiä elämän varrelle mahtuikin. Hän kirjoitti elämästään muistelmat ja alempana on muutamia lainauksia Kajn muistelmista hänen kohtaamisistaan elämän vilinässä. Hänen näkemyksensä oli, että kaikki ihmiset ovat hyviä ja inhimillisiä, toiset eivät vaan uskalla sitä itsestään näyttää.

”Me vanhenemme kukin omalla tavallamme. Jotkut säilyttävät lapsenomaisen aurinkoisuutensa hamaan hautaan asti ja tuovat huoneeseen astuessaan mukanaan lämpöisen henkäyksen elämänuskoa ja -iloa. Jotkut ovat jo 30 vuoden iässä vanhoja ja kivettyneitä: Kun sellainen saapuu paikalle, sen kyllä huomaa. Olen tavannut molempia.”

”Muistan, kun opiskeluaikana rento ja valoisa opiskelija astui kokoustilaan nyt 20



vuotta iäkkäämpänä, mutta 40 vuotta kovempaa Tornion terästehtaan johtajana. Vaikka hän astuikin tilaan keskuslämmitetyn talon toisesta huoneesta, oli kuin kylmä napatuuli olisi seurannut häntä hänen astuessaan sisään, vain lumihiihteet puuttuivat kuvasta. Hän pysähtyi ja antoi vaaleanharmaan, miltei värittömän katseensa liukua ikään kuin arvioiden huoneessa olevat kanssaihmiset. ”Mies kylmästä”, siltä se tuntui.”

”Kerran matkustaessani raitiovaunulla (mikä tapahtui ehkä kerran vuodessa, muulloin kävelen) istui edessäni kaksi vilkasta naishenkilöä. He juttelivat kaikenlaisista, etupäässä naisten maailmaan kuuluvista asioista, muistelivat yhteistä lasketteluviikkoaan Alpeilla ja nauroivat iloisesti kuin nuoret tytöt.

Sitten toinen naisista jostain syystä vilkaksi taakseen ja paljasti minulle ryppyiset vanhan naisen kasvot, mutta voi ihmettä, kuinka nuorekkaasti sädehtivät hänen iloitsevat silmänsä. Kuinka kaunis tuo nainen oli ja säteili elämäniloa: Ehkä hän oli löytänyt sateenkaaren pään ja totuuden: Pienet ilot ja suuri elämänhalu, siinä onnen avain. Mieli oli onnistunut säilyttämään nuorekkuuden



Kuvassa nuori DI 1957 Saksassa



Kuvassa Gregor Lilius ja Kaj Lilius. Vuorimieskillan Suomi 100 vuotta -juhlat

kuihtuvassa kehossa. Kuinka kaunista vanheneminen voikaan olla!”

Kaj Lilius elää omaisten muistoissa reimarina, kompassina ja satamana. ▲

#### **GREGOR LILIUS**

Kirjoittaja on Kaj Liliuksen poika.

## Toimitusneuvoston uusi jäsen: Mauri Kostiainen

**T**erve! Olen Mauri Kostiainen. Tämän lehden viiteryhmän osalta relevantti historiani alkoi ollessani vielä lastenrattaissa. Paikkana oli Ullanlinnanmäki ja ajankohta Wappu suunnilleen 90-luvun loppupuoliskolla. Siellä on varmastikin ollut ilmassa jotain mukaansatempaavaa, sillä jo noin 15 vuotta myöhemmin olin hakeutunut Otaniemeen opiskelemaan ja minusta tuli teekkari kolmannessa polvessa. Erinäisten vapaaehtoistehtävien ohella, mm. kaksi vuotta Prosessitekkareiden hallituksessa, hakeuduin opiskelemaan metallurgiaa Sustainable metals processing -pääaineeseen ja muutama vuosi sitten erään mustakantisen opuksen valmiiksi saatuaani katsoin paremmaksi siirtyä työelämään.

Tällä hetkellä työskentelen teknisen kauden parissa Luxilla Espoossa. Pienessä firmassa saan tehdä monenlaista ja minulle se sopii oikein hyvin. Vaikka käyntikortissa lukee Sales Manager, on todellisuudessa tehtäväkirjoni melkoisen monipuolinen. Esim. myynnin lisäksi teen tuotekehitystä, olen prosessi-insinöörinä

tuotannossa ja edistän digitalisaatiokehitystä. Ja tässä vasta ensimmäisen vuoden saldoa. Myös asiakaskirjo on laaja, ja sen myötä pääsen tehtävässäni näkemään hyvin laajasti suomalaista teollisuutta, mikä on yksi tehtäväni parhaista piirteistä.

Moninaisten työtehtävien vastapainoksi vapaa-ajalla mielenkiintoni kohteita ovat retkeily, kaikenlainen muu liikunta, sijoittaminen ja rakentaminen, niin metalli- kuin puutyökin. Kaiken tekemiseni yli heijastuu erityisesti mielenkiinto siihen, miten kaikki toimii. Oli se sitten leluauto lapsena, mysteerisesti hajoanut kodinkone kotona tai vaikka teollisuuskekoitin töissä. Aina, kun on mahdollista, pultit availaan ja kantta raotetaan, jos vaikka näkisi mitä siltä sisältä löytyy. Kysyvä oppii ja etsivä löytää. Materia-lehden osalta haluni on ammentaa erityisesti tämän piirteeni ajamana juttuja lukijoille. Toivon löytäväni lehteen eri materiaalitekniikan osa-alueilta jutun aiheita, joista oppii uutta ja joista lukijat voisivat parhaimmillaan hyötyä omassa tekemisessään, niin vapaalla kuin ammatillisestikin. ▲





OPENAI DALL-E

# Käytännön vilkaisu tekstin tuottoon tekoälyn avulla

**E**rilaisten teköälyä hyödyntävien työkalujen ympärillä on käynyt kova kuhina jo pitkän aikaa. Käytännön käyttökohteet ja työkalujen konkreettinen toiminta ovat kuitenkin saattaneet vaikuttaa etäisiltä tavalliselle talleajalle. Päästäkseni itsekin paremmin kartalle aiheesta tulin hiljattain kokeilleeksi OpenAI:n julkaisemaa GPT-3 (ChatGPT) kielimallia ja olin vähintäänkin yllättyneen ominaisuuksista, vaikka luulinkin olevani melko hyvin perillä koneiden ”kyvyistä”. Ko-

keilu ei myöskään jäänyt vain hovin vuoksi puuhasteluksi, vaan olen onnistuneesti hyödyntänyt järjestelmää pariinkin otteeseen. Jos mietit, mikä ChatGPT on, niin vastauksena pyyntöön: “write me a very short description of what is ChatGPT and why it exists” se kertoo itsestään näin:

*ChatGPT is a large language model developed by OpenAI that is trained to generate human-like text. It can be used for a variety of natural language processing tasks, such as language translation, text summarization, and*

*conversation generation. It exists to improve the ability of machines to understand and generate human language, with the goal of making it easier for people to interact with technology. Se on siis selaimen kautta käytettävä tekstiä tuottava tekoäly. Järjestelmä löytyy verkosta osoitteesta openai.com.*

Päätin kokeilla millaisen kuvauksen ChatGPT osaisi kirjoittaa minusta tuoreena toimitusneuvoston jäsenenä, kun sille antaa lyhyehkötkä alkutiedot ja tehtävän. Itse kirjoittamani kuvaus löytyy myös tästä samaisesta lehdes-



tä. Kehotan vertailemaan tuotoksia ja pohtimaan, miksi jompikumpi mahdollisesti olisi parempi. Malli osaa suomeakin, mutta kuten myöhemmin näette, siinä on vielä hiottavaa.

Aloitin kertomalla itsestäni yksinkertaisesti perusasioita ja pyytämällä lopuksi kirjoittamaan kuvauksen toimitusneuvoston uuden jäsenen esittelyä varten lehteen. Järjestelmään syötettyjä tietoja ja käskyjä ja sen luomia tekstejä ei ole editoitu jälkikäteen millään tavalla.

Lähtötiedot järjestelmälle: *My name is Mauri Kostiaainen, I'm a master of science in technology from Aalto University School of chemical engineering. I've graduated in 2019 and currently I work in sales at a company called Lux. In my work I especially like the various tasks that a small family company such as Lux can provide. On my freetime I like hiking in the woods, building things with my hands and I relax by doing various types of sports such as weight lifting and running. I have recently joined the editorial council of Materia magazine. In the council I want to emphasize the importance of getting new people excited of the materials industry and utilizing the latest technology.*

*Write me a description to introduce myself to the readers of Materia magazine.*

Ensimmäinen vastaus oli yksinkertaisen uudelleenmuotoilu syötetystä tiedosta:

*Mauri Kostiaainen is a Master of Science in Technology from Aalto University School of Chemical Engineering. He graduated in 2019 and currently works in sales at Lux, a small family company. In his free time, Mauri enjoys hiking in the woods, building things with his hands, and participating in various sports such as weightlifting and running. He has recently joined the editorial council of Materia magazine, where he aims to excite new people about the materials industry and highlight the latest technology.*

Tämä ei kuitenkaan miellyttänyt, joten pyysin lisäämään sisältöä ja vaihtamaan tekstin minä-perspektiiviin. Huomaa, että annettu ohje on tarkoituksella melkoisen lavean laiska "add some content".

Annettu lisäyspyyntö: *Add some content and change the text to be written from my perspective*

Kunkin tekstiosion tuottamiseen ChatGPT käytti noin 5-10 sekuntia. Ainakin itselleni ns. ihmismäisyyttä korostavana asiana tekoäly tuottaa tekstiä sana kerrallaan näytölle, joka luo illuusiota, ihan kuin joku oikeasti kirjoittaisi tekstiä. Lisäyspyynnön tuloksena saimme seuraavan:

*Hello readers of Materia magazine, my name is Mauri Kostiaainen and I am a recent*

*graduate of Aalto University's School of Chemical Engineering. I hold a Master of Science in Technology and am currently working in sales at a small family company called Lux. In my current role, I have the opportunity to take on a variety of tasks and I find it very fulfilling.*

*In my free time, I am an avid outdoor enthusiast and enjoy hiking in the woods, building things with my hands, and participating in various sports such as weightlifting and running. I am also passionate about staying up-to-date with the latest technology and advancements in the materials industry.*

*I am excited to have recently joined the editorial council of Materia magazine, where I aim to share my enthusiasm for the materials industry and inspire others to explore the possibilities of this field. I also want to emphasize the importance of utilizing the latest technology and keeping up with the latest advancements in the industry.*

*I am looking forward to contributing to Materia magazine and engaging with its readers to share my knowledge and insights.*

Huomattavaa oli kirjoittajan perspektiivin vaihdon helppous. Vastaavasti, jos tarvitsisi vaihtaa sopimustekstissä tietty muotoilu toiseen muotoon tai poistaa maininnat jostain asiasta tekstin seasta ilman, että muu teksti jää kankeaksi, hoituisi se todennäköisesti melkoisen kätevästi. En varmasti ole ainoa, joka on kohdannut tällaisia tekstinmuokkaustarpeita, joista olisi selvinnyt helpommin tai nopeammin vastaavan kielimallin avulla. Hassunhauskoja sanakäänteitä tai nokkelia kielikuvia ei tähän tekstiin tullut, mutta lisäkomennolla tekstiä saa muokattua haluamaansa suuntaan. Kokeilin vielä suomennotta yksinkertaisesti käskemällä: "translate to Finnish" ja lopputuloksena tuli seuraavaa:

*Hei Materia-lehden lukijat, minun nimeni on Mauri Kostiaainen ja olen Aalto-yliopiston kemiantekniikan koulun tuore diplomi-insinööri. Minulla on tekniikan tohtorin tutkinto ja tällä hetkellä työskentelen myynnissä pienessä perheyrietyksessä nimeltä Lux. Nykyisessä tehtävässäni minulla on mahdollisuus ottaa vastaan erilaisia tehtäviä ja löydän sen erittäin mielekkääksi.*

*Vapaa-ajallani olen intohimoinen ulkoilija ja nautin retkeilystä metsässä, käsillä tekemisestä sekä erilaisten urheilulajien harrastamisesta kuten painonnostosta ja juoksusta. Olen myös innokas pysymään ajan tasalla viimeisimmän teknologian ja materiaalian kehityksen kanssa.*

*Olen iloinen siitä, että olen juuri liittynyt Materia-lehden toimitusneuvostoon, jossa tavoitteenani on jakaa innostustani materiaa-*

*lialle ja innostaa muita tutkimaan tämän alan mahdollisuuksia. Haluan myös korostaa viimeisimmän teknologian ja alan kehityksen huomioon ottamisen tärkeyttä.*

*Odotan ottamalla Materia-lehden kontribuoimista ja lukijoiden kanssa vuorovaikutusta tietämykseni ja näkemykseni jakamiseksi.*

Tekstiin tuli kääntäessä asiavirheitä (mm. tutkinto muuttui tohtorin tutkinnoksi) ja kieli on melko persoonatonta. Sitä lukiessa (tekoälykontekstia tietämättäkin) voisi päätellä, että teksti ei ehkä ole ihmisen tuottamaa tai ainakaan suomea äidinkielenään puhuvan kirjoittamaa. Pitää myös huomata, että kun tämä lehti julkaistaan Materia-lehden verkkoarkistossa, yllä oleva virheellinen sisältö saattaa päätyä seuraavan vastaavan järjestelmän opetusmateriaalin pohjaksi. Voisi myös olla, että tieto tohtorin tutkinnosta tuli järjestelmän opetusdatasta täyskaimani Aallon biotuotteiden ja biotekniikan laitoksen prof. Mauri Kostiaisen (ei kuitenkaan sukua) tiedoista ja yhdistyi vastaukseen. ChatGPT:n mukaan ennakkotietoa ei aiheesta kuitenkaan ollut. Faktantarkistus ja medialukutaito tulevat siis olemaan tärkeitä taitoja jatkossakin.

Uhkiakin voidaan nähdä. Jos tekstin tuottaminen muuttuu itse kirjoittamisesta yksinkertaisten käskyjen ja suuntaviivojen antoon, osaavatko tulevat sukupolvet tuottaa laadukasta ja monipuolista tekstiä? Toisaalta yllä olevan esimerkin tekoon minulta meni yhteensä 5 minuuttia, joista 2,5 minuuttia kirjoitin ensimmäistä pohjatieto-osiota itsestäni ja loppuaika kului käytännössä vastausten lukemiseen. Koko esittelyn kirjoittaminen ja muotoilu alusta asti olisi pidempi urakka ja vaatisi enemmän ajatustyötä miettiessä eri sanamuotoja ja ilmaisia. Varsinkin kirjoittajan perspektiivin vaihtaminen manuaalisesti valmiiseen tekstiin olisi vienyt aikaa. Lisäksi virheiden todennäköisyys kasvaa, mitä suurempi määrä tekstiä pitää muokata. Järjestelmistä saadaan jo nyt varmasti merkittäviäkin hyötyjä, kun ihmisällyn resurssit voidaan säästää sellaisiin töihin, jotka eivät koneilta (vielä) onnistu.

Vastaavia järjestelmiä on myös kuvien ja jopa videoiden luomiseen ja muokkaamiseen. Niissä järjestelmä luo kuvan tai jopa 3D-mallin saamansa sanallisen aiheen ja toimeksiannon pohjalta. Kokeilemani kuvia luova tekoäly (myös OpenAI:n tuotos) ei vielä kuitenkaan osannut piirtää PI-kaaviota raudan vetytelkistyyslaitokselle eikä ChatGPT:n ehdotukseen vetytelkistyksen vaiheiksi osunut ihan kohdalleen. Toisaalta se tuskin on ollut tavoitteenakaan, vielä. ▲

TEKSTI: MAURI KOSTIAINEN JA OPENAI GPT-3 KIELIMALLI

# Historian havinaa

Vuorimiesyhdistyksen 80-vuotisen taipaleen kunniaksi Materia- lehdessä julkaistaan Historian havinaa -palstaa. Palstalle poimitaan Materia-lehden edeltäjän Vuoriteollisuus-lehden alkuvuosien numeroista omaa aikakauttaan kuvaavia asioita ja mainoksia. Alkuvuosina Vuoriteollisuus-lehti ilmestyi kaksi kertaa vuodessa. Aikaisemmissa Materia-lehden numeroissa palstalla on edetty vuoden 1966 ensimmäiseen numeroon saakka.

Vuoden 1966 toisessa numerosa huomio kiinnittyy numeron kirjoittajalistaan. Metallurgia-aiheisia artikkeleita numeroon ovat kirjoittaneet M.H.Tikkanen, Risto Makkonen, Heikki Jalkanen, Kaj Lilius, Lauri Holappa, Seppo Yläsaari ja Jaakko Autio. Kaikki ovat alallaan lähes legendaariseen asemaan nousseita henkilöitä.

Minullakin oli urallani kunnia tuntea heistä osa, vaikka vuonna 1966 vielä mietinkin tulevaisuuttani opintojeni parissa Parkanon lukiossa. Artikkelien aiheista päätellen kobolttiiksidi ja jauhemetallurgiaan liittyvä sintraus olivat tuohon aikaan ajankohtaisia tutkimusteemoja. Geologia- ja kaivospuolen artikkelit käsittelivät mm. Montolan dolo-miitti- ja kalkkikivikaivosta sekä Jussarön malmikenttää.

Numerossa on myös julkaistu Vuorimiesyhdistyksen jäsenluettelo. Valitettavasti siinä ei ole jäsenten numerointia, joten kokonaisuusmäärä ei luettelosta selviä. Luettelo käsittää kuitenkin 11 lehden sivua kahdella palstalla ja pienellä fontilla painettuna.

Kustakin jäsenestä on lueteltu nimi ja oppiarvo, toimipaikka ja tehtävä sekä osoite ja jäseneksi tulovuosi. Jäsenluettelossa on lisäksi esitelty nuoret jäsenet kahtena alaryhmänä: diplomi-insinöörit ja tekniikan ylioppilaat. Jälkimmäisestä ryhmästä on mainittu vain nimi, osoite ja jäseneksi tulovuosi.

Edelleen luettelossa on esitetty Teknillisen korkeakoulun Vuoriteollisuusosaston opiskelijat syksyllä 1966 opintosuunnan ja -linjan sekä vuosikurssin mukaan jaoteltuna. Poissaoleviksi kirjautuneet on mainittu erikseen. Suoritetuista diplomi-insinööri-tutkinnoista on mainittu valmistuneen nimi, diplomityön aihe ja ohjaaja.

Lopuksi luettelossa on Uutta jäsenistä -palsta, jossa on kerrottu jäsenten siirtymisestä uusiin tehtäviin. Löysin sieltä mm. tulevaa opettajaani ja esimiestäni koskevan maininnan: ”Tekn.tri Pentti Kettunen on siirtynyt



Amerikkaan toimien tutkijana Argonne National Laboratoryn metallurgisella osastolla.”

Voi vain kuvitella, millainen työ tällaisten luetteloiden ylläpitämisessä ja ajantasaisuuden varmistamisessa on tuohon aikaan

ollut, kun tietotekniikka oli vasta ottamassa ensi askeleitaan maassamme.

Numeron 1/1967 artikkeleissa käsitellään mm. Ylöjärven kaivoksen vaiheita vuosina 1943-1966 sekä maanalaisen öljysäiliön rakentamista Sköldvikissä. Mainoksissa tarjotaan muun muassa erilaisia köysiä kaivoksille, neuvostoliittolaisia vuoriteollisuuskoneita, Wärtsilän Taalintehtaan tuottamia teräsvaluja sekä Rikkihappo Oy:n Vihtavuoren tehtaan räjähdysaineita.

Numerossa 2/1967 on julkaistu Lohjan Kalkkitehtaan perustajan, legendaarisen vuorineuvos Petter Forsströmin muistokirjoitus. Vuorimiesyhdistyksen perustaja- ja kunniajäsenen, 90-vuotiaana menehtyneen ”Kalkki-Petterin” nimeä kantava palkinto jaetaan yhä edelleen vuosittain parhaan kirjoituksen Materia-lehdessä julkaiselle kirjoittajalle tai kirjoittajaryhmälle.

Numeron artikkeleissa esitellään mm. Outokumpu Oy:n Porin tehtaast sekä röntgenmikroanalysaattori tutkimusvälineenä. K. Relanderin ja K. Lounamaan artikkeli ”Mikrooseostetut teräkset” kuvaa ensimmäisiä askeleita sillä kehityspolulla, joka on johtanut perinteisten ferriittis-perliittisten hitsattavien rakenneterästen kehittämiseen nykypäivän moderneiksi ultralujiksi rakenneteräksiksi.

Lujien rakenneterästen ensimmäiset kaupalliset versiot näkyvät jo numeron 2/1967 mainoksissa. Mainoksissa esitellään myös L.A. Levanto Oy:n ”kristallografisesti orientoituista länsiafrikkalaisista timanteista” valmistama timanttikairausterä sekä ISO-ILO kairauskone. Oy Telko Ab tarjoaa Tampella Oy:n valmistamia porausvaunuja ja -telineitä louhinta- ja valmistavien töiden poraukseen. Muista yhteyksistä paremmin tunnettu Enso-Gutzeit Oy tarjoaa Savonlinnan konepajaltaan suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle. ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN



# Palautepalsta

**T**arkkaavainen lukijamme otti yhteyttä toimitukseen numeron 5/2022 sivuilla 50-51 julkaistun Oulun yliopiston CASR (Centre for Advanced Steel Research) -webinaarireferaatin tiimoilta. Hän ihmetteli, miten webinaarireferaatissa käsitellyjä teräksiä voidaan kutsua ultralujiksi, kun esimerkiksi jousiteräkset ovat lujuudeltaan niitä suurempia. Samoin hän ihmetteli referaatissa käytettyä nimitystä perinteiset hiiliteräkset, koska kaikki teräkset ovat raudan ja hiilen seoksia eli hiiliteräksiä.

Palautteen johdosta käytiin sähköpostikeskustelu, johon liittyi myös CASR-terästudkimuskeskuksen professori. Vaativissa kuormitusolosuhteissa toimivien koneenosien valmistukseen käytetään ns. koneteräksiä, joihin myös jousiteräkset kuuluvat. Ne ovat hyvin lujia, mutta niiden hitsaaminen on vaikeaa voimakkaan karkenevuuden vuoksi.

CASR-keskus toimii rakenneteräksiksi kutsuttujen lujien hitsattavien terästen parissa, joita erityisesti auto- ja kuljetusvälineiteollisuus tarvitsevat. Tässä teräsryhmässä ollaan vuosia kestäneen tutkimus- ja kehitystyön tuloksena pääsemässä koneterästen lujuusluokkien tasolle ja jopa ylikin. CASR-professori valotti omalta osaltaan myös sitä, miten aikanaan päädyttiin ottamaan käyttöön nimitys ultralujat teräkset hitsattavien lujien rakenneterästen kehityskaaren viimeisimmissä eli lujimmista luokista.

Referaatissa käytetty termi perinteinen hiiliteräs tarkoitti hitsattavien rakenneterästen ryhmään kuuluvia vanhempia teräslajeja, joissa lujuuden kasvattaminen tehtiin hiilipitoisuutta (tai tarkemmin ottaen perliittipitoisuutta) kasvattamalla. Tämän ryhmän teräksistä olivat omana aikanaan esimerkkeinä Fe 37 ja Fe 52, joita nimityksiä vanhemmat sukupolvet edelleenkin saattavat käyttää.

Nykypäivän lujissa rakenneteräksissä käytetään mahdollisimman alhaista hiilipitoisuutta hitsattavuuden turvaamiseksi ja tarvittava lujuus tehdään mikroseostuksen, termomekaanisten käsittelyjen sekä mahdollisten lämpökäsittelyjen avulla. Tavoitteena on mahdollisimman hienojakoinen ja monifaasinen mikrorakenne. Nykypäivän modernien rakenneterästen ominaisuudet riippuvat siten hyvin voimakkaasti paitsi seostuksesta, myös teräksen käsittelytilasta.

Materia-lehden toimitus kiittää arvokkaasta palautteesta ja rohkaisee muitakin lukijoita palautteen antamiseen. On ilo havaita, että lehteämme luetaan ja oikein ajatuksen kanssa. Sen parempaa palkintoa ei lehden toimitustyöstä voi saada. ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

**PALAUTTEEN JOHDOSTA KÄYTIIN SÄHKÖPOSTIKESKUSTELU, JOHON LIITTYI MYÖS CASR-TERÄSTUTKIMUSKESKUKSEN PROFESSORI. VAATIVISSA KUORMITUSOLOSUHTEISSA TOIMIVIEN KONEENOSIEN VALMISTUKSEEN KÄYTETÄÄN NS. KONETERÄKSIÄ, JOIHIN MYÖS JOUSITERÄKSET KUULUVAT. NE OVAT HYVIN LUJIA, MUTTA NIIDEN HITSAAMINEN ON VAIKEAA VOIMAKKAAN KARKENEVUUDEN VUOKSI.**



**MATERIA-LEHDEN TOIMITUS KIITTÄÄ ARVOKKAASTA PALAUTTEESTA JA ROHKAISEE MUITAKIN LUKIJOITA PALAUTTEEN ANTAMISEEN. ON ILO HAVAITA, ETTÄ LEHTEÄMME LUETAAN JA OIKEIN AJATUKSEN KANSSA. SEN PAREMPAA PALKINTOA EI LEHDEN TOIMITUSTYÖSTÄ VOI SAADA.**

### Yara investoi 235 miljoonaa euroa Siilinjärven rikkihappotuotantoon

▲ Yara on päättänyt investoida Siilinjärven rikkihappotuotannon uudistukseen yhteensä 235 miljoonaa euroa viiden vuoden aikana. Muutosprojektin yhteydessä tuotantoprosessi yksinkertaistuu, tuotannon luotettavuus paranee ja lämmön talteenotto tehostuu.

Rikkihappoa tarvitaan fosforihapon, lannoitteiden ja rehufosfaattien valmistuksessa. Se on siten merkittävä kemikaali huoltovarmuuden kannalta. Rikkihappotuotannossa raaka-aineena käytetään tällä hetkellä Pyhäsalmen kaivoksen sivutuotteena syntynyttä pyriittiä, jota riittää vielä noin viisi vuotta. Sen jälkeen rikkihapon valmistus tulee perustumaan rikin polttoon. Muutos vaatii mittavia uudistuksia koko Siilinjärven rikkihapon tuotantoprosessissa.

Uudistushankkeen valmistelevat työt on aloitettu vuonna 2022 ja seuraavan neljän vuoden aikana rakennetaan tuotantotilat ja laitteistot kiinteään rikin vastaanottoon, varastointiin ja sulatukseen sekä tehdään tarvittavat muutokset prosessiin. Uudistetun prosessin tuotanto käynnistyy asteittain vuodesta 2025 alkaen.

”Investointi on erittäin tärkeä toimipaikan ja koko Suomen lannoiteteuotannon tulevaisuuden kannalta. Kehitysinvestointeja tarvitaan toimipaikalla myös jatkossa”, toteaa Yara Siilinjärven tehtaanjohtaja **Mikko Keränen**.

Siilinjärven tehtailla on panostettu energiatehokkuuteen ja päästöjen vähentämiseen jo pitkään. Rikkihappotehtaalla rikin polton yhteydessä talteen otettavaa höyryä hyödynnetään toimipaikalla sähkön ja kaukolämmön tuotannossa. Poltettava rikki on siten sekä toimipaikan että Siilinjärven taa-



jaman kaukolämpöverkon tarvitseman puhtaan energian lähde.

”Olen kiitollinen siitä laadukkaasta työstä, mitä Siilinjärven toimipaikalla on jo vuosia hankkeen mahdollistamiseksi tehty. Osaava henkilöstö, toimipaikalla tuotettava energia sekä EU-alueen ainoasta fosfaattiesiintymästä saatava fosfori ovat meidän kilpailuetujamme jatkossakin”, kommentoi Yaran Pohjois-Euroopan tuotantojohtaja **Mika Perälä**.

Rikkihappotuotannon uudistusten jälkeen pyriitin polton sivutuotteena syntyneen pasutteen eli rautaoksidin tuotanto päättyy. Yara jatkaa siihen mennessä syntyneen pasutteen myyntiä terästeollisuuden raaka-aineeksi.

TEKSTI: **ANNELI SIMONEN**

#### Yara lyhyesti

Yara on maailmanlaajuinen lannoitteiden, teollisuuskemikaalien ja ympäristöratkaisujen tuottaja. Suomessa Yaralla on tehtaita Siilinjärvellä, Uudessa kaupungissa ja Kokkolassa sekä kierrätyslannoitteita valmistavat tuotantolaitokset Nokialla ja Viitasaarella. Siilinjärvellä sijaitsee myös Länsi-Euroopan ainoa fosfaattikaivos, josta saadaan maailman puhtainta fosfaattia lannoitteiden raaka-aineeksi. Olemme osana suomalaista elintarvikeketjua tuottaneet lannoitteita yli 100 vuotta. Yara työllistää Suomessa suoraan noin 900 henkeä ja kokonaisuudessaan työllisyysvaikutus on reilut 4500 henkeä. [www.yara.fi](http://www.yara.fi)





# Uutta liiketoimintaa ja vähemmän kasvihuonepäästöjä fossiilivapaalla teräksellä

Siirtyminen fossiilivapaan teräksen tuotantoon ja käyttöön eri sovelluksissa on merkittävimpiä vihreän siirtymän teollisia hankkeita. Maailmanlaajuisesti terästuotanto synnyttää noin 8 % maailman CO<sub>2</sub>-päästöistä. Suomi on samalla tasolla.

Julkisuudessa on puhuttu paljon uusista vihreistä terästehtaista, joita suunnitellaan niin Suomeen kuin Ruotsiinkin. Ympäristön kannalta merkittävämpää on kuitenkin nykyisten tuotantolaitosten muuttaminen fossiilivapaiksi, koska tällöin vähennetään nykyisiä päästöjä merkittävästi. Fossiilivapaassa teräksen valmistusprosessissa rautamalmipohjaisessa teräksessä perinteisesti käytetty koksiihi korvataan fossiilivapaalla sähköllä ja vedyllä. Tuloksena on fossiilivapaa teräksenvalmistusteknologia, jonka hiilijalanjälki on olematon.

Autoteollisuus on ensimmäisiä sovellusalueita, jotka ovat kiinnostuneita fossiilivapaan teräksen käytöstä. Kiinnostuneita ovat niin autotehtaat kuin niiden alihankkijatkin. Toisena ryhmänä ovat olleet liikkuvien työkonoiden valmistajat. Volvo Construction Equipment on esitellyt jo kaksi työkonetta, joiden teräsrakenteissa on käytetty SSAB:n fossiilivapaata terästä. Ensimmäinen Suomessa kehitetty sovellus on Hiabin MULTILIFT-koukkulaite, joka esiteltiin viime syksynä IAA-messuilla Frankfurtissa.

Kuluttajatuotteissa ensimmäiseksi ehti ruotsalainen kellovalmistaja Triwa, jonka ensimmäiset fossiilivapaasta teräksestä valmistetut kellot voi ostaa keväällä 2023.

Investointihankkeiden rinnalla tehdään myös tutkimusta laajalla rintamalla. Fossiilivapaan teräksen tuotantoa ja soveltamista tutkitaan Suomessa useassa Business Finlandin rahoittamassa hankkeessa. Näistä suurimmat ovat FFS - Towards Fossil Free Steel, FOSSA, Fossil Free Applications ja Canelis-hanke.

FOSSA, Fossil Free Applications -hankkeessa keskitytään fossiilivapaan teräksen arvoketjuihin ja fossiilivapaan teräksen soveltamiseen sekä vaikutuksiin arvoketjussa. FOSSA-projektikonsortioon kuuluu neljä yritystä (SSAB Europe Oy, Cargotec Finland Oy, Fortaco Ostrobothnia Oy, Indalگو Oy), kolme tutkimusorganisaatiota (Oulun yliopisto, Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto, Tampereen yliopiston säätiö). Mukana ovat myös Ponsse, Ramboll ja Rau-



Ensimmäinen Suomessa kehitetty sovellus on Hiabin MULTILIFT-koukkulaite, joka esiteltiin viime syksynä IAA-messuilla Frankfurtissa.

ma Marine Construction. Business Finland osallistuu hankkeen rahoittamiseen.

FFS - Towards Fossil Free Steel -hankkeessa tutkitaan ja kehitetään fossiilivapaan teräksen valmistusprosessia. FFS-projektikonsortioon kuuluu seitsemän yritystä

(SSAB Europe Oy, Fortum, Ovako Imatra Oy, Nordkalk Oy, Tapojärvi, Valmet ja Luxmet Oy sekä kolme tutkimusorganisaatiota (Oulun yliopisto, Åbo Akademi ja VTT). Mukana ovat myös Andritz, ABB ja Finnsementti Oy. Business Finland osallistuu hankkeen rahoittamiseen.

Lisäksi Aalto-yliopiston vetämässä Canelis-projektissa tutkitaan fossiilivapaan teräksen käyttöä laivan rakenteissa.

Asiakkaiden vaatimukset tuotteiden ja palveluiden hiilijalanjäljen pienentämiseksi luovat uusia liiketoimintamahdollisuuksia yrityksille, jotka pystyvät toteuttamaan nämä toiveet ja panostavat uuteen teknologiaan. Uusien terästehdasinvestointien määrä osoittaa markkinoiden uskonan fossiilivapaan teräksen suureen kysyntään. Fossiilivapaan teräksen tuotanto on myös mahdollisuus uusille innovaatioille ja liiketoiminnalle. Tässä FFS- ja FOSSA-hankkeiden yritykset ja tutkimuslaitokset ovat eturintamassa.

DIMECC on mukana FFS- ja FOSSA-hankkeissa auttamassa yrityksiä uudistumaan. ▲

KIRJOITTAJA: TKT SEPPO TIKKANEN, FFS- JA FOSSA-HANKKEIDEN OHJELMAPÄÄLLIKKÖ



FOSSA-seminaari pidettiin Tampereella tammikuussa. Hankkeessa keskitytään fossiilivapaan teräksen arvoketjuihin ja fossiilivapaan teräksen soveltamiseen sekä vaikutuksiin arvoketjussa.

**KIMMO JÄRVINEN**

TOIMITUSJOHTAJA

METALLINJALOSTAJAT RY

P. 043 825 7642

## Hiilirajamekanismi (eli hiilitulli) tulee – oletko valmis?

Hiilirajamekanismista (Carbon Border Adjustment Mechanism eli CBAM), joka on yksi EU:n Fit for 55-ilmastopakettin keskeisimmistä elementeistä, saavutettiin joulukuussa 2022 sopu jäsenvaltioiden ja Euroopan parlamentin kesken. Työ- ja elinkeinoministeriö on nimittänyt työryhmän, jonka tehtävänä on valmistella hiilirajamekanismin kansallista toimeenpanoa 23.1.2023–31.12.2024. Ryhmä käsittelee tarvittavan hallinnon järjestämistä ja lainsäädännön muutostarpeita sekä tarkempia EU:sta tulevia asioita koskevia säädöksiä. Ryhmän jäsenet tulevat ympäristöministeriöstä, valtiovarainministeriöstä, ulkoministeriöstä, Tullista, Energiavirastosta, Teknologiateollisuudesta, Kemianteollisuudesta, Energiateollisuudesta, Metsäteollisuudesta, Suomen huolinta- ja logistiikkaliitosta, Elinkeinoelämän keskusliitosta, Keskuskauppakamarista ja Suomen Yrittäjistä.

CBAM-sertifikaattien hankinta tulee pakolliseksi kaikille säätelyn piirissä oleville tuotteille, ja tuojat joutuvat hakemaan tuontiluvan ko. tuotteille. Suomessa CBAM-mekanismista vastaa tullilaitos. Silti hiilirajamekanismi ei teknisesti ole tulli eikä siihen kuuluville tuotteille ole asetettu tuontikiintiöitä. CBAM:n tavoitteena on estää EU:n kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispyrkimysten kiertäminen lisäämällä päästöjä rajojen ulkopuolelle, mm. siirtämällä tuotantoa EU:n ulkopuolisiin maihin tai lisäämällä hiili-intensiivisten tuotteiden tuontia.

Mekanismi ei suojaa EU:ssa valmistettuja kaikkia vastaavia tuotteita tuonnilta, vaan sillä pyritään luomaan EU:n sisämarkkinoille tasapuolinen kilpailutilanne vähäpäästöisille tuotteille. Tällä hetkellä EU:ssa on arviolta 11 000 päästökauppajärjestelmän piirissä olevaa tuotantolaitosta, jotka joutuvat lunastamaan päästöoikeuksia toimintansa ylläpitämiseksi. EU:n ulkopuolella on paljon tuottajia, joihin sovelletaan EU:ta halvempia päästömaksuja. Näillä tuottajilla on kilpailuetu joka on viime vuosina kasvanut merkittävästi, kun EU-päästöoikeuden hinta on noussut kymmenkertaiseksi.

CBAM tulee vaikuttamaan merkittävästi yritysten toimintaan aiheuttaen sekä raportointivelvoitteita että toimitusketjussa huomioitavia lisäkustannuksia. Niiden yritysten, jotka tuovat maahan CBAM-tuotteita (toivatpa ne näitä tuotteita omaan käyttöön tai edelleen toimitettavaksi muille yrityksille) on rekisteröidyttävä CBAM:n ilmoittajiksi (2023 alkaen), noudatettava säännöllisiä raportointivelvoitteita (2023 alkaen) ja maksettava hiilitulli (2026 alkaen).

Hiilirajamekanismin toimeenpanotehtävät jakautuvat EU-tason ja kansallisen tason välillä. Toimeenpanevaksi viranomaiseksi Suomessa on valittu Tulli, joka vastaisi muun muassa lupakäsittelystä ja erilaisista hiilirajamekanismiin liittyvistä seuranta-, valvonta- ja neuvontatehtävistä. Suomen tullilla julkaisee verkkosivustolleen uuden sivun, johon kootaan tietoa ja ohjeita CBAM-velvoitteista.

Mekanismia sovelletaan aluksi rauta- ja terästeollisuuden tuotteisiin, alumiinituotteisiin, lannoitteisiin, sementtiin, tuontisähköön ja vetyyn sekä tiettyihin raaka-aineisiin kuten ferrokromi ja ferronikkeli. Tuotteiden päästöiksi lasketaan tuotteen tuotannosta aiheutuvat suorat päästöt, mukaan lukien päästöjen kannalta keskeisten raaka-aineiden päästöt. Niille tuotteille, jotka eivät saa EU:ssa epäsuorien kustannusten kompensatiota (lannoitteet ja sementti) lasketaan myös epäsuorat päästöt. CBAM-maksun määrään voi hakea vähennystä EU:n ulkopuolella maksetun päästömaksun perusteella.

On hyvä huomata, että säätely ei ole vielä lopullisesti valmis, koska monet säädöksen keskeisistä linjauksista tehdään toimeenpanon jatkotyössä täytäntöönpanosäädöksillä (12 kpl) ja delegoiduilla säädöksillä (4 kpl).

Hiilirajamekanismi korvaa asteittain EU:ssa päästöoikeuksien ilmaisaon niillä sektoreilla, jotka tulevat mekanismin soveltamisalan piiriin siirtymäaikana vuosina 2026-2034 siten, että ilmaisjako vähenee asteittain ja CBAM-maksu kasvaa samantahtisesti tuontituotteille. CBAM:n keskeinen ero ilmaisjakoon verrattuna on EU:n viennin kohtelu; ilmaisjako poistuu CBAM-sektoreilla myös eurooppalaisen teollisuuden vienniltä kolmansiin maihin. Tämä on nostanut esiin huolen vientiin suuntautuvan tuotannon kilpailukyvyistä.

**Ennen varsinaista CBAM-maksun keräämistä sovelletaan vuosina 1.10.2023-31.12.2025 siirtymäaikaa, jolloin voimassa on ainoastaan raportointivelvoite;**

**CBAM-tuotteen maahantuojan (tai valtuutetun ilmoittajan) tulee neljännesvuosittain toimittaa CBAM-raportti komissiolle:** ensimmäinen raportti on toimitettava 31.1.2024 mennessä Q4/2022 tiedoilla.

**Raportti sisältää tiedot tuotteesta ja sen päästötiedoista:** tuotteen määrä, tuotteen suorien ja epäsuorien päästöjen määrä, mahdollinen lähtömaassa maksettu hiilen hinta ja siitä saadut kompensatiot.

**Maahantuojalla on vastuu saada kolmannessa maassa sijaitsevalta valmistajalta tarvittava päästödata:** raportointikautena ei käytetä oletusarvoja, vaan toteutuneita päästöjä koskeva data vaaditaan. CBAM-raportti tulee toimittaa komissiolle. Mahdolliset ongelmat ja puutteet raportissa hoitaa kansallinen viranomais.

**Tuotekohtainen metodologia suorien ja epäsuorien päästöjen laskennalle vaatii täytäntöönpanosäädöksen:** säädöksessä määritellään mm. mitkä prekursorit otetaan huomioon kullekin CBAM-tuotteelle ja mitkä päästöt lasketaan epäsuoriin päästöihin. Säädöstä käsittelee tekninen työryhmä. KOM on arvioinut, että delegoidun säädöksen luonnos on tulossa piakkoin.

**CBAM-maksun soveltaminen alkaa asteittain 1.1.2026**

**Varsinaisen CBAM-maksun keräämisen myötä maahantuojan määrittämälä valtuutettu CBAM-ilmoittaja rekisteröityy komission ylläpitämään CBAM-rekisteriin:** EU-alueelle sijoittunut yritys voi itse toimia CBAM-ilmoittajana tai nimetä välillisen edustajan.

**Joka vuosi 31.5. mennessä CBAM-ilmoittaja toimittaa rekisteriin CBAM-ilmoituksen + CBAM-sertifikaatit edellisen vuoden osalta:** ilmoitus sisältää tiedot tuontituotteesta, sen suorista päästöistä ja tiedot tarvittavien CBAM-sertifikaattien määrästä. Raportointivelvoitteen periodista poiketen todentajan tulee todentaa varsinaisen CBAM-ilmoituksen tiedot. CBAM-ilmoittaja ostaa sertifikaatit jäsenmaiden viranomaisilta keskitetyn järjestelmän kautta ja toimittaa ne CBAM-rekisteriin.

**CBAM-ilmoituksessa tulee ilmoittaa tuotteen toteutuneet päästöt (tuontisähkön osalta oletusarvot):** jos toteutuneiden päästöjen ilmoittaminen ei ole mahdollista, tällöin nojataan oletusarvoihin. Oletusarvot määritetään täytäntöönpanosäädöksellä ja etenkin mekanismin toiminnan alkuvaiheessa niillä voi olla suuri merkitys. ▲





**PEKKA SUOMELA**  
TOIMINNANJOHTAJA  
KAIVOSTEOLLISUUS RY

## Kaivostoiminta nousee arvoonsa

Eurooppa on luottanut liian pitkään siihen, että raaka-aineita saa tuoduksi muualta. Huoli metallien saatavuudesta on herättänyt jo Euroopan komission. Toivottavasti myös Arkadianmäki herää seuraavalla vaalikaudella.

Suomelle uusi mineraalistrategia, lupakäytäntöjen sujuvoittaminen ja vastuullisen kaivostoiminnan koulutuksen ja tutkimuksen kehittäminen. Siinä Kaivosteollisuus ry:n kolme vaalitavoitetta, joilla on jopa poikkeuksellisen hyvät edellytykset toteutua.

Tavoitteiden toteutumista voisi vauhdittaa se, että Euroopan komissio ja EU:n parlamentti ovat herätelleet jäsenmaita uhkaavaan raaka-ainepulaan. Herättelylle on vahvat perusteet, sillä EU-maat kuluttavat noin viidenneksen maailman mineraaleista, mutta tuottavat niistä vain pari prosenttia.

Jokainen ymmärtää, kuinka hankala yhtälö on. Yhtälön tekee erityisen hankalaksi se, että fossiilisten polttoaineiden korvaaminen sähköisillä ratkaisuilla sekä digitalisaatio moninkertaistavat useiden metallien kysynnän lähivuosina. Samaan aikaan Venäjän laajamittainen hyökkäys Ukrainaan on osoittanut, kuinka haavoittuva raaka-ainehuoltomme on.

Olisi hienoa nähdä, jos näkisimme keväällä raaka-ainevaalit. Se tarkoittaisi sitä, että vaalikeskusteluissakin pohdittaisiin, miten Suomi turvaa raaka-aineiden saannin. Keskustelulle olisi perusteita, sillä raaka-ainehuollon vaarantumisella voisi olla suuria yhteiskunnallisia seurauksia.

### Suomi voi olla osa ratkaisua.

Suomella on monia muita EU-maita paremmat mahdollisuudet vahvistaa omaa raaka-ainehuoltoaan. Suomen kallioperästä löytyvät ainoalaatuiset raaka-ainevarat. Suomen mineraaliesiintymissä on kaikkiaan 14 kriittistä raaka-ainetta pääarvoaineena.

Mahdollisuuksien hyödyntäminen edellyttää kuitenkin päämäärätietoista työtä.

Ensimmäiseksi meidän on yhdessä laadittava mineraalistrategia, joka vastaa kysymykseen mineraalien saatavuudesta. Strategian tulisi vahvistaa oman mineraalituotantomme edellytyksiä mahdollisimman monipuolisesti.

Erityisen oleellista on lupakäytäntöjen nopeuttaminen. Vuosikausien lupaprosessit vaikeuttavat yhtiöiden toimintaa ja raaka-ainehuollon turvaamista kohtuuttomasti.

Samaan aikaan on järkevää kehittää edelleen kaivosteollisuuden vastuullisia toimintamalleja. Siitä hyötyvät ympäristö, kansalaiset sekä kaivosteollisuuden kilpailukyky. Siksi on luonnollista vahvistaa kaivosteknologian opetuksen ja tutkimuksen rahoitusta.

### Tavoitteena tulee olla kokonaisvaltainen ratkaisu.

Oman kaivostuotannon lisääminen ei ole ainoa vastaus mineraalitarpeen kasvuun. Tarvitsemme myös uusia kiertotalouden malleja sekä eurooppalaista yhteistyötä luotettavien toimitusketjujen varmistamiseksi. Siksi on etsittävä mahdollisimman kokonaisvaltaista ratkaisua.

Lisää Kaivosteollisuuden vaalitavoitteista:

<https://www.kaivosteollisuus.fi/fi/kaivosteollisuus-ry/vaalitavoitteet> ▲



## Viisi ideaa raaka-aineasetukseen

Eurooppa elää talveaan energiaa säästämällä ja uusia raaka-ainelähteitä etsien. Resurssipula uhkaa niin teollisuuden vihreää siirtymää kuin EU:n vuoden 2050 nollapäästötavoitteitakin. Vuonna 2021 EU toi Venäjältä 155 miljardia kuutiometriä kaasua ja maan Ukrainan-sodan vuoksi tämä kaasuontu on nyt loppunut. EU:lla alkaa olla kiire löytää uusia vaihtoehtoja energiasektorille.

Maaliskuun aikana komission on määrä julkaista uusi kriittisten raaka-aineiden asetetus (Raw Materials Act), joka tähtää suoraan Euroopan materiaalien riippuvuuskien pienentämiseen Venäjältä ja Kiinasta, mutta myös nollapäästötavoitteiden saavuttamiseen. Merkittävää on, että nyt ensimmäistä kertaa komissio puhuu lakimekanismien käytöstä kriittisten raaka-aineiden saannin turvaamisen yhteydessä. Vaikka tavoite on kunnianhimoinen, on asetuksen luonnoksessa myös puutteita, jotka on syytä korjata ennen käyttöönottoa. Jätimme loppuvuodesta komissiolle EIT RawMaterialsin näkemyksen, ja tästä näkemyksestä seuraavassa viisi keskeistä nostoa.

Ensimmäiseksi raaka-aineiden hallintaan ja lupaprosesseihin tulee panostaa huomattavasti aiempaa enemmän. EU:n strateginen omavaraisuus pitää mitallistaa asettamalla selkeät tavoitteet strategisten ja kriittisten raaka-aineiden koko arvoketjuille. Kun mää-

rälliset tavoitteet on asetettu ja aikataulutettu, tarvitaan EU:n laajuinen seurantajärjestelmä, jolla varmistetaan riittävien investointien kohdistuminen teollisuudelle relevantteihin hankkeisiin. Koska EU:n omavaraisuutta ei pystytä lisäämään ilman eurooppalaisten primäärraaka-aineiden tuotannon lisäystä, tulee samalla myös lupamenettelyä nopeuttaa huomattavasti. Strategiseksi luokiteltujen kaivosprojektien lupamenettelyn nopeuttaminen Euroopan komission pääosastojen yhdessä laatiman kestävän kaivostoiminnan kriteeristön pohjalta mahdollistaisi huomattavasti sujuvamman kaivostoiminnan käynnistämisen. Tällaisen menettelyn osana voitaisiin harkita myös ns. Yleistä etua koskevan pakottavan syyn soveltamista (IROPI) kaivoshankkeisiin.

Toiseksi kriittisten raaka-aineiden määrittely tulisi tehdä huomattavasti dynaamisemmaksi. Komission julkaisema ja muutamien vuosien välein päivittyvä kriittisten raaka-aineiden lista on siksi merkittävä, että sitä käytetään esimerkiksi investointipäätösten perusteena. Euroopan tulee pystyä reagoimaan nopeammin toimintaympäristön muutoksiin, joissa materiaalien kriittisyys saattaa vaihdella huomattavasti nopeammin kuin raaka-ainelista päivittävät tahot voivat työtään tehdä. Traagisena esimerkkinä tällaisesta nopeasta muutoksesta on Ukrainassa

tuotettava neon (50% globaali tuotannosta), jonka tuotanto keskeytyi Venäjän aloittaman hyökkäyssodan takia.

Kolmanneksi kriittisten raaka-aineiden etsintään, kaivantaan ja kierrätykseen tulee rakentaa regulatiivisia kannustimia. Erityisesti kaivosjätteen ja teollisuuden sivuvirtojen hyödyntämiseen tulee luoda jätelain-säädännön kautta merkittäviä parannuksia, jotta jo nyt tunnetut arvokkaat sivuvirtakasat saadaan hyötykäyttöön. Samalla EU:n jäsenvaltioiden raaka-ainepolitiikkoja ja niiden kehittymistä tulee tukea, jotta malminetsintää, kaivostoimintaa ja kierrätystä voidaan kehittää koko Euroopan laajuisesti.

Neljänneksi Euroopan tulee kehittää kaivannaisalan rahoitusmahdollisuuksia yhteisrahoitteisten (Public Private Partnership) mekanismien ja joissain tapauksissa myös materiaalien varastoinnin avulla. EU:n itenäisyysrahaston tulisi priorisoida tuki- ja lainarahoitteisia kriittisten raaka-aineiden hyödyntämiseen tähtäviä hankkeita 100 miljoonaan euroon asti. Samalla luotava Euroopan Raaka-ainerahasto (ERMF) nopeuttaa strategisesti tärkeiden investointien toteuttamista ja puskuroi institutionaalisten rahoittajien riskinsietokykyä.

Viidenneksi EU:n raaka-ainealan osaajien saatavuus tulee varmistaa pitkällä aikavälillä alan koulutukseen panostamalla ja alan houkuttavuutta lisäämällä. European Raw Materials Academyille tulee taata riittävä rahoitus ja maantieteellinen kattavuus, jotta myös EU:n reuna-alueilla tapahtuvaan kaivostoimintaan riittää jatkossakin hyviä osajia. Samalla osaamisen kehittämiseen tulee panostaa paikallistasolla lupaviranomaisten organisaatiossa, jotta tuorein tieto ja taito löytyvät luvituspöydän molemmilta puolilta.

Toimenpidesuosittukset ovat kokonaisuudessaan luettavissa osoitteessa [www.eitrawmaterials.eu](http://www.eitrawmaterials.eu) ▲

**OLLI SALMI**







PERTTI VOUTILAINEN

## Kertokaa se hänelle

Noin lauloi Mauno Kuusisto kauniilla tenorillaan radiossa. Sanat toivat mieleeni Portugalin entisen häikäilemättömän diktaattorin, pääministeri Oliviero Salazarin. Hänen politiikkansa johti maan umpikujaan. Sotilasmenot olivat kasvaneet 40 prosenttiin kansantulosta, ja kansa eli sorron alla. Lopulta parlamentti erotti pääministerinsä, mutta kesti kaksi vuotta ennen kuin hänelle uskallettiin mennä kertomaan päätöksestä. Hän oli jatkanut elämänsä siinä uskossa, että oli edelleen valan kahvassa ja oli vaikutusvallassa ohittanut Jumalankin.

Kun kuulee Moskovan nykyisiä uutisia, on helppoa havaita, että kohti entisiä aikoja ollaan matkalla. Lehti uutinen kertoi Putinin ehdottaneen, että maassa pitäisi ottaa käyttöön Stalinin ajalla kehitetty systeemi, jossa jokainen kansalainen oli velvollinen valvomaan naapurinsa toimia. Näin vältettäisiin vaarallisten aatteiden leviäminen tervehdetyksen kansan keskuuteen. Kun muistetaan, kuinka monta miljoonaa ihmisuhria Stalinin terrori vaati, tulee kylmä olo. Kysymys kuuluu: onko meidän pakko toistaa menneisyyden kauheimmat kokemukset. Mutta mistä löytyisi riittävän rohkea taho kertomaan Putinille, että tämä peli ei vetele?

Kovin suuri osa meistä suomalaisista eli kauan siinä uskossa, että kaikkien kansojen joukossa me tunsimme Venäjän ja venäläiset paremmin kuin kukaan muu. Tätä käsitystä tukivat sekä maantiede että historiallinen yhteys. Ei väite ihan väärä ollut, mutta nyt tiedämme, kuinka huonolla pohjalla tietämys yleisesti ottaen oli. Häpeillen joudumme tunnustamaan, että kovasti naiiveja olimme, kun aloimme uskoa Venäjän voivan demokratisoitua. Emme usko enää.

Olin käymässä Kiinassa keväällä 1989 heti Tiananmenin kapinan jälkeen. Suurlähettiläämme oli onnistunut saamaan lounasvieraksemme Kiinan ulkoministeriön korkean virkamiehen, joka kertoi kovasti arvostavansa suomalaisten rehellisyyttä ja suorapuheisuutta. Yhden pahan vian hän kuitenkin oli meissä

havainnut. Hän ei millään voinut ymmärtää, miten saatoimme luottaa venäläisten sanomisiin. Viimeistään nyt tiedän, että Pekingissä oli ainakin yksi meitä parempi Venäjän tuntija.

”Sovat loppuu sotimalla”, muistelen Antti Rokan todenneen Tuntemattomassa sotilassa. Putin ei aluksi halunnut kutsua sotaa sodaksi, kun hyökkäsi Ukrainaan. ”Sotilaallinen erikoisoperaatio” terminä ihmetytti. Vähemmälle huomiolle on jäänyt, että viime aikoina Putin itsekin on alkanut käyttää sota-sanaa. Mistä tämä muutos mahtaa kertoa? Lähtekö hän hakemaan ehdotonta voittoa vieläkin isommalla ryminällä? Vai etsiikö hän keinoa ulos tilanteesta, jossa voiton saavuttaminen näyttää toivottomalta. Kunniallisena pidettävän rauhan mahdollisuus tuntuu kummankin osapuolen kannalta mahdottomalta. Mutta kyllähän Rokankin täytyy oikeassa olla. Rauhan aika koittaa aikanaan. Ja iso jälleerakennustyö alkaa.

Jos on Putin sekoittanut maailmankirjat, harvinaisen sekaisin ovat kirjat Suomessakin. Kun tähän syytä kysellään hallituksen edustajilta, syylliseksi aina nimetään edellinen hallitus. Itse ovat kaikki mielestään tehneet hyvää. Monessa asiassa on onnistuttu, mutta onpa samalla pantu maan talous rapakuntoon. Toivottavasti osaavat nyt hävetä ne poliittiset vaikuttajat, jotka pari vuotta sitten opettivat, että valtion velka on vaaratonta, ja sitä kannattaa ottaa rajattomasti. Nyt koittaa maksun aika. Miellyttäviin poliittisiin päätöksiin ei ole varaa. Sen alkavat kaikki vähitellen tajuta. Presidenttimme totesi aivan oikein, että ”hyvinvoinnin nykyistä tasoa emme ole ansainneet”. Syömme enemmän kuin tienamme. Tämä tosiasia näkyy hermostuneisuutena poliittisella areenalla. Vaalien tuleva voittaja iloitkoon voitostaan, mutta joutuu hallitusneuvottelui-  
sa esittämään uudenlaista mielikuvitusta toimintakykyisen hallituksen muodostamisessa.

Suuri huolenaihe on sote-uudistuksen toimeenpano. Vanhastaan opetettiin, että suurten projektien onnistuminen on kiinni neljän r-kirjaimella alkavan asian kunnossa olosta:

Rahat, raaka-aineet, raatajat ja rakkineet. Nyt huomataan, että meiltä puuttuvat rahat ja raatajat. Ei ihme, koska luettelosta puuttui sana realismi. Syyllisten listalle taitaa joutua useampikin entinen hallitus. Missä petti laskutaito? Vai noudatetaanko suunnittelussa epätarkkoja määritelmiä vanhan geometrian oppikirjan malliin: ”Ympyrä on täysin kulmaton kuvio. Ellipsi on myös, mutta ei niin selvästi”. Ei tällainen tarkkuus aina riitä. Paremmin pitää tietää, mihin on ryhtymässä.

Ihmetystä herättävä asia meillä on suurten hankkeiden hidas eteneminen ja hinta-arvioiden ylittyminen. Tämä ilmiö syö toiminnan tuottavuutta, jonka parantamisen tulisi olla tärkeä kansallinen tavoite. Guinnessin ennätysten kirjaan varmaan kelpaisi tarina Olkiluodon ydinreaktorin rakentamisesta. Nyt asia uutisten mukaan on lopultakin paremmalla tolalla, mutta monta kertaa sen kehittymistä seurattaessa on muistunut mieleen vanha kertomus savolaisen alokkaan tapauksesta. Hän oli hidas oppimaan armeijan sulkeisharjoituksiin kuuluvia temppuja. Kun harjoituksen johtaja häntä moitiskeli ja vaati parantamaan asentoa, alokas kysyi: ”Herra viäpelj, korjoo entistä vai tienkö kokonaan uuden”? Tällainen kysymys olisi Olkiluodon rakentajien pitänyt aikanaan esittää, kun projekti vuodesta toiseen valtavasti viivästyi. Minun ei varmaankaan pitäisi asiaa irvistellä, kun en siitä tarpeeksi tiedä. Mutta yhdyin niihin, jotka sanovat, että ei tällaista olisi Kekkonen aikana tapahtunut.

Vähän yllättäen on tietoon tullut, että valtakunnassa on vireillä hanke, jonka toteutuminen kovasti parantaisi projektien toteutusaikatauloja. Norjalaiset aikovat rakentaa Inkooseen suuren terästehtaan kolmessa vuodessa. Se olisi mahtava saavutus. Toivotan onnea rohkeille yrittäjille. Heitä tämä ma tarvitsee. ▲

\*\*\*\*\*  
Parhaat onnittelut ja onnentoivotukset 80-vuotiaalle Vuorimiesyhdistykselle, joka on virkeä vanhus ja vain parantaa juoksuaan vuosien mennen.

# Alkuaine vanadiinin sähköiset seikkailut

## Osa 4. Vanadiini joutuu kylvetettäväksi

Pudottuaan kuljetusputken päästä suuren suljetun sammion pohjalle alkuaine vanadiini totesi, että putkesta tuli jatkuvasti uutta hienojakoista kuonasta sekä vanadiinista ja sen kumppanista hapesta muodostunutta pulveria. Siitä alkoi muodostua kunnan keko putken alapään kohdalle.

Keon kasvettua niin korkeaksi, että se ulottui melkein putkeen saakka, heräsi sammion keskellä olevaan akseliin kiinnitetty reunaan asti ulottuva siipi henkiin. Se pyörähti täyden kierroksen sammiossa tasoittaen samalla keon tasapaksuiseksi kerrokseksi sammion pohjalle.

Alkuaine vanadiini koetti aina siinä yhteydessä päästä pulverikerroksen pinnalle voidakseen nähdä, mitä tuleman piti. Kun pulverikerroksen paksuus sammion pohjalla oli runsas kolmannes sammion korkeudesta, loppui pulverin tulo kuljetusputkesta. Sammioon tulvahti kannessa olevasta toisesta putkesta polttavan oloista lämmintä lientä, joka täytti sammion lähes täyteen.

Samalla heräsi taas sammion keskiakselissa oleva siipi henkiin ja alkoi sekoittaa pulverikerrosta sammioon tulleeeseen liemeen. Lopulta sammioon oli muodostunut paksuhkon nesteen kaltainen liete, jota sekoitinsiipi piti jatkuvassa liikkeessä. Samalla ilmeisesti sammion painetta nostettiin, koska alkuaine vanadiini tunsu olonsa lievästi ahdistuneeksi.

Alkuaine vanadiini huomasi, että polttavan oloinen neste alkoi nakertaa vanadiinipitoisia pulveripartikkeleita. Se irrotti materiaalia seitsemän atomin ryppäissä siten, että kussakin ryppäissä oli kaksi



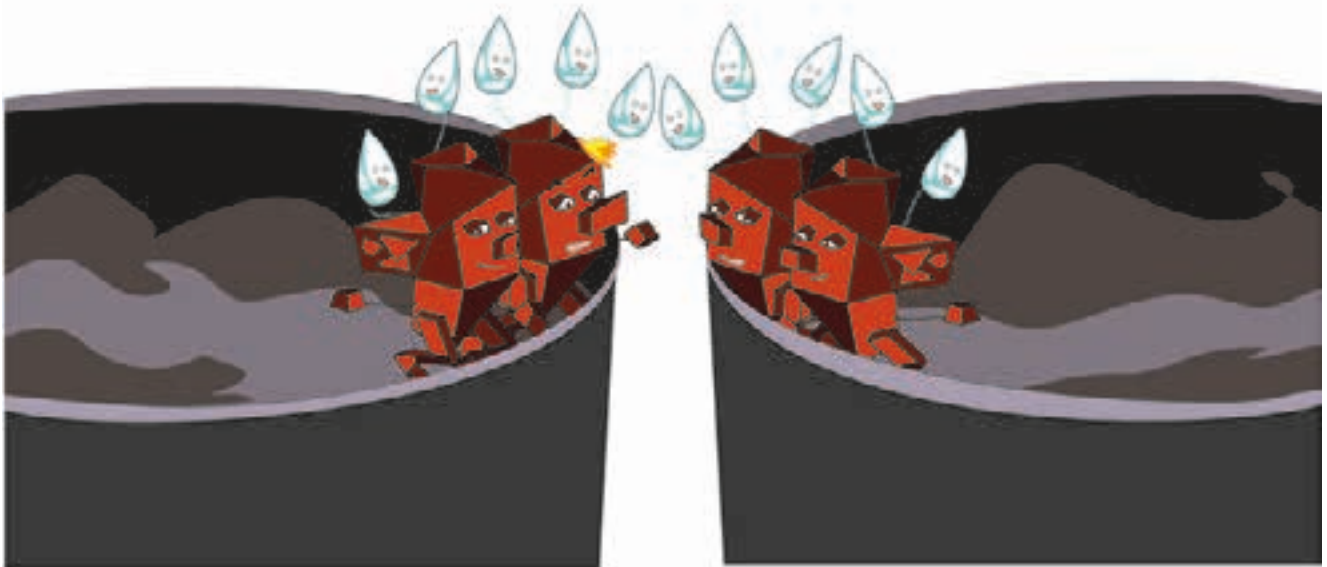
vanadiiniatomia ja niihin kiinnittyneet viisi happiatomia. Nämä ryppäät näyttivät jäävän erillisinä lietteeseen.

Pulverissa mukana olleet kuonapartikkelit taas näyttivät reagoivan lietteen nesteen kanssa muodostaen uutta materiaalia, joka jäi niin ikään partikkeleina lietteeseen. Ilmiöt tapahtuivat alussa nopeasti, mutta hidastuivat sitten hiljalleen ja lopulta muutoksia ei juurikaan enää havainnut. Lietteessä oli nyt kooltaan kutistuneita vanadiinipitoisia partikkeleita, kuonan ja lietteen reaktiossa muodostuneita uuden materiaalin partikkeleita, ennallaan pysyneitä kuonapartikkeleita ja seitsemän atomin ryppäitä.

Sammio avattiin ja sisällä oleva liete siirrettiin uuteen laitteeseen. Alkuaine vanadiini ei oikein päässyt käsitykseen laitteen toimintaperiaatteesta, mutta jotenkin se puristi, hiersi ja mursi lietteessä olevia partikkeleita pienemmiksi. Sekin partikkeli, jossa alkuaine vanadiini oli vielä kiinni, lohkesi ensin kolmeen osaan ja sitten kukin osa vielä hienoni erikseen.

Lopulta lietteen hiertäminen päättyi, ja liete siirrettiin samantapaiseen sammioon kuin ennen hiertämistä. Sammioon lisättiin jonkin verran uutta polttavaa lämmintä lientä, lietteen sekoitus käynnistyi ja sammion paine kasvoi. Käsittely oli siten täsmälleen sama kuin ensimmäisellä kerralla. Lietteen polttava neste nakersi nyt jäljellä olevia partikkeleita uudella innolla.

Viimein meidän alkuaine vanadiininmekin päätti päästää irti partikkelijäänteestään ja siirtyä seitsemän atomin ryppäissä lietteeseen, jossa oli jäljellä enää vain vähän alkuperäisten pulveripartikkelien jäänteitä. Valtaosa oli muodostuneita uuden materiaalin partikkeleita



"Alkuaine vanadiini näki, että sammion yläreunaan oli juuttunut samanlainen seitsemän atomin ryppäs, joka näytti olleen siinä jo jonkin aikaa."



ja seitsemän atomin ryppäitä. Samassa sammion sekoitus pysähtyi.

Liete kaadettiin nyt pitkänomaiseen suorakulmaiseen laatikkoon, jonka pohja oli uritettu niin, että urat johtivat laatikon toisessa reunassa oleviin kokoojaputkiin. Laatikon pohjalla urien päällä oli reiällinen levy. Sen reiät olivat niin pieniä, että niistä mahtuivat läpi vain lietteen neste ja nesteessä olevat seitsemän atomin ryppäät. Neste ryppäineen kerääntyi reikälevyn alla oleviin uriin ja virtasi niitä pitkin kokoojaputkiin ja edelleen seuraavaan sammioon. Kaikki lietteessä olleet suuremmat partikkelit jäivät levyn pinnalle laatikkoon.

Nesteen virtausta reikälevyn läpi vauhditettiin laatikossa sen pituussuuntaan kulkevalla pyörivällä telalla, joka painoi reikälevyn päälle jäänyttä partikkelimassaa varovasti reikälevyä vasten. Tätä toistettiin muutamia kertoja, kunnes partikkelimassa oli melko lailla kuiva. Kokoojasammioon kertynyt neste atomirypäineen siirrettiin odottamaan prosessin seuraavaa vaihetta.

Reikälevyn läpi ryppäänsä kanssa viimeisten joukossa kokoojasammioon livahtanut alkuaine vanadiini katsoi ympärilleen ja näki vieressään toisen sammion täynnä samanlaista nestettä. Se näki, että

sammion yläreunaan oli juuttunut samanlainen seitsemän atomin ryppäs, joka näytti olleen siinä jo jonkin aikaa.

Alkuaine vanadiini kysyi tältä ryppäältä: ”Tiedätkö sinä, mitä tämä kaikki tarkoittaa ja mitä me nyt tässä odotamme? Ryppään vanadiinit vastasivat: ”Me odotamme tässä sitä, että edelliseen laatikkoon jäänyt partikkelimassa jauhetaan vielä kerran hienommaksi ja sekoitetaan polttavaan nesteeseen lietteeksi. Liete käsitellään kolmannen kerran samalla tavalla kuin meidät muut kahteen kertaan. Neste ja siinä olevat loput vanadiini- ja happiatomien ryppäät tuodaan tänne ja lisätään näihin sammioihin jatkokäsittelyä varten”.

Asiaa hyvän tovin pohdittuaan alkuaine vanadiini oivalsi, että kaiken edellä olevan tarkoitus oli saada erotetuksi vanadiinin ja hapen muodostamat atomiryppäät teräskuonan muista aineosista. Jatkokäsittelyn tarkoituksena oli varmaankin päästä vielä eroon prosessinesteestä ja sen sisältämistä vieraista aineksista. Meneillään oli siis sen jo aiemmin arvailema puhdistautumisriitti. Tämän oivallettuaan alkuaine vanadiini huokaisi, asettui pitkälleen ja jäi tyyneksi odottamaan seuraavissa tarinoissa kerrottavia tulevia tapahtumia. ▲



Knowledge grows

## Paras tulos tehdään yhdessä

Yara ja Tapojärvi ovat aloittaneet allianssiyhteistyön Siilinjärven kaivoksella.

Toimintamallissa molempien yritysten kokemus, resurssit ja tietämys sekä riskienhallinta mahdollistavat entistä turvallisemman, laadukkaamman ja kannattavamman toiminnan.

yara.fi  @YaraSiilinjärvi



Vuorimiespäivät ovat jo aivan nurkan takana! Kevään odotetuin tapahtuma on tällä kertaa itselleni aivan erityinen, sillä järjestelyvastuut ovat olleet melko erilaiset aikaisempiin vuosiin verrattuna. Uudesta roolista huolimatta järjestelyt ovat edenneet hyvin ja pian pääsemmekin kaikki nauttimaan kevään suuresta juhlasta tällä kertaa Terrafamen isännöimänä.

Vuorimiespäivien 80. juhluvuoden teemaksi valikoitui *Vuoriteollisuuden mahdollisuudet ja merkitys muuttuvassa maailmassa*, ja puhujamme ovat huippuluokkaa. Muun muassa jaostojen kokouksissa voi käydä kuuntelemais-esitelmää Per Geijer -esiintymästä tai Blastr Green Steel -hankkeesta. Lisäksi pääsemme myös kuulemaan hieman Vuorimiesyhdistyksen 80-vuotisesta historiasta.

Tarkkasilmäisimmät Vuorimiespäivien kutsuhaitarin lukijat saattoivat huomata, että lauantain iloisen lounaan jälkeen järjestetään viralliset jatkot Crowne Plazan talvipuutarhassa ja sen välittömässä läheisyydessä. Tilaa on varattu riittävästi kaikille, jotka haluavat jatkaa iltaa lounaan jälkeen. Jatkoilla saa baarista juomaa ja yöpalaa rahaa vastaan. Jatkot jatkuvat aina klo 23.30 saakka. Enää ei tarvitse vuorimiesten ja -naisten hajaantua Helsingin yöhön iloisen lounaamme jälkeen, vaan voimme yhdessä jatkaa iltaa Crowne Plazan tiloissa.

Vuorimiespäivien jälkeen vahdinvaihtomme Arin kanssa on saatettu päätökseen ja pääsihteerin viitta siirtyy minulle kokonaisuudessaan. Saattaa olla, että joudun vielä Aria konsultoimaan joissakin asioissa, mutta eivätköhän asiat ala rullata omalla painolla pikkuhiljaa.

Uskon, että näistä Vuorimiespäivistä tulee myös teille erityiset. Tulkaa moikkaamaan Vuorimiespäivillä ja muistakaa nauttia joka hetkestä! ▲

## TED NUORIVAARA PÄÄSIHTEERI JR.



### VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2023

#### PUHEENJOHTAJA

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

#### VARAPUHEENJOHTAJA

DI Pentti Vihanto, 050 539 0314  
etunimi.sukunimi@terrafame.fi

#### PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

TkT Ted Nuorivaara  
Vermonrinne 22 B1, 00370 Helsinki  
050 344 1879  
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

#### Vt. WEBMASTER

Otto Kankaanpää 040 555 9260  
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

#### RAHASTONHOITAJA/Treasurer

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

#### GEOLOGIJAOSTO

FM Jussi Annanoli, pj, 40 484 7860  
jussi.annanoli@angloamerican.com  
FM Hanna Mönkkönen, sihteeri,  
040 7410 868  
etunimi.sukunimi2@wsp.com

#### KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO

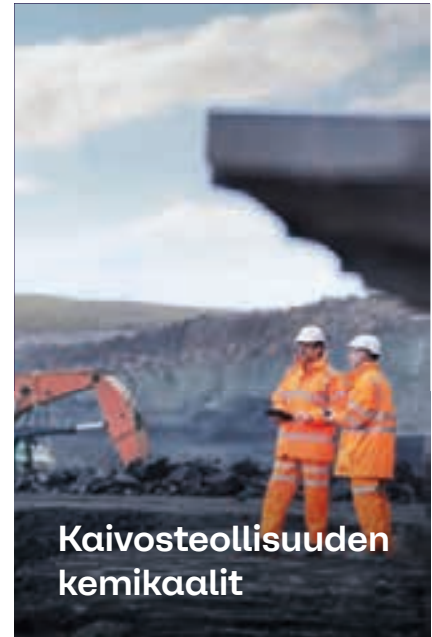
DI Annukka Kokkonen pj, 040 841 4850  
etunimi.sukunimi@sandvik.com  
DI Simo Laitinen, sihteeri, 050 411 8400  
etunimi.sukunimi@qheat.fi

#### RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/

DI Joakim Colpaert, pj, 045 3175 198  
etunimi.sukunimi@mogroup.com  
DI Paula Vehmaanperä, sihteeri,  
050 3511 781  
etunimi.vehmaanpera@gmail.com

#### METALLURGIJAOSTO/

TkT Ville-Valtteri Visuri, pj, 050 4125 642  
ville-valtteri.visuri@oulu.fi  
TkT Iina Vaajamo, sihteeri, 050 5363 143  
etunimi.sukunimi@mogroup.com  
<https://vuorimiesyhdistys.fi/yhteystiedot/>



## Kaivosteollisuuden kemikaalit

## BRENNTAG

Brenntag Nordic Oy kuuluu Brenntag-konserniin, joka on kemikaalijakelun globaali markkinajohtaja. Kaivosteollisuudessa Pohjoismaissa hyödynnämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

#### Päätuotteet

- Aktiivihiilet
- Ditiiofosfaatit
- Jauhinkuulat (myös kromiseosteiset)
- Kupari- ja sinkkisulfaatti
- Pölynestoaineet
- Kokooja-, painaja-, vahdotus-, aktivointi- sekä pH-säätökemikaalit rikastukseen
- Prosessivesien käsittelykemikaalit

#### Palvelut


- Kemikaalitestaukset ja konsultaatio
- Varastointi- ja logistiikkapalvelut

#### Yhteystiedot

Brenntag Nordic Oy  
Mikko Kähäri  
puhelin 040 708 7006  
mikko.kahari@brenntag.fi

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





**Minulla on  
kuudes aisti.  
Aktivoi sinäkin  
omasi.**

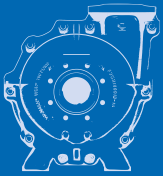
**United. Inspired.**

**6th Sense - älykäs, turvallinen, saumaton**

Epirocin 6th Sense- automaattioratkaisut lisäävät tuottavuutta, parantavat turvallisuutta ja edistävät ympäristökuormituksen vähentämistä. 6th Sense kertoo miten koneet ja laitteet toimivat ja auttaa tekemään tietoon perustuvia päätöksiä reaaliajassa. Tutustu ja aktivoi kuudes aistisi osoitteessa [www.epiroc.com/6thsense](http://www.epiroc.com/6thsense).

 **Epiroc**

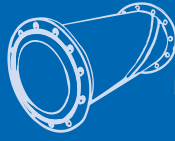
# Six industry-leading products.



Warman®  
slurry pumps



Cavex®  
hydrocyclones



Linatex®  
hoses



Enduron®  
screens



Linatex®  
rubber



Isogate®  
valves



One  
reliable  
solution.



Our compact, expertly engineered sand wash plants are built using our world-class process equipment, all made with abrasion-resistant material throughout. This equals maximum recovery of saleable sand.

Add to this the support of our service network, giving you complete access to wear parts, dedicated project engineers and aftersales teams at over 170 locations across the globe...

**You do the maths.**

Learn more at [sandwashplant.weir](http://sandwashplant.weir) - [finland.minerals@mail.weir](mailto:finland.minerals@mail.weir)

**WEHR**  
Minerals