

MATERIA

5-2025 | Joulukuu

GEOLOGIA
KAIVOS
LOUHINTA
RIKASTUS
PROSESSIT
METALLURGIA
MATERIAALIT

YLI 80 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA





Teemme tulevaisuuden yhdessä.

Haluamme toimia vastuullisesti ympäristön, työntekijöittemme ja koko Lapin hyväksi. Rakennamme Kittilässä kestävää tulevaisuutta. Tulevaisuus tarvitsee yhteistyötä ja innovointia. Tule mukaan.



@AgnicoEagleFinland



AGNICO EAGLE
FINLAND



8

MATERIA 5 – 2025 | JOULUKUU



25

- 5 Lukijalle: **Ari Oikarinen**
- 7 Pääkirjoitus: **Liisa Haavanlammi**: Tanssahdellen valoa kohti
- 8 **Leena K. Vanhatalo**: Viidestoista yö... ei kun viidestoista FEM
- 12 **Abdullah Zahid, Arsalan Shafaat, Samuel Popoola, Mikko Riikonen**: Kesätyökokemuksia
- 14 **Veikka Nurmio, Noora Ollikainen**: MateriaMittelöt 2025
- 15 **Paula Vehmaanperä**: Vuori-ilta 2025 Lappeenrannassa
- 17 **Sari Peltoniemi**: OECD: Kaivannaisala avainasemassa vihreässä siirtymässä – Suomi ja Lappi esillä mallialueina
- 20 **Jason Nelson**: Bridging the mining skills gap
- 23 **Mikael Nivala**: Tulenkestävien materiaalien kierrättäminen metallien valmistusprosesseista
- 25 **Tuomo Tiainen**: Alihankinta 2025 täytti Tampereen Messu- ja urheilukeskuksen
- 29 **Kristina Karvonen**: ISLANDR – maaperän terveyttä edistämässä
- 32 **Seppo Härkönen, Stephan Stücklin**: Terästen raekoon määrittäminen
- 37 **Tuomo Tiainen**: Tutkimusprofessorit toiveammatissa
- 40 **Piia Nummela**: Chile – A Global Mining Powerhouse and a Land of Opportunity for Finnish Solutions



70

- 44 **ABB:** Älykäs tuotanto rakentaa metalliteollisuuden kilpailukykyä
- 47 **Toni Eerola:** Vihreän siirtymän haasteet ja ristiriidat järjestömyyden aikana
- 51 **Tuomo Tiainen:** Ohutlevy muovautuu moneksi
- 56 **Gregor Lilius, Miikka Marjakoski:** Metallurgijaoston ensimmäinen webinaari – Sarlin Oy Ab
- 58 **Arto Hakola:** Vuorimiesyhdistyksen syysretken kävelyretki 10.9.25 klo 13.30
- 60 **Pekka Purra:** Tosikoita Outokummussa
- 61 **Olli Kankaanpää:** Metallurgijaoston syyssekskursio - Ovako Imatra Oy Ab
- 63 Väitös: **Leevi Lind:** Mining minor planets – what, why, and how?
- 65 Väitös: **Aidin Heidari:** Hydrogen reduction of industrial iron ore pellets: a multi-scale study from surface to core
- 67 Uutisia alalta: Sandvik käynnistää 80 miljoonan euron DataDrive'31 -ohjelman vauhdittamaan digitaalista murrosta
- 68 Uutisia alalta: Betoniteollisuuden vallankumous alkaa kaivoksen jätteistä
- 69 **Janne Siikaluoma:** Malminetsintä- ja kaivosammattilaiset liikkuvat hyvän asian puolesta – Geosählyturnaus 2025 pelattiin Kemissä
- 70 Mining Finland: **Aleksi Salo:** Strategioista toimeenpanoon – Suomi globaalin kaivosalan suunnannäyttäjänä
- 71 Metallinjalostajat: **Harri Leppänen:** Terästuonnin tariffikiintiöjärjestelmä hyväksyttävä pikaisesti
- 72 Kaivosteollisuus: **Pekka Suomela:** Yhteistyö vie kaivosalaa eteenpäin
- 73 DIMECC on-line: **Kaisa Kaukovirta:** FAME Campus – suomalaisen teollisuuden yhteinen kokeiluympäristö metallien 3D-tulostukseen
- 74 Kolumni: **Pertti Voutilainen:** Toimiiko vatsa?
- 75 Pakina **Tuomo Tiainen:** Myötövanhenevat austeniittiset ruostumattomat teräkset, osa 1
- 76 Pääsihteeriltä: **Liisa Haavanlammi**
- 76 Vuorimiesyhdistyksen toimihenkilöitä 2025

Ilmoittajamme tässä lehdessä:

AA Sakatti Mining Oy	45
AFRY Finland Oy	16
Agnico Eagle Finland Oy	2.kansi
Arctic Drilling Company Oy Ltd	22
Astrock Oy	61
Aurbis Finland Oy	16
Beijer Oy	57
Betker	24
Brenntag Nordic Oy	76
Epiroc Finland Oy AB	3.kansi
Eurofins Labtium Oy	45
FinMeas Oy	16
Oy Forcit AB	28
Geovisor Oy	43
GRM-services Oy	22
Hannukainen Mining Oy/Tapojärvi Oy	46
Jyväskylän Messut Oy	11
Oy KATI Ab	43
Metso Finland Oy	19
Miilux Oy	64
Mining Finland ry	3
Nordkalk Oy Ab	66
Orica Finland Oy	43
Roxia Oy	15
Sandvik Mining and Construction Finland Oy	4
Sibelco Nordic Oy Ab	68
SRK Consulting (UK) Limited	16
Sulzer Pumps Finland Oy	62
Suomen Maa-autot Oy	6
Suomen TPP Oy	6
Weir Minerals Finland Oy	takakansi

Mining Finland – Strategia 2026–2030

Mining Finland – Strategia 2026–2030

Suomi on vastuullisen kaivostoiminnan edelläkävijä.

Yhdistämme koko ekosysteemin ja vauhditamme jäsenyritysten kasvua kansainvälisesti.

1. Lisätä jäsenten kansainvälistä liiketoimintaa ja vientiä

Autamme suomalaisia toimijoita kasvamaan globaalisti, avaamme ovia markkinoille ja vahvistamme kilpailukykyä kansainvälisissä projekteissa.

2. Laajentaa ja syventää kansallisia ja kansainvälisiä verkostoja

Yhdistämme teknologiayritykset, kaivosyhtiöt, tutkimuksen ja investoijat Suomessa ja maailmalla.

3. Vahvistaa Suomi-brändiä globaalina vastuullisen kaivostoiminnan osaajana

Teemme Suomesta tunnetun esimerkin vastuullisesta ja teknologiaan perustuvan kaivostoiminnan kotimaana.

4. Parantaa jäsenten pääsyä markkinatietoon ja rahoitusmahdollisuuksiin

Tuomme saataville ajantasaista markkinatietoa ja kehitämme kanavia rahoitukseen ja kasvuhankkeisiin.

5. Tehostaa ja priorisoida jäsenpalveluita

Keskitymme palveluihin, joista syntyy mitattavaa hyötyä: näkyvyyttä, rahoitusta, vientiä ja uusia mahdollisuuksia.

Kaivostoiminnan tulevaisuus



Mineraalien kysyntä kasvaa samaan aikaan, kun malmiesiintymät ovat yhä vaikeammin hyödynnettävissä. Tämä luo uusia haasteita kaivosteollisuudelle, jolle tehokkuus, turvallisuus ja vastuullisuus eivät ole enää valinta vaan välttämättömyys. Lue kuinka ratkaisumme vastaavat alan tarpeisiin ja muokkaavat kaivostoiminnan tulevaisuutta.

JULKAISIJA / PUBLISHER

Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y.
83. vuosikerta
ISSN 1459-9694 www.vuorimiesyhdistys.fi
LEVIKKI n. 4000 kpl

MATERIA-LEHTI kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessiteknikka ja metallurgia sekä materiaalien valmistus ja materiaali- ja tekniikan 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.

PÄÄTOIMITTAJA / EDITOR IN CHIEF

DI Ari Oikarinen 050 568 9884
ari.e.oikarinen@gmail.com

TOIMITUSSIHTEERI / MANAGING EDITOR

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

ERIKOISTOIMITTAJAT / SPECIALISTS

TkT, prof.(emer.) Tuomo Tiainen 050 439 6630
tuomo.j.tiainen@gmail.com
DI Sini Anttila 040 709 1776 sini.anttila@actas.se

TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD

DI Kristian Colpaert 050 493 4254
kristian.colpaert@mail.weir
DI Mari Halonen pj / 040 869 0417
mari.halonen@forcit.fi
TkT Miia Kiviö Aurubis Finland Oy 040 641 6529
m.kivio@aurubis.com
DI Mauri Kostiaainen 040 963 8798
mauri.kostiaainen@lux.fi
DI Jannis Mikkola 040 747 9670
jannis.mikkola@sitowise.com
FM Anna-Riikka Pehkonen-Ollila 050 528 0771
anna-riikka.pehkonen-ollila@ains.fi
DI Tommi Sappinen 040 776 8470
tommi.sappinen@svy.info
DI Arto Suokas 040 091 8850
arto.suokas@gmail.com
FM Maria Vanhatalo BASF Battery Materials Finland Oy 040 414 4040 maria.vanhatalo@jci.fi
Apul. prof. Ville-Valtteri Visuri 050 412 5642
ville-valtteri.visuri@oulu.fi
DI Pia Laakso 040 590 0494
pia.laakso@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 Punamusta

TAITTO Punamusta,
Sisältö- ja suunnittelupalvelut

KANSI: Kivireliefi "Turvassa"
KUVA: Leena K. Vanhatalo

Hyvä lukija!

Kädessäsi on vuoden viides ja viimeinen MATERIA-lehti. Tarjolla on vuodenvaihteen lukupaketti. Tässä vaiheessa alkaa usein peilailla vuotta taaksepäin, ja tämäkin vuosi on ollut tapahtumarikas niin maailmanlaajuisesti kuin ihan allekirjoittaneenkin perspektiivistä. Ja onhan yhdistyksessikin tapahtunut muutoksia. Samalla voisi arvailla tulevan vuoden tapahtumia. Siihen en kuitenkaan halua mennä sen enempää kuin mitä nyt

ensi vuoden lehtien sisältöä miettien. Alussa tulee taas maakuntanumero, ja tarkoituksena on myös saada aikaan naapurimaanumero. Niitä odotellen matkaamme kohti tulevaa.

Tässä lehdessä on katsaus taannoiseen FEM-konferenssiin. Mukana on lisäksi sopivasti Lapin liiton juttu OECD:n raportista, jossa Suomea ja erityisesti Lappia alueena käsitellään osana vihreää siirtymää. Lehdessä on myös juttu Expomin-messuilta Chilestä kuluvalta vuodelta ja Suomen osastosta siellä.

Vaikka talvi on syvimmillään, ovat kesätyöt taas ajankohtaisia. Lehdessä on muutamia kesätyöntekijöiden kokemuksia. Niihin kannattaa tutustua. On asiaa tulenkestävistä materiaaleista, terästen raekoon määrittämisestä, älykkästä tuotannosta metalliteollisuudessa ja maaperän elvyttämisestä. Tosikkojen perustamisesta ja sen muistamisesta on juttu, ja muutama väitöskin on kuvattu. Muutakin luettavaa talven pimeneviin iltoihin on lehdessä mukana. ▲

Lisää löpinöitä on tulossa ensi vuonna,
FRISCO

Kansikuvan esittely: Kivireliefi "Turvassa"

Taiteilija-graafikko **Ulla-Britta Bredenbergin** (s.1943 k. 2014) kivireliefi *Turvassa* on lahjoitettu Marian kappeliin Levillä vuonna 2012. Työ on valmistunut vuonna 2005.

Reliefikivi on löydetty Sirkan kylästä. Se on alkuperäisessä muodossaan – taiteilijan sanoin: ”halkeamatkin siinä oli, kaikki muodot olivat siinä”.

Kivi elää ja puhuu taiteilijalle. Tämän reliefin kivistä taiteilija löysi ensin enkelin ja jälkeensä myös suojelijan. Kivitaidetta työstettäessä kivi voi olla pitkäänkin hakemas-hahmo. Tämän reliefin kivi oli pitkään unininreunalla.

Tämä reliefi esittää suojelua ja turvaa. Ihmiset tarvitsevat suojelua, jokainen tarvitsee turvaa ja rakkautta. Reliefissä on ihminen turvassa. – Kuka on tuo toinen hahmo, se, joka auttaa. Löysin siitä enkelin hahmon.

Taiteilija Ulla-Britta Bredenberg

syntyi Kittilässä ja hän vietti lapsuutensa Immeljärven rantamilla. Hänen taideopintonsa käsittävät Vapaan taidekoulun, Ateneumin graafisen iltalinjan sekä Mainosgraafikkojen koulun. Hän oli graafisen suunnittelun ammattilaisten järjestön Grafia ry:n jäsen.

Vuodesta 1983 lähtien taiteilijalla oli taidenäyttelyitä sekä Suomessa että muualla Pohjoismaissa. Bredenberg toimi myös maalauksen opettajana Kittilän kansalaisopistossa.

Ulla-Britta Bredenberg on kertonut kivien olleen hänen elämässään mukana jo lapsuudesta alkaen. Taiteilijan isä oli malminetsijä, joka myös harrasti kivien keräilyä.

Artikkelien aineistopäivä / Article and Booking ads deadline	Ilmestymispäivä / Published	Ilmoitusmyynti / Ad Marketing DI Satu Honkanen, Tmi SatUp 040 560 2926 satulhonkanen@gmail.com
M1 27.1.	6.3.	
M2 30.3.	8.5.	
M3 1.6.	10.7.	
M4 14.9.	23.10.	
M5 9.11.	18.12.	



Suomen TPP tarjoaa korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betoniteollisuudelle

- Laaja valikoima erilaisia kalliopultteja kallion lujitukseen mm. vaijeripultti, harjateräspultti
- Kaivosverkot maanalaisien tilojen tukemiseen
- Ventiflex-tuuletusputket maanalaisiin tunnelihin
- 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



"Siirrämme kallioita."

Lastaukset
Kuljetukset
Rusnaukset

Suomen Maa-autot Oy
Knuuttilanraitti 190
62300 Härmä

Toimitusjohtaja
Mika Kalliokoski
040 066 3496

mika.kalliokoski@suomenmaa-autot.fi

Kuljetuspäällikkö
Jere Kalliokoski
050 066 3496

jere.kalliokoski@suomenmaa-autot.fi

Tanssahdellen valoa kohti



KUVA: CHATGPT

Näin vuoden loppuessa on hyvä aika tarkastella hetki mennyttä ja tulevaa. Vuonna 2025 tekoäly on oppinut myös lisää, joten kysyin ChatGPT:ltä, mitä kaivos- ja metalliteollisuudelle kuului vuonna 2025, ja miltä tulevaisuus näyttää.

Kokonaisarvio vuodelle 2025

- **Mahdollisuudet:** Kaivosteollisuudella on hyviä kasvumahdollisuuksia erityisesti kriittisten metallien (kupari, litium, nikkeli) kysynnän vuoksi. Teknologinen kehitys (automaatio, digitalisaatio) voi parantaa tehokkuutta ja vähentää riskejä.
- **Riskejä:** Kustannuspaineet, ympäristöriskit, kaivosverotus ja geopoliittiset riskit voivat heikentää kannattavuutta.
- **Suomen rooli:** Suomessa kaivosteollisuus näyttää olevan strategisesti tärkeä energia- ja huoltovarmuuden kannalta, mutta toiminta vaatii investointeja ja vakaata regulaatiota.

Näyttää varsin tutulta, hyvin on opetettu. Vuorimiesyhdistyskin on mainittu: Vuoden kohokohtana ovat aina Vuorimiespäivät, joilla alan ihmiset tapaavat kollegoitaan ja yhteistyökumppaneitaan.



KUVA: CHATGPT

Vuorimiespäivien tunnelma on yhdistelmä ammatillisuutta ja yhteisöllisyyttä. Miten totta!

Alkavalle vuodelle ennustetaan, että vuosi 2026 on

Vuosi, joka ratkaisee suunnan

- Vuosi 2026 ei vielä kerro, mihin suuntaan ala lopulta kääntyy – mutta se kertoo, **pystyykö Suomi yhdistämään vastuullisuuden ja kilpailukyvyn.**
- Jos lupaprosessit kevenevät, jos ympäristövastuu pysyy uskottavana, ja jos yhteisöjen ääni otetaan tosissaan, Suomi voi nousta mallimaaksi, jossa malmi muuttuu arvoksi, ei vastakainasetteluksi.
- Jos taas viivyttellemme, muut tekevät sen puolestamme. Euroopan vihreä siirtymä ei pysähdy – mutta sen painopiste voi siirtyä muualle.

Kaivosala on vuoden 2026 mittatikka: **kuinka uskallamme tehdä kasvusta kestävää – ja kestävydestä kasvua.**

Tekoälyn kanssa voi olla hyvin pitkälle samaa mieltä erityisesti alamme merkityksestä niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa. Yleisissäkin ennusteissa tunnelman odotetaan kohoavan vuonna 2026 kuten kullon hinnan konsanaan – sitä onkin jo odotettu.

Joulun ja vuodenvaihteen tienoilla on hyvä aika pysähtyä hetkeksi. Ajatusleikkinä voi tehdä matkan niihin hetkiin, jolloin on tuntenut onnistuneensa erinomaisesti. Noista hetkistä saa otetuksi mielikuvat mukaan ja siirrettyä ne tulevaan vuoteen – mihin sitä ollaankaan menossa ja mitä kaikkea hienoa saamme aikaan? Mukaan voi liittää liikkeen ja tehdä omanlaisiaan muuveja, jotka kaikki saavat taatusti pöhinää aikaiseksi.

Voisiko samat ajatukset ja pöhinät viedä myös kukin omaan vuoteensa 2026? Käytetään niitä viemään meitä tanssahdellen eteenpäin, valoa kohti viisaasti ja toinen toistamme nostaen, niin meitä ei pysäytä mikään eikä kukaan!

Valoisaa vuotta 2026 odotellen,

LIISA



Ylös Panorama hotellille, jossa FEM järjestettiin, pääsi näppärästi alhaalta Levin kylältä gondolihsseillä parissa minuutissa.

Viidestoista yö... ei kun viidestoista FEM

Juice- laulun sanat *"Sun kanssa katson maailmaa"* sopivat kuitenkin tähänkin tilanteeseen. FEMissä päästiin katsomaan, millainen malminetsinnän maailma tällä hetkellä on erityisesti Pohjoismaissa.



Avauspuheenvuoron piti Lapin liiton vs. maakuntajohtaja Hannu Takkula.

Okakuun viimeisellä viikolla järjestettiin jo legendaksi muodostunut FEM-tapahtuma (Fennoscandian Exploration and Mining -konferenssi ja näyttely) 15. kerran. FEM on Euroopan suurimpia malminetsintä- ja kaivannaisteollisuuden tilaisuuksia. Ennen varsinaisia konferenssi- ja näyttelypäiviä Levillä järjestetään kurssseja, ja FEMin lopuksi on myös mahdollisuus osallistua retkille lähialueen kaivoksille.

Avajaistilaisuudessa jaettiin myös palkintoja. Agnico Eagle Award -palkinnon sai Endominetin malminetsintätiimi. Agnico Eagle Award -palkinto jaetaan joka toinen vuosi ryhmälle tai yksilölle, joka on tehnyt merkittävää työtä kullannetsinnässä tai kultakaivosteollisuuden ja kultamalmin rikastuksen kehittämisessä Suomessa, Ruotsissa

tai Norjassa. Fennoscandian Mining Award -palkinto luovutettiin tänä vuonna norjalaiselle Engebø-projektille. Kolmatta kertaa jaetun tasa-arvo Louhi -palkinnon sai Saija Luukkanen. Tästä enemmän oheisessa kainalojutussa.

Tänäkin vuonna tilaisuus oli jo elokuussa myyty loppuun. Konferenssilippuja myytiin 1200:lle osallistujalle 33 maasta ja 382 organisaatiosta. Näytteille asettaja -paikat ovat myös erittäin haluttuja ja ne oli myyty loppuun jo keväällä. Tänä vuonna talvi on antanut odottaa itseään myös Lapissa ja monesti niin talvinen Levi olikin tällä kertaa FEMin aikaan lämmin ja sumuinen. Lunta tai paremminkin jäätä löytyi vain yhdestä laskettelurinteestä.

Taustaa FEMistä

Tapahtuman juuret ajoittuvat vuoteen 1998, jolloin 70 alan asiantuntijaa kokoontui Ro-

vaniemelle paikalliseen hotelliravintolaan keskustelemaan alan tulevaisuuden näkymistä. Alussa tapahtuma järjestettiin kotimaisin voimin. Paikka vaihtui tilaisuuden suosion kasvaessa ensin Arktikumiin ja sieltä Lappia-taloon. Lopulta FEM siirtyi Rovaniemeltä Leville vuonna 2011. Alkuaikojen kaksinumeroisista osallistujamääristä on päästy nykyisiin yli tuhanteen osallistujaan. Kansanvälisyyskin on lisääntynyt, ja edustajia on yli 30 maasta. Vuodesta 2013 alkaen rekisteröityneiden määrä on vakiintunut reiluun tuhanteen henkilöön. Järjestäjätoimikunta on kolme kertaa enemmän kuin alkumetreillä. Suomen, Ruotsin ja Norjan välinen yhteistyö toimii FEM-työryhmissä mutkattomasti ja tehokkaasti. Materia-lehtikin on ollut jo pitkään FEMin mediapartneri jakamalla lehteä tilaisuudessa. ▲



Leville oli vaivautunut tänä vuonna vain pieni joukko mielenosoittajia, joiden kanssa jotkut kävivät rauhanomaisia keskusteluja.



FEMissä oli mahdollista kuunnella toinen toistaan mielenkiintoisempia esityksiä siitä, mitä alalla tapahtuu ja missä vaiheessa mikäkin hanke on.



Monia kiinnosti Keliberin osastolla ollut tiiliskivi. Tiili oli tehty rikastushiekasta. Sivuvirtojen hyödyntämisestä on tutkittu mm. tiilien valmistukseen.



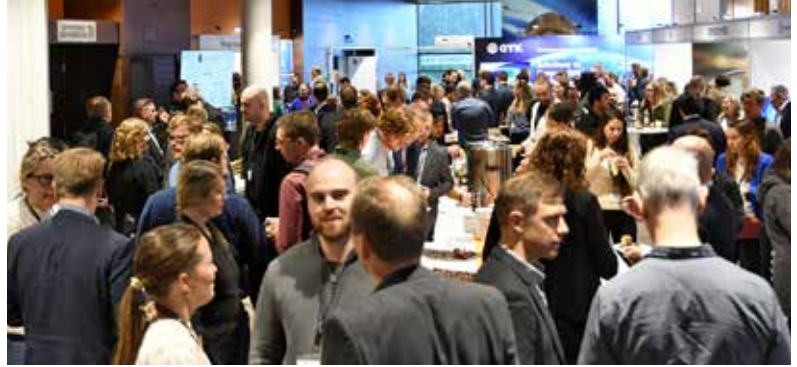
Sokli Oy:n projektijohtaja Pasi Heino päivitti kuulijoille Soklin tilannetta. Vielä menee kymmenisen vuotta ennen kuin Soklin mineraalivaroja päästään hyödyntämään, vaikka Soklin fosfaattiesiintymän löytymisestä on kohta kulunut 60 vuotta. Soklista on löydetty myös harvinaisia maametalleja.



CRS Laboratoriesin Ville Anttila kertoi, ettei kukaan edes yritä ylittää heidän osastonsa suklaatarjoiluja. Osastolle jutulle pysähtyjiä riittikin suklaan maistelun lisäksi keskustelemaan.



Näyttelyosastoilla riitti jatkuvasti kävijöitä.



Varsinkin kahvitaukojen aikana vilske oli kova.



Jos konferenssihulina kävi ylivoimaiseksi, Marian kappeliin oli mahdollista mennä hiljentymään. Sisällä kappelissa tosiaan oli aivan hiljaista, vaikka sen sijainti olikin aivan keskellä kylän melskettä. Marian kappeli on Kittilän seurakunnan toinen kirkko.



Tänä vuonna Levillä FEMin aikaan oli lunta vain laskettelurinteessä. Maailman Cup -kisoja varten lunta on kuulemma säilössä riittävästi.

TEKSTI JA KUVAT: LEENA K. VANHATALO

Vuoden 2025 LOUHI-palkinto Saija Luukkaselle

Women in Mining (WiM) Finland on myöntänyt vuoden 2025 LOUHI-palkinnon **Saija Luukkaselle**, joka toimii Oulun yliopiston Oulu Mining Schoolin johtajana. Hän toimi WiM Finland -järjestön ensimmäisenä puheenjohtajana vuosina 2018–2019.

Louhi-palkinto on kiertopalkinto, joka jaetaan vuorovuosin: parittomina vuosina henkilölle ja parillisina vuosina organisaatiolle. Palkinto jaettiin ensimmäisen kerran vuonna 2023, jolloin sen sai Hannele Vuorimies. Vuonna 2024 palkinto myönnettiin Yara Suomi Oy:lle. Nyt palkinto jaettiin kolmatta kertaa.

Tämän vuoden palkinnon saajaa sai ehdottaa kuka tahansa, ja lopullisen valinnan teki arvovaltainen jury, johon kuului edustajia mm. GeoPoolista, Yaralta, GTK:lta, Sandvikilta ja WiM Finlandista.

Juryyn perustelut:

”Työ Oulun yliopiston opiskelijoiden parissa, erityisesti ulkomaalaisten naisopiskelijoiden kanssa, on ollut vakuuttavaa jo vuosien ajan. Saija ei hae näkyvyyttä itselleen, vaan tulokset puhuvat puolestaan. Monet naiset ovat hänen ansioistaan saaneet kaivosalan ammatin, jota he eivät olisi voineet



saavuttaa kotimaassaan. Työ on ollut pitkäjänteistä ja jatkuu edelleen. Saija huolehtii myös siitä, että tasa-arvo säilyy opiskelijoiden keskuudessa Suomessa.”

Saijan kommentti:

”Luonnollisesti olen erittäin kiitollinen, otettu ja liikuttunut tästä yllättävästä huomionosoituksesta. Koen olevan tämän alan, sen kehittymisen ja kaikkien alalla toimivien etu, että ihan jokaiselle halukkaalle luodaan tasaväkisiä mahdollisuuksia toimia heidän taustoistaan riippumatta. Heterogeeninen työympäristö rikastaa elämää ja laajentaa perspektiiviä!

WiMin kaltaisia järjestöjä todella tarvitaan tasa-arvon edistämiseksi. Iso kiitos, WiM! Upeasti olette nousseet näkyvään ja merkittävään rooliin keskeisenä toimijana alallamme!”

TEKSTI JA KUVAT: MARIA LOHELA

PAVILJONKI 4.-5.11.2026 JYVÄSKYLÄ

FINNMATERIA

MINING | REFINING | RECYCLING

KAIVOSTEOLLISUUDEN JA TEOLLISEN KIERTOTALOUDEN ERIKOISMESSUT

Pohjoismaiden johtava kaivosteollisuuden ja teollisen kiertotalouden ammattitapahtuma järjestetään 4.-5.11.2026 Paviljongissa, Jyväskylässä.

Vuonna 2026 FinnMateria-messut laajentuvat kattamaan epäorgaanisen materiaalin koko elinkaaren, aina kaivostoiminnasta, jalostukseen ja kierrätykseen. Lisäksi teemana mukana teollinen vesienhallinta. Tapahtuma esittelee uusinta teknologiaa ja tarjoaa alustan alan ammattilaisille tavata kasvokkain.

**LUE LISÄÄ JA VARAA PAIKKASI
FINNMATERIA 2026 –MESSUILLE!**

finnmateria.fi >>

PAVIL
JONKI

 VUORIMIESYHDISTYS

MATERIA

Nuorten jäsenten kesätyökokemuksia

Toimitus lähetti kyselyn kesätyökokemuksista yhdistyksen kaikille nuorille jäsenille kesän lopussa. Tässä julkaisemme heidän vastauksiaan. Jatkossakin rohkaisemme myös nuoria jäseniä kirjoittamaan juttuja lehteen.

From Lab Data to Publication: A Summer in Research at LUT University

This summer I worked as a Junior Research Assistant at LUT University's School of Engineering Sciences in the Separation Science group. My role focused on research writing and modeling in the field of cyanide electrooxidation, an area that combines chemistry, process engineering, and environmental considerations.

I found the position through my studies in the MEITIM master's program, and I was motivated by the chance to gain deeper exposure to academic research alongside practical projects. The tasks were varied and gave me an excellent overview of how scientific results move from experimental data to publication.

A significant part of my work involved manuscript finalization—compiling and organizing experimental data, reviewing literature to ensure accuracy, and preparing content for submission. I also worked extensively with MATLAB, where I reviewed and modified kinetic reaction models. This involved checking the accuracy of equations, testing parameter sensitivity, and refining scripts so that simulation results matched experimental observations. Finally, I conducted literature reviews to identify conversion products of cyanide and compare them with experimental findings, helping to validate the group's results.

The best part of the job was how interactive it was. Although much of the work was analytical, I wasn't working in isolation. I actively discussed questions about experimental parameters and measurement

methods with supervisors and co-authors. These conversations not only improved data accuracy but also helped me to understand the broader implications of the research.

One of the challenges was balancing precision with deadlines. Scientific writing requires extreme attention to detail, but manuscripts must also be completed on schedule. I learned to prioritize effectively, ensuring that every section of the work was both technically correct and delivered on time.

The experience has shaped how I see my future. While I have industry experience in production and logistics, this summer opened my eyes to how modeling, coding, and academic research can directly influence industrial practices, especially in areas like resource processing and environmental safety. It strengthened my motivation to pursue roles where I can combine hands-on engineering with analytical and data-driven approaches.

Overall, my summer at LUT University taught me not just technical skills in writing, MATLAB coding, and literature analysis, but also how much collaboration, communication, and initiative matter in research. It confirmed that whether in academia or industry, progress happens when data, teamwork, and curiosity come together.

ABDULLAH ZAHID

.....

Summer Experience:

This summer, I worked on my thesis project at Aalto University in the TDM research group, focusing on the distribution of phosphates between molten salts and slags and the implications for phosphorus

and rare earth element recovery. The position came through my master's program in Sustainable Metallurgical Engineering.

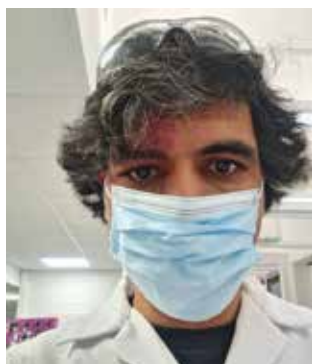
One of the challenges was to learn how to handle high-temperature experiments using sealed silica ampoules, where both evaporation and crucible stability became major issues. Through this, I learned the importance of careful experimen-

tal planning and adapting methods when conditions did not behave as expected.

I gained hands-on experience in sample preparation, SEM-EDS analysis, and thermodynamic modelling with FactSage, which allowed me to link experimental results with phase equilibria predictions. The most surprising part was to see how small changes in atmosphere or temperature could drastically shift phase stability and element distribution.

Overall, the summer gave me a deeper understanding of pyrometallurgical recovery processes and reinforced my interest in pursuing a career in resource recycling and sustainable metallurgy.

ARSALAN SHAFAT
MASTER'S DEGREE STUDENT
AT AALTO SCHOOL OF CHEMICAL ENGINEERING



Last summer, I had the opportunity to complete my internship at the Helmholtz Institute Freiberg for Resource Technology (HZDR-HIF) in Germany, as part of my Erasmus Mundus Joint Master's in Sustainable Mineral and Metal Processing Engineering.

My project focused on investigating how ultrasonic treatment and desliming can enhance the froth flotation recovery of fine cassiterite particles from historical tin ore. This work involved designing and conducting laboratory flotation experiments, preparing reagents, operating flotation equipment, and analyzing results to understand how innovative beneficiation approaches can be applied in mineral processing.

Throughout the internship, I gained valuable technical and professional experience, including:

- Hands-on practice with flotation cells, reagent preparation, and analytical tools such as p-XRF.
- Strengthened problem-solving and critical-thinking skills, especially when experimental outcomes required re-evaluation and adjustments.
- A deeper appreciation for the role of safety, teamwork, and interdisciplinary collaboration in research environments.

The most rewarding aspect of the internship was seeing how research and innovation in mineral processing can contribute to more sustainable and efficient use of mineral resources. The experience strongly reinforced my motivation to pursue a career in minerals and metals processing, bridging both industrial and research perspectives. I would like to sincerely acknowledge Prof. Dr. Safak G. Özkan and Dr. Martin Rudolph for their outstanding supervision, guidance, and support during the internship.

SAMUEL POPOOLA



Rejlers – Prosessisuunnittelun harjoittelija



Kauppakellon kilinä merkitsee isompia kauppoja, mutta myös kakkukahveja.

Työ suunnittelutoimistossa voi olla monelle opiskelijalle puoleensa vetävää, mutta työn arjesta ja käytännön tekemisestä liikkuu opiskelijapiireissä vähän tietoa. Juuri siksi ekskursiot ovat tärkeitä, ja alkuvuodesta osallistuin itsekin Rejlersin järjestämälle vierailulle, joka oli suunnattu Aalto-yliopiston kemian tekniikan opiskelijoille. Ekskursio varmasti vaikutti rekrytointiprosessiin myönteisesti, ja lopulta sainkin paikan Rejlersiltä!

Työskentelin Vantaan toimistolla aluksi sisäisten kehitystehtävien parissa, kunnes pääsin mukaan asiakasprojektiin. Projektissa päivitin ja piirsin kymmeniä asiakkaan PI-kaavioita ja opin valtavasti niiden laatimisesta. Parasta oli päästä urani ensimmäiselle työmatkalle paineenvähennysasemille, joissa tutustuin prosessiin omat kaaviot kädessä ja merkkasin havaitsemiani ”kämmejä”.

Jokainen kesätyö tähän mennessä on avartanut käsitystäni siitä, millaista työtä haluaisin tulevaisuudessa tehdä. Toista saaduista kokemuksista olen myös ikään kuin koonnut omaa insinöörin työkalupakkiani ja ajatusmaailmaa, joista on hyötyä välillä yllättävin tavoin. Onkin hienoa, että saan jatkaa syksyllä projektin parissa osa-aikaisena, mikä sopii hyvin yhteen opintojen viimeistelyn kanssa. Jäljellä onkin enää vain yksi kurssi ja diplomityö.

MIKKO RIIKONEN

5. VSK. OPIKELIJA, CHEMICAL AND PROCESS ENGINEERING

Aalto university

<http://www.linkedin.com/in/mikko-riikonen-aalto-uni>

MateriaMittelöt 2025

– kun materiaalit kohtasivat ja kyllä yhdistivät voimansa

Lokakuussa 2025 tapahtui kummaa, kun materiaalteekkarit ympäri Suomen kokoontuivat Turkuun historian ensimmäisiin MateriaMittelöihin, tuttavallisemmin MaMeihin. Tuo kolmipäiväinen tapahtuma toi yhteen kolme materiaalteknikan kiltaa, joiden yhteistyön tuloksena tämä spektaakkeli saatiin järjestetyksi.

MaMit?? Mitä? Missä? Milloin? Miksi?

MateriaMittelöt on viikonlopun mittainen tapahtumien ketju, jonka järjestämisperinne aloitettiin tarkoituksena vastata maan materiaalteekkareiden tarpeeseen yhteisistä kokoontumisajoista. Vastaavanlaisia tapahtumia ovat muun muassa koneteekkareiden Kirkastusjuhlat eli Kirkkarit, energiateekkareiden Ente-päivät ja bioteekkareiden RekomBIONaatio. Tapahtuman tarkoituksena on tarjota osallistujille monipuolinen kattaus verkostoitumista, kilpailuja, juhlia ja hauskanpitoa. MaMien ohjelma koostuu niin yritysesityksistä ja uratarinoista kuin myös perinteisistä opiskelijatapahtumistakin kuten rastikierroksesta, kyykkäturnauksesta ja silliamiaisesta. Tapahtuma tarjoaa mahdollisuuden tavata tulevia kollegoita, vaihtaa kokemuksia ja saada kontakteja sekä opiskelija- että työelämään.

Ensimmäiset MateriaMittelöt järjestettiin Suomen Turussa 10.-12.10.2025 Materiaalteknikan kiltä Adamas ry:n toimesta. Tapahtuman suunnittelutyön pisti aluilleen

Adamaksen istuva puheenjohtaja Veikka Nurmio jo alkuvuodesta ollessaan yhteydessä Vuorimieskillan ja Materiaali-insinöörikillan (MIK) puheenjohtajiin. Näin alkoivat rattaat pyöriä, ja varhain keväällä olikin jo toimikunta pystyssä. Materiaalteekkarit Turussa, Tampereella ja Otaniemessä löivät viisaat päänsä yhteen Zoomin välityksellä, ja tapahtumakonsepti saatiin suunnitelluksi. Näin jäljelle jäi enää vain toteutus.

Mitä MaMi-viikonloppuna sitten tehtiin?

Tapahtuma startattiin perjantaina 10.10. aloitusluennolla, jossa käytiin läpi viikonlopun ohjelmaa ja aikataulua. Virallisen osuuden jälkeen siirryttiin perinteiselle rastikierrokseksi. Kierroksella rasteja olivat pitämässä turkulaiset teekkarikillat ja harrastajajärjestöt. Voittajaksi selviytyi Adamin enkelit -niminen joukkue. Tästä ilta jatkui vielä yhteisille jatkoille, joissa esiintyi DJ-kaksikko Kalle ja Eelis.

Seuraava päivä alkoi brunssin ja yritysesityksien merkeissä. Esittelyissä kuultiin mielenkiintoisista uratarinoista, yrityksistä ja yhdistyksistä. Tästä suunnattiin kyykkä-kentille selvittämään mestari tässä legendarisessa opiskelijalajissa. Turnauksen voittoon selvisi Adamaksen ja MIK:n puheenjohtaja joukkue. Pienen tauon jälkeen ilta huipentui vielä akateemiseen pöytäjuhliaan. Tunnelma oli katossa vielä pitkälle yöhön DJ-kaksikkomme viihdyttäessä juhlakansaa illan jatkoilla.

Viikonloppu sai päätöksen sunnuntaina silliamiaisella, jonne tultiin palautumaan viikonlopun kummelluksista. Silliksellä oli tarjolla bingoa, ruokaa sekä mahdollisuus saunaa ja käydä paljussa.

Miten järjestäminen sitten onnistui?

“Järkkääminen oli aikaa vievää, mutta antoisaa”, kommentoi Adamaksen puheenjohtaja Veikka Nurmio. Koska tapahtuma järjestettiin ensimmäistä kertaa, oli konseptin suunnittelussa alkuun haasteita. Näihin ongelmiin saatiin kuitenkin tukea muun muassa Konetekniikan kiltä Machina ry:n toimijoilta, joilla oli kokemusta vastaavan tapahtuman järjestämisestä. Alkukankeuden jälkeen suunnittelu sujui ilman suurempia vaikeuksia.

“Viikonloppu sujui yllättävän hyvin”, toteaa yhtenä järjestäjänä toiminut Noora Ollikainen. Viikonloppu eteni suunnitelmien mukaan ilman suurempia ongelmia. Näin suuren tapahtumakokonaisuuden järjestäminen on väistämättäkin rankkaa, mutta täysin sen arvoista. Vaikka järjestäjät saattoivat potea ajoittain väsymystä ja stressiä viikonlopun aikana, päällimmäisiksi tunteiksi jäivät kuitenkin ylpeys ja tyytyväisyys omasta onnistumisesta.

Nämä ensimmäiset MateriaMittelöt loivat vankan pohjan perinteelle, jonka toivomme jatkuvan vielä vuosikymmentenkin päästä. Yksi asia on varma: kun materiaalit kohtaavat, syntyy jotakin kestäväää. Tapahtuman järjestäjien lisäksi suuri kiitos kuuluu MaMien yhteistyökumppaneille! Kiitos myös VMY:lle toiminnan esittelystä ja lauantaan brunssin tarjoamisesta!

Poimintoja palauteomakkeesta:

“Vuoden leffoin tapahtuma! Oli jo aikakin saada yhteinen tapahtuma materiaalteknikan superihmisille 😊 Suuret kiitokset ja nähdään ensi vuonna!”

“Ebin, jatketaan näillä.”

“Kyykkä oli hauskaa, ja oli kiva tavata sisarkiltalaisia.”

TEKSTI: VEIKKA NURMIO
JA NOORA OLLIKAINEN

KUVA: OLAVI OJAKORPI



KUVA: ELLEN VAINIO



Vuori-ilta 2025 Lappeenrannassa

Jo perinteeksi muodostunut Vuorimiesyhdistyksen Vuori-ilta järjestettiin 22.9.2025 Lappeenrannassa Skinnarilan kampuksella. Vuori-iltoja on järjestetty Oulussa vuonna 2023 ja Espoossa vuonna 2024, mutta tämän vuoden tilaisuus pidettiin ensimmäistä kertaa englanniksi. Tarkoituksena oli houkutella myös kansanväliset kyvyt alalle ja tietysti mukaan yhdistyksen toimintaan. Tilaisuus oli varsin onnistunut, ja paikalle oli kokoontunut lähes 50 alamme opiskelijaa.

Tilaisuuden aluksi **Minna Nevalainen** esitteli Vuorimiesyhdistyksen toimintaa. Tämän lisäksi kuulumme uratarinoita kaikilta yhdistyksen neljältä jaostolta. Uratarinoista kertoivat: **Paula Vehmaanperä** (ympäristöministeriö), **Simo Pyysing** (Weir Minerals Scandinavia), **Jouni Heinonen** (Nordkalk), **Otto Kankaanpää** (Ovako), **Heini Soininen** (YIT), **Janne Kauppi** (Metso) sekä **Minna Nevalainen** (Nordkalk).

Mielenkiintoisten ja hyvin erilaisten uratarinoiden lisäksi opiskelijat kuulsivat, kuinka moninaisia työllistymismahdollisuuksia



alan koulutus ja vuoriteollisuus voivat tarjota. Lisäksi esiintyjät kertoivat, miten Vuorimiesyhdistykseen kuulumisen on koettu hyödylliseksi uran eri vaiheissa. Opiskelijoille jäi illasta käteen yksi tärkeä oppi- verkostoituminen kannattaa aina, ja Vuorimiesyhdistyksen tilaisuuksiin kannattaa osallistua

aktiivisesti. Tälläkään kertaa Vuori-illassa ei pidetty tiukkoja kalvosulkeisia, vaan osallistujille tarjottiin lisäksi maittava illallinen ruokajuomineen. Pian tilan täytti vilkas keskustelu, joka jatkui illan jo pimennettyä.

TEKSTI: PAULA VEHMAANPERÄ
KUVA: MINNA NEVALAINEN

ROXIA



Filtration Performance - Powered by People

- The driest cake from the finest concentrate.
- Advanced filter equipment and parts built on the latest innovations.
- Full filter life cycle support.
- Personal service with fast response and close collaboration.
- We deliver what you need, when you need it – globally.



sales@roxia.com

www.roxia.com





Engineered by AFRY

Palvelemme kaivos- ja metalliteollisuuden asiakkaitamme vastuullisesti ja kokonaisvaltaisesti: malminetsinnästä kaivosten ja avolouhosten sekä rikastamojen ja sulattojen suunnitteluun, toteutukseen ja kunnossapitoon.

Osaamisemme kattaa kaivostoimintaan, mineraalien käsittelyyn ja metallurgiaan liittyvät hankkeet.



Maailman parasta kuparia, tehty Porissa.

Aurubis Finland Oy
Aurubis.fi
Nordiccopper.com

Aurubis



YMPÄRISTÖ- JA PATOTARKKAILUJÄRJESTELMÄ

DATA JA DOKUMENTIT SAMAAAN JÄRJESTELMÄÄN

- Automaattisten ja manuaalimittausten data
- Rajapinnat eri tietolähteiden välillä

REAALIAIKAINEN MITTATIEOJEN HALLINTA

- Datan visualisointi, analysointi ja jatkojalostaminen
- Hälytykset sallittujen raja-arvojen ylittyessä

AUTOMATISOITU RAPORTOINTI

- Viikko-, kuukausi- ja vuosiraporttien automatisointi
- Manuaalisten työvaiheiden minimointi

www.finmeas.com



Exploration through operations to closure

- Mineral Exploration Services
- Geology and Mineral Resources
- Scoping to Feasibility Studies
- Reserves Statements
- Mine Design and Planning
- Mining Geotechnics and Modelling
- Operations support
- Due Diligence and Audits
- Mineral Processing Support
- Mine Waste and Tailings Management (GISTM)
- Water Management, Modelling and Stewardship
- ESG Strategy Services
- Engineering of Decarbonisation

SRK Consulting Finland Oy
+358 (0) 401965214
info@srknordic.com
www.srk.com

1,700 PROFESSIONALS | 45 OFFICES | 6 CONTINENTS



OECD: Kaivannaisala avainasemassa vihreässä siirtymässä – Suomi ja Lappi esillä mallialueina

Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö OECD julkaisi kesällä 2025 raporttisarjan, jossa tarkastellaan kaivannaisalan roolia Euroopan vihreässä siirtymässä. Raportit tarjoavat konkreettisia suosituksia siitä, miten alueet Suomesta, Espanjasta, Portugalista, Kreikasta ja Ruotsista voivat vahvistaa kaivannaiskosysteemejään, kehittää kestäviä toimintamalleja ja turvata Euroopan raaka-ainehuoltoa.

Laaja eurooppalainen selvitys

Euroopan komission tavoitteena on edistää vihreää siirtymää ja Euroopan strategista autonomiaa mineraaliraaka-aineissa sekä parantaa kansalaisten hyvinvointia kaivosalueilla. Tähän liittyen komissio antoi OECD:lle toimeksiannon perehtyä kymmeneen kaivosalueeseen viidessä maassa: Suomessa, Kreikassa, Portugalissa, Espanjassa ja Ruotsissa. Suomesta selvityksessä mukana olleet maakunnat olivat Lappi, Kainuu, Keski-Pohjanmaa, Pohjois-Karjala ja Pohjois-Pohjanmaa.

Selvitys toteutettiin Euroopan unionin teknisen tuen instrumentin (TSI) rahoituksella yhteistyössä Euroopan komission

kanssa. Se on osa OECD:n *Mining Regions and Cities* -aloitetta, joka kokoaa yhteen politiikkasuosituksia mineraaleihin erikoistuneille alueille ja tukee niiden kestävä kehittämistä.

Työhön sisältyi laajoja sidosryhmäkeskusteluja eri puolilla Eurooppaa. OECD:n asiantuntijat vierailivat toimeksiannon puitteissa 26 kunnassa ja 12 kaivoksella sekä tapasivat noin 450 sidosryhmien edustajaa. Selvityksen lopputuloksena OECD julkaisi kesäkuussa 2025 alue- ja maakohtaiset raportit ja EU-tason raportin, joka esittää 15 aluetasolle ja kuusi kansalliselle tasolle suunnattua suositusta. Niiden tavoitteena

on vahvistaa vastuullista kaivostoimintaa, parantaa ympäristön huomioon ottamista ja lisätä paikallisia hyötyjä kaivosalueilla.

Suomen kokonaiskuva: vahvuudet ja haasteet

OECD:n Suomelle laatimassa maaraportissa korostuu maan merkittävä asema eurooppalaisena mineraalitoimijana. Suomella on huomattavat mineraalivarat ja vahvaa osaamista kaivostoiminnassa, metallinjalostuksessa ja alan tutkimuksessa. OECD nostaa esiin erityisesti Suomen vahvat tutkimus- ja koulutusorganisaatiot, jotka tukevat koko Euroopan mineraalialan kehitystä.



OECD kuitenkin huomauttaa, että näiden vahvuuksien rinnalla Suomi kohtaa merkittäviä haasteita. Yksi keskeisimmistä liittyvä luovutusprosesseihin: ne koetaan monimutkaiseksi ja aikaa vieviksi, mikä saattaa hidastaa investointeja. Toinen keskeinen kysymys on alueiden välinen koordinaatio ja se, miten eri hallinnon tasot (valtakunnallinen, alueellinen ja paikallinen) voivat tukea toisiaan johdonmukaisesti.

Lisäksi OECD korostaa tarvetta vahvistaa vuorovaikutusta ja luottamusta eri sidosryhmien välillä. Kaivannaisala herättää monenlaisia odotuksia ja huolia: taloudelliset mahdollisuudet ovat kiistattomat, mutta samalla ympäristölliset ja sosiaaliset vaikutukset vaativat huolellista yhteensovittamista.

Raportti esittää Suomelle 13 suositusta lupaprosessin ja kaivosalan hallinnon kehittämiseksi. Toimenpidesuosituksiin kuuluvat muun muassa seuraavat toimet:

- viranomaisten välisen yhteistyön vahvistaminen
- kansallisten ja alueellisten toimijoiden roolien ja vastuiden selkeyttäminen

Suomen raportti piirtää kuvan maasta, jolla on hyvät lähtökohdat olla vihreän siirtymän edelläkävijä. Samalla se muistuttaa, että onnistuminen edellyttää määrätietoista työtä hallinnon, yritysten, tutkimuksen ja kansalaisten yhteistyönä, sujuvampia lupaprosesseja ja vahvaa sidosryhmävuoropuhelua.

Alueelliset profilit ja suositukset

Viidelle suomalaiselle maakunnalle laadittiin omat alueprofilit, joiden tavoitteena oli tunnistaa aluekohtaiset vahvuudet ja



haasteet sekä tuottaa räätälöityjä suosituksia. Suomalaisille maakunnille yhteisiä teemoja OECD:n mukaan ovat osaavan työvoiman saatavuus, infrastruktuurin kehittäminen sekä tarve vahvistaa alueiden välistä yhteistyötä.

Lapin raportissa OECD tunnustaa maakunnan yhdeksi Euroopan merkittävimmistä mineraalialueista. Lapissa sijaitsee EU:n ainoa kromikaivos ja suurin kultakaivos. Maakunta vastaa 31 prosentista koko Suomen kaivostoiminnan ja 32 prosentista metallinjalostuksen liikevaihdosta.

OECD nostaa esiin myös Lapin matalapäästöisen tuotannon: uusiutuvan energian ansiosta mineraalien hiilijalanjälki on kansainvälisesti kilpailukykyinen. Alueella on esimerkkejä onnistuneesta toimialojen rinnakkaiselosta mm. Kittilässä, jossa kaivostoiminta ja matkailu tukevat toisiaan.

Haasteiksi raportissa nimetään Lapinkin osalta osaajapula, pitkät etäisyydet ja infra-

struktuurin kehittämistarpeet sekä tarve sovittaa yhteen kaivostoiminta ja muut maankäytön muodot. OECD suosittelee Lapille erityisesti yhteisöjen osallistamisen vahvistamista, kiertotalouden ja innovaatiotoiminnan edistämistä, koulutus- ja rekrytointipolkujen kehittämistä sekä asumisen ja liikenneverkkojen parantamista.

Tutustu raportteihin tarkemmin

Lapin liiton hallinnoima *Lapland Mining Hub* -hanke on käännettänyt Suomen maaraportin ja Lappi-profilin suomeksi, ja ne ovat ladattavissa osoitteesta: <https://www.lapinliitto.fi/hankkeet/kansalliset-hankkeet/mining-hub/>

Raporttien alkuperäiset kieliversiot ja EU-tason raportti löytyvät osoitteesta: <https://www.oecd.org/en/topics/mining-regions-and-cities.html> ▲

TEKSTI: SARI PELTONIEMI

Partner
for positive
change



Metso Pumps

Luotettava kumppani energiatehokkaaseen pumppaamiseen

Uusilla pumppaus- ja nesteensiirtoratkaisuillamme voit saada alennettua energiakulutusta jopa kolmanneksella.

metso.com

Metso

Bridging the mining skills gap

- how Metso Academy is shaping the future of workforce development

The mining industry is at a pivotal moment. As experienced workers retire and fewer young professionals enter the field, mine sites around the world are grappling with a growing skills gap. This shortage of skilled labor is not just a workforce issue — it is a business risk that affects safety, productivity, and profitability.

In response, many mining companies are rethinking how they attract, train, and retain talent. Increasingly, they are turning to structured career development and strategic partnerships to build a more resilient workforce. At the forefront of this shift is Metso Academy, which is helping customers move beyond one-off training sessions to comprehensive learning journeys that empower workers, improve operational performance, and secure operational continuity.

The knowledge gap: a generational challenge

The mining sector is facing a demographic cliff. As baby boomers retire, they take with them decades of hands-on knowledge that has not always been passed down. **Nichole Pritchard**, Director of Commercial and Sales Enablement at Metso Academy, explains that this has created a confidence gap among younger workers, who may not have had the opportunity to gain knowledge from more experienced personnel.

"Many technicians leave for just a small increase in hourly pay, because they do not see a future," she says. "But if you create a

true career path — if they can see how their learning journey helps them grow — then there is more reason to stay than just money."

This lack of continuity has made it harder for mines to maintain consistent performance. Without a clear path for skill development, workers often feel stuck or underprepared. Therefore more companies are interested in investing in structured training programs that offer both foundational knowledge and opportunities for advancement.

From jobs to careers: building progression paths

Rather than training every worker to be an expert, Metso encourages a scalable model where employees can grow into specialized roles over time. "You do not need everyone to be a gyratory crusher expert," Nichole explains. "But you do need people who understand the equipment well enough to speak the same language."

This approach helps mines build "lines of progression" — clear, achievable steps that allow workers to move from basic mechanical roles to more advanced technical positions. It also helps reduce turnover by giving employees a sense of purpose and pride in their work.

Importantly, Metso's training philosophy balances specialization with cross-skilling. Once a technician has mastered a particular asset, they are encouraged to expand their knowledge into adjacent areas. "It is about creating subject matter experts who are also adaptable," says Nichole.

Beyond one-offs: piloting a new training model

Historically, most customer training was reactive — short, one-off sessions during equipment commissioning or triggered by service issues or safety concerns. While these sessions still have their place, Metso is now helping customers adopt a more proactive approach.

The shift began internally. During the COVID-19 pandemic, when many companies cut training budgets, Metso doubled down. The company launched the Metso Academy as a global initiative to build internal competence and prepare for the future. That same model is now being piloted with external customers.

One such pilot is underway with a major North American mining company. "We are not just doing training anymore," Nichole says. "We are building learning journeys — step-by-step programs that develop true competence and confidence."

These programs are tailored to each site's needs. Metso begins with a deep-dive audit, reviewing service records, interviewing frontline workers, and identifying operational pain points. From there, a customized curriculum is developed, blending foundational knowledge with role-specific training for operators, maintenance teams, planners, and supervisors. The entire process may take a month or two to build an appropriate program. In more complex cases, it can take up to two quarters to properly audit, customize, and deliver a tailored offer.



Digital tools and the future of Learning

As the industry evolves, also the tools used to train its workforce must be advanced. Metso Academy is investing heavily in digital learning technologies that make training more immersive, accessible, and effective.

Among the latest innovations and tools:

- **Operator Training Simulators** (such as Geminex OTS) which allow personnel the chance to practice operating a full plant process or individual process circuits in a safe, virtual environment
- **Virtual Reality (VR) simulators** for mill relining
- **Augmented reality (AR) tools like Metso Remote Expert Support (REX)** for real-time, on-site guidance
- **3D models** that allow learners to virtually disassemble and explore equipment
- **A Metaverse-style environment** for experiential learning

These tools are especially valuable in remote or high-risk environments where hands-on training can be difficult. They also support higher retention rates by engaging learners in more interactive ways. On the formal education side, Finnish-based Lappia Vocational School in Tornio and Metso have collaborated for over a decade to integrate advanced Operator Training Simulators (OTS) into vocational education for the mining sector. As a part of the foundational qualification program for mine workers and mineral processors, students gain hands-on experience with realistic simulations of mining operations. This long-standing partnership has empowered learners with practical skills in a safe, controlled environment, bridging the gap between theory and real-world application and preparing them for the demands of modern mining production.

"Students have appreciated the Geminex OTS learning environment because it allows them to practice different mining processes in controlled conditions. During the exercises, students carry out tasks according to instructions for the production facility. Each student has their own simulation platform in use during training, allowing them to complete the tasks at their own pace", Harri Aaltonen, a teacher from Lappia Vocational School, explains.



"Training is not just about content anymore," Nichole notes. "It is about how you deliver it. We are moving from being a training provider to a full learning and development organization."

However, digital tools have not replaced hands-on learning, which is still an integral part of most programs. "We have multiple sites around the world where customers can come to train on actual equipment," Nichole adds. "Facilities like Bayswater in Perth, Australia and the new state-of-the-art training facility in Mesa, Arizona — opening in early 2026, offer customers the chance to have machine-side learning to hone their maintenance knowledge on many types of equipment. In Finland, customers have access to a dedicated demonstration room at Metso's Espoo facilities, to gain hands-on experience with sophisticated analyzer equipment. There are other live training possibilities and facilities available in Tampere for crushers and screens as well as in Sala, Sweden for pumps, among others."

Partnerships that drive performance

Perhaps the most important shift is in how Metso works with its customers. Rather than acting as an external vendor, Metso positions itself as a strategic partner — one that complements, rather than replaces, the customer's internal teams.

"Our goal is not to make customers reliant on us," Nichole says. "It is to empow-

er them. When our service teams and their maintenance crews work together, then you see real results."

This collaborative model is built on trust. While some customers have historically been hesitant to share operational data, Nichole says that it is now changing. "When they begin to see us more as partners— they are more open. And that allows us to build programs that truly meet their needs."

The benefits are tangible: reduced downtime, improved asset availability, and a more engaged workforce. As more mines adopt this model, the industry as a whole becomes more resilient.

Conclusion: meeting the moment

The mining industry can not afford to wait. The skills gap is real, and the consequences of inaction are costly. But with the right approach — one that combines structured learning, digital innovation, hands on learning opportunities, and true partnership — there is a clear path forward.

Metso Academy is helping lead the way. By investing in people, not just equipment, they are helping mines build the workforce of the future — one confident, capable technician at a time. ▲

TEXT: JASON NELSON, METSO
PHOTOS: METSO



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
- ✓ MINIMAL ENVIRONMENTAL IMPACT
- ✓ CERTIFIED QUALITY
- ✓ SAFETY EXCELLENCE
- ✓ COST-EFFECTIVE DRILLING
- ✓ EFFICIENT TECHNOLOGY

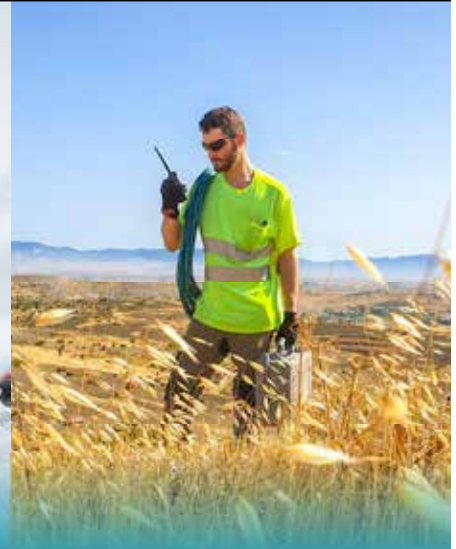


Arctic Drilling Company Ltd.
Call us +358 40 511 2289 or
visit www.adcltd.fi



GRM-services Oy

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES



Malminetsintägeofysiikan ammattilaiset palveluksessanne

www.grm-services.fi

Tulenkestävien materiaalien kierrättäminen metallien valmistusprosesseista

Metallien valmistusprosessit eivät ole mahdollisia ilman tulenkestäviä materiaaleja. Jopa yli 1700 asteen lämpötiloissa olevien sulien käsittely vaatii tulenkestäviä materiaaleja vuoraamaan sulien käsittelyastioita, kuten esimerkiksi erilaisia uuneja, rännejä, senkkoja tai välialtaita. Euroopassa teräksen valmistusprosesseissa käytetään tulenkestäviä materiaaleja keskimäärin noin 10 kg per tuotettu terästonni. Täten tulenkestävät materiaalit muodostavat merkittäviä materiaaliavirtoja metallien valmistusprosesseissa.

Tulenkestävien materiaalien täytyy kestää metallien valmistusprosessien vaatimukset puhkeamatta. Tämä tarkoittaa sitä, että elinkaarensa päätteeksi vuorauksille täytyy jäädä jäännösvahvuutta. Sen seurauksena vuorauksesta syntyy aina tulenkestävien materiaalien jätettä metallien valmistajille. Eri materiaalien jäännösvolyymit voivat vaihdella merkittävästi, mutta koko valmistusprosessi huomioon ottaen ne muodostavat merkittävän jätekokonaisuuden. Vihreän siirtymän edetessä tulenkestävien materiaalien kierrättäminen on noussut yhä tärkeämmäksi aiheeksi. Metallien valmistajat ovat entistä kiinnostuneempia tulenkestävien materiaalien aiheuttamasta hiilijalanjäljestä.

Tulenkestävien materiaalien kierrätysprosessin voi jaotella seuraaviin vaiheisiin:

1. Vuorauksen suunnittelu. Metallien valmistaja voi yhdessä tulenkestävien materiaalien kierrättäjän kanssa suunnitella sellaisen vuoraukokokonaisuuden, jossa on mahdollisimman paljon kierrättämiseen soveltuvia materiaaleja.
2. Tulenkestävän rakenteen käytön jälkeinen purkaminen. Metallien valmistaja purkaa yhdestä tai useammasta materiaalista koostuvan vuorauksrakenteen ja lajittelee yhteensopivat materiaalit omiin kasoihinsa. Tulenkestävien materiaalien kierrättäjä ohjeistaa, mitkä materiaalit sopivat lajiteltaviksi samaan kasaan.



3. Purkujäte välpätään. Välppäämällä tulenkestävästä purkujätteestä poistetaan mahdollisimman hyvin metallit ja kuonat sekä hienoainesosat, jotka eivät sovellu kierrätettäväksi tulenkestäviin tuotteisiin. Metallin valmistaja voi mahdollisesti kierrättää metallit ja kuonat omaan prosessiinsa.
4. Materiaalien lastaaminen ja kuljetaminen tulenkestävien materiaalien kierrättäjälle.
5. Kierrättäjä varmistaa materiaalin puhtauden ja poistaa tarvittaessa jääneet epäpuhtaudet.
6. Kierrätettävien materiaalien lajitteleminen, murskaaminen oikeisiin partikkelikokoihin sekä kuivaaminen uudelleenkäyttöä varten.
7. Kierrätettyjen raaka-aineiden hyödyntäminen raaka-aineina tulenkestävissä tuotteissa tai kuonanmuodostajissa.
8. Kierrätysmateriaaleja sisältävien tuotteiden toimitus metallien valmistajalle, niiden asentaminen ja käyttö prosessissa.

Välpättyä kierrätykseen soveltuvaa tulenkestävää vuorausmateriaalia



Senkkavuorauksen purku piikkaukoneella

Tyypillisesti tulenkestävää kierrätysmateriaalia käytetään primäärikäyttökohteeseen verrattuna vähemmän vaativissa prosessiolosuhteissa. Tyypillisiä käyttökohteita ovat esimerkiksi erilaiset korjausriskumassat, kertakäyttöiset vuorusrakenteet tai kohteet, joissa on verrattain vähän suoraa kontaktia metallisulien tai kuonien kanssa. Betkerillä olemme kuitenkin onnistuneet kehittämään myös tulenkestäviä tuotteita, joita asiakkaamme käyttävät myös primäärikohteeseen verrattuna vastaavissa olosuhteissa tai jopa täysin samoissa kohteissa ilman, että vuorauksen performanssi laskee. Tuotteet sisältävät kiertomateriaaleja jopa 50 %:iin asti. Laboratorio-olosuhteissa olemme päässeet jopa vielä korkeampiin kiertomateriaalipitoisuuksiin. Kuitenkin kierrätettyjä tulenkestäviä raaka-aineita käytettäessä riskit laatuvarmuuksille kasvavat verrattuna tuotteisiin, jotka sisältävät vain neitseellisiä raaka-aineita. Tällöin huolellinen tuotteiden laadunvarmistusprosessi sekä materiaalien käytön seuranta korostuvat.

Teknisten ja käytännöllisten haasteiden lisäksi tyypillisiä haasteita ovat taloudelliset ja resurssitekijät. Kierrätyksen taloudellisen kannattavuuden kannalta merkittävä tekijä on toiminnan paikallisuus. Kierrätysmateriaaleja sisältäville tuotteille lähtökohtainen oletus on materiaalin edullisempi hinta neitseellisiä raaka-aineita sisältäviin tuotteisiin nähden. Oleellista tuotteen suunnittelun kannalta on, millaisia neitseellisiä raaka-aineita voidaan kierrätetyillä materiaaleilla korvata. Mitä korkealuokkaisempia materiaaleja korvataan, sitä suurempi taloudellinen hyöty saavutetaan. Kuitenkin tyypillisesti korkealuokkaisimpia raaka-aineita voidaan korvata vain rajallisesti siihen soveltuvien kierrätettävien raaka-aineiden rajalli-



Mikael Nivala

sen saatavuuden takia. Tällöin merkittävään asemaan nousevat logistiikkakustannukset metallien valmistajan ja tulenkestävien materiaalien kierrättäjän välillä. Mahdollisimman lyhyet toimitusmatkat takaavat pienemmät logistiikkakustannukset ja tällöin kannattavamman kierrätystoiminnan. Vaikka kierrättäminen ja matalampi hiilijalanjälki ovat metallien valmistajille yhä kiinnostavampia, kierrätystoimintaan löytyy harvoin mielenkiintoa, mikäli se nostaa kustannuksia. Lisäksi resurssien riittävyys on usein haasteena esimerkiksi materiaalien lajittelun, välppäyksen ja lastausten suhteen.

Täten vastuu siirtyy tyypillisesti enemmän tulenkestävien toimittajan suuntaan.

Parhaimmillaan tulenkestävien materiaalien kierrätyksessä saavutetaan merkittäviä taloudellisia sekä kestävä kehityksen näkökulmaa edistäviä materiaalivirtoja. Pohjoismaiden markkinoilla Betker esimerkiksi vastaanottaa metallien valmistajilta vuorusrakenteita, jotka prosessoidaan ja palautetaan heidän prosessiinsa uudelleen tulenkestävänä tuotteena. Ylivieskassa sijaitsevalla toimipisteellä Betkerin raaka-aineista jopa yli 25% on kierrätettyjä materiaaleja. ▲

TEKSTI: MIKAEL NIVALA



BETKER

Better with Betker.

Suomalaisia tulenkestäviä materiaaleja.



Alihankinta 2025 -tapahtuma lähti vauhdilla liikkeelle. Kuva: Tampereen Messut Oy

Alihankinta 2025 täytti Tampereen Messu- ja urheilukeskuksen

Pohjoismaiden suurin teollisuustapahtuma Alihankintamessut järjestettiin tänä vuonna 37. kerran 30.9. – 2.10. Tampereen Messu- ja urheilukeskuksessa. Tapahtuma kokosi yhteen lähes 23 000 valmistavan teollisuuden asiantuntijaa, osajaa ja toimijaa. Messujärjestäjien tavoitteena on edistää suomalaista teknologista osaamista, tukea vientimarkkinoita ja luoda alusta uusille ideoille ja yhteistyölle. Tämän vuoden teemana oli kestävä kilpailukyky.

Avajaisissa jaettiin palkintoja

Messujen avajaisissa 30.9. Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys ry jakoi perinteiseen tapaan Vuoden päätoimittajan ja Vuoden alihankkijan palkinnot. Vuoden 2025 päätoimittajan palkinnon sai kiinteiden jätteiden älykkäiden käsittelykoneiden suunnitteluun ja tuotantoon keskittynyt ympäristötekno-

logia yritys Tana Oy. Palkintotoimikunnan mukaan Tana Oy on systemaattisesti rakentanut strategisen alihankintaan perustuvan liiketoimintamallin. Yrityksen selkeä kasvusuunnitelma, vankka operatiivinen perusta ja vastuullinen toimintatapa tarjoavat erinomaiset edellytykset kansainväliseen menestykseen.

Vuoden 2025 alihankkija- palkinnon sai perheomisteisen ja monialaisen MSK-konsernin muoviosia valmistava tytäryhtiö MSK Plast Oy. Palkintotoimikunnan perusteluissa korostuivat vahva asiakaslähtöisyys, hallittu kasvu, kansainvälistyminen ja innovatiivinen tuotekehitys. Lisämaininnan saivat perheyrittäjien arvojen yhdistäminen moderniin

johtamiseen, digitalisaation tehokas hyödyntäminen ja vastuullinen toiminta hiilineutraaliuden saavuttamiseksi.

Vuoden 2025 teollisuusteko palkittiin

Vuoden 2025 teollisuusteko -palkinnon sai P2X Solutionsin vetylaitos. Business Tampereen kokoaman valintaraadin mukaan kyseessä on upea investointi ja rohkea riskinotto, joka on rakennettu suoraan teolliseen mittakaavaan. ”Yritys perustettiin viisi vuotta sitten tavoitteenaan avata suomalainen vetylaitos, ja nyt ensimmäinen vedyn tuotantolaitos on jo toiminnassa Harjavallassa. Tästä on hyvä jatkaa kohti suurempia volyymeja”, totesi P2X Solutionsin toimitusjohtaja **Herkko Plit** palkintoa joukkueensa kanssa vastaanottaessaan.

Muiksi finalisteiksi Vuoden 2025 teollisuusteko -kisassa ylsivät Kemiran Seine-joen vedenpuhdistushanke ja Tampereen yliopistoon lahjoitettu teollisen myynnin työelämäprofessori.

Messukeskus täyttyi piha-alueita myöten

Messujen 1 032 näytteilleasettajaa ja 1 338 esiteltävää tuotetta täyttivät messukeskuksen näyttelyhallit ja niiden osastot viimeistä paikkaa myöten. Myös messukeskuksen pääsisäänkäynnin lähellä oleva piha-alue oli käytössä suurten tuotteiden esittelyä varten.

Varsinaisen painetun messuoppaan asemasta messujen näytteilleasettajien sijainti messualueella samoin kuin lyhyet kuvaukset oli koottu messujen verkkosivuille. Niin ikään verkkosivuille olevien hallien pohjakarttojen avulla navigointi alueella oli helppoa ja halutut osastot löytyivät vaivattomasti. Hallien korkeutta oli lisäksi hyödynnetty ripustamalla yritysten näyttäviä nimi- ja logotauluja näyttelyosastojen ylle sijaintia osoittamaan. Varsinkin messujen vilkkaimpina hetkinä ne toimivat hyvinä tienviittoina tavoitteena olevien yritysten luo.

Myös kansainvälisyys oli vahvasti mukana messuilla. Baltian maat Viro, Latvia ja Liettua olivat kukin mukana omilla näyttävillä osastoillaan. Yksittäisten yritysten osastoja oli messuilla mukana lähes kaikkialta maailmasta.

Näyttelyosastoilla riitti vilskettä aamusta iltaan

Messukeskuksen viisi näyttelyhallia käytävien sekä pääaula täyttivät kävijöistä heti avauspäivän ensimmäisten hetkien aikana, ja tungosta riitti kaikkien messupäivien ajalle



Pääsisäänkäynnin läheisyydessä oli tilaa suurten koneiden esittelyyn. Kuvassa on Sandvikin täysautomaattinen akkukäyttöinen pitkäreikätuotantoporalaite DL422iE, joka on suunniteltu maanalaiseen kaivostointintaan poikkileikkaukseltaan 4 x 4 metrin ja sitä suuremmissa tuotantoperissä. Kuva: Tuomo Tiainen



Tevo Lokomon valimon ulko-osastolla oli esillä aikanaan nykyisen valimon edeltäjän Rauma-Repolan Lokomon valimon valama maineikas syvänmeren sukellusaluksen miehistöpallo, jolla päästiin yli kuuden kilometrin sukellussyvyyskiin. Kuva: Tuomo Tiainen



Messuhallien käytävillä ja näyttelyosastoilla oli paikoitellen jopa ahdasta. Kuva: Tampereen Messut Oy

aamusta iltaan. Näyttelyosastojen lisäksi yritysten ja asiakkaiden kahdenvälisille kohtaamisille varatut tilat olivat ahkerassa käytössä.

Materia-lehden edustajat olivat myös liikkeellä messuilla. Yhtenä tavoitteena oli löytää artikkeliaiheita lehteen. Satoa näistä etsinnöistä saamme korjata lehden tulevissa numeroissa.

Painavia puheenvuoroja, seminaareja ja paneelikeskusteluja

Näyttelyosastoilla tapahtuvan toiminnan lisäksi messujen ohjelmaan sisältyi paljon tapahtumia pääaulan ja B-hallin esiintymislavoilla. Messujen pääyhteistyökumppanin Sandvikin digitaalisen kaivosteknologian divisioonan johtaja **Riku Pulli** kertoi puheenvuorossaan,

että autonomisten kaivostekniikoiden kehittäminen alkoi Sandvikilla jo kaksikymmentä vuotta sitten. Nykyään koneet toimivat kokonaan ilman kuljettajia kommunikoiden ja koordinoiten maan alla itsenäisesti. Laitteiden kehityksen suurimmat trendit liittyvät tällä hetkellä niiden sähköistämiseen ja älykkyyden, luotettavuuden sekä yhteensopivuuden jatkuvaan lisäämiseen.

Kehitystyö ei ole pysähtynyt laitteisiin, vaan se on laajentunut kattamaan koko kaivostoiminnan optimoinnin. Työssä muun muassa kehitetään ohjelmistoja, joilla voidaan suunnitella ja optimoida kokonaisia kaivoksia malmion erityispiirteiden ja sijainnin mukaan. Sandvik tukeutuu vahvasti laajan, pienistä ja keskisuurista toimijoista, yliopistoista ja tutkimuslaitoksista koostu-

van yhteistyöverkostonsa muodostamaan ekosysteemiin ja tarjoaa sille konkreettisia kasvumahdollisuuksia esimerkiksi ympäristön, kestävän kehityksen, älyteknologioiden ja automaation alueilla.

Ajankohtaisista seminaareista Alihankinta goes Nato – seminaari keräsi mittavan kuulijajoukon. Seminaarissa esiteltiin Suomen Puolustusvoimien ja Naton toimintaa, alihankintaprosessien kulkua ja hankintoihin mukaan pääsemiseen tarvittavia edellytyksiä. Ilman puolustusalan sertifikaatteja, turvallisuusselvityksiä ja standardien (AQAP ja ISO) noudattamista, määräysten (ITAR/EAR) tuntemusta ja NCAGE-koodia ovat kilpailutukseen pääsemiselle eivät avaudu. On myös verkostoiduttava rohkeasti ja tarjottava lisäarvoa.

Korkeakouluopiskelijoille suunnattu perinteinen Robotiikka työpaikkana -seminaari järjestettiin tänäkin vuonna ja sai jälleen osakseen suuren suosion.

Yritysten ja Tampereen korkeakouluyhteisön asiantuntijoiden paneelikeskustelussa käsiteltiin teollisuuden ja huippututkimuksen yhteistyön tarjoamia mahdollisuuksia ja parhaita toimintamalleja. Muissa paneelikeskusteluissa teemoina olivat mm. suuryritysten ja startupien mahdollisuudet oppia toisiltaan kasvusta ja tekoälystä sekä tulevaisuuden ammattiosaamisen syntyminen oppilaitosten ja yritysten välisen yhteistyön kautta.

Vireä tunnelma säilyi loppuun saakka

Messujen vireä ja aktiivinen tunnelma ja täysipainoinen työskentely jatkuivat viimeisen messupäivän loppuun saakka. Näyttelyosastot alkoivat tyhjentyä kävijöistä vasta messujen sisäänpääsyn sulkeuduttua.



Messujen seminaarit, keskustelutapahtumat ja puheenvuorot vetivät runsaasti väkeä. Kuva: Tampereen Messut Oy

Isot koneet Tampereen Keskustorin oheistapahtumassa

Perinteiseen tapaan järjestettiin osana vuotuisen Tampere-päivän juhlallisuuksia kaikille avoin Isot koneet Keskustorilla -tapahtuma messuja seuranneena lauantaina 4.10. Torilla tunnetuimmat teollisuusyritykset esittelivät isoja työkoneitaan ja tarjosivat perheiden pienimmillekin mahdollisuuden päästä tutustumaan koneisiin ja niiden ohjaamoihin. Tapahtuman kautta halutaan lisätä Tampereen seudun tunnettua maan suurimpana modernin ja kestävän teollisuuden keskittymänä, jatkaa seudun vahvaa teollista perimää, vahvistaa alan vetovoimaa sekä herättää mielenkiintoa modernia ja innovatiivista alaa kohtaan. ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

DEVELOPED FOR NORDIC CONDITIONS



We are experts in civil explosives, charging equipment and blasting related technical services.

Our business has been built on Nordic expertise since 1893, along with our ongoing development towards more effective and sustainable solutions.

Read more about our services on
>> [FORCITEXPLOSIVES.FI](https://forcitexplosives.fi)





ISLANDR

– maaperän terveyttä edistämässä

Eräs keskeinen uhkakuva hyvän maaperän vaalimiselle Euroopassa on maaperän pilaantuminen. ISLANDR-projekti rakentaa työkaluja maaperän terveyden edistämiseksi.

Euroopan unionin maaperästrategian tärkeä komponentti, maaperän seuranta ja kestävyys koskeva direktiivi astui voimaan marraskuussa 2025. Maaperädirektiivin tavoitteena on parantaa maaperän tilan seuranta, lisätä tietoa pilaantuneista alueista ja vähentää pilaantumisen aiheuttamia riskejä. Nyt jäsenvaltioilla on kolme vuotta aikaa implementoida tämä direktiivi kansalliseen lainsäädäntöönsä.

Pilaantuneet maa-alueet ovat tärkeä osa nyt voimaan tullutta maaperädirektiiviä, joka velvoittaa jäsenmaita perustamaan maaperän tilan seurantaverkostot ja ohjeistaa, miten pilaantuneiden maa-alueiden tilasta kerätään tietoa ja miten niiden kunnosta-

mista edistetään. Jotta velvoitteet voidaan täyttää, tarvitaan tietoa ja vastauksia siihen, miten pilaantuneeseen maaperään liittyviä asioita pitäisi käsitellä.

ISLANDR

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) koordinoima ISLANDR (Information-based Strategies for LAND Remediation) on Horisontti Eurooppa -tutkimus- ja innovointiohjelmarahoitteinen kolmivuotinen projekti, jossa on mukana organisaatioita 13 Euroopan maasta. Suomalaisena partnerina on mukana Suomen ympäristökeskus Syke. Projektissa kehitetään työkaluja ja menetelmiä maaperän pilaantumislähteiden

määrittelyyn, riskinarviointiin, maankäytön riskinhallintaan, rahoituksen ja investointien arviointiin sekä maaperän kunnan ja pilaantumisriskin integrointiin aluesuunnittelussa. ”ISLANDR tukee EU:n maaperästrategiaa, ehdotettua maaperän seuranta- ja kestävyys koskevaa direktiiviä sekä muita ympäristöpolitiikan osa-alueita, joissa maaperä on oleellinen”, toteaa projektin tieteellinen koordinaattori **Timo Tarvainen** GTK:sta.

ISLANDR-projektissa tehdään laajaa yhteistyötä muiden Horisontti Eurooppa-rahoitusohjelman Mission Soil projektien kanssa. Tärkeä yhteistyötaho on myös EUSO (European Soil Observatory), joka on Eurooppatasoisen maaperään liittyvän tiedon keskeinen toimija.

Metadataluettelo

Pilaantuneisiin maihin liittyvää tietoa tai sitä, mistä tietoja voisi löytää ei ole EU:n laajuisesti ollut saatavilla. ISLANDR-projek-

tin ensimmäisiä toimia olikin kerätä tietoa siitä, mitä tietoa pilaantuneista maista EU:n jäsenmaissa ylipäänsä on kerätty. Työn tuloksena syntyi *metadataluettelo*, joka on katsaus siihen, miten eri jäsenmaissa on kerätty maaperän pilaantumiseen liittyvää tietoa, mitkä organisaatiot sitä keräävät, ylläpitävät ja hallinnoivat ja millaista tietoa kerätään.

”Työ oli todella mittava ja osoitti, että eri maiden käytännöissä on suuria eroja. Metadataluettelo on linkki siihen, mistä tietoa on saatavana. Se on melkoinen tietopaketti”, Tarvainen kertoo.

Eväitä riskiperusteiseen maankäyttöön ja kunnostukseen

Suuri osa ISLANDR-projektissa tehtävästä työstä tukee kestäväää riskiperusteista maankäyttöä ja kunnostusta (Sustainable Risk Based Land Management, SRBLM).

Projektissa kehitetään riskinarviointimalleja, joihin on tuotu uutena piirteenä maaperän terveyden huomioon ottaminen eli se, miten maaperän toiminnot saataisiin pysymään mahdollisimman hyvinä. Esimerkiksi jokin kunnostusmenetelmä saattaisi poistaa pilaantuneisuuden, mutta voisi samalla heikentää maaperän kykyä toimia kasvualustana tai haitta-aineiden filtrinä maakerrosten läpi kulkevasta vedestä.

Riskiarvioita tehtäessä on myös tunnistettava pilaantumisen laajuus. Maaperän pilaantumiseen liittyy kaksi hiukan erilaista haaraa, yksittäiset pilaantuneet maa-alueet ja hajakuormituksen aiheuttama diffuusi laaja-alainen maaperän pilaantuminen. Yksittäisen maa-alueen tapauksessa on tyypillisempää päättää tapauskohtaisesti ja riskiperusteisesti kunnostamisesta tai maankäytön ratkaisuisista, joilla pyritään välttämään pilaantumisesta aiheutuvia riskejä ihmisille, ympäristölle ja maaperän toimintakyvylle. Diffuusi pilaantuminen voi olla niin laaja-alaista, ettei varsinaisia koko aluetta käsitettäviä kunnostustoimenpiteitä tehdä, vaan alueella on maankäyttöön ja haittaa aiheuttavien aineiden käyttöön liittyviä ohjeistuksia ja rajoituksia. Toki tällaisilla alueilla riskiä aiheuttavia yksittäisiä kohtia kunnostetaan riskiperusteisesti.

Nousevat haitta-aineet

Pilaantuneella maa-alueella haitta-aineita esiintyy pitoisuuksina, jotka voivat olla haitallisia ympäristölle, pohjavedelle ja maaperän toiminnalle. Yleisesti tiedossa olevista haitta-aineista on paljon tietoa ja ne osataan ottaa huomioon. On kuitenkin



ISLANDR-projektin seitsemän kohdealuetta edustavat erilaisia pilaantumia. Kuva GTK

paljon potentiaalisia haitta-aineita, joita tulisi mahdollisesti seurata ja joiden vaikutuksia maaperään tulisi tutkia.

Tärkeänä osana ISLANDR-projektia on Ranskan geologian tutkimuskeskuksen (BRGM:n) tekemä lisääntyvää huolta aiheuttavien haitta-aineiden (Contaminants of Emerging Concern, CEC) priorisointi. Siinä selvitettiin, mitkä näistä haitta-aineista ovat tärkeimpiä ja mitä näistä tulisi ryhtyä maaperän seurantaohjelmassa systemaattisesti seuraamaan. Tässä tulevat esille myös ne haitta-aineet, jotka voisivat olla merkittäviä, mutta joista ei ole tarpeeksi tietoa eli ne vaatisivat lisätutkimuksia. ”Priorisointi on tärkeää, kun ryhdytään perustamaan kansallisia maaperän seurantaohjelmia ja määritetään, mitä aletaan systemaattisesti analysoida maaperästä tai mihin pitäisi kiinnittää huomiota, kun aletaan kunnostaa jotain yksittäisiä alueita. Erilaisia yhdisteitä on valtava määrä eikä aina tulla ajatelleeksi, että siellä voi olla lisääntyvää huolta aiheuttavia haitta-aineita ja nekin pitäisi tutkia”, Tarvainen toteaa.

Laajemmat arvot

Pilaantuneet maa-alueet ovat hyvin erityyppisiä, pilaantumien laajuus ja haitta-aineet

eroavat toisistaan, ja alueisiin kohdistuu erilaisia maankäyttöpaineita. Lisäksi lainsäädäntö ja toimintatavat sekä rahoitusmahdollisuudet ovat erilaisia eri maissa. Nämä tekijät vaikuttavat mahdollisiin maaperän kunnostustoimiin. Esimerkiksi tiheästi asutetuilla alueilla maa-alueista voi olla jopa pula. Tällaisilla alueilla maan arvo on korkea, joten ne saattavat tulla melko nopeasti kunnostettaviksi. Joillain alueilla puolestaan tarvitaan enemmän tukea, että kunnostus olisi taloudellisesti kannattavaa, ja tämä voi puolestaan vaikuttaa siihen, mitä kunnostusmenetelmiä käytetään.

”Kaikkea ei voida kuitenkaan arvottaa rahalla. Projektissa on tutkittu myös sitä, miten voidaan arvioida laajempia hyödyllisiä tai haitallisia vaikutuksia (Wider Values) kunnostustoimenpiteille. Ne ovat yleensä vaikeasti suoraan muutettavissa euromääräisiksi hyödyiksi tai haittoiksi maanomistajalle. Mahdolliset vaikutukset voivat myös näkyä vasta pitkällä aikavälillä esimerkiksi alueen viihtyvyyden parantumisena tai asuntojen arvojen nousuna”, kertoo projektipäällikkö **Nike Luodes** GTK:sta. Tutkimuksen kohteena ovat myös maankäytönsuunnittelun voimakkaampi yhdistäminen maa-



ISLANDR-projektin Suomen kohdealue Outokummussa edustaa vanhoja kaivoskaupunkeja. Kuva Erkki Halme, GTK

perän kunnostamisen suunnitteluun sekä ympäristöpolitiikan tavoitteet, jotka liittyvät pilaantuneen maaperän kunnostamiseen liittyvän ympäristöpolitiikan tavoitteiden tarkasteluun.

Kohdealueet

ISLANDR-projektilla on seitsemän *kohdealuetta*. Niiden ensisijainen tarkoitus on tuottaa projektille käytännön kokemustietoa keskustelemalla paikan päällä sidosryhmiensä kanssa siitä, millaisille ratkaisuille on tarvetta. Kohdealueet sijaitsevat eri puolilla Eurooppaa ja edustavat erityyppisiä pilaantumia. Myös alueiden maankäyttöpaineet ja maiden lainsäädäntö eroavat toisistaan. Euroopassa on lukuisia historiallisia kaupunkeja, jotka ovat kasvaneet kaivoksen ympärille. ISLANDR-projektissa Outokummun kaupunki, jossa on toiminut kolme kaivosta 1900-luvulla, edustaa näitä alueita.

ISLANDR-projektissa on myös kehitetty uudenlaisia tapoja saada sidosryhmät mukaan keskusteluun. Outokummun kohdealueeseen liittyen Joensuussa järjestettiin sidosryhmätilaisuus, johon osallistui projektin tutkijoiden ja ohjausryhmän lisäksi ympäristöministeriön, Outokummun kaupungin, ELY-keskusten, luonnonsuojeluyhdistyksen, Outokummun kaupungin omakotiyhdistyksen ja yritysten edustajia. Tilaisuudessa kokeiltiin ”Outokumpu kuntoon”-lautapeliä, jossa jokaisella osallistujal-

la on oma roolihahmonsa. Pelin kehittivät ISLANDR-projektin tutkijat Aura Nousiainen ja Henna Jylhä Suomen ympäristökeskuksesta sekä Kristiina Nuottimäki ja Emilia Kosonen GTK:sta. Peli noudattaa ns. Serious Game -konseptia, jota kehitetään parhailleen maailmalla.

Tiekartta

ISLANDR-projektissa valmistuu tiekartta, jossa esitellään pilaantuneen maa-alueen käsittelyyn liittyvien vaiheiden tavanomainen järjestys tunnistamisesta tulevan maankäytön ja kunnostusmenetelmän valintaan sekä näiden toteutukseen ja ylläpitoon. Tiekartta auttaa pilaantuneen maa-alueen tunnistamisessa selvittämällä, mistä syntyy epäily siitä, että maaperä on pilaantunut ja osoittaa, miten voidaan hankkia riittävästi pilaantumiseen liittyvää tietoa riskiarvioita varten. Riskiarvion perusteella voidaan sitten suunnitella, mitkä olisivat hyviä kunnostustapoja ja millaista maankäyttöä alueelle kannattaa suunnitella. Varsinaisen kunnostusvaiheen kunnostusmenetelmien valinnassa voidaan painottaa nettovaikutuksiltaan mahdollisimman hyviä menetelmiä. Lähtökohtana tässä on kuitenkin riskiperusteisuus. Se tarkoittaa sitä, ettei voida valita sellaista menetelmää, jolla ei saavuteta riskien vähentämistasoa.

Tiekartan varrella on rakennuspalikoita, jotka ovat ISLANDR-projektin tuotta-

maa lisäarvoa käyttäjälle. Rakennuspalikat koostuvat uusista ajatuksista tai uusista saatavilla olevista työkaluista. Nämä painottuvat tiekartan alkupäähän enemmän kuin varsinaiseen maaperän kunnostukseen. Moni ratkaisu on näet tärkeää tehdä jo prosessin alkuvaiheissa, kun ollaan tekemässä kestävää pitkäaikaista valintaa.

”Tiekartta julkaistaan projektin verkkosivuilla <https://islandr-project.eu> keväällä 2026 projektin loppuessa. Sieltä on jo nyt saatavissa projektissa tuotettuja raportteja, joista löytyy myös metadataluettelo”, kertoo Luodes.

ISLANDR-projektin loppuseminaari pidetään webinaarina keväällä 2026. Loppuseminaarin päivämäärä ilmoitetaan myöhemmin projektin verkkosivuilla. ▲

TEKSTI: KRISTINA KARVONEN, GTK

Lisää aiheesta:

<https://islandr-project.eu>

Soili Solismaa, Kirsti Loukola-Ruskeenie-mi, Kristiina Nuottimäki, Hanna Tolvanen, Kimmo Järvinen, Ingo Müller, Historical mining towns: The establishment of ‘Soil Planning Areas’ for the risk management of contaminated soil, Journal of Hazardous Materials, Volume 486, 2025, 136962, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.136962>

Terästen raekoon määrittäminen

Kuinka uusi vertailukuvasarja syntyi ja varmennettiin

Artikkeli liittyy Seppo Härkösen vuoden 2024 Lämpökäsittely- ja takomopäivillä (ks. Materia 1/2025 ss. 64-65) pitämään esitelmään teräksen raekoon määrittämisestä. Artikkelin on referaatti Praktische Metallographie-lehdessä v. 2025 julkaistusta artikkelista [5], jossa esitellään tekoälyn ja syväoppimisen soveltamista raekoon automaattiseen määrittämiseen sekä uuden vertailukuvasarjan tuottamiseen terästen raekoon määrittämisstandardia ISO 643 varten.

1. Johdanto

Useimmat metallien mekaaniset, fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet kuten lujuus, sitkeys, muokattavuus ja korroosionkestävyys riippuvat niiden raerakenteesta. Metallien kiinteä olomuoto koostuu mikroskooppisista rakeista, jotka ovat atomien muodostamia säännöllisiä kidehilajoja. Puhtaan metallin rakenteessa atomien pinoutumisjärjestys on sama kautta koko yksittäisen rakeen ja myös metallin kaikissa rakeissa, mutta järjestyksen suunta muuttuu rakeesta toiseen siirryttäessä.

Moni terästen tuotestandardi, kuten EN ISO 683-3 Hiiletysteräks [1], määrittää hyväksyttävien rakeiden ominaisuuksia kuten keskimääräisen raekoon, yksittäisen rakeen suurimman halkaisijan ja raekokojakauman.

Raekoon määrittäminen optisen metallimikroskoopin kuvasta on tärkeä menetelmä raerakenteen karakterisoinnissa. Laadunvalvonnan lisäksi se on käyttökelpoinen menetelmä metallien kehityksessä ja tutkimuksessa.

Johtuen metallin keskimääräisen raekoon tärkeydestä metallimateriaalien ominaisuuksien karakterisoinnissa raekoon määrittämisestä on julkaistu kansainvälisiä ja kansallisia standardeja. Näitä ovat mm. EN ISO 643 (Eurooppa/maailmanlaajuinen) [2], ASTM E112 (USA) [3] ja GB/T 6394 (Kiina) [4]. Näissä standardeissa on esitetty kolme menetelmää raekoon määrittämiseksi: vertailukuvasarja, pinta-alamenetelmä ja leikkauslukumenetelmä.

Vertailukuvamenetelmässä näytteestä tietyllä suurennuksella otettua kuvaa verrataan standardin vertailukuvasarjaan, jonka kuvat esittävät standardin raekokoluokkia. Pinta-alamenetelmässä lasketaan rakeiden lukumäärä näytteen kuvasta tietyllä pinta-alalta ja normeerataan se lukuun kpl/mm².

Leikkauslukumenetelmässä näytteestä lasketaan tunnetulla testausviivan pituudella LT rakeiden lukumäärä, mistä saadaan raeluku N , tai raerajan ja testausviivan leikkaavien pisteiden lukumäärä, mistä saadaan leikkausluku P . Laskenta voidaan tehdä mikroskoopin projektiotasolta, hiusristikolta, monitorista tai valokuvasta. Testausviiva voi olla suora tai ympyrä. Saatua tulos, raeluku N tai leikkausluku P voidaan muuttaa luvuksi kpl/mm².

Mikroskooppikuvien analysointia rajoittavat usein inhimilliset tekijät kuten tehokkuus ja numeeristen arvojen hankala kvantifiointi mitattaville suureille. Metallografinen kuva-analyysi edellyttää osaavaa ja kokenutta henkilöä, mikä asettaa tiettyjä rajoituksia ja haasteita mm. suurempien kuvamäärien analysoinnille.

Viime aikoina on metallografiseen kuva-analyysiin käytetty osittain automatisoituja menetelmiä. Niissä käytetyt metallografiset ohjelmistot hyödyntävät pääasiassa mustavalkoisten mikroskooppikuvien eri tummuusasteita ja raerajojen erityispiirteitä. Metallien mikrorakenteet ja vastaavat mikroskooppikuvat ovat kuitenkin usein monimutkaisia.

Esim. ferriittis-perliittisissä teräksissä vuorottelevat kirkkaat ferriittirakeet ja raihdalliset perliittialueet. Lisäksi raerajat ovat kuvissa useimmiten epä säännöllisiä viivoja, ja rakenteessa esiintyy muokkauksesta johtuvaa rakeiden suuntautuneisuutta eli tekstuuria. Tämän vuoksi osittain automatisoidut menetelmät soveltuvat heikommin monimutkaisten rakenteiden karakterisointiin.

Tietojenkäsittelyn ja tekoälyn (AI) viimeaikainen kehitys on tarjonnut mahdollisuuksia myös metallografisten menetelmien kehittämiseen. Koska kokeellisten määrittä-

ten tarve on kasvussa, tarjoaa uusi teknologia mahdollisuuksia automaattisempaan ja luotettavampaan materiaaliteolliseen ja teolliseen analysointiin.

Tässä artikkelissa esitetään syväoppimismalleihin perustuva menetelmä metallimateriaalien raekoon automaattiseen määrittämiseen. Käyttämällä systemaattisesti luokiteltuja näytteitä syväoppimismallien opettamiseen ja optimointiin voidaan toteuttaa raerajojen automaattinen tunnistaminen ja raekokotasojen laskeminen.

Menetelmä vastaa raekoon määrittämisstandardissa käytettävää mittaustapaa. Lisäksi menetelmä ottaa raekokojakauman määrittämisessä huomioon mikroskooppikuvan kaikki rakeet, mikä parantaa suuresti raekokomäärityksen tarkkuutta. Syväoppimismallin soveltamista raekoon määrittämiseen ovat Li, Wu ja Stücklin laajemmin kuvanneet lähdelehdessä [5].

Artikkelissa kuvataan myös uuden vertailukuvasarjan kehittäminen kansainvälistä ISO 643-standardia varten käyttämällä alun perin keskimääräisen raekoon määrittämiseen suunniteltua tekoälypohjaista menetelmää. Vertailukuvasarja laadittiin käyttämällä systemaattisesti luokiteltuja näytteitä, ja se testattiin kansainvälisesti 32 laboratorioissa. Uutta vertailukuvasarjaa käyttävä standardi on julkaistu syyskuussa 2024. Suomenkielinen SFS-EN ISO 643 -standardi julkaistiin syyskuussa 2025.

2. Tietotekniikkaa ja tekoälyä hyödyntäen luotu vertailukuvasarja

Teräksen raekoon määrittäminen metallografisesta mikroskooppinäytteestä on yleisimpiä metallografisia tutkimusmenetelmiä. Menetelmä on varsin yksinkertainen, ja tu-

loksena saadulla raekoolla on suora yhteys moniin teräksen ominaisuuksiin.

Raekoon määrittämisessä käytettävät standardit ISO 643 ja ASTM E 112 ovat olleet lähes identtiset; mm. ISO-standardissa käytettävät vertailukuvat ovat olleet peräisin ASTM:ltä. Kuitenkin v. 2015 ASTM irtisanoi sopimuksen kuvasarjansa käytöstä, jolloin ISO:n teräskomitea TC 17 päätti kehittää oman vertailukuvasarjan. Vuonna 2019 tätä varten perustettiin työryhmä WG 2 alakomiteaan SC 7.

Amerikkalainen vertailukuvasarja on luultavasti aikanaan piirretty käsin mikroskooppikuviista. Vaivalloisen käsityön välttämiseksi työryhmä päätti soveltaa modernimpaa tietotekniikkaa.

2.1 Voronoi diagrammit

Puhtaasti tietoteknisin keinoin aikaansaadan vertailukuvasarjan luomista päätettiin testata käyttäen ns. Voronoi diagrammia. Voronoi diagrammi jakaa tason alueisiin (soluihin). Jokainen solu sisältää pisteet, jotka ovat lähimpänä tiettyä pistettä (siemenpiste) verrattuna muihin siemenpisteisiin. Alueiden rajat ovat puolivälin suoria, jotka erottavat kaksi vierekkäistä siemenpistettä toisistaan.

Jos diagrammi piirretään käsin, voidaan siemenpiste valita sekä piirtää puolivälin suorat muihin siemenpisteisiin. Solu eli tässä tapauksessa rae muotoutuu ympäröivien siemenpisteiden alueiden rajoista. *Kuvassa 1* on esimerkki Voronoi diagrammista. Se voidaan säätää esittämään tiettyä raekokoa. Raekoon jakautuma on ilmeisesti kapeampi kuin todellisuudessa eikä kovin pieniä rakeita esiinny ollenkaan.

Tämän takia sama määrä rakeita neliömillimetriä kohden johtaa Voronoi diagrammiin pohjautuvassa kuvassa yleensä suurempaan maksimiraekokoon. Vaikka tä-

män ilmiön vaikutus on käytännössä hyvin pieni, ei esitetyn kaltaisia kuvia päätetty käyttää revisioitavassa standardissa ISO 643 pääasiassa kapean raekokojakauman ja suorien raerajojen vuoksi.

Kansainvälisesti tämän kaltaisia tiettyä raekokoa esittäviä diagrammeja pidettiin kuitenkin hyödyllisinä mm. yksilöiden ja AI-ohjelmien opetus- ja pätevyystaustakoituksiin. Tästä syystä Voronoi diagrammia parannettiin laajentamalla diagrammia toivottua kokoa suuremmaksi ja leikkaamalla diagrammi haluttuun kokoon. Tällä vältettiin alkuperäisen diagrammin reunavaikutukset lähdeteknossa [6] esitetyllä tavalla.

2.2 Voronoi-diagrammien 3D-sovellus

Edellä mainittuja puutteita pyrittiin korjaamaan laajentamalla alun perin kaksiulotteisen Voronoi-diagrammi kolmiulotteiseksi. Siemenpisteet sijoitettiin tason sijasta kolmiulotteiseen tilavuuteen, jonka paksuus oli noin kaksi kertaa keskimääräinen raekoko ja pohjapinta-ala toivottu kuvakoko laajennettuna yhden keskimääräisen raekoon verran kaikilla sivuilla. Tällä tavoin soluista pyrittiin saamaan enemmän teräksen rakeiden näköisiä.

Tuloksena syntyvän tavoitekuvan siemenpisteiden sijainti on tällöin satunnainen eikä ennalta tarkasti määritelty. Siemenpisteiden ympärille syntyvät solut sijoittuvat paikkaan, joka on lähinnä samankokoisen solun siemenpistettä. Tällöin raekoon jakautuma laajenee jonkin verran, mutta kuva jää edelleen epäluonnollisen näköiseksi (*kuvaa 2*).

Aikaan saadulla kuvalla ei ole kuitenkaan selvää yhteyttä raekokoon tai tarvittavaan siemenpisteiden lukumäärään kuten lähtökohdalla olevalla Voronoi-diagrammilla. Lähde-

teoksessa [5] esitetyllä tavalla voidaan *kuvasta 2* matemaattisesti arvioida tilavuusyksikköä kohti tarvittava siemenpisteiden lukumäärä, jos kaikkien rakeiden halkaisijaksi oletetaan sama eli $d = (1/m)^{1/3}$, jossa m = rakeiden lukumäärä/mm³.

Diagrammia testattaessa todettiin kuitenkin huomattava siemenpisteiden satunnaisesta sijainnista johtuva hajonta m -arvon määrittämisessä suhteessa standardin mukaisiin todellisen raekoon mittauksiin. Rakeiden luomiseen käytetyn algoritmin tulisi kuitenkin pystyä tuottamaan tarkka m -arvo generoidulle vertailukuvalle.

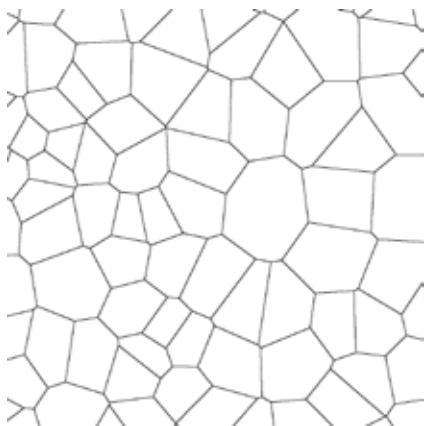
Menettelyllä ei siten saavutettu kuvaa, jota voitaisiin soveltaa käyttökelpoiseen standardiin, eikä suunniteltua Voronoi-pohjaista algoritmia päätetty käyttää ISO 643- standardin uusien vertailukuvien luomiseen.

3. Mikroskooppikuviin perustuva vertailukuvasarja

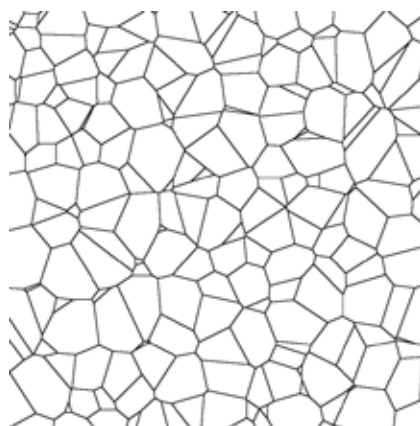
Koska Voronoi diagrammeihin perustuva vertailukuvasarja todettiin puutteelliseksi, päätettiin laatia ISO 643:lle todellisiin mikroskooppikuviin perustuva vertailukuvasarja. Tehtävä oli tällä tavoin toteutettuna työläämpää, koska raekoon määrittäminen käytettävä malli piti mukauttaa vertailukuvasarjan tuottamiseen soveltuvaksi.

3.1 Materiaalit ja mikroskooppikuvien testaus

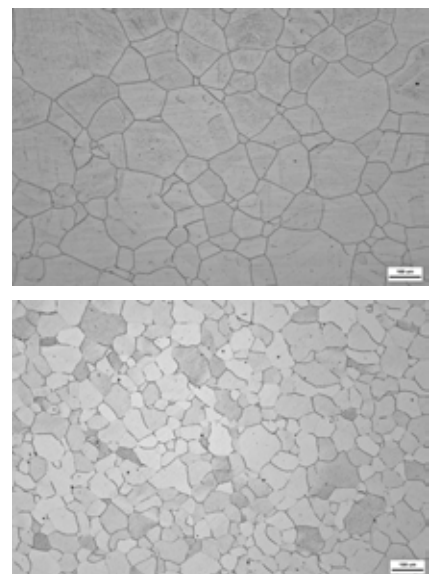
Mallin opettamiseksi ja sen luotettavuuden testaamiseksi otettiin noin 200 hiekkuaa



Kuva 1. Kaksiulotteisen Voronoi-diagrammin avulla tuotettu "raerakennekuva" [5]



Kuva 2. Kolmiulotteisen laajennetun Voronoi-diagrammin avulla tuotettu "raerakennekuva" [5]



Kuva 3. Esimerkkejä tutkittujen terästen mikrorakenteista: a) (ylhäällä) ruostumattoman teräksen austeniittirakeita, b) puhtaan raudan ferriittirakeita [5]

optisella Leica Dmi8C -metallimikroskooppilla. Materiaalit olivat puhdas rauta ja austeniittinen ruostumaton teräs. Näytteiden raekoko oli vaihteleva, ks. kuva 3. Näytteet valmistettiin kiinalaisen standardin GB/T 13298 ”Metallien mikrorakenteiden tutkimusmenetelmät” mukaisesti. [7]

Näytteiksi valittujen materiaalien mikrorakenteet ovat erilaisia. Lisäksi eroja on näytteiden syövytykseen käytetyissä kemikaaleissa. Tämän vuoksi näytteistä otetuilla kuvilla on erilaiset ominaispiirteet. Lisäksi eroja on materiaalien sisältämässä epäpuhtauksissa sekä digitaalisiin kuvatiedostoihin sisältyvässä elektronisessa kohinassa.

Nämä erot vaikuttavat mallin opettamiseen ja sen soveltuvuuden parantamiseen eri materiaaleista ja erilaisilla näyteenvalmistustavoilla otettujen mikroskooppikuvien karakterisointiin raekoon määrittystä varten. Kuvista on ”löydettävä” ja karakterisoitava kaikki raekoon määrittämiseen vaikuttavat raerajat.

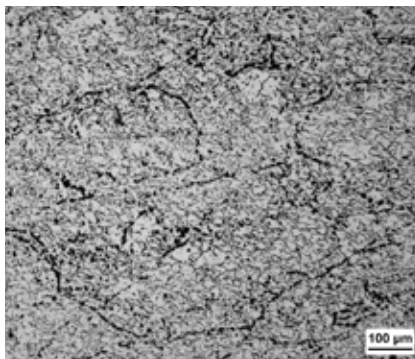
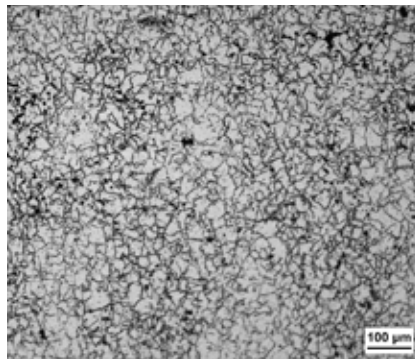
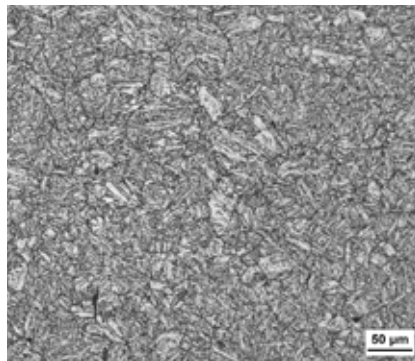
3.2 Raekoon määrittäminen ja mallin kehittäminen syväoppimista käyttäen

Malli hyödyntää yhteistyöpohjaista pilvi- ja reunalaskenta-arkkitehtuuria ja se yhdistää perinteisen kuvankäsittelyn syväoppimisteknologiaan. Käyttämällä syväoppivaa mallia raekoon automaattiseen määrittämiseen voidaan säästää henkilöstön koulutuskustannuksissa ja saada aikaan tarkempia tuloksia.

Metallurgien osalle tuli valittujen mikrorakennekuvien muokkaaminen käyttökelpoiseksi ja raekoon määrittäminen standardin mukaisilla menetelmillä eli vertailukuva-, pinta-ala- ja leikkauslukumenetelmillä. Kaikki mikrorakennekuvat lajiteltiin alustavasti raekokoluokkiin.

Syväoppimisteknologiaa käyttäen kehitettiin ja opetettiin luokitukseen malli, joka etsii digitaalisista kuvista raekoon määrittämiseen tarvittavat peruspiirteet, tarvittaessa selvittää ja korostaa niitä, luokittelee mikrorakennekuvat sekä analysoi, tilastoi ja dokumentoi luokitellut kuvat. Prosessin kulkua on kuvattu tarkemmin lähdeoteoksessa [5].

Lopullista raekoon määrittämenetelmää valittaessa on otettava huomioon kuvan laatu. Laadultaan heikosta ja häiriöitä sisältävästä kuvasta saatetaan raekokoluokaksi saada epäpuhtauksien ja kohinan vääristämä tulos. Käytännössä otetuissa, usein heikkolaatuisemmissa mikrorakennekuviissa (ks. kuva 4) luokitusperustana on kuvan raekoko, ja luokituksen tuloksia voidaan käyttää vain ver-

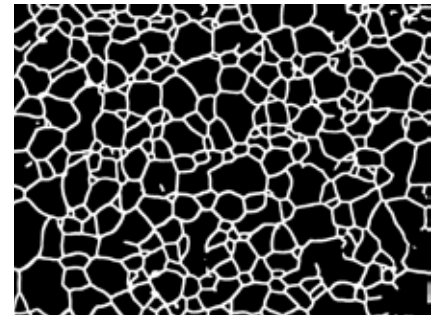
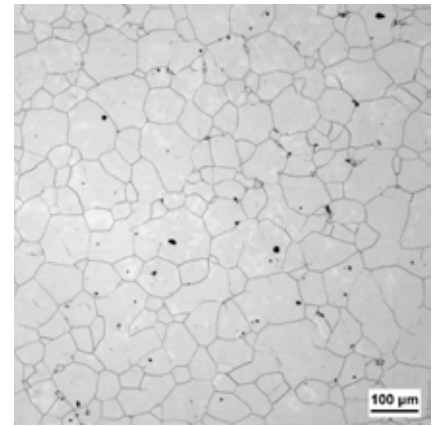


Kuva 4. Käytännön mikroskooppikuvista määritettyjä raekokoluokituksia: a) (ylhällä) raekokoluokka 5,5, b) raekokoluokka 6,5, c) raekokoluokka 7,5 [5]

tailukuvamenetelmällä tapahtuvaan raekoon määrittämiseen. Syväoppimiseen pohjautuvalla mallilla heikkolaatuisia selväpiirteisemmiksi muokattuja kuvia testattiin ja luokituksen tarkkuudeksi todettiin vähintään 90 %.

Korkealaatuisissa mikrorakennekuviissa, joissa on vähän häiriöitä, raerajat ovat selkeitä ja rakeet segmentoituneet. Luokitusperustana on raerajojen pikselitason karakterisointi, ja syväoppimiseen pohjautuvalla mallilla tehdyn luokituksen tuloksena saatua raerajajakaumaa voidaan käyttää raekoon määrittämiseen myös pinta-ala- ja leikkauslukumenetelmillä.

Korkealaatuisia mikrorakennekuvia muokattiin vahvistamalla raerajoja ja ne testattiin pinta-alamenetelmällä. Mikros-



Kuva 5. Raerajojen pikselitason luokittelu: a) (ylhällä) alkuperäinen kuva, b) luokiteltu kuva [5]

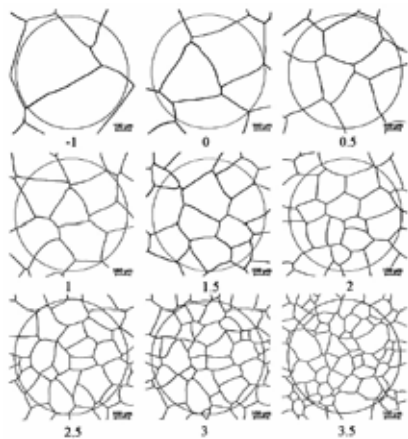
kooppikuvat luokiteltiin raerajojen perusteella (ks. kuva 5) ja luokitusmalli opetettiin syväoppimismenetelmällä. Syväoppimisverkon luokitustarkkuutta parannettiin lisäämällä puuttuvien raerajojen maskit analysoitavan datan laajentamiseksi. Puuttuvia alueita täytettiin sallimalla kahdeksan lähinaapurin omaavien rakeiden kasvu diffuusiomekanismilla.

Opetettua ja parannettua mallia käytettiin testisarjan kuvien luokitteluun käyttämällä kuvan yhdistettyä aluetunnistusalgoritmiä kaikkien kuvan suljettujen rakeiden tunnistukseen ja luokitteluun standardien mukaisesti. Luokituksen tarkkuuden todettiin olevan 96,07 %. Käyttämällä pinta-alan määrittämisalgoritmiä voitiin määrittäminen tehdä 3...5 sekunnissa hyväksyttävällä tarkkuudella.

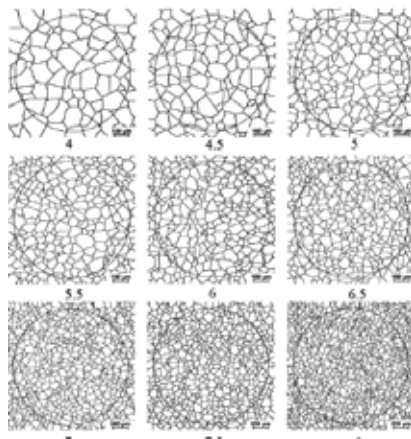
3.3 Vertailukuvasarjan luominen

Puhdas rauta valittiin lähtömateriaaliksi vertailukuvia varten. Näytteet lämpökäsiteltiin eri tavoin haluttujen raekokojen saavuttamiseksi. Standardin ISO 643 raekokoluokat vaihtelevat välillä -1...10.

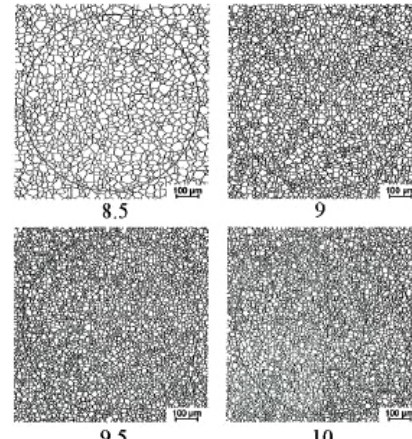
Syväoppimismallia käytettiin raerajojen tarkkaan tunnistamiseen ja epäpuhtauksien aiheuttamien häiriöiden sekä datatiedostoon sisältyvän kohinan eliminointiin. Tämän jälkeen vain raerajaverkoston sisältävät ku-



Kuva 6. Standardille ISO 643 luotu uusi vertailukuvasarja, raekokoluokat -1 – 3,5 [5]



Kuva 7. Standardille ISO 643 luotu uusi vertailukuvasarja, raekokoluokat 4...8 [5]



Kuva 8. Standardille ISO 643 luotu uusi vertailukuvasarja, raekokoluokat 8,5 – 10 [5]

vat luokiteltiin raekoon mukaan. Jos kuvasta määritetty raekokoluokka vastasi standardin mukaisen luokan vaatimuksia, kuva liitettiin mukaan rakenteilla olevaan vertailukuvasarjaan.

Jos todettiin pieniä eroavuuksia kuvasta saadun luokituksen ja standardin mukaisen raekokoluokan välillä, kuvaa muokattiin vastaamaan tavoiteltua raekokoa ja se luokiteltiin uudelleen. Tätä prosessia toistettiin niin kauan, että kuvan raekoko vastasi standardin mukaista raekokoluokkaa.

Suurempien raekokojen luokissa tällainen kuvan muokkaaminen on vaikeampaa. Näissä tilanteissa pieniä rakeita rajattiin ja suurennettiin yhtenäisen kuvan aikaansaamiseksi. Tämän jälkeen kuva luokiteltiin ja tarpeen vaatiessa menettely uusittiin. Lopulta saatiin aikaan mikroskooppikuviin perustuva, standardin vaatimukset täyttävä täydellinen vertailukuvasarja.

Uudessa sarjassa on 22 vertailukuvaa, jotka on esitetty *kuissa 6,7, ja 8*. Raekoon määrittäminen vertailukuvamenetelmällä tehdään tavallisesti käyttäen metallimikroskoopissa 100-kertaista suurennusta. Tämän vuoksi myös uusi vertailukuvasarja on tehty kuvista, jotka on otettu 100-kertaisella suurennuksella. Kuissa esitetty mittaviiva on 100 µm ja vertailuympeyrän halkaisija 798 µm. Vertailukuvasarja on saatavilla maksutta TIFF-tiedostomuodossa esimerkiksi räätäilöityjä tulosteita varten osoitteesta <https://standards.iso.org/iso/643/ed-5/en>.

3.4 Vertailukuvasarjan round robin -testaus

Vertailukuvasarjan luotettavuuden ja käytökelpoisuuden varmistamiseksi järjestettiin sen kansainvälinen testaus kaikkiaan 32 eri laboratoriossa. Osallistuvia laboratorioita

pyydettiin määrittämään raekoot vertailusarjan kuvista pinta-ala- ja leikkauslukumenetelmillä.

Pinta-alamenetelmässä oli laskettava rakeiden lukumäärä kuvan tietyltä alalta

ja ilmoitettava se normeerattuna lukuun kpl/mm². Leikkauslukumenetelmässä laboratorioden tehtävänä oli määrittää kuvan piirretyn tietyn pituisen viivan ja rajajaleikkausten lukumäärä ja ilmoittaa stan-

Taulukko 1: Tuloksia leikkauslukumenetelmän vertailutesteistä [5]

Raekoko-luokka	Laboratorio N:o 1	Laboratorio N:o 2	Laboratorio N:o 3	Laboratorio N:o 4	Laboratorio N:o 5
-1	-1.09	-1.01	0.09	0.04	-0.98
0	-0.03	0.16	-0.01	0.03	0.01
0.5	0.57	0.49	0.55	0.64	0.53
1	0.97	0.96	1.22	0.98	1.02
1.5	1.43	1.56	1.41	1.53	1.47
2	1.99	2.07	1.85	2.05	2.01
2.5	2.47	2.5	2.44	2.58	2.54
3	2.9	3	2.86	2.93	3
3.5	3.62	3.59	3.56	3.7	3.44
4	4.04	3.93	3.91	4	3.98
4.5	4.42	4.48	4.38	4.45	4.48
5	5.18	4.99	5.05	5.06	5.01
5.5	5.51	5.54	5.5	5.57	5.58
6	5.96	6.06	5.92	6.01	6
6.5	6.45	6.44	6.22	6.38	6.44
7	6.96	7.1	7.02	7.26	7.01
7.5	7.44	7.57	7.52	7.54	7.5
8	8.08	8.01	8.02	7.93	8
8.5	8.45	8.43	8.43	8.57	8.44
9	9.03	9.11	8.81	9.04	9.1
9.5	9.55	9.58	9.36	9.63	9.51
10	10.08	9.91	9.64	10	10.03

Taulukko 2. Tuloksia pinta-alamenetelmän vertailutesteistä [5]

Raekoko- luokka	Labora- torio N:o 1	Labora- torio N:o 2	Labora- torio N:o 3	Labora- torio N:o 4	Labora- torio N:o 5
-1	-1.03	-0.95	-0.87	-0.93	-0.83
0	-0.03	0.05	0	0.08	0.09
0.5	0.55	0.53	0.51	0.46	0.58
1	0.98	0.85	0.94	1.12	1.09
1.5	1.39	1.47	1.37	1.47	1.64
2	2.06	2.09	1.87	2.07	2.13
2.5	2.34	2.4	2.42	2.53	2.43
3	2.87	2.89	2.97	3.16	3.04
3.5	3.48	3.53	3.43	3.6	3.48
4	3.84	3.94	3.98	3.94	4.04
4.5	4.45	4.49	4.37	4.41	4.43
5	5.03	5.05	5.1	5.04	5.12
5.5	5.43	5.45	5.56	5.57	5.54
6	5.92	5.87	5.95	5.88	5.95
6.5	6.38	6.4	6.46	6.61	6.44
7	7.08	7.03	7.1	7.03	6.95
7.5	7.46	7.53	7.61	7.49	7.45
8	8.14	8.05	8.05	8.07	7.95
8.5	8.63	8.41	8.45	8.49	8.47
9	9.12	9.09	9.19	9.15	9
9.5	9.59	9.6	9.59	9.6	9.52
10	9.87	10.19	10.23	10.18	9.97

dardissa ISO 643 esitettyä menettelyä käyt-
tään tulos yksikkönä kpl/mm². Taulukoissa
1 ja 2 esitetään viiden laboratorion tulokset
verrattuna standardin raekokoluokkaan.
Round robin -testauksen tuloksena voi-
tiin todeta, että vertailukuvasarja on luo-
tettava ja stabiili.

4. Yhteenveto

Tässä artikkelireferaatissa on esitetty teko-
älypohjainen malli metallimateriaalien kes-
kimääräisen raekoon määrittämiseen. Malli
käyttää syväoppimisverkkojen opettamista
jatkuvien raerajojen ja suljettujen rakeiden
muodostaman raerajakuvan tuottamiseen
tutkittavan metallimateriaalin digitaalisesta
mikroskooppikuvasta. Malli määrittää
näytteen keskimääräisen raekoon käyttäen
kahdeksan lähinaapurin omaavien rakeiden
diffuusio- ja kasvua joidenkin raeraja-
kuvan tyhjien alueiden eliminoimiseen.

Referaatissa esitetään myös mallin
käyttö teräksen raekoon määrittämiseen
käytettävän standardin ISO 643 todellisiin

mikrorakennekuviin pohjautuvan vertai-
lukuvasarjan laatimiseen. Referaatissa esi-
tellään laatimisen vaiheet, varmennus ja
kansainvälisten laboratorioden suorittama
round robin -vertailutestaus.

Kansainvälisessä 32 laboratorion round
robin -testauksessa todettiin vertailukuva-
sarjan raekokomäärityksen tarkkuudeksi
vertailukuvamenetelmän tapauksessa 90
%. Pinta-ala- ja leikkauslukumenetelmien
kohdalla tarkkuudeksi saatiin 96,07 %.

Standardin ISO 643 revisio, jonka pää-
tavoitteena oli mm. uusi vertailukuvasarja,
laadittiin ISO:n teknisen komitean TC 17
”Teräs” työryhmässä vv. 2019 - 2024. Työ-
ryhmässä olivat edustettuina Sveitsi, Saksa,
Ranska, Ruotsi, Suomi, Kiina ja Japani. Työtä
johti ja koordinoi METSTA. Standardi vah-
vistettiin 2024-09-13 ja SFS-EN ISO 643,
joka sisältää suomenkielisen käännöksen,
julkaistiin 2025-09-05. ▲

**TEKSTI: SEPPO HÄRKÖNEN JA
STEPHAN STÜCKLIN**

Lähdeteokset

- [1] SFS-EN ISO 683-3:2022: Lämpökäsiteltävät
teräkset, seosteräkset ja automaattiteräk-
set. Osa 3: Hiiletysteräkset
- [2] ISO 643:2024: Teräksen raekoon määrit-
täminen
- [3] ASTM E112-13: (Reapproved 2021) Stan-
dard Test Methods for Determining Average
Grain Size
- [4] GB/T 6394-2017: Determination of estima-
ting the average grain size of metal
- [5] Z. Wu, J. Li, J. Zhang, S. Stücklin: Deep lear-
ning in metallography: adapting a grain size
determination model to develop the new
comparison charts for ISO 643, Praktische
Metallographie 62 (2025) 3, pp. 176-194
- [6] Stücklin, S.; Pühringer, J.: Praktische Me-
tallographie, Sonderband 53 (2019), pp.
107–112[7] GB/T 13298-2015: Inspection
methods of microstructure for metals

Referaatin kirjoittajista

SEPPO HÄRKÖNEN on Ovakolta
eläköitynyt metallurgi. Hän toimii
edelleen METSTAn standardointiryhmän
”Teräkset” puheenjohtajana.

STEPHAN STÜCKLIN on Steeltec AG:n
(Emmenbrücke, Sveitsi) laboratorion
päällikkö.



Tutkimusprofessorit Päivi Kinnunen (vasemmalla) ja Elina Huttunen-Saarivirta VTT:n Tampereen yksikön vastaanottoaulassa

Tutkimusprofessorit toiveammattissa

*Materia-lehden saamassa lukijapalautteessa lehden on toivottu julkaisevan enemmän henkilökuvatyyppejä artikkeleita. Lehden pysyvänä tavoitteena on myös saada nuoria lahjakkuuksia hakeutumaan tulevaisuuden kannalta yhä tärkeämmiksi käyville vuoriteollisuuden ja materiaalitekniikan aloille. Tässä tarkoituksessa lehden edustajat kävivät haastattelemassa alalla toimivia VTT:n tutkimusprofessoreita **Elina Huttunen-Saarivirtaa ja Päivi Kinnusta** (nimet sukunimen mukaisessa aakkosjärjestyksessä) välittämään lehden lukijoille heidän näkemyksiään työstään, alastaan ja sen tulevaisuudesta.*

Tausta ennen VTT:tä

Elina Huttunen-Saarivirta on entisen TTKK:n (Tampereen teknillinen korkeakoulu, sittemmin Tampereen teknillinen yliopisto TTY ja nykyään Tampereen yliopisto TAU) materiaaliopin kasvatteja. DI-tutkinnon valmistuttua vuonna 1997 opinnot jatkuivat alalla. Väitöstyö ja tohtorin tutkinto valmistuivat vuonna 2001. Seuraavaksi hän toimi post

doc-tutkijana Manchesterin yliopistossa, jonka jälkeen seurasi jakso akatemiätutkijana Tampereen teknillisessä yliopistossa. Koska jatkossakin tutkimustyö kiinnosti, Elina siirtyi VTT:lle Senior Scientist -tutkijaksi vuonna 2014.

Päivi Kinnunen on myös TTKK:n kasvatteja ympäristötekniikan alalta. DI-tutkinto valmistui vuonna 2000 ja väitöstyö sekä

tohtorin tutkinto vuonna 2004. Väitöstyö oli osa laajempaa Tekes (nykyinen Business Finland) -rahoitteista hanketta, ja osa siitä suoritettiin Australiassa vierailevana tutkijana. Väitöksen jälkeen työ jatkui tutkijana silloisessa Outokumpu Oy:n Porin tutkimuskeskuksessa. Koska soveltava tutkimus kiinnosti Päiviä, hän haki ja tuli valituksi vuonna 2012 VTT:lle Senior Scientist-tutkijan tehtävään.

Ura VTT:llä

Elinan työssä VTT:n Senior Scientist -asemassa kohdealueena oli materiaalien korrosio mukaan luettuina sekä märkäkorrosio että korkean lämpötilan korrosio. Myöhemmin mukaan tutkimusaiheena tuli myös tribologia. Tehtävä vaihtui Principal Scientist- tutkijaksi kriittisten raaka-aineiden ja materiaalien kiertotalouden parissa. Nykyinen professuuri tuli avoimeksi, ja Elina sai siihen nimityksen vuonna 2020 tutkimusalueenaan materiaalien ikääntyminen ja vaurioituminen.

Päivin kohdealueena Senior Scientist-tutkijana oli kaivosten prosessiteknikka. Raaka-ainepainotteinen tutkimus kohdistui erityisesti metallien prosessointiin. Seuraavana vaiheena oli tiiminvetäjän tehtävä hydrometallurgian piirissä. Tehtävään kuului myös uuden tutkimusinfrastruktuurin kehitys. Nykyinen tutkimusprofessorin työ käynnistyi vuonna 2022, ja tutkimusalueena ovat energiatekniikan metallimateriaalit ja niiden prosessointi mukaan luettuna kierrätys.

Molemmat tutkimusprofessuurit olivat alussa määräaikaista, mutta ne on myöhemmin vakinaistettu.

Tutkimusprofessorin toimenkuva

Rahoituksen hankinta tutkimustyölle on keskeinen osa tutkimusprofessorin tehtäväkenttää. VTT:n budjetissa ei ole professorikohtaisia määrärahoja. Oman tutkimusalueen edistäminen, tutkimusinfrastruktuurin kehitys, osaamisen kehittäminen ja alan jatko-opiskelijoiden sekä post-docien työn ohjaaminen, verkostoituminen ja yhteydenpito yrityksiin sekä teknologiakehitys ovat muita keskeisiä asioita tutkimusprofessorin toimenkuvassa.

Tutkimusalue VTT:llä käsittää noin 150 henkilöä, ja siihen kuuluu 2-3 tutkimus- tai työelämäprofessoria. Tutkimusalueen professoreilla voi olla alueen sisäistä työnjakoa; esimerkiksi Elina vastaa alueensa kokeellisesta tutkimuksesta sekä kokeellisen ja laskennallisen materiaalititeen linkittämisestä ja hänen kollegansa laskennallisesta tutkimuksesta.

Varsinainen tutkimustyö tehdään projektitiimeissä, jotka kootaan VTT:n omista osaajista. Tiimin koko riippuu hankkeen koosta ja luonteesta. Omia tutkimusryhmiä professoreilla ei ole, vaan osaajat kootaan VTT:n tutkimusryhmistä ja tutkimusryhmien välillä tehdään runsaasti yhteistyötä.

Strategiatyö kuuluu myös tutkimusprofessorin tehtäviin. VTT:llä on koko organisaation kattava strategia, joka jalkautuu tutkimusalueilla liiketoimintastrategian kautta.



Jotkut kysymykset saivat tutkimusprofessorit mietteleeiksi.

Tutkimusprofessorit osallistuvat näiden strategioiden laadintaan ja ovat usein mukana myös kansallisissa strategiaryhmissä.

Tutkijakäytöksen kehittämiseksi VTT:llä on oma tutkijakoulu, jossa tutkijat voivat professorin tai muiden senioritason tutkijoiden ohjauksessa edistää omaa väitöstyötään ja jopa keskittyä pääosin väitöstyön tekemiseen. VTT:llä on myös post doc -tyyppisiä tehtäviä, joiden puitteissa tutkija voi keskittyä johonkin rajattuun teemaan omassa tutkimustyössään.

Tutkimusprofessorin hallinnolliset tehtävät liittyvät lähinnä projektihallintaan ja substanssirahoitukseen liittyviin asioihin sekä projektiraportointiin. Painopiste ajankäytössä on tutkimustyön puolella.

Matkustamiseen liittyvän ajankäytön jakautumisessa ei niinkään ole kyse jakautumisesta VTT:n pääpaikan eli Espoon ja Tampereen yksikön välillä, vaan jakautumisesta Tampereen ja muun reissaamisen välillä. Matkapäiviä kertyy kummallekin riittävästi vuoden mittaan. Etätyö on muuttanut paljon tätä aluetta; projektien alkuvaihe pyritään usein hoitamaan kasvotusten, jatkossa työ tapahtuu enemmän etänä.

Tutkimusprofessorit raportoivat työstään projektiraportoinnin sekä esihenkilöiden kanssa käytävien kehityskeskustelujen kautta. Tulevaisuusasioita pohditaan tutkimusalueiden ja liiketoiminta-alueiden

johtajien kanssa. Tieteellisen työn tulokset raportoidaan tiedeyhteisölle tieteellisten julkaisujen muodossa.

Tutkimusalueet ja niiden näkymät

Kysyttäessä tutkimusteemoista ja haasteista, joihin ratkaisuja etsitään, Elina totesi teemanaan olevan materiaalien ikääntyminen ja vaurioituminen. Tulokulmana on materiaalien näkeminen teknologioiden ja prosessien mahdollistajina. Uudet prosessit, kiertotalous, vety ja sen johdannaiset tarvitsevat turvallisia ja luotettavia materiaaliratkaisuja. Köyhät raaka-ainelähteet ja sekundääriset raaka-aineet vaativat yhä enemmän niiden käsittelyyn käytettäviltä materiaaliratkaisuilta.

Päivin tutkimusteemana ovat kriittiset raaka-aineet erityisesti puhtaan energian tuotantoon ja varastointiin. Prosesseista ja materiaalikiertoista halutaan saada enemmän irti sekä kaivos- että prosessiteollisuudessa. Keskeiseen asemaan kriittisten raaka-aineiden prosessoinnissa nousee epäpuhtauksien hallinta.

Aikajänteen haasteiden ratkaisemiseksi muodostaa Päivin tutkimusalueella usein pakko, jonka taustalla ovat monesti poliittiset päätökset ja materiaalien saatavuus. Elinan alueella aikajänne syntyy usein siitä, että materiaaleista ja materiaalitekniikasta ei haluta tehdä kehityksen pullonkaulaa.

Mielenkiintoisina avauksina Päivi näkee uudet metallimateriaalit ja varsinkin harvinaiset maametallit, joiden kohdalla prosessin puhtausasteen hallinnalla on erityisen suuri merkitys. Suljetut vesikierrrot ja niiden riittävän puhdistustason hallinta prosessin toimivuuden turvaamiseksi työllistävät jatkossa yhä enemmän. Raaka-aineiden turvaaminen ja prosessi-integraatio varsinkin kaivosteollisuudessa tuovat sekä uusia mahdollisuuksia että haasteita.

Elina puolestaan näkee kiinnostavana suuntauksena materiaalimallinnuksen ja tekoälyn hyödyntämisen sekä näiden onnistuneen yhdistämisen kokeelliseen materiaalitutkimukseen. Lisäksi uusien teknologioiden asettamat materiaalihaasteet pitävät tutkijat virkeinä. Kiinnostavimmat signaalit tulevat yleensä yritysmaailmasta; sieltä tulevilla haasteilla on merkitystä. Molempien tutkimusalueilla kehitystarpeen ratkaisevat raaka-aineiden tarve teollisuuden ja yhteiskunnan energia- ja digisiirtymässä, raaka-ainepolitiikka ja huoltovarmuusasiat. Nykymaailman geopolitiittinen tilanne on ylipäättään tuonut raaka-aineet keskiöön myös tutkimuksessa.

Kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö

Lähtökohtaisesti kaikki VTT:n tutkimusrahoitus on kilpailtua, mutta organisaatiolla on myös pieni määrä omaa kehitysrachaa. Sitä

voi käyttää esim. uusiin tutkimusavauksiin.

Yhteistyötä tehdään monella eri tasolla. Esimerkkinä VTT:n sisäisestä yhteistyöstä ovat strategia- ja hankekehityspalaverit, joissa myös tutkimusprofessorit tapaavat ja sparraavat toisiaan. Tohtorikoulun puitteissa taas väitöstöiden ohjaajat ja väitöstutkijat tapaavat yhteispalaverissa.

Kotimaaisessa ja kansainvälisessä yhteistyössä tärkeimpiä yhteistyökumppaneita ovat yritykset, muut tutkimusorganisaatiot sekä yliopistot ja muut julkisen sektorin toimijat, esim. politiikkatohot. Yhteistyön yleisin muoto ovat yhteisrahoitteiset hankkeet, mutta myös kaupallisia toimeksiantoja tehdään paljon. Hankkeiden kesto vaihtelee laidasta laitaan, mutta yhteisrahoitteiset hankkeet saattavat olla kestoltaan jopa kolmesta neljään vuoteen.

Elinan ja Päivin kohdalla ajankäyttö kotimaisen ja kansainvälisen yhteistyön kesken jakaantuu kutakuinkin tasan kummallekin osa-alueelle pitkällä aikavälillä. Kansainvälisellä puolella eniten työllistävät yhteishankkeet ja tieteellinen yhteistyö. Kotimaassa myös toimeksiantoilla on merkittävä rooli yhteistyössä. Rahoituksen hankepohjaisuus pakottaa miettimään asioita eteenpäin pitämällä aikajänteellä.

Tutkimusmaailmassa on nykyään selvästi enemmän yhteistyötä kuin kilpailua. Suomalainen teollisuus on vahva toimija, ja sen kautta avautuu mahdollisuuksia päästä

mukaan hankkeisiin. Uusia yhteistyömalleja on myös kehitetty mm. työelämäprofessuurien ja jaetun palkkauksen myötä.

Onko nykyinen työ toiveammatti?

Molemmat haastateltavat kokevat olevansa toiveammattissaan. Työ tarjoaa mielenkiintoisen näköalapaikan ja mahdollisuuden ohjata ja kasvattaa nuorta osaajasukupolvea. Työ on myös merkityksellistä ja ratkaisuja tuottavaa, ja sitä saa tehdä huippukollegoiden ja -tutkimusinfraan parissa. Kaikki päivät ovat erilaisia, ja työssä pystyy kaiken aikaa itsekin oppimaan uutta ja tuomaan yhteiseen pöytään jotain olennaista.

Työn ja perhe-elämän yhteensovittamisessa joutuu päivittäin hakemaan rajaa sille, kuinka paljon pystyy kummallekin antamaan. Työ vie helposti mukanaan, mutta pitää itse osata asettaa rajansa. Lähtökohtaisesti jokaisella ihmisellä on myös vapaa-aika.

Lehtemme lukijakunnalle ja maamme nuorisolle tutkimusprofessorit haluavat kertoa, että tutkimusala ei ole helppo, mutta mielenkiintoinen ja sisällöltään rikas. Tekniikka ja nykyisin erityisesti materiaali- ja prosessiteknikka ovat tulevaisuuden mahdollistajia ja vastaavat suuriin megatrendeihin ja haasteisiin. Oman työn merkityksellisyyttä ei kummankaan ole koskaan tarvinnut miettiä.

**TEKSTI: TUOMO TIAINEN
VALOKUVAT: LEENA K. VANHATALO**

Building strategic Self-Sufficiency: Finland's Metal & Mining Industry in a Changing geopolitical Landscape

Rikastus- ja Prosessijaoston järjestämä perinteinen Talviseminaari järjestetään totutusti Vuorimiespäivien aattona 19.3.26. Seminaaripaikkana on Hotelli Mestari ja aiheena strateginen omavaraisuus.

Pistä päivä kalenteriin jo nyt, ilmoittautuminen avautuu helmikuussa!



VUORIMIESYHDISTYS



Authorities at the inauguration of Finland Pavilion. From left to right: Finnish Under-Secretary of State for International Trade Jarno Syrjälä, Executive President for Anglo American in Chile Patricio Hidalgo, Chile's Minister of Mining Aurora Williams, Ambassador of Finland in Chile Johanna Kotkajärvi and Senior Advisor for Business Finland Piia Nummela

Chile – A Global Mining Powerhouse and a Land of Opportunity for Finnish Solutions

Chile is the world's copper giant

Because the world's leading copper producer is Chile, the world's largest copper producing company is from Chile and the world's largest copper mine is also located in the country, it is certainly justified to call Chile the world's copper giant. Mining is the country's largest economic sector and accounts for around 10% of the country's GDP, and when considering indirect chains like energy consumption, water desalination and transportation, this figure exceeds 20%.

In 2024 Chile produced 5,5 million tons of copper representing a 4,9% increase compared to the previous year. This growth broke the downward trend recorded over the last five years in copper production in the country. However, Chile does not only have copper but it is also the second biggest producer of lithium globally and significant producer of molybdenum, silver and gold.

Securing supplies of critical minerals is important for countries and companies globally as the green transition and digital

networks advance. Critical minerals like copper are also important for defense. This development supports the investments on mining in Chile. The Copper commission of Chile (Cochilco) estimates that for the period of 2024-2033 mining companies' investments top 83 billion USD based on the project portfolio for the next 10 years. This includes 51 projects and represents a 26,5% growth as compared to the previous period.

Major technology needs in copper mining

When talking about copper, mineral extraction and processing optimization are important issues for the mines in Chile as the deposits are aging. The grades are lower and therefore more complex to treat; hence improvements in the efficiency of the extraction and processing are sought. On the look for more productivity, Chilean mines are advancing in digitalization, and the mining sector is embarked on a clear process of automation and remote control of operations.

Limited water resources have led mining companies to make major efforts to improve water efficiency and treatment. In Chile, mining companies have also invested in desalination projects. As for energy, mining represents around 30% of Chile's total energy consumption. Energy efficiency solutions are one of the opportunities identified for cost reasons but also because of energy efficiency plans required by law.

Regarding tailings, Chile has around 750 deposits including active, inactive and abandoned facilities. Mining companies are seeking improved tailings technologies related, for example, to dewatering, high-density stacking, monitoring and re-processing of tailings to recover value. Environmental management and remediation can also offer opportunities.

Large scale mining has set aggressive decarbonization goals towards 2050. Small and medium scale mining on the other hand has not set goals, but there are many opportunities in their decarbonization gaps related to blasting, loading and transportation as well

as to the availability of data and tools, for example. Shorter implementation times and better opportunities for piloting and testing make this segment attractive.

Safety is also a critical issue for all the mining companies and subcontractors as there have been recent fatal incidents in medium and large-scale mining operations in Chile. Safety in mining is not just a legal or ethical issue; it is tied to productivity, sustainability and reputation, making it a priority as mining is a high-risk industry. Adoption of innovation and technology to enhance safety in the mining industry is needed. For example, behavior management and risk aversion and solutions for safe operations in mine and plant processes are needed.

According to **Eduardo Nilo**, the President of Metso's South America market area: "Finnish companies have a significantly wide set of opportunities in Chilean mining sector. This region will continue to play a central role in supplying the minerals that are essential for the global energy transition. What makes Chile unique is not only the scale of its resources, but also the depth of mining knowledge and human capital developed over more than a century. This foundation provides a strong environment

for collaboration, innovation, and the introduction of high-performance solutions."

He also adds that from the perspective of Metso, the opportunities are not limited to Chile alone: "We see tremendous potential in broader regional integration across South America. For Finnish companies, this represents a strategic advantage: by being present here, close to mine operations and customers, it becomes possible to understand their challenges firsthand, support them with innovative technologies that improve efficiency, sustainability and safety. This approach has been the core to Metso's journey in the region, and it is what allows us to be viewed as a trusted partner with a very extensive market share."

Finnish companies in the mining sector in Chile

As already discussed, the mining sector in Chile offers many opportunities for Finnish companies, and several companies have already noticed this. More than 30 Finnish companies are working in the mining sector in the South American nation. There are Finnish companies of all sizes: big global players, SMEs and even startups.

"Our collaboration with Team Finland

has been invaluable", says **Oscar Molina**, General Manager of Kumera in Chile. "From joint initiatives that connect Finnish technology to our presence at Expomin 2025, we proudly promote Finnish innovation, reliability and sustainability in the Chilean mining industry".

There is also room for new openings from Finnish companies that are not yet in Chile. Team Finland can help, among other things, in finding a local representative, with contacts to stakeholders and via support for opening doors in the mining sector. The support in understanding the local business culture, especially related to mining sector, is also a part of our services.

"Finland has a strong reputation in Chile as a provider of mining expertise and clean technologies that this vital sector requires" **Johanna Kotkajärvi**, the Ambassador of Finland in Chile comments. "Chile's role in green transition as a key provider of especially in copper, lithium and other critical minerals for the global industries, as well as its potential for production of different sustainable fuels such as and green hydrogen, is driving demand for sustainable solutions, where Finnish companies excel. The Team Finland network in Chile, composed of the Embassy and Business Finland, has mining as one of



Finland Pavilion in Expomin 2025

the key priority sectors with numerous activities every month.”

Expomin 2025

Together with the Chilean Finnish Chamber of Commerce, Team Finland organizes monthly meetings with Finnish companies and their Chilean representatives to coordinate and work on synergies. This cooperation led Finland to be chosen as the invited country at Expomin 2025 - the biggest mining expo in Latin America. This strengthened further the Finnish brand in mining and served to highlight our expertise across the entire mining value chain.

Finland was the first European country to be the invited country of Expomin. 22 Finnish companies (and local representatives); Afry, BioSO4, Dynaset (Nordic Hands), Ecomond, Elmery, GTK, Geopyörä, IMA Engineering (Nicolaidis), Kemira, Kopar, Kumera, Lamor, Metso, Nokia, Normet, Oilon, (Termomin), Robit (FS Mining), Roxia, Vaisala (Metcom), Valmet, Watermaster (Freemaq) and Wärtsilä were part of the almost 350 m² Finland pavilion. In addition to showcasing Finnish technology and services, we also had a strong Finnish participation in the plenary sessions with keynote speakers and panelists and two Finland-focused panels. Cultural activities were also part of the Finnish presence.

”Expomin showed us that there definitely is interest in the Chilean market for our offering. The Finnish Pavilion was full of action all the time and we had numerous good encounters. Some of these interactions have progressed into further discussions, site visits, and even inquiries. All in all, we were very satisfied with Expomin 2025!”, **Erika Hietamäki**, Chair of the Board from Kopar comments.

What does the future bring?

Finland’s strong presence at Expomin 2025 showed that Finnish expertise is in demand. Next important mining fair is Exponor in Antofagasta in June 2026. Mining fairs connect Finnish companies with industry professionals and decision makers and plenary sessions give insights on policies and projects. Creating trust is important in Chilean business culture and face-to-face interaction is excellent for trust creation. Finland will have a pavilion in the European Union zone together with other member states to continue the building of strong Finnish brand for mining and to showcase the Finnish mining solutions.

As for opportunities in R&D cooperation, the Binational Chile-Finland Clean Transition Collaboration Platform offers opportu-



Panel discussion on Finnish Innovation Model in Expomin 2025



Team Europe meets Chile side event during Expomin 2025. From left to right: President of Metso for South America Eduardo Nilo, EU Ambassador to Chile Claudia Gintersdorfer, Chile’s Minister of Mining Aurora Williams, President of Association of Industrial Suppliers for Mining Dominique Viera and Vice President of Corfo José Miguel Benavente

nities in accelerating innovation scaling and enabling new business opportunities. Concrete opportunities for Finnish companies to develop, pilot, and scale technologies within Chile’s innovation ecosystem, particularly in the field of sustainable mining, is at the core of the platform. The platform aims to build bilateral innovation ecosystems supporting the clean transition, leveraging both public and private funding. Corfo, Fundación Chile, VTT, and Business Finland are working on the Binational Platform.

Chile’s mining industry is evolving rapidly, seeking advanced and sustainable tech-

nologies. Now is the right moment for Finnish companies to explore the Chilean market and form partnerships that support both sustainability and innovation. Team Finland in Chile is there to support your company. ▲

**TEXT: PIIA NUMMELA,
BUSINESS FINLAND**

**PHOTOS: EXPOMIN AND
CARLOS RECABAL**

Piia Nummela is Senior Advisor for Business Finland in Chile. She covers the mining and energy sectors supporting Finnish companies in the Chilean market.

WE ARE DEEP DATA EXPERTS

Let us welcome
Geovisor Sverige AB / 
strengthening our position in
Nordic countries.

**GEOPHYSICS
GEOHYDROLOGY
GEOLOGY
ROCK MECHANICS**

Geovisor

oykatiab.com

KATI

Drilling Intelligence

Vastuullinen
asiantuntijuus

Edistynyt
teknologia

Tarkka
tieto



**MAAILMAN
ENSIMMÄINEN
AIDOSTI LANGATON
SYTYTYSJÄRJESTELMÄ**



Lisää
tuottavuutta



Paranna
malminsaantia



Kasvata
tuottavuutta



Pienennä
käyttökustannuksia

WebGen™ on täysin langattomaan
räjäytysjärjestelmään perustuva
räjäytyspalvelu, joka poistaa nalli- ja
pintahidastehtimet räjäytyskentistä.

WebGen™ kommunikoi kallion, ilman sekä veden
läpi; sytyttäen räjätykset luotettavasti ja turvallisesti
poistaen ihmiset räjäytysten vaaravyöhykkeiltä.
Tämä toimialaa mullistava teknologia mahdollistaa
uusia louhintamenetelmiä ja räjäytystekniikoita,
joiden avulla voidaan lisätä merkittävästi
tuottavuutta ja pienentää käyttökustannuksia

Saadaksesi lisätietoa WebGen™-järjestelmästä ja
siitä kuinka se voi parantaa päivittäistä toimintaanne,
ota yhteyttä paikalliseen Orican edustajaan tai
vieralle osoitteessa orica.com/wireless

WebGen 200 Pro
UNDERGROUND



Älykäs tuotanto rakentaa metalliteollisuuden kilpailukykyä

Korkeat päästöt, suuri energiankulutus ja kasvavat asiakasvaatimukset pakottavat metalliteollisuutta uudistumaan. Sähköistys, automaatio ja digitalisaatio tarjoavat tehokkaita ratkaisuja, jotka tukevat kilpailukykyä, parantavat laatua ja vievät kohti kestävämpää tuotantoa.

Perinteinen metalliteollisuus on tunnettu korkeista päästöistä ja energiankulutuksesta, mikä tekee siitä haasteellisen kestävä kehityksen näkökulmasta. Toisaalta ala toimii raaka-aineiden toimittajana monille muille teollisuudenaloille, ja sen on pystyttävä vastaamaan näiden alojen muuttuviin tarpeisiin. Esimerkiksi sähköautojen ja avaruusteollisuuden kaltaiset strategiset alat vaativat entistä tarkempia ja laadukkaampia terästuotteita, mikä edellyttää teknologista kehitystä.

Luotettava sähköistys fossiilivapaan tuotannon perustana

Perinteinen masuunipohjainen teräksen tuotanto on yksi teollisuuden suurimmista päästölähteistä. Siirtyminen sähköllä toimivissa valokaariuuneissa ja vetyä hyödyntäen valmistettuun suorapelkistettyyn rautaan tarjoaa mahdollisuuden merkittäviin päästövähennyksiin. SSAB:n, LKAB:n ja Vattenfallin yhteinen HYBRIT-hanke on osoittanut, että fossiilivapaa arvoketju – malmista teräkseen – toimii puoliteollisessa mittakaavassa. On arvioitu, että siirtyminen hiili- ja masuunipohjaisesta teräksentuotannosta vetypelkistykseen ja raudan sulattamiseen valokaariuuneissa vähentäisi Suomen kokonaishiilidioksidipäästöjä noin 7 %¹⁾.

Uusi tuotantotapa edellyttää luotettavaa ja fossiilivapaasti tuotettua sähköä. Sähkön saatavuus on taattava, sillä tuotannon on jatkuttava keskeytyksettä ympäri vuorokauden – riippumatta sääolosuhteista tai energian hinnan vaihteluista. Tämä vaatii paitsi riittävää kapasiteettia myös älykkäitä energianhallintaratkaisuja, jotka mahdollistavat kulutuksen optimoinnin ja tuotannon joustavan sopeuttamisen kuormitushuippuihin. Luotettava sähköistys on fossiilivapaan terästuotannon perusta, ja sen varmistaminen edel-



lyttää tiivistä yhteistyötä energiantuottajien, teknologiatoimittajien ja teollisuuden välillä.

ABB tukee asiakkaitaan näihin haasteisiin vastaamisessa tarjoamalla prosessiteollisuuden sähköistyksen asiantuntijaklusterin kautta huippuluokan sähköistysteknologioita, jotka auttavat optimoimaan energiankäyttöä, parantamaan tuottavuutta ja vastaamaan markkinoiden muuttuviin vaatimuksiin. Klusteri tarjoaa kokonaisvaltaisia sähköistysratkaisuja kattaen kaiken esisuunnittelusta ja teknisistä toteutuksista aina laajennettuun automaatioon ja digitaalisiin ratkaisuihin.

”Autamme varmistamaan energiansaannin luotettavasti ja joustavasti kaikissa olosuhteissa. ABB:n energianhallintajärjestelmä mahdollistaa energiankulutuksen ennakoinnin, hintavaihteluiden hyödyntämisen sekä tuotannon suunnittelun energian saatavuuden mukaan. Lisäksi ABB:n energiatehokkaat moottorit, prosessien optimointiohjelmistot ja valokaariuunien tehokkuutta parantavat ratkaisut, kuten sähkömagneettiset sekoitinteknologiat, tukevat yhtiöitä heidän ta-



Petri Vuolukka

voitteidensa saavuttamisessa – olipa kyse tuotannon tehostamisesta, energiatehokkuuden lisäämisestä tai laadun parantamisesta”, kertoo **Petri Vuolukka**, metalli-, akku- ja kaivusteollisuuden toimialajohtaja ABB:llä.

Digitalisaatio tuo vihreään siirtymään uuden ulottuvuuden energiansäästöön ja päästöjen vähentämisen merkeissä. Siinä missä perinteiset menetelmät keskittyvät laitteis-

topäivityksiin, digitaaliset ratkaisut tarjoavat uusia mahdollisuuksia prosessien optimointiin myös silloin, kun muut keinot on jo hyödynnetty.

Mukautuminen asiakastarpeisiin

Metallinjalostusteollisuuden on kyettävä vastaamaan nopeasti muuttuviin markkinavaatimuksiin. Perinteisen rakenneteräksen rinnalle ovat nousseet yhä enemmän erikoisteräksset, joita tarvitaan esimerkiksi autoteollisuudessa, uusiutuvan energian ratkaisussa ja muissa teollisuuden tarpeissa. Kilpailukykyensä säilyttääkseen yhtiöiden on siirryttävä kohti räätälöityjä tuotteita ja samalla tasapainoteltava kustannuspaineiden ja kestävän kehityksen vaatimusten kanssa.

Automaatio tuo tuotantoon paitsi tehokkuutta, myös tarkkuutta. Digitaalisia ratkaisuja hyödyntämällä valmistajat voivat saavuttaa korkeimmat laatustandardit, vähentää materiaalihukkaa ja optimoida tuotantoprosesseja. ABB:n ratkaisut on suunniteltu integroitumaan joustavasti olemassa olevaan infrastruktuuriin, mikä mahdollistaa tuotannon kehittämisen ilman suuria investointikustannuksia.

Erikoisterästen tuotannossa tarkkuus on erityisen kriittistä. Pienetkin poikkeamat prosessiparametreissa, kuten nopeudessa, voivat aiheuttaa ongelmia tuotteen laatuominaisuuksissa. Automaatio varmistaa virheettömän synkronoinnin tuotannon kaikissa vaiheissa. ABB Ability™ System 800xA hyödyntää kehittyneitä algoritmeja ja reaaliaikaista mittaustietoa nauhan nopeuden ja kireyden jatkuvaan valvontaan ja säätämiseen. Näin ehkäistään ajettavuus- ja laatuongelmia, kuten epätasaista kelausta, repeämiä ja paksuuden vaihtelua.

Tuotantoprosessien kehittäminen ja ky-

ky uudistua ovat avainasemassa metalliteollisuuden pyrkiessä vastaamaan kasvaviin laatuvaatimuksiin ja muuttuviin asiakastarpeisiin. Digitalisaatio toimii tässä tärkeänä vauhdittajana: se tukee keskeisten osaamisalueiden rakentamista ja parantaa prosessien ketteryyttä ja tarkkuutta, samalla mahdollistaen valtavien tietomäärien keruun ja analysoinnin. Tämä nopeuttaa uusien materiaalien ja prosessien kehittämistä, lyhentäen tuotteiden matkaa markkinoille.

Näiden tavoitteiden saavuttaminen edellyttää tuotannon ja liiketoiminnan strategisten tavoitteiden tiivistä yhteyttä. ABB Ability™ Manufacturing Operations Management for Metals tarjoaa tähän tehokkaan ratkaisun toimimalla siltana näiden välillä ja tarjoamalla reaaliaikaisen näkyvyyden koko tuotantoketjuun. Ohjelmisto auttaa parantamaan tiedonkulkua, tuotannon suunnittelua ja ohjausta, raportointia sekä prosessien optimointia koko tuotantoketjussa. Samalla se tukee jatkuvaa parantamista ja auttaa vähentämään kustannuksia, vahvistaen yritysten kilpailukykyä.

Tekoäly muuttaa dynamiikkaa

Tekoäly tuo tuotantoon uudenlaista älykkyyttä, mikä tukee operaattoreita erityisesti haastavissa tilanteissa. Sen avulla voidaan parantaa prosessien johdonmukaisuutta, tehokkuutta ja turvallisuutta. Kun tekoäly integroidaan valvomo-ohjelmistoihin, se tarjoaa reaaliaikaisia suosituksia, optimoituja työnkuluja ja ennakoivia näkemyksiä, jotka tukevat nopeaa tietoon perustuvaa päätöksentekoa. Näin operaattorit voivat hallita tehtäviä entistä tehokkaammin ja reagoida muuttuviin olosuhteisiin joustavasti.

Tekoäly auttaa ylittämään perinteiset osaamisen siirtoon liittyvät haasteet täyden-

tämällä ihmisen asiantuntemusta dataan perustuvilla suosituksilla ja alan parhailla käytännöillä. Hyvä esimerkki tästä on ABB:n ja Microsoftin yhdessä kehittämä Industrial Knowledge Vault. Se kokoaa yhteen keskeisen dokumentaation, kuten normaalimenetellyt, käyttöohjeet ja kunnossapitodatan, ja hyödyntää generatiivista tekoälyä käyttäjien ja kunnossapitotiimien avustamiseksi.

Työnjohto voi luoda tekoälyn avulla vaihteittaiset työkulut automaattisesti hyödyntäen kaikkea dokumentaatiota ja dataa. Työn suorittajilla on puolestaan tekoälyn avustamana käytettävissä kussakin työtehtävässä kaikki data ja dokumentaatio, jotta työt tehdään turvallisesti kerralla oikein. Järjestelmä tukee hiljaisen tiedon keräämistä ja hyödyntämistä sekä auttaa erityisesti uusia työntekijöitä.

Tekoälyllä saadaan lisää tuottavuutta. Toimiessaan keskitettynä tietovarastona tekoäly virtaviivaistaa tiedonsaantia, auttaen tekemään tietoon perustuvia päätöksiä ja ylläpitämään toiminnan johdonmukaisuutta ja tuotannon jatkuvuutta.

Metalliteollisuuden kilpailukyky rakentuu kyvystä uudistua. Sähköistys, automaatio ja digitaaliset ratkaisut ovat strategisia investointeja kestävään, joustavaan ja turvalliseen tuotantoon. Yhdessä ne mahdollistavat siirtymisen kohti vähäpäästöisempää ja kilpailukykyisempää teollisuutta, joka vastaa sekä ympäristön että markkinoiden vaatimuksiin. ▲

TEKSTI: ABB

Lähteet

1) <https://www.ssab.com/fi-fi/uutiset/2024/08/hybrid-kuusi-vuotta-tutkimusta-raivaamassa-tiet-fossiilivapaalle-raudan-ja-terksenvalmistukselle-teo>



Sakatin kaivoshanke

Kriittisiä mineraaleja
Vastuullinen toimija
Tulevaisuuden älykäs kaivos

finland.angloamerican.com
@AngloAmericanFI @Finland - Anglo American

Laboratory services
for exploration
and mining



WWW.EUROFINS.FI MYynti@EUROFINS.FI

Yli 1000 tekijää. Neljä maata. Yksi Tapojärvi.



tapojarvi.com



Ammattitaitoinen henkilöstö



Laaja yhteistyöverkosto



Jatkuvan parantamisen kulttuuri

Lue lisää

tapojarvi.com



PAREMMIN • KEHITTYYNEEMMIN • TEHOKKAAMMIN • VALIKOIDUMMIN

#tapojarvigroup

**Kestävä.
Kotimainen.
Välttämätön.**



1
Paikallinen
omistaja



300
vakituista
työpaikkaa



200-500 M€
Liikevaihto
kannattavuuslaskelmissa

**Fe
Cu
Au**

hannukainenmining.fi



#kotimainenkaivos



**Hannukainen
Mining**

Sosiopoliittista geologiaa:

Vihreän siirtymän haasteet ja ristiriidat järjettömyyden aikana

Johdanto

Sosiogeologia ja poliittinen geologia ovat uusia ja nousevia käsitteitä geologian, yhteiskunnan ja ympäristön jännitteisen rajapinnan poikkitieteellisellä kentällä (Mata-Pereiro ym. 2012, Bobbette ja Donovan 2019, Stewart ja Gill 2017). Käsitteitä on sovellettu mm. kaivosaiheisiin (Bobbette ja Donovan 2019, Erb ym. 2017, Eerola 2024a). Tässä ko. käsitteistä käytetään yhteisnimitystä *sosiopoliittinen geologia*. Se on relevantti käsite mm. luonnonvarojen ja ilmastonmuutoksen tarkastelussa. Yhteiskunta, politiikka ja ideologiat ovat läheisessä suhteessa ilmastonmuutoksen hillintään ja kaivostoimintaa koskevassa keskustelussa. Siksi käsite sopii vihreän energiasiirtymän ja sen haasteiden tarkasteluun. Tässä artikkelissa yritetään hahmottaa ja ymmärtää aiheeseen liittyvää kriittistä raaka-aineita koskevaa keskustelua. Tämä on jatkoa Eerolan (2023) artikkelille kaivoskeskustelusta vihreässä siirtymässä.

Menetetty aika

1980-luvulla tulimme tietoisiksi toimintamme ilmastovaikutuksista. Kasvihuonekaasuja on päästetty ilmakehään vuosisatojen ajan aiheuttaen ilmaston lämpenemisen. Tämä on johtamassa mahdollisesti katastrofaalisiin taloudellisiin ja yhteiskunnallisiin vaikutuksiin.

Ympäristöliike on vaatinut vihreää siirtymää jo vuosikymmenet, ja puhtaan energian teknologioita on ollut tarjolla jo pitkään. Kuten Jacques ym. (2008), Cook ym. (2019) ja Plehwe (2023) ovat osoittaneet, arvokasta aikaa on kuitenkin menetetty konservatiivisten ajatuspajojen, suuren rahan ja fossiiliteollisuuden tukeman ilmastodenialismin vuoksi. Ideologiat ovatkin vaikuttaneet ilmastomuutoskeskusteluun voimakkaasti sen alkua ajoista lähtien. Vihervasemmiston on ollut helpompi hyväksyä ilmastomuutos ja sen torjunta, kun taas oikeistolle se on ollut haastavampaa (Chan ja Faria 2022). Ilmastodenialisteja on edelleenkin keskuudessamme, eikä niitä puutu alaltammekaan. Mutta oli asiasta mitä mieltä tahansa, koemme ilmastokriisin vaikutuksia sään ääri-ilmiöiden muodossa kasvavassa määrin. Sen seurauk-

sena yhteiskunnallinen paine ilmastonmuutoksen hillintään on kasvanut, ja hallitukset sekä teollisuus ovat vihdoinkin sitoutuneet vihreän siirtymän edistämiseen nähdessä siinä jopa liiketoimintamahdollisuuksia. Sen vauhti ja into näyttävät kuitenkin olevan joillekin liian kovia.

Jarrua ja downshiftausta

Kuten Dunlap ja Laratte (2022), Knuth ym. (2023), Meighs (2023) ja Biresselioglu ym. (2024) ovat osoittaneet, radikaali osa ympäristöliikkeestä ja tutkijoista on alkanut paradoksaalisesti vastustaa vihreää siirtymää. Tämä on erityisesti nähtävissä siihen liittyvän metallikaivostoiminnan suhteen (Litvin 2021). Kuten Nikiforuk (2023) ja Scheyder (2024) osoittavat, nämä radikaalit ovat ilmeisesti vasta äskettäin huomanneet, että vihreään siirtymään tarvitaan raaka-aineita, joita saadaan kaivoksista. Kaivostoimintaan taas liittyy ympäristövaikutuksia ja -oikeudenmukaisuuskysymyksiä (ks. Knuth ym. 2023, Leino ym. 2023). Raaka-aineita ei voi myöskään korvata kierrätyksellä, koska niitä ei siihen ole vielä riittävästi saatavilla. Radikaalit ympäristöaktivistit ja tutkijat pitävätkin vihreää siirtymää kapitalistisena

hankkeena ja vaativat sen sijaan kohtuutaloutta (*degrowth*) kulutuksen vähentämiseen ja talouskasvun rajoittamiseen (esim. Dunlap ja Laratte 2022; Knuth ym. 2023). Muun muassa Savinin ja van der Berghin (2024) laajan kirjallisuuskatsauksen mukaan kohtuutaloudesta ei kuitenkaan käydy yhteiskunnallista keskustelua. Ei myöskään ole tehty vakavasti otettavaa tutkimusta siitä, miten siihen päästäisiin, mitä siitä seuraa ja miten seurauksia hoidettaisiin.

Nouseva radikalismi

Ihmisoikeuksien ja demokratian väheksynnän ohella Trumpin tukema laitaiokeisto kieltää ilmastomuutoksen ja vastustaa vihreää siirtymää (Hess ja Renner 2019; Dickson ja Hobolt 2024). Tämä poliittinen liike muodostaa vihreän siirtymän vastaisen yhteiskunnallisen virtauksen (kuvat 1 ja 2). Muun muassa Hughes (2019) ja Shanaah ym. (2023) ovat mielenkiintoisesti huomanneet tämän laitaiokeistoliikkeen olevan tässä asiassa samalla aaltopituudella radikaalin ääri-vasemmisto- ja anarkistitaustaisen ympäristöliikkeen kanssa (kuvat 1 ja 2). Äärilaitoja yhdistävät monet muutkin piirteet: populismi, väkivalta, maalittaminen/



Kuva 1. Yhteiskunnallisia toimijoita vihreän energiasiirtymän ympärillä
Fig. 1. Societal actors around the green energy transition

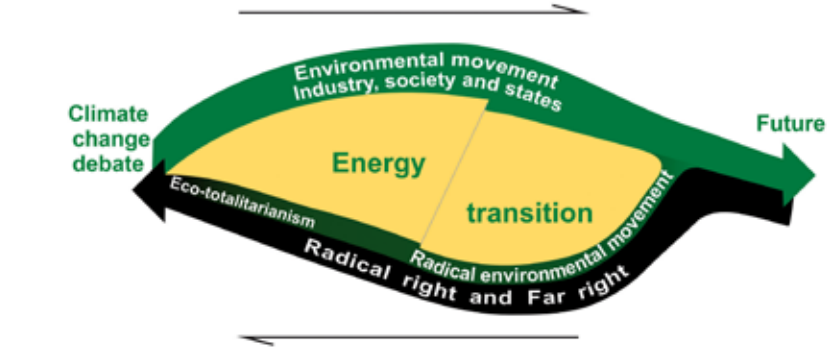
kanselointi, totalitarismi, autoritaarisuus, disinformaatio, salaliittoteoriat ja autoritääristen johtajien ihailu. (McClosky ja Chong 1985; Morrison 2024). Ympäristöasioissa ne saattavat yhdistyä ekototalitarismiin ja sortua ekoterrorismiin (Hughes 2019; Delina 2022, Shanaah ym. 2023; kuva 2). Suomessa Malkki ja Sallamaa (2018) sekä Tammikko (2019) ovat ennustaneet mahdollista poliittista väkivaltaa juuri ilmasto- ja maahanmuuttoasioissa ja Delina (2022) on kannustanut ilmastotoaktivismia ekosabotaasiin. Äärioikeistossa on puolestaan kehittynyt *ekofasismi*, joka vetoaa maahanmuuton vastustuksessaan ympäristöasioihin (Campion 2021). Kuten Zacher (2024) osoittaa, ympäristöaktivismissakin on pimeä puolensa.

Hiertoa ja halkeamia

Vihreän siirtymän myötä sen ympärille onkin muodostunut kaksi vastakkaista yhteiskunnallista virtausta. Geologisen analogiansa mukaisesti tämä aiheuttaa hiertoa (kuva 2). Geopoliittisesti heikentyneessä maailmassa hiertovyöhykkeessä muodostuu siirroksia. Sisäiset ja ulkoiset voimat voivat helposti käyttää näitä yhteiskunnallisia ja poliittisia siirroksia hyväkseen laajentaakseen niitä tarkoituksenaan luoda sekaannusta ja eripuraa (Dickson ja Hobolt 2024; Jones 2025). Siihen vaikuttavat geopoliittiset jännitteet, joissa raaka-aineet ovat keskeisessä roolissa.

Raaka-ainevastarintaa

Vihreä energiasiirtymä on tuonut kaivoskeskusteluun uusia ulottuvuuksia (Eerola 2023, 2024a, b). Ennen raaka-aineet ja niiden merkitys yhteiskunnalle loistivat poissaolollaan sekä kaivoskeskustelussa että yhteiskuntatieteellisessä kaivostutkimuksessa. Vihreä energiasiirtymä toi ne kuitenkin yhtäkkiä esiin (Leino ym. 2023, Scheyder 2024). Se tapahtui kuitenkin negatiivisella tavalla, mikä johtuu vihreän siirtymän aiheuttamasta raaka-aineiden suuresta kysynnästä (IEA 2021) ja sen aiheuttamasta yllätyksestä. Tässä kuviossa kaivosvastaisuus lisää myös vihreän siirtymän vastaisuutta, mikä tuli ilmi Savonlinnassa vuonna 2023 järjestetyssä kaivoskriittisten liikkeiden tapahtumassa. Samalla kun kaivosliikkeiden määrä on kasvanut Suomessa (Eerola 2024b), on suomalaisten kannatus kaivostoiminnalle kuitenkin paradoksaalisesti lisääntynyt (Kaivosteollisuus 2024). Kannatuksen kasvuun ovat vaikuttaneet koronapandemia, Ukrainan sota ja geopoliittiset jännitteet huoltovarmuuskysymyksiin (Kaivosteollisuus 2024).



Kuva 2. Vastakkaiset yhteiskunnalliset virtaukset muodostavat vihreän siirtymän ympärille hiertovyöhykkeen, joka saattaa aiheuttaa poliittisia siirroksia vihreään siirtymään.

Fig. 2. Societal countercurrents form around the green energy transition a shear zone. This may create political faults into the green transition.

Aktivistin ärsytys

Teollisuus on ominut vihreän siirtymän ajatuksen ja kestävyyspuheen ympäristönsuojelijoilta, ja laitaoikeisto on kaapannut kapinan vasemmistolta. Tämän lisäksi kivihiihlä tuottavat kaivosyhtiöt poseeraavat maailman pelastajina akkuminaeralikaivoshankkeineen. Jotkut ympäristöaktivistit ovat raivoissaan kaikesta tästä. Euroopan komission lanseeraama kriittisten raaka-aineiden asetus ja strategisten kaivoshankkeiden valinta nopeutettuine luvituksineen kiihdyttänevät vastarintaa etenkin luonnonsuojelualueilla (Eerola 2024b). Samaa aikaan Euroopan Unioni (EU) haluaa edistää sekä kaivostoimintaa että luonnonsuojelua EU:ssa (ks. Correia ym. 2024).

Dilemmojen dokumentointia

Eurooppalaisia litiumhankkeita käsittelevässä keskustelussa ja tutkimuksessa yllä kuvattu tilanne on hyvin nähtävissä. Sitä kutsutaankin ”Euroopan litiumparadoksiksi” Sim² KU Leuvenin ja Journeymanin (2025b) dokumenttielokuvassa. Serbian Rio Tinton Jadar -laakson litiumhankkeen vastarintaa käsittelevän dokumenttielokuvan ”Not in my country” (Sim² KU Leuven ja Journeyman 2025a) seurauksena erästä sen tekijöistä on voimakkaasti maalitettu sosiaalisessa mediassa esittäen jopa tappouhkauksia. Serbian Jadar -hankkeen vastarinta on esimerkkinä ”postmodernista” ideologisesta joustavuudesta ja vastakohtien samankaltaisuudesta: se yhdistää kovan linjan oikeistokonservatiiveja syvävihreisiin- ja äärivasemmistoympäristöaktivisteihin. Hevosenkäteoria voi hyvin (ks. Morrison 2024). Portugaliin suunnitella olevan Mina do Barrosen litiumhankkeen alueella dokumenttielokuvan kuvaustiimiä taas uhattiin sirpillä (Sim² KU Leuven ja Journeyman 2025b). Nämä ovat

esimerkkejä joidenkin kaivoskriittisten liikkeiden harjoittaman ympäristöaktivismin synkistä puoleista.

Eritahista kehitystä

Kuten Lazarević (2024) osoittaa, tilanteeseen vaikuttavat myös Etelä-, Itä- ja Pohjois-Euroopan väliset erilaiset talouskehitykset etenkin niiden maaseuduilla. Vaikka tuulivoimat ovat tavallisia esim. Portugalin ja Serbian maaseudulla, nämä alueet ovat kaukana perässä Pohjois-Euroopasta, missä useammat voivat hankkia sähköautoja. Portugalin ja Serbian litiumhankkeiden vastustajat kertovat, etteivät he halua tulla EU:n ”uhrialueiksi” (Lazarević 2024, Sim² KU Leuven ja Journeyman 2025a). Kuten Correia ym. (2024) toteavat, Euroopan komissio tarkastelee Euroopan mineraalivaroja yleisen edun näkökulmasta, kun taas kaivostoiminnan vaikutusten piirissä olevat yhteisöt kokevat nämä paikallisesti. Osaltaan kiistoihin ja niiden intensiteettiin vaikuttaa myös ko. alueiden kansalaisten luottamus hallituksiinsa. Se ei ole kovin korkea Etelä- ja Itä-Euroopassa ja kaivoskiistoihin liittyvien monia muita sosiopoliittisia ongelmia (Sim² KU Leuven ja Journeyman 2025a).

Kysyntä vs. tarjonta

IEA:n (2021) mukaan vihreän energiasiirtymän myötä raaka-aineiden kysyntä kasvaa merkittävästi. Vaikka hallitukset, EU ja teollisuus kiiruhtavat vihreää siirtymää, Michaux (2024) esitti tunnettujen mineraalivarojen olevan riittämättömiä vihreään siirtymään eikä uutta tuotantoa saataisi sen tarvitsemassa nopeudessa pystyyn. Euroopan kaivoskriittiset liikkeet ovat ottaneet tämän tiedon tervetulleena ja käyttävät sitä kaivostoiminnan vastaisena argumenttinaan.

Tämä nähtiin Savonlinnassa sekä aktivistien Brysselin raaka-aineviikon aikana jakamassa lehtisessä (European mining-sceptical movement 2024). Tieto näyttää miellyttävän myös ilmastodenialisteja (ks. Nikiforuk 2023).

Surrealistista todellisuutta

Kuten historioitsija Yuval Harari (2015) toteaa kirjassaan *Sapiens*, ristiriidat ja paradoksit ovat osa kulttuuriamme. Jotkut ovat haastavampia kuin toiset. Ilmastonmuutos, sen hillintä ja kaivostoiminta ovat ns. hankalia ongelmia (*wicked problems*). Näin ollen vaihtoehtoisia ratkaisuja tarvitaan. Valittavasti Brexitin ja Trumpin ensimmäisen vaalivoiton myötä vuonna 2016 alkoi totuuden jälkeinen vaihtoehtoisten faktojen aika. Sen jälkeen mitä uskomattomimpia asioita on tapahtunut politiikassa ja yhteiskunnassa. Sosiaalisen median, Trump 2.0 ja kasvavan globaalin laitaoikeiston myötä olemme siirtyneet järjettömyyden aikaan. Vihreään siirtymään liittyvät ristiriidat näyttävätkin olevan oireita syvästi polarisoituneesta maailmasta, missä rationaalisuus korvataan rinnakkaistodellisuudella.

Julkisen ja avoimen keskustelun tarve

Kaikki nämä ristiriidat, yhteensopimattomuudet, epätahtisuus ja haasteet näyttävät osoittavan, ettei vihreästä siirtymästä ole ilmeisesti ollut riittävää, kaikki huomioon ottavaa ja osallistavaa yhteiskunnallista keskustelua. Monet eivät näytä olevan siihen valmiita, ja jotkut käyttävät tätä sekaannusta hyväkseen. Tähän vaikuttaa myös poliittinen polarisaatio ilmastonmuutos- ja kaivoskeskustelun ympärillä. Kuten Litvin (2023) ja Correia ym. (2024) osoittavat, yllä kerrotut vihreän siirtymän paradoksit voidaan ymmärtää sen kiireen valossa, millä siirtymää tarvitaan ja ajetaan. Se on kuitenkin niin suuri yhteiskunnallinen muutos, että sitä ei voida menestyksellisesti toteuttaa ilman laajaa yhteiskunnallista keskustelua. Tämän vuoksi Litvin (2023) on kehottanut ilmastoaktivisteja keskustelemaan kaivosteollisuuden kanssa. Tarvitaankin enemmän teollisuuden, hallitusten ja kansalaisyhteiskunnan välistä yhteistyötä yhteisen haasteen ratkaisuun.

Tätä kehitystä on mielenkiintoista seurata kaivostoiminnan ja malminetsinnän näkökulmasta ja tutkia, kuinka näitä haasteita ratkotaan. Kuten Nature Geosciences (2024) -lehti pääkirjoituksessaan totesi, geologeilla on siinä merkittävä rooli. Geologien pitää osallistua keskusteluun yhteiskunnan kaikilla tasoilla ja foorumeilla. Sosiopoliittisel-

la geologialla voikin olla paljon annettavaa tähän keskusteluun geoetiikkaa unohtamatta (Peppoloni ja Di Capua 2024). ▲

TONI EEROLA

HELSINKI, TONI.EEROLA@HOTMAIL.COM
KIRJOITTAJA ON KAIVOSKESKUSTELUA
JA -KIISTOJA SEURAAVA JA TUTKIVA
SOSIOGEOLOGI.

Summary:

Sociopolitical geology: controversies and challenges of the green energy transition in the Age of Insanity

A new and emerging cross-disciplinary field of social and political geology is applied to examine controversies and challenges of the green energy transition. The transition has been demanded by the environmental movement for decades, but suddenly it has been started to be opposed by its radical part together with radical right and far right, which is a paradoxical alliance. Instead of green energy transition, the radical environmental movement and engaged scholars demand for degrowth, i.e., reduction of consumption and limit to economic growth, while far right uses environmental issues to justify its anti-immigration politics and promote ecofascism. This has created a societal countercurrent which forms a political shear zone and a fault in the society. This fault can be used by internal and external forces to amplify it and to create discord and confusion. At the same time, there is evidence that the known resources would not be enough for the green transition and no new production can be ramped up quickly enough. There is also disparity of development between northern, southern and eastern Europe, which influences the more intense resistance towards lithium projects in Serbia and Portugal. They do not want to become "sacrifice zones" for Nordic citizens who afford to buy electric vehicles.

All those controversies and challenges seem to indicate that the topic has not been a subject of a large and inclusive societal discussion. This is needed because the green energy transition is such a huge societal change that it cannot be successfully implemented without a large agreement. However, the strong political polarization around climate change and mining debate complicates that.

This development will be very interesting to follow and investigate from the perspective of sociopolitical geology. As this concerns geologists, they need to participate in public debate in all forums of society. ▲

References

- Biresselioglu, M.E., Solak, B., ja Savas, Z.F. 2024. Unveiling resistance and opposition against low-carbon energy transitions: A comprehensive review. *Energy Research & Social Science* 107, 103354. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103354>
- Bobbette, A., ja Donovan, A. 2019. *Political geology. Active Stratigraphies and the Making of Life*. Palmgrave MCMillan Cham, Geneve.
- Campion, K. 2021. Defining ecofascism: historical foundations and contemporary interpretations in the extreme right. *Terrorism and Political Violence*, 35, 926–944. <https://doi.org/10.1080/09546553.2021.1987895>
- Chan, E.Y. ja Faria, A.A. 2022. Political ideology and climate change-mitigating behaviors: Insights from fixed world beliefs. *Global Environmental Change* 72, 102440. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102440>
- Cook, J., Supran, G., Lewandowsky, S., Oreskes, N., ja Maibach, E. 2019. America misled: How the fossil fuel industry deliberately misled Americans about climate change. Center for Climate Change Communication. United States of America. <https://coillink.org/20.500.12592/bskjbmn.29.Nov.2024>. DOI: 20.500.12592/bskjbmn.
- Correia, V., Rosendo, L., ja Falck, E. 2024. Understanding the narratives in the public debate about mining in Europe. *European Geologist Journal* 57, <https://eurogeologists.eu/correia-understanding-the-narratives-in-the-public-debate-about-mining-in-europe/>
- Delina, L.L. 2022. Moving people from the balcony to the trenches: Time to adopt "climate" in climate activism? *Energy Research & Social Science* 90, 102586. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102586>
- Dickson, Z. P., ja Hobolt, S. B. 2024. Going against the grain: climate change as a wedge issue for the radical right. *Comparative Political Studies*, 0. <https://doi.org/10.1177/00104140241271297>
- Dunlap, A., ja Laratte, L. 2022. European Green Deal necropolitics: Exploring 'green' energy transition, degrowth & infrastructural colonization. *Political Geography* 97, 102640. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2022.102640>
- Eerola, T. 2023. Kaivoskriittinen sosiaalinen media ja kaivoskeskustelu vihreässä siirtymässä. *Materia* 5/2023, 24–29. https://issuu.com/materia-lehti/docs/materia_523/s/41944398
- Eerola, T. 2024a. Kaivostoiminnan etiikka, estetiikka, filosofia ja sosiaaliset vaikutukset. *Tieteessä tapahtuu* 1/2024, 6–10. <https://>

- journal.fi/tt/article/view/143485/90889
- Eerola T. 2024b. The origin, evolution, and impacts of the mining-sceptical movement in Finland. *Extractive Industries and Society* 19, 101486. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2024.101486>
- Erb, M., Mucek, A.E., ja Robinson, K. 2021. Exploring a social geology approach in eastern Indonesia: What are mining territories? *The Extractive Industries and Society* 8, 89–103. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.09.005>
- European Anti-Mining Movements 2024. The Brussels letter: We need a better plan for a just and sustainable transition. And you know it. Available on <https://bit.ly/brussels-letter> (assessed 12 January 2025).
- Harari, Y. 2015. *Sapiens. A Brief History of Humankind*. Vintage, London.
- Hess, D.J. ja Renner, M. 2019. Conservative political parties and energy transitions in Europe: Opposition to climate mitigation policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 104, 419–428. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.019>
- Hughes, B. 2019. "Pine tree" twitter and the shifting ideological foundations of eco-extremism. *Interventionen*, 14, 18–25.
- IEA 2021. The role of critical minerals in clean energy transitions. Special Report of the World Energy Outlook (WEO) team of the IEA. Paris: IEA. 283 p. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- Jacques, P.J., Dunlap, R.E., ja Freeman, M. 2008. The organisation of denial: Conservative think tanks and environmental scepticism. *Environmental Politics*, 17, 349–385. <https://doi.org/10.1080/09644010802055576>
- Sim² KU Leuven ja Journeyman 2025a. Not in my country. Documentary. EU Horizon EXCEED and LITHOS projects, Brussels.
- Sim² KU Leuven ja Journeyman 2025b. The European Lithium Paradox. Documentary. EU Horizon EXCEED and LITHOS projects, Brussels.
- Kaivosteollisuus 2024. Suomalaiset Kaivosbarometrissa: Olemme liian riippuvaisia Kiinan ja Venäjän mineraaleista. <https://www.kaivosteollisuus.fi/suomalaiset-kaivosbarometrissa-olemmeliian-riippuvaisiakiinan-ja-venajan-mineraaleista/>
- Knuth, S., Behrsin, I., Levenda, A., ja McCarthy, J., 2022. New political ecologies of renewable energy. *Env. Pl. E: Nature and Space*, 5, 997–1013. <https://orcid.org/0000-0002-3053-53941>
- Lazarević, N. 2024. Inequities in the green transition: anti-mining protests in the European periphery. *Global Political Economy*, 3, 250–272. <https://doi.org/10.1332/26352257Y2024D000000023>
- Leino, J., Kivinen, S., Mononen, T., ja Sihvonen, J. 2023. Common and private good: experiences of mining and environmental justice in rural areas (in Finnish, with English summary). *Alue ja ympäristö*, 52, 1–24. <https://doi.org/10.30663/ay.130927>
- Litvin, D. 2021. Prepare for a 'supercycle' in anti-mining activism. *ERM* 12.08.2021. <https://www.erm.com/insights/prepare-for-a-supercycle-in-anti-mining-activism/>
- Litvin, D. 2023. The climate movement needs to engage with Big Mining as never before. Commentary, *London School of Economics and Political Science* 13.01.2023. <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/news/the-climate-movement-needs-to-engage-with-big-mining-as-never-before/>
- Malkki, L. ja Sallamaa, D. 2018. Political violence in breaking times in Europe. In: Aunesluoma, J. and Kansikas, S. (eds.) *Europe's wild cards and black swans* (in Finnish). *Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu* 6/2018, 37–43. https://www.eduskunta.fi/FI/nain-eduskuntatoimii/julkaisut/Documents/tuvj_6+2018.pdf
- Mata-Perelló, J.M., Mata-Lleonart, R., Vintró-Sánchez, C., ja Restrepo-Martínez, C., 2012. Social geology: a new perspective on geology. *Dyna* 79, 158–166.
- McClosky H. ja Chong D. 1985. Similarities and differences between left-wing and right-wing radicals. *British Journal of Political Science*, 15, 329–363. doi:10.1017/S0007123400004221
- Meighs, J.B. 2023. The green war on clean energy. *City Journal*, Summer 2023. <https://www.city-journal.org/article/the-green-war-on-clean-energy>
- Michaux, S. 2024. Estimation of the quantity of metals to phase out fossil fuels in a full system replacement, compared to mineral resources. *Bulletin of the Geological Survey of Finland* 416, 293 p. https://tupa.gtk.fi/julkaisu/bulletin/bt_416.pdf
- Morrison, K. 2024. Ponying up: Horseshoe politics in American extremism. *Brown Political Review* 6 October 2024. <https://brownpoliticalreview.org/2024/10/ponying-up-horseshoe-politics-in-american-extremism/>
- Nature Geosciences 2024. Editorial: Minerals power the green energy transition. *Nature Geosciences* 17, 1067. <https://doi.org/10.1038/s41561-024-01591-2>
- Nikiforuk, A. 2023. The rising chorus of renewable energy skeptics. *The Tyee*, 7 April 2023. Available on <https://thetyee.ca/Analysis/2023/04/07/Rising-Chorus-Renewable-Energy-Skeptics/> (Assessed on 12 January 2025)
- Peppoloni, S. ja Di Capua, G., 2024. *Geoethics for the Future: Facing Global Challenges*. Elsevier, Amsterdam.
- Plehwe, D. 2023. Reluctant transformers or reconsidering opposition to climate change mitigation? German think tanks between environmentalism and neoliberalism. *Globalizations*, 20, 1277–1295, DOI: 10.1080/14747731.2022.2038358
- Savin, I., ja van den Bergh, J. 2024. Reviewing studies of degrowth: Are claims matched by data, methods and policy analysis? *Ecological Economics* 226, 108324. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108324>
- Shanaah, S., Fritsche, I., ja Osmundsen, M. 2023. Support for pro-climate and ecofascist extremism: Correlates and intersections. *Democracy and Security*, 20, 46–68. <https://doi.org/10.1080/17419166.2023.2220111>
- Scheyder, E. 2024. *The War Below. Lithium, Copper, and the Global Battle to Power Our Lives*. Atria/One Signal Publishers,
- Stewart I.S., ja Gill G.C. 2017. Social geology – integrating sustainability concepts into Earth sciences. *Proc Geol Assoc* 128: 165–172. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pgeola.2017.01.002>
- Tammikko, T. 2019. By anger and force. The political violence in Finland (in Finnish). Tallinna, Gaudeamus, 269 p.
- Zacher, H. 2024. The dark side of environmental activism. *Personality and Individual Differences* 219, 112506. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2023.112506>



Yleisöä seminaariosan alkua odottelemassa

Ohutlevy muovautuu moneksi

Levytekniikan teemapäivä – Steel Forum 2025 Lahdessa 9.10.2025

Suomen Levynmuovauksen Yhteistyöryhmän (FINDDRG ry) Levytekniikan teemapäivä järjestettiin jo 31. kerran, tällä kertaa Lahdessa Wanhan Walimon Walimosalissa. Aamupäivän esitysten ja lounaan jälkeen päivän ohjelmassa olivat yritysvierailut kohteina Halton Marine Oy Lahdessa ja Orima-Tuote Oy Orimattilassa. Päivään osallistui kaikkiaan 31 ohutlevyalan toimijaa.

Avaussanoissa yhdistyksen esittely

Aamupäivän puheenjohtajana toiminut **Meri Rosenberg**, SSAB Europe Oy esitteli avaussanoissaan Finddrg ry:n (Finnish Deep Drawing Research Group) toimintaa. Yhdistys on kansainvälisen IDDRG:n suomalainen alajärjestö, ja sen tavoitteena on edistää ohutlevyalan tutkimusta ja kehitystä Suomessa. Yhdistys järjestää vuotuisen Levytekniikan teemapäivän, myöntää apurahoja tunnistukseksi alan tutkimus- ja kehitystyöstä, jakaa vuotuisen kannustuspalkinnon alan opinnäytetyöstä sekä myöntää matka-apurahoja alan konferensseihin ja seminaareihin osallistumista varten. Rosenberg esitteli myös päivän ohjelman ja muistutti osallistujille päivän jälkeen jaettavasta palautekyselystä.

Lujien terästen muovattavuuden testaus ja arviointi

Viljami Veijonaho SSAB Europe Oy:stä esitteli tämän vuoden helmikuussa valmistu-



Meri Rosenberg

nutta diplomityötään lujien ohutlevyterästen muovattavuudesta. Tämä työ oli osa laajempaa tuotekehitysprojektia, jossa pyrittiin parantamaan entisestään ultralujan 960 MPa UHS-teräksen särmättävyyttä optimoimalla sen mikrorakennetta monifaasiteräksestä



Viljami Veijonaho

kohti martensiittista rakennetta. Diplomityössä arvioitiin eri tutkimusmenetelmien avulla, miten mikrorakennemuutokset vaikuttivat teräksen särmättävyyteen.

Tutkittavana oli kolme 960 MPa teräksen valmistuskonseptia A, B ja C, ja tuloksia

verrattiin luonnollisesti teräksen nykyiseen valmistuskonseptiin. Tutkittavana ainepaksuutena oli 8 mm, ja näytteet tutkimuksia varten otettiin nauhakelan keulasta, keskeltä ja hännästä, jotta särjäysominaisuuksien tasaisuus voitiin varmistaa myös nauhan eri kohtien välillä.

Varsinaisena tutkimusmenetelmänä olivat särjäyskokeet 90° kulmaan. Kokeet suoritettiin sekä valssaussuuntaan että valssaussuuntaan nähden poikittain. Kokeissa haettiin sisäkulman minimitaivutussädetä Ri suhteessa ainepaksuuteen t, jolla materiaalissa ei särjäyksen jälkeen vielä havaittu pintavikoja. Tavoitteena oli Ri/t-suhde alle 3,5. Kokeet toteutettiin ns. Z-särjäyksenä eli ensimmäisen taivutuksen jälkeen kappale käännettiin ja särjättiin toisesta reunastaan vastakkaiseen suuntaan.

Sekundäärinä tutkimuksena A-konseptin teräksen kykyä vastustaa myötymän paikallistumista särjäyskohdan ulkopinnassa tutkittiin DIC (Digital Image Correlation) -kuvausta käyttäen ja tuloksia verrattiin nykyisen valmistuskonseptin tuloksiin. DIC-menetelmässä koekappaleen sopivalla menetelmällä täpilitetty pinta kuvataan ennen deformaatiota ja deformaation aikana. Kuvia vertaamalla voidaan määrittää muodonmuutoksen eli myötymän jakautuminen näyteen eri kohdissa särjäyksen edetessä.

A-konseptin koekappaleiden mikrorakenne tutkittiin käyttäen FE-SEM-mikroskooppia. Lisäksi työssä arvioitiin FEM-simuloinnin tarkkuutta särjäytestaustityökaluna mallintamalla DIC-mittauksia vastaava särjäytilanne ja vertailemalla molempien laskennallisten menetelmien tuottamia myötymäjakautumia.

Tuloksena voitiin todeta, että A- ja B-valmistuskonseptien tuottaman materiaalin käyttäytyminen särjäyksessä ei ollut tasaisista. Tavoiteltua Ri/t- suhteen arvoa 3,5 ei myöskään saavutettu kaikilla koekappaleilla. Varsinkin B-konseptin materiaali ei kyennyt täyttämään odotuksia särjäyttäessä valssaussuuntaan. Sekä A- että B-konseptimateriaalien kohdalla havaittiin myös levyn voimakasta ”karkaamista” pistimeltä. C-konseptin materiaali oli särjäyskokeissa paras, tavoitteet täyttävä ja särjäyskäyttäytymiseltään stabiilein.

Mikrorakennetutkimukset osoittivat, että materiaalin mikrorakenne oli koko ainepaksuuden matkalta tavoiteltu martensiittinen. Kappaleiden pintakerroksissa havaittiin pienessä määrin kuitenkin myös pehmeämpiä faaseja, joista ei kuitenkaan arvoitu olevan ainakaan haittaa särjäytävyyden kannalta.



Kahvitauolla luotiin yhteyksiä ja vaihdettiin ajatuksia.

DIC-mittaukset osoittivat suoran korrelaation särjäyksen laadun ja myötymäjakauksen tasaisuuden välillä. A-konseptin materiaali vastusti alkuperäistä materiaalia huomattavasti myötymän paikallistumista. Näiden havaintojen sekä särjäytestien tulosten perusteella pelkkä mikrorakenteen hienontaminen ei yksin paranna särjäytävyyttä, vaan tarvittaneen myös toisenlaista seostusta. Näiltä osin lisätutkimukset ovat tarpeen.

FEM-simulaatiot tuottivat DIC-kuvausta vastaavia myötymäjakautumia, joskin kuvauksessa havaitut paikalliset maksimimyötymät olivat simuloituja arvoja jonkin verran suurempia. Tämä johtunee siitä, että simuloinnissa materiaalin plastisuuden oletetaan olevan homogeenista. Simuloinnin tulosten tarkentamiseksi tulisi plastisuusmalleja parantaa mm. mikrorakenteen ja tekstuurin vaikutusten huomioon ottamiseksi ja simuloinnin ”ideaalimallin” saattamiseksi vastaamaan paremmin todellisuutta.

Valmistusmenetelmien valintatyökalu suunnittelun tueksi

Ohjelmaan merkityn **Elmeri Lehtisen** ollessa estyneenä professori **Jari Larkiola** Oulun yliopistosta piti esityksen.

Kyseessä on EAKR:n (Pohjois-Pohjanmaan Liiton kautta) rahoittaman VIVA (Virtuaalinen Valmistus tuotekehityksen tukena) -hankkeen osana Oulun yliopistossa tehty työ. Sen tavoitteena oli systemaattisen valmistustekniikoiden vertailumenetelmän kehittäminen sekä kattavan suunnitteluohjeistuksen laatiminen. Tavoitteena oli auttaa suunnittelijoita suunnittelemaan valmistettavissa olevia tuotteita.

Työkalu toteutettiin selainpohjaisena

sovelluksena. Metodina oli DFMA (Design for Manufacturing and Assembly) -periaatteiden soveltaminen valmistusmenetelmien huomioon ottamiseksi valintatyökalun kehitystyössä. Haastattelujen avulla yrityksiltä ja opetushenkilöstöltä kerätyllä kokemustiedolla ja ehdotuksilla oli suuri rooli työn toteuttamisessa. Painoarvo oli erityisesti valmistusmenetelmien ominaisuuksissa ja valmistettavuusnäkökulmissa. Toleranssit ja laadun mittaaminen valmistuksen kestäessä nousivat tässä yhteydessä esille.

Valmistusmenetelmät jaoteltiin tyypeittäin, koska konekohtainen tarkastelu osoittautui liian työlääksi. Mukana vertailussa on kaikkiaan 16 valmistusmenetelmää. Menetelmätieto ja suunnitteluohjeistus pohjautuvat pääosin teoriaan, mutta haastattelujen kautta saatiin mukaan myös käytännön näkemyksiä.

Työkalun tärkeimmät funktiot ovat menetelmien valintaprosessi ja tietokortit. Valinta perustuu itsearviointiin; tyyppi vastaa vaalikonemenetelmää. Työkalun tietovarastona on Excel-työkirja. Tietokorttien integrointi työkaluun mahdollistaa menetelmäkohtaisen suunnitteluohjeistuksen tarjoamisen valintatyökalua käytettäessä.

Jari Larkiola esitti myös esimerkin työkalun käytöstä ja sen antamista tuloksista. Valintaprosessin toiminta on numeropohjainen, mikä mahdollistaa valmistusmenetelmien systemaattisen vertailun. Käytännössä työkalun käyttäjä vastaa työkalussa esitettyihin kysymyksiin ja saa vastauksena suosituksia eri valmistusmenetelmien soveltuvuudesta prosenttiosuuksina.

Työkalun testauksessa sen on todettu ohjaavaan loogisiin menetelmävaihtoehtoihin. Myös valmistettavan osan menetelmä-

kohtainen valmistettavuus paranee työkalun käytöllä. Työkalun konsepti on erittäin laaja ja avoin jatkokehitykselle mm. tietovaraston laajentamisen kautta.

Työkalu voidaan räätälöidä yritys- tai oppilaitoskohtaiseksi omine menetelmineen ja kysymyksineen. Tekoälyä hyödyntäen se voidaan myös integroida CAD/CAM-ympäristöihin. Kaikkiaan valintatyökalulla on potentiaalia koneensuunnittelun opetus- ja työelämäkäyttöön.

Outokumpu 316plus- optimoitu ruostumaton teräs vetytalon vaatimuksiin

Lead Technical Manager **Heikki Kokkomäki**, Outokumpu Europe Oy aloitti esityksensä Outokumpu-konsernin esittelyllä. Outokumpu on maailman johtava vastuullisen ruostumattoman teräksen valmistaja, jonka hiilijalanjälki on noin 75 % alan maailmanlaajuisista keskiarvoa pienempi. Tuotettujen terästen kierrätyssisältö on keskimäärin yli 95 %.

Toimintaa on lähes 30 maassa ja tehtaot sijaitsevat Suomessa, Ruotsissa, Saksassa, USA:ssa ja Meksikossa. Henkilöstöä konsernissa on kaikkiaan noin 9 000, josta Kemi-Tornio alue työllistää 2 000 henkilöä. Puhdas sähköenergia ja EU-alueen ainoa kromikaivos Keminmaalla mahdollistavat Outokummun aseman alan vastuullisimpana toimijana.

Vedyn haasteena energialähteenä on matala energiatiheys, joka edellyttää joko korkean paineen tai nesteytetyn olomuodon eli äärimmäisen matalan lämpötilan (-253 °C) käyttöä varastoinnin ja kuljetusten yhteydessä. Pienikokoisen atominsa ansioita vety diffundoituu eli kulkeutuu helposti monien metallimateriaalien rakenteessa, aiheuttaen paine- ja vetyhäviöitä esim. varastoinnissa.

Materiaaliin diffundoitunut vety aiheuttaa myös monissa metalleissa haurastumismion, joka ilmenee sitkeyden menetyksenä ja voi johtaa odottamattomiin vaurioihin. Korkea paine ja matala lämpötila edesauttavat molemmat vetyhaurastumisen kehitystä.

Austeniittisten ruostumattomien terästen tiivis kiderakenne hidastaa merkittävästi vedyn diffuusiota materiaalissa. Nämä teräkset myös säilyttävät sitkeytensä äärimmäisen mataliin lämpötiloihin saakka. Siten ko. teräkset ovat hyvin vastustuskykyisiä vedyn aiheuttamaa haurastumista vastaan. Austeniittisten ruostumattomien terästen lujuutta voidaan kasvattaa sekä seostusta että muokauslujittumista käyttäen.

Materiaaliominaisuuksien vertailu

	316L/316Ti	Supra 316plus®
Lujuus	★★★	★★★★★
Korroosionkesto	★★★	★★★★
Korkean lämpötilan lujuus	★★★	★★★★
Matalan lämpötilan lujuus	★★★	★★★★★
Väsymiskesto	★★	★★★
Muovattavuus	★★★★	★★★★
Vetyhaurauden kesto	★★★	★★★★★
Kustannustehokkuus/hinta	★★	★★★★

Supra 316plus®
EN 1.4404
ASTM UNS 31605

Yhdessä nämä ominaisuudet tekevät austeniittisista ruostumattomista teräksistä hyvin potentiaalisen materiaalin vetytalon käyttöön. Näitä teräksiä voidaan käyttää laitteissa ja prosesseissa, joissa vetyä käsitellään tai sitä on läsnä kuten polttokennoissa ja elektrolyyseissä, veden puhdistuksessa, energiakäytön tankkausasemilla, lämmönvaihtimissa, säiliöissä, putkistoissa jne.

Yhtenä rajoittavana tekijänä on austeniitin taipumus muuttua muokkauksen tai muovauksen yhteydessä osittain kiderakenteeltaan harvemmaksi, kovaksi ja hauraaksi martensiitiksi. Austeniittisen rakenteen stabiilisuutta tätä martensiittimuutosta vastaan voidaan kasvattaa mm. typpiseostuksen avulla, joka samalla kasvattaa materiaalin lujuutta ja parantaa sen korroosionkestävyyttä.

Outokummun austeniittinen Supra 316plus -teräs vastaa erinomaisesti ja kustannustehokkaasti vetytalon vaatimuksiin. Teräksen lujuutta ja austeniitin stabiilisuutta on lisätty typpiseostuksen avulla, jolloin vastaavasti kallista Ni- ja Mo-seostusta on voitu vähentää.

Supra 316plus-teräs on noin 30 % lujempaa kuin vastaava perinteinen 316L/1.4404-teräs. Typpiseostus parantaa myös korroosionkestävyyttä, jota Supra 316plus-teräksessä kasvattaa myös korkeampi kromipitoisuus perinteiseen 316L/1.4404-teräkseen verrattuna. Korkeampi lujuus mahdollistaa myös ohuemman ainepaksuuden käytön rakenteissa, joka lisää edelleen kustannussäästöjä.

Oheisessa taulukossa on vertailtu yleisellä tasolla keskenään Supra 316plus - teräksen ja perinteisen/titaanistabiloidun 316L/316L-Ti -teräksen ominaisuuksia. Vetyhaurauden vastustuskyvyltään Supra 316plus- teräs vastaa huoneenlämpötilassa lähes täysin 12,5

% nikkeliä sisältävää 316L/1.4435-terästä ja sen seostuskustannus on noin 30 % tätä alhaisempi.

Outokummun Supra 316plus-teräs tarjoaa kilpailukykyisen vaihtoehdon korvaamaan 316L/316Ti-teräslajin erityisesti vetytalon sovelluksissa. Teräs ja sen tuotanto täyttävät laajat kansainväliset standardit ja sillä on monipuoliset hyväksynnot erilaisiin käyttötarkoituksiin.

Ideasta valmiiksi ohutlevytuotteeksi

Myyntijohtaja **Petteri Perälä**, Relicomp Oy kertoi aluksi Relicomp Oy:n historiasta. Vuonna 1992 Kurikassa Relika- nimellä aloittanut ohutlevyteknikan osaa ja kasvanut 130 ammattilaisen ja 20 M€:n liikevaihdon toimijaksi, jolla on Kurikan tehtaassa 18 000 m² tuotantotilat. 1.4.2025 alkaen yritys on osa Meconet-konsernia.

Asiakkaiden tuotteita valmistava Relicomp Oy toimii pääosin levynvahvuusalueella 1-15 mm, ja levyn muovauksella sekä hitsauksella on suuri osuus tuotannossa. Muovausmenetelmistä mukana ovat särmäys, syväveto ja numeerinen painomuovaus. Kilpailukykyyn ylläpitämisessä automaatiolla on suuri rooli, ja mahdollisimman suuri osa tuotannosta pyritään tekemään käsin koskematta.

Tarkemmin Perälä esitteli numeerista painomuovausta. Sitä käytetään usein syvävedettävien tuotteiden prototyyppikappaleiden valmistuksessa. Siinä muottiin reunoistaan kiinnitettyä ohutlevyä muovaamaan pyöristetyllä kovametallityökalulla 3D-mallin mukaisesti kohti lopullista muotoa. Materiaali venyy paikallisesti, jolloin se myös ohenee.

Painomuovattavissa kappaleissa päästökulman tulee olla vähintään 25° tai materiaali saattaa rtketa. Minimimuovaussäde riippuu



Painomuovausta käytännössä. Kuva: Petteri Perälä, Relicomp Oy

käytetyn muovaustyökalun halkaisijasta ja sen kärjen pyörityssäteestä. Muoto ei välttämättä toistu tarkasti 3D-mallin mukaisesti. Materiaalin tekstuuri muuttuu ja siihen syntyy epähomogeenisen muokkauslujittumisen takia jännityksiä, jotka saattavat aiheuttaa muotoepäilyksiä. Menetelmän tarkkuus on käytännössä 0,5 – 3 mm, mutta toistotarkkuus on parempi.

Ohutlevytytuotteiden suunnittelusta Perälä totesi, että tuotteen hinnasta 70 – 80 % määräytyy jo sen suunnitteluvaiheessa. Helpoin tapa alentaa tuotteen valmistuskustannuksia on vähentää osien lukumäärää ja hitsausta. Paras lopputulos saavutetaan ottamalla huomioon tuotteen funktion lisäksi sen muotoilu ja valmistettavuus suunnittelun alusta asti.

Yleisimmät suunnitteluvirheet ohutlevytytuotteissa ovat aihion levitysvirheet, aliosista puuttuvat toleroinnit, aihioista puuttuvat kierteiden alkureiät, epäselvät senkkaukset tai viistemerkinnät sekä hitsausmutterille tarkoitettujen reikien liian pieni koko. Epäselvät hitsaus- ja maalauksen suojausmerkinnät sekä puuttuvat kappaleiden ripustus- ja vedenpoistoreiät hankaloittavat myös valmistusta.

Perälä esitteli myös ohutlevytytuotteiden valmistusmenetelmiin liittyviä näkökohtia, jotka suunnittelussa tulisi ottaa huomioon. Hän kävi läpi leikkaukseen ja lävistykseen, muovaukseen ja kierteitykseen, taivutukseen, syvävetoon ja hitsaukseen liittyviä asioita. Varsinkin syvävedossa muovaustapahtumaa tutkitaan perusteellisesti simuloinneilla ennen työkalujen valmistukseen ryhtymistä. Numeerisessa painomuovauksessa alamuotti tehdään usein vanerista.

Tuotteet tehdään kuvien mukaisesti, ja siksi kuvissa olevat virheet periytyvät usein tuotteisiin. Kuvissa tulee olla kaikki olennainen tieto ja tiedon tulee olla mitattavissa

valmistuksen eri vaiheissa. Jokaisen vaiheen ja yksityiskohdan vaikutus valmistustyöhön ja kustannuksiin tulisi ottaa suunnittelussa huomioon.

Ohutlevyn muovauksen simulointi

Business development manager **Ville-Pekka Saarela** EDR & Medeso Oy esitteli ohutlevytytuotteiden simulointia Ansys-ohjelmistolla. EDR & Medeso on vuonna 1986 perustettu pohjoismainen yhtiö, jolla on toimipisteet Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Englannissa ja Puolassa. Suomen pääpaikka on Tampereella.

Yhtiö auttaa asiakkaitaan suunnittelemaan parempia tuotteita, vähentämään riskejä ja nopeuttamaan markkinoille tuloaikaa sekä edistämään innovaatioita tarjoamalla johtavia simulointiteknologioita tiedonsiir-



Ville-Pekka Saarela

ron kautta. Päämyyntiohjelmisto on Ansys, mutta yhteistyötä on myös muiden innovaattoreiden kuten Neural Concept ja Rescale kanssa. Liikevaihto on 58 M€, ja yritys työllistää 160 henkilöä.

Levyntuotteen alueella simulointikohteina voivat olla kylmä- ja kuumamuovaus, venytysmuovaus, rullamuovaus, levyn palteistus, hydromuovaus kumivasteen avulla jne. Simuloinnin avulla voidaan mm. hienosäätää muotoja ennen prototyyppien valmistusta, ymmärtää tapahtumia muovaamisen eri vaiheissa sekä tutkia vikoja kuten rypyttyämistä, repeilyä ja huonon pinnanlaadun syntymistä.

Simuloinnilla voidaan tutkia myös takaisinjoukon muodostumista ja sen kompensointia erilaisten toimenpiteiden avulla. Aihion koon ja muodon optimointi, useiden prototyyppien testaaminen sekä eri materiaalien vertailu lukeutuvat myös simuloinnin tarjoamiin mahdollisuuksiin. Materiaalien vertailun edellytyksenä on, että käytettävissä on riittävän laaja ja ajantasainen materiaalitietokanta.

Ansys Forming -ohjelmiston ja sen uuden graafisen käyttöliittymän (GUI) kehitystyössä päämäärinä ovat olleet helppokäyttöisyys ja soveltuminen mahdollisimman monitasoisten muovausosaajien käyttöön. Ohjelmisto on tarkoitettu sekä tuotekehittäjien että tuotantotoimintojen käyttöön, ei pelkästään simulointiasiantuntijoille. Ohjelmisto käyttää LS-DYNA -ratkaisijaa ja siinä on automaattinen verkon sopeutustoiminto.

Ohjelmistolla voidaan suunnitella eri muovausprosesseihin soveltuvia tuotteita, minimoida muotojen monimutkaisuutta ja työkalukustannuksia sekä varmistaa oikeat päästökulmat, pyörityssäteet ja reikien sijainnit. Tuotantoprosessin ja -ketjun suunnittelu ja optimointi ovat myös mahdollisia.

Ohjelmiston erityisominaisuuksiin kuuluvat mm. automaattinen iterointi toleranssien saavuttamiseksi, automaattinen takaisinjoukon kompensointi sekä mahdollisuus kuumamuovauksen simulointiin, kun materiaaliominaisuudet eri lämpötiloissa tunnetaan. Tällä hetkellä ohjelmiston materiaalitietokannassa on yli 50 materiaalin tiedot normaalilämpötilassa tapahtuvan muovaamisen simulointia varten.

Lounaan jälkeen yritysvierailuille

Ensimmäisenä yritysvierailukohteena oli Lahdessa sijaitseva Halton Marine Oy. Yritys on osa kansainvälistä Halton-konsernia, jolla on toimintaa 35 eri maassa. Perheomisteisella konsernilla on 1900 työntekijää

ja vuoden 2024 liikevaihto oli noin 316 M€. Konserni toimittaa vaativiin ympäristöihin suunniteltuja sisäilmaratkaisuja mm. liikekiinteistöihin, julkisiin rakennuksiin, terveydenhuoltoalan laitoksiin ja laboratorioihin, ammattikeittiöihin ja ravintoloihin, energiantuotannon ja raskaan teollisuuden ympäristöihin sekä merialuksiin. Tuotantoyksiköitä on yhdeksässä maassa ja kahdeksassa näistä on myös ainakin yksi tutkimus- ja tuotekehitysyksikkö.

Halton Marine Oy:n Lahden tehtaalla suunnitellaan ja valmistetaan mm. ilmanvaihtotuotteita meriteollisuuteen ja energiateollisuuteen. 90 prosenttia tuotannosta myydään ulkomaille. Vuoden 2024 liikevaihto oli 32 M€ ja Lahden tehtaalla on noin 150 työntekijää. Vuosina 2020-2021 Lahden tehtaalle rakennettiin konsernin 10. tuotekehityskeskus Halton Innovation Hub. Se erikoistuu laivakeittiöiden ja laivahyttien ilmanvaihtoon sekä teollisuus- ja laivaympäristöjen ilmanvaihtokanavien palorajoitimiin kuten sulku- ja palopelteihin.

Haltonilla nähtiin uudet ja modernit sekä hyvin järjestetyt tuotantotilat, paljon robotiikkaa ja automatiikkaa sekä monia levyn-työstöasemia. Ohutlevy monine materiaali- vaihtoehtoineen on tuotannon pääraaka-aine. Tuotekehityskeskuksessa tutustuttiin mm. tuotteiden palonkestävyyden testaukseen.

Orimattilassa sijaitseva Orima-Tuote Oy valmistaa pääasiassa pohjoisen Euroopan markkinoille kattoturva- ja sadevesituotteita, ratkaisuja aurinkopaneelien asentamiseen niin pientaloihin kuin laajoille paneelitallekin sekä myös sopimusvalmistustuotteita. Vuonna 1960 alkunsa saanut ja vuodesta 1994 Orima-Tuote Oy:nä toimiva yritys työllistää keskimäärin 65 henkilöä ja liikevaihto vuonna 2024 oli 10,4 M€ (vuonna 2022 23,3 M€).

Tuotantopäällikkö **Mikko Nurmisen** johtamalla tutustumiskierroksella nähtiin sekä perinteisempää levynmuovaustekniikkaa että voimakkaasti lisääntyvää robotiikkaa, automatiikkaa ja niihin perustuvia tuotantolinjoja mm. tikastuotteiden valmistuksessa. Tuotteet saivat pintaansa asiakkaan toivoman värin yrityksen omassa pulverimaalaamossa. Kaikessa korostui vahva tekemisen ja eteenpäin menon meininki.

Kotimatkalle kukin taholleen

Yritysvierailujen jälkeen pääosin omilla autoilla liikkeellä olleet seminaarin osallistujat hajaantuivat kukin omille teilleen. ▲

TEKSTI JA VALOKUVAT: TUOMO TIAINEN



Haltonilla nähtiin paljon robotiikkaa ja automatiikkaa.



Tutustumiskierroksella Orima-Tuote Oy:n tuotteisiin ja tuotantolaitteistoihin

Metallurgijaoston ensimmäinen webinaari – Sarlin Oy Ab

Ruotsalaisen Svenska Bergsmannaföreningenin yhteistyöstä inspiroituneena Metallurgijaoston johtokunta päätti järjestää ensimmäisen oman webinaarinsa torstaina 18.9.2025 aiheenaan Sarlin Oy. Webinaarissa esiintyivät Sarlinin toimitusjohtaja **Jiri Viholainen** sekä kaasu- ja energialiiketoimintajohtaja **Gregor Lilius**. Webinaarissa oli yhteensä 25 osallistujaa, ja palautekyselyssä saatiin erittäin positiivista palautetta, joten webinaarien järjestämistä harkitaan myös jatkossa.

Sarlin Oy Ab - Yleistä

Sarlin Oy Ab on 100-prosenttisesti suomalainen perheyrittys, joka kuuluu Sarlin-konserniin. Yrityksen tavoitteena on kestävä kasvu panostamalla suomalaiseen osaamiseen ja auttamalla asiakkaitaan pienentämään hiilijalanjälkeään. Sarlin tarjoaa teknologiaratkaisuja teollisuuden paineilmaan, energiaan, automaatioon ja digipalveluihin kattaen osaamisen suunnittelusta ylläpitoon.

Sarlin toimittaa hiilineutraaleja kaasu-, energia- ja paineilmaratkaisuja, automaatioita, digipalveluita sekä huoltoa koko Suomessa yli 40 ammattilaisen ja 12 palvelupisteen voimin. Yhtiö palvelee yli 1000 teollisuusasiakasta sekä kotimaassa että kansainväli-

sesti. Toimintaa tukee selkeä organisaatorakenne, jossa on kolme päätoimialuetta ja viisi tukifunktiota.

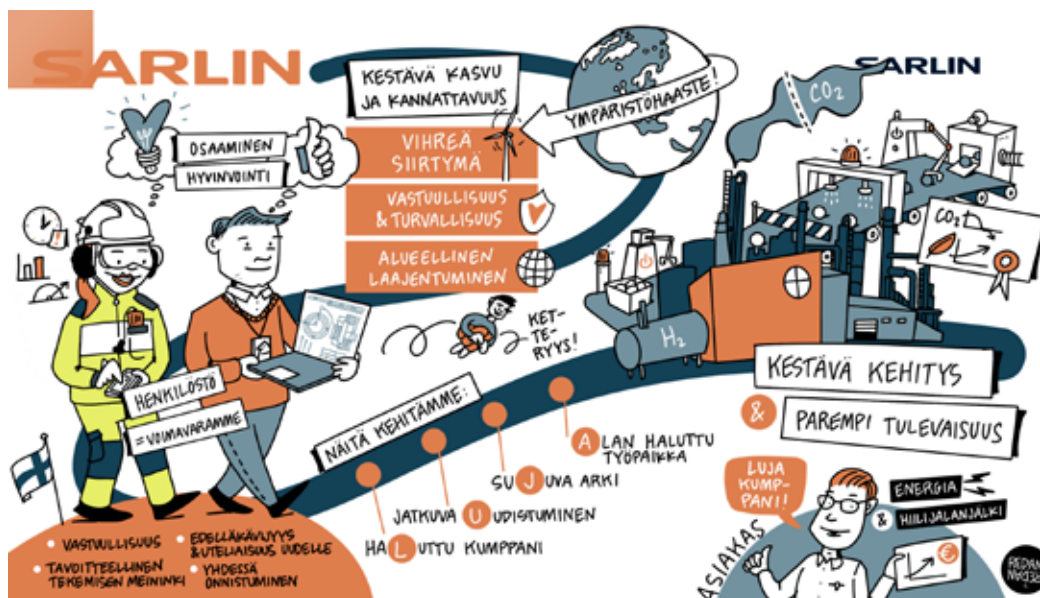
Sarlinin strategia vuosille 2025–2027 painottaa kestävyttä, vastuullisuutta, kasvua, osaamista ja alueellista laajentumista. Vihreä siirtymä määritellään etenemiseksi fossiilitaloudesta kohti hiilineutraalia ja resurssitehokasta yhteiskuntaa. Keskeisiä ajureita ovat ilmastomuutoksen hillintä, EU:n sääntely sekä teknologiat, kuten vety ja biokaasu, joiden tavoitteena ovat merkittävät päästövähennykset vuoteen 2030 mennessä.

Vihreä siirtymä, biokaasu ja vety

Suomen energia-alan tulevaisuus perustuu

runsaaseen uusiutuvan energian tarjontaan, ja vety sekä biokaasu ovat keskeisessä roolissa puhtaassa energiasiirtymässä. Vuonna 2025 vedyn kulutus on noin 150 000 tonnia. Pääosin se on harmaata vetyä, mutta vihreitä vetylaitoksia on nousumassa. Biokaasun vuosituohtanto Suomessa tällä hetkellä on noin 1,1 TWh, ja kapasiteetti pyritään kaksinkertaistamaan vuoteen 2027 mennessä. Tavoitteena on saavuttaa taso 4 TWh/a vuonna 2030. Tätä tukevat hallituksen tavoitteet yhdistettyinä investointitukiin.

Poliittiset ohjauskeinot, kuten syöttötariffit ja investointituet, vauhdittavat vihreää siirtymää, jonka tavoitteena on yli 50 %:n uusiutuvan energian osuus vuoteen 2030



Sarlinin strategia

SARLIN

Sarlin tarjoaa elektrolyyssereiden huoltopalveluita sekä kaasujen paineistukseen liittyviä ratkaisuja vedyn päämäärätuotantoon.

Vedyn jatkojalostaminen metaaniksi, metanoliksi tai ammoniakiksi on tällä hetkellä tärkeä osa uusien projektien suunnittelua. Sardin keskittyy tällä hetkellä erityisesti metaanin jatkojalostusprosessin tarjoamiseen.

Sarlinin valikolmasta löytyy ratkaisuja biokaasun jalostuslaitoksiin sekä niiden yhteydessä käytettäviin nesteytyslaitoksiin.

Häilödioksidin talteenottoyksiköt ja -laitokset edellyttävät CO₂-käsittelylaitteita sekä nesteytysteknologiaa, joihin Sarlin on vahvasti sitoutunut tässä markkinassa.



Energian lähteenä voi olla metaani, biokaasu, vety- ja energiakaasuseokset. Tukiklusterissa toimivat myös sähkökattilat, lämpöpumput ja muut energiavarastot (hiekkä) lne.

Yhteystiedot:
Gregor Lilius, 040 173 7667,
Gregor.Lilius@sarlin.com

BEIJERS
BEIJERTECH YHTIÖ

SWEMAS



TOYO
To Optimize Your Operation 東洋鉄球

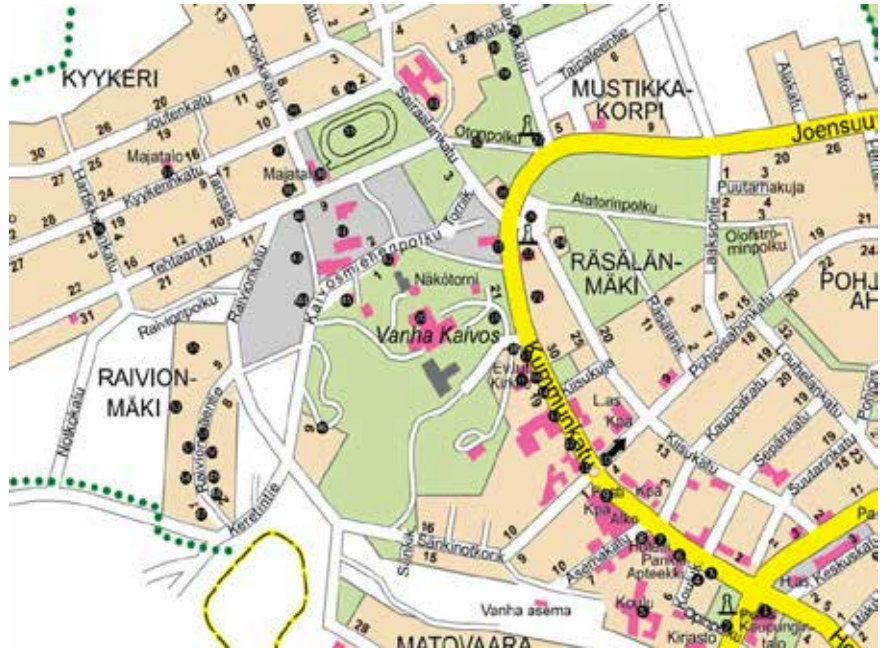
info@beijers.fi
09 615 20 550

Vuorimiesyhdistyksen syysretken kävelyretki 10.9.25 klo 13.30

(aiheena on geologinen aikajana ja Vanha kaivos)

Lähtö tapahtuu torilta.
Janan pituus on 1 060 m, ja se käydään läpi seuraamalla kivettyä janaa, jossa 30 cm vastaa 1 000 000 vuotta. Matkan varrella tutustutaan myös seuraaviin kohteisiin:

1. Kaupungintalo: arkkitehdit Märta Blomsted ja-Matti Lampen suunnittelivat talon vuonna 1956.
2. Kaivosmiehen patsaan ”Työstä paluu” suunnitteli kuvanveistäjä Erkki Kanosto 1985.
3. **Siuruan gneissi** on **3 500 miljoonaa** vuotta vanha ja, Siuruan kylä sijaitsee Pudasjärvellä Iijoen vesistön Siuruanjoen varrella. Siuruan gneissi on metamorfinen kivilaji ja se on syntynyt uudelleen kiteytymällä basaltista, jonka mineraalit ovat plagioklaasi, kalimaa-sälpä, oliiviini ja sarvivälke.
4. Kulttuurikeskus Maritan edeltäjä oli 1934 valmistunut elokuvateatteri Kuvanaäyttämö.
5. Oikealla näkyy koulukeskus. Alkuperäisen osan, kansakoulun, suunnitteli Wäinö Gustaf Palmqvist 1940.
6. Osuuspankin edessä on **Valtimosta löytynyt gneissilohkare**, jonka ikä on **3 100 miljoonaa** vuotta. Lohkareen mineraalit ovat kvartsi, kiilteet ja maasälvät.
7. Seuraava lohkare on **Nunnanlahden vuolukivilohkare**. Sillä on ikää **2 800 miljoonaa** vuotta. Vuolukiveä käytetään helpon työstettävyyden takia muotoiluun ja rakennuksiin (mm. Kansallisteatteri).
8. Hotelli Kummun alkuperäinen nimi oli Malmikumpu. Talo valmistui 1967. Sen suunnitteli joensuulainen arkkitehti Erkki Lehti. Rakennusvaiheessa rakennuttaja häipyi Karibialle ja vietti siellä loistokasta elämää siihen saakka, kunnes rahat loppuivat. Hän palasi Suomeen ja vankilaan.



9. Sokoksen edustalla on **Siulinjärven apatiittilohkare**. Sen ikä on **2 600 miljoonaa** vuotta. Apatiittimineraali sisältää fosforia. Siitä valmistetaan lannoitteita. Siulinjärvellä on malmin joukossa runsaasti flogopiittikiilleitä.
10. Kun katsotaan itään päin, niin nähdään Vuonoksen kaivoksen hienomurskaamon rakennus.
11. Vanhan postipankin talon edessä on **Kemin kromimalmilohkare**. Sen ikä on **2 400 miljoonaa** vuotta. Malmista valmistetaan ferrokromisulatolla sulaa, joka on ruostumattoman teräksen sula-ron raaka-aine. Kun seoksessa on 18 % kromia, 8 % nikkeliä ja 74 % rautaa, saadaan ruostumaton teräs. Jos seokseen lisätään vielä 2 % molybdeenä, niin siitä saadaan haponkestävää terästä. Kromimalmin syntyäikana Suomi oli päiväntasaajan eteläpuolella.
12. Vanhan oppikoulutalon (jonka suunnitteli 1950 Heino Kamppuri) paikalla on nyt hoitokoti Kotikumpu. Sen edessä on **Kolin kvartsiittilohkare**. Ikä on **2 100 miljoonaa** vuotta. Päämineraaleina ovat kvartsi, maasälvät ja biotiittikiilteet, mutta punaisen värisävyn antavat rautaoksidikiilteet.
13. Hoitokodin sisäänkäynnin kohtaa koristaa **Stromatoliittikivi**. Ikä on **2 050 miljoonaa** vuotta. Löytöpaikka on Lapin läänistä Tervolan kunnasta. Stromatoliittikivi on Suomen vanhin fossiili. Kivessä vaihtelevat kvartsiittihiekka- ja dolomiittikerrokset.
14. Kotikummun ja kirkon välissä on lohkare **Viinijärven liusketta**. Ikä on vähän alle **2 000 miljoonaa** vuotta (tarkkaan ottaen 1 920 miljoonaa vuotta). Päämineraalit ovat kvartsi ja biotiitti. Kivestä valmistetaan ohuita luonnon laattoja pihakiviksi, rakennusten päällyskiviksi ja takkakiviksi.
15. Kirkko on rakennettu vuonna 1954, ja sen suunnitteli alun perin Bertil Liljequist, mutta hän kuoli rakennusvaiheessa. Työn saattoi loppuun arkkitehti Samuel Salvesen. Outokumpu Oy:n toimesta arkkitehti Wäinö Gustaf Palmqvist suunnitteli kirkon keskustaan vuonna 1943, mutta seurakunta ei halunnut luopua Kuusjärven kirkon asemasta, ja siten suunnitelma jäi toteutumatta.
16. Kirkon edessä on **Kangasniemen pallograniittilohkare**. Sillä on ikää **1 820 miljoonaa** vuotta. Pallomainen rakenne

- tekee siitä halutun pöytätaso- ja rakenuskiven. Päämineraalit ovat kvartsi, kalimaasälpä, plagioklaasi, biotiitti ja muskoviitti. Tarkka syntytytapa ei ole tiedossa. Pallokiviesiintymiä on maailmassa kuutisenkymmentä. Niistä puolet sijaitsee Suomessa.
17. Kirkonmäen päällä on aikajanan viimeinen lohcare, **Rapakivi**. Sen ikä on **1 560 miljoonaa** vuotta. Lohcare on Vironlahdelta. Erilaisia rapakiviä kutsutaan joko **pyterliitiksi**, jos muutamia kalimaasälpäkiteitä reunustaa plagioklaasireunus tai **viborgiitiksi**, mikäli lähes kaikkia kalimaasälpäkiteitä ympäröi plagioklaasikehä.
 18. Oikealle risteyksestä lähtee Eero Mäkisen tie Sänkivaaralle, missä on Palmqvistin suunnittelema johtajan asunto.
 19. Eero Mäkisen kivipuisto löytyy Räsälänmäen päältä. Aurinkokellon muotoon laitettut lohcareet ovat seuraavat: Outokummun malmilohkare (Cu 5,1 %) on keskellä. Kehässä on pohjoiskarjalaisia kivilohkareita: 1. Vuolukivi Nunnanlahti, 2. Kiilleliuske Liperi, 3. Vihreä serpentiiniitti Polvijärvi, 4. Leopardikivi Polvijärvi, 5. Gabro Eno, 6. Serpentiiniitti Outokumpu, 7. Talkkiliuske Polvijärvi, 8. Karsikvartsikivi Outokumpu, 9. Tremoliittikarsi Outokumpu, 10. Kloriittiliuske Outokumpu, 11. Diopsidikarsi Outokumpu, 12. Tremoliittikarsi Vuonos.
 20. Eero Mäkisen kivipuiston takana näkyvät Rinnerikastamo ja Vanha nostotorni sekä 1952 valmistunut valkea rikastevarasto.
 21. Toisella puolen eli oikealla on Uno Ullbergin vuonna 1914 suunnittelema sairastupa eli Kalmisto.
 22. Samalla puolella mäenrinteessä on Outokumpu Oy:n entinen keskuskonttori, jonka myös Uno Ullberg suunnitteli 1937.
 23. Vastapäätä konttoria on Lotta-niminen ruokala-, paloasema- ja autotallirakennelma. Sen suunnitteli Wäinö Gustaf Palmqvist ja se valmistui 1937.
 24. Alatorin itäpuolella on tukholmalaisen arkkitehdin Gustaf Wikmanin suunnittelema vuonna 1914 valmistunut asuinrakennus Hollola. Nimensä se sai ensimmäisestä asukkaasta insinööri Hollosta.
 25. Alatori oli 1910- 1950 ajan keskeinen tori- ja markkinapaikka. Sieltä lähtivät myös Okubussit kuljettamaan työläisiä viiteen eri suuntaan.
 26. Torin luoteisnurkassa sijaitsee Outokumpu Oy:n ensimmäinen pääkonttori. Sen suunnitteli Uno Ullberg alkujaan 1913 Outokumpu Kopperiverkin konttoriksi.
 27. Mäen alta Kaivoskadun varrelta löytyy malmin löytymiskohta. Sinne on pystytetty kairausputki, mistä alkoi kolmas tutkimuskairausreikä. Kukkulan päällä on malmin löytäjän Otto Trüstedt'n muistomerkki.
 28. Kukkulan takana on painuma-alue, missä maa putosi 2-8 metriä maanalaisten pilareiden sorruttua 1950-luvun alussa. Lähellä on myös vinokuilu Kumpu B -tunnelin suu.
 29. Kaivoskatu halkaisee Mustikkakorven asutusalueen, jossa vuosina 1930–1940 valmistui kymmeniä pääasiassa yhden tai kahden perheen työläisasuntoja. Niiden suunnittelijana oli Wäinö Gustaf Palmqvist.
 30. Kaivoskadulta käännytään kapearaiteisen rautatien pohjaa ylöspäin.
 31. Oikealle jää Lavakatu, joka on saanut nimensä kapearaiteisen radan raakamalmien lastauslavasta.
 32. Käännytään oikealle Oton polulle. Nimen se on saanut Otto Trüstedt'stä.
 33. Kuljetaan pätkä Sairaalkatua ja ohitetaan yhtiön toinen uudempi sairaala. Sen suunnitteli vuonna 1937 Wäinö Gustaf Palmqvist ja se valmistui 1939. Uusi terveyskeskus aloitti toimintansa 2025 Pohjoislahdella.
 34. Käännytään vasemmalle Kykerinkadulle, jossa ovat ensimmäisinä 1914 valmistuneet asuintalot Kykeri 1 ja 2. Ne suunnitteli Gustaf Wikman.
 35. Vasemmalla on Kykerin 1937 valmistunut urheilukenttä, jossa 1960-luvulla pelattiin pesäpalloa sekä naisissa että miehissä korkeimmalla sarjatasolla.
 36. Ennen risteystä on oikealla Palmqvistin 1938 suunnittelema kahden perheen laudoilla vuorattu hirsitalo.
 37. Käännytään vasemmalle Poikkikadulle, ja oikealla on Märta Blomstedtin ja Matti Lampénin vuonna 1957 suunnittelema Pohjois-Karjalan ensimmäinen rivitalo.
 38. Vasemmalla on Palmqvistin suunnittelema ja 1937 valmistunut sauna-, pyykkitupa-, mankeli-, kirjasto-, lukusali-, voimistelu- ja juhlasalirakennus.
 39. Oikealla puolella ovat 1949 valmistuneet kaksi kolmikerroksista kivitaloa, jotka olivat Outokummun ensimmäisiä asuinkivitaloja.
 40. Kuljetaan tehdasalueen portista läpi.
 41. Vasemmalle jää Palmqvistin 1928 suunnittelema sähkövoimalaitos,
 42. sekä valkoinen Malmitalo, jossa 1937 oli alkujaan sähkötyöpaja ja puuverstas.
 43. Korjauspajan (1928) ja Malmitalon välistä näkyy tunnelin kivinen suuraikennus, mistä kaivosmiehet kulkivat hissille.
 44. Oikealle jää varastohalli, jossa nyt on ns. lasten kaivos.
 45. Sen jälkeen on 1928 valmistunut kapearaiteisen radan vetureiden talli.
 46. Korjauspajan takana on 1942 valmistunut insinöörikonttori.
 47. Tien vasemmalle puolelle mäen rinteeseen jää Tuulensuun asuintalo, jonka Uno Ullberg suunnitteli 1914 sähköinsinöörin asunnoksi.
 48. Saavutaan Raivionmäen asutusalueelle. Ensimmäinen vasemmalla on ns. Alatalo. Sen suunnitteli Palmqvist 1938 kaivososaston päällikölle.
 49. Tien toisella puolella on kahden perheen talo Paukku, joka valmistui 1943.
 50. Sen yläpuolella on kahden perheen talo Mökki (1939).
 51. Edelleen kaksi kahden perheen taloa Korsu (1940) ja Motti (1941).
 52. Tien toisella puolella on Uno Ullbergin suunnittelema kaksikerroksinen Lepistö (1927).
 53. Lepistön takana on Tykkimäki, jossa oli sodan aikana kolme ilmatorjuntatykkiä.
 54. Raivionmäki on laskeutunut useita kymmeniä senttejä levysoroslouhinnan takia.
 55. Paikalta löytyvät kahden puretun asuintalon paikat, Ylätalon ja Raivion.
 56. Mäen päältä löytyy viimeinen Raivionmäen asuintalo, Harjula, jonka Palmqvist suunnitteli rikastamon päällikölle 1933.
 57. Kierretään Raivionmäen taakse kävelykatua ja ylitetään Tehtaankatu ja saavutaan Kykerin asuinalueelle. Siellä ovat Palmqvistin suunnittelemat työläisten yhden ja kahden perheen talot.
 58. Kävelyretki päättyy Kykerinkadulla olevaan Kykerinkartanoon, joka on Gustaf Wikmanin vuonna 1917 suunnittelema 16 työnohtajaperheen kaksikerroksinen hirsitalo. Parhaimmillaan talossa asui 98 henkilöä. ▲

TEKSTI: ARTO HAKOLA,
KUVA: KLAS SWANLJUNG



Muistolaatan naulaajat:
keskellä Kalmiston
isäntä Juri



Tosikoita Outokummussa

Valmistellakseen lähestyvää perustamisensa jälkeistä kuudettakymmenettä juhlavuottaan Tosikoiden delegaatio suoritti syyskuussa vierailun syntysijoiilleen Outokumpuun. Pyhiinvaellusmatkan erityisenä tarkoituksena ja päämääränä oli entré, eli kiinnittää muistolaatta aikoinaan Kalmiston nimellä kulkeneen entisen sairaalarakennuksen, sittemmin ruumishuoneen ja Tosikoiden tuolaisen majapaikan seinään. Rakennuksen,

jossa yhdistys kesäkurssin 1967 yhteydessä perustettiin.

”Tuota hetkeä, jonka vain harvat muistavat, emme unohda koskaan!” lausui delegaation edustaja laatan naulauksen juhlapuheessaan. Lähettiläät vastaanotti ja laatan kiinnityksen valvoi Kalmiston nykyinen isäntä **Juri Miljuhin** ystävällisin sanoin ja tervetuloisin.

Vierailuun kuului edelleen tutustuminen Outokummun kaivosmuseoon impressaa-

rimme perusvuorimies, DI **Arto Hakolan** johdolla. Käynnin yhteydessä museolle luovutettiin jälki, todiste tilaisuudesta Tosikoita Outokummussa -julisteen muodossa. Päivän juhlallisuudet päätti ansiokkaasti lounas hotelliravintola Kummussa. Juhlavieraina kiiheltiin Kalmiston ansiokas isäntä Juri Miljuhin sekä Arto Hakola. ▲

TEKSTI: PEKKA PURRA





Metallurgijaoston syysekskursio - Ovako Imatra Oy Ab

Metallurgijaoston perinteinen syysekskursio suuntautui tänä vuonna Imatran terästehtaalte, Ovako Imatra Oy Ab:lle. Vierailu Imatralle oli ollut jaostolaisten toivelistalla jo pitkään, sillä muistikuvien mukaan edellisestä käynnistä oli ehtinyt kulua yli vuosikymmen. Tämä odotus teki matkasta erityisen merkityksellisen monille osallistujille, joista useat tunsivat tehtaan entuudestaan uransa aiemmilta vaiheilta.

Matka Imatralle järjestettiin sekä Helsingistä lähteneellä yhteiskuljetusbussilla että omilla kyydeillä. Omalla kyydillä saapuminen osoittautui suosituksi vaihtoehdoksi, sillä monelle osallistujalle Imatra oli tuttu paikka, ja matka sujui näin joustavasti.

Päivä Ovakolla alkoi entisen ammattikoulun tiloissa, joissa ekskursiovieraita oli vastaanottamassa joukko paikallisia Ovakon vuorimiehiä. Tilaisuuden avasi lyhyt tervehdyspuhe sekä turvallisuusohjeistus, joiden jälkeen siirryttiin lounaalle Ovakon henkilöstöravintolaan. Ekskursiopäivä oli osattu valikoida sopivasti torstaille, ja kuppilassa odottivatkin perinteinen hernekeitto sekä pannukakku hillon ja kermavaahdon kera.

Imatran terästehtas juhli kuluvana vuonna 110-vuotista taivaltaan, ja tätä oli juhlistettu juuri ekskursiota edeltävänä päivänä avoimien ovien tapahtumalla. Siihen osallistui lähes 700 vierasta. Tapahtuman yhteydessä järjestettiin tehdaskierroksia noin 30

ryhmälle, mikä kuvastaa tehtaan merkitystä sekä paikalliselle yhteisölle että laajemmalle yleisölle.

Lounaan jälkeen ohjelma jatkui tehtaan esittelyllä, jossa syvennyttiin Ovakon tuotettiin, asiakasrajapintaan sekä tuotantoprosesseihin. Tuotepäällikkö **Jarkko Fredriksson** esitteli Ovakon laajaa tuotevalikoimaa ja havainnollisti, kuinka esimerkiksi nykyaikaisissa tuulivoimaloissa voi olla jopa tonnin verran Ovakon terästä erilaisina kiinnittiminä, pultteina ja holkkeina. Tämän jälkeen tuotannon osastoinisöörin **Ville Fomkin** ja **Petri Lehtonen** johdattivat kuulijat syvemmälle sulaton, senkkametallurgian ja jatkuvavalun nykytilaan, tarjoten asiantuntevaa näkökulmaa prosessien kehitykseen ja haasteisiin.

Ovakolla on alusta asti hyödynnetty valokaariuuniteknikkaa, ja kaikki valmistettu teräs on täysin romupohjaista. Vierailijoita kiinnosti erityisesti puhtaan romun saatavuus, sillä terästeollisuudessa on laajemmin siirrytty valokaariuuneihin masuunien sijasta. Ovako onkin tehnyt täyden mittakaavan kokeiluja suorapelkistetyn raudan käytöstä romun korvaajana, ja tulokset ovat olleet lupaavia. Tämä osoittaa tehtaan sitoutumista innovaatioihin ja kestävään kehitykseen. Aihe kirvoitti useita kysymyksiä ja mielenkiintoista keskustelua siitä, miten asiat ovat nyt ja toisaalta siitä, miten ne eivät ole muuttaneet kuluneiden vuosikymmenien aikana.

Esitykset etenivät prosessijärjestyksessä

valssaamoille, joissa oli kuluneen kesän aikana toteutettu merkittävä investointi: karkeavalssaamon voimansiirto valssipareille 1 ja 2 oli kokonaisuudessaan uudistettu. Samalla valssaamon prosessien turvallisuutta oli parannettu lisäämällä aitoja ja turva-automaatiota, mikä osoittaa Ovakon jatkuvaa panostusta työympäristön turvallisuuteen ja modernisointiin. Lopuksi tutustuttiin lopputuoteosaston toimintaan, josta kertoi lämpökäsittelyn päällikkö **Vesa Kivelä**.

Ekskursion odotetuin osuus oli varmasti tehdaskierros, joka toteutettiin kolmessa pienemmässä ryhmässä. Tämä mahdollisti kysymyksille ja keskusteluille paremmin aikaa, eikä äänen käytössä tarvinnut kilpailla teräksen tekemiselle luonnollisen soinnun kanssa. Kierroksen aikana nähtiin kaikki tuotannon eri vaiheet. Tuotanto rullasi vierailun aikana, ja toimintaa nähtiin sekä valokaariuunin kaadossa että jatkuvavalussa. Sieltä jatkettiin edelleen valssaamoille sekä jatkojalostuksen koneistuksiin ja lämpökäsittelyihin.

Vierailun päätteeksi kokoonnuttiin vielä perinteiseen yhteiskuvaan tehtaan piippujen varjoon, minkä jälkeen osallistujat jatkoivat matkaansa kotiin. Monella oli mielessä uusia ajatuksia ja inspiraatiota metallurgian kehityksestä sekä Ovakon roolista suomalaisessa teollisuudessa. ▲

TEKSTI: OTTO KANKAANPÄÄ KUVAT: OTTO KANKAANPÄÄ JA MIIKKA MARJAKOSKI

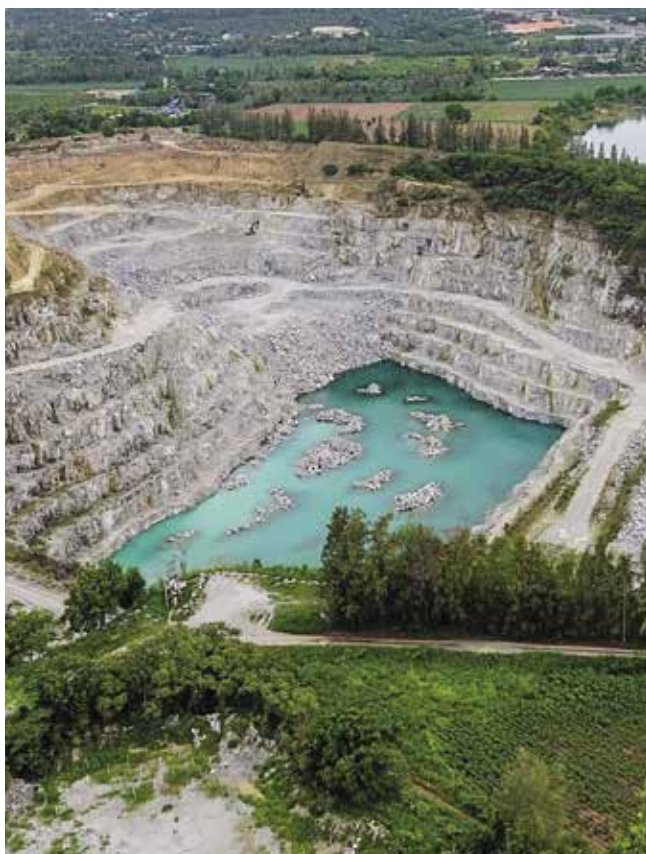


Luotettavaa teknologiaa kotimaisella osaamisella

Kotimaassa sijaitseva tutkimus- ja tuotekehityskeskuksemme sekä tuotantolaitoksemme valmistavat prosessipumppuja, sekoittimia ja turbokompressoreita – energiatehokkaasti ja tinkimättömällä ammattitaidolla. Yli sadan vuoden kokemus takaa luotettavuuden, jota asiakkaamme arvostavat. Kattava huoltopalveluverkostomme palvelee koko Suomessa, ja alkuperäiset varaosat varmistavat laitteiden pitkäikäisyyden ja suorituskyvyn. Valitse kumppani, joka yhdistää perinteet ja innovatiivisen teknologian – kotimaisesti ja kestävästi.



Ota yhteyttä asiantuntijoihimme:
sulzer.com/yhteystiedot



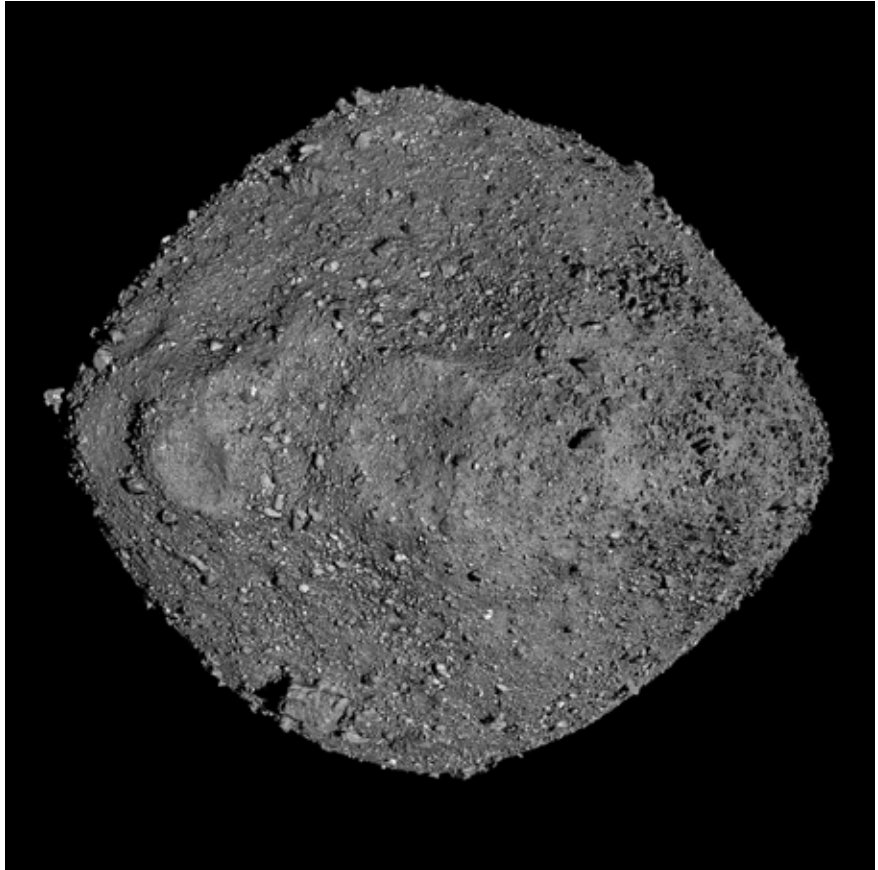
Mining minor planets – what, why, and how?

Minor planets, perhaps better known by their other name asteroids, are small bodies orbiting the Sun in our solar system.

Using these planetoids as targets of mining operations undeniably sounds like science fiction; yet this idea has been a topic for serious scientific research for decades. Indeed, the first steps toward mining asteroids have already been taken: on three occasions, robotic spacecraft have gathered samples of asteroid surface material and returned it to Earth for analysis. While the sizes of these samples have thus far been of the order of grams (more than sufficient for the purposes of scientific analysis, but admittedly not enough for commercial purposes), the success of these missions may be seen as promising for future mining endeavors.

The motivation for mining asteroids is twofold. The more obvious reason is to gather valuable materials, such as rare metals, and bring them to Earth. The supply of these materials on Earth is limited, and mining operations aiming for their extraction can often cause environmental damage. Some asteroids are thought to contain metals in large quantities. One such asteroid, known as Psyche, is the target of the NASA mission with the same name launched in 2023. The robotic spacecraft will upon arrival to its target in 2029 begin to fulfill its task of determining the composition of the asteroid. Psyche is the first metallic asteroid that will be visited by spacecraft, and as such it will certainly teach us much about these potential mining targets.

Another reason for asteroid mining is to extract materials for use in space. Due to the need to overcome the gravitational pull of our home planet, the cost of delivering anything into space from Earth is directly proportional to the mass of the object to be launched. One way to minimize the costs of future space missions could be to utilize resources that are already in space, namely the raw materials found in asteroids. If humanity is to escape the bounds of planet Earth and move to populate our solar system on a larger scale, we must learn to manufacture things in space and gather the materials needed for it. Besides the raw materials for various goods, some asteroids may also contain water: it is not only a prerequisite for human life, but also a likely candidate for rocket fuel, if reduced into its components of oxygen and hydrogen.



Asteroid Bennu, as pictured by the NASA OSIRIS-REx spacecraft sent to gather a sample of asteroid surface material.
Image: NASA/Goddard/University of Arizona.

To plan and conduct mining operations on asteroids, one must know beforehand which asteroids to target. Sending any sort of spacecraft to an asteroid will cost many millions, so choosing the target carefully is vital. The main technique for analyzing the compositions of asteroids is reflectance spectroscopy: measuring the spectrum of sunlight reflected from the surface of an asteroid and looking for features characteristic to certain materials. The same principle is also behind the spectral imaging techniques used in terrestrial mining to examine drill cores and prospective mining sites.

Spectroscopic measurements of asteroids made from Earth are limited by the small size of asteroids. Where a planet may be observed in greater detail with different areas on it showing different spectral profiles, spectral instruments typically see asteroids only as singular points of light. The measurement result is then essentially an

average spectrum over the sunlit portions of the surface, allowing one to determine an average composition. To examine asteroids in detail, various space agencies around the world have sent robotic spacecraft to visit them and make measurements from a close distance. Almost all such spacecraft have been equipped with a spectral instrument of some sort to map the surface compositions of their targets – incorporating similar instruments to future mining vessels would likely be a prudent strategy for selecting mining sites.

Besides the techniques of surveying a target asteroid, the approaches for extracting materials are something that will need careful consideration. As previously mentioned, asteroids are small compared to planets. With the small size comes a small mass, which in turn leads to a small gravitational pull. Consequently, for many asteroids the popular view of a monolithic “space rock” is wrong, and the asteroid is instead a rubble pile held only

loosely together by gravity. With the gravitational force being so weak, landing a mining vessel on an asteroid may require anchoring it somehow in place before the extraction of material can begin. That extraction itself can also be a challenge, when the extracted material has a tendency to float away.

The extraction strategy adopted by the three scientific sample return missions to asteroids, Hayabusa, Hayabusa2, and OSIRIS-REx, was to perform a sort of "touch-and-go" maneuver, where the spacecraft made only a very brief contact with its target asteroid. These spacecrafts were designed to make very brief contact with their targets and bounce away, collecting a small sample during the contact. A similar strategy may or may not work in larger scale mining, and doubtless much research will have to be put

into the development of effective extraction approaches. The mining of water, found on asteroids in the form of ice, is still another challenge. While ice could be broken up and gathered like other solid materials, proposed approaches for its extraction also include collecting water vapor produced by warming up the ice.

The field of asteroid mining is still in its infancy, but the future looks bright. The coming years will bring multiple scientific flights to asteroids, each of them further advancing our knowledge of these bodies. While science will help us to understand asteroids, some questions related to the specifics of larger scale mining must still be answered before it can become commercially viable. The best ways to detect, extract, and transport materials from asteroids will likely be found only

through experimentation on actual missions. In recent years, various private companies have been founded in the field of asteroid mining: some examples of these include Karman+, AstroForge, and Planetes. It is possible, and even likely, that the breakthrough in asteroid mining will come from the private sector rather than from the established space agencies. If the investors are willing, maybe we will see a successful mining mission to an asteroid within ten years! ▲

LEEVI LIND

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, FINLAND

Leevi Lind tarkasteli Jyväskylän yliopistossa 13.6.2025 tarkastetussa väitöskirjassaan asteroideista otettujen spektrikuvien käsittelyä erilaisin laskennallisin menetelmin.





Miilux® Mining Service

Valmistamme kaivoskoneiden kauhoja ja lavoja sekä tarjoamme niille täyden huoltopalvelun ympäri vuoden.

- HARD FROM EDGE TO EDGE - www.miilux.fi



No limits innovation

Miilux kiittää kuluneesta
vuodesta ja toivottaa
rauhallista joulunaikaa
sekä vahvaa uutta vuotta
2026!





Hydrogen reduction of industrial iron ore pellets: a multi-scale study from surface to core

How does hydrogen as a reducing agent transform iron ore reduction processes, and what role does water vapor play in this new route toward carbon-neutral steelmaking? These were the key questions explored in **Aidin Heidari's doctoral dissertation**, publicly examined at the University of Oulu on **August 29, 2025**.

Introduction

The steel industry is one of the largest industrial sources of carbon dioxide emissions worldwide, responsible for about seven percent of the total. The traditional blast furnace and basic oxygen furnace (BF-BOF) route relies on carbon monoxide produced from coke to reduce iron ore, releasing nearly two tonnes of CO₂ per tonne of steel. The ongoing global "hydrogen transition" aims to replace carbon-based reducing gases with hydrogen, which reacts with iron oxides to form only water vapor as a by-product.

The challenge lies not only in producing green hydrogen efficiently but also in understanding how hydrogen reduction differs thermodynamically and kinetically from conventional processes. At the **Process Metallurgy Research Unit** of the University of Oulu, Heidari's research focused on the **kinetics, mechanisms, and surface phenomena** of iron ore reduction by hydrogen — a process that can enable the shift toward fossil-free steel production.

Structure and Main Results of the Work

The dissertation, titled *"Hydrogen reduction of industrial iron ore pellets: a multi-scale study from surface to core"* (Acta Univ. Oul. C1013) [1], consists of four peer-reviewed publications. Together, they bridge fundamental and applied aspects of hydrogen-based ironmaking, from surface-level reactions to bulk-scale reduction and the impact of process conditions.

In the **first publication**[2], Heidari and co-authors reviewed decades of kinetic studies on hydrogen reduction of iron oxides, identifying the critical parameters affecting reaction rates — temperature, gas composition, flow rate, particle porosity, and impurities.



Aidin Heidari giving his lecture praecursoria.

The **second study**[3] was carried out at the MAX IV synchrotron facility in Lund, Sweden, using **ambient pressure X-ray photoelectron spectroscopy (APXPS)** to observe surface reduction of industrial blast furnace (BF) and direct reduction (DRI) pellets in real time. The work revealed that hydrogen initiates reduction much more effectively than carbon monoxide, and that increasing hydrogen flow rate and pressure substantially accelerate the transition from magnetite to metallic iron at the surface.

The **third publication**[4] compared bulk reduction of DRI and BF pellets in pure H₂ and CO atmospheres using **thermogravimetric analysis (TGA)**. The experiments demonstrated that hydrogen reduces iron oxides faster than CO, particularly in the wüstite-to-iron stage, and that pellet microstructure strongly influences the reduction pathway. The results also confirmed that hydrogen reduction yields cleaner and more porous metallic structures, improving the potential for downstream processing.

Finally, in the **fourth study**[5], Heidari investigated the **effect of water vapor** in the



From left to right: opponent docent Mikko Helle, doctoral researcher Aidin Heidari, and custos professor Timo Fabritius

reducing gas. Water vapor, inevitably present in industrial processes, was found to significantly retard the reduction rate when its concentration exceeded 10%. At 30% H₂O, the reduction essentially ceased at the wüstite stage. Nevertheless, increasing temperature mitigated some of the inhibitory effects. The findings emphasize that controlling the hydrogen–water vapor balance is crucial for maintaining efficient reduction in real operating conditions.

The Defense

The public defense took place on **August 29, 2025**, in the Linnanmaa campus of the University of Oulu. **Professor Timo Fabritius**, head of the Process Metallurgy Research Unit, served as custos, and **docent Mikko Helle** from Åbo Akademi University acted as the opponent.

The event drew a full audience of researchers, students, and representatives from the steel industry. After an introductory presentation by the candidate, the discussion ranged from the fundamentals of reduction kinetics to the practical challenges of scaling hydrogen-based processes. The opponent praised the thorough experimen-

tal work and the combination of advanced in-situ surface techniques with industrially relevant bulk testing.

Following a detailed and lively academic debate, the opponent proposed that the dissertation should be accepted, commending its clear scientific contribution to the field of sustainable metallurgy. After the formal closing of the session by Professor Fabritius, the audience joined the new Doctor of Science (Technology) for coffee and cake before the evening's *karonkka* celebration — a fitting conclusion to years of intensive research and international collaboration.

A Step Toward Fossil-Free Steelmaking

Heidari's research provides new insights into the mechanisms of hydrogen reduction and the role of water vapor in industrial conditions. These results support the ongoing development of fossil-free steel production technologies in Finland and abroad, contributing to global efforts toward carbon neutrality in heavy industry. ▲

AIDIN HEIDARI
PROCESS METALLURGY RESEARCH UNIT,
UNIVERSITY OF OULU, OULU, FINLAND

[1] A. Heidari, "Hydrogen reduction of industrial iron ore pellets : a multi-scale study from surface to core," University of Oulu, Oulu, 2025.

[2] A. Heidari, N. Niknahad, M. Iljana, and T. Fabritius, "A review on the kinetics of iron ore reduction by hydrogen," *Materials*, vol. 14, no. 24, 2021, doi: 10.3390/ma14247540.

[3] A. Heidari *et al.*, "Hydrogen reduction of iron ore pellets: A surface study using ambient pressure X-ray photoelectron spectroscopy," *Int J Hydrogen Energy*, vol. 83, pp. 148–161, Sep. 2024, doi: 10.1016/j.ijhydene.2024.08.094.

[4] A. Heidari, A. Heikkilä, M. Iljana, and T. Fabritius, "A Comparison Between the Reduction Behavior of DRI and BF Pellets in H₂ and CO Atmospheres," *Journal of Sustainable Metallurgy*, vol. 10, no. 4, pp. 2068–2084, Dec. 2024, doi: 10.1007/s40831-024-00951-x.

[5] A. Heidari, T. Ilmakangas, S. Pöyhtäri, E.-P. Heikkinen, P. Sulasalmi, and T. Fabritius, "The influence of water vapour on hydrogen reduction of iron ore pellets," *Ironmaking & Steelmaking: Processes, Products and Applications*, Jun. 2025, doi: 10.1177/03019233251352979.

Join our journey towards a circular economy

**Resource consciousness
is the heart of our
operations.**



**Scan the QR
code and
watch the
video!**

Nordkalk



Sandvik käynnistää 80 miljoonan euron DataDrive'31 -ohjelman vauhdittamaan digitaalista murrosta

▲ Sandvik käynnistää DataDrive'31-teknoologiaohjelman, jonka tavoitteena on vauhdittaa kaivosteollisuuden digitaalista murrosta datavetoisen tutkimuksen ja tuotekehityksen avulla.

▲ Ohjelman kokonaisbudjetti on 80 miljoonaa euroa, josta ensimmäisen kolmen vuoden vaiheen tuki, 16 miljoonaa euroa, on Business Finlandin myöntämää tutkimus- ja kehitysrahoitusta. Ohjelma on kokonaisuudessaan kuusivuotinen, ja mikäli ohjelman tavoitteet täyttyvät menestyksellisesti ensimmäisten kolmen vuoden aikana, Business Finlandilla on mahdollisuus myöntää loput 16 miljoonaa euroa tukea. Loput rahoituksesta on Sandvikin omaa merkittävää investointia, mikä korostaa yhtiön sitoutumista pitkäjänteiseen teknologiseen kehitystyöhön ja digitalisaation vauhdittamiseen. Ohjelman puolivälissä toteutetaan arviointi tavoitteiden saavuttamisesta ennen toisen vaiheen käynnistämistä.

DataDrive'31 keskittyy kehittämään uusia datavetoisia teknologioita ja ratkaisuja, jotka parantavat tuottavuutta, turvallisuutta ja kestävyyttä koko kaivostuotannon arvoketjussa. Ohjelman keskeisiä tavoitteita ovat:

- ▶ Uudet dataratkaisut palveluihin ja tuotteisiin: datan hyödyntäminen ja kaupallistaminen uusien palveluiden ja tuotteiden kehittämiseksi
- ▶ Datavetoiset ratkaisut koko arvoketjussa: digitaalisten ratkaisujen integrointi laitteisiin, kaivosoperaatioihin ja jälkimarkkinoihin
- ▶ Ennakoivat ja ohjaavat toimintaympäristöt: kaivostuotannon kehittäminen reaaliaikaisen datan, analytiikan ja tekoälyn avulla

Sandvik on pitkäjänteisesti investoinut merkittävästi tutkimus- ja kehitystoimintaan, erityisesti digitalisaation, automaation ja sähköistämisen alueilla. DataDrive'31 jatkaa tätä teknologista kehitystyötä ja varmistaa, että Sandvik pysyy kaivosteollisuuden teknologisen kehityksen kärjessä, tarjoten asiakkaille ratkaisuja tulevaisuuden kaivostuotantoon. Ohjelma toteutetaan tiiviissä yhteistyössä suomalaisen kumppaniverkoston kanssa, mikä vahvistaa innovaatioekosysteemiä ja edistää uuden teknologian kehittämistä ja käyttöönottoa laajassa mitakaavassa.

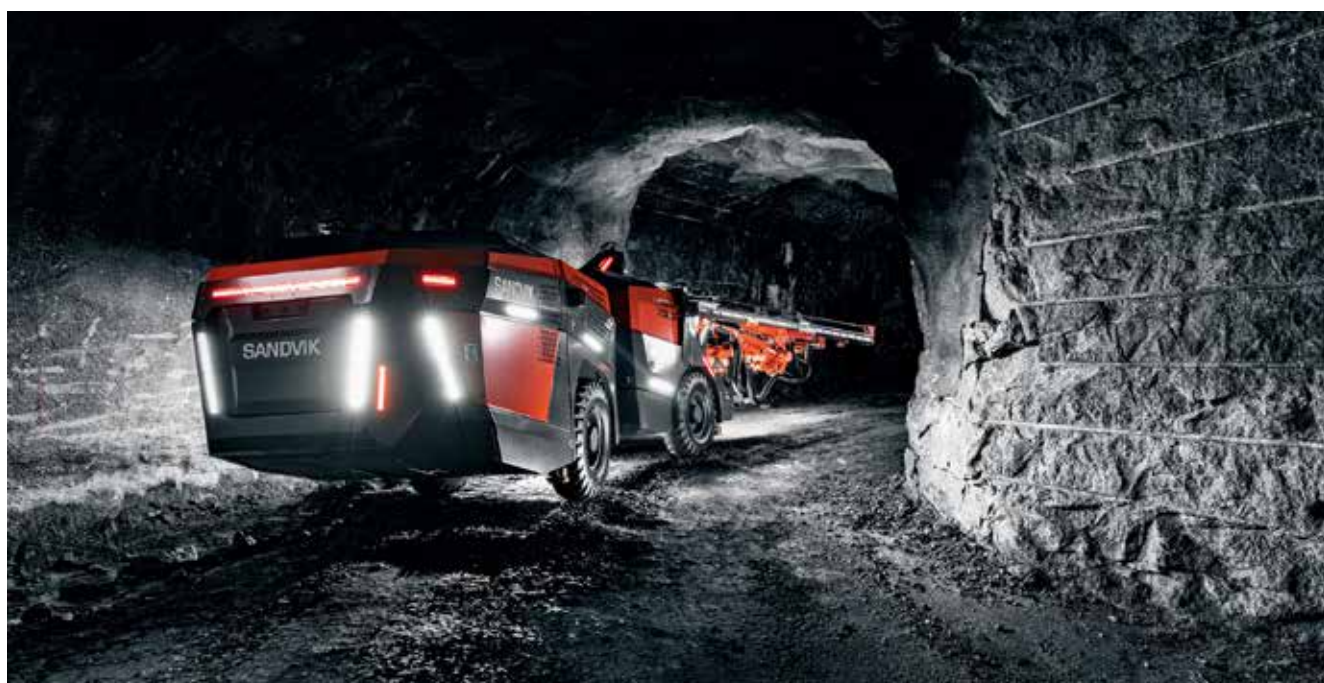
“DataDrive'31 on kaivosteollisuuden teknologisen vallankumouksen eturinta-

massa. Se vauhdittaa tuottavuutta, turvallisuutta ja kestävyyttä datavetoisten teknologioiden avulla. Business Finlandin tuki nopeuttaa suunniteltua tutkimus- ja tuotekehitystyötämme keskeisillä teknologia-alueilla ja vahvistaa kilpailukykyämme kansainvälisillä markkinoilla. Suomen Sandvikin vahva teknologiaosaaminen on tämän investoinnin perusta. Ohjelma on keskeinen Sandvikin kaivosliiketoiminnan kasvulle ja osoitus sitoutumisestamme johtaa toimialan datavetoista tulevaisuutta”, sanoo **Mats Eriksson**, Mining-liiketoiminta-alueen johtaja ja Sandvikin Suomen yhtiöiden toimitusjohtaja.

”Business Finlandin strategiana on lisätä yksityisen sektorin kunnianhimoista teknologian kehitystä. Sandvikin ohjelma on erinomainen esimerkki tästä. Se vahvistaa Suomen asemaa globaalina teknologiajohtajana ja varmistaa kansallista kilpailukykyämme epävarmassa geopoliittisessa ympäristössä”, toteaa **Lassi Noponen**, pääjohtaja, Business Finland. ▲

TEKSTI: SANDVIK

LISÄTIETOJA: TIINA HEINIÖ, Vice President, Marketing and Communications, Sandvik Mining, tiina.heinio@sandvik.com



Betoniteollisuuden vallankumous alkaa kaivoksen jätteistä

▲ GeoCura voitti Tapojärvi Innovation Challengen

▲ Tapojärvi Innovation Challengen voittajaksi on valittu GeoCura, urauurtava innovaatio, joka muuttaa kaivosteollisuuden sivuvirrat korkealaatuiseksi, itsestään korjautuvaksi betoniksi.

GeoCuran kehittämä geopolymeeripohjainen betoni hyödyntää kuparikaivosten rikastushiekkaa ja lentotuhkaa raaka-aineina. Lisäksi siihen on lisätty *Bacillus subtilis* -bakteereja, jotka aktivoituvat kosteuden vaikutuksesta ja paikkaavat mikrosäröt kalsiumkarbonaattia muodostamalla. Näin betonirakenteiden käyttöikä pitenee ja kunnossapitokustannukset pienenevät merkittävästi.

Tuotteella on kolme ominaisuutta, joita mikään kilpailija ei vielä yhdistä. Tuote on sementitön, vähäpäästöinen ja itsestään korjautuva, ja sen elinkaaripäästöt voivat olla jopa 80 prosenttia alhaisemmat kuin perinteisellä betonilla.

– GeoCura osoittaa, että vaikeistakin jätevirroista voi syntyä ratkaisuja, jotka

paitsi vähentävät ympäristökuormaa, myös tuottavat lisäarvoa rakentamisen arvoketjuun. Tämä on juuri sitä teollista kiertotaloutta, jota Tapojärvi haluaa edistää, tapahduman tuomari, Tapojärven hallituksen jäsen **Mauri Kauppi** sanoo.

Tuomariston muut jäsenet **Roger Keisu** ja **Timo Kurtti** arvostivat myös innovaation toteutettavuutta ja valmiusastetta.

– Potentiaalinen asiakaskunta on iso, ja myös raaka-ainetta riittää, tuomaristo kommentoi

Patentti vetämässä, lähivuosina tuotantoon

Voitto Tapojärvi Innovation Challengessa tuo GeoCuralle mahdollisuuden pilotoida teknologiaa Tapojärven teollisuusympäristössä ja hyödyntää yhtiön osaamista sivuvirtojen käsittelyssä ja kaupallistamisessa.

– Olemme vuoden verran työstäneet tätä, ja on hienoa saada innovaatiota eteenpäin nimenomaan Tapojärven kanssa, koska yritys työskentelee sekä kaivos-

teollisuudessa että kiertotalouden parissa. Eurooppa tarvitsee kaivoksia, mutta niitä ei arvosteta kuormittavuuden vuoksi. Kun pystymme hyödyntämään kaivosten sivuvirrat esimerkiksi betonissa, luomme parempaa maailmaa ja kestävämpää kaivostoimintaa, Team GeoCuran teknologiajohtaja **Fabiola Dodaj** sanoo.

Innovaatio vastaa sekä Euroopan vihreän siirtymän tavoitteisiin että rakentamisen kasvavaan tarpeeseen löytää kestäviä vaihtoehtoja sementille.

“On inspiroivaa nähdä, kuinka kaivosjäte voi muuttua tulevaisuuden rakennusmateriaaliksi,” kommentoi Tapojärven vt. toimitusjohtaja **Mari Pilventö**.

GeoCura on jo jättänyt väliaikaisen patenttihakemuksen Portugalin patenttivirastolle (INPI) ja suunnittelee pilottituotannon käynnistämistä lähivuosien aikana. ▲

TEKSTI: TIINA NOUSIAINEN



material solutions advancing life

www.sibelco.com

Sibelco Nordic Oy Ab
Lövbörentie 345
25700 Kemiö



Malminetsintä- ja kaivosammattilaiset liikkuivat hyvän asian puolesta – Geosählyturnaus 2025 pelattiin Kemissä

Järjestyksessään kuudes geosählyturnaus pelattiin tänä vuonna Kemissä. Uudistettu Kemi Areena tarjosi turnaukselle upeat puitteet. Turnauksen järjestelyistä paikkan päällä vastasi Sastamolo Kings.

Tapahtuman tarkoitus on edistää malminetsintä- ja kaivosteollisuudessa toimivien yhtiöiden ja henkilöiden tiimihenkeä sekä verkostoitumista työhyvinvointia ylläpitävien ja edistävien salibandyliikkeen muodossa. Turnauksella edistetään myös alojen tunnettuutta ja luodaan niistä positiivista kuvaa järjestävällä paikkakunnalla.

Tämän vuoden turnauksessa pelasi yhteensä kuusi joukkuetta. Mukana olivat jo aiemmilta vuosilta tutut joukkueet ADC, Palsatech Oy, Hannukainen Mining/Tapojärvi Oy, Outokumpu, Agnico-Eagle Finland Oy sekä ensikertalaisena Sokli Oy. Joukkueet kohtasivat alkusarjan otteluissa toisensa kertaalleen ja pelit jatkuivat kaikilla sijoitus- tai mitalipeleissä. Alkusarjan jälkeen kaksi parasta joukkuetta olivat Hannukainen Mining/Tapojärvi Oy sekä ADC.

Pronssipeliin etenivät Palsatech Oy ja Outokumpu. Sijoitusottelussa vastakkain pelasivat Agnico-Eagle Finland Oy ja Sokli Oy. Siinä voiton vei Agnico-Eagle, jolloin joukkue sijoittui sijalle viisi ja Sokli sijalle kuusi. Pronssipelistä muodostui varsinainen trilleri, kun ottelun ratkaisu venyi jatkoajalle. Jännitys näytelmän päätteeksi pronssimitalit ripustettiin Palsatechin pelaajien kaulaan, jolloin Outokumpu sijoittui turnauksessa neljänneksi.

Finaalissa toisensa kohtasivat turnauksen kaksinkertainen voittaja ADC sekä Hannukainen Mining/Tapojärvi Oy. Finaali oli kahden taitavan joukkueen taistelua, ja maaleja tehtiin tasaisesti molempiin päihin. Ottelun loppuhetkillä ADC teki voittomaalin ja näin ollen joukkue kruunattiin Geosählyturnauksen voittajaksi kolmatta vuotta peräkkäin. Hannukainen Mining/Tapojärvi Oy sijoittui turnauksessa hopealle.

Geosählyturnauksen voittopokaali säilyi siis ADC:lla. Turnauksen kolmen parhaan joukkueen pelaajat palkittiin mitalein, minä lisäksi jokaisesta joukkueesta palkittiin tsemppipelaajat Palsatech Oy:n lahjoittamin tuotepalkinnoin. Turnauksen MVP:ksi va-



littiin Jani Lukkarila sekä koko turnauksen tsemppipelaajaksi Juho Pirttijärvi.

Turnauksen tuotto lyhentämättömänä oli peräti 5089 €, ja tänä vuonna se ohjattiin Sastamolo Kings -salibandyseuran junioritoiminnan tukemiseen. Sastamolo Kingsin junioritoiminnasta vastaavan Teemu Kvisitin mukaan lahjoitussummalla hankitaan juniorikäyttöön uusi pelikaukalo. Lahjoitusta käytetään myös juniorijoukkueiden juokseviin kustannuksiin, kuten pelimatkoihin sekä treeneissä tarvittaviin harjoitusvälineisiin.

Geosählyn järjestelytoimikunta haluaa kiittää kaikkia tapahtumaan osallistuneita sekä etenkin tapahtumaa tukeneita yrityksiä.

Järjestelytoimikunnan puheenjohtaja Janne Siikaluoma kiittelee järjestelyitä: ”Turnausta ja sen järjestelyjä haluttiin kehittää edelleen ja tässä onnistuttiin erinomaisesti.

Turnaus pelattiin tänä vuonna kaksipäiväisenä. Tämä järjestely sai kiitosta, samoin kuin myös perjantai-illan Ice Breaker -tapahtuma sekä livestriimaus maalikoosteineen ja hidastuksineen. Tästä on hyvä jatkaa vuoden 2026 turnauksen suunnittelua. Ensi vuonna toivomme turnaukseen mukaan uusia yrityksiä mm. palvelutuotannon puolelta sekä opiskelijajoukkueita esimerkiksi yliopistojen kiltatoiminnasta”. ▲

TEKSTI: JANNE SIIKALUOMA
KUVAT: TEEMU KVIST



ALEKSI SALO
TOIMITUSJOHTAJA
MINING FINLAND

Strategioista toimeenpanoon – Suomi globaalin kaivosalan suunnannäyttäjänä

Kaivos- ja mineraaliala on suuren strategisen mielenkiinnon kohteena. Geopoliittinen epävarmuus, ilmastomuutoksen torjunta ja teknologinen kilpajuoksu ovat nostaneet raaka-aineet ja niiden jalostusketjut globaalin politiikan keskiöön. EU:n kriittisten raaka-aineiden asetus (CRMA) on tästä selkein esimerkki: Eurooppa on herännyt haavoittuvuuteensa ja vaatii nyt tekoja. Harmillista on vain se, että tämä tapahtuu parikymmentä vuotta liian myöhään. Paperilla ja puheissa meillä onkin jo erinomaiset suunnitelmat. On aika siirtää katseet visioista konkreettiseen työhön.

Yhteistyöllä kilpailuetua

Mining Finlandin toiminnan ytimessä on yhteistyö. Muodostamme koko arvoketjun kattavan ekosysteemin malminetsinnästä kaivos-toimintaan, teknologiatöihin, tutkimukseen ja kiertotalouteen. Päivitetty strategiamme nojaa entistä vahvemmin tämän klusterin sisäisen synergian hyödyntämiseen viennin edistämiseksi ja yhteistyön luomiseksi. Strategiamme keskeinen päämäärä on olla alusta, jonka avulla suomalainen huipputaaminen ei ole vain yksittäisten yritysten ponnistuksia, vaan tunnistettava, globaali laadun tae. "Mining Finland" -leimalla varustettu osaaminen tunnetaan maailmalla vastuullisuudesta, teknologisesta edistyskäsityksestä ja luotettavuudesta. Toimeenpanossa tämä tarkoittaa konkreettisia askelia jäsenistömme palvelemiseksi. Edistämme yhteistyötä tutkimuslaitosten ja yritysten välillä, jotta TKI-toiminta (tutkimus, kehitys ja innovaatiot) kääntyy nopeammin kaupalliseksi ratkaisuksi. Olivatpa kyseessä vedenkäsittely, kaivosten sähköistäminen tai digitaaliset ratkaisut, Mining Finlandin tehtävä on varmistaa, että suomalainen klusteri on ratkaisijana eturintamassa. Strategiamme onnistuminen mitataan lopulta jäsenyritystemme menestyksessä ja siinä, kuinka hyvin pystymme yhdistämään pienet innovatiiviset toimijat suuriin teollisiin vetureihin.

Huoltovarmuutta ja kilpailuetua

Jos Mining Finlandin strategia luo pohjan klusterin toiminnalle, määrittelee Suomen kansallinen mineraalistrategia ne raamit, joissa toimimme koko mineraalisektorina. Uusi hallitusohjelma ja päivitetty mineraalistrategia korostavat kasvua. Kasvun hidasteeksi on kuitenkin tuotu uhka investoinneille verotuksen kiristyessä alkutuotannon osalta. Strategiasta toimeenpanoon siirtyminen vaatii rohkeutta purkaa investointien ja viennin edistämisen esteitä. Suomi on maailman houkuttelevimpia maita geologisen potentiaalinsa puolesta, mutta poukkoileva teollisuuspolitiikka on varmasti jättänyt jälkensä investointeja miettivien yritysten mielikuvaan. Mineraalistrategian toimeenpanon tärkeimpiä mittareita lähivuosina onkin se, muodostuuko mineraalisektorille toivottua kasvua niin viennistä kuin uusista investoinneistakin rajojemme sisäpuolella.

Mineraalistrategia ei siis ole pelkästään kaivosstrategia. Strategian toimeenpanoon kuuluvat oleellisena osana myös vastuullisuus, koulutus, kiertotalous sekä teknologia- ja palveluvienti. Suomen tavoite ei ole olla vain raaka-aineiden tuottaja, vaan korkean jalostusarvon maa. Strategian jalkauttaminen tarkoittaa investointeja myös jatkojalostukseen ja valmistavaan teollisuuteen mukaan lukien laajamittainen sivuvirtojen hyödyntäminen eri käyttötarkoituksiin. Kaivosteollisuus on nähtävä osana ratkaisua, ei ongelmana, myös alan ulkopuolella. Peräänkuulutankin yhteistä mineraalitalouden ohjelmaa, jonka avulla mineraalistrategiaa aletaan panna toimeen.

Teknologia ja osaaminen edellä maailmalle

Kotimarkkina on tärkeä referenssialusta, mutta suomalaisen kaivos-osaamisen kasvupotentiaali on globaaleilla markkinoilla. Viennin ajuri on yksinkertainen: maailma tarvitsee metalleja, ja ne on tuotettava tehokkaammin ja ympäristöystävällisemmin kuin koskaan aiemmin. Juuri tähän suomalainen teknologia ja osaaminen tarjoavat ratkaisuja. Toimeenpanossa tämä tarkoittaa aktiivista läsnäoloa siellä, missä päätökset tehdään. Mining Finlandin rooli on toimia "jäänmurtajana" uusille markkinoille. Emme puhu vain perinteisistä markkinoista kuten Kanadasta tai Australiasta, vaan myös nousevista kaivosmaista Afrikassa, Etelä-Amerikassa ja Keski-Aasiassa, joissa kysynnän uusille teknologioille voidaan odottaa kasvavan. Vientistrategian jalkauttaminen vaatii Team Finland -henkeä. Pienten ja keskisuurten yritysten resurssit eivät aina riitä yksin maailmanvalloittamiseen, mutta konsortioina ja Mining Finlandin sateenvarjon alla ovi aukeaa helpommin. Myymme maailmalle kokonaisratkaisuja: emme vain laitteita, vaan prosessiosaamista, automaatiota, turvallisuutta ja ympäristöteknologiaa. Myös malmietsintäinnovaatiomme ja palvelumme ovat selkeä vientituote. Koulutusvienti tarvitsee myös kannustimia ja yhteistyötä. Uskon, että suomalaisesta kaivososaamisesta saadaan niin hyvä vientituote kuin palvelumyyntikin myös kotimaassa globaaleille toimijoille.

Lopuksi: Yhteinen suunta

Strategioiden toimeenpano vaatii meiltä kaikilta kykyä puhalttaa yhteen hiileen ja katsoa ympäröivää maailmaa uusin silmin. Mining Finlandin strategia luo yhteisöllemme toiminnallisen viitekehyksen, kansallinen strategia varmistaa koko toimialan toimintaedellytykset ja vientistrategia avaa ovet maailmalle. Kun nämä kolme tasoa toimivat yhdessä, Suomi ei ole vain sivustakatsoja raaka-aineiden uudessa maailmanjärjestyksessä, vaan aktiivinen ja arvostettu suunnannäyttäjä. Nyt on aika kääriä hihat. Pidetään huoli siitä, että Suomi tunnetaan maana, jossa strategiat eivät jää pöytälaatikkoon, vaan ne näkyvät investointeina, innovaatioina ja hyvinvointina. ▲



HARRI LEPPÄNEN
TOIMITUSJOHTAJA
METALLINJALOSTAJAT RY

Terästuonnin tariffikiintiöjärjestelmä hyväksyttävä pikaisesti

EU-komission ehdottama uusi tariffikiintiöjärjestelmä on merkittävä harppaus EU:n terästeollisuuden ja satojen tuhansien työpaikkojen pelastamiseksi; nopea hyväksyntä vähentäisi vahinkoja merkittävästi.

Terästuotannon maailmanlaajuisia ylikapasiteettiongelmaa on koetettu ratkaista esim. OECD:n toimesta neuvotteluteitse toistaiseksi siinä onnistumatta. Suuri osa ongelmallisesta ylikapasiteetista on rakennettu kymmenen viime vuoden aikana epäterveiden valtiontukien varaan. Avoimet markkinat, kuten EU:n teräsmarkkina ovat joutuneet sijaiskärsijöiksi, kun erityisesti Aasian subventoitua ylikapasiteettia on dumpattu unionin alueelle.

Euroopan komission esittelemä uusi kauppatoimenpide on pitkään odotettu ehdotus, jolla puolustetaan Euroopan terästeollisuutta WTO:n sääntöjen mukaisesti epäreiluja tuontivirtoja vastaan. Komission julkistamat säännökset vastaavat alan tarpeisiin. Euroopan parlamentin ja neuvoston tulisi hyväksyä toimenpide kiireellisesti, jotta se voi astua voimaan vuoden 2026 alussa ja estää enemmän vahingot EU:n teollisuudelle.

Toisin kuin Yhdysvaltojen teräs- ja alumiinitullit, jotka asettavat 50 % tullit kaikelle terästuonnille ja perustuvat yksipuolisiin kansallisen turvallisuuden perusteisiin (U.S. Section 232), uusi EU:n kauppatoimenpide

ottaa käyttöön tariffikiintiöjärjestelmän (TRQ), jonka avulla terveellinen määrä tuontia voi tulla edelleen Eurooppaan ilman tulleja. Kiintiö on asetettu vuoden 2013 markkinaolosuhteiden mukaisesti (ennen ensimmäistä Kiinan teräksen tuontiaaltoja), mikä tarkoittaa yli 18 miljoonaa tonnia tullivapaata terästä. Määrä vastaa lähes Ranskan, Belgian ja Luxemburgin yhteenlaskettua terästuotantoa. Vain kiintiöt ylittävä tuonti joutuu 50 % tullen piiriin, jotta vältetään ylituotannon epäterve ohjautuminen EU:hun. Kiintiöitä tarkistetaan säännöllisesti markkinaolosuhteiden mukaisesti tulevana vuosina. Terästuotteiden jatkojalosteet – jotka ovat myös uhattuna halvan tuonnin vuoksi ja Yhdysvaltojen tullien kohteena – voidaan suojata tulevaisuudessa.

Tavoitteena epäreilun tuonnin vähentämisessä EU-markkinoille on mahdollistaa terästehtaiden toiminta jälleen kannattavalla 80–85 % käyttöasteella. Tällä hetkellä laitokset toimivat kestävämmällä noin 65 % käyttöasteella, samalla kun kolmasosa Euroopan teräksen kysynnästä katetaan polkumyyniin perustuvalla tuonnilla.

Uusi kauppatoimenpide sisältää myös melted and poured (M&P) -lausekkeen teräksen alkuperämaan jäljittämiseksi. Sillä pyritään varmistamaan teräksentuotannon tosiallinen alkuperämaa ja sen todelliset vaikutukset päästöihin ja kauppavirtoihin. ▲



PEKKA SUOMELA
TOIMINNANJOHTAJA
KAIVOSTEOLLISUUS R.Y.

Yhteistyö vie kaivosalaa eteenpäin

Kaivosteollisuus ry:n jäsenyyden yksi merkittävimmistä etuja on pääsy eri työryhmiimme. Työryhmien tehtävänä on seurata lainsäädäntöä ja pitää yllä vuoropuhelua yritysten asiantuntijoiden kanssa. Kun asiantuntijat eri yhtiöistä kokoontuvat saman pöydän ääreen, syntyy yhteistä ymmärrystä, jaetaan kokemuksia ja löydetään ratkaisuja, joita kukaan ei yksin voisi saavuttaa. Tämä yhteinen tekeminen on meidän vahvuutemme, sillä ilman yhtiöistä kumpuavaa asiantuntijuutta edunvalvontatyö olisi huomattavasti hankalampaa.

Kokoukset järjestetään pääosin teamsilla, mutta vuosittain pyritään myös kokoontumaan yhteen kerran pari. Työryhmien puheenjohtajina toimivat jäsenyhtiöiden edustajat määräaikaaisesti vuorotellen. Toimistosta tuotetaan käytännön tukea kokousjärjestelyissä ja tapahtumien koordinoinnissa sekä muissa sihteeripalveluissa.

Viestintätyöryhmämme rakentaa yhteistä ääntä ja kehittää alan viestinnän koordinoimista. Kun yhtiöiden viestintäasiantuntijat kohtaavat, syntyy paitsi hyviä käytäntöjä myös yhteinen tarina siitä, mitä ala tekee ja miksi. Viestintäkampanjoiden suunnittelu ja ohjaaminen ovat tällä hetkellä usein esillä. Viestintä ja sidosryhmätyö toisaalta liittyvät kaikkeen, ja niinpä kaikissa työryhmissä viestinnälliset toimet korostuvat tavalla taikka toisella.

Ympäristötyöryhmän työ on keskeistä toimialan tulevaisuuden kannalta. Lainsäädäntö ja lupamenettelyt määrittävät pitkälti kaivostoiminnan edellytyksiä, ja työryhmä tekee työtä sen eteen, että ne olisivat ennakoitavia ja sujuvia. Yksi viimeaikainen painopiste on ollut teollisuuspäästödirektiivin uudistus ja metallimalmikaivosten sisällyttäminen sen piiriin. BREF-asiakirjan valmistelu vuosina 2025–27 vaatii laajaa yhteistyötä – juuri sellaista, jossa työryhmien verkostot näyttävät arvonsa. Lisäksi olemme mielenkiinnolla seuranneet kaivosten ympäristörakenteiden suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön liittyvän oppaan valmistelua. EU-edunvalvonta liittyy usein ympäristötyöryhmän työhön, sillä EU:n komission lainsäädännöstä merkittävä osa suuntautuu teollisuuden ympäristövaatimuksiin. Toisaalta uuden lupa- ja valvontaviraston kanssa tehtävä yhteistyö tulee olemaan keskeinen puheenaihe ensi vuonna.

Malminetsintätyöryhmä puolestaan rakentaa siltoja yritysten, viranomaisten ja muiden sidosryhmien välille. Kun tavoitteena on sujuvampi lupaprosessi ja parempi tiedonvaihto, yhteistyö on paitsi tehokasta myös välttämätöntä. Työryhmän työssä korostuvat viranomaisyhteistyön kehittäminen ja käytäntöjen yhdenmukaistaminen – asioita, jotka hyödyttävät koko alaa. Malminetsintäyhtiöiden työssä korostuvat myös sidosryhmätyö, viestintä ja luonnonsuojelu sekä turvallisuusasiat. Näin keskeisiä viranomaisia ovat TUKESin lisäksi myös ELY-keskukset ja Metsähallitus.

Perinteinen H&S liittyy pääosin kaivoksen ja rikastuksen prosesseihin sekä laitosturvallisuuteen. Kaivosteollisuus ry:n yhteydessä työryhmänä toimii **Kaivosturvallisuuden neuvottelukunta**. Se konkretisoi esimerkkien kautta, miten turvallisuutta kehitetään jatkuvana prosessina, ei projektina. Kuukausittaiset turvatunnit ja vuosittaiset seminaarit kokoavat alan ammattilaiset yhteen jakamaan kokemuksia ja oppimaan toisiltaan. Ensi vuoden teemoihin kuuluu sähköllä toimivien ajoneuvojen ja työkoneiden paloturvallisuus.

Kaivosveroryhmä perustettiin muutama vuosi sitten aluksi määräaikaisena. Maan hallitukset ovat pitäneet huolen, että työ ikävä kyllä jatkuu. Työssä korostuvat eturivin edunvalvonta, mutta samalla viestintä ja vaikuttamistyö. Yhteinen näkemys ja koordinoitu vaikuttaminen varmistavat, että alan ääni toivottavasti kuuluu päätöksenteossa.

Työryhmät tarjoavat foorumin, jossa yhtiöt voivat yhdessä kehittää toimintaympäristöä ja toimialan tunnettua. Kun kokemukset, osaaminen ja näkemykset yhdistetään, helpottaa se omaa työtä huomattavasti. Se on myös välttämätöntä lainsäädäntöuudistuksiin liittyvän kannanmuodostuksen osalta. Työryhmien työ on usein ryhmän puheenjohtajan näköistä, ja niinpä puheenjohtajille kuuluu suuri kiitos toimialamme kehittämisestä. Työryhmien täytyy myös kestää aikaa sekä kehittyä ympäröivän yhteiskunnan muutoksen mukana. ▲

FAME Campus – suomalaisen teollisuuden yhteinen kokeiluympäristö metallien 3D-tulostukseen

FAME Campus on teollisuusyrityksille ja tutkimusorganisaatioille avoin kokeilu- ja tutkimusympäristö, jossa testataan ja kehitetään metallien 3D-tulostusta käytännönläheisesti.

FAME Campus tarjoaa suomalaisille yrityksille mahdollisuuden kokeilla 3D-tulostusta ja oppia sen käyttöä käytännössä. AM Campus -nimellä vuonna 2022 avattu yhteiskäyttötila sijaitsee Vaasan Wärtsilän Sustainable Technology Hubissa (STH). Siellä kampuslaiset pääsevät käyttämään modernia metallijauhepölyteknikkaan perustuvaa 3D-tulostinta.

Yritykset voivat käyttää tulostinta operaattorin avulla, jolloin omat insinöörit pääsevät perehtymään teknologiaan ilman suuria alkuinvestointeja. Kampuksella voidaan kehittää uusia tuotteita, korvata perinteisesti koneistettuja osia ja löytää tehokkaampia tapoja valmistaa monimutkaisia komponentteja.

”FAME Campus mahdollistaa ekosysteemin jäsenille ammattitason metallientulostuslaitteiston käytön ilman omaa suurta

investointia. Yhteiskäyttölaitteen avulla yritykset pääsevät kokeilemaan tulostusta käytännössä ja yhdessä oppien. Tavoitteena on, että ensimmäisten kokeilujen kautta ymmärretään tulostuksen hyödyt ja mahdollisuudet ja siirrytään sitten soveltamaan laajemmin tulostusta yhdessä kattavan 3D-tulostuspalvelun tarjoajaverkoston kanssa”, kertoo toiminnasta vastaava **Sini Metsä-Kortelainen**, DIMECC Oy:n ekosysteemi-johtaja.

Raute haki kustannustehokkuutta

Ensimmäisten joukossa kampuksen mahdollisuuksia hyödynsivät Raute ja Cyient.

Rauten valmistamissa puunjalostusteollisuuden laitteissa oli osia, jotka olivat monimutkaisia ja kalliita valmistaa CNC-koneistamalla. Yhteistyön ja suunnittelusessioiden jälkeen osat valmistettiin kampuksella jauhepölyteknikalla. Testien perusteella saavutettiin merkittäviä kustannussäästöjä ja lyhyemmät läpimenoajat. Esimerkiksi eräkokojen ollessa 30–40 kappaletta saatiin käsipaksuusmittarin kahvaosan hinnaksi vain noin 60 euroa kappaleelta.

”AM Campuksella pääsimme kehitystyössä aiempaa lähemmäs tulostusprosessia ja jälkikäsittelyä. Koulutustapauksissa saimme keskustella paikan päällä operaattoreiden kanssa suunnittelemiemme kappaleiden sijoittelusta tulostusalustalle, tukirakenteista, kerrospaksuuksista ja muista tulostukseen liittyvistä asioista, sekä pääsimme tekemään kappaleille jälkikäsittelyitä”, sanoo **Tommi Uski**, Rauten R&D Team Leader.

Cyient suunnitteli erikoistyökaluja

Cyientin haasteena puolestaan oli, että perinteisin menetelmin valmistetut erikoishylsytyökalut olivat sekä kalliita että vaikeita koneistaa. Lisäksi työkalujen keskeytyksen kanssa oli ongelmia.

Kampuksen tuella suunnittelu ja datan valmistelu voitiin tehdä nopeasti, ja jauhepölyteknikan avulla pystyttiin tuottamaan monimutkaisia geometrioita, joita perinteisin menetelmin ei olisi voitu toteuttaa.

Tulokset olivat selkeitä: valmistuskustannukset laskivat huomattavasti, työkalujen torsionaalinen lujuus todettiin paremmaksi ja toimitusajat lyhenivät merkittävästi. Samalla Cyientin suunnittelijat saivat arvokasta käytännön oppia LPBF (Laser Powder Bed Fusion) -tekniikan hyödyntämisestä ja suunnittelun optimoinnista.

Laitteet ja operaattori apuna

FAME Campus käsittää Smart fusionilla varustetun EOS M290 -metallitulostimen ja kappaleiden viimeistelyyn tarvittavat jälkikäsittelylaitteet. Yrityksiä autetaan tulostuslaitteen käytössä ja tulostusten suunnittelussa sekä tulostettavaksi soveltuvien kappaleiden löytämisessä.

FAME Campus on avoin kaikille suomalaisille teollisuusyrityksille. Kampuksella voidaan suunnitella ja valmistaa prototyyppä, testata uusien materiaalien ja rakenteiden soveltuvuutta, vertailla kustannuksia ja tuotantoa perinteisiin menetelmiin sekä saada käytännössä tietoa materiaalia lisäävän valmistuksen mahdollisuuksista ja rajoitteista. ▲

Lisätietoa: fame@dimecc.com

TEKSTI: KAISA KAUKOVIRTA, DIMECC



FAME Campus yhteiskäyttötilassa on metallitulostin ja jälkikäsittelylaitteita sekä operaattori.



PERTTI VOUTILAINEN

Toimiiko vatsa?

Jouduin muutamiksi päiviksi sairaalaan terveystutkimuksiin. Se ei tietenkään ollut kivaa, mutta antoi tilaisuuden saada vilkaisu terveydenhoitojärjestelmän toimintaan sisältäpäin. Tämähän on kansalaisten ehkä eniten kritisoima laaja yhteiskunnallinen tehtäväalue. Tämän kokemuksen, tosin lyhyen sellaisen, pohjalta uskallan väittää, että kritiikki on liiallista. Tapaamani hoitohenkilöstö oli tehtävänsä vahvasti motivoitunutta ja tarmokkaasti suoritti työtään potilaittensa auttamiseksi. Nykyinen sairaala muistuttaa elektroniikkatehdasta. Kaikki tieto on koneista helposti saatavissa ainakin niille, jotka käyttävät valkoista takkia ja osaavat latinaa. Näin sen ymmärsin. Työn tuottavuutta koneet parantavat, mikä on rahoituksen niukkuuden vuoksi tärkeä asia. Siinä maatessani ja hienoa tekniikkaa ihmetellessäni hiipi mieleen kuitenkin yksi vaaran paikka. Koneen kehittäjä saattaa rakastua koneeseen ja ihminen unohtuu. Olen teollisuudessa nähnyt tästä ilmiöstä johtuvia ylilyöntejä.

Muistui mieleen pilapiirtäjä Kari Suomalaisen mainio piirros, jossa hän kuvasi omia sairaalakokemuksiaan. Erityisen voimakkaan vaikutuksen oli häneen tehnyt hoitohenkilöstön tapa aina tavattaessa kysyä, oliko potilaan maha toiminut. Kari selvästi piti tätä inhimillisenä keinona lisätä luottamusta osapuolten välillä. Ei ollut ihminen unohtunut. Ihminen on valtavan monimutkainen koneisto, jonka toimintaa säätelee myös henki. Eikä liene ihan väärin todeta, että tässä prosessissa vatsalla on yhtä tärkeä roolilla kuin aivoilla. Tämän usko viimeistään, kun sairastuu mahatautiin.

Valtakunnan tila on katastrofaalinen. Tätä viestiä toittavat kaikki tiedotusvälineet. Valitettavasti ongelma ei rajoitu vain talouteen. Vielä vakavampaa on luottamuksen puute kanssaihminen tekemisiin. Tuntuu siltä, että poliittisella areenalla on liian kovan kannatuksen saanut joukko, joka osaa käyttää vain yhtä sanaa. Se sana on EI, joka ensimmäisenä sanotaan, kun hallitus ehdottaa mitä tahansa keinoja vikojen korjaamiseksi ja maan pelastamiseksi. Tilanetta voidaan kutsua vähemmistön diktatuuriksi, joka on yhtä paha asia kuin enemmistönkin ylivalta. Nyt päätösten teko hidastuu tai kokonaan estyy, ja kansainvälisestä kehityksestä jäädytään koko ajan jälkeen. Kulloinkin vallassa oleviin päättäjiin pitäisi voida enemmän luottaa. Pitäisi uskoa, että kukin yrittää parastaan.

Tarkemmin asiaa ajatellen, saattaa poliittisessa keskustelussa olla kysymys oman minän esille tuomisesta enemmän kuin oikeana pitämänsä asian edistämisestä. Kun eduskunnan kyselytuntia katsoo, ei voi olla ihmettelemättä, kuinka mitättömistä asioista siellä joskus kinataan. Eikä voi olla järkevää, että yksittäisen ministerin julkisuudessa käyttämän yksittäisen sanan sopivuudesta päiväkausia kiistel-

lään, kun samaan aikaan valtakunta kaipaa päätöksiä isoista asioista. Syyllisten listalle voidaan lisätä myös media, jolle riitä on parempi uutislähde kuin rauha. Pari kriittistä kommenttia olen lukenut myös jäänmurtajasopimuksen solmimisesta. Niiden esittäjät ovat huolissaan suomalaisen tiedon ja taidon valumisesta ulkomaille. Sellainen vuoto on mahdollista estää pitämällä huolta omasta kilpailukyvystämme. Asia on vahvasti omista toimistamme kiinni. Säikähtää ei myöskään pidä kaupan suurta kokoa. Oman taloutemme kuntoon saattamiseksi tarvitaan monia vastaavan volyymin liiketoimia Suomeen. Saatiin aikaan hieno sopimus, joka säteilee paljon hyvää tähän maahan. Mutta yksin se ei meitä pelasta.

En nykyään usein kiroile, mutta pääsi muutama ruma sana suustani, kun luin uutisen hallituksen päätöksestä korottaa kaivosveroa. Siitä verosta ei kukaan merkittävällä tavalla hyödy, mutta mineraalivarojen järkevän hyödyntämisen kannalta se voi olla kovasti vahingollinen. Se varmasti vähentää louhittavaa malmimäärää ja voi pakottaa epätaloudelliseen louhintajärjestykseen. Tämä oppi ei ole mennyt päättäjien päissä perille. He evät ymmärrä, mitä tekevät. En tässä yritäkään asiaintilaa korjata. Eivät ole neuvot ennenkään kelvanneet. Varmaan joku vihreän värinen ehdokas saa veroehdotusta ajaessaan vaaleissa lisää kannatusta. Olkoon hän onnellinen siitä.

Totuuden nimissä täytyy kaiken murehtimisen jälkeen mainita, että merkkejä paremmasta on viime aikoina näkynyt. Sopimus velkajarrusta on yksi niistä. Jos se käytännössä toimii, on saatu pieni osoitus siitä, että kaikki päättäjät alkavat uskoa, että ahdingosta selvitään vain yhteisymmärryksen ja yhteistyön avulla. Toivottavasti ei toteudu se, mitä pessimistit asiasta ajattelevat. He pelkäävät, että hankkeen tuloksena saadaan vain yksi riitelyn aihe lisää.

Kansainvälisistä uutisista lasken positiiviseksi sen, että Putinin kerrotaan esittäneen anteeksipyyntöä Venäjän ammuttua alas naapurimaan siviililentokoneen. Koskaan aikaisemmin Venäjä ei ole mitään pahaa tekoaan tunnustanut. Koiruuksia tekee heidän mukaansa vain länsi ja erityisesti Yhdysvallat. YK:n yleiskokouksen puheessa Venäjän ulkoministeri julisti, että hänen kotimaansa ei ole koskaan hyökännyt minkään maan kimppuun eikä tule tekemään sitä tulevaisuudessa. Ei ole isompaa valhetta ennen kuultu. Kyllä valehtelullakin tulisi joku raja olla. Toivotaan kuitenkin, että Putinin esittämä anteeksipyyntö on häivähdys uuden ajan alkamisesta joskus tulevaisuudessa.

Näin pyyn mökkitiellä. Kovin oli pieni. Symbolisoikoon se Suomen menestystä urheilukentillä. Sille on käynyt kuten pyylle maailmanlopun edellä. Kutistuu. ▲



TUOMO TIAINEN

Myötövanhenevat austeniittiset ruostumattomat teräkset, osa 1

Tämä tarina on kertomus yhdestä tutkimushankkeesta niiden joukossa, joita toteutin urani alussa 1970-luvun keskivaiheilta 1980-luvun puoleenväliin ulottuvana ajanjaksona. Jakson alkuvuosina vein hankkeiden rinnalla eteenpäin myös jatko-opintojani omasta tutkimusaiheestani.

Mitä myötövanheneminen on?

Myötövanheneminen on ilmiö, joka tapahtuu niukkahiilisissä ja -seosteisissa teräksissä muokkaukseen liittyen. Ilmiön ansiosta muokatuksen lujuus nousee sen levätessä kuormittamattomana muokkauksen jälkeen.

Teräkseen ilmestyy ns. terävä myötöraja, jossa sen muodonmuutos kuormitettaessa alkaa äkillisesti rajan ylittämisen jälkeen ja jatkuu vähän aikaa nykivänä myötörajaa alemmilla jännitystasoilla. Lopulta normaali muokkauslujittuminen astuu kuvaan ja saa muodonmuutoksen jatkumaan tasaisesti nousevalla kuormituksella murtolujuuden saavuttamiseen asti.

Myötövanhenemiseen liittyy myös niin kutsuttu terävä väsymisraja. Siinä murtumaan johtavaa kierroslukumäärää N jännitysamplitudin S funktiona esittävä käyrä (ns. $S-N$ -käyrä) muuttuu vaakasuoraksi väsymisrajaa edustavalla amplituditasolla.

Käytännössä tämä tarkoittaa yleisellä tasolla sitä, että materiaali ei murru väsymisrajaa alemmilla kuormitustasoilla, vaikka väsyttävää kuormitusta jatkettaisiin maailman tappiin asti. Terävän väsymisrajan arvoa voidaan myötövanhenemisen ansiosta kasvattaa materiaalin muokkauksen avulla.

Mistä myötövanheneminen johtuu?

Myötövanhenemisessä on kyse kiderakenteen perusatomien väliin tyhjiin ns. välisijoihin asettuvien välisija-atomien ja muodonmuutosta välittävien dislokaatioiden välisestä vuorovaikutuksesta. Niukkahiilisen teräksen välisijoihin sijoittuvat hiili- ja typpiatomit synnyttävät ympärilleen epäsymmetrisen häiriö- eli jännityskentän.

Tämä jännityskenttä reagoi dislokaatioiden ympärillä olevan jännityskentän kanssa saaden aikaan jännityskenttien osittaisen laukeamisen. Laukeaminen perustuu mm. veto- ja puristustyyppisen jännitysten toisiaan eliminoivaan vaikutukseen.

Tämä taas alentaa paikallisesti rakenteen sisäistä energiatilaa ja aiheuttaa dislokaation liikevastuksen eli muodonmuutoksen jatkamiseen tarvittavan jännityksen kasvun. Siten materiaalin lujuus kasvaa ilmiön ansiosta.

Maksimaalisen vaikutuksen aikaansaamiseksi välisija-atomit sekä hakeutuvat dislokaation lähiympäristöön että kääntävät epäsymmetrisen jännityskenttensä suuntaa siirtymällä välisijasta toiseen. Tämä

selittää rakenteen lujittumisen sen levätessä kuormittamattomana muodonmuutoksen jälkeen.

Myötövanhenemisellä on kaksi perustyyppiä. Yllä kuvattu staattinen myötövanheneminen tapahtuu matalissa eli huoneenlämpötilaa lähellä olevissa lämpötiloissa. Korotetuissa lämpötiloissa (esim. alueessa 300-500 °C) esiintyvä ns. dynaaminen myötövanheneminen esiintyy mm. nykivänä muodonmuutoksena korotetun lämpötilan vetokokeissa.

Yksinkertaistettuna nykivä muodonmuutos voidaan selittää dislokaatioiden vuorottaisena takertumisena ja vapautumisena niiden liikettä vastustavista ja niitä seuraamaan pyrkivistä välisija-ato-meista ja niiden ryhmittymistä. Dynaamisen myötövanhenemisen roolia materiaalin lujuusominaisuuksien ja esim. väsymislujuuden muodostumisessa ei tuohon aikaan oltu vielä mitenkään perusteellisesti selvitetty.

Miksi myötövanhenemistä austeniittisiin ruostumattomiin teräksiin?

Austeniittisten ruostumattomien terästen kiderakenne on erilainen kuin niukkahiilisten terästen. Niiden kiderakenne on tiiviimmin pakattu, mutta toisaalta siinä on suurempia perusatomien välisiä välisijakoloja. Lisäksi välisijakolot ovat symmetrisiä, jolloin välisija-atomien ympäristöön syntyvät häiriökentät ovat pienempiä ja symmetrisiä, ja niiden vuorovaikutus rakenteessa muodonmuutosta välittävien dislokaatioiden kanssa on vähäinen.

Seurauksena austeniittisissä ruostumattomissa teräksissä ei esiinny terävää myötö- tai väsymisrajaa. Terästen myötölujuutta voidaan kyllä tehokkaasti nostaa kylmämuokkauksen avulla, ja sillä on myös ns. lyhyen kestoajan väsymisessä eli $S-N$ -käyrän alkupäässä väsymislujuutta kasvattava vaikutus. Käyrä pysyy kuitenkin jatkuvasti laskevana ja materiaali murtuu lopulta pienemmilläkin kuormitustasoilla, kunhan väsytystä vain jatketaan riittävän pitkälle.

Tutkimushankkeen tavoitteet

Hankkeen tavoitteena oli saada myötövanhenemisilmiö tapahtumaan myös austeniittisissä ruostumattomissa teräksissä. Sen myötä toivottiin myös näihin teräksiin saatavan terävä myötöraja ja ennen kaikkea terävä väsymisraja. Myötövanhenemisen sekä terävän myötö- ja väsymisrajan myötä saataisiin aikaan myös mahdollisuus pitkän kestoajan väsymislujuuden kasvattamiseen muokkauksen ja mahdollisen keinovanhennuksen avulla.

Porkkanointa oli siis tarjolla hankkeeseen lähdettyä. Miten tuota ongelmaa sitten lähdettiin ratkomaan, ja mitä matkan varrella tapahtui, siitä kerrotaan pakinan seuraavissa osissa. ▲

Vuosi 2025 on taloudellisesti yhdistykselle hyvä. Tämä on erityisesti FEM-yhteistyön ansiota, mikä tuotti teemanumeroon ennätysmäärän ilmoituksia. Messut olivat jälleen loppuunmyyty, mikä nostaa myös yhdistyksen profilia viestinnällisenä yhteistyökumppanina. Toinen tärkeä tuki-jalka ovat jäsenmaksut, ja niiden keräämisessä rahastonhoitajamme Leena on jälleen kunnostautunut. Maksulaskuthan lähetetään aina heti Vuorimiespäivien jälkeen.

Olemme myös ilahduttavasti saaneet houkutelluksi uusia, nuoria jäseniä. Yhdistyksen hyväksytty sääntömuutos antaa kaikille ylemmän korkeakoulututkinnon opiskeluoikeuden omaaville mahdollisuuden hakea jäseneksi. Toivomme, että alalla opiskeleva nuoriso tätä suurin joukoin käyttäisi hyväkseen. Nuori jäsen siirtyy automaattisesti varsinaiseksi jäseneksi, kunhan muistaa ilmoittaa valmistumisestaan rahastonhoitajalle. Leena toki näistäkin muistuttaa.

Vuoden 2026 ensimmäinen etappi on Vuorimiespäivien ilmoittautumisen aukeaminen tammikuulla. Vanhaan tapaan on mahdollista saada ilmoittautumiskoodi omalle kaveriporukalle takaamaan kullekin omanlaisensa pöytäseurue. Päivien valmistelu on jo hyvässä vauhdissa, ja jälleen kerran tulossa ovat ainutkertaiset juhlat. Laittakaa viimeistään nyt maa-liskuun 20. ja 21. kalenteriin ja tarkkaillkaa postianne!

Valoisaa vuotta 2026 odotellen,

LIISA

PÄÄSIHTEERI



VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2025

PUHEENJOHTAJA

DI Pentti Vihanto
050 539 0314
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

VARAPUHEENJOHTAJA

DI Hannele Vuorimies
040 187 6060
etunimi.sukunimi@metso.com

PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

DI Liisa Haavanlammi
040 864 4541
liisa.haavanlammi@vuorimiesyhdistys.fi

WEBMASTER

DI Otto Kankaanpää
040 555 9260
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

RAHASTONHOITAJA/Treasurer

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

GEOLOGIJAOSTO

FM Mikko Numminen, pj
040 582 6657
mikko.numminen@mineralsgroup.fi
FM Anna-Riikka Pehkonen Ollila, sihteeri,
050 528 0771
anna-riikka.pehkonen-ollila@ains.fi

KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO

DI Jussi Saavalainen, pj
040 869 0519
etunimi.sukunimi@forcit.fi

DI Riitta Rantakaulio, sihteeri
050 590 5733
etunimi.sukunimi@nordkalk.com

RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/

DI Ville Lindblom, pj
040 712 7464
etunimi.sukunimi@basf.com
M.Sc. (YAMK) Elisa Patrikainen, sihteeri
045 609 5337
etunimi.sukunimi@endress.com

METALLURGIJAOSTO/

DI Miikka Marjakoski, pj
040 085 7521
etunimi.sukunimi@metso.com
DI Villiina Ikäheimo, sihteeri
050 378 3480
etunimi.sukunimi@lux.fi

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



VUORIMIESYHDISTYS



Kaivosteollisuuden kemikaalit

BRENNTAG

Brenntag Nordic Oy kuuluu Brenntag-konserniin, joka on kemikaalijakelun globaali markkinajohtaja. Kaivosteollisuudessa Pohjoismaissa hyödynnämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

Päätuotteet

- Aktiivihielet
- Ditiiofosfaatit
- Jauhinkuulat (myös kromiseosteiset)
- Kupari- ja sinkkisulfaatti
- Pölynestoaineet
- Kokooja-, painaja-, vaahdotus-, 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



United. Inspired.

Epirocin uusi Minetruck MT42 SG Trolley

Epiroc on tuonut markkinoille uuden maanalaisen sähköisen dumperin, joka mullistaa ramppikuljetukset. Minetruck MT42 SG Trolley on varustettu pantografilla ja suuren kapasiteetin akulla, joka latautuu jatkuvasti tarjoten loputtoman tuottavuussyklin. Tämä dumperi toimii jatkuvassa tuotannossa, jossa se ottaa energiaa pantografin kautta linjasta – lataamalla akun tarvittaessa ja regeneroimalla sitä ramppia alas ajettaessa.



epiroc.com

NEXT Intelligent Solutions

Surround yourself with next level knowledge

Weir's NEXT Intelligent Solutions deliver you the knowledge you need today to reach peak performance mining.

You've trusted us for over 150 years to deliver highly engineered solutions. Now we want to help you unlock even more potential.

Weir's NEXT Intelligent Solutions provide a deep understanding of your mining operations through digitally empowered equipment and systems. Utilise real-time data to make informed decisions, boost operational efficiency with predictive monitoring, and embrace cutting-edge automation.



Take your performance to the next level.

www.global.weir/NEXT

WEIR
Mining technology for a sustainable future