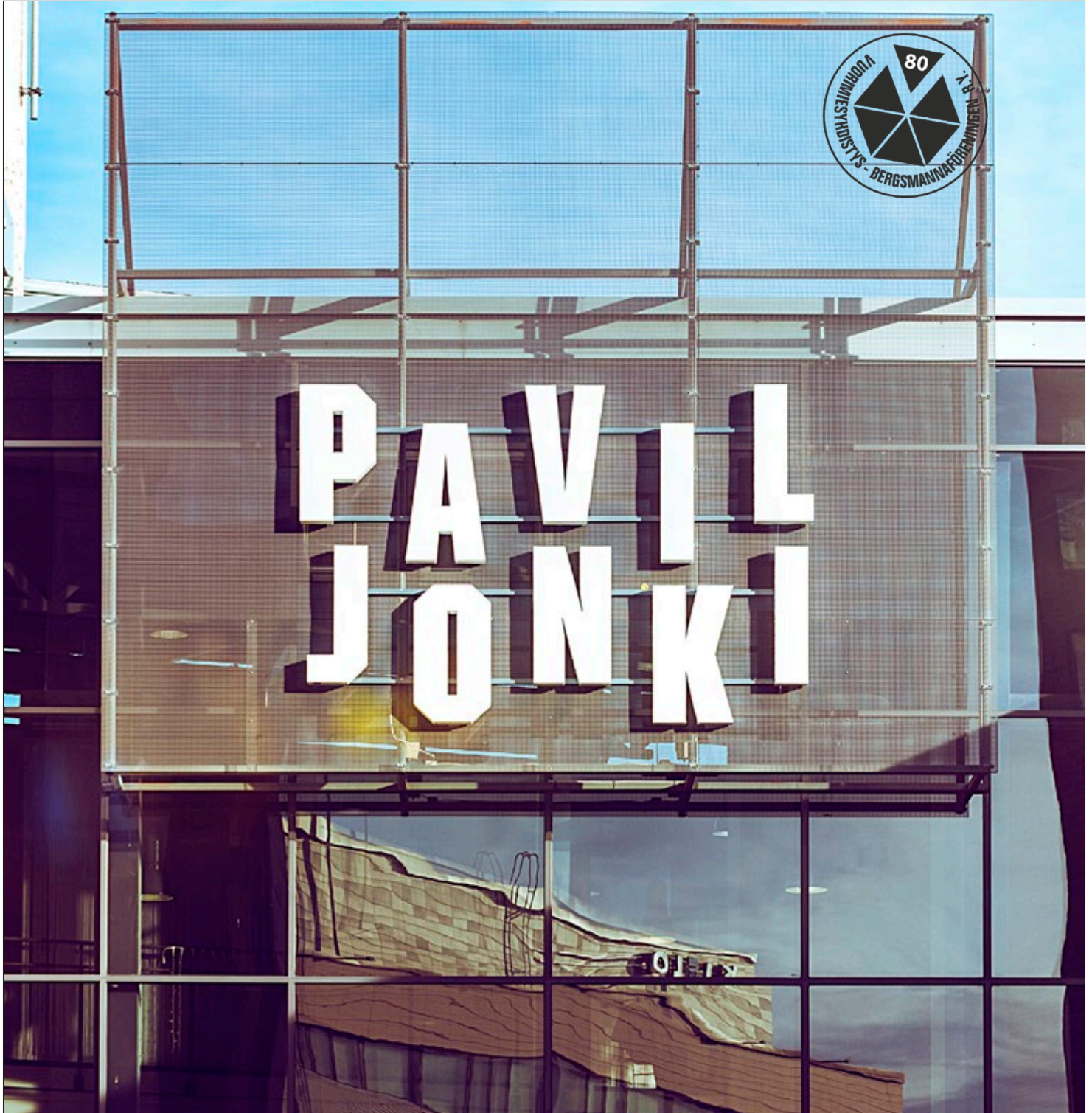


MATERIA

4-2022 | Lokakuu

GEOLOGIA
KAIVOS
LOUHINTA
RIKASTUS
PROSESSIT
METALLURGIA
MATERIAALIT

JO 80 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA



FinnMateria 2022 MESSUOPAS 25.-27.10.2022



AGNICO EAGLE
KITTILÄN KAIVOS

VASTUU HYVÄSTÄ TULEVAISUUDESTA

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

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

 @AgnicoEagleFinland  @AgnicoFinland

www.agnicoeagle.fi



MATERIA

4-2022 | LOKAKUU

- 5 Lukijalle **Kari Pienimäki**
- 7-40 MESSUOPAS
- 7 Pääkirjoitus: **Hannele Vuorimies**: Hyvä messuyleisö!
- 10 NÄYTTELYALUEEN KARTTA - THE MAP OF THE EXHIBITION AREA
- 12 YLEISINFORMAATIO - GENERAL INFORMATION
- 13 NÄYTTÄILLEASETTAJAT JA OSASTONUMEROT - EXHIBITORS AND STAND NUMBERS
- 15 SEMINAARIT JA TIETOISKUT/ SEMINARS AND LECTURES
- 18 NÄYTTÄILLEASETTAJAT TUOTTEINEEN - EXHIBITORS AND THEIR PRODUCTS
- 43 Uutisia alalta: **Miia Lahti**: Investointeja, erikoistumista ja hallittua kasvua
- 45 **Alona Nad, Lukas Rybok, Thomas Kowoll, Jan Bachmann, Ted Nuorivaara**: Applying new instrumentation at GTK Mintec. Part 1: Inline elemental analysis or process control

- 50 **Topias Siren**: Eurock 2022 konferenssi Suomessa
- 53 **Pertti Koukkari, Teppo Riihimäki, Pirkka Ollonqvist, Antti Porvali**: The Comeback of the Sulphate Route in Recycling Metals
- 57 **Päivi Picken, Kirsi Haanpää**: Tiekartta auttaa ympäristö- ja aikatauluriskien kattavassa hallinnassa
- 59 **Mari Honkanen, Turkka Salminen, Kati Valtonen, Minnamari Vippola**: Mikroskopiakonferenssi Scandem 2022
- 62 **Tuomo Tiainen**: 3D-tulostus valtaa alaa -ASM Finlandin ja FIRPAN yhteisseminaari
- 69 Metallurgijaoston kesäretken ilmoitus
- 70 **Jari Haapala**: Siilojen louhinta ja lujittaminen vajutustekniikalla Kemin kaivoksella
- 73 **Tapio Saarelainen**: Ohutlevyit osaaavissa käsissä
- 80 Erikoinen harrastus: **Miko Hokka**: Harrastuksena keskiaikaiset ritariturnajaiset
- 83 **Kristina Karvonen**: Uusia työkaluja malminetsintään avoimen lähdekoodin ratkaisulla



- 85 DIMECC on-line: **Kaisa Kaukovirta:** VAMOS vie autonomisen liikkuvuuden ja älykkäiden tilojen teknologiat kansainvälisille markkinoille
- 86 Metallinjalostajat: **Kimmo Järvinen:** Metallinjalostuksen vuoden 2023 näkymä synkkenee
- 87 Kaivosteollisuus: **Pekka Suomela:** Raaka-ainepulan rajuus voi yllättää Suomen
- 88 Euroopan ytimessä: **Olli Salmi:** Kaivoskysymyksiä politiikkafestivaaleilla
- 89 Kolumni: **Pertti Voutilainen:** Karut näkymät
- 90 Pakina **Tuomo Tiainen:** Alkuaine vanadiinin sähköiset seikkailut
- 91 Alansa osaajat
- 92 Pääsihteeriltä: **Ari Juva:** Juhlavuoden kuulumisia ja henkilövalintoja
- 92 Vuorimiesyhdistyksen toimihenkilöitä 2022

Ilmoittajamme tässä lehdessä

AA Sakatti Mining	91
Agnico Eagle Finland Oy	2.kansi
Arctic Drilling Company Oy	42
Astrock Oy	87
Atlas Copco	42
Aurubis Finland Oy	4
Boliden	37
Brenntag Nordic Oy	92
Bumax	4
ContiTech Finland Oy	91
Doofor Oy	16
Epiroc Finland Oy Ab	3.kansi
Erimek	4
Eurofins Mineral Testing Oy	91
FinMeas Oy	4
Forcit Consulting	37
Forcit Explosives	19
Geovisor	21
GRM-services Oy	82
Hexagon's Mining	82
Jyväskylän Messut	9
Oy KATI Ab	3
Kokkolan Satama	3
Linde	14
Lux	3
Malvern Pananalytical	33
Metso Outotec	23
Miilux Oy	6,91
NewPaakkola Oy	3
Nordkalk Oy Ab	33
Normet Group Oy	61
Nevel	61
Orica Oy	17
Palsatech	17
Pipelife	29
Rock Physics Finland2	1
RF Valves	17
Robit	44
Rotator	35
Roxia	35
Sandvik	27
Sibelco Nordic Oy Ab	41
SSAB	41
Suomen Rakennuskone	31
Suomen TPP /Masino	39
Tapojärvi/Hannukainen	12
Teca	39
Teknoma Oy	68
TerraTeam	8
Valmet/Flowrox	25
Weir Minerals Oy	takakansi
Xray Mineral Services	49
Yara	8



Recognized pioneer
in eco-friendly
exploration & drilling

Safe Discovery Award –
Innovation
granted by Anglo
American Plc.

ISO 14001 Environmental
Management System
since 2004

Environmental Contribution
of the year 2013
Awarded by Euro Mining
Jury, Finland.

Patented water
recirculation system

Oy Kati Ab Kalajoki

Sievintie 286 | 85160 Rautio | Finland
www.oykatiab.com



Welcome to the
Port of Kokkola

www.portofkokkola.fi



PORT OF
KOKKOLA



Lux Hammer X-Series
saa Materian liikkeelle!



Luxin pneumaattinen vasara iskee
materiaalit liikkeelle. Käyttö-
kohteina mm. tukkeutuneet siilot,
uunien nousuhormit ja
lämmönvaihtimet.

www.lux.fi



CONVEYOR
MAINTENANCE
SPECIALIST

KULJETINHUOLLON
AMMATTILAINEN

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

TARJOAMME

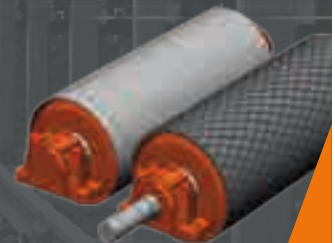
- > Kuljetinrullat
- > Rullatelineet
- > Kuljetinrummut

Lisätiedot

Huolto 040 809 8853

Komponentit 0400 516 844

www.newpaakkola.com





Maailman
parasta kuparia,
tehty Porissa.

Aurubis Finland Oy
Aurubis.fi
Nordiccopper.com



StratiSampler

Worlds smallest automatic sampler
Sampling during production drilling

Correct sample data

Driller operated

Less energy consumption

Less tailings

More to sell

www.stratisampler.fi



STRATISAMPLER DRILL CORE



YMPÄRISTÖ- JA PATOTARKKAILUJÄRJESTELMÄ

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

Tavataan
FinnMateriassa
osastolla B-103!

www.finmeas.com



BUMAX®

THE WORLD'S STRONGEST BOLT
AND IT'S STAINLESS

www.bumax-fasteners.com

Arvoisa lukija!

Tätä kirjoittaessani Putin oli juuri julistanut osittaisen liikekannallepanon itänaapurissamme ja puuhaili järjestämässä äänestyksiä Itä-Ukrainassa, mutta en halua pilata tunnelmaa kirjoittamalla siitä enää sanaakaan. Pertti lausuu myöhemmin kolumnissaan aiheesta vähän lisää.

Sen sijaan eräs tosi mukava muisto viime kesältä oli tuo kuvan mukainen simulaattorilentto A320:llä Gibraltarilta Malagaan, jonka olin saanut tyttärltäni lahjaksi. Onnistuin nousemaan, laskeutumaan ja lentämään osan matkaa jopa käsiohjauksella rikkomatta mitään. Tosin laskeutuminen meni hieman sivuun kiitoradalta, kuten kuvasta näkyy. Varsinainen töppäys, mistä sain kouluttajalta vähän nuhteita, oli unohtaa turvavyön merkkivalot koko lennon ajaksi päälle. Siten matkustajaparit joutuivat pidättämään tarpeitaan ja istumaan paikoillaan koko lennon ajan. Taidankin laittaa Airbusille palautetta, että sen merkkivalon kytkin saisi olla päänhallintalaitteiden lähistöllä turvallisuus- ja hygieniaesitystä.

Tämänkertainen Materia-lehti on taas pääasiallisesti FinnMateria -messujen messuopas. Hannele Vuorimies kertoo aiheesta lisää pääkirjoituksessaan, joten keskityn tässä itse muihin lehden juttuihin.

Alona Nad et al. kirjoitti urauurtavasta rikastusprosessin optimoinnista testilaitoksella: "Applying new instrumentation at GTK Mintec". Kirjoitus valaa uskoa talteen saantien parantamiseen prosessivirtojen ajantasaisen näytteenoton ja analysoinnin myötä. Muun muassa akkumetallien talteen saanti näyttätyy tulevaisuudessa yhä merkityksellisemmältä, kun vihreää siirtymää toteutetaan maailman sähköistymisen myötä.

Myös Pertti Koukkarin et al. kirjoitus: "The Comeback of the Sulphate Route in Recycling Metals" valottaa valokaariuunin sinkkipitoisten lentopölyjen sekä litium-ioniakkujen sisältämien metallien talteen saamista kokeilussaan Porin Vuorikemian entisellä titaanipigmenttitehtaalla. Kyse



ei siis ole pelkästään arvometallien kierrättämisestä, vaan myös näiden käyttämättömiksi jääneiden teollisuuskompleksien mahdollisesta uusiokäytöstä.

Tuomo referoi ASM Finlandin ja FIRPAN yhteis-seminaarin 3D tulostuksesta. Sitä lukiessa herkeää pohtimaan, miten paljon haasteita liittyy tuollaisen uuden valmistustekniikan hyväksymiseen. Toisaalta mietityttää myös, millaisia mahdollisuuksia sen käyttöönotosta avautuu, kunhan suunnittelijat alkavat ajatella "ainetta lisäävästi aineen poistamisen asemesta".

Jari Haapala kirjoitti artikkelin vajatustekniikasta. Itselläni oli hieman vajavaiset perustiedot aiheesta (olin varmaan estynyt taikka lintsannut tunnilta juuri silloin, kun tuota aihetta koulussa opetettiin). Yritin googlettaakin kyseisestä tekniikasta maanläheisempää esitystä, siinä kuitenkin onnistumatta. Käännösohjelmatkaan eivät suostuneet tuota englannintamaan, joten luovutin. Ehkä saamme aiheesta lisää juttuja lehteen jatkossa alan asiantuntijoilta.

Tuomo Tiainen referoi myös Teknologiateollisuus ry:n Ohutlevy tuotteet-toimialaryhmän vuotuisia Ohutlevyypäiviä. Artikkelissa paljastuu varsin hyvin kyseisen konferenssin laaja-alaisuus esitelmien kirjossa. Kyseisillä päivillä oli jaettu tunnustuspalkintoja, luennoitu alan näkymistä, uusien tuotantomenetelmien käyttöönotosta sekä mielenkiintoisia näkökulmia ihmisten johtamisesta alalla.

Sitten on vielä Mikko Hokan erikoisen harrastuksen esittely, jota lukiessa ajatukset viilettävät historialliseen keskiaikaan. Iho menee aivan kananlihalle, kun lukiessa eläytyy haarniskan sisään hevosen selkään peitsi kädessä.

Mukavia lukuhetkiä!
Päätoimittajanne
KARI

MATERIA

JULKAISIJA / PUBLISHER Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. 80. vuosikerta ISSN 1459-9694 www.vuorimiesyhdistys.fi | LEVIKKI n. 4000 kpl
MATERIA-LEHTI kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessitekniikka ja metallurgia sekä materiaalien valmistus ja materiaalitieteiden erilaiset sovellutukset. Osa lehden artikkeleista painottuu alan ja yritysten ajankohtaisiin asioihin. Tiede & tekniikka -osa keskittyy tutkimuksen ja kehitystyön tuloksiin. Materia magazine covers all areas of technology in the mining and metallurgical field, from geology and geophysics to mining process technology, metallurgy, manufacturing and various materials technology applications. Part of the magazine focuses on what's happening in the field and the companies involved while the R&D section concentrates on the results of research and development. | **VAST. PÄÄTOIMITTAJA / EDITOR IN CHIEF** DI Kari Pienimäki 040 527 2510 Metso Outotec kari.pienimaki@mogroup.com | **PÄÄTOIMITTAJA / DEPUTY EDITOR IN CHIEF** DI Ari Oikarinen 050 568 9884 ari.e.oikarinen@gmail.com | **TOIMITUSSIHTEERI / MANAGING EDITOR** DI Leena K. Vanhatalo 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi | **ERIKOIS-TOIMITTAJAT / SPECIALISTS** TkT, prof.(emer.) Tuomo Tiainen 050 439 6630 tuomo.j.tiainen@gmail.com, TkT Topias Siren, 050 354 9582 topias.siren@sweco.fi | **TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD** DI Liisa Haavanlammi pj / Chairman Metso Outotec 040 864 4541 liisa.haavanlammi@mogroup.com, DI Sini Anttila Northvolt AB +358407091776 Sini.anttila@northvolt.com, DI Jani Isokääntä SFTEC Ltd. 040 854 8088 jani.isokaanta@svy.fi, Professori (associate) Ari Jokilaakso 050 313 8885 ari.jokilaakso@gmail.com, TkT Miia Kiviö Aurubis Finland Oy 040 641 6529 m.kivio@aurubis.com, DI Jannis Mikkola 040-7479670 jannis.mikkola@sitowise.com, DI Arto Suokas Boliden Kevitsa Oy 0400 91 88 50 arto.suokas@gmail.com, Matti Vaajamo 044 544 9385 matti.vaajamo@gmail.com, DI Pia Voutilainen 040 590 0494 pia.voutilainen@cupori.com, Scandinavian Copper Development Ass. | **OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET / CHANGES OF ADDRESS & SUBSCRIPTIONS** Leena K. Vanhatalo 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi, **VMY:n jäsenistö myös verkkosivujen jäsenrekisterin kautta.** | **PAINO / PRINTING HOUSE** Lehtisepät Oy, Lahti | **TAITTO** Risto Mikander, Mediasepät Studio | **KANSI** Jyväskylän messut | **KUVA** Jyväskylän messut

Artikkelien aineistopäivä ja ilmoitustilavaraukset
Article and Booking ads deadline
5/2022 15.11.

Ilmoitusten aineistopäivä
/Ads delivered
5/2022 29.11.

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



Miilux®



- HARD FROM EDGE TO EDGE -

www.miilux.fi

Hyvä messuyleisö!

Poikkeuksellisen korona-ajan jälkeen pääsemme vihdoinkin, neljän vuoden tauon jälkeen, kokoon tumaan Jyväskylään FinnMateria-messuille. On todella hienoa tavata kaikkia teitä kasvatusten alan tärkeimmässä kotimaisessa messutapahtumassa. Messut järjestetään jo kahdeksatta kertaa, mikä osoittaa niiden vakiinnuttaneen paikkansa kaivosalan tapahtumana. Paikalla on tälläkin kertaa laaja kattaus kotimaisia ja ulkomaisia toimijoita; kaivosyrityksiä, teknologia- ja laitetuottajia sekä palveluntarjoajia, koulutusta unohtamatta.

Kaivosteollisuus on ollut paljon otsikoissa viime aikoina, eikä vähiten kaivoslain uudistamisen tiimoilta. Tällä hetkellä sähköistyminen ja uudet energiaratkaisut varmistavat sen, että kaivoksia ja jatkojalostusta sekä näitä tukevaa teollisuutta tarvitaan tulevaisuudessakin. Myös Suomessa alan teollisuus, paikoin hyvinkin pitkälle viety jalostus jopa akkukemikaaleiksi asti, tuottaa työpaikkoja ja hyvinvointia laajalti. Meidän on tehtävä yhdessä työtä sen eteen, että alan julkikuva on positiivinen. Tämä onnistuu vain sen kautta, että toimimme vastuullisesti, ihmisiä ja ympäristöä kunnioittaen.

Kaivosteollisuuden yhteiskunnallinen merkitys näkyy tänä vuonna myös messujen teemassa, joka on ”Vastuullinen muuttuva maailma”. Teema koskettaa kaikkia FinnMateria 2022 -messuille osallistuvia yrityksiä, joissa vastuullisuuteen



on panostettu jo vuosia. Teemaa käsitellään myös Euroopan laajuisesti pääalavan ohjelman kautta. Keskiviikkona Metso Outotecin toimitusjohtaja Pekka Vauramo pitää KeyNote-puheenvuoron otsikolla ”Kaivosteollisuus muutos-paineessa – kuinka vastaamme?”. Tämän jälkeen kuullaan EU-parlamentaarikko Sirpa Pietikäisen esitys aiheesta ”Kaivosteollisuus, kestävä kehitys ja ympäristö EU:ssa”. Torstaina vuorossa on EU-parlamentaarikko Henna Virkkusen puheenvuoro ”Kaivosteollisuuden merkitys ja rooli sähköistymisprosessissa EU:ssa”. Osaltaan vastuullisuutta kaivosteollisuudessa kasvattavat myös entistä tehokkaammat ja turvallisemmat tuotanto- ja automaatiomenetelmät, joita messuilla esitellään.

Messuihin on panostettu tällä kertaa varmasti enemmän kuin koskaan aiemmin pitkän suunnitteluperiodin ansiosta. Sekä messuorganisaatio että näytteilleasettajat taustajoukkoinen tekevät kaikkensa, jotta tapahtumasta saadaan mielenkiintoinen ja ajankoh-

tainen. Tahdon omasta ja messujen puolesta kiittää kaikkia osallistujia jo etukäteen mieleenpainuvasta messukokemuksesta!

Tervetuloa FinnMateria 2022 -messuille! ▲

HANNELE VUORIMIES

VICE PRESIDENT SOLUTIONS SALES, METSO OUTOTEC
FINNMATERIA NEUVOTTELUKUNNAN PUHEENJOHTAJA



WELCOME
TO OUR STAND B-208



DIAMOND DRILLING EQUIPMENT

- Casing tubes
- Core barrels
- Drill rods
- Drilling fluids
- Diamond drill bits and casing shoes



Start measuring quality for every well with REFLEX SPRINT-IQ™

REFLEX GYRO
SPRINT-IQ™
with IMDEXHUB-IQ

IMDEX™

TERRA-TEAM OY | Juvan teollisuuskatu 16, 02920 ESPOO, Finland | Tel. +358 9 849 4030 | www.terra-team.fi



Knowledge grows

Vastuullisuus toimintamme ytimessä

Yaran Siilinjärven toimipaikalla tuotamme kaivoksemme puhtaasta fosfaattiraaka-aineesta lannoitteita. Huolehdimme henkilöstön ja ympäristön turvallisuudesta toiminnan kestävyden ja jatkuvan parantamisen periaatteita noudattaen sekä sidosryhmät huomioiden.

yara.fi  @YaraSiilinjärvi



FINNMATERIA

PAVILJONKI JYVÄSKYLÄ 25.-27.10.2022

NYT ON AIKA KOHDATA!

Pohjoismaiden johtavat vuoriklusterin erikoismessut.
Neljän vuoden odotuksen jälkeen, älä missaa tätä!

REKISTERÖIDY NYT!
www.finnmateria.fi

MESSUT AVOINNA:

Tiistai 25.10. klo 17-20*

*Sisäänpääsy vain kutsuvierasillan kutsulla

Keskiviikko 26.10. klo 10-17

Torstai 27.10. klo 10-16

Seuraa meitä somessa



PAVIL
JONKI

MATERIA



Jyväskylän
MESSUT

FINNMATERIA B-halli

PAVILJONKI JYVÄSKYLÄ 25.-27.10.2022

A-halli

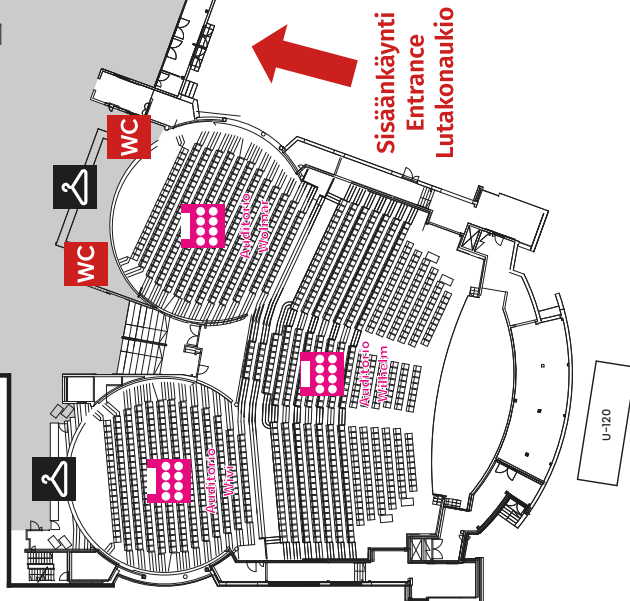
Ravintola Fabriikki



3. kerros
 Kokoustilat:
 Alvar, Felix, Minna,
 Robert ja Gustaf



-  WC
-  Naulakko
-  Kahvila
-  Ravintola
-  Info
-  Kongressitila
-  Sisäänkäynti / Entrance



U-120

YLEISINFORMAATIO / GENERAL INFORMATION

FinnMateria 2022 –erikoismessut järjestetään 25.10. –27.10.2022 Jyväskylän Paviljongissa, Lutakonaukio 12, 40100 Jyväskylä, puh. +358 14 339 8143.

FinnMateria 2022 –specialized exhibition for ore prospecting, mining industry, ore and mineral dressing, metals processing and upgrading and aggregate industry will be arranged 25.–27.10.2022 at Jyväskylän Paviljonki, Lutakonaukio 12, 40100 Jyväskylä, tel. +358 14 339 8143.

NÄYTELYN JOHTO / EXHIBITION MANAGEMENT

Juha Rahko, toimitusjohtaja / *Managing Director*
Hannu Mennala, myyntipäällikkö / *Sales Manager*
Tanja Hurttia, myyntipäällikkö / *Sales Manager*
Anu Ilvonen, myyntisihteeri / *Sales Secretary*

AVAJAISET / OPENING CEREMONY

Järjestäjien ja näyttelleasettajien kutsuvieraille
For organizers' and exhibitors' guests on
Ti / Tue 25.10.2022 17–20

AUKIOLOAJAT / OPENING HOURS

Ke / Wed 26.10.2022 10–17
To / Thu 27.10.2022 10–16

SISÄÄNPÄÄSY / ADMISSION

Rekisteröitymällä ennakoon tai paikan päällä.
Jos ei halua rekisteröityä, tulee maksaa pääsylippu 20 € infopisteessä.

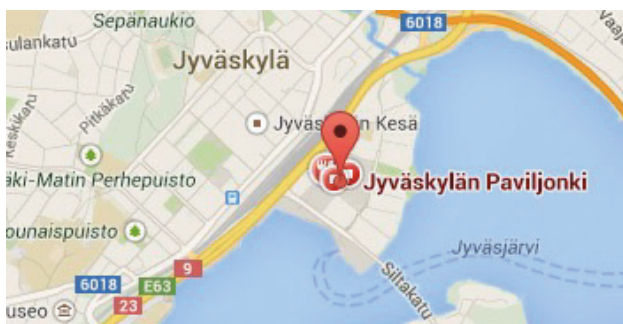
By registration beforehand or at the entrance. If you don't want to register yourself, you can purchase a ticket at the Paviljonki entrances, price 20 €.

MESSUTOIMISTO / EXHIBITION OFFICE

Lutakonaukion sisäänkäyntialussa
at Lutakonaukio Entrance lobby
puh. / tel. +358 14 339 8143.

INFORMAATIOPISTE / INFORMATION

Lutakonaukion sisäänkäyntialussa
at Lutakonaukio Entrance lobby
Näytteluettelon tiedot perustuvat näyttelleasettajien Jyväskylän Messut Oy:lle 5.9.2022 mennessä antamiin tietoihin. Luettelon toimittaja: Jyväskylän Messut Oy, PL 127, 40101 Jyväskylä, puh. +358 14 339 8143., messut@paviljonki.fi. Luettelotoimitus ei vastaa asiatietojen virheellisyyksistä luettelossa.



SAAPUMISOHJEITA / DIRECTIONS AND LOCATION

Sijainti / Location

FinnMateria 2022 –messut järjestetään Jyväskylän Paviljongissa, Lutakonaukio 12, 40100 Jyväskylä.

FinnMateria 2022 exhibition is organised in Jyväskylän Paviljonki, Lutakonaukio 12, 40100 Jyväskylä.

Katso Paviljongin sijainti oheisesta kartasta
See the location from the map below.

PYSÄKÖINTI / PARKING

Paviljongilla on kaksi pysäköintitaloa, P-Paviljonki 1 (sisäänkäynti Satamakadulta) ja P-Paviljonki 2 (sisäänkäynti Uno Savolan kadulta).

Katso vapaiden pysäköintipaikkojen määrä osoitteesta: www.jyvas-parkki.fi

Pysäköintihinnat: 1. ja 2. alkava tunti 1,5 €, seuraavat 1 € / tunti tai 16 € / vrk. Hyvä vaihtoehto on myös jättää auto keskustaan ja kävellä Matkakeskuksen ylikulkusillan kautta messuille.

Jyväskylän Paviljonki has two garages, P-Paviljonki 1 (entrance from Satamakatu) and P-Paviljonki 2 (entrance from Uno Savolan katu).

See the number of parking spaces available in: www.jyvas-parkki.fi

Parking prices: 1. and 2. hour 1,5 € / hour, add. hours 1 € / hour or 16 € / day. A good option is to leave the car to the center and walk via the pedestrian bridge from the Travel Center to Paviljonki.



Katso tarkemmat tiedot pysäköintitaloista ja maksuista: www.jyvasparkki.fi

Uusia ratkaisuja KESTÄVÄÄN ELÄMÄÄN



Tapojärvi omistaa Hannukainen Miningin, joka hakee lupaa Kolarissa sijaitsevan vanhan kaivoksen uudelleen avaukseen. Hannukaisen kaivoksen tavoitteena on luoda kokoaikaisia, vakituisia työpaikkoja ja monipuolistaa elinkeinopalveluita Lapissa ainakin seuraavan 20 vuoden ajan. Monimetalliesiintymää hyödynnetään kestävästi, kotimaisin voi-

min. Kestävällä tavalla hyödynnettynä Hannukaisen kallioperä on miljardien arvoinen. Kolarissa sijaitseva kaivos avataan uudelleen, jotta kotimaasta saatavat luonnonvarat voitaisiin hyödyntää kestävästi ja näin turvata teollista omavaraisuuttamme. Rauta, kulta ja kupari ovat välttämättömiä modernin yhteiskunnan rakennusaineita.

TAPOJÄRVI-KONSERNI

- Perustettu 1955
- Työntekijöitä n. 800
- 13 toimipistettä 3 maassa
- 450 kalustoyksikköä
- LTIF 1,86/Milj.h
- 19 000 tunnelimetriä/a
- 47,9 Mt käsiteltyä materiaalia vuosittain
- 4 M€/a tutkimus- ja kehitystyöhön

TAVOITTEENAMME MAAILMAN PUHTAIN METALLIKAIVOS – YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET MINIMOIDAAN KAIKIN TAVOIN

TAPOJÄRVI

tapojarvi.com
#tapojarvi #tapojarvi #belongtoourstory

 **Hannukainen**
Mining

hannukainenmining.fi
#kotimainenkaivos

NÄYTTEILLEASETTAJAT JA OSASTONUMERO

Näytteilleasettaja	Osasto	Näytteilleasettaja	Osasto
3AWater Oy	B-553	Miilux Oy	B-342
A. Häggblom Oy Ab	B-224	Millisecond Oy	B-106
AA Sakatti Mining Oy	B-554	Mining Finland Oy	B-106
Ajotek Oy	B-557	Mittausguru Oy	B-106
Arctic Drilling Company Oy Ltd	B-253	MTi Group	B-160
Avesco Oy	B-370	NewPaakkola Oy	B-355
BioSO4 Oy	B-106	Nordic Geo Center Oy	B-260
BUMAX AB	B-258	Normet Oy	B-140
CIDRA Minerals Processing	B-155	Orica Finland Oy	B-343
Comadev Oy	B-241	Outokumpu Mining Hub/Matkakumpu Oy	B-564
ContiTech Finland Oy	B-304	Pretec Finland Oy Ab	B-323
David Brown Santasalo Finland Oy	B-326	Radai Oy	B-106
Dia-Team AS - Finland	B-362	Rah-Kone Piping Oy	B-358
Doofor Oy	B-301	Ramboll Finland Oy	B-374
DSI Underground Nordics AB	B-307	Raskaspari Oy	B-280
EHP Environment Oy	B-173	Robit Oyj	B-351
Envineer Oy	B-218	Rock Physics Finland Oy Ltd	B-451
Epiroc Finland Oy Ab	B-308	Rotator Oy	B-302
Stratisampler Oy	B-162	Roxia Oy	B-332
Erlatek Oy	B-171	Sandvik	U-120
Eurofins Labtium Oy	B-166	Sandvik	B-309
Feasib Oy	B-106	Siveb Oy Ab	B-262
Fennosteel Oy	B-480	SMA Mineral Oy	B-324
Finexplo Oy	B-368	Sofi Filtration Oy	B-454
Finfinet Oy	B-450	Sr-O Technology	B-372
FinMeas Oy	B-103	Suomen TPP Oy	B-457
Finn-Valve Oy/Purado	B-278	Suomen Voiteluainekauppa Oy	B-380
FlooTech Oy	B-321	Tamtron Oy	B-465
Forcit Oy Ab	B-140	Tapojärvi Oy	B-305
Geologian Tutkimuskeskus	B-306	Taratest Oy	B-471
Geosynt Oy	B-341	TECA Oy	B-158
Geovisor Oy	B-451	Terrasolid Oy	B-138
GRM-services Oy	B-571	Terra-Team Oy	B-208
Ima Engineering Ltd Oy	B-106	Thierry Bernard Technologie	B-240
JT-Export Oy Ltd	B-552	Top-Osa Oy	B-244
Kaarirakenne Oy	B-390	TJA-Mechanic Oy	B-559
Kati Oy Ab	B-448	Valmet	B-242
Katsa Oy	B-353	Vanha Kaivos - Kaivosmuseo	B-566
Keliber Oy	B-556	Veljekset Toivanen Oy	B-179
Kemion Oy	B-320	Veolia Water Technologies, Aquaflo Oy	B-360
Kokkolan Satama Oy/Port of Kokkola	B-251	Volvo Construction Equipment Finland Oy	B-190
Kone Jare Oy	B-151	Weir Minerals Finland Oy	B-230
OSAO	B-270	X-ray Mineral Services Finland Oy	B-558
Kvalitest Industrial Oy	B-219		
Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT	B-272		
Levanto Oy	B-143		
Lux Oy Ab	B-267		
Machinery Oy	B-462		
Malvern Analytical B.V., sivuliike Suomessa	B-220		
Marechal Electric	B-153		
Maxam Suomi Oy	B-265		
MEFFA Lab Oy	B-163		
Metso Outotec Oy	B-354		

Making our world more productive



Linde Green 100 % hiilineutraalia kaasua

Kaasua ilman kasvihuonepäästöjä

Linde Green -tuotelinjamme on nestemäisten kaasujen hiilineutraali edelläkävijä. Linde Greenin avulla voit ottaa seuraavan askeleen omissa ympäristötavoitteissasi.

Vaihda vaivattomasti vihreämpään vaihtoehtoon.

Lue lisää linde-gas.fi/lindegreen

Tiistai 25.10. avajaisilta

17:00	KUTSUVIERASTILAISUUS , FinnMateria lava B-halli Kuohuviinitarjoilu	18:00	Vapaa tutustuminen FinnMateria 2022 -messut
17:15	FinnMateria 2022 avaus Hannele Vuorimies Vice President, Solution Sales at Metso Outotec	20:00	KUTSUVIERASTILAISUUS PÄÄTTYÄ
17:30	Stand Up Comedy Ville Myllyrinne		

Sisäänpääsy vain näytteilleasettajan tai messujärjestäjän kutsulla.

SEMINAARIT ke 25.10.2022 klo 8:30-15:20 KAIRAUSPÄIVÄ

Kairauspäivä on VMY:n geologijaoston FinnMateriaan yhteydessä järjestämä tapahtuma, jonka tarkoituksena on käsitellä kairaukseen, näytteenottoon ja mittauksiin liittyviä asioita. Joka kerralle valitaan teema, tänä vuonna teema on Kairauspäivän tarkoituksena on parantaa alan toimijoiden tietämystä ja lisätä yhteistyötä.

Lisätietoja: jussi.annanolli@angloamerican.com

09:00–09:10	Ilmoittautuminen / Registration		
09:00–09:10	Avaus / Opening		
09:10–09:35	Eurooppalainen malminetsintä?	Pekka Suomela	Kaivosteollisuus ry
09:35–10:00	Yhteiskuntavastuu kairauksessa	Ulla Syrjälä	AA Sakatti MiningOy
10:00–10:20	Tauko ja kahvi / Coffee break		
10:20–10:40	Luonnon monimuotoisuus ja malminetsintäkairaukset	Janna Riikonen	WSP Finland Oy
10:40–11:00	Kairausten ympäristövaikutukset ja seuranta	Noora Ahola	Mawson Oy
11:00–11:20	Naturan huomioiminen kairausohjelman suunnittelussa	Katariina Koikkalainen	Kingsrose Exploration Oy
11:20–11:40	Alustavia tuloksia kairauksen apuaineiden kulkeutumisesta pohjavesiin ja pintavesiin	Antti Pasanen	GTK
11:40–13:00	Lounas / Lunch		
13:00–13:20	Suljettu kierto ja kairasoijan käsittely		KatiOy
13:20–13:40	Järven alla sijaitsevan esiintymän kairaaminen	Anssi Mäkisalo	Terrafame Oy
13:40–14:00	Räjätysmattojen käyttö reitinteossa	Juhani Ojala	GeoPool Oy
14:00–14:20	Tauko ja kahvi / Coffee break		
14:20–14:35	Kairalaatikkojen kierrätys	Hannu Maisonvaara	AgnicoEagle Finland
14:35–14:55	Case study – PIMA-kohteen selvitys Naturassa	Mira Kyllästinen	Boliden
14:55–15:15	vahvistamatta		
15:15–15:20	Loppusanat / Closing words		

TIETOISKUT Keskiviikko 26.10.

10.30	Online monitoring of submersible pumps improves mining process Susumu Fukuoka, Deputy Manager Marketing / Tsurumi (EUROPE) GmbH	14.30	Raaka-aineiden kattava karakterisointi - työkaluja tulevaisuuden haasteisiin X-ray Mineral Services Finland Oy
11.00	Toimialaraportin julkistaminen Kaivosalan toimialapäällikkö Heino Vasara, ELY-keskus	15.00	Laserskannuksen hyödyntäminen kaivosmittauksissa Mika Salolahti ja Nina Heiska, Nordic Geo Center Oy
11.30	TEM toimialapalvelut	15.30	Trends in the mining industry: the role of power equipment manufacturers Benjamin Dupuy, Nordic Countries Sales Manager, Marechal Electric
12.00	KEYNOTE: Kaivosteollisuus muutospaineessa – kuinka vastaamme? Metso Outotec Finland Oy CEO Pekka Vauramo	16.00	Zero Emission - Battery powered underground mining Epiroc Finland Oy Ab
13.00	Keynote: Kaivosteollisuus, kestävä kehitys ja ympäristö EU:ssa Europarlamentaarikko Sirpa Pietikäinen	16.30	Vastuulliset energiaratkaisut alati muuttuvassa ympäristössä Nevel Oy, Kari Föhr, Myyntijohtaja
14.00	Keynote: Tulevaisuuden teknologiaratkaisut kaivosteollisuudelle Director Jani Vilenius, Technology development and Services, Sandvik		

FINNMATERIA
Jyväskylä
25.-27.10.2022
Tervetuloa!

NÄHDÄÄN
SYKSYN
2022
MESSUILLA!

BAUMA,
MÜNCHEN
24.-30.10.2022
Tervetuloa!
Halli C2,
standi 205

Kallion- poraus- tekniologian edelläkävijä.

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



Louhinta



Kaivostoiminta



Rakentaminen

Doofor Oy
Talltakatu 8, FI-37150 Nokia
Puh. 03 343 0747
information@doofor.fi
www.doofor.com



TIETOISKUT Torstai 27.10.

- 10.30 **Metso Outotec Pumps - What Why How**
Simon Strorey, Manager Project Sales, Metso Outotec Finland Oy
- 11.00 **Next Generation Mining - Tietomallintaminen kaivosteollisuudessa**
Jyrki Salmi, Research director, Digitalisation and automation of mining, University of Oulu
- 11.30 **Future Mining - Connectivity Matters**
Chris Mason, Vice President, Rajant Corporation, Joni Niskala, Director, S-RO Technology
- 12.00 **Keynote: Kaivosteollisuuden merkitys ja rooli sähköistymisprosessissa EU:ssa**
Europarlamentaarikko Henna Virkkunen
- 13:00 **Keynote: Minerals are new Oil**
Tutkija Simon Michaux, GTK
- 14:00 **Teollisuuden sähkönjakelujärjestelmät uusiolaitteilla**
Toimitusjohtaja Jukka Sikanen, JT-Export Oy
- 14.30 **Zero Emission - Battery powered underground mining**
Epiroc Finland Oy Ab
- 15.00 **Pölynsidonta kaivosteollisuudessa**
Topias Heinisuo, Myyntipäällikkö, Kemion Oy
- 16.00 **Messut sulkeutuvat**

AMMATTITAITOISET KENTTÄPALVELUT NOPEASTI JA LUOTETTAVASTI



Orica Finland Oy

Jussilankatu 6
15680 Lahti

Puhelin: 010 3212 550

Sähköposti: finland@orica.com



orica.com

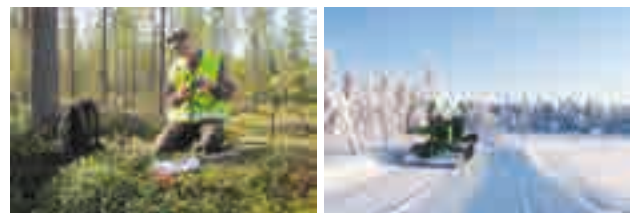
RF VALVES
Advanced technology and inspired design to meet tough conditions

RF Valves, Oy.
Tutkijantie 9,
Lappeenranta, Finland
Tel: +358-20-758-1790
Fax: +358-20-765-1799
email: rfvalves@rftek.fi
www.rfvalve.com

www.rfvalve.com



**Comprehensive field services
for mineral exploration**



PALSATECH

Contact us:
info@palsatech.fi
020 773 9616

3AWater Oy B-553

Microkatu 1, 70210 KUOPIO
Puh. 040 8202143
www.3awater.com

3AWater offers a new, patented field analysis system for dissolved metals in waters.

With our MWAS system, you get result of concentrations of six dissolved heavy metals in less than 10 minutes with a very easy-to-use solution.

3AWater tarjoaa uuden, patentoidun kenttäanalyysijärjestelmän liuenneille metalleille vesissä.

MWAS-järjestelmällämme saat kuuden liuenneen raskasmetallin pitoisuudet alle 10 minuutissa erittäin helppokäyttöisellä ratkaisulla.

A. Häggblom Oy Ab B-224

Yrittäjäntie 12, 67100 KOKKOLA
puh 020 765 8200
info@haggblom.fi
www.haggblom.fi

AA Sakatti Mining B-554

Tuohiaavantie 2, 99600 SODANKYLÄ
Puh. 016642368
www.angloamerican.com

AA Sakatti Mining Oy on Anglo Americanin vuonna 2011 perustettu suomalainen tytäryhtiö, joka toimii Sodankylässä.

Sakatti on rikas monimetalliesiintymä, joka on geologisesti erityinen korkeiden metallipitoisuuksiensa vuoksi. Esiintymässä on tärkeiden perusmetallien, kuparin, nikkelin ja koboltin lisäksi arvometalleja, kuten platinaa, palladiumia, kultaa ja hopeaa. Sakatin esiintymän mineralogia on hyvin suotuisa rikastukselle, ja malmista voidaan tuottaa hyvälaatuista nikkeli- ja kuparirikastetta pienin metallitappiopin. Sakatin esiintymä sijaitsee 15 kilometriä Sodankylän taajamasta koilliseen. Alue sijaitsee osittain Viiankiaavan soidensuojelualueella, joka on myös Natura 2000 -alue. Alueen luontoarvot asettavat kaivosshankkeelle tiukat reunaehdot. Sakatti on yksi Anglo Americanin FutureSmart Mining -ohjelman kaivoksia, jossa kestävä kaivostoimintaa edistetään uudella teknologialla. Tavoitteena on toteuttaa Sakatin maanalainen, hiilineutraali kaivos, jossa kaivostunneli porataan tunneliporauslaitteella suojelualan alle, eikä Natura-alueelle tule mitään maanpäällisiä rakenteita. Tämänhetkisen tilanteen mukaan kaivoksen rakentaminen on tarkoitus aloittaa vuosikymmenen loppupuolella.

Sakatin kaivosprojekti on tällä hetkellä luvitusvaiheessa. Ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) täydennys pyritään jättämään vuoden 2022 loppuun mennessä. Täydennyksen merkittävin työkokonaisuus on ollut erittäin vaativa ja korkeatasoinen pohjaveden ja kalliopohjaveden virtausmalli.

Tärkeä tapahtuma projektissamme vuonna 2022 oli vapaaehtoisen ekologisen kompensaaation ensimmäinen maanhankinta, kun ositimme 3000 hehtaaria aihkimetsää suojeltavaksi Hammastunturin suojelualan kyljessä. Tule osastollemme tutustumaan kestävän kehityksen projektiimme.

Arctic Drilling Company Ay Ltd B-253

Teollisuuskatu 26 B
96320 ROVANIEMI
www.adcltd.fi
+358 40 511 2289

ADC palvelee asiakkaita ympäri maailmaa, aina luotettavasti ja turvallisesti, taaten tehokkaan kairauksen ääriolosuhteissakin. Tarjoamme alamme sertifioidut palvelut, parhaat kairakoneet ja henkilöstön, jonka taidot ovat hioutuneet vuosien kokemuksen kautta. Toteutamme urakat aina asiakkaan tarpeiden ja aikataulun mukaan, ympäristöä kunnioittaen. Pitkällä kokemuksella olemme luotettava yhteistyökumppani sekä pinta- että maanalaisessa kairauksessa.

Avesco Oy B-370

Kiitoradantie 4, 01531 VANTAA
puh. 020 111 5700
info@avesco-cat.fi
www.avesco-cat.fi

BioSO4 Oy, B-106

Mesikämmenentie 10 90450 KEMPELE
puh. +358 50 3888 473
lasse.moilanen@bioso4.com
www.bioso4.com

BioSO4 Oy toimii Euroopassa kansainvälisten kaivoskemikaalien valmistajien jakelijana. BioSO4 Oy tarjoaa laajan valikoiman suurien kansainvälisten valmistajien REACH-rekisteröityjä rikastuskemikaaleja. Yrityksen päätuotteet ovat ksantaatit, nestemäiset kokoojat ja jauhinkappaleet. Korkeassa tuotepuhtaudessa olevien tuotteiden lisäksi tarjoamme tuotteiden tuote- ja käyttötietoa, tarjottujen tuotteiden laadunhallintaa, tuotteiden käytön ympäristövaikutusten seurantaa ja ovelta ovelle logistiikkapalvelua. Yhteistyössä asiakkaidemme ja laajan kansainvälisen yhteistyöverkostomme kanssa pystymme auttamaan asiakkaitamme löytämään kyseiseen käyttökohteeseen sopivat, ympäristöystävälliset ja kustannustehokkaat kemikaali- ja jauhinkuularatkaisut jo ennen rikastamon tuotannon aloittamista.

BUMAX AB B-258

Bultvägen 1 812 94 ÅSHAMMAR SWEDEN
puh. +46 10 478 44 00
sales.bumax@bufab.com
www.bumax-fasteners.com

Ruostumattomat ja lujat erikoisteräskiinnikkeet vaativiin olosuhteisiin.

High strength stainless steel fasteners for demanding environment. High-Mo A4/Duplex/Super Duplex etc.

High Strength (eqv. 8.8-15.9)/High Corrosion resistance/Fatigue resistance/Temperature Resistant Grades

Full 3.1 Product Test Certification

Stock Products M3-M36

European Material&Manufacture

BDM Elina Leivo, elina.leivo@bufab.com, +358 20 7932 818



BLASTING SERVICES

FOR NORDIC CONDITIONS

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

**>> FIND US IN
FINNMATERIA 2022**

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

CIDRA Mineral Processing Inc, B-155

Teponkentäntie 10, KIVINIEMI
puh. +358405513056
esko.tahkola@mesens.net
www.cidra.com

CiDRA Minerals Processing toimittaa innovatiivisiin mittausteknologioihin perustuvia prosessien optimointiratkaisuja. CiDRA:n SONARtrac on maailmanlaajuisesti saavuttanut standardiratkaisun aseman mineraaliprosessien virtausten mittauksissa ollen samalla ainoa teknologia, joka myös mittaa slurrien ilmapitoisuuden ja tämän mittauksen perusteella voidaan korjata ilman aiheuttamat virheet tiheysmittaukseen.

CiDRAn CYCLONetrac -PST partikkelikoon mittaus reaaliaikaisesti jokaisesta patterin syklonista erikseen mahdollistaa jauhatuksen ohjauksen tuottamaan optimaalisen partikkelikokojakautuman seuraavaan prosessivaiheeseen. Näin voidaan hallitusti optimoida prosessin nettometallituotanto.

Tervetuloa keskustelemaan osastollemme!

Esko Tahkola
esko.tahkola@mesens.net
+358405513056
Jukka Tahkola
jukka.tahkola@mesens.net
+358400446574
Mikko Tahkola
mikko.tahkola@mesens.net
+358456588122

Comadev Oy B-241

Hiekkaharju 13, 96190 ROVANIEMI
www.comadev.fi

ContiTech Finland Oy B-304

Kolmihaarankatu 3-5, 33330 Tampere
puh 020 721 7200
peter.vikman@cbg.contitech.fi
www.contitech.fi

David Brown Santasalo B-326

Vesangantie 1 40101 JYVÄSKYLÄ
www.dbsantasalo.com
service@dbsantasalo.com
Suunnittelusta tuotantoon, asennuksiin ja elinkaaripalveluihin -
David Brown Santasalo

Dia-Team AS B-362

Yläniitynkatu 6A 53550 LAPPEENRANTA
puh. 040 1684 244
post-fi@diateam.no
www.diateam.no

Dia-Team AS on korkealaatuisten Boart Longyear -tuotteiden valtuutettu maahantuojaja markkinoija Pohjoismaissa. Valikoima käsittää tuotteet malminetsintään sekä maa- ja kallioporaukseen.

Doorfor Rock Drills, B-301

Talttakatu 8, 37150 NOKIA
puh 03343 0747
information@doofor.fi
www.doofor.fi/

Doofor Oy on hydraulisten kallioporakoneiden valmistaja. Doofor-porakoneet suunnitellaan ja valmistetaan Nokialla, Suomessa. Porakoneita käytetään osana poralaitetta kaivostoiminnassa, rakennuslouhinnassa, tarvekiven louhinnassa ja kallionlujituksessa. Doofor Oy on perustettu vuonna 1987 ja se toimii kaikkialla maailmassa. Doofor Inc. manufactures hydraulic rock drills. Doofor rock drills are designed and manufactured in Nokia, Finland. The rock drills are used as a component of a drilling system in mining, construction, dimensional stone quarrying and rock enforcing. Doofor Inc. is founded in 1987 and it operates globally.

DSI Underground Nordics AB B-307

Hyvegatan 15, 93136 Skellefteå, SWEDEN
tel +46 708 92 22 08
www.dsiunderground.com

Envineer Oy B-218

Microkatu 1 R, KUOPIO
www.envineer.fi
puh. +358 40 5249 793

Epiroc Finland Oy Ab B-308

PL 86, 01301 VANTAA
puh 0207189300
asiakaspalvelu@epiroc.fi
www.epiroc.com

Epiroc on johtava kaivos- ja louhintalaitteiden, porakaluston ja huoltopalveluiden toimittaja, joka perustettiin vuonna 2018 kaivos- ja louhintatekniikan irtautuessa Atlas Copcosta. Missiomme on edistää alamme tuottavuutta ja kestävästä kehitystä. Meillä on yli 15 500 työntekijää ja asiakkaita yli 150 maassa.

Tervetuloa Epiroc Finlandin osastolle B-308 tutustumaan innovatiivisiin ja turvallisiin ratkaisuihimme!

Ota yhteyttä, niin tavataan messuilla!

Kari Erkkö Myyntipäällikkö, Suomi ja Baltia
kari.erkko@epiroc.com, puh. 0400 410 756

Carl Hansen Maanalaiset laitteet
carl.hansen@epiroc.com, puh. 020 718 9314

Heikki Kurki Huoltopalvelut
heikki.kurki@epiroc.com, puh. 020 718 9289



Geovisor Oy
+358 40 539 9727
geovisor.fi

GEOVISOR

**Geofysiikan, geologian, geohydrologian
ja kalliomekaniikan mittaukset ja konsultointi**

Malminetsintä

Kaivostoiminta

Kallio-
rakentaminen

Ympäristö-
tutkimukset

Luotettavat
petrofysiikan
mittaukset

Fysikaalisten
ominaisuuksien
3D-mallit

Geofysiikan
aineiston
tasokorjaukset
ja kalibrointi

Kokonaisvaltainen
palvelu

**Kallion, kivien ja rakennusmateriaalien fysikaalisten
ominaisuuksien mittaukset ja konsultointi**

Oy Rock Physics Finland Ltd
+358 50 374 1106
www.rockphysics.fi



Rock Physics Finland

StratiSampler B-162

Laajaniityntie 10 A 5, 01650 VANTAA
puh. 050 5621847
erimek@kolumbus.fi
www.stratisampler.fi

Tieto maksaa aina paljon - tietämättömyys vielä enemmän!
StratiSampler kerää porasoijanäytteen porauksen aikana säilyttäen tuotantoporareian kerrosjärjestyksen, stratigrafian.
Nyt tiedät missä ja kuinka syvällä malmia on.
Osaat suunnitella räjäytyksen niin, että sivukivi jää lohkkareiksi ja malmi pienemmäksi.
Sivukivi voidaan erottaa malmista jo lastausvaiheessa.
Rikastamoon enemmän malmia ja vähemmän sivukiveä.
Vähemmän rikastushiekkaa, ympäristöongelmia ja sähkön kulutusta, enemmän myytävää.
Knowledge always costs a lot - ignorance even more!
StratiSampler collects drill cuttings sample during drilling and prevails blast hole's stone layer order, stratigraphy.
Now you know where and how deep the ore is.
You can plan the blast so, that the side stone stays in big blocks and the ore smaller.
Side stone can be separated from ore in the loading phase.
Enrichment plant gets more ore and less side stone.
Less tailings, environment problems and energy consumption.
More to sell!

Erlatek Oy B-171

Helletorpankatu 31, 05840 HYVINKÄÄ
puh. 019 458 4500
nostovalineet@erlatek.fi
www.erlatek.fi

Erlatek Oy on saksalaisen RUD Chainsin sekä sveitsiläisen SpanSetin suomalainen yhteisyritys, jossa pääomistajana on RUD Chains. Erlatek Oy toimii molempien omistajien tuotevalikoimien virallisena maahantuojana sekä myyjänä. Erlatek Oy on vuonna 1991 perustettu yritys, jonka kotipaikka on Hyvinkää. Se tuo maahan, suunnittelee, valmistaa ja myy laadukkaita nostoapuvälineitä sekä antaa niihin liittyvää tuote- ja työsuojelukoulutusta.

Eurofins Labtium Oy B-166

Poikajuntintie 34, 99600 SODANKYLÄ
puh. 050 475 5866
reception.sodankyla@etn.eurofins.com
www.labtium.fi

Feasib Oy B-106

Vierimaantie 5, 84100 Ylivieska
Kummuntie 8, 85560 Nivala
Puh. +35840 1497541
markus.latvala@feasib.com
www.feasib.com

Feasib Oy tarjoaa asiantuntija- ja laboratoriopalveluita teollisuuteen

ja julkiselle sektorille. Kaivannaisteollisuudelle ja malminetsintäyri-tyksille tuotamme mm. ympäristöjohtamisen asiantuntijapalveluita, vesi- ja maaperänäytteenottoa ja analyysijä, räätälöityjä vaahdotus-, ja vedenpuhdistuskokeita sekä kivinäytteiden esikäsittelyä uudella, nopealla konseptillamme.

Referenssiasiakkaita:

Keliber Technology Oy, Rupert Finland Oy, Northern Aspect Resources, NorthGold Ab, Skarta, GRK, Huesker GmbH, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus

Fennosteel Oy, B-480

Fennokatu 1 39700 PARKANO
puh. 0344100
www.fennosteel.com

FennoSteel on kotimainen pakoputkistojen, katalysaattoreiden, hiukkassuodattimien, teräsputkien ja putkikomponenttien valmistaja. Tuotteitamme käytetään niin kevyessä kuin raskaassakin kalustossa, mukaan lukien materiaalinkäsittely- ja työkonet. Katso lisätietoja osoitteista www.fennosteel.com ja www.fennoheavyduty.com.

FennoSteel is a Finnish manufacturer of exhaust systems, catalytic converters, diesel particle filters, steel tubes and tube components. Our products are used both in light and heavy applications, including material handling and work machines. Please visit www.fennosteel.com and www.fennoheavyduty.com for more information.

Finexplo Oy B-368

Matosaarentie 19, 00850 Helsinki
puh +358405443656
mikael.von.hertzen@finexplo.fi
www.finexplo.fi

Finexplo Oy:n osastolta löydät seuraavat yhtiöt ja tuotteet:

Hanwhan elektroniset nallit - HEBSII
TTE Track & Trace -järjestelmä - Euroopan No 1 Android-pohjainen räjähtäiden seuranta järjestelmä
Autostem-patruunat
Shottrack VoD- ja ViB -mittarit
Rothenbuhler-kaukolaukaisu laitteet
Explosian-räjähdyksineet - Dynamiitit, Emulsiopatruunat ja tulilanka
DynoNobelin konsultointipalvelut - Principal Consultant paikalla ja tavattavissa

Finfinet Oy B-450

Kauhakorvenkatu 25, 33720 TAMPERE
puh +358505899000
finfinet@finfinet.fi
www.finfinet.fi



Kaikki malmien ja metallien prosessointiin samasta paikasta

Tarvitsetko jotain mineraalien käsittelyyn tai metallien jalostukseen? Kysy ensin meiltä! Metso Outoteciltä saat prosessien suunnittelut, kokonaisten tuotantolaitosten toimitukset, koneet ja laitteet, vara- ja kulutusosat, huollot, korjaukset, optimoinnit sekä materiaalit kuten rikkihapon kestävä SX:n samasta paikasta.

Soita meille **020 484 142** tai jätä yhteydenottopyyntö osoitteessa mogroup.com/yhteystiedot

maansiirto
murskaus
seulonta
kuljetus
jauhatus
pumppaus
vaahdotus
erottelu
sakeutus
selkeytys
suodatus

PYROMETALLURGIA
HYDROMETALLURGIA
RIKKIHAPON TUOTANTO

FinMeas Oy B-103

Lutakonaukio 7, 40100 Jyväskylä
puh 040 715 3264
info@finmeas.com
www.finmeas.com

FinMeas tarjoaa kaivossektorille laadukkaan pato- ja ympäristötarkkailujärjestelmän, joka automatisoi ympäristö- ja patovalvonnan sekä raportoinnin. Järjestelmän avulla keräät, hallitset sekä raportoit datasi yhdestä paikasta vaivattomasti automatisoiduksi raportiksi. Aina ajantasainen, helposti hallittavissa ja jatkojalostettavissa oleva data, raportoitaviin saatavat ennusteet hälytyksineen sekä automatisoitu raportointiprosessi säästävät kaivosasiantuntijoiden aikaa ja palvelevat mm. suunnittelun ja ennakkoinnin toteutuksessa. Tavataan osastolla B-103!

Finn-Valve Oy/Purado B-278

Varastokatu 5, 54100 JOUTSENO
puh 0207436 900
postmaster@finn-valve.com
www.finn-valve.com
PU-elastomeerituotteet, Vulkollan
Pyörien, telojen, ym. pinnoitukset ja valmistus, kulutusosat.

Flootech Oy B-321

Pitkämäenkatu 11, 20250 TURKU
www.flootech.com
puh. +358 10 425 0600

teksti

Forcit Oy Ab B-140

Forcintie 37, 10900 HANGÖ
puh 020 744 0554
www.forcit.fi

FORCIT Explosives is a strong player in explosives branch in the Nordic region.

Our main target is to provide high quality products and services in every customer location. The broadness of our distribution network together with flexible customer service makes it possible for us to be close to the customer anytime, anywhere. Our modern bulk fleet with over 100 high technology units is serving customers both surface and underground operations as well as offshore.

Our main market areas are Sweden, Finland and Norway, but we also operate in selected projects all over the globe, wherever our know-how is needed. Read more: forcitexplosives.fi

FORCIT Explosives on vahva toimija räjähdysainealalla Pohjoismaissa. Päätaavoitteemme on tarjota korkealaatuisia tuotteita ja palveluita jokaiseen asiakasprojektiin. Jakeluverkostomme laajuus ja joustava asiakaspalvelumme mahdollistavat sen, että olemme lähellä asiakasta missä ja milloin tahansa. Nykyaikainen yli 100 korkean teknologian laitteistoa käsittävä toimituskalustomme palvelee asiakkaita sekä pinta- että maanalaisissa operaatioissa sekä myös merellä.

Päämarkkina-alueemme ovat Ruotsi, Suomi ja Norja, mutta toimimme myös valituissa projekteissa ympäri maailmaa, missä tahansa osaamistamme tarvitaan. Lue lisää osoitteesta: forcitexplosives.fi

Geologian tutkimuskeskus B-306

Vuorimiehentie 5, 02151 ESPOO
puh 029 503 0000
gtk@gtk.fi

Osastollamme kerromme mm. GTK:n geo.fi -palvelusta, joka kokoaa yhteen GTK:n tuottaman geotiedon aineistot ja verkkopalvelut. Esillä ovat myös mineraalipotentialin arviointi, mineraaliprosessointi ja minerologinen tutkimus, kaivosteollisuuden vesienhallinta, ympäristövaikutusten ja -riskien hallinta. Kuulet myös GTK Mintecin tarjoamista uusista mahdollisuuksista.

Geologian tutkimuskeskuksessa teemme työtä maamme hyväksi. Tuotamme puolueetonta tutkimustietoa, josta on apua esimerkiksi ilmastomuutoksen, energiamurroksen ja kiertotalouden haasteiden ratkaisemisessa. Yli 400 asiantuntijaamme ovat erikoistuneet mineraalitalouteen, energia-, vesi- ja ympäristökysymyksiin sekä digitaalisiin ratkaisuihin. GTK on työ- ja elinkeinoministeriön alainen tutkimuslaitos.

Geosynt Oy B-341

Linnoitustie 6 B, 02600 ESPOO
puh 09 350 7060
info@geosynt.fi
www.geosynt.fi

Geosynt Oy on Suomen johtava geosynteettialan palvelukokonaisuuksien tarjoaja. Tarjoamiamme palveluita ja tuotteita käytetään laajalti mm. ympäristö- ja talonrakentamisessa, kaivosteollisuudessa ja infrarakentamisessa. Yhdessä asiakkaidemme kanssa olemme olleet rakentamassa Suomen infrastruktuuria maanteillä, rautateillä, rakennuksilla ja kaivoksilla sekä viheralueilla. Tuotteemme suojaavat ympäristöä myös kaatopaikoilla, huoltoasemilla ja pohjavesialueilla. Asiantuntijamme tarjoavat teknistä tukea projektisi kaikkiin vaiheisiin, aina suunnitteluvaiheesta toteutukseen asti. Kaikki asennustyöt tehdään sertifioitujen ja kokeneiden asentajiemme suorittamina turvallisesti ja asetettujen vaatimusten mukaisesti.

Geovisor Oy B-451

Kansankatu 13 A 8, 96100 ROVANIEMI
puh 040 539 9727
pekka.kantia@geovisor.fi
www.geovisor.fi

Geovisor tarjoaa malminetsinnän, kaivostoiminnan, maa- ja kalliiorakentamisen tutkimustarpeisiin geofysiikan, geologian, kalliomekaniikan sekä geohydrologian mittaus- sekä konsultointipalvelut. Lisätietoa: geovisor.fi

Geovisor provides geophysical, geological, geohydrological and rock mechanical survey and consulting services for the needs of exploration, mining and civil engineering. More info: geovisor.fi

Tarkkuusannostelupumput kemikaalien annosteluun

Flowrox FXM-annostelupumput



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



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

Valmet 
FORWARD

GRM-services Oy B-571

Huurrekuja 1, 04360 TUUSULA
puh 040 539 4224
info@grm-services.fi
www.grm-services.fi

Ima Engineering Ltd Oy, B-106

Sinikalliontie 3 B 02630 ESPOO
puh. +358 40 2569603
www.ima.fi

IMA Engineering leads the mining technology industry by providing the most accurate smart mining solutions. IMA smart mining sensors collect real-time geo-metallurgical and ore grade data during production from drill cores, drill cuttings, and ore on the conveyor belt or in a loader bucket, before the material enters the processing mill, concentrator, or waste rock area. Moreover, they analyze mineral slurries in the concentrator to optimize the recovery process. Thus, mines around the world can reduce waste rock dilution, tailings, and ore losses, significantly diminishing the environmental impact and increasing the mining company's profits. Also, they use less water and less energy while obtaining better and faster results, with the help of IMA sensors.

IMA's smart innovations help to provide raw materials that our modern society continuously needs and to protect the resources and nature. So, they bring the environmental, economic, and sustainable approach to the future of mining.

JT-Export Oy | sähkönjakelujärjestelmien laitteet ja palvelut B-552

Leijukuja 13 78210 VARKAUS
Puh. 0400 673 285
jukka.sikanen@jt-export.com
www.jt-export.com

Sähkönjakeluun nopean toimituksen uusiolaitteet esim. KJ-kojeistot, pääkeskukset, muuntajat ja muuntamot. Meiltä myös kokonaistoimitukset suunnittelusta käyttöönottoon. Tule keskustelemaan kiertotalousratkaisusta, jossa yhdistyvät ammattitaito ja pitkä kokemus alalta.

Kaarirakenne Oy, B-390

Katajatie 24, 64700 Teuva
puh. 045 875 5501
jere.kujanpaa@kaarirakenne.fi
www.kaarirakenne.fi

Helpoin tapa rakentaa halli!

Kerro meille hallitarpeesi, niin me suunnitellamme ja toteutamme sen Avaimet Käteen -periaatteella vaivattomasti ja nopeasti. Kaarirakenteen palvelukonsepti takaa sen, että pystyt keskittymään omaan liiketoimintaasi myös hallin rakentamisen aikana.

Kati Oy Ab B-448

Sievintie 286, 85160 RAUTIO
puh 020 743 0660, fax 020 743 0661
info@oykatiab.com
www.oykatiab.com

KATI is a Finnish drilling contractor with more than 40 years of experience in diamond core drilling. Our main operation focus is on Fennoscandian area. In addition to core drilling, we also offer some related services such as hole deviation surveys and packer testing. In Mining and Exploration business, KATI is known for its efficiency, strong performance in tough conditions and applying environmental know-how to core drilling business as the leading company on the branch.

Katsa Oy B-353

Ilmailunkatu 23 33900 TAMPERE
puh 03 315 151
katsagears@katsa.fi
www.katsa.fi

Katsa suunnittelee ja valmistaa voimansiirtokomponentteja. Katsa palvelee vaihdeasiakkaita asiakasräätälöityjen erikoisvaihteiden toimittajana. Voimansiirron käyttäjille Katsa tarjoaa mallinnusta, modernisointeja, vaihdehuoltoa sekä varaosia. Erilaisia hampaallisia osia Katsa valmistaa sekä yksittäis- että sarjavalmistustarpeisiin. Katsa designs and manufactures power transmission components. Katsa is a supplier of special gear units which are tailored to meet the customer's demands. For end users, Katsa provides modelling, modernisation, gearbox repair and maintenance services as well as spare parts. Moreover, Katsa manufactures a range of toothed components as single batches and in serial production.

Keliber Oy B-556

Toholammintie 496, 69600 KAUSTINEN
puh 010 567 0600
www.keliber.fi

Keliber on suomalainen kaivos- ja akkukemikaaliyhtiö, jonka tavoitteena on tuottaa vastuullisesti akkulaatuista litiumhydroksidistä omista malmivaroista vuonna 2024. Tuotettamme tarvitaan litiumioniakuissa, jotka mahdollistavat liikenteen sähköistämisen, uusiutuvan energian varastoinnin ja digitalisaation nopeutumisen. Työmme edistää ilmastoystävällistä kehitystä.

Keliber toimii Keski-Pohjanmaalla, jossa sijaitsevat litiumesiintymät kuuluvat Euroopan merkittävimpiin. Suunnitellamme tulevaa kaivostoimintaa ja tuotantoa hyödyntämällä parasta käyttökelpoista teknologiaa, minimoimalla toiminnan ympäristövaikutukset ja varmistamalla kiertotalouden edellytykset.

Litiumhankkeen rakennusvaiheen on määrä käynnistyä vuonna 2022. Kaivostoiminta sijoittuu Kaustisen, Kokkolan ja Kruunupyyn alueelle, jonne rakennetaan myös rikastamo. Kemiantehdas nousee Kokkolan suurteollisuusalueelle hyvien liikenneyhteyksien äärelle. Rakennusvaiheen on laskettu työllistävän jopa 500 henkilöä, ja tuotannon alettua Keliberin henkilöstömäärä on 150–200.

Keliber is a Finnish mining and battery chemical company that



KOHTI SÄHKÖISTÄ TULEVAISUUTTA

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

PATENTOITU LATAUS PORAUKSEN AIKANA | AUTOMAATIO | NOLLAPÄÄSTÖT

ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK/FI



aims to start the sustainable production of battery-grade lithium hydroxide, utilising its own ore, in 2024. Our product is an essential component in lithium-ion batteries, which enable the electrification of transportation, the storage of renewable energy and speed up digitalisation. Our work powers people to choose for climate. Keliber operates in Central Ostrobothnia, Finland, where some of the most significant lithium deposits in Europe are found. For future mining and production, we plan to utilise the best available technologies, minimise the environmental impact of our operations and ensure the conditions necessary for the circular economy.

The construction phase of the lithium project is scheduled to start in 2022. The lithium mines are located in the municipalities of Kaustinen, Kokkola and Kruunupyy, where a concentrator is also being built. The chemical plant will be located in Kokkola Industrial Park, which has excellent transportation connections.

The construction phase is estimated to employ up to 500 people. Once production is up and running, Keliber will employ 150–200 industry professionals.

Kemion Oy B-320

Aurinkokuja 5 B, 33470 YLÖJÄRVI
puh. 050 5252 638
kemion@kemion.fi
www.kemion.fi

Kemion Oy on pirkanmaalainen kemian alan yritys, joka tarjoaa ympäristöystävällisiä pölynsidonta- ja liukkaudentorjuntaratkaisuja monipuolisesti materiaalihallintaan, tienhoitoon ja kunnossapitoon esimerkiksi kaivoksille ja teollisuuteen.

Olemme kasvaneet pitkän käytännön kokemuksen kautta jäänsulatuksen, pölynsidonnan ja korroosiosuojauksen huippuosaajaksi. Missionamme on mahdollistaa vihreään kemiaan perustuvilla ratkaisuillemme sekä monipuolisella asiantuntijuudellamme puhdas hengitysilmä ja turvalliset kulkuväylät kaikille.

Kokkolan Satama Oy, Port of Kokkola B-251

Kantasatamantie 50, 67900 KOKKOLA
puh 06 8242 400
satama@portofkokkola.fi
www.portofkokkola.fi

Kokkolan satama on Suomen suurin bulk-satama, suurin raideliikennesatama sekä kolmanneksi suurin yleissatama. Olemme myös kaivannaisteollisuuden ykkössatama, kiitos muun muassa yli 50 vuotta jatkuneen yhteistyömme alan toimijoiden kanssa. Kokkolan seudulla toimiva teollisuus ja paikallinen kauppa on myös merkittävä asiakasryhmä.

Kaikki kolme satamanosaamme - Kantasatama, Syväsatama ja Hopeakiven satama - muodostavat itsenäisesti toimivien yksiköiden muodostaman tehokkaan kokonaisuuden. Meitä voikin syystä kutsua Kolmen Sataman Satamaksi. Tehokkuutemme taustalla on myös vuosikymmenten kokemus, laaja kansainvälinen verkostoituminen sekä erinomaisen logistisen sijaintimme hyödyntäminen. Meillä löytyy oma eksperttinsä jokaiselle logistiikan osa-alueelle. Räättälöimme aina koko logistiikkaketjun käyttäen pitkäaikaisia, luotettavia ja hyväksihavaittuja toimijoita. Räättälöity logistiikkaketju

merkitsee asiakkaillemme muun muassa kilpailukykyistä hintaa. Paikalla ovat myyntipäällikkö Mika Suvanto ja kehityspäällikkö Jyrki Roukala.

Kone Jare Oy B-151

Säikäntie 24 91100 II
puh. 0207 3534 53
konejare@konejare.fi
www.konejare.fi

Kone Jare Oy on perustettu vuonna 2005. Toimintamme keskittyy asiakkaan luona tehtäviin raskaan kaluston lisävarusteiden asennus- ja huoltotöihin. Olemme tehneet jo yli 10 000 asennusta ja toiminta-alueenamme on koko Suomi.

Tuotteitamme ovat:

Hebonilube-keskusvoitelujärjestelmät
Dafo-sammutusjärjestelmät
BMAir, ohjaamon suodatusjärjestelmät
Eberspächer-ajoneuvolämmittimet
Flexxaire, kääntyvä tuuletin dieselmoottoreille
Engcon myynti, huolto ja varaosat

OSAO, B-270

Jokijärventie 2,93400 TAIVALKOSKI
puh. 050 570 8759
www.osao.fi

Kvalitest Industrial Oy B-219

Punasillantie 31 A 40950 MUURAME
sales@kvalitest.com
www.kvalitest.fi
- XFR- ja LIBS-analysaattorit
- Aineenkoetuskoneet
- Kovuusmittarit
- Metallografisten näytteiden valmistus
- Iskuvasaratesterit

LUT-Yliopisto, B-272

Skinnarikatu 34, 53850 Lappeenranta
puh. 0294462111
jaana.ryynanen@lut.fi
www.lut.fi

LUT-yliopisto auttaa yrityksiä ja yhteiskuntaa uusiutumaan kestävästi. LUT-yliopisto etsii ratkaisuja maailman isoihin ongelmiin, kuten puhtaaseen energiatuotantoon. Uusi energiajärjestelmä on mahdollinen jo 2050, mutta onko kaivannaisala valmis? Hiilineutraali maailma vaatii valtavasti metalleja, joita pitää pystyä tuottamaan kestävästi sekä primaarisista että sekundaarisista lähteistä. Xplorer-verkosto, SCI-MAT-tutkimusala ja LUTin erotustekniikan keskus CST auttavat kaivannaisalan yrityksiä ja sidosryhmiä uudistumaan ja siirtymään kohti kiertotaloutta.

Tervetuloa osastollemme B-272 tapaamaan asiantuntijoitamme ja keskustelemaan, millaista yhteistyötä voisimme tehdä.

Xplorer-verkosto edistää ja uudistaa kaivannaisalan koulutusta sekä

KAIVOSRATKAISUT POHJOISESTA

Valmistamme kaivosten ja teollisuusrakentamisen erityistarpeisiin räätälöityjä tuotteita.

Valikoimassamme:

- Putkistot
- Erikoisosat
- Toimilaitekaivot
- Monitorointiratkaisut

Lisätietoja pipelife.fi/teollisuusratkaisut

PIPELIFE 
always part of your life

ratkaisee kaivosvesiin, rikastushiekkoihin ja energiatehokkaisiin tekniikoihin liittyviä haasteita tutkimusosaamisellaan.

SCI-MAT on LUTin poikkitieteellinen tutkimusala, jossa tutkitaan epäorgaanisten materiaalien kiertotaloutta eli sitä, miten kriittiset metallit ja muut materiaalit otetaan kestävästi talteen teollisuuden sivutuotteista ja yhteiskuntajätteistä.

CST (LUT Centre for Separation Technology) on erotustekniikan osaajien verkosto. CST yhdistää yliopiston ja yritysmaailman, kun rakennetaan tutkimushankkeita, etsitään rahoitusta tai ratkaistaan yritysten akuutteja käytännön prosessiongelmia.

Lisätiedot

Jaana Ryyänen, jaana.ryyanen@lut.fi tai +358 50 353 8674

Sami Virolainen, SCI-MATin & Xplorerin johtaja, sami.virolainen@lut.fi tai +358 50 431 6756

Katja Lahikainen, CST:n johtaja, katja.lahikainen@lut.fi tai +358 400 570 603

Levanto Oy B-143

Venevalkamantie 5, 02700 KAUNIAINEN

puh +358 9 511 470

info@levantomining.com

www.levantomining.com

Levanto on johtava suomalainen timanttityökalujen valmistaja ja maahantuoja sekä timanttityökaluihin perustuvien ratkaisujen tuottaja. Edustamme vahvaa suomalaista erityisosaamista ja kilpailemme maailman kärkimarkkinoista muiden timanttityökaluja valmistavien yritysten rinnalla. Toimimme Kauniaisista käsin ja meidät tunnetaan Suomessa korkeasta laadusta ja tuotekehitystyöstämme. Timanttiratkaisuja olemme tarjonneet jo vuodesta 1937.

Levanto on jo 85 vuoden ajan kehittänyt ja tuottanut korkealaatuisia timanttikairausteriä kaivosteollisuudelle. Suunnitellamme ja kehitämme tuotteemme yhdessä asiakkaidemme kanssa.

Levanto oli yksi ensimmäisistä kehittämässä timanttikairausteriä 85 vuotta sitten. Kaikkien näiden vuosien jälkeen Levanto on yhä kehityksen eturintamassa ja onkin nyt kehittänyt ja tuonut markkinoille kairausterän, joka on valmistettu täysin uudella teknologialla. Ainutlaatuinen teknologia ja sen mukaisesti valmistetut timanttikairausterät kehitetään ja valmistetaan Kauniaisissa, Suomessa.

Lux Oy Ab B-267

Lars Sonckin kaari 16 02650 ESPOO

+358 9 622 0550

info@lux.fi

www.lux.fi

Oy Lux Ab tuo maahan koneita ja tuotantotarvikkeita metalli-, valimo-, rikastus-, keramiikka- ja paperiteollisuudelle sekä ympäristöratkaisuihin. Lisäksi Luxin omia tuotteita ovat Lux Hammer X-Series puhdistusvasarat ja raaka-ainesiltojen etäseuranta. Vahvuusiamme ovat pirteä asiakaspalvelu, erinomainen prosessituntemus ja tehokas logistiikka. Tarjoamme asiakkaillemme mm. alla mainittujen laadukkaiden kone- ja materiaalitöimittajiemme tuotteet ja palvelut paikallisella osaamisella ja läsnäololla ja ylläpidämme toimitusvarmuuden kattavilla varastointimahdollisuuksilla.

Eirich, Saksa: Saksalainen Maschinenfabrik Gustav Eirich on maa-

ilman johtava teollisuussekoittimien valmistaja. Sekoittimien lisäksi Eirich valmistaa sekoittimien ohjaus- ja annostelulaitteita ja -järjestelmiä. Eirichilta järjestyvät myös kattavat pelletoinnin ja sekoituksen testauspalvelut.

SchenckProcess, Saksa: SchenckProcess toimittaa laadukkaat kuljetus- ja punnitusratkaisut teollisuuden eri tarpeisiin. Oli tarpeen pneumaattinen kuljetus, erilaiset hihnakuljettimet tai materiaalien punnitus kuten nosturi- ja kiskovaa'at, näihin löytyy luotettavat ratkaisut SchenckProcessilta.

Willi Wader, Saksa: Willi Wader on kumppanimme kulutushyödykkeiden puolella. Lux toimittaa Willi Waderin myllytangot ja -kuulat, laskureiän avausterät ja -kanget sekä erilaisia valutuotteita, ketjukuljettimet, uunien arinat ja vasaramyllyjen vasarat, juuri teidän tarpeisiinne sovitettuna.

Tenmat, Iso-Britannia: Tenmat Advanced Materials on erikoistunut lämmöltä suojaaviin ja kulutusta kestäviin materiaaleihin. Tenmatilta löytyvät niin kulutuksen kestävät hitsattavat Ferobide palat, lämmöltä suojaavat, turvalliset Firefly kuitulevyt kuin sähköeristemateriaalitkin. Testori, Italia: Testorilta löytyy suodatinkankaat hankalimpiinkin olosuhteisiin, niin kaasuihin kuin nestesuodatusapplikaatioihin, juuri tarpeeseenne mitoitettuina ja valmistettuina. Testorilta saatte myös pussisuodattimien korit ja kiinnitystarpeet käyttökohteeseen sopivista materiaaleista.

TRB, Ranska: Ranskalainen TRB on erikoistunut tulenkestäviin materiaaleihin. TRB:ltä saat mm. vuorausmassat laskuranneihin ja senkkoihin, kestävät kaatonokat senkkoihin ja laadukkaat sulkumassat laskureikiin. Kaikki tehokkaasti, ympäristöystävällisesti ja turvallisesti, myös esivalettuina kappaleina.

Machinery Oy B-462

Ansatie 5, 01740 Vantaa

puh.020 163 0300

markkinointi@machinery.fi

www.machinery

Machinery auttaa suomalaista teollisuutta menestymään yli 110-vuotisella kokemuksella. Myymme, asennamme, korjaamme ja huollamme erilaisia koneita ja laitteita sekä teknisiä tarvikkeita. Toimitamme työvälineitä rakentamiseen ja metallintyöstöön sekä varavoimalaitteita erilaisiin tarpeisiin.

Osastollamme esittelemme Tsurumi-pumppukalustoa. Päämiehemme Tsurumi valmistaa uppo-, liete- ja jätevesipumppuja vaativiin kohteisiin, kuten rakennustyömaille, jätteenkäsittelyyn, kaivoksiin sekä raskaalle teollisuudelle. Kohta 100-vuotias tyhjennuspumppujen valmistaja on alallaan yksi maailman johtavista tekijöistä.

Malvern Panalytical B.V. Branch Finland B-220

Linnoitustie 4 B, 02600 ESPOO

puh 09 221 2584

www.malvernpanalytical.com

Marechal Electric, B-153

5 avenue du chemin de Presles Saint-Maurice

Puh. +33 (0)1 45 11 60 74

Marechal.com



We bring
the future
closer.

Meet us at
FinnMateria
25.-27.10.2022
Booths B-372



srotech.ai



Maxam Suomi Oy B-265

Maakuntakatu 10, 96100 ROVANIEMI
puh 040 500 2313
www.maxam.net

MEFFA Lab Oy, B-163

Lauttatie 3 A 6 80160 JOENSUU
www.meffalab.com

Metso Outotec, B-354

Töölönlahdenkatu 2, HELSINKI
puh. 020 484142
www.mogroup.com

Asiantuntijamme ovat valmiit esittelemään koko Metso Outotecin tarjonnan malmien ja metallien prosessointiin sekä kiviainestuo-
tantoon.

Kaivospuolella tarjonta kattaa prosessien suunnittelut, kokonaisten tuotantolaitosten toimitukset, koneet ja laitteet, vara- ja kulutusosat, huollot, korjaukset sekä optimoinnit maansiirtoon, murskaukseen, seurlontaan, kuljetukseen, jauhatukseen, pumppaukseen, vaahdotukseen, erotteluun, sakeutukseen, selkeytykseen ja suodatukseen. Metallien prosessoinnin valikoimaan kuuluvat muun muassa pyrometallurgiset, hydrometallurgiset ja rikkihapon tuotantoon liittyvät prosessit laitteineen ja palveluineen.

Kiviainestuo-
tannon tuotteet ja palvelut on suunnattu etupäässä urakoitsijoille, louhoksille, maanrakentajille, rakennusyhtiöille sekä purkutöihin tai kierrätykseen erikoistuneille yrityksille. Näihin tuotteisiin ja palveluihin kuuluvat kiinteät, liikuteltavat ja siirrettävät murskaus- ja seurlontalaitteet sekä kuljettimet, kokonaisten tuotantolaitosten suunnittelut ja toimitukset, kuten myös vara- ja kulutusosat, huollot, korjaukset ja kätevät elinkaari-
palvelut.

Miilux Oy B-342

Ruonankatu 1, 92100 RAAHE
puh 010 5856 000
oli.mattila@miilux.fi
www.miilux.fi

Millisecond Oy, B-106

Tekniikantie 14 02150 ESPOO
puh 050 486 9636
info@millisecond.fi
www.millisecond.fi

Millisecond Makes Heavy Industry Smart!

Millisecond provides software development services and modern cloud based solutions for heavy industry for data collection, visualization and analytics that increase productivity and improve worker safety. Millisecond offers smart hardware and software solutions, that collect data from multi-vendor machinery. Millisecond intelligent data analytics enable real-time visibility to operations on site and connects enriched data to clients' business systems.

Mining Finland Oy, B-106

www.miningfinland.com
PL 19 02151 Espoo

Mining Finland on voittoa tavoittelematon ja jäsenmaksurahoitteinen yhdistys, joka edistää suomalaisen kaivosteknologian vientiä, edistää ulkomaisia investointeja suomalaiseen kaivosklusteriin ja helpottaa Suomessa tai yhteistyössä suomalaisten yritysten kanssa työskentelevien kaivosalan toimijoiden tutkimus- ja koulutusyhteistyötä.

Mittausguru Oy, B-106

Palokorvenkatu 2 04250 KERAVA
Puh. 040 648 3300
www.mittausguru.fi
myynti@mittausguru.fi

Mittausguru Oy on uusi jatkuvatoimisen ympäristömittauksen asiantuntijayritys. Tuotamme nykyaikaisia, helppokäyttöisiä ja skaalautuvia ratkaisuja veden laadun, virtaaman, maaperän ja sään automaattiseen seurantaan. Ratkaisumme ovat suunnitellut teollisuuden ja tutkimuksen tarpeisiin käytettäväksi mm. ympäristövaikutusten arvioinnissa, vesitaseen hallinnassa, päästötarkkailussa ja kuormituslaskennassa.

Kokonaispalveluumme sisältyvät mittausasemien valmistus, asennus- ja huoltopalvelut, selainpohjainen pilvipalvelu sekä asiantuntijatuki mittausten käytössä. Toiminta-alueemme on koko Suomi.

MTi Group B-160

37 Competition Way Wangara WA
puh. +61 08 9303 6100
www.mtigroup.com.au

NewPaakkola Oy B-355

Itäpuolentie 387 B, 95300 TERVOLA
puh 0405919740
<http://www.newpaakkola.com>

Nordic Geo Center Oy B-260

Kyöstinkuja 2, HELSINKI
nordic@geocenter.fi
www.geocenter.fi

Toimialamme on maanmittauslaitteiden, erityisesti laserskannerien maahantuonti. Kokemusta yrityksestämme löytyy 1970-luvulta alkaen ja maahantuonnin lisäksi järjestämme laitteiden käyttökoulutusta.

Mittausratkaisujamme käytetään monilla aloilla, esimerkiksi rakennusteollisuudessa, kaivosalalla, metsäalalla ja infrarakentamisessa. Suomen ensimmäinen digitaalinen kaksonen aiotaan toteuttaa metsäalalla ja päämittauslaitteena ovat nimenomaan laserskannerit. Edustuksestamme löytyy tällä hetkellä muun muassa itävaltalaisen Riegl GmbH:n laaja, yli 30 skannerin tai skannausjärjestelmän valikoima. Järeimmillä laitteistoilla mitataan lentokoneesta satojen neliökilometrien alueita kerralla, kun taas droneskannauksissa keskitytään tyypillisesti pienempiin alueisiin, mutta ne mitataan suuremmalla pistetiheydellä. Myös maa-ajoneuvoista voidaan skannata mobiilisti liikenteen tahdissa tai pienemmät projektit voidaan

Raw material check

Fast intermediate products

Full analysis of metal composition

Slag

Metal sorting

Finished products

Coatings

Sharpen your competitive edge

Visit us at
Booth B-220

Increase your process efficiency and metal quality

Whether you are working with primary metals or special products, rapid and accurate materials analysis is driving process and quality control in the metal industry. Our instrumentation makes it easy to test during all phases of the production process - from exploration and R&D, to process monitoring and quality assurance during manufacture.

From monitoring your raw materials, to understanding the mechanical properties of your metals and improving final product performance, you can benefit from robust and reliable analysis.

If you are seeking for ways to promptly correct processes fast enough to prevent product variability, we're here to help. Contact your local sales representative for more information.

www.malvernpanalytical.com/metals



Liity matkaamme kohti kiertotaloutta

Raaka-aineiden tehokkaaseen käyttöön perustuva kiertotalous on yksi Nordkalkin strategian tärkeimmistä painopistealueista.



Luitko jo uusimman vastuullisuusraporttimme?
nordkalk.fi/vastuullisuus



Huomasitko? Nordkalkilla on uudistuneet nettisivut!
Käy tutustumassa: nordkalk.fi

Nordkalk



toteuttaa ns. Stop&Go-menetelmässä pysäyttäen ajoneuvo aina mittauksen ajaksi. Staattista 3D-laserskannausta jalustan päältä tehdään tyyppillisesti ulkona ja sisätiloissa.

Normet Oy B-140

Ahmolantie 6, 74510 IISALMI
puh 017 832 41
www.normet.com
Ei tekstiä

Orica Finland Oy B-343

Jussilankatu 6, 15680 LAHTI
puh 010 321 2550
finland@orica.com
www.orica.com

Outokumpu Mining Hub/Matkakumpu Oy, B-564

PL 47 83501 OUTOKUMPU FI
puh. +358447559223
matkailu@outokummunkaupunki.fi
vanhakaivos.co

Outokumpu Mining Hub on kehittämiskokonaisuus, jonka tavoitteena on luoda Outokumpuun kansainvälisesti johtava kaivannaisalan osaamiskeskittymä, jossa tuotetaan kestävän kehityksen mukaisia innovaatio- ja kehittämispalveluja kaivosteollisuudelle. Outokummussa muutaman neliökilometrin alueelta löytyvät GTK Mintecin koelaboratorio, laitevalmistusta teollisuuskylän yrityksissä, Riverian kaivannaisalan koulutusta sekä Vanhan Kaivoksen ja Outokummun kaivomuseon muodostama ainutlaatuinen kaivosmatkailukokemus. Päämiehet:

Riveria
Outokummun seudun teollisuuskylä Oy
Outokummun kaivomuseo
Matkakumpu Oy
GTK Mintec
Business Joensuu Oy

Pretec Finland Oy Ab B-323

Billskogintie 12, 02580 SIUNTIO
www.pretec.fi

Radai Oy B-106

Teknologiantie 18 90590 OULU
Puh. +358 45 165 3443
ari.saartenoja@radai.fi
www.radai.fi

Radai on edelläkävijä miehittämättömien lennokkien avulla toteutetuissa geofysikaalisissa mittauksissa sekä ympäristömittauksissa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Oulussa - maailman pohjoisimmassa teknologiaosaamiskeskityksessä.

Radain asiantuntijatiimissä työskentelee alan parhaita osaajia niin geofysiikan, tekniikan kuin matemaattisen mallinnuksenkin parissa. Lennokkien tuotekehitys on yrityksen ydinosaamista ja se tukee monipuolista palvelutarjoamaa. Kenttätutkimukset räätälöidään

aina asiakkaan tarpeiden mukaan:

Magneettikentän mittaukset ja datan prosessointi
Geofysikaalisen datan prosessointi ja mallinnus
Lämpö- ja infrapunakuvaukset
Digitaaliset korkeusmallit ja tilavuusarvot
Radain mittaukset soveltuvat monille toimialoille, kuten malminetsintään, geologiseen kartoitukseen sekä ympäristön monitorointiin. Kustannustehokkaat mittaukset ovat nopeita ja ympäristöystävällisiä, jonka lisäksi ne soveltuvat myös haastaviin kohteisiin. Yritys on toteuttanut lentomittauksia jo yli 150 000 kilometriä Suomessa ja Ruotsissa.

REFERENSSEJÄ: mm. First Quantum Minerals Oy, B2Gold, Firefoxx Gold, Aurion Resources, Mawson Gold Ltd, Boliden Finnex Oy, Latitude 66 Cobalt Oy ja Rupert Finland Oy.

Rah-Kone Piping Oy B-358

Kauppakuja 3, 94450 KEMINMAA
puh +358 40 583 7086
www.rah-kone.fi

Maan kattavimmat pinnoitevaihtoehdot teollisuuden tarpeisiin

Ramboll Finland Oy B-374

Niemenkatu 73, 15140 LAHTI
info@ramboll.fi
www.ramboll.com

Ramboll tarjoaa korkealaatuista teknistä suunnittelua, konsultointia, tuotekehitystä sekä liiketoiminnan palveluja. Kestävä kehitys on strategiaamme ydin ja vahvasti mukana päivittäisessä toiminnassamme. Kaivosalalle tarjoamme monialaisia konsultointi- ja suunnittelupalveluita kaivostoiminnan suunnittelusta sulkemiseen.

Palveluihimme kuuluvat geotekniset tutkimukset, ympäristö- ja sosiaaliset tutkimukset ja -arvioinnit kuten YVA-prosessit, liikenne ja energiainfrastruktuurin kehittäminen, kaivannaisjätealueiden suunnittelu, kaivosvesienhallinnan suunnittelu ja seuranta, ympäristöseurannan palvelut sekä kaivoksen sulkemisen ja käytöstä poistamisen yksityiskohtainen suunnittelu.

Paikallisten asiantuntijoidemme sekä laajan kansainvälisen verkoston avulla pystymme tarjoamaan sekä paikallista että maailmanlaajuisia kaivosalan asiantuntemusta ja erikoisosaamista asiakkaidemme liiketoiminnan parhaaksi.

Raskaspari Oy B-280

Puutarhakatu 9 70300 KUOPIO
www.raskaspari.fi

Robit Oyj B-351

Vikkiniityntie 9, 33880 LEMPÄÄLÄ
puh +358 3 3140 3400
sales@robitgroup.com
www.robitgroup.com

Robit on globaali porauksen kulutusosia myyvä ja valmistava kasvuyhtiö, joka tarjoaa tuotteita ja palveluita kaivosteollisuuden ja avolouhinnan, louhinnan, maanalaisen rakentamisen sekä kaivonporauksen tarpeisiin. Voimakkaasti kansainvälistyneen yhtiön tarjonta

EHDOTTOMASTI PARASTA HITACHI KAIVOSKONEET

HITACHI

Reliable solutions

Luotettavat ja kestävät Hitachi kaivoskoneet on suunniteltu entistä

- ympäristöystävällisemmiksi
- tuottavammiksi
- turvallisemmiksi

Koneissa on huippuluokan käyttäjämukavuus, käyttövarmuus sekä huollettavuus.

Katso lisää:



ROTATOR

www.rotator.fi

ROYIA
PERFORMANCE — DRIVEN BY PEOPLE

Täysautomaattinen Kammiosuodatin

- Käyttöaste jopa yli 98 %
- Kehittyneet virheentunnistustoiminnot maksimoivat turvallisuuden ja suorituskyvyn.
- Erityistiivistetty ja suojattu suodatuskammio
- Suodatusala 1,2 – 22,3 m²
- Voidaan yhdistää Roxia Malibu™ -onlineportaaliin etävalvontaa ja toiminnan analysointia varten.



Olemme
Finnmateria
-messuilla
osastolla B-332.

Tervetuloa!



Ota yhteyttä ja tilaa koesuodatus!
0201 113 311 / sales@roxia.com

info@roxia.com
www.roxia.com



jakaantuu kolmeen tuote- ja palvelualueeseen: Top Hammer, Down the Hole ja Geotechnical. Yhtiöllä on 8 maassa omat myynti- ja palvelupisteet sekä aktiivinen jälleenmyyjäverkosto, jonka kautta yhtiö myy yli 100 maahan. Robitilla on tuotantoyksiköt Suomessa, Etelä-Koreassa, Australiassa ja Englannissa. Robitin osake noteerataan Nasdaq Helsinki Oy:ssä.

Rock Physics Finland Oy Ltd B-451

Talkootie 39 A 17 01350 VANTAA

Oy Rock Physics Finland Ltd tarjoaa luotettavia kallion, kivien ja rakennusmateriaalien fysikaalisten ominaisuuksien mittauksia modernilla laitteistolla. Saatte kauttamme kaikki tarvitsemanne palvelut suunnittelusta mittauksiin, tulkintaan ja raportointiin. Lisätietoa: www.rockphysics.fi

Oy Rock Physics Finland Ltd offers reliable physical property measurements of rocks, rock mass and building materials using modern equipment. We provide everything you need from planning to measurements, interpretation and reporting. Details: www.rockphysics.fi

Rotator Oy B-302

Tuottotie 4, 33961 PIRKKALA

puh 03 287 4111

www.rotator.fi

Rotatorilta koneet ja palvelut kaivoksiin ja murskaukseen

Kaikki mitä tarvitset yhdestä paikasta -ajatus pätee Rotatorilla myös kaivos- ja louhospuolella. Rotator Oy:n valikoima kattaa mm. BELL-dumpperit, Furukawa- iskuvasarat, Hitachi-kiviautot ja -kaivoskoneet sekä Metson Lokotrack kompaktit murskaus- ja seulontalaitokset. Jälkipalveluissa Rotator panostaa laatuun ja saatavuuteen. Rotator-huolto on aina asiakasta lähellä. Palvelemme maan kattavalla jälkipalveluverkostolla.

Roxia Oy B-332

Myllykallionkatu 2 53550 LAPPEENRANTA

puh. 0201 113 311

Info@roxia.com

www.roxia.com

Sandvik B-309 ja U-120

Rounionkatu 109, 37150 NOKIA

puh 020 544 4600

www.rocktechnology.sandvik.fi

Sandvik Group on kansainvälinen korkean teknologian teollisuus-konserni, jonka edistykselliset tuotteet ja palvelut tukevat asiakkaiden toiminnan tuottavuutta, kannattavuutta ja turvallisuutta.

Sandvik Mining and Construction Finland Oy on kaivos- ja urakointiteollisuuden johtava toimittaja. Tarjontaan kuuluvat laitteet, palvelut ja digitaaliset ratkaisut mm. maanpäälliseen ja -alaiseen poraukseen, lastaukseen ja kuljettamiseen sekä murskaukseen ja seulontaan. Sandvik esittelee FinnMateriassa uusimpia innovaatioita ja teknologiaratkaisujaan tuottavaan ja vastuulliseen kaivos-toimintaan. Tervetuloa vierailemaan Sandvikin osastolla!

Siveb Oy Ab B-262

Juolukkapolku 3 21600 PARAINEN

puh 0400 447 697

info.siveb.com

www.siveb.com

SMA Mineral Oy B-324

Selleenkatu 281, 95400 TORNIO

puh 010 321 5200

www.smamineral.com

Sofi Filtration O B-454

Sinikalliontie 3 B 02630 ESPOO

www.sofifiltration.com

SR-O Technology B-372

Metallitie 6, 33960 PIRKKALA

puh 020 775 8400

technology@sr-o.fi

www.srotech.ai

www.sr-o.fi

SR-O Technology on Suomen Rakennuskone Oy:n (osa Sumitomo konsernia) OEM agnostinen teknologia- ja järjestelmäintegraattoriyksikkö. SR-O Technology tarjoaa kokonaisvaltaisia teknologiaratkaisuja ja palveluita, kuten koneautomaatio-, kalustonhallinta-, turvallisuus- ja langattomat verkkoratkaisut. SR-O Technology tekee tiivistä yhteistyötä strategisten globaalien teknologiakumpaneidensa, kuten RCT Globalin, Rajant Corporationin, Modular Mining Systemsin, Skycatchin ja Wabtec Corporationin kanssa. Teknologiatarjonnan lisäksi Suomen Rakennuskone Oy tuo maahan Komatsu-kaivoskoneita.

Suomen TPP Oy B-457

Kärkikuja 3, VANTAA

puh 0400 407 235

info@suomentpp.fi

www.suomentpp.fi

Suomen TPP – kallion lujituksen, maanalaisen ilmanvaihdon sekä betoniteknisten tuotteiden asiantunteva toimittaja
Meiltä saat laadukkaat tuotteet ja asiantuntevan palvelun maanalaisille työmaille kallion tuentaan, injektointiin ja ilmanvaihtoon sekä betonin lujittamiseen ja tiivistämiseen. Olemme alamme tunteva materiaalitoyttaja suomalaisille kaivoksille, tunneliurakoitsijoille ja betoniasemille.

Hyväksymme valikoimaamme vain tuotteet, jotka olemme todenneet laadultaan erinomaisiksi. Hankimme tuotteemme luotetuilta valmistajilta Euroopasta, Pohjois-Amerikasta ja Aasiasta. Olemme vuosien saatossa rakentaneet heidän kanssaan pitkäaikaiset ja kestävät suhteet. Pyrimme olemaan parhaita sekä kustannustehokkuudessa että laadussa.

Pidämme vakiotuotteille isoa varastoa, jotta pystymme toimimaan nopeasti asiakastarpeiden mukaan. Tuotteita ei tarvitse odotella kuukausitolkulla, vaan saat tarvitsemasi tuotteet nopeasti ja työt työmaallasi etenevät keskeytyksettä.

Teemme tulevaisuutta yhteistyön ja innovaatioiden kautta.

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

Drive change for generations to come

BOLIDEN

Turvaamassa tulevaisuuden rakentamista

Tarjoamme asiantuntevaa värinäkonsultointia ja ympäristömittauksia yli 50 vuoden kokemuksella. Palveluvalikoimaamme kuuluvat lisäksi louhintatekniset ja kuljetusturvallisuuteen liittyvät koulutukset.

Yli 120 louhinnan ja ympäristövaikutusten asiantuntijaa palveluksessanne kaikkialla Pohjoismaissa.

Lue lisää osoitteesta

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

 **FORCIT**
CONSULTING

Kallion tukemiseen meillä on tarjolla monipuolisesti kalliolujitus- tuotteita kuten vajjeripultit, porapultit, juotettavat pultit, kitkapultit, aluslevyt ja hartsijuotosten hartsipatruunat. Pintatuentaan tarjoamme kaivosverkot, kalliositeet ja teräs- ja muovikuidut ruiskubetonin vahvistamiseen. Meiltä saat injektointiin sementti- ja polyuretaanipohjaiset injektointimateriaalit sekä maanalaisen ilmanvaihdon tuuletusputket ja puhallinratkaisut. Betonikuiduista löydät teräs-, makro- ja mikrokuidut betonilattioihin, paalulaattoihin, ruiskubetoniin ja valmisbetonielementteihin.

Suomen Voiteluainekauppa Oy B-380

Linjatie 2 33470 YLÖJÄRVI

puh. 010 339 2250

www.voiteluainekauppa.com

Tamtron Oy B-465

Vestonkatu 11, 33700 TAMPERE

puh 03 3143 5000

weighing@tamtron.fi

www.tamtrougroup.com

Tapojärvi Oy B-305

Tullipuistonkatu 2, 95400 TORNIO

puh 016 458 8600

tapojarvioy@tapojarvi.fi

www.tapojarvi.fi

Kiertotalouden ratkaisut, kaivos- ja tehdaspalvelut.

Taratest Oy B-471

Turkkirata 9 A, 33960 PIRKKALA

puh 03 368 3322

www.taratest.fi

TECA Oy B-158

Tiilitie 6 01720 VANTAA

puh. 02 900 6271

asiakaspalvelu@teca.fi

www.teca.fi

Suodatus-, voitelu- ja paineilmalaitteet TECAlta!

Tule tutustumaan Nedermanin suodatusjärjestelmiin, Groeneveld-BEKAn keskusvoitelujärjestelmiin sekä CompAirin paineilma-kompressoreihin osastollemme - asiantuntijamme auttavat löytämään sopivan ratkaisun kohteeseesi.

Terrasolid Oy B-138

Hatsinanpuisto 8 02600 HELSINKI

puh. +358407233089

veli-heikki.koivu@terrasolid.com

<https://terrasolid.com/industries/mining/>

Olemme suomalainen erikoisohjelmistotalo, joka myy ja markkinoi sekä kehittää laserkeilausaineistojen ja kuvien jälkikäsitteily-ohjelmistojä kansainvälisesti.

Pääohjelmistotuotteitamme ovat: TerraScan, TerraModeler, TerraMatch, TerraPhoto, TerraStereo ja TerraSlave. Ohjelmistomme toimivat joko Spatix CAD -alustalla tai Bentley Systems:in alustojen mm. Microstation:in päällä.

Tervetuloa osastollemme - B-138!

Terra-Team Oy B-208

Juvan teollisuuskatu 16, 02920 ESPOO

puh +358 9 849 4030

info@terra-team.fi

www.terra-team.fi

Valmistamme työkaluja maa- ja kallioperän tutkimiseen. Olemme erikoistuneet syväkairauksessa käytettävien putkistojen ja kulutusosien valmistamiseen. Toimitamme kaiken tarvittavan timanttiterästä vesiliekkaan. Meiltä saat myös pohjaveden havainnointiin tarvittavat muoviset havaintoputket ja pinnankorkeusmittarit.

Edustamme Suomessa IMDEX-ryhmään kuuluvia REFLEX-mittalaitteita. Tunnettuja REFLEX tuotemerkkejä ovat mm. EZ-TRAC-sivusuuntalaite, ACT III -kairausnäytteen suuntauslaite, GYRO SPRINT-IQ -reikämittauslaite, TN14 GYROCOMPASS -koneen suuntauslaite.

Edustamme Suomessa myös IMDEX-ryhmään kuuluvia AMC-kairauslisäaineita ja kairausveden kierrätysyksiköitä. Varastoimme Suomessa yleisimpiä lisäaineita taataksemme nopeat toimitukset. Meiltä löydät laitteet ja terät timanttioraukseen ja -sahaukseen. Kaivinkoneisiin purku- ja lajittelutyöhön sopivat DEHACO-kourat, sakset, leikkurit, jyrsimet ja iskuvasarat.

Pölynhallintaan tilojen alipaineistajat sekä sisä- ja ulkotiloihin sopivat vesisumuttimet. Materiaalien siirtoon akkukäyttöiset pienet TWINCA-dumpperit ja WORKYQUAD-kuormaajat.

Tuotemerkkejä:

- ABEM, Ruotsi; Geofysikaaliset mittalaitteet
- AMC, Australia; kairauslisäaineet ja kierrätysyksiköt
- BOSCH, Saksa; ammattisähkötyökalut
- DEHACO, Alankomaat; kaivinkoneiden työlaitteet, pölynsidon-tasumuttimet
- DR.SCHULZE, Saksa; timanttityökalut ja -koneet
- PENTRUDER, Ruotsi; timanttisahat ja -porat
- ROBIT, Suomi; tutkimusporauskalusto
- REFLEX, Australia; porauspuomin suuntaus laite, kairausnäytteen suuntaus laite, reikämittalaitteet

Thierry Bernard Technologie B-240

35 Av Sainte Marguerite Les roses d'azur B3 NICE

puh. +33 950 44 55 43

www.tbtech.fr

Top-Osa Oy B-244

Pyrynkatu 6, 33900 Tampere

puh. 03 383 3773

www.top-osa.fi

Olemme mukana
Finnmateria-messuilla

Korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betoniteollisuudelle

Suomen TPP on erikoistunut kallion lujitukseen ja tiivistykseen, maanalaisten tilojen ilmanvaihtoon sekä betonin lujituskuituihin. 30 vuoden kokemus alalta tarjoaa asiakkaidemme käyttöön vankan ammattitaitomme, laadukkaat tuotteet ja kilpailukykyisen hintatason.

- Laaja valikoima erilaisia kalliopultteja kallion lujitukseen mm. vaijeripultti, harjateräspultti
- Norcem-injektointisementit kallion ja maaperän injektointiin
- Teräskuidut ja FortaFerro-makrokuidut betonin lujitukseen
- Kaivosverkot maanalaisten tilojen lujitukseen
- Zitron raitisilma-, poistoilma- ja peräpuhaltimet savunpoistoon ja tuuletukseen
- Protan Ventiflex -tuuletusputket maanalaisiin tunneleihin
- Alvenius-pikaliitinputket paineilman, veden, liejun ja sementtimassan kuljettamiseen



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



TECAalta järjestelmät vaativiin olosuhteisiin

- Suodatusjärjestelmät

Nederman

- Keskusvoitelujärjestelmät

GROENEVELD-BEKA
LUBRICATION SYSTEMS BY TIMKEN

- Paineilmajärjestelmät

CompAir

Olemme mukana
FinnMateria messuilla
Jyväskylässä.

Tervetuloa osastolle B-158!

FINNMATERIA
MARRASKU JYVÄSKYLÄ 25.-27.11.2022

TECA

Markus Jansson
Nederman suodatusjärjestelmät
markus.jansson@teca.fi
040 526 3499

Simo Korhonen
Groeneveld-BEKA keskusvoitelujärjestelmät
simo.korhonen@teca.fi
040 681 4080

Jouni Astola
CompAir paineilmajärjestelmät
jouni.astola@teca.fi
050 303 7603

TECA Oy
www.teca.fi
asiakaspalvelu@teca.fi

Valmet Flow Control Oy / Flowrox B-242

PL 304, 01301 Vantaa
puh. +358 10 417 5000
www.neles.com

Neles-, Neles Easyflow-, Jamesbury-, Stonel-, Valvcon- ja Flowrox-tuotteet virtauksen säätöön ja pumppaukseen. Autamme parantamaan prosessien luotettavuutta ja suorituskykyä. Luotettava kumppanuus kanssamme tuo helppoutta myös laitteiden huoltoon.

Vanha Kaivos – Kaivosmuseo B-566

Tornikatu 1, 83500 OUTOKUMPU
PUH. +358 44 7559 222/info
matkailu@outokummunkaupunki.fi
www.vanhakaivos.com

Kiinnostaako pirtsakka 40 -vuotias?
Kaivosmuseolla on sinulle näytettävää.

Veljekset Toivanen B-179

Valajankatu 12, 94600 KEMI
www.veljeksettoivanen.fi
puh. 0400 296 722

Veljekset Toivanen on kaivannaisteollisuuden monipuolinen kumppani. Tarjoamme suurteollisuuden infrarokentamista, aluekunnossapitoa sekä louhinta-, lastaus- ja kuljetuspalveluita ympäri Suomen.

Veolia Water Technologies, Aquaflow Oy B-360

PL 116, 57101 SAVONLINNA
puh. 020 744 1632
www.veolia.fi

Veolia Water Technologies on erikoistunut kaikentyyppisten kaivos- ja metallien tuotantolaitosten prosessi- ja jätevesien käsittelyyn maailmanlaajuisesti. Meillä on useita referenssejä myös Suomessa. Pintavesistä prosessiveden valmistus voidaan tehdä mm. Actiflo®-tekniikalla, jota voidaan vielä täydentää Filtraflo™-painesuodattimilla. Tyypilliset jätevedet voidaan käsitellä vaatimusten mukaisiksi kustannustehokkaasti biologisella AnoxKaldnes™ MBBR-kantoinenprosessilla.

Volvo Construction Equipment Finland Oy B-190

Kärkikuja 2 01740 VANTAA
Puh. 020125611
www.volvoce.com

Weir Minerals Finland Oy B-230

Askonkatu 9 F, 15100 LAHTI
puh. 03 877 350
www.global.weir/finland
finland.minerals@mail.weir

Myynti- ja palvelukeskuksemme Suomessa ovat omistautuneet palvelemaan mineraalisektoria myynti- ja palvelutuen kautta. Weirin maailmanlaajuisen valmistus-, palvelu- ja myyntikonttoriverkoston tukemana asiantuntijatiimimme sijaitsee Suomessa

tarjoamassa kokonaisratkaisuja kotimaiselle ja ympäröivälle mineraaliteollisuudelle.

Our sales and service centres in Finland are dedicated to serving the minerals sector, through sales and service support.

Backed by the Weir global network of manufacturing, service and sales offices, our expert team is located within Finland to provide the domestic and surrounding minerals sector with end-to-end solutions.

X-ray Mineral Services Finland Oy B-558

Innopoli 1, Tekniikantie 12 02150 ESPOO FI
puh. +358 41 3131 646
johannatepsell@xrayminerals.fi
xrayminerals.fi

X-ray Mineral Services Finland Oy (XMSF) on osa kansainvälistä Hafren Scientific -konsernia, joka tarjoaa korkealaatuisia kemiallisia ja mineralogisia analyysipalveluita sekä konsultointia kaivosteollisuuden ja kiertotalouden toimijoille. XMSF on kehittänyt META-analyysikonseptin, joka sisältää primääri- ja sekundäärimateriaalien laaja-alaisen karakterisoinnin kiertotalouden ja vastuullisen tulevaisuuden tarpeisiin edesauttamaan raaka-aineiden kestävä tuotantoa ja käyttöä. META-analyysissä näytteiden mineralogia, kemiallinen koostumus ja tekstuuri analysoidaan kattavasti käyttämällä useaa erilaista analyysimenetelmää. Käytettävä menetelmäkokonaisuus optimoidaan raaka-ainekohtaisesti kattamaan parhaiten soveltuvat laboratoriomethodit (META 1) sekä tarvittaessa kenttäkäyttöön soveltuvat kannettavat menetelmät (META 2). XMSF vahvuus on META-analyysitulosten tuottamisen lisäksi kyky mallintaa ja integroida eri menetelmien tulokset, ja tuottaa niiden pohjalta perusteellinen raaka-aineen karakterisointi ja tulkinta tutkittavasta kohteesta. X-ray Mineral Services Finland Oy is part of the Hafren Scientific Group working together as experts in mineralogical and chemical analysis to serve the mining industry and circular economy. We provide tailored research-quality analytical services supporting sustainable use of primary and secondary raw materials. With our pioneering new concept, META, we are able to produce comprehensive and efficient mineralogical, elemental, and textural characterization of materials using our state-of-the-art analytical techniques, such as QXRD, XRF, EMPA, ICP-MS/OES, LIBS, IR and SEM-EDS based automated mineralogy. The strength of the META concept relies on integration and an in-depth interpretation of multidisciplinary results with our highly qualified scientists.

► Fossiilivapaa teräs SSAB:ltä

Samanlainen, mutta mullistavan erilainen

Yksi terästeollisuuden suurimmista mullistuksista jää useimmilta huomaamatta. Mutta maailman ensimmäinen fossiilivapaa teräs tulee silti merkittävästi vähentämään raskaan teollisuuden hiilidioksidipäästöjä. Muutos etenee nopeasti, ja monien auto-, kuljetus- ja rakennusallalla toimivien yhteistyökumppaneidemme ansiosta se nopeutuu nyt entisestään. Tulemme toimittamaan fossiilivapaata terästä jo vuonna 2026 ja olemme suurelta osin fossiilivapaita noin vuonna 2030.

Seuraa matkaamme kohti fossiilivapautta osoitteessa ssab.fi/fossiilivapaa

SSAB



material solutions advancing life

www.sibelco.com

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo
+358102179800



REACH THE SET TARGET WITH DIRECTIONAL CORE DRILLING

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

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



Arctic Drilling Company Ltd.

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

SEE THE RIGS
IN ACTION
WWW.ADCLTD.FI

Lopeta pimeät työt!

“Plug & Play”-valomasto HiLight E3+, jossa HardHat-suojakuomu on suosittu asiakkaidemme keskuudessa. Syynä on ylivoimainen valon peittävyys, sillä yksi masto kattaa jopa 3000 m², tuottaen keskimäärin 20 luksia. Atlas Copco valomasto tekee työmaasta valoisamman, turvallisemman ja ennen kaikkea tuottavamman. Valomasto on tukeva, kompakti ja sitä on helppo kuljettaa. Kokeile!

atlascope.com

Atlas Copco

Investointeja, erikoistumista ja hallittua kasvua – Miilux Oy:n kyky monipuolistua ja muuntua näkyy positiivisesti nykytuotannossa

▲ Teräsmarkkinoiden kuluva vuosi on ollut erityisen poikkeuksellinen. Epävarmuutta ovat lisänneet Venäjän hyökkäyssodan alkamisesta ja sen pitkittymisestä aiheutuneet riskit, nouseva inflaatio, koronan jatkuminen ja yleinen komponenttipula.

Miilux Oy on yksi niistä yrityksistä, jotka ovat selättäneet viime vuosien myllerrykset selviytyjänä. Teräspalvelukeskuksen toimintakapasiteetti on kasvanut ja vahvistunut viimeisten vuosien aikana muun muassa mittavien koneinvestointien ansiosta. Tänä päivänä tuotannon tilauskanta näyttää valoisalta.

–Yrityksemme investointitahti on ollut suhteellisen kova. Laaja konekanta vaatii lähes vuosittaisia korvausinvestointeja sekä asiakkaidemme mukana kasvaminen myös uusintainvestointeja, kertoo toimitusjohtaja **Pekka Miilukangas**.

Miiluxin tarina kytkeytyy tiiviisti Rautaruukin, eli nykyisen SSAB:n, teräksen karkaisuun. Miiluxin karkaisu toiminta lähti vauhdikkaasti käyntiin vuosituhannen vaihteessa. Karkaisulinja oli Miilukankaan pilottiliikenne, jonka nopea tuotannon käynnistäminen yllätti jopa yhteistyökumppanina toimineen Rautaruukin. Rautaruukki pääsi raivaamaan uusia markkinoita kulutusterästuotteilleen vuoden 2000 aikana.

Miiluxista on kehkeytnyt ajan saatossa merkittävä teräspalvelukeskus, jonka jatkajalostettua suojaus- ja kulutusterästä myydään ympäri maailmaa. Vaikka puhutaan konepajatoiminnasta, määritelmä on liian ahdas vastaamaan sitä tuotevalikoimaa, mitä yritys tänä päivänä valmistaa ja myy. Niin laajasti yritys tekee erityyppisiä teräsrakenteita asiakkaidensa tarpeisiin. Miiluxin kyky monipuolistua ja etsiä uusia ratkaisuja on taannut yritykselle kasvun, joka tänä vuonna tarkoittaa noin 40 miljoonan liikevaihtoa pelkästään Miilux Suomen liike-toiminnassa.

Vuonna 2018 Miilux teki sopimuksen turkkilaisen OYAK-konsernin kanssa. Turkin Manisaan perustettiin Miilux Turkey. Heidän tuotannostaan löytyy uuden karhea karkaisulinja, joka on suunniteltu ja valmistettu Raahen Miiluxin ja sen yhteistyöverkoston avulla. Miilux Oy on OYAK:n ja Miilukangas Oy:n omistama alakonserni,



jonka tytäryritykset ovat Puolassa sijaitseva Miilux Poland Sp. z o.o. ja edellä mainittu Miilux Turkey.

Vähän yli parikymppinen yritys nojaa pitkiin perinteisiin. Miiluxin tuotanto sijaitsee Raahen Ruonankadulla, jonka tehdasalueella sijaitsevat myös vaativien koneistustuotteiden valmistukseen erikoistunut Miilukankaan tytäryhtiö Miilumachine Oy, Miilukankaan emoyhtiö sekä Raahen Valimo Oy (entinen Miilucast), jossa Miilukangas on mukana vuokranantajana ja vähemmistöosakkaana. Miilukangas-konsernissa osakkuusyhtiöineen on noin 350 työntekijää.

Ruonankadun tehdasalue on teollisuushistoriallisesti merkittävä. Teollinen toiminta alkoi jo vuonna 1919 Ruona Oy:n metalli- ja levytoimintaliikkeenä, ja laajeni telakkatoimintaan. Yhtiön kulta-ajat ajoittuvat sotakorvausvuosiin, jolloin Ruonalta lähti Venäjälle muun muassa sotakorvausaluksia. Vuonna 1953 toimintaa jatkoi Raahen Oy, joka valmisti esimerkiksi erilaisia kaivinkoneita ja kuljettimia puutavara-teollisuuteen. Myöhemmin Raahen Oy fuusioitui Kone Oy:n kanssa. Miilukankaan perheyri-työs aloitti toimintansa vuonna 1967. Vuonna 1987 Miilukangas osti Kone Oy:ltä Ruonan konepajatilat itselleen.

Miiluxin erikoisuus on ”hard from edge to edge” –karkaisumenetelmä, jossa valmiin tuotteen karkaisu tapahtuu viimeisenä

työvaiheena. Menetelmän ansiosta lopputulos on nimensä mukaisesti kovaa reunasta reunaan. Miilux onkin Suomen suurin kulutusteräskomponenttien valmistaja. Valmistuksen kokoluokan ulottuvuus on valtava: pienin tuote on tikkuaskin kokoinen komponentti, suurin on yli 20-kuutioinen, Miiluxin logoa kantava pyöräkuormajan kauha. Miiluxin omiin tuotemerkeihin kuuluvat raskaassa maansiirrossa ja kaivoksilla toimivat suuren kokoluokan kauhat sekä omalla tavaramerkillä suojattu kauhojen karkijärjestelmä, Pulttihuuli.

Tuotantoa vauhdittavat tontilta löytyvät oma suuri booriteräsvarasto ja monipuoliset palvelut. Miilux Mining Service valmistaa kauhojen lisäksi kaivosajoneuvojen lavoja sekä tarjoaa monipuolisen huoltopalvelun kulutusterästuotteiden käyttäjille.

Miilux Protection -brändi on koti korkean laadun suojauslevyille ja niiden osille. Miilux Protection -suojauslevyä käytetään esimerkiksi ajoneuvoissa, ovissa ja puolustusteollisuuden tarpeissa. Miilux Protection-brändi kasvaa globaalisti.

Vallitseva maailmantilanne asettaa toiminnallemme positiivisia haasteita niin kaivosteollisuuden kuin puolustusväline-teollisuudenkin suunnalta, sanoo Pekka Miilukangas.▲

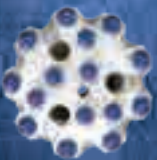
TEKSTI: **MIIA LAHTI**
KUVAT: **ATACAN ERGIN**

Robit Rbit™ -mallisto

Uusi käänntekevä terämallisto kallionporaukseen



Uudistettu iskupinnan muotoilu
⇒ tehokas iskuenergian siirtyminen kallioon



Optimoitu nastasijoittelu
⇒ maksimaalinen iskupinnan kontakti



Parannellut huuhteluoimaisuudet
⇒ nopeampi tunkeutuvuus



Tervetuloa tutustumaan osastollemme B-351

FINNMATERIA

PAVILJONKI JYVÄSKYLÄ 25.-27.10.2022

Robit
FURTHER. FASTER.

Oskari Sivula: 040 910 4117
Kimmo Kangas: 050 361 2452
Esa-Matti Polvi: 040 710 2541

p. (03) 3140 3400
sales@robitgroup.com
www.robitgroup.com



Applying new instrumentation at GTK Mintec. Part 1: Inline elemental analysis for process control

ALOITUSKUVA
Mini-pilot operation during the test campaign with the inline elemental analysis
KUVA ALONA NAD



Figure 1. The structure of GTK Mintec

GTK Mintec in brief

GTK Mintec is comprised of a mineral processing pilot plant as well as of process mineralogy and bench-scale processing laboratories for minerals, ores, geomaterials, and circular economy materials, as illustrated in Figure 1. It belongs to the Circular Economy Solutions unit, which is the largest unit within Geological Survey of Finland. Its main purpose is to develop innovations for mineral grinding and beneficiation processes and to provide research services for different industries. The research unit is positioned between small laboratory scale and mini-pilot scale studies and large industrial performance. Every year, it is possible to run up to 10 different pilot plant -scale projects and it should be pointed out, that for each test run, a specific process flow sheet needs to be designed. The pilot plant is fully customizable and can be operated 24/7 with a maximum crushing capacity of 40 tons/hour, and a flotation capacity of 5 tons/hour.

To obtain the necessary information for a pilot plant test, a laboratory examination phase is typically carried out. After the bench-scale testing, the viability of the methods used in a beneficiation process can be further assessed with mini-pilot or pilot-scale tests. The feeding capacity of a mini-pilot run is usually 10–50 kg/h with a total sample size of 400–2000 kg.

For a typical pilot plant test operation, the required sample amounts between 50 and 500 tons while the throughput of the flotation process is approximately 0,2–5 tons/hour. The pilot plant allows for flexible testing of an entire process or optimizing a specific part of it. GTK Mintec pilot plant services include multiple unit operations that can be readily combined into a functional full-scale process suitable for the customer's needs [1].

The technology used in mineral processing is now evolving and modern technolo-

gies have become available which have the capacity to revolutionize the ways by which the mineral processing plants are designed and operated. On one hand, it causes challenges in adapting off-the-shelf digital solutions, which are focused mostly on industrial-scale sites where the processing circuit does not dramatically change over time in contrast to a constantly varying pilot plant. On the other hand, it provides plenty of opportunities to test the existing and develop new solutions for the digitalization of mineral processing plants [2].

Inline elemental analysis for process control

The goal of process control in mineral processing is to optimize the recovery of valuable minerals while maintaining the quality of the concentrates delivered to the following beneficiation steps [3]. However, conventionally the effect of adjusted process parameters can only be measured indirectly by means of constant monitoring of the concentrate composition, which is usually done by batch laboratory analysis of the process stream samples. Despite the high accuracy of the lab equipment, this approach has many drawbacks, such as high costs, long waiting time between sampling and receiving the results, along with a high probability of sampling errors which can greatly deteriorate the analysis results.

Thus, an increasingly common alternative to such laboratory analysis are inline and online elemental analyzers [4]. They have the advantage of offering immediate measurements and allowing continuous 24/7 material monitoring. Furthermore, if properly installed, they are capable of providing comparable results to lab analysis of periodically drawn samples [5]. These devices are typically based on (but not

limited to) the X-ray fluorescence (XRF) principle [6], and Prompt Gamma Neutron Activation Analysis (PGNAA). The commercially available XRF-based devices for inline and online elemental analysis in slurries include the likes of Boxray [7], Courier [8], FLORIDA [9], and PERI [10], while AllScan [11], Gs Omni [12], and the X1-XP analyzer [13] are representatives of PGNAA based systems. Other technologies employed in elemental analysis of slurries are laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS), as in the SlurryView analyzer [14], as well as combinations of several of the measurement principles mentioned above, oftentimes together with other technologies, such as near-infrared (NIR) spectroscopy [15, 16].

In this study, the FLORIDA XRF analyzer for liquids and slurries was used [9]. The analyzer is developed by J&C Bachmann GmbH and adapts the industry-proven XRF analysis used in chemical laboratories for plant conditions. As shown in Figure 2, the device consists of a control cabinet housing the power supplies and computing hardware, a sensor-head containing an X-ray tube, a silicon drift detector (SDD), and a cooling system. Attached to the sensor-head is a spool piece with a measuring window, which allows the sensor to be installed directly on a process pipe. For setup and full data access, the FLORIDA XRF system includes a web-based user interface. It provides current and previous measurement data as well as current and older spectra. The spectra and measured concentrations can also be exported for further analysis which is especially beneficial for research or pilot testing purposes. The data can then be used to train AI models for process control or multi-sensor fusion. For process integration, the real-time concentrations are



Figure 2. FLORIDA XRF analyzer during the test campaign at GTK Mintec plant.

provided via a Modbus/TCP standardized interface [17].

Test campaign

The goal of the measurement campaign was twofold: to highlight the stability of

XRF-based inline elemental analysis in an in-situ application, and to empirically demonstrate the errors introduced by material sampling for process control [5].

A mini-pilot scale mineral process test was carried out at the Geological Survey of

Finland (GTK) Circular Economy Solutions unit, GTK Mintec, for a copper-nickel ore. In the test work, approximately 1650 kg of copper and nickel containing ore was processed in a mini-pilot scale beneficiation circuit which consisted of grinding and flotation circuits. During the 4 days long campaign, the process was operated for approximately 27 hours and 30 minutes in total, and 21 test points were sampled at regular time intervals.

As illustrated in Figure 3, the mini-pilot process consisted of a grinding circuit with a rod mill, a ball mill, and a Sweco-sieve with a #150µm screen mesh, followed by a flotation circuit. The flotation circuit consisted of two conditioners and rougher copper flotation. Two cells, each of 50 liters, flotation machine OK-0.05 and ? were used for roughing copper flotation. In this study, the copper rougher concentrate was mixed in the mixing tank and pumped through a pipe segment installed in the FLORIDA XRF device in order to obtain an XRF spectrum of the copper concentrate slurry every 60 seconds (see Figure 2). Simultaneously, the outflow of the device had been sampled for laboratory analysis of the copper concentrate slurry chemical composition.

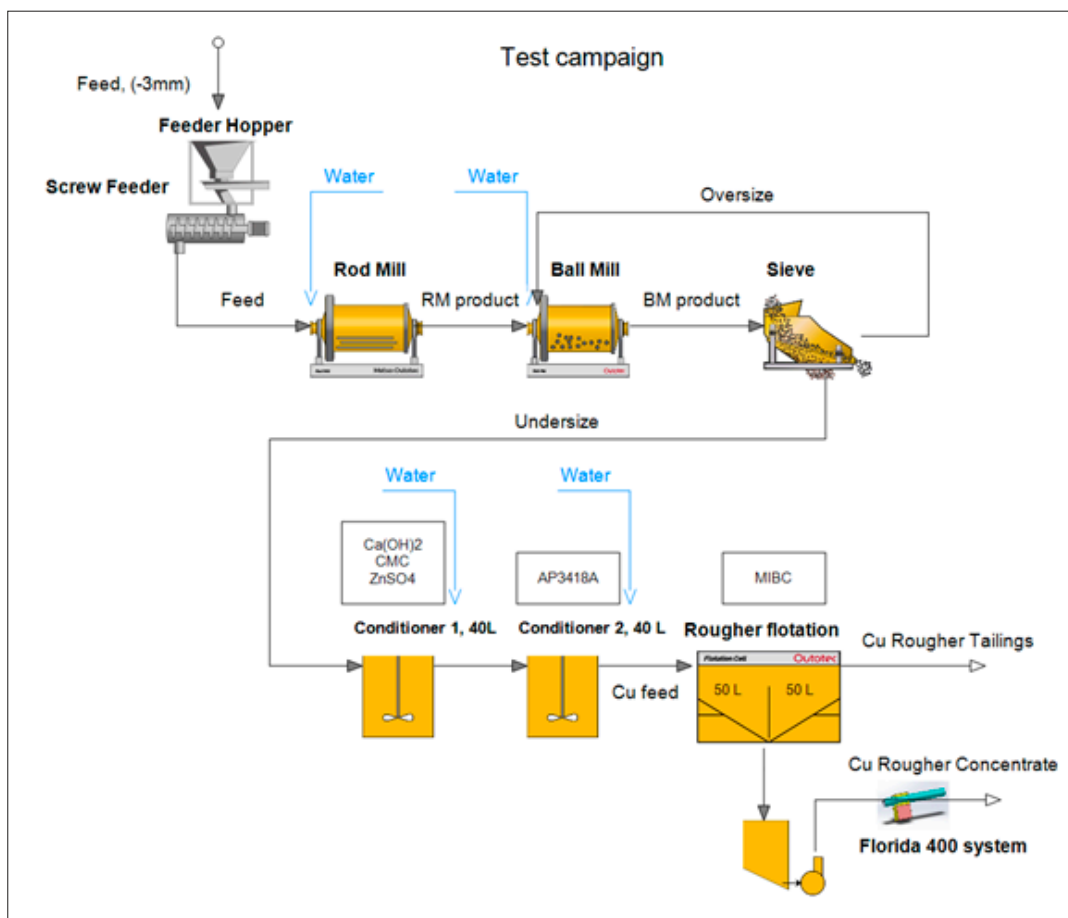


Figure 3. Flowsheet of the mini-pilot process

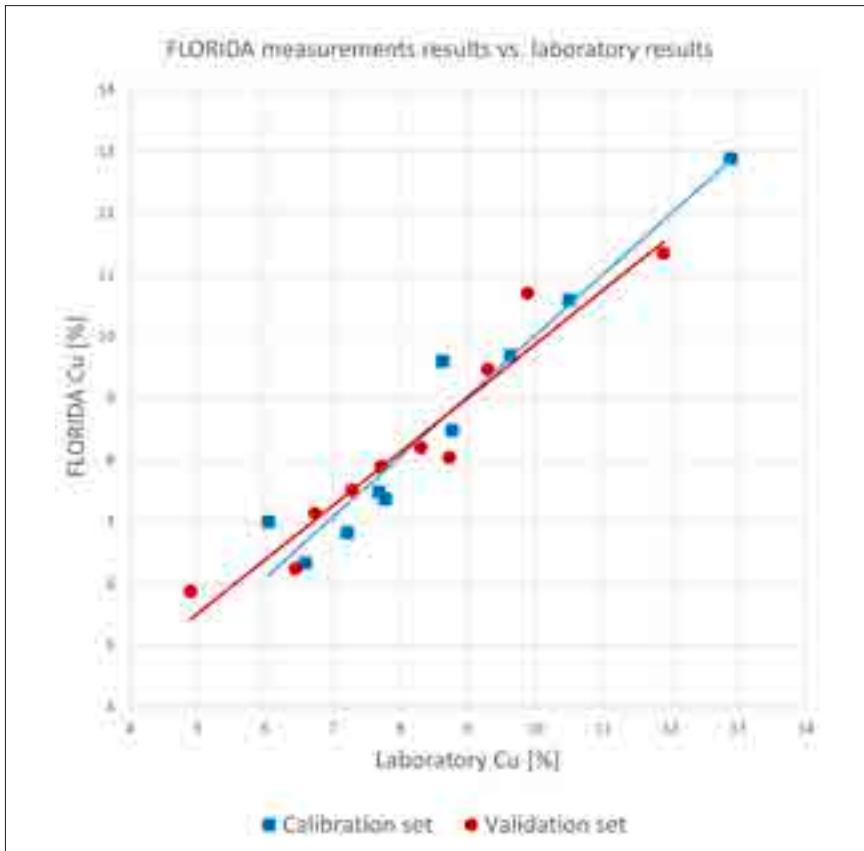


Figure 4. Cu calibration and validation curves obtained with a training, and a separate test data set of the measurements of ore slurries at GTK Mintec (for calibration mode: MAPE = 5%, MAE = 0.36%; for validation mode: MAPE = 6%, MAE = 0.43%)

The spectra corresponding to the sampling times were then used to construct all the calibration curves.

Throughout the experiments, the evaluation metric, the mean absolute error (MAE) and the mean absolute percentage error (MAPE) were reported. In this context, the MAE is a measure of errors between the elemental concentration reported by a chemical laboratory analysis and the FLORIDA XRF.

Test results

Following the principles of proper validation (PPV) [18], two sample sets were collected: a

training (i.e., calibration) set, and a test (i.e., validation) set. The calibration set spectra were used to learn the calibration model, which in turn was used to construct the calibration curve depicted in Figure 4. This calibration model was then applied to the samples in the validation set to determine its validity.

The overall accuracy of the analyzer is in line with previous laboratory experiments [5], with a MAPE of 5% on the calibration set and 6% on the validation data.

In the final experiment, a longer-term measurement with FLORIDA XRF to qualitatively demonstrate its capability was con-

ducted. To this end, the previously described calibration model was applied to the spectra obtained from the copper concentrate slurry to measure the copper concentration within the slurry and plotted the evolution of the Cu concentration over the course of one hour, during which parameter changes of the flotation process were performed. This plot is presented in Figure 5, where the impact of the parameter changes on the Cu concentration can be clearly observed. This further underlines the viability of inline elemental monitoring as an alternative to the error-prone and time-consuming laboratory analysis of samples regularly taken from the product stream.

Discussion

The tests conducted at GTK Mintec have highlighted the two main features of using inline elemental analysis for process control in a mineral processing plant: the high performance of the system which is comparable to a batch laboratory analysis of the process stream samples and the high temporal resolution of the analyzer's measurement data which allows for much faster process control and, therefore, increases yields of a beneficiation plant.

At first, the performance of the measurement system was tested to understand the accuracy and variability of the results to be used for a direct process control in the beneficiation plant. The result quality from the FLORIDA XRF system was shown to be comparable to the results gathered by sam-

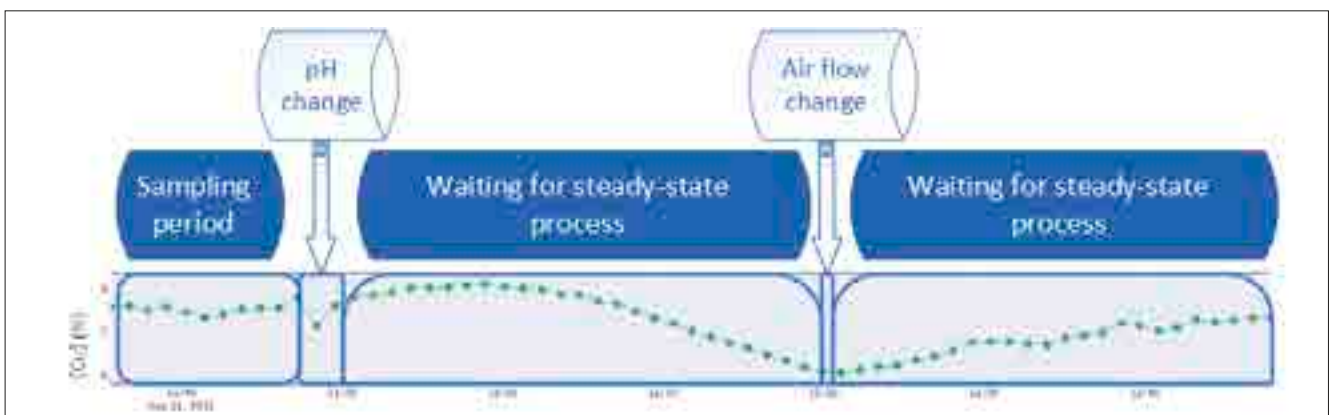


Figure 5. Evolution of the measured Cu concentration in a copper concentrate slurry over the course of an hour

pling for laboratory analysis while also being able to receive the results within 1 minute of the analysis of the sample. Thus, the tool was especially useful during the test campaigns, but not limited to it.

During the test, the high rate of process information was evaluated and the data quality was confirmed. At this stage, the data was, however, not yet utilized as a tool for real-time process control.

The next step to use the continuous (24/7) elemental process information is to do a fast adjustment of the process to adapt to the variations in the feed material and other parameters. This approach, i.e., the adjustment of the process based on the current feed quality, is expected to maximize the yield despite both feed and process variability.

Such quick information will decrease the pressure on the lab turnaround time for process control and instead allow the lab to primarily provide highly specialized, and detailed chemical analyses to do long-term adjustments to the process, such as to adjust for slowly changing mineralogy.

GTK Mintec's continuously developing research infrastructure enables close co-operation with modern technologies and measuring equipment manufacturers. Innovative solutions, state-of-the-art technologies, as well as separate equipment on different scales could be tested in our research facilities in Outokumpu.

If you are interested in hearing more about these developments at GTK Mintec contact Alona Nad, e-mail: alona.nad@gtk.fi. ▲

AUTHORS: ALONA NAD, LUKAS RYBOK, THOMAS KOWOLL, JAN BACHMANN, TED NUORIVAARA

References

- <https://www.gtk.fi>. Available online: <https://www.gtk.fi/en/research-infrastructure/outokumpu-mineral-processing-pilot-plant-and-laboratories/> (Accessed on 23 August 2022).
- Nad, A.; Jooshaki, M.; Tuominen, E.; Michaux, S.; Kirpala, A.; Newcomb, J. Digitalization Solutions in the Mineral Processing Industry: The Case of GTK Mintec, Finland. *Minerals* 2022, 12, 210. <https://doi.org/10.3390/min12020210>
- Hodouin, D.; Jämsä-Jounela, S.-L.; Carvalho, M. T.; Bergh, L. State of the art and challenges in mineral processing control, *Control Engineering Practice* 2001, 9(9), pp. 995-1005. [https://doi.org/10.1016/S0967-0661\(01\)00088-0](https://doi.org/10.1016/S0967-0661(01)00088-0).
- Oosthuizen, D. J.; Craig, I. K.; Jämsä-Jounela, S.-L.; Sun, B. On the current state of flotation modelling for process control. *IFAC-Papers onLine* 2017, 50(2), pp. 19-24. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.12.004>
- Rybock, L.; Kowoll, T.; Thomas, A. Nad, A.; Bachmann, C. Online elemental analysis for process control in the mineral processing industry. *TOS Forum* 2022, 11, pp. 131-137. <https://doi.org/10.1255/tosf.142>
- Beckhoff, B.; Kanngießer N.; Langhoff N.; Wedell R.; Wolff H. *Handbook of practical X-ray fluorescence analysis*, 1st ed.; Springer Science & Business Media 2007. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-36722-2>.
- Boxray Online Elemental Analysis. Available online: <https://www.xore.se/xrf-analyzers-online-elemental-analysis/> (Accessed on 30 August 2022).
- Courier 5X/6X SL Analyzer. Available online: <https://www.mogroup.com/portfolio/courier-5x6x-sl-analyzer/> (Accessed on 30 August 2022).
- FLORIDA Analyzer. Available online: <https://jcbachmann.com/products/florida/> (Accessed on 30 August 2022).
- PERI Online Slurry Analysis System. Available online: <https://www.flsmidth.com/en-gb/products/peri-online-slurry-analysis-system> (Accessed on 30 August 2022).
- AllScan Slurry Analyzer. Available online: <https://realtimeinstruments.com/products/allscan/allscan-slurry-mineral-processing/> (Accessed on 30 August 2022).
- GS Omni Analyzer. Available online: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/GSOMNI> (Accessed on 30 August 2022).
- X1-XP Analyzer. Available online: <https://sabiainc.com/on-pipe-slurry-x1-xp/> (Accessed on 30 August 2022).
- SlurryView Analyzer. Available online: <https://www.lyncis.lt/online-slurry-analyzer/> (Accessed on 30 August 2022).
- Khajehzadeh, N.; Haavisto, O.; Koresaar, L. On-stream mineral identification of tailing slurries of an iron ore concentrator using data fusion of LIBS, reflectance spectroscopy and XRF measurement techniques. *Minerals Engineering* 2017, 113, pp. 83-944. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2017.08.007>
- Wang, Q.; Li, F.; Jiang, X.; Wu, S.; Xu, M. On-stream mineral identification of tailing slurries of tungsten via NIR and XRF data fusion measurement techniques. *Analytical Methods* 2020, 12(25), pp. 3296-3307. <https://doi.org/10.1039/D0AY00322K>.
- Modbus Organization. MODBUS Messaging on TCP/IP Implementation Guide: V1. Ob. Modbus Organization, 2006.
- Esbensen, K. H.; Geladi, P. Principles of proper validation: use and abuse of re-sampling for validation, *Journal of Chemometrics* 2010, 24(3-4), pp. 168-187. <https://doi.org/10.1002/cem.1310>.



Laatu Nopeus Luotettavuus

- kemialliset analyysit
- mineraloginen tutkimus
- materiaalien karakterisointi
- konsultointi

 **+358 41 3131 646**
 **info@xrayminerals.fi**

 **www.xrayminerals.fi**

X-ray Mineral Services Finland Oy
a member of the Hafren Scientific Group of Companies



Eurock 2022 konferenssi Suomessa

Suomen Kalliomekaniikkatoimikunta ja RIL järjestivät 12.-15.9.2022 Dipolissa kansainvälisen Eurock 2022 -konferenssin. Yli 300 kalliomekaniikan, kalliorakentamisen ja kaivostekniikan kansainvälistä osaajaa 40 maasta täyttivät tapahtumapaikan salit. Usein kalliorakentamisen ongelmat mielletään vain geologiasta johtuviksi, mutta raot ja ehjä kivi muodostavat kalliomassan, johon liittyvällä osaamisella voidaan ennustaa kallion käyttäytymistä.

Erityisen paljon esityksiä oli rakojen ominaisuuksista ja fotogrammetrisesta rakokartoituksesta, jossa käynnissä on tutkimusryhmien ja yritysten kilpajuoksu kohti yhä varmempaa ja automaattisempaa lohkokartoitusta ja stabiliteettianalyysiä. Lisäksi automaattiset kartoitusmenetelmät vähentävät inhimillistä vaihtelua kartoitustuloksissa. Esitelmät vaihtelivat 10 µm tarkkuudesta isojen alueiden satelliittikartoitukseen. Parhaan artikkelin palkinto myönnettiin Lars Jacobssonille ja Michele Godiolle otsikolla Measuring the hydraulic transmissivity of a rock joint under varying normal load. Edelli-

sen ja myös muut palkitut paperit voit ladata tämän jutun QR-koodien avulla.

Suomi ydinjätteen loppusijoittamisen pioneerina

Ensimmäisen päivän kutsutut puhujat kertoivat ydinjätteen loppusijoittamisesta, jossa Suomi on etenemässä ensimmäisenä maailmassa. Sanna Mustonen Posivalta piti konferenssin ensimmäisen luennon ns. pioneerin paikalta, kuten suomalaiset ovat ydinjätteen loppusijoittamisessa. Pioneerin paikka välttämättä ole paras asema, sillä kaikki ongelmat kohdataan ensimmäistä kertaa ja huolimatta kansainvälisestä yhteistyöstä kaikkien on-

gelmien ratkaisujen vaatima rahoitus on kaivettava pitkälti omasta pussista. Pioneerina Posiva on pitänyt erityisen hyvin kiinni aikataulustaan, joka on laadittu jo vuonna 1976, vuosi ennen Olkiluoto 1:n käyttölu-pahakemuksen jättämistä. Jälkikäsitteilyä ja suoraa loppusijoitusta oli punnittava ennen kuin suunnitelma käytetyn ydinpolttoaineen varalle voitiin esitellä. Vuonna 1995 Teollisuuden Voima (TVO) ja nykyinen Fortum perustivat Posiva Oy:n huolehtimaan oman ydinjätteensä turvallisesta loppusijoituksesta.

Käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan 400–450 metrin syvyyteen Olkiluodon peruskallioon. Näin syvällä peruskalliossa val-

ALOITUSKUVA

Dipoli täyttyi kansainvälisestä yleisöstä. Kuvassa Caroline Darcel esitelmöi Ruotsin ydinjätteen loppusijoitusprojektissa karakterisointiin käytetystä DFN metodologiasta. KUVA TOPIAS SIREN.



Konferenssin tieteellisen toimikunnan puheenjohtaja Lauri Uotinen ojentamassa palkintoa parhaasta artikkelista Lars Jacobsonille.

litsevat vakaat olosuhteet. Syvyys on kompromissi sen suhteen, että loppusijoituksen tulee tapahtua riittävän syvällä, jotta ihmisen tunkeutuminen tilaan estetään eivätkä maanpäälliset ja ilmakehässä tapahtuvat muutokset vaikuta loppusijoituksen turvallisuuteen. Posivan käyttämässä loppusijoitustekniikassa ydinjäteniput pakataan valurautaiseen sisäkapseliin, jonka tarkoituksena on tuoda mekaanista kestävyyttä. Kapselin 5 cm paksu ulkokuori on kuparia, joka suojaa sisäosaa pohjaveden syövyttävältä vaikutukselta. Loppusijoitusreiät ja -tunnelit täytetään bentoniittisavella ja lopulta koko tunnelijärjestelmä täytetään ja suljetaan betonitulpalla.

Posiva on edennyt rakentamisessaan niin pitkälle, että viisi ensimmäistä loppusijoitustunnelia on louhittu ja kapselointilaitoksen rakentaminen on pitkällä. Loppusijoittaminen on aikataulutettu jo vuosikymmeniä sitten tapahtuvaksi 2020-luvun puolivälistä alkaen. Siihen on mahdollisuuksia, mikäli Posiva saa kehittämänsä uudet teknologiat, erityisesti kanisterien täyttämiseen, sulkemiseen, tarkastukseen ja siirtämiseen liittyvät kauko-ohjattavat laitteensa valmiiksi ja käyttöönotetuiksi ajoissa. Lisäksi Posiva tarvitsee Työ- ja elinkeinoministeriöltä käyttöluvan, jota Posiva haki noin vuosi sitten. Käyttöluvaa on haettu vuoden 2024 maaliskuusta vuoden 2070 loppuun saakka.

Tilastollinen rakoverkkosimulointityö Ruotsissa

Jos Suomessa edetään, niin Ruotsissa vielä teoretisoidaan, ainakin jos vertailee kahden peräkkäisen luennoitsijan aihepiiriä. Toisessa



Viime kesänä Olkiluotoon valmistui viisi loppusijoitustunnelia, joissa työt jatkuvat nyt lujitus- ja pohjan tasaamistöillä. Kuvassa Posivan rakentama demonstraatiotunneli. Kuva Posiva Oy.

luennossa Caroline Darcel Itascalta kertoi pääosin SKB:lle tehdystä tilastollisesta rakoverkkosimulointityöstä (Discrete Fracture Network, DFN). DFN-rakoverkkomallilla pyritään kuvaamaan kaikkialla kalliiossa olevia rakoja, jotka dominoivat kalliomassalle ominaisia veden virtausominaisuuksia. Raoilla on myös merkittävä vaikutus kalliomassan mekaanisiin ominaisuuksiin, kuten sen kykyyn välittää jännityksiä (vrt. kimmokerroin). Klassinen tutkimuskysymys kaikilla ydinjäteorganisaatioilla kautta historian onkin ollut kaikkien näiden ominaisuuksien mittakaavariippuvuus. Klassisin esimerkki liittyy kiven ja kalliomassan lujuuteen, jossa tutkittaessa ehjää kiviäytettä laboratorioissa saavutetaan suurempia lujuuksia verrattuna rakoilleeseen kalliomassaan. Tunnelimittakaavassa muun muassa rakoilu alkaa epävakauttaa kalliomassaa uusilla mekanismeilla. Näitä ilmiöitä pystytään harvemmin tutkimaan laboratorio-olosuhteissa.

Karakterisoimalla loppusijoituspaikka ja luomalla loppusijoituspaikan rakoilusta DFN-rakoverkkomalli voidaan myös simuloida veden virtausta kalliomassassa. DFN-mallinnuksessa rakoilun mekaaniset, geometriset ja hydrologiset ominaisuudet kuvataan tilastollisesti. Tämän jälkeen voidaan esimerkiksi laskea satoja yhdistelmiä, joiden kautta saadaan luoduksi tilastollinen jakauma haluttuun tutkimusolehtamaan. Voidaan esimerkiksi arvioida, kuinka runsaasti radionuklideja kertyy biosfääriin teoreettisessa tilanteessa, jossa ydinjäte kapseli vaurioituu ja radionuklideja vapautuu loppusijoitusluolasta kalliin ja erityisesti sen rakojen kautta kohti maanpintaa.

Kalliorakennesuunnittelu kaivostoiminnassa

Konferenssin toisena päivänä päästiin käytännönläheisiin aiheisiin SRK Consultingin Michael Di Giovinazzon luennossa. Hänellä on vuosikymmenien kokemus kaivosten kalliomekaniikasta. Kaivostoiminnassa taloudellisuus ohjaa ratkaisuja verrattuna muuhun kalliorakentamiseen ydinjätteen loppusijoituksesta puhumattakaan. Kalliorakentamisen tehtävä on hallita riskejä sekä mahdollistaa kannattava toiminta, kaivossuunnitelman toteutettavuus ja malmin suunnitelmallinen louhinta. Kalliomassasta tulee tutkia geologiset tekijät ja kalliion ominaisuudet. Toisaalta on tunnistettava epävarmuudet. Epävarmuuksia ja kalliomassan vaihteluita hallitaan monitoroinnilla, joka on olennainen osa kaivostoimintaa. Sen perusteella muokataan louhinta- ja lujitussuunnitelmia kaivostoiminnan aikana.

Eurokoodi 7:n kehitys

Professori John Harrison Toronton yliopistosta nosti esille esitelmässään Is Eurocode 7 the future of rock engineering? Eurokoodin kehitystarvetta. Eurokoodisuunnittelustandardien käyttö alkoi Suomessa jo vuonna 2007, mutta edelleenkin koodin peruseräaattat eivät täydellisesti sovellu kalliorakenteiden mitoitukseen. Erityisenä haasteena on sortuman todennäköisyyteen perustuva rajatilamitoitus. Se vaatii lähtötietoja, jotka ovat kuvattavissa tilastollisena jakaumana. Toisin sanoen lähtötietoina tulee olla numeroina ilmaistavissa olevaa kvantitatiivista tietoa. Kiteisen kallioerän haasteina ovat kalliion



“Maanalaiset louhintamenetelmät jaoteltuna tuennan mukaan. Siirtymät kasvavat, ja samalla kalliomassan karakterisointitarve kasvaa edettäessä menetelmissä oikealle.

jakautuminen eri kallionlaatualueisiin ja rakoilun dominoiva sortumamekanismi. Tätä voidaan verrata vaikka betonirakennesuunnitteluun, jossa betonin lujuusjakauma tunnetaan tarkkaan. Vaikka samaa voitaisiin sanoa ehjän kiven lujuusjakaumasta, on sortuman todennäköisyys silti edullisen tai epäedullisen rakoilun käsissä. Sopivassa kulmassa parikin rakoa aiheuttaa sortumariskin muuten jopa kymmenen kertaa betonia kovemmassa kivessä.

Jos mietitään esimerkiksi paljon käytettyä Q-taulukkomitoitusta tai siihen liittyvää kartoitusta, ei lopputulema ole yhteensopiva Eurokoodin periaatteiden kanssa. Tästä huolimatta menetelmä on hyväksi havaittu ja paljon käytössä. Sen sijaan työläs ja paljon lähtötietoja vaativa DFN-rakoverkko-mallinnus tuottaa täysin Eurokoodin periaatteiden kanssa yhdensopivan tilastollisen mallin sortuman todennäköisyydestä. On kuitenkin itsestään selvää, ettei DFN:n luomiseen ole kaikissa projekteissa mahdollisuuksia, vaan sen käyttö rajoittuu lähinnä suuriin tai poikkeuksellisen vaativiin projekteihin. Toiveena on tulevaisuudessa kuitenkin automatisoida rakokartoitusta, mikä mahdollistaa DFN-mallin automatisoidun tuottamisen.

Edellisestä huolimatta kalliomekaniikan yhteisön haasteena onkin osallistua Eurokoodi 7:n uudelleenkirjoittamiseen siten, että koodista saadaan yhteensopiva kalliorakentamiseen. Mikäli yhteisö ei tartu toimeen, kirjoittavat aiheeseen perehtymättömät tahot koodiston uudestaan ja on olemassa mahdollisuus, ettei kalliorakentamisen erityishaasteita oteta riittävästi huomioon. ▲

TEKSTI: **TOPIAS SIREN,**
VUORIMIESYHDISTYS RY/SWECO/SUOMEN
KALLIOMEKANIKKATOIMIKUNTA



Kalliorakennesuunnittelu kaivostoiminnassa nojaa oikeasuhtaiseen riskinhallintaan ja tarvittaessa riittävän kattavaan karakterisointiin suhteessa kohteen haastavuuteen.



Palkitut parhaat paperit



The Comeback of the Sulphate Route in Recycling Metals

The sulphate method in titanium dioxide pigment manufacturing

The Vuorikemia plant, founded in 1961 in Pori, produced approximately 130,000 tonnes of TiO_2 pigment, 500,000 tonnes of ferrous sulphate heptahydrate and approximately 100,000 tonnes of ferrous sulphate monohydrate per year. The raw material used to be ilmenite (35-40 % TiO_2 and ca 50 % iron oxides) as recovered from the Otanmäki mine (closed in 1985), then shipped from, e.g., Norway. In recent years a concentrate slag with reduced Fe content was also used. The process applied significant amounts of sulphuric acid by which the ilmenite ore was digested, hence the name sulphate route.

The Pori plant had been evolved to be a competitive unit with its own sulphuric acid production with a capacity of 175,000 t to 240,000 t per year. The lead time from the raw

material to the final TiO_2 -product was about two weeks (10-14 days) with long delays at different process steps including reactions, clarifications and several product recovery units. The multi-stage operation undeniably was one of the most sophisticated hydrometallurgical processes that produced a bulk commodity in industrial scale [1].

A serious fire at the Pori pigment plant in the autumn of 2017 destroyed about a third of the plant's equipment and after a short period of reconstruction planning the present owners decided not to rebuild the historic Vuorikemia plant.

New opportunity: recovery of metals from waste oxides

However, the interest in hydrometallurgical processing has gained new power due to its obvious benefits as a low-carbon operation in recycling voluminous metal-con-

taining side streams and waste, typically consisting of oxides or hydroxides or even sulphates. Yet, many of these materials are either complex with several metal cations to be recovered or they may include coupled oxidation states and structures, which causes challenges in recovery yields when conventional leaching methods are used. The technologies applied in the traditional sulphate route manufacturing of TiO_2 may offer interesting possibilities for such processing.

The sulphate route applies hot and fairly concentrated sulphuric acid for the digestion of ilmenite, thus producing a solid mass of (mainly) titanylsulphate (TiOSO_4) and ferrous-ferric sulphate [i.e., FeSO_4 and $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$]. The 'cake' can then be dissolved in mild acid, forming the aqueous sulphate solution. The salient feature of the further operations is then to convey the processing

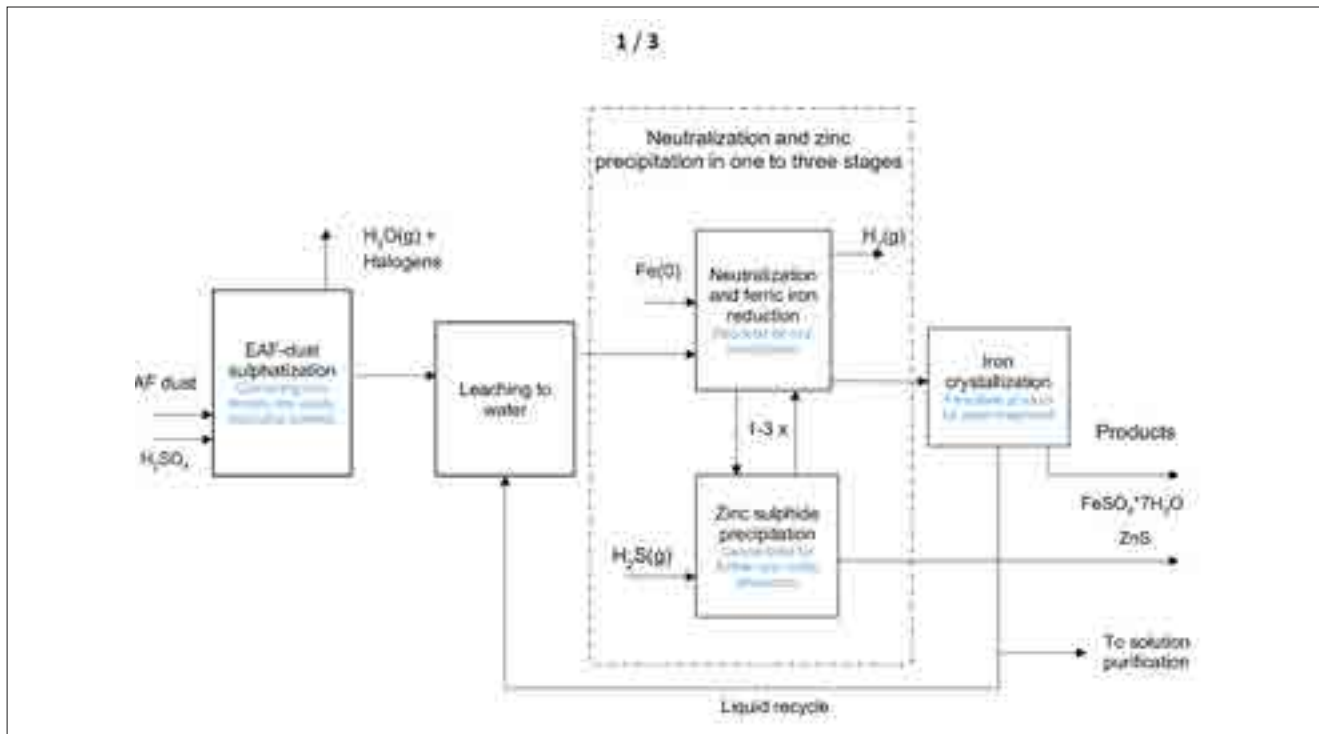


Figure 1. The block diagram of VTT's CircMet process concept

under reducing conditions, so as to maintain iron in the ferrous form to prevent its premature precipitation. This is achieved typically by running the pregnant solution through baskets of scrap iron, to control both pH and redox in the system.

The respective methods have been recently applied to two recycling challenges, to recover both iron and zinc from the electric arc furnace (EAF) dust of steel industries and to reclaim the Li-ion battery (LIB) metal values from the recycled electrode material ('black mass').

EAF dust to zinc concentrate and ferrous sulphate

Inside the EU 74 MT of electric arc furnace crude steel was produced in 2018. Assuming a generation of 17 kg dust/tonne of EAF steel, 1,26 MT of zinc-enriched EAF dust is then generated. With the European recycling capacity of 1,1 MT, most of the zinc in EAF dust is currently recycled inside the EU, while worldwide 50- 60 % of EAF dust is yet landfilled.

The prevailing high temperature technologies used in EAF dust treatment, such as the Waelz kiln process, generally focus primarily on the recovery of zinc, leaving iron and heavy metals like lead in the discard slag. In a typical Waelz kiln, this residue amounts up to 3 tonnes per tonne of Zn recovered and forms a potentially harmful waste that

cannot be reused but gets landfilled. Other pyrometallurgical treatments exist, yet they inherently produce a substantial amount of CO₂ emissions as fossil carbon is typically used as the reductant.

To valorise the full metal content and to reduce the carbon footprint a new hydrometallurgical approach has been developed at VTT [2]. The treatment applies the proven chemistries of the sulphate route coupled with known sulphide precipitation methods into a holistic recovery process. Preliminary tests completed during the last 24 months have confirmed over 95% zinc recovery from sulphatization-leaching in the process. Subsequent treatment with conventional hydrometallurgy recovers zinc as ZnS (sulphide) concentrate to offer a feedstock for zinc manufacturing. Iron is recovered from the residual solution either as ferrous sulphate commodity, used as a water treatment chemical, or as an additive in animal feed, agriculture, pigments, cement, optionally also as recyclable ferric oxide raw material for steelmaking.

In figure 1 the flowsheet of VTT's CircMet process for recovering both zinc and iron from EAF dust is shown. The dust typically contains 15-35 % Zn, while its Fe content is 20-45 %. Depending on the dust history, various percentages of other metals, such as alkalis, Pb and Mn are also present. In the hot acid treatment, the temperature rises to

ca 200 °C, which also allows for evaporating the possible halogen residues of the dust. The metals will form the respective sulphates, which are soluble in the subsequent water leaching. The leaching residue contains silica as well as Ca and Pb-sulphates. In the subsequent operations, Fe is reduced to ferrous iron by using scrap, while the reduction reactions also tend to rise the solution pH to 2-3, allowing undisturbed ZnS precipitation. The reduction stage will evolve hydrogen from the acidic solution which in the conventional TiO₂ process was ventilated. However, in CircMet the evolved H₂ could be recovered and used for the necessary H₂S generation.

In figure 2, the EAF dust used as a raw material in VTT's laboratory scale tests is shown together with the ZnS and FeSO₄*7H₂O (ferrous sulphate heptahydrate) products. The (partial) elemental analysis of the dust and both products is given in Table 1.

Leaching 'Black Mass' metals into the sulphate solution

The use of lithium-ion batteries (LIBs) is growing rapidly, primarily for electric vehicles (EVs)—worldwide sales of which are projected to grow to over 11 million annually by 2030—but also for stationary storage by utilities and residences, and the demand for consumer electronics remains also strong. Worldwide demand for, e.g., cobalt for battery production could con-



Figure 2. EAF dust (left) with the two main products Zn-sulphide and Fe-sulphate_heptahydrate

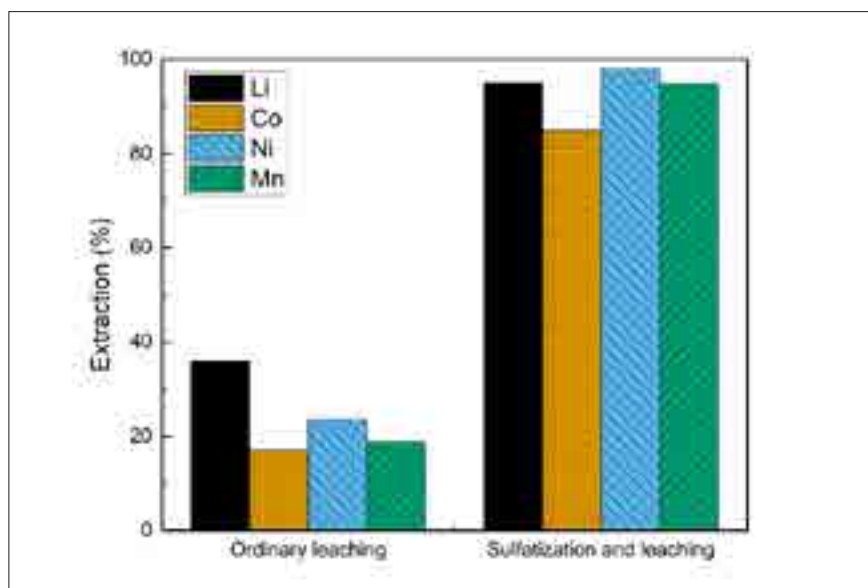


Figure 3. Comparison of yields: direct acid leaching (left), leaching of sulphated mass (right)

Table 1. Typical analysis of the EAF dust and products from VTT's laboratory tests (w-%) [2,3]						
Material	Ca	Fe	Mn	Pb	Zn	S
EAF-D	1.7 %	24.0 %	3.0 %	1.3 %	39.0 %	1.1 %
ZnS	0.1%	2.7 %	0.2 %	- %	58.0 %	31.0 %
FeSO4	0.52%	23.0 %	1.26 %	0.0009	0.4 %	17.2 %

sume about 14% of current cobalt reserves by 2050. Other salient metals in the LIB are nickel and manganese.

Black mass is used as the colloquial term for fine fractions containing the active electrode materials of spent batteries. In the case of lithium-ion batteries, the black mass con-

sists of conductive carbon, graphite, binder polymers and various lithiated metal oxides whose efficient recycling is deemed as a necessity. However, the present methods of LIB-recycling (reaching yields of some 80+ % of Ni and Mn, somewhat lower of Co and Li) are regarded as unsatisfactory, e.g., by the

EU. The Commission has recently published a proposal for updated EU Battery Directive including a mandated recovery of Ni: 90%, Co: 90%, Li: 35% by 2026 and Ni: 95%, Co: 95%, Li: 70% by 2030, although the legislation is not yet adopted [4,5].

A hydrometallurgical challenge in recycling lithiated transition metal oxides has been that it is difficult to dissolve the oxides within conditions akin to traditional hydrometallurgical processing of primary minerals – i.e., atmospheric leaching with sulphuric acid. The lithiated mixed oxides are in higher valence state and the challenge of dissolving these oxides can be considered reminiscent of the challenge of, e.g., MnO_2 or Co_3O_4 . Dissolving the valuable metal oxides (e.g., $LiCoO_2$ or $LiNi_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3}O_2$) directly from black mass with sulphuric acid is thus challenging, as the oxide structure has rendered challenging to dissolve with high extraction efficiency.

Following the sulphate route, the black mass containing the LIB metals (Ni, Co, Mn, Li and Al) as oxides is dried, and then mixed well with concentrated and heated sulphuric acid. Here, too, the temperature is raised due to exothermic sulphatization leading to a fast reaction and release of the halogens as evaporated hydroacids. It may also be assumed that in this process some elements present in the black mass, such as metallic Fe, Cu or Al can help in breaking the high-valence oxide structure by acting as a reductant. As in the EAF case, the acidic sulphatized mass is then leached in water at a moderate temperature.

In figure 3, a comparison of the ordinary direct acid leaching of black mass with diluted sulphuric acid without any additives and the sulphatization method is shown. It was found that the sulphatization enhanced the extraction of key elements significantly compared to 'bare' direct acid leaching. Sulphatization caused clear increase in the ex-

traction, achieving the best extraction of 85%, 98%, 95% (Co, Ni and Mn). Li extraction was generally higher than any of the Ni, Co and Mn, which was an expected result. The extractions indicate that the 'sulphate route' method would allow for agreeable yields to a pregnant solution without using costly chemicals (such as hydrogen peroxide) to enhance the leaching result [6,7]. Further recovery of the metal values could be performed with conventional hydrometallurgical fractionation methods (e.g. sulphide precipitation for Ni and Co, Mn as MnO_2), yet the details of, e.g., the efficiency of the halogen (fluoride) removal and eventual Li yield will need further research.

Conditions of feasibility

In both cases, the experimental results lead to high metals recovery to the sulphate solution. Acid to solids ratio will affect the yields. In general the stoichiometric ratio of 1:1 should be nearly sufficient, yet increasing it as in the latter (LIB) case may be beneficial. Even higher yields are obtainable by using additional reductive leaching and recycling the leach residue.

The sulphate route operational costs remain moderate in terms of its chemicals and utilities consumption [3]. For the recycling of battery metals the income from the products

(battery metal salts) should well cover the recycling costs. As for EAF dust recycling, the economy of the process will require raw dust with high enough zinc content, the limit of which can vary depending on circumstances. Yet, as the profitability limit of the Waelz kiln requires at least 15 % zinc content in the dust, it is anticipated that for the sulphate route the threshold may be even lower, due to the additional $FeSO_4$ -product. The further process development will include the development of purification for the recycled sulphate solution to remove, e.g., manganese and the inherent neutralization chemicals. It is, however, foreseen that also here marketable side products can be recognized.

From the environmental and climate point of view, the sulphate route, somewhat akin to that applied at the Pori site, seems to offer a benign solution. While also the process chemistry and economy appear promising, the actual feasibility of the sulphate route will require additional studies regarding the practical engineering operations. These include the sulphatization (reactor may be different from the kind used in the TiO_2 process due to the higher bulk density of the dust compared with the ilmenite concentrate), filtration of the leach residue and recovery and re-use of hydrogen evolved in the reduction stage. Further

pilot operations are being planned by VTT and its co-operation partners to solve such problems. The development work will then eventually show whether there will be a new life for the sulphate route, serving the needs of the future circular economy. ▲

- [1] Evilampi, T. (1990): FINNTITAN pigmentit ja niiden valmistus Porissa, Painorauma Oy, 54 s.
- [2] Riihimäki, T., Ollonqvist, P., Koukkari, P., Rastas J., (2021): Hydrometallurgical process for waste materials of the zinc and steel industries, Finnish patent application No. 20216173
- [3] Ollonqvist, P., Riihimäki, T., Koukkari, P. (2022): New Hydrometallurgical Treatment to Recover Zinc and Iron from EAF Dust, *Erzmetall* 75 No. 1, 28-35
- [4] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020PC0798> (6.5.2022)
- [5] [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2022/729285/EPRS_ATA\(2022\)729285_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2022/729285/EPRS_ATA(2022)729285_EN.pdf) (6.5.2022)
- [6] Porvali, A., Rintala, L., Koukkari, P. (2022): A method for recycling metal values from the spent Li-ion batteries, *Questel Research Disclosure*, Database number 696070.
- [7] Porvali, A. (2020). Complexities of Hydrometallurgical Recycling of Spent NiMH and Li-ion Batteries. (Dissertation, Aalto University.)

Sulfaattimenetelmän käyttö metallien kierrätyksessä

VTT on kehittänyt terästehtailla syntyvien sinkkiä ja rautaisältävien jättepölyjen kierrätykseen uuden hydrometallurgisen menetelmän, jossa kahden jätevirran keskinäistä kemiaa hyödynnetään uusien tuotteiden valmistamiseksi molemmista. Pölyn vaikeasti liukeneva sinkki ja rauta saadaan aluksi vahvahappokäsittelyn avulla helposti veteen liukeneviksi. Syntyneestä liuoksesta saostetaan sulfidirikaste sinkinvalmistuksen raaka-aineeksi. Pölyn sisältämä rauta otetaan talteen sinkin saostuksen jälkeen rautasulfaattina.

Lisäksi prosessin erikoisuus on romuraudan käyttö happaman liuoksen neutralointi- ja pelkistyskemikaalina. Liuennut rauta saadaan edelleen talteen sulfaattituotteena, jolloin vältetään kipsi-, jarosiitti- ja rautahydroksidisakkojen tai sulfaattipitoisten jätevesien muodostuminen ja prosessi muodostuu lähes jätteettömäksi. Rautasulfaattilla on hyvät markkinat mm. jäteveden puhdistuksessa ja sementin lisäaineena. Ympäristöhyötyjen lisäksi raudan käyttö parantaa näin myös prosessin kannattavuutta.

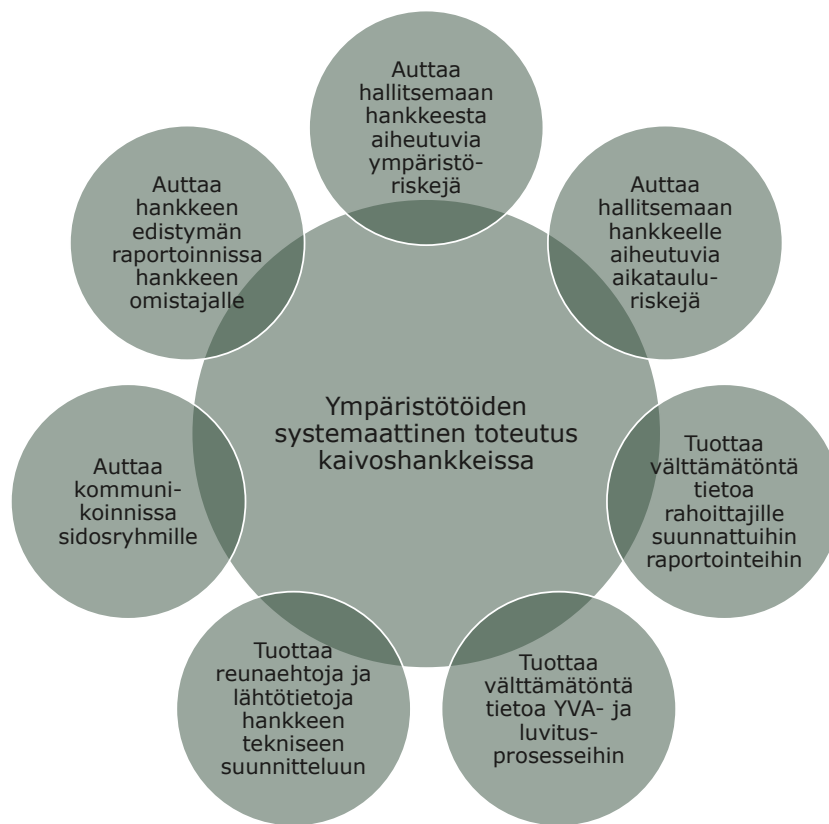
Prosessikehityksen taustalla on Suomessa pitkään toi-

mineen Porin Vuorikemian tehtaan käyttämä, vahvahappokäsittelyyn perustunut sulfaattimenetelmä, jossa titaani- ja rautaoksideista koostuneesta ilmeniittimineraalista valmistettiin maali- ja muoviteollisuuden tarvitsemää titaanipigmenttiä ja mm. vedenpuhdistuksessa käytettyjä rautasulfaatteja.

Uudelle kierrätysprosessille on haettu patenttia. Sen hyödyntäminen EU:n alueella syntyvän yli miljoonan pölytonnin kierrättämisessä kiinnostaa alan yrityksiä sekä Suomessa että Keski-Euroopassa. VTT on saanut lupaavia tuloksia sulfaattireitin käytöstä myös akkumetallien kierrätyksessä.

Uusiutumattomia luonnonvaroja ja kriittisiä mineraaleja säästävien kierrätysprosessien kehittäminen on tulevaisuuden kestävä kierrätystalouden kynnysaaste. Sulfaattireitin käyttö on esimerkki mahdollisuudesta käyttä eri jätevirtojen keskinäistä termodynamiikkaa hyväksi suljettujen materiaalikiertojen toteuttamisessa. ▲

TEKSTI: PERTTI KOUKKARI, TEPPO RIIHIMÄKI, PIRKKA OLLONQVIST, ANTTI PORVALI



Tiekartta auttaa ympäristö- ja aikatauluriskien kattavassa hallinnassa

Moni asia voi mennä kaivoshankkeissa pieleen, jos ympäristöselvitysten työjatkumo on suunniteltu huonosti tai työjatkumon systemaattinen hallinta alkaa liian myöhään. AFRY Finland Oy:n johtavat asiantuntijat Päivi Picken ja Kirsi Haanpää muistuttavat, että ympäristötöiden suunnittelussa kyse on paitsi ympäristöriskien, myös aikataulu- ja kustannusriskien hallinnasta. Systemaattisesti suunnitellut ja toteutetut ympäristötyöt palvelevat sekä hanketta että ympäristöä. Systemaattisen suunnittelun työkaluista koko hanketta koskeva tiekartta havainnollistaa, kuinka erilaiset tiedonjyvät ympäristötöistä saadaan kohtaamaan teknisen suunnittelun kanssa oikea-aikaisesti.

Ympäristöselvitykset tai ympäristötyöt voidaan jakaa karkeasti kahteen kategoriaan: hankkeen vaikutusalueen kattavaan ympäristön nykytilatiedon tuottamiseen sekä hankkeen vaikutusten moninai-

seen arvioimiseen. Hankkeen vaikutusten arvioiminen laaditaan aina osana hankkeen teknistä suunnittelua.

- Lista on pitkä. Ympäristön nykytilaselvityksiin kuuluvat muun muassa maaperän ja kallioperän, pohjavesien ja pintavesien

olosuhteiden ja kemiallisen tilan tutkiminen. Kulttuuriarvot ja muinaisjäänne sekä enenevässä määrin tärkeä aineeton kulttuuriperintö kuuluvat myös tutkittaviin asioihin. Lisäksi maankäyttö ja sosiaalinen perustila (yhteisöjen elinkeinot ja elämän-

tavat) sekä ilmanlaatuun liittyvät asiat ovat tärkeitä. Hankkeen vaikutusten arvioiminen edellyttää puolestaan tekniseen suunnitteluun suoraan linkitettyjä ympäristötöitä, kuten kaivannaisjätteiden ominaisuuksien selvittämistä, kaivannaisjätealueiden ja louhosten vesilaatujen geokemiallista mallinnusta, hydrogeologista pohjavesimallinnusta louhoskuivatuksen suunnittelun tueksi ja pohjavesialenemien selvittämiseksi, tai koko toiminta-alueen kattavaa aluevesitase- ja kuormatasemallinnusta, Picken kertoo.

- Kyse on pitkälti pallottelusta teknisen suunnittelun ja ympäristötöiden välillä. Jotta voidaan esimerkiksi luotettavasti arvioida kaivoksen vesikierrossa tulevaisuudessa virtaavien vesien laatua, pitää olla tietoa paitsi kaivannaisjätteiden määrästä, myös niiden laadusta ja sijoitusratkaisuista. Jos tekninen suunnitelma, kuten louhintasuunnitelma tai kaivannaisjätteen sijoitusuunnitelma, muuttuu merkittävästi, myös mallinnettu kaivannaisjätealueen suotoveden määrä ja laatu muuttuvat. Seurauksena vesitase ja kuormatase muuttuvat. Pallottelua ei voi kuitenkaan jatkaa loputtomiin ja siksi onkin tärkeää ymmärtää ympäristötöiden rajapinnat teknisen suunnittelun kanssa ja ajoittaa työt keskenään oikea-aikaisesti, Haanpää muistuttaa.

Peräkkäisten tehtävien ja haarautuvien tietovirtojen hallintaa

Ympäristöselvitykset voivat olla pitkäkestoisia: hydrogeologian maastotyöt vievät aikaa ja niitä hyödynnetään edelleen aikaa vievässä mallinnuksessa. Myös geokemian töiden kesto lasketaan vuosissa. Ympäristötöiden sisällä työtehtävät ja mallit ovat peräkkäisiä, mistä syystä ympäristötöiden ja teknisen suunnittelun rajapintojen hallinta on hankkeen aikataulussa pysymisen kannalta kriittistä.

- Vesilaatujen arvioinnissa syötetietona käytettävä kaivannaisjätteen ja louhosseinämien kineettinen testaus voi kestää parikin vuotta. Mikäli halutaan selvittää louhoksen vedenlaatu, geokemisti tarvitsee sitä varten edellä mainitun kineettisen testauksen tulokset, mutta myös pohjavesimallintajan työn tulokset. Pohjavesimallintaja puolestaan on tarvinnut omaan työhönsä jo syötteitä maastotöistä, kuten kairauksista ja koe-pumppauksista. Lisäksi malleissa käytetään malminetsinnän yhteydessä dokumentoitua rakoiludataa. Vesistövaikutusten arviointiin päästessä aikajanalla on käytännössä ollut jo 7–8 peräkkäistä mallia, joihin jokaiseen

tarvitaan luotettavat lähtötiedot. Jos pitkisä ja haarautuvissa työjatkumoissa tehdään vääriä oletuksia myöhempien työvaiheiden tietotarpeista tai tuotettavaan tietoon kohdistuvista vaatimuksista, voidaan joutua palaamaan lähtöpisteeseen vuosienkin jälkeen, Picken sanoo.

Teknisen suunnittelun tarkkuustaso kasvaa hankkeen edetessä. Ympäristöselvitykset eivät aina oikein istu kannattavuusselvitysvaiheiden kompakteihin aikatauluihin.

- Ympäristöselvitysten taustatiedon tuottamisessa täytyykin olla varhain liikkeellä. Myös kannattavuusselvitysvaiheiden väliset taukoajat pitäisi käyttää paremmin hyväksi ja noinkin aikoina edistää pitkäkestoisia ympäristöselvityksiä, kuten hydrogeologisen nykytilatiedon hankkimista tai sen jatkumona pohjavesimallinnusta, Haanpää toteaa.

Ympäristö- ja aikatauluriskien hallintaa

Kaivoshankkeissa voi mennä paljonkin pieleen, mikäli raakileena roikkuvan teknisen suunnitelman pohjalta ryhdytään tekemään arviota esimerkiksi jätealueen suotovesien laadusta.

- Arvio voi olla virheellinen: kaivannaisjätteellä ei ole ominaisvedenlaatua, vaan veden laatu ja määrä muuttuvat läjityssuunnitelman muuttuessa, Picken muistuttaa.

Haanpää jatkaa kertomalla, että hankkeelle voi tulla edellä mainitun kaltaisessa tilanteessa viivästyksiä ympäristölupavaiheessa täydennysten muodossa. Myös rahoittaja tarkastaa hankkeen ympäristönäkökulmasta. Jos ympäristöriskit ovat liian suuret tai ne on arvioitu puutteellisesti, rahoituspäätöstä ei saada tai päätöstä lykätään, kunnes riittävä riskienhallinnan taso on saavutettu.

- Kannattavuusarviota ja sen liitteenä esitettyä ympäristöarviota tarkastettaessa rahoittajien käsitys voi ollakin, etteivät selvitykset ole riittävän kattavia eikä niihin ole käytetty oikeanlaisia lähtötietoja. Pohjavesiarvio ei esimerkiksi pohjajaudu riittävästi tarkkaan aineistoon. Jos näin tapahtuu ihan loppumetreillä, esimerkiksi kun ollaan hakemassa investointipäätöstä, hankkeessa mennäänkin kaksi-kolme vuotta taakse päin.

Rahoittajan käyttämät asiantuntijat ovat usein alan kansainvälisiä konkareita. Rahoituspäätöstä varten tehtävässä tarkastuksessa vaatimukset ja painopisteet saattavat poiketa jonkin verran kotimaisissa YVA- ja lupahakemusprosesseissa tehtävistä tarkastuksista. Hanketta verrataan erilaisiin kansainvälisiin ohjeistuksiin, riippuen esimerkiksi rahoit-

tajan sitoutumisesta erilaisiin periaatteisiin. Kansainväliset kaivosalan vaatimukset koskien kaivosten ympäristösuorituskykyä tulee siis myös ottaa huomioon melko varhaisista hankevaiheista alkaen. Kansainvälisessä kaivosalan hankeriskien listauksessa ympäristöriskit ja sosiaaliset riskit ovat nousseet kärkisijoille jo useita vuosia sitten ja aihe pysyy hankeriskien kärkijoukoissa.

Tiekartta apuna hankevaiheiden suunnittelussa

Riskien systemaattiseen pienentämiseen löytyy paljon eri tekniikoita ja työkaluja. Koko hanketta koskeva tiekartta on hankkeen onnistumisen kannalta elintärkeä. Tiekartta perustuu aina paikkakohtaiseen tarkasteluun ja riskien tunnistamiseen.

- Tiekartan tulee olla koko hankkeen tiekartta, jossa ympäristöarvioiden ja teknisen suunnittelun yhtymäkohdat havainnollistetaan tarkasti. Näin voidaan ymmärtää, mikä työ tarvitsee syötteekseen minkäkin tiedon ja mistä tiedon saa. Myös hankkeen aikataulun kriittinen polku on tällä tavalla helpompi hahmottaa. Tiekartta on säännöllisesti päivitettävä suunnitelma. Tiekartan laadinnassa on priorisoitava kussakin hankevaiheessa merkittävät asiat. Tulee erotella isot ympäristö- ja hankeriskit pienistä ja nostaa esille asiat, jotka ovat ylitsepääsemättömiä. Mitä lähempänä ympäristöluvittamisen ja rahoituksen päätöksenteko ovat, sitä vähemmän isoihin riskeihin saa liittyä epävarmuuksia, Picken tiivistää.

Vaikka tietoisuus kaivoshankkeiden ympäristöselvitysten varhaisen aloittamisen tarpeesta on olemassa, ympäristötyö voi olla fragmentoitunutta ja ympäristöasiantuntijoiden vuoropuhelu malminetsinnän tai teknisen suunnittelun välillä puutteellista. Sudenkuoppaan astutaan, jos YVA-prosessi ja ympäristöluvan hankinta asetetaan hankkeen ympäristötyön keskiöön. Ympäristöluvan hankkimisen sijasta keskiössä tulee olla hankkeen ympäristö- ja sosiaalisten riskien systemaattinen pienentäminen ja keskeisten epävarmuuksien karsiminen. Tietysti tämä kaikki tehdään tiiviinä osana teknistä suunnittelua. Näin myös YVA-menettely, luvitusyöskentely ja sidosryhmäyhteistyö saavat hyvät lähtökohdat siinä ohessa. Lisäksi hankevaiheen aikataulu ja kustannukset ovat helpommin hallittavia ja asiointi rahoittajienkin suuntaan on sujuvampaa. ▲

TEKSTI:

PÄIVI PICKEN JA KIRSI HAANPÄÄ, AFRY

Mikroskopiakonferenssi Scandem 2022

Tampereen Mikroskopiakeskus järjesti 20.-22. kesäkuuta vuosittaisen pohjoismaisen Scandem 2022 -konferenssin virtuaalisena tapahtumana. Tämä mahdollisti konferenssiin osallistumisen ympäri maailmaa ja tallennettujen esitysten katsomisen myös jälkikäteen. Ilmoittautuneita oli lähes 250 yli kahdestakymmenestä eri maasta.

Pohjoismainen mikroskopiaseura, Scandem, on perustettu 1948 Tukholmassa. Se on sittemmin toiminut pohjoismaiset mikroskopistit yhteen kokoavana aktiivisena organisaationa, joka huomioi laajasti eri mikroskopianäkökohtia. Tähän sisältyvät teknologinen kehitys, näytteenvalmistustekniikat, sovellukset materiaali- ja biotieteissä sekä uudentyypiset mikroskopiamenetelmät. Suurin osa seuran yli 300 jäsenestä tulee pohjoismaisista yliopistoista, tutkimuslaitoksista ja teollisuudesta. Seuran keskeisenä toimintana on vuosittainen konferenssi, jossa tiede, tieto ja kokemukset jaetaan mikroskoopiayhteisöissä ilmapiirissä. Vuosittaisten konferenssien sijainti ja järjestelyvastuu on kiertänyt pohjoismaisten yliopistojen kesken aina seuran alkua ajoista lähtien. Seuran 72. vuosikonferenssin järjesti Tampereen Mikroskopiakeskus, vuonna 2018 perustettu Tampereen yliopiston tutkimusympäristö. Keskus tarjoaa laitteistoja ja palveluita yliopiston tutkijoille ja opiskelijoille sekä tutkimusyhteistyön kautta myös muille tutkimuslaitoksille ja yrityksille. Edellisen keran Tampere toimi Scandem-konferenssin isäntänä vuonna 2002, tasan 20 vuotta sitten.

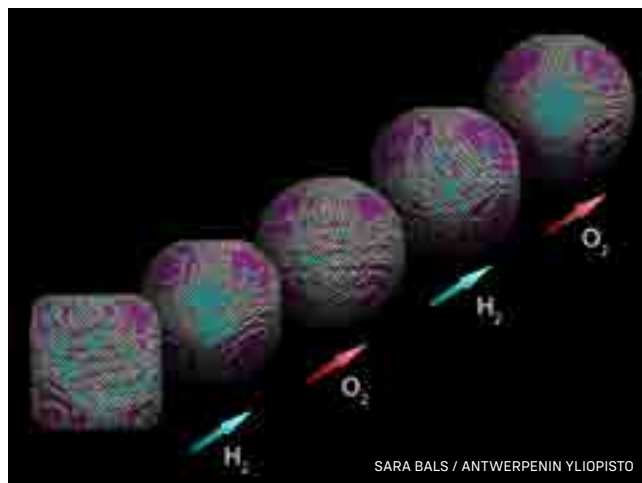
Kutsutut puhujat

Mikroskopiakeskuksen johtaja, professori **Minnamari Vippola** aloitti konferenssin

yhdessä Scandemin puheenjohtajan, Islannin yliopiston emeritusprofessori **Kesara Anamthawat-Jönssonin** kanssa. Konferenssissa oli neljä kutsuttua puhujaa eri tieteenaloilta. Ensimmäisen esityksen piti Antwerpenin yliopiston (Belgia) professori **Sara Bals**. Hän esitteli nanomateriaalien 3D-karakterisointia elektronitomografiaa käyttäen. Bals osoitti kultapohjaisten nanopartikkeleiden avulla, miten huippuluokan elektronimikroskopia ja rekonstruktioalgoritmit yhdistämällä voidaan määrittää nanomateriaaleissa olevien yksittäisten atomien paikkoja ja kemiallisia luonteita. Hän esitteli myös tutkimusryhmänsä tuloksia korotet-

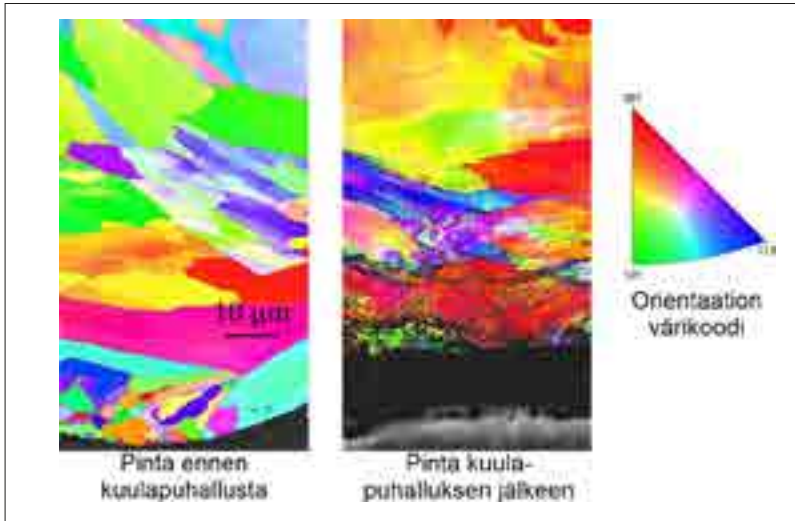
tujen lämpötilojen ja kaasumaisten ympäristöjen vaikutuksesta nanopartikkeleiden morfologiaan ja koostumukseen (kuva 1).

Helsingin yliopiston akatemiautkija **Giuseppe Balistrerin** aihe oli erittäin ajankohtainen: kuinka SARS-CoV-2-virus pääsee ihmisen solun sisälle ja kuinka tätä voidaan estää. Hän kertoi uusien koronavirusvarianttien leviävän helposti, sillä ne pystyvät infektoimaan nenän ja kurkun, jolloin virusta vapautuu hengitettäessä ja puhuttaessa. Aiempi SARS1-virus infektoi keuhkot, jolloin se levisi yskittäessä ja aivastettaessa. SARS-CoV-2-viruksella on kaksi avainta solun sisään, joka tekee viruksesta ärhäkän. Balistreri tutkimus-



Kuva 1. Eri kaasuympäristöissä tapahtuvat muutokset platinapartikkelin pinnalla läpivalaisuelektronimikroskoopialla kuvattuna.

SARA BALS / ANTWERPENIN YLIOPISTO



Kuva 2. Ruostumattoman teräspinnan orientaatiokartta ennen ja jälkeen kuulapuhalluksen.

ryhmineen ja yhteistyökumppaneineen on pystynyt mikroskopian avulla kuvantamaan viruksen matkaa solun sisälle. Tätä kautta saadaan tietoa, millaisia lääkkeitä tarvitaan tukkimaan nämä virusten reitit.

Toisen päivän aloitti professori **Jianghua Chen** Hunanin yliopistosta (Kiina). Hän esitteli keraamimateriaalien, nanosauvojen ja metalliseosten erkaumien karakterisointia 3D-elektronitomografian avulla. Professori Chen osoitti, että alumiiniseoksissa olevien pienten erkaumien rakenteita määrittäessä tarvitaan atomiresoluution kuvantamisen lisäksi kvantitatiivista kuva-analyysiä. Tarkasti määritettyjen erkaumien rakenteisiin perehtymällä Chen ryhmineen on pystynyt selittämään autoteollisuudessa käytettävien AlMgSi-seosten karkaisumekanismeja atomitasolla.

Francis Crick -instituutin (Englanti) elektronimikroskopiayksikön johtaja **Lucy Collinsonin** aiheena oli korrelatiivinen valo- ja elektronimikroskopia. Näiden avulla voidaan kuvantaa solujen molekyylien ja organelien rakenteita ja sijaintoja. Pelkkien kuvien lisäksi voidaan koostaa myös 3D-dataa, jolloin suuriakin näytetilavuuksia voidaan tutkia nanometrien resoluutiolla. Collinson esitteli tutkimusryhmänsä kehittämiä näytteenvalmistusmenetelmiä sekä algoritmeja, joilla korrelatiivisen mikroskopian vaiheet nopeutuvat ja tarkkuus paranee.

Esityksiä materiaali- ja biotieteistä

Kutsuttujen puhujien lisäksi konferenssissa oli kahdeksan sessiota, joista materiaali- ja biotieteiden sessiot kulkivat rinnakkain. Näi-

Tampereen Mikroskopiakeskus

Lisätietoja ja yhteystiedot:

www.tuni.fi/en/research/tampere-microscopy-center

Virtuaalinen esittely: www.thinglink.com/scene/1430517326951743491.

tä esityksiä täydensivät 16 posteriesitystä, joiden videot olivat katsottavissa kahden viikon ajan samoin kuin muutkin esitykset. Kaiken kaikkiaan esityksiä käytiin katsomassa satoja kertoja myös jälkikäteen eli tallenteet olivat tärkeä osa konferenssia.

Materiaalitieteiden sessiot käsitelivät mm. atomitasoisen karakterisointia, elektronimikroskopian erityyppisiä mahdollisuuksia materiaalien karakterisoinnissa ja mallinnuksen yhdistämistä kuvantamiseen sekä *in-situ* elektronimikroskopioita. Lisäksi viimeisessä sessiossa esiteltiin erityyppisten atomivoimamikroskooppisovellusten mahdollisuuksia. Kuvassa 2 on esimerkki elektronimikroskoopilla mitatusta orientaatiokartasta ainetta lisäävällä menetelmällä valmistetun ruostumattoman teräksen pinnasta ennen ja jälkeen kuulapuhalluksen. Tampereen yliopiston väitöskirjatutkija **Tejas Gundgiren** mittaaman orientaatiokartan avulla pystytään arvioimaan käsittelyn aiheuttamia muodonmuutoksia teräksen pinnassa.

Biotieteiden sessiot keskittyivät solujen ja biomateriaalien (3D) kuvantamiseen ja kuva-analyysiin, fluoresenssimikroskopiaan sekä elektronimikroskooppisiin menetelmiin biologisten materiaalien tutkimuksissa. Materiaali- ja biotieteiden sessioiden esityk-



Kuva 3. Keskellä keskuksen johtaja, professori Minnamari Vippola, ympärillä tutkimusympäristöasiantuntijat Mari Honkanen ja Turcka Salminen, taustalla läpivalaisuelektronimikroskooppi (Jeol JEM-F200).

sistä palkittiin parhaat. Materiaalitieteiden parhaan esityksen palkinnon sai **Andreas Røsnes** Norjan teknis-luonnontieteellisestä yliopistosta esityksellään ”Differentiating Polyamorphous SiO₂ by SPED, PDF and Blind Source Separation Algorithm”. Biotieteissä palkinnon sai **Ilya Belevich** Helsingin yliopistosta esityksellään ”Democratizing deep learning for image segmentation with DeepMIB”. Parhaan posteriesityksen palkinnon sai **Cristopher Røhl Andersen** Tanskan teknillisestä yliopistosta otsikolla ”Local E-field manipulation of III-V nanowire catalysts in an environmental transmission electron microscope”.

Konferenssin kolmas päivä oli omistettu yritysten pitämille esityksille. Kahdessa rinnakkaisessa sessiossa kulkeneessa ohjelmassa 21 puhujaa 17 osallistuneesta yrityksestä esitteli viimeisimpiä uutuuksia elektronimikroskopian, karakterisointitekniikoiden, tietokonetomografian ja datan käsittelyn saralla.

TEKSTI: **MARI HONKANEN***, **TURKKA SALMINEN***, **KATI VALTONEN****, **MINNAMARI VIPPOLA***

*) TAMPEREEN MIKROSKOPIAKESKUS

**) TAMPERE WEAR CENTER

INNOVATING FOR PERFORMANCE

TEHOKASTA BETONIRUISKUTUSTA ILMAN PAIKALLISIA PÄÄSTÖJÄ

SmartDrive tuoteperheellä korkea tuotavuus alentuneilla kustannuksilla



Ei paikallisia päästöjä
Puhtaampi ilma



Suurempi nopeus & korkeampi suorituskyky



Parantunut turvallisuus
Vähemmän melua



Parantunut energiatehokkuus
Alemmat käyttökustannukset

Nevel energiaratkaisut teollisuudelle ja kunnille

Tarjoamme kestävän kehityksen mukaisia energiaratkaisuja, joiden avulla tuemme asiakkaita muutospolulla kohti uusiutuvaa energiaa ja CO₂-päästöjen vähentämistä. Investoimme ja operoimme puolestasi, jotta sinä voit keskittyä omaan ydinliiketoimintaasi.

Suunnitellaan yhdessä ratkaisut juuri sinun yrityksesi tarpeisiin.

Kari Föhr
Teollisuuden infrastruktuuriratkaisut
kari.fohr@nevel.com

nevel YOUR
NEXT LEVEL
UTILITY INFRA





3D-tulostus valtaa alaa

ASM Finlandin ja FIRPAN yhteisseminaari 8.6.2022

ASM Finlandin ja FIRPA ry:n (Suomen Pikavalmistusyhdistys, Finnish Rapid Prototyping Association) yhteinen seminaari ”3D tulostuksen haasteet, laatu ja suorituskyky” järjestettiin keskiviikkona 8.6.2022 Tampereella Museokeskus Vapriikin auditoriossa. Esitysten lisäksi seminaarissa oli pienimuotoinen 3D-tulostettujen osien näyttely sekä mahdollisuus tutustua museokeskuksen näyttelyihin seminaarin jälkeen. Seminaariin osallistui yhteensä 40 henkilöä.

Avaukspuheenvuorossaan tilaisuuden puheenjohtajana toiminut FIRPA ry:n puheenjohtaja **Mika Salmi** esitteli sekä ASM Finlandin ja FIRPAN että seminaarin ohjelman. Seminaarissa oli esityksiä suomen ja englannin kielellä.

Asiaa 3D-tulostuksen standardisoinnista ja toleransseista

Varsinaiset esitykset aloittanut **Frans Nil- sen** METSTA ry:stä kertoi 3D-tulostukseen liittyvästä standardisoinnista. Standardisointijärjestelmien kolme tasoa ovat globaali (ISO), eurooppalainen (CEN) ja kansallinen (SFS). 3D-tulostukseen liittyviä standardeja kehittää amerikkalainen ASTM International (aikaisemmin American Society for Testing and Materials), jonka standardit hyväksytään ensin ISO-, sitten CEN- ja edelleen myös SFS-standardeiksi.

Lait ja muu regulaatio säätelevät tällä hetkellä sitä, mihin 3D-tulostettuja osia voidaan käyttää. Laadunvarmistus on nousemassa keskeiselle osalle 3D-tulostukseen liittyvässä standardisointityössä, ja 3D-tulostusalalle halutaan sertifikaatteja ja pätevöintejä. Ma-

teriaalia lisäävä 3D-tulostus on lisätty myös uusittavana olevaan rakennustuoteasetukseen. Ehdotukseen sisältyvät vaatimukset ovat varsin kovia ja niiden kommentointi on nyt mahdollista. Rakennusteollisuudessa standardien käyttö on pakollista, muilla aloilla vapaaehtoista. Kehitteillä oleviin standardeihin voi vaikuttaa osallistumalla niitä kehittävien työryhmien työhön.

Esityksiä jatkoi METSTA ry:n **Jukka-Pekka Rapinoja**, joka käsitteli 3D-tulostusten teknistä tuotemäärittelyä, tarkennettuna geometrisia toleransseja lisäävässä valmistuksessa. 3D-tulostuksessa voidaan käyttää joko ISO GPS (Geometrical Product Specifications) -järjestelmää tai amerikkalaista ASME Y14.5 -toleranssijärjestelmää.

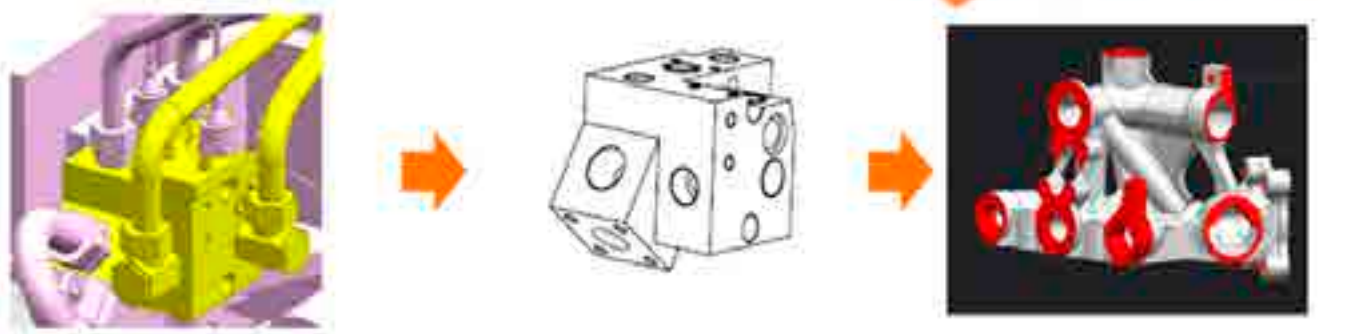
Sinänsä 3D-tulostus ei tuo geometrinen toleranssien määrittelyyn merkittävää uutta. Suurin toleranssien käyttöön liittyvä uudistus on mallipohjainen tuotemäärittely (Model Based Definition, MBD). Tämä tarkoittaa sitä, että piirustuksia ei enää ole, vaan kaikki tuotteen määrittelyyn liittyvä data lisätään digitaaliseen tuotemalliin.

MBD-tekniikassa geometrisissa toleransseissa tarvittavat peruselementit voidaan

määritellä 3D-malliin älykkäällä koneluettavalla tavalla, jolloin niiden todentaminen mittauksin on helppoa. Kun peruselementijärjestelmä on määritelty, asetetaan geometriset toleranssit (ISO 1101) ja muototoleranssit (ISO 1101, ISO 1660). Geometrisilla toleransseilla monitulkintaiset perinteiset pituusmittamerkinnot voidaan korvata yksiselitteillä määrityksillä.

ISO on julkaissut uuden yleistoleranssistandardin (ISO 22081). Se perustuu standardin ISO 1101 mukaiseen geometriseen muototoleranssiin. Kaikille toleroimattomille pinnoille voidaan asettaa yleistoleranssi. Suunnittelijan tehtävänä on löytää muototoleranssille lukuarvo; enää ei ole olemassa taulukoita, joiden avulla yleistoleransseja määritettäisiin. Tähän asti paljon käytetty yleistoleranssistandardi ISO 2768-1 on yhä voimassa (koskee pituusmittojen yleistoleransseja). Geometrisia yleistoleransseja käsittelevä ISO 2768-2 on sitä vastoin on kumottu ja sen käyttämistä ei enää suositella.

Pinnankarheudella on merkitystä erityisesti 3D-tulostetuissa osissa. Uusi pinnankarheuden standardi (ISO 21920) on kolmiosainen sarja, jossa määritellään uusi



Kuva 1. Polttoaineen syöttöjärjestelmän komponentti (vasen kuva) ja sen koneistamalla valmistettava (keskikuva) ja 3D-tulostamalla valmistettava versio (oikea kuva)

pinnankarheuden merkintä, oletustulkinta ja käytettävissä olevat pinnankarheuden parametrit. Standardin ISO 21920 uuden oletusarvon mukaan yksikään pinnankarheuden mittaustulos ei saa ylittää annettua raja-arvoa; aikaisemmin 16 % mittauspisteiden tuloksista sai olla raja-arvon ulkopuolella. Vanha merkintätapa ei sinällään ole poistunut; jos sitä haluaa edelleen käyttää, tulee se merkitä tuotemalliin tai piirustuksiin.

Edellä mainittu mallipohjainen tuotemäärittely tarkoittaa sitä, että kaikki tuotteen liittyvä data luodaan yhteen tietomalliin, joka on käytössä koko tuotteen elinkaaren ajan kaikissa tuotteeseen liittyvissä prosesseissa. Tietomallia säilytetään yhdessä paikassa. MBD-toteutustaso voi olla piirustus pohjainen, se voi käsittää 3D-mallin ja piirustuksen, se voi olla kokonaan mallipohjainen tai vielä kehittyneempänä versiona tuotteen digitaalinen kaksonen.

Mallipohjaisen tuotemäärittelyn käyttöönotolle haasteita asettavat suunnittelussa nykyisten CAD-järjestelmien puutteelliset ominaisuudet, kunnollisten vaatimusmäärittelyjen tekeminen (esim. ISO GPS-toleranssimäärittelyt), datan esittäminen ja tiedon jakelu eteenpäin. Valmistuksen puolella haasteita asettavat toimintatapojen muutoksen ohella mm. eri AM-ohjelmistojen kyky lukea MBD-dataa, datansiirtoformaatit sekä MBD-mallin luettavuus. Koko ekosysteemin kannalta haasteellisia ovat valmius datan käyttöön, tarvittavien CAx-ohjelmien määrä sekä koulutustason nostaminen. MBD:stä on julkaistu uusi suomenkielinen opas, joka on saatavissa METSTAN sivuilta.

Yritykokemuksia ja puhetta suunnittelusta

Lisäävän valmistuksen (AM) asiantuntija **Francesco Trevisan** kertoi 3D-tulostuksen

käytöstä Wärtsilässä. Lyhyen yritys esittelyn jälkeen hän totesi, että vuosina 2010-2016 Wärtsilässä tehtiin jotain kokeiluja liittyen 3D-tulostuksen käyttöönottoon, mutta uuden valmistusteknologian suomia vapauksia ei osattu vielä tuolloin hyödyntää. Vuodesta 2018 alkaen yrityksessä lähdettiin systemaattisesti opettelemaan uudenlaista lähestymistapaa, jota kannattava lisävä valmistus vaatii. Sitten pelkäästään viime vuonna syntyi yli 130 uutta tuotetta metalleista, muoveista ja komposiiteista. Niitä käytetään mittalaitteissa, nostolaitteissa, koneosissa sekä kiinnittimissä ja jigeissä.

Alussa 3D-tulostettuihin komponentteihin kohdistui paljon epäilyjä: materiaali ei kestä, tulosteiden käytöstä ei ole saatavissa dataa tai referenssejä ja laadunvarmistusta pidettiin ongelmallisena. Nykyään Wärtsilässä toimii Wärtsilä Hub for Additive Manufacturing WHAM-tiimi, johon 3D-tulostukseen liittyvät toiminnot on keskitetty.

Valmistettavat komponentit on jaettu kolmeen kriittisyysluokkaan: high, medium ja low sen mukaan, kuinka keskeisiä ja merkittäviä ne ovat koko järjestelmän toiminnan kannalta. Kappaleelle ja sen materiaalille asetettavat vaatimukset kasvavat kriittisyysluokan mukana.

Esimerkkinä Trevisan kävi läpi moottorin polttoaineen syöttöjärjestelmän komponentin, joka aikaisemmin on valmistettu koneistamalla (kuva 1). Komponenttiin kohdistuu pahimmassakin tapauksessa allr 10 barin paine, ja sen käyttölämpötila lämpötila on 100 °C. 3D-tulostuksen mahdollistamien geometria- ja ainepaksuusmuutosten ansiosta kappaleen materiaalin säästöpotentiaali on yli 90 % ja kustannussäästöpotentiaali noin 35 %.

3D-tulostetuille komponenteille suoritettiin kattavat ainetta rikkomattomat ja ai-

netta rikkovat tutkimukset sekä ns. PFMEA (Proces Failure Mode Effects Analysis)-analyysi. Tulosten perusteella komponentille on laadittu koko valmistusprosessin kattava MPS (Manufacturing Procedure Specification), joka määrittää jokaisen valmistusvaiheen ja siinä käytettävät tarkastukset sekä tarvittavan informaation. Se määrittää jokaisen valmistustoiminnon tarkastusparametrit tai hyväksymiskriteerit ja se liitetään osaksi toimittaja- ja tuotevalidointiprosessia.

Wärtsilän ensimmäisten 3D-tulostettujen komponenttien on määrä tulla sarjatuotantoon vuoden 2023 aikana. Sitä varten suoritetaan validoitujen toimittajien kanssa valmistusprosessin käyttöönottoa ja selvitetään uusia prosessin laadunvarmistusteknologioita.

Ajureina AM:n käytölle Wärtsilässä ovat aika, suorituskyky ja raha. Wärtsilä tahtoo aina käyttää standardisoituja menetelmiä ja tuotteita sekä niihin sitoutuvia toimittajia.

Key Account Manager **Jasperi Kuikka**, Huld Oy, paneutui esityksessään ”Suora puhetta suunnittelusta” 3D-tulostettujen tuotteiden suunnittelun haasteisiin. Huld Oy on koneerakennuksen ja konekomponenttien alalla toimiva, Ylivieskassa vuonna 2010 perustettu suunnittelutoimisto. Nyt Espoossa toimivalla Huld Oy:llä on yli 500 työntekijää, yli 40 M€ tulokertymä (2021) ja 16 toimistoa. 3D-tulostukseen Huld alkoi suuntautua vuonna 2018 ja nyt teeman parissa työskentelee aktiivisesti noin 10 henkilöä. Yhtenä painopistealueena ovat digitaaliset varaosat.

Jasperi Kuikka käsitteli esityksessään kolme 3D-tulosteiden suunnitteluun liittyvää teemaa: valinnan vaikeutta, vapauden vankeilaa ja skaalautuvuutta. Valinnan vaikeus tulee vastaan 3D-tulostettavien komponenttien löytämisessä. Teknologialla on rajansa

NUCOBAM - Coupons printed for methodology development



This project has received funding from the Euratom research and training programme 2014-2018 under grant agreement No 945313.



Kuva 2. 3D-tulostettuja koesauvoja eri materiaali- ja prosessiominaisuuksien testaamista varten.

(esim. kappaleen koko). Suunnittelutiimien on otettava asia omakseen ja ryhdyttävä ajattelemaan ainetta lisäävästi aineen poistamisen asemesta. Itsetarkoituksellisuuden loukkuun ei tule langeta. Eräs ongelma on tietää, keneltä voi kysyä, ja muutosvastarinta on yleensä melkoinen.

Vapauden vankilaan voi joutua siitä, että 3D-alalla voi tehdä ja testata lähes mitä hyvänsä, mutta miten voi varmistaa sen, että saavutetaan se, mitä tavoitellaan? Optimointi on mahdollista, mutta mitä pitäisi optimoida? Pienten osaprojektien tapauksessa ei useinkaan ole aikaa hieroa kaikkia mahdollisuuksia. Lupaukset ja oletukset eivät välttämättä vastaa todellisuutta esim. kappaleiden tarkkuuden osalta. Tämä kaikki johtaa tuotekehitysprosessin merkityksen kasvamiseen.

Monimutkaiset muodot ovat usein hankalia ja aikaa vieviä mallinnettavia. Optimointiin pyrkivässä suunnittelussa ajaututaan usein raja-arvojen tuntumaan hakemaan ohuinta seinämänpaksuutta, pienintä reikää tai tarkinta piirrettä, mutta harva osaa sanoa varmasti, mikä toimii ja mikä ei. Päädytään usein todella raskaisiin malleihin ja suuriin tiedostokokoihin, jolloin niiden virheetön siirtäminen ja käsittely tulevat haasteellisiksi. Vapauden vankilan voi välttää yhdistämällä luovuuden ja tehokkuuden.

Kysymys skaalautuvuudesta tulee vastaan, kun 3D-komponentin suunnittelu on valmis ja ryhdytään muun valmistusdokumentaati-

on laatimiseen. Mitä kuviin merkitään? Mikä on vastuunjako suunnittelun ja valmistuksen välillä? Miten varmistetaan se, että osista tulee toistettavia, kun valmistusprosessin muuttujia on satoja? Käytänteet vaihtelevat paljon, jos niitä on yleensä olemassa. Tämän vuoksi Huld on laatinut AM Design Guidelinen, joka ottaa kantaa näihin kysymyksiin.

Osaako hankintaosasto toimia 3D-tulosteiden kanssa? Valmistuskapasiteetti on Suomessa toistaiseksi hyvin rajallinen varsinkin suurempien kappaleiden kohdalla ja tämä on otettava huomioon R&D-projektien riskianalyseissä. Kehittyneitä liiketoimintamalleja tarvitaan esim. digitaalisten varaosien kohdalla. Huldin toimintatapa on AM-valmistuksen tiimi, jolla on käytössään parhaat mahdolliset työkalut, AM Design Guiden sekä parhaiden käytäntöjen käyttö, tehtyjen projektien läpikäynti sekä kumppanuusien kehittäminen valmistuksen alueella.

Keskustelussa tuotiin eräänä ongelmana esille se, että 3D-tulostuksessa valmistusparametrit vaikuttavat myös materiaaliominaisuuksiin ja saattaa olla vaikeaa päättää, kenen vastuulla lopulta on valmistuksen prosessi-parametrien määrittely.

3D-tulosteet ydinvoimateollisuudessa

Alejandro Revuelta VTT:ltä kertoi Teamsesityksenä 3D-tulosteiden käytön haasteista ydinvoimateollisuudessa. Teollisuuden Voi-

ma Oyj ja Fortum toteuttavat yhdessä hankkeen, jossa testataan 3D-tulostetulla venttiilipesällä varustetun venttiilin toimintaa Olkiluodon ydinvoimalassa. Venttiilin toimittajana on Neles Oy ja sen asentaa TVO.

Revueltan mukaan 3D-tulostuksella on merkittävä potentiaali monimutkaisten ongelmien ratkaisemisessa, mutta hyväksynnän tiellä on monia esteitä: epäluottamus 3D-tulostettujen komponenttien laatuun kohtaan, riittämätön materiaalin ja suunnittelun tuntemus sekä suunnitteluohjeiden ja standardien huono saatavuus. Hankkeen käynnistämiseksi pidettiin vuoden 2019 toisella neljänneksellä osakkaiden yhteinen työpa- ja, jossa kartoitettiin eri tahojen kiinnostus hankkeeseen, asetettiin tavoitteeksi saada 3D-tulostetut komponentit teolliseen käyttöön vuonna 2029 ja laadittiin alustava tiekartta hankkeen toteuttamiseksi.

Kirjallisuustutkimuksella kartoitettiin ydinvoimateollisuudessa käytettäviä komponentteja, jotka mahdollisesti sopisivat 3D-tulostettaviksi. 3D-tulostuksen soveltuvuus näiden komponenttien valmistukseen tutkittiin sekä teknisistä että turvallisuusnäkökulmista. Samoin tutkittiin laadunvarmistus- ja -kontrollintimenetelmät komponenttien turvallisen käytön varmistamiseksi.

Ruostumattoman teräksen AISI 316L 3D-tulostukseen laserjauhepeticulatus (L-PBF) -menetelmällä liittyvät standardit käytiin läpi ja todettiin, että useita luonnos-

vaiheessa olevia standardeja on pian tulossa julkaistaviksi. Säteilyn vaikutuksiin, väsymiseen tai korroosioon liittyviä standardeja ei kuitenkaan ole vielä näköpiirissä.

Tutkittavan venttiilipesän materiaalina käytettävän AISI 316L-teräksen ominaisuuksia tutkittiin 3D-tulostetuilla koesauvoilla erilaisten liuosheikutuskäsittelyjen jälkeen sekä vetokokein että Charpy V-iskusitkeys-kokeiden avulla ja tuloksia verrattiin samat käsittelyt läpi käyneisiin perinteisiin teräksiin. Lujuusarvot täyttivät perinteisten terässtandardien vaatimukset kaikissa käsittelytiloissa. Iskuenergian havaittiin AM-teräksissä laskevan kasvavan liuosheikutuslämpötilan ja hitaan jäähtymisen johdosta.

Vaativissa kohteissa käytettävien komponenttien hyväksymismenettelyssä olennaisia kriteereitä ovat valmistusprosessin stabiilisuus, toistettavuus sekä monistettavuus (sama tulos saavutetaan eri valmistajien prosesseilla ja laitteistoilla). Alejandro Revuelta kertoi kansainvälisestä NUCOBAM-tutkimushankkeesta, jonka tavoitteena on mm. kehittää AM-valmistetuille ydinteollisuudessa käytettäville komponenteille hyväksymismetodologia, jota voidaan ehdottaa sekä standardisointityötä tekeville että suunnittelejoita laativille tahoille.

Hankkeessa on mukana neljä AM-valmistajaa (yhtenä VTT), joilla on erilaiset laitteistot. Hankkeessa tulostetaan kaikkien valmistajien laitteistoilla koesauvoja (kuva 2), jotka testataan hankkeen yhteistyökumppanien toimesta edellä mainittujen hyväksymiskriteereiden määrittämismetodologian kehittämiseksi. Hankkeessa on mukana kaikkiaan 13 yhteistyökumppania, jotka kehittävät metodologiaa AM-valmistuksen laadunvarmistukseen sekä prosessimonitorointia samoin kuin ainetta rikkovaa ja rikkomatonta testausta sen työkaluiksi.

Hankkeen lisäksi pitkän tähtäimen tavoitteena on AM-valmistuksen kokonaisvaltaisen laadun johtamisjärjestelmän (AM Total Quality Management) kehittäminen ja soveltaminen myös ydinvoimateollisuuden komponentteihin teollisesti relevantissa toimintaympäristössä.

Metallien 3D-tulostuksen tilanne Suomessa

DIMECC Ltd:n ekosysteemi-johtaja **Markus Korpela** käsitteli esityksessään metallien 3D-tulostuksen tilannetta ja tulevaisuutta Suomessa. Yleisistä trendeistä hän totesi, että laserjauhepetitulostuksen kokonaiskustannukset ovat laskeneet merkittävästi muuttaman vuoden aikana. Lasertulostusyksikössä voi olla useampia lasereita tai yhdellä laserilla

voidaan käyttää useampaa kasvatusalustaa. Myös kahden materiaalin jauhelevityslaitteistoja voidaan nykyään käyttää samassa yksikössä.

Kehitystyöllä kustannuksia voidaan jatkossa laskea edelleen. Seurauksena yhä useampi yritys on ottanut isoja askelia lähtiessään selvittämään metallien 3D-tulostuksen käyttömahdollisuuksia toiminnassaan tai herättäessään henkiin aikaisempia teemaan liittyviä projekteja. Suomessa suurta kiinnostusta on herättänyt WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing) -teknologia. Sen käytössä Andritz Savonlinna Works on toiminut kansallisena esimerkkinä ja madaltanut muiden kynnyistä tutkia teknologian mahdollisuuksia.

Tällä hetkellä noin 10 yritystä tarjoaa Suomessa palveluna metallien 3D-tulostusta laserjauhepetisulatuskoneella. Neljällä yrityksellä kone on hankittu konepajatoiminnan kylkeen. Pelkkää 3D-tulostusta tekevien yritysten liikevaihto on noin 1-3 M€ vuodessa ja kasvua on 20-30 %/v. Vuonna 2022 kansalliseen laitekantaan on tulossa 4-5 uutta tai käytettyä laserjauhepetisulatuskonetta.

Muista 3D-tulostustekniikoista Suomessa on WAAM (Andritz Savonlinna) sekä muutama pursotukseen perustuva teollisen tason 3D-tulostin. VTT:llä on sideaineen suihkutukseen (binder jetting) perustuva kaupallinen laitteisto.

Tutkimuslaitoksilla on noin 10 metallien 3D-tulostinta. Turussa on globaalisti merkittävä metallien 3D-tulostinlaitteiden valmistajan (EOS) materiaali- ja prosessikehityskeskus EOS Finland, jossa on yli 20 metallien 3D-tulostinta ja yli 30 vuoden kokemus materiaalien ja prosessien kehitystyöstä.

Kipukohtina suomalaisessa 3D-tulostuksessa ovat mm. valmistussopimuksien puute, joka hidastaa palveluntarjoajien kehitystä. Laitekanta on valmistuskapasiteetiltaan suhteellisen pientä ja isompia koneita sekä prosessin monitorointilaitteistoja puuttuu valikoimasta. Osa teknologioista puuttuu kokonaan eikä hyviä case-tapauksia saada aina viedyksi maaliin, vaikka tunnusluvut olisivat hyviä.

Suomeen on perustettu 3D-tulostusta edistämään ja kilpailuetua tuottamaan FAME (Finnish Additive Manufacturing Ecosystem) -3D-tulostusyritysekosysteemi. Yritysvetoinen, julkisen rahoituksen tukema ekosysteemi on kasvanut alun kymmenestä kolmeenkymmeneen yritykseen ja tavoitteena on viisikymmentä jäsentä ensi vuoden lopulla. Metallien 3D-tulostuksen lisäksi vuonna 2022 mukaan on tullut myös muovipuoli. FAME palvelee yrityksiä ja palvelun tarjoajia, jotka haluavat kasvattaa 3D-tulos-

tusosaamistaan.

Yhtenä esimerkkinä FAME-ekosysteemin toiminnasta on DIMECCin vetämä, vuosina 2022-2024 toteutettava DREAMS Business Finland Co-Innovation -TKI-projekti, jonka budjetti on 6 M€. Projektissa muun muassa tulostetaan eri 3D-tulostimilla 10 000 koesauvaa, joiden testaustuloksista laaditaan avoin materiaalitietokanta. Vaasaan avataan vuonna 2022 yhteiset 3D-tulostuskokeilutilat, joissa kokeilutoiminta alkaa maaliskuussa 2023. Muina tavoitteina ekosysteemissä ovat mm. korkeudeltaan 1,5-metrinen olevan ja 200 kg painavan painesäiliön valmistaminen WAAM-tekniikalla sekä Suomen suurimman laserjauhepetisulatuksella valmistetun kappaleen tuottaminen, vuotuisten FAME-päivien järjestäminen, ekskursion jne.

Yhteenvedona Markus Korpela totesi, että metallien 3D-tulostus on Suomessa vahvassa myötätuulessa. Yhä useammat yritykset ovat panostamassa siihen. Laitekanta on vahvassa kasvussa ja uusia teknologioita sekä monitorointilaitteistoja on tulossa. Alan yhteistoiminta on viriämässä, joka osaltaan nopeuttaa kehityksen eteenpäin viemistä. 3D-tulostus on kuitenkin yksi valmistusvaihtoehto muiden joukossa eikä siihen pidä ladata ylisuuria odotuksia.

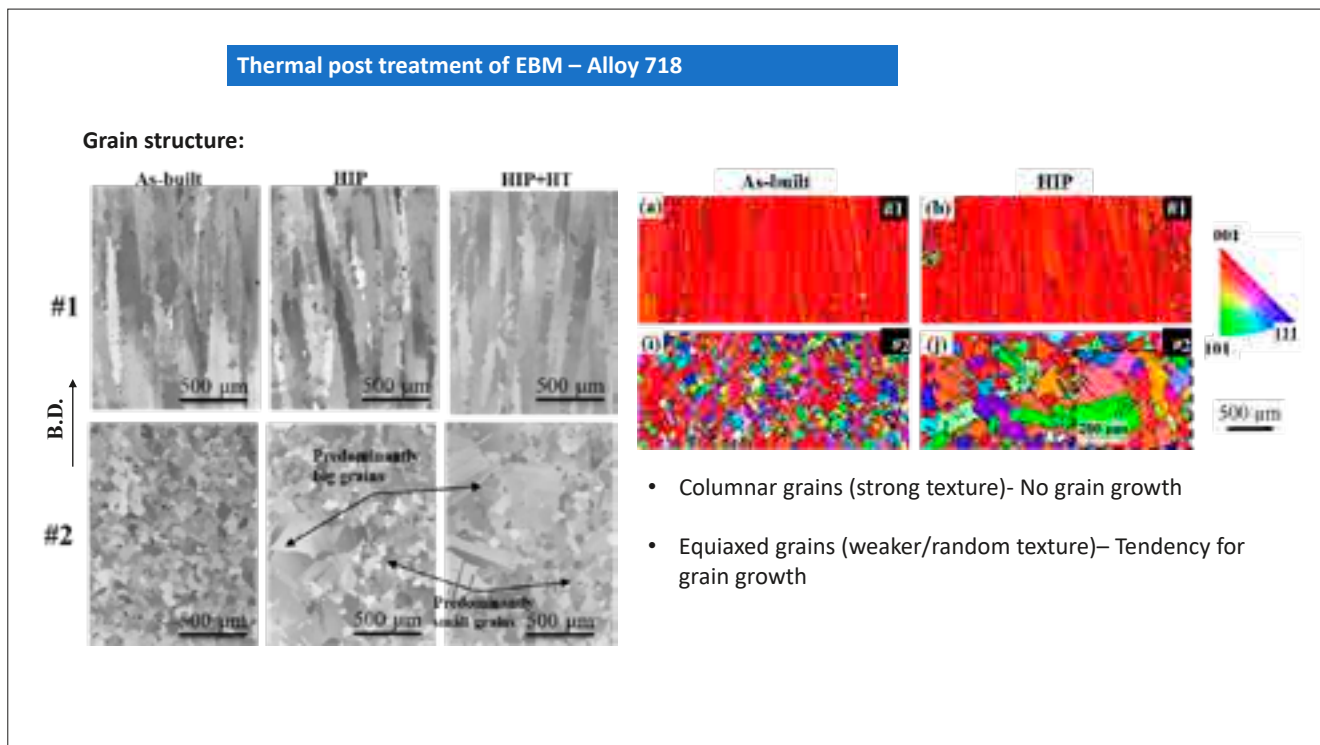
3 D-tulostettujen metallikomponenttien jälkikäsittelyistä

Tejas Gundgire Tampereen yliopiston Materiaalitieteen ja ympäristötekniikan yksiköstä kertoi tutkimushankkeesta, jossa selvitettiin yhteistyössä Oulun yliopiston Kerttu Saalasti-instituutin kanssa 3D-tulostettujen komponenttien jälkikäsittelyjen vaikutusta niiden pinnanlaatuun ja materiaaliominaisuuksiin.

Tutkimuksessa tarkastellut jauhepetipohjaiset AM-valmistustekniikat olivat elektronisuihkusulatusta ja lasersulatusta (taulukko 1). Elektronisuihkusulatuksessa saadaan prosessiparametreja muuttamalla materiaaliin syntymään joko voimakkaasti suuntautunut pylväskidemäinen tai tasa-akselinen mikrorakenne.

3D-tulostettujen kappaleiden laatua ja materiaaliominaisuuksia heikentäviä tekijöitä ovat mm. käytetystä jauheesta ja valmistusprosessista peräisin olevat viat kuten kutistumishuokokset, puutteellinen sulaminen ja kaasuhuokoisuus. Materiaaliominaisuuksien anisotropia, ei-toivotut faasit, riittämätön pinnanlaatu ja haitalliset jäännösjännitykset ovat muita laatua ja ominaisuuksia heikentäviä tekijöitä.

Näiden vaikutuksia voidaan eliminoida kappaleiden jälkikäsittelyjen avulla. Mah-



Kuva 3. AM Alloy 718 -seoksen pylväskiteinen ja tasa-akselinen mikrorakenne 3D-tulostuksen ja jälkikäsittelyjen jälkeen.

dollisia jälkikäsittelyjä ovat mm. isostaattinen kuumapuristus (Hot Isostatic Pressing HIP), lämpökäsittelyt sekä kappaleiden kuulapuhallus (Shot Peening, SP). Isostaattisella kuumapuristuksella saadaan kappaleen sisäinen huokoisuus eliminoiduksi. Lämpökäsittelyillä voidaan homogenisoida kappaleen mikrorakenne, erkauttaa lujittavia faaseja ja poistaa sisäisiä jäännösjännityksiä. Kuulapuhalluksella voidaan parantaa kappaleen pinnanlaatua ja luoda pintakerrokseen mm. väsymiskestävyyden kannalta hyödyllisiä sisäisiä puristusjännitystiloja.

Tejas Gundgire tarkasteli esityksessään kahta eri jälkikäsittelytapaa: Elektronisuihkusulatetun nikkelpohjaisen AM-superseoksen Alloy 718 lämpökäsittelyä (HIP, tai HIP+liuoshehkutus ja erkautus) sekä lasersulatetun AM-ruostumattoman teräksen AISI 316L kuulapuhallusta. Alloy 718 -materiaalista oli prosessiparametrien valinnan avulla valmistettu sekä pylväsmäisen että tasa-akselisen kiderakenteen näytteitä. HIP- ja lämpökäsittelyparametrit on esitetty taulukossa 2.

Valmistustilaisen AM Alloy 718-seoksen näytteiden huokoisuudessa oli eroja eri mikrorakenteiden välillä. Pylväsmäisen kiderakenteen näytteiden huokoisuus oli selvästi alle 0,2 tilavuusprosenttia (vol.%), kun tasa-akselisen kiderakenteen näytteissä huokoisuus oli hiukan yli 0,8 vol.%. HIP-käsitellyn jälkeen huokoisuus oli molemmissa näyt-

Powder bed fusion metal AM techniques:

EBM (Electron beam melting)

SLM (Selective laser melting)

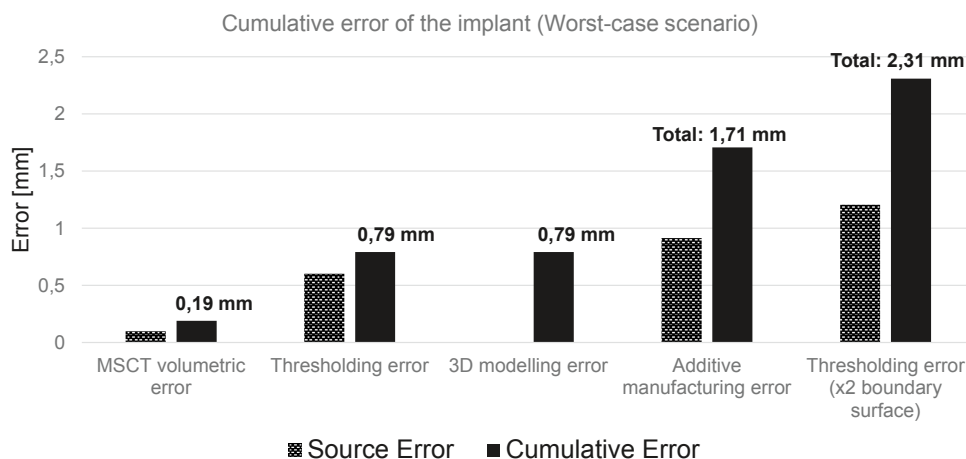
	EBM	SLM
Heat source	Electron beam	Laser beam
Protective atmosphere	Vacuum (to avoid collision of electrons with gas molecules)	Inert gas (argon)
Process temperature	Elevated temperature	Significantly lower
Residual stress	Relatively lower	Higher
Powder size	Coarser (50-106 micron)	Finer (10-60 micron)
Surface roughness	more	Less

Thermal post treatment of EBM – Alloy 718

RC = rapid cooling, FC = furnace cooling

Post Treatment	Parameters
HIP	<ul style="list-style-type: none"> • 1120°C/100 MPa/4 h/RC
HIP+HT	<ul style="list-style-type: none"> • HIP: 1120°C/100 MPa/4 h/RC • HT <ul style="list-style-type: none"> • Solution Treatment: 954°C/1 h/RC to RT • Aging: 740°C/4 h/FC to 635°C/1 h/RC to RT

Implant cumulative error can be significant in maxillo-facial surgical procedures



Kuva 4. Mittaepävarmuuden ja siitä seuraavan komponentin maksimimittavirheen kumuloituminen biologisen implantin 3D-tulostusprosessin eri vaiheissa.

teissä luokkaa 0,03 vol.% tai pienempi eikä huokoisuus enää merkittävästi muuttunut HIP-käsittelyn jälkeisessä lämpökäsittelyssä. Voimakkaasti suuntautuneen pylväskiderakenteen näytteissä ei tapahtunut rakeenkasvua HIP-käsittelyssä, kun taas tasa-akselisen kiderakenteen näytteissä paikallinen rakeenkasvu johti raekooltaan epähomogeeniseen mikrorakenteeseen (kuva 3).

Valmistusprosessin aikana AM Alloy 718 raerajoille oli erkautunut δ -faasia ja rakeiden sisään γ'' -faasia sekä pylväskiteisen että tasa-akselisen raerakenteen näytteissä. Nämä faasit liukenivat HIP-käsittelyn aikana (δ -faasin liukenemislämpötila on noin 1000 °C). δ -faasi erkautui uudelleen raerajoille HIP-käsittelyä seuranneen liuoshehkutuksen aikana ja γ'' -faasi puolestaan erkautui uudelleen rakeiden sisään liuoshehkutuksen jälkeisessä kaksivaiheisessa erkautuskäsittelyssä.

Seurauksena seoksen mikrokovuus aleni HIP-käsittelyssä alle puoleen valmistustilaisen näytteen kovuudesta. HIP-käsittelyn jälkeisessä liuoshehkutus- ja erkautuskäsittelyssä kovuus nousi jonkin verran valmistustilaisen näytteen kovuutta korkeammaksi pääasiassa kontrolloidun erkautuskäsittelyn tuottaman hienojakoisemman γ'' -erkaumajakauman vuoksi.

Ruostumattoman AM-teräksen AISI 316L kuulapuhalluskokeet suoritettiin Oulun yliopiston Kerttu Saalasti -instituutissa. Jään-

nöjännitysmittaukset tehtiin röntgendiffraktiomenetelmällä. Laserjauhepetisulatuksen jälkeen näytteiden pinnassa oli sulamattomia partikkeleita ja roiskeita. Valmistustilaisten näytteiden pintaan kohdistettiin yhteensä 42 kuulapuhalluspyyhkäisyä. Niiden ansiosta sulamattomat partikkelit ja roiskeet katosivat, pinnankarheus aleni huomattavasti ja muokautuneen pintakerroksen raekoko pieneni. Pinnan kovuus kasvoi muokkauslujittumisen ansiosta ja pintakerrokseen muodostui sisäinen puristusjännitystila.

3D-tulostettujen lääketieteellisten potilaskohtaisten implanttien tarkkuudesta

Aalto-yliopiston tohtorikoulutettava M.Sc. Jan S. Akmal kertoi esityksessään potilaalle henkilökohtaisesti räätälöidyn 3D-tulostetun lääketieteellisen implantin valmistustarkkuuden arvioimisesta ja tarkkuusepävarmuuden kehittymisestä koko implantin valmistusketjun aikana. Optisen scanning-mittausteknologian kehittyminen on mahdollistanut geometrialtaan vapaamuotoisten kappaleiden mittatarkkuuden arvioimisen ja määrittämisen valmistusprosessin eri vaiheissa. Tällaiset toimenpiteet ovat tarpeen, jotta implantin paikoilleen asentava kirurgi voi ottaa mahdolliset tarkkuusepävarmuudet huomioon implantin asennusoperaatioissa. Optisella scanning-mittausteknologialla on

myös mahdollista tuottaa 3D-malli olemassa olevasta kappaleesta.

Implantin valmistusketjun vaiheet ovat implantin asennuskohteen lääketieteellinen kuvantaminen, implantin STL-tiedoston luominen kuvantamisen tuloksista, 3D-mallin laatiminen implantista ja implantin 3D-tulostus. Kuhunkin valmistusvaiheeseen liittyvät omat mittaustarkkuuden epävarmuustekijänsä, joiden vaikutus kumuloituu valmistusketjussa edettäessä.

Lääketieteellisen kuvantamisen mittaepävarmuus on varsin pieni. Sen aiheuttama maksimivirhe implantin 56,852 mm mittapituudella oli 0,191 mm. STL-tiedoston laatimisessa syntyvät mittaepävarmuudet olivat suurempia ja riippuivat käytetyistä laatuparametreista. Optimoidun STL-tiedoston epävarmuuksista syntyvä implantin maksimivirhe yllä mainituilla mittapituudella oli 0,602 mm.

3D-mallin laatimiseen liittyvät epävarmuudet olivat valmistusketjun pienimmät. Pahimmillaan niistä voi aiheutua implantin mittoihin vain 0,00005 mm virhe 56,852 mm mittapituudella. Implantin 3D-tulostukseen liittyvät epävarmuudet olivat kaikkein suurimmillaan kasvatussuunnassa (z-akseli) ja niistä aiheutuva implantin maksimivirhe tarkastelumittapituudella oli 0,914 mm.

Mittaepävarmuuden kumuloitumislain perusteella yllä mainituista mittaepä-

varmuuksista aiheutuva implantin maksimimittavirhe tarkastelumittapituudella oli 1,71 mm (kuva 4). Koska STL-tiedoston laatimissa syntyvä mittaepävarmuus liittyy särmän sijaintiin, kaksinkertaistuu epävarmuus ja siitä aiheutuva maksimivirhe mallinnettaessa esim. implantilla paikattavaa reikää.

Nyt tutkittavassa tapauksessa kasvatti kumuloituvaa mittausvirheeseen voimakkaammin vaikuttavan STL-tiedoston laatimisepävarmuuden kaksinkertaistaminen implantin maksimaalisen mittavirheen 2,31 millimetriin. Näiden mittaepävarmuuksien tunteminen auttaa asennusoperaation suorittavaa kirurgia varsinaisen asennusoperaation suunnittelussa.

Esityksen pohjana käytetty tutkimus ja sen tulokset on kuvattu tarkemmin lähde-teoksessa [1].

3D-tulostus ilmailuteollisuudessa

Vice President **Jarkko Tikka**, Patria Aero Engineering & Avionics, kertoi AM-valmistuksen laadusta ja haasteista ilmailuteollisuuden näkökulmasta. Uusvalmistus, muutokset, korjaukset ja ylläpito luovat tarpeita AM-valmistuksen käyttöön. Tikka rajasi uusvalmistuksen pois esityksestään.

Ilmailu on kaikilta osiltaan varsin säädeltyä toimintaa. Siviili- ja sotilaspuolella alaa valvovat eri viranomaiset, joita kiinnostaa lähtökohtaisesti ainoastaan turvallisuus. Tämä johtaa tyyppillisesti varsin konservatiiviseen tulokulmaan ja viranomaiset haluavat osallistua suunnittelun hyväksyntään. AM-valmistuksessa hyväksytyt teknistä suunniteluohjeistusta alkaa olla saatavilla.

Suunnittelun ja sertifiointin näkökulmasta AM-valmistus on lähellä valuja ja hitsausta. Valut ja hitsaus on otettu käyttöön paljon aikaisemmin, ne ovat pitkälti sertifioituja ja luotettavuuden osoittamisen vaatimustaso on noussut niiden käyttöönosta merkittävästi. Valmistuslaitteista saadaan paljon prosessitietoa ja valmistusprosesseja pystytään simuloimaan, mutta käytännössä sertifiointikyky rajoittuu usein staattisiin tapauksiin. Varsinkin korjauksissa tarve syntyy usein väsymisestä tai korroosiosta, joiden ymmärtäminen on tärkeää. Näistä on olemassa yleistä tietoa, joka karttuu testidatan myötä, mutta sen hyödyntämiskyky sertifiointissa on rajallista.

AM-valmistuksen teknisiin hyötyihin voidaan laskea materiaalin tehokkaampi käyttö muotoiluvapauden ansiosta. Samalla kuitenkin kriittinen materiaaliolosuus kasvaa. Korjauksissa AM-valmistuksella on potentiaalia, koska ne ovat kiireellisiä yksittäistapauksia. Otollisia sovellusalueita tällä hetkellä ovat modifikaatiot laitetoissa ja ohjaamoympäristöissä. Kohteet ovat tyyppillisesti jäykkyskriittisiä ja sisältävät kiinnityspisteiden tuottamista 3D-tilavuudessa sekä pakollisten ”esteiden” väistämistä.

Perinteisten kantavien rakenteiden tehokkuutta on AM-menetelmillä vaikea parantaa esim. pintalevyissä ja salkorakenteissa. Kriisiaikana AM-valmistuksen hyötyjä voi olla oletettua vaikeampi saavuttaa.

Kaupallisemmassa mielessä aikajanahan hallinta on usein kustannuksia tärkeämpää. Viranomaisten vasteajalla ei ole lupausta. Tarkastustoimenpiteet kuten materiaalin tositus

tuovat lisätyötä. Toimittajakentän stabiilisuus on edellytys ennustettavuudelle eli liiketoiminnalle ja intressi ilmailluuta kohtaan voi olla heikko pienen volyymin ja runsaan paperisodan vuoksi. Toimijoiden pitkän tähtäyksen tavoitteet tulisi tunnistaa avoimesti, jolloin AM-valmistaja voi tuottaa ”avaimet käteen” -paketin.

Tulevaisuudessa AM-tulosteiden koraajoitukset säilynevät vielä pitkään. Riskiperustainen suunnittelu on vasta viimeinen, joskin luovallinen toimintatapa, joka johtanee hiljalleen hyväksytyihin suunnitteluarvoihin. Viranomaiset tottuvat aikanaan tähänkin teknologiaan, mutta se voi kestää. Pienen volyymin vuoksi syntyy verkostoja, joissa on johonkin osaan erikoistuneita toimijoita. Patrialle sertifiointikyky on kriittistä osaamista, ja piirustuksiinkin luotetaan edelleen. ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

HD Grön-pesuaine ja Custos-suojavaha

Tuotteet sopivat maatalous, maanrakennus- ja metsätyökoneille, kuorma-autoille ja rakennusten julkisivuille

PUHTAUTTA JA SUOJAA VAIVATTOMASTI JA KESTÄVÄSTI

Pesuaineen ominaisuudet

- Antaa suojan joka on helppo puhdistaa jatkossakin
- Liottaa öljyä, rasvaa, nokea, tiepölyä ja hyönteisiä
- Poistaa staattisuutta
- Sopii muovipinnoille
- Sopii painepesuun
- Helppo huuhdella
- Taloudellinen ja tehokas tiiviste
- Jättää kiiltävän pinnan



Cortec VpCI R emitteri

Ainutlaatuinen patentoitu liimattava vaahtomuovitarra ja kapseli sähkölaitteiden korroosionestoon.

Luovuttaa korroosionestoainetta kaasumaisessa muodossa ja tiivistyy suojattavan metallin pinnalle muodostaen korroosiota estävän molekyylikerroksen.

- Kolme eri kokoa
- Taloudellinen ja helppo käyttää
- Antaa jopa 24 kuukauden suojan
- Tehokas kosteissa olosuhteissa
- Ei vaikuta suojattavan esineen ominaisuuksiin
- Monimetallisuojaus
- Myrkytön ja helppo käsitellä
- Ei sisällä nitriittejä, silikoneja tai fosfaatteja
- Ei suihkutusta, pyyhkimistä tai kastamista

Lisätietoja:
Jarmo Pudas | Aluemyyntipäällikkö
+358 50 312 0591 | jarmo.pudas@teknoma.fi



T **TEKNOMA**

Lähteet

[1] Akmal, J.S.; Salmi, M.; Hemming, B.; Teir, L.; Suomalainen, A.; Kortensniemi, M.; Partanen, J.; Lassila, A. Cumulative Inaccuracies in Implementation of Additive Manufacturing Through Medical Imaging, 3D Thresholding, and 3D Modeling: A Case Study for an End-Use Implant. Appl. Sci. 2020, 10, 2968. <https://doi.org/10.3390/app10082968>

Metallurgijaoston yhteismatka ensi kesän Metec-, Thermprocess ja GIFA-messuille

Alamme johtavat messut järjestetään Düsseldorfissa kesäkuun puolessavälissä 12.-16.6.2023, eli aiemmista vuosista poiketen maanantaista perjantaihin. Metallurgijaosto tarjoaa nyt toista kertaa yhteistyössä Suomen valimoteknisen yhdistyksen (SVY) kanssa mahdollisuuden lähteä yhteismatkalle, joka sisältää lennot ja majoitukset keskeisellä sijainnilla Düsseldorfissa. Hotellihuoneet ja lentoliput ovat jo varattuina, ja seuraavaksi on aika ilmoittautua tälle sangen antoisalle matkalle.

Matkapaketteja on kolme, ja ne on optimoitu siten, että messuilla voi viettää mahdollisimman paljon aikaa. Lentoyhtiönä on Finnair.

		Menolento*	Paluulento	Paikkoja
Matka 1	Maanantaiaamu - keskiviikkoilta	12.6.2023 07.40 - 09.10	14.6.2023 18.45 - 22.10	50
Matka 2	Keskiviikkoamu - perjantai-ilta	14.6.2023 07.40 - 09.10	16.6.2023 18.45 - 22.10	50
Matka 3	Maanantaiaamu - perjantai-ilta	12.6.2023 07.40 - 09.10	16.6.2023 18.45 - 22.10	20

*) Lähtö on mahdollista myös illalla klo 16.30 lähtevällä koneella, tälle vaihtoehdolle tulee lisähinta, joka vahvistuu myöhemmin.

Hotellit on valittu siten, että niistä pääsee helposti U-Bahnilla messuille sekä Düsseldorfin heikulliseen Altstadtin.

Hotelli 1. Ibis Düsseldorf City, sijaitsee Düsseldorfin päärautatieaseman välittömässä läheisyydessä

Hotelli 2. Ibis Hotel Hauptbahnhof, sijaitsee Düsseldorfin päärautatieaseman länsipuolella

Hotelli 3. Leonardo Royal Hotel Königsallee - hotelleistamme tasokkain sijaitsee kilometrin kävelymatkan päässä vanhasta kaupungista.

Ilmoittautuminen aukeaa 16.11.2022. Ilmoittautumislinkki tulee löytymään SVY:n sivuilta osoitteessa www.svy.info, josta löydät tarkempaa tietoa matkasta

- Ennakoilmoittautuminen aukeaa 16.11.2022 ja päättyy 16.12.2022. Matkat varataan todennäköisesti loppuun ennakoilmoittautumisen aikana
- Jälki-ilmoittautuminen aukeaa 18.12.2018 ja päättyy 22.1.2023

		Hotellit 1 ja 2	Hotelli 3
Matkat 1-2 (2 yötä)	Ennakko	1 440 €	1 520 €
	Jälki	1 540 €	1 620 €
Matka 3 (4 yötä)	Ennakko	2 190 €	2 420 €
	Jälki	2 290 €	2 520 €

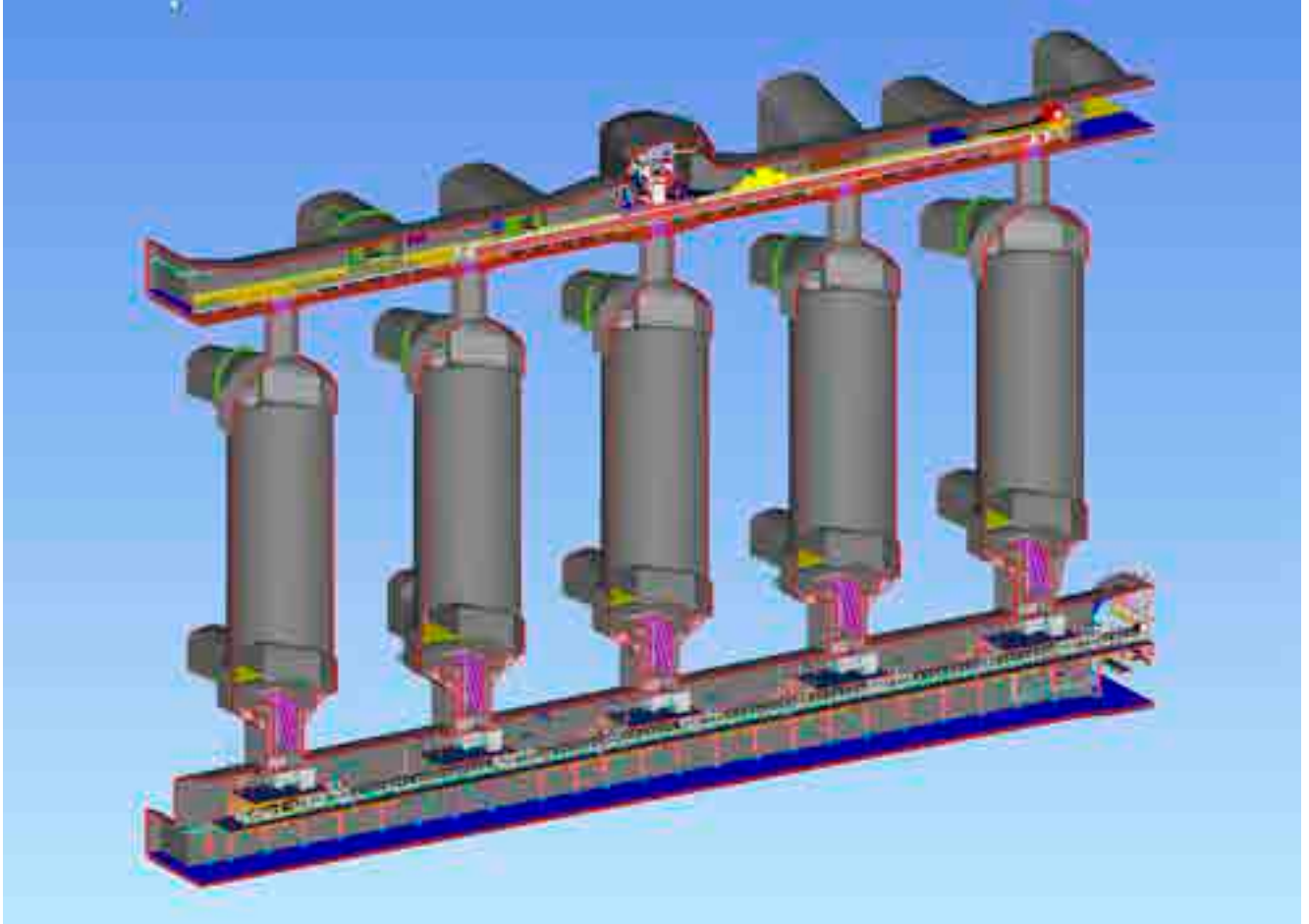
HUOM! Hinnat ovat per henkilö ja sisältävät kaikki verot ja maksut. Illalla tapahtuvasta menolennosta tulee myöhemmin määritettävä lisähinta. Pidätämme kuitenkin oikeuden lisähinnan perimiseen, jos matkoihin myöhemmin kohdistuu uusia maksuja (esim. energiaan liittyviä).

Edellä mainitut hinnat sisältävät edestakaiset lennot kera yhden ruumaan menevän matkatavaran (max. 23 kg), bussikuljetuksen lentokentältä messuille ja matkatavaroiden kuljetuksen hotellille, majoituksen aamiaisineen sekä paluupäivänä matkatavaroiden kuljetuksen hotellilta lentokentälle ja matkailijoiden bussikuljetuksen messualueelta lentokentälle – matkatavaroita ei siis tarvitse raahata messualueella. Pakettihinnat eivät sisällä messulippuja, jotka kannattaa ostaa etukäteen messujen verkkokaupan kautta.

Matkan käytännön järjestelyistä vastaa FCM Travel Solutions, joka voi tarvittaessa tehdä myös mahdollisten liitännäisten varaukset. Tarkemmat yhteystiedot löydät osoitteesta www.svy.info.

SVY:n osalta lisätietoja antaa Marcus Nybergh, marcus.nybergh@lux.fi, 050 556 7030.





Siilojen louhinta ja lujittaminen vajutustekniikalla Kemin kaivoksella

Kallioon louhittuja varastosiiiloja käytetään usealla tekniikka-alalla kuten kaivostoiminnassa, vedenpuhdistamoilla ja energiantuotannossa. Kalliorakentamistekniikan kannalta siilot ovat aina erityiskohteita. Rakentamisen vaikeusaste kasvaa entisestään, kun suuria siiloja sijoitetaan syvälle kallioperään.

Outokummun Kemin kaivoksen DeepMine -hankkeessa vuosina 2018–2022 on toteutettu 1000 metrin syvyydelle uudet malmin esimurskaus- ja kuljetusjärjestelmät sekä maanpinnalle ulottuva nostokuilu.

Harvoin käytetty tekniikka apuna siilojen toteutuksessa

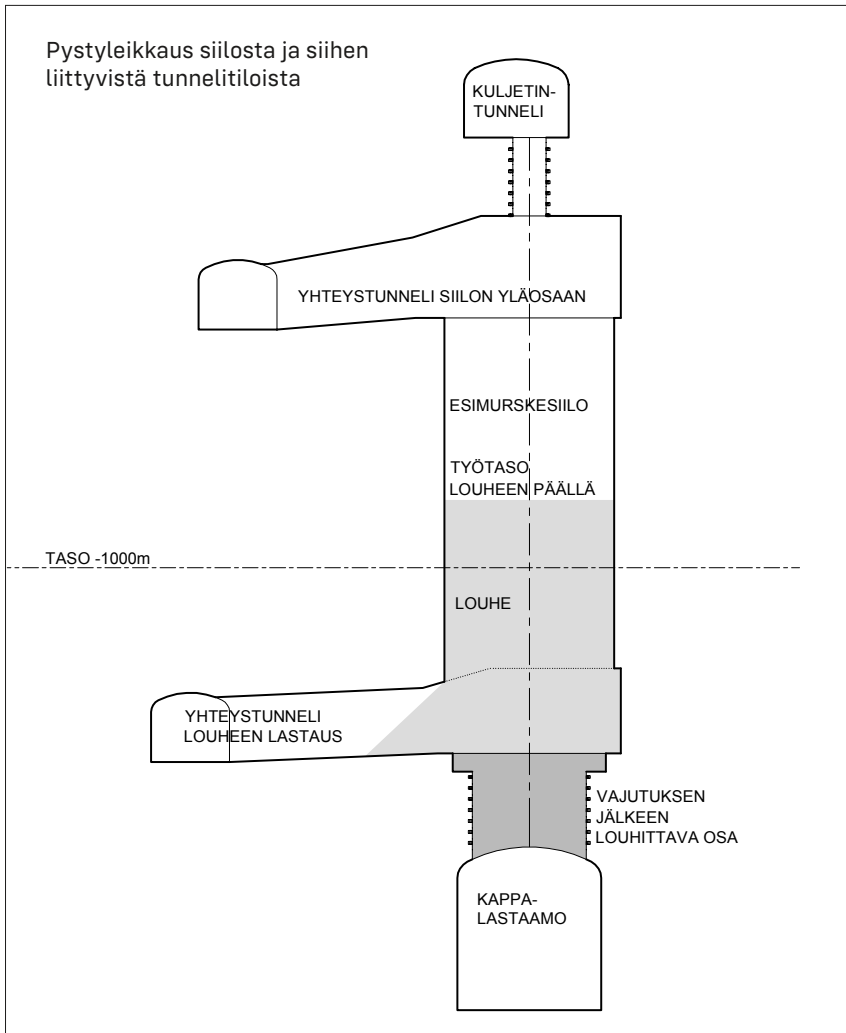
Osana uutta louhitun malmin käsittelylinjaa ovat viisi esimurskesiiiloa, joiden louhinta ja lujittaminen suoritettiin suhteellisen harvoin hyödynnettävällä *vajutusmenetelmällä*. Täs-

sä menetelmässä siilo louhitaan kokonaan ennen siilon seinien lujittamista. Lujitustyöt suoritetaan siilossa louhepenkan päältä. Siilossa olevaa louhepenkkaa 'vajutetaan' noin kahden metrin osuuksina lastaamalla louhetta siilon alapuolisesta tunnelista.

ALOITUSKUVA

Kuljetintunneli, esimurskesiilot ja kappalastaamo DeepMine -projektin tietomallissa

KUVA AFRY FINLAND OY



Louhintaurakasta vastasi Skanska Infra Oy, joka on toteuttanut vastaavalla teknikalla esimurskesiilot kaivoksen ylempällä päätasolla 2000-luvun alkupuolella. Louhittavien tilojen ja niiden lujitusten suunnittelun suoritti Pöyry Finland Oy (nyk. AFRY Finland Oy).

Vaikka vajutusmenetelmästä oli kaivoksella ja urakoitsijalla kokemusta, ovat olosuhteet 1000 metrin syvyydellä vaikeat kallion korkeiden jännitysvoimien vuoksi. Kaikissa uusissa kivenkäsittelylinjan tiloissa kallion työnaikaisen lujittamisen määrä oli huomattava. Suurimpien tilojen louhinta ja lujittaminen jouduttiin tekemään vaiheistettuna. Louhintaurakan aikatauluun ja kustannuksiin tällä oli suora vaikutus.

Valmistelevia töitä ja tarkkaa porausta

Siiloen ylä- ja alapuolelle louhittiin tunneliyhteydet, jotka laajennettiin ja lujitettiin niin, että niiden kautta voitiin porata siilon pystysuorat louhintareitit ja suorittaa siilon seinien ennakkolujitukset. Siilon alaosassa louhintaporausta tehtiin porausjumbon työ-

OLENNAISTA LOUHINNAN ONNISTUMISELLE OLI LOUHINTAREIKIEN PORAUKSEN LAATU.

varan mukaisesti noin 10 metrin korkeuteen. Pääosa pystysuorista siilon louhintareitit porattiin siilon yläperästä.

Olennaista louhinnan onnistumiselle oli louhintareikien porauksen laatu. Tähän työvaiheeseen urakoitsija käytti myös kaivoksen nousuporauslaitteistoa reikien suoruuden varmistamiseksi. Sivuuun ohjautuvat reiät olisivat kasvattaneet siilon seinien yllouhinta, jolloin mm. siiloen välisen kalliokannaksen pysyvyys olisi ollut vaarassa. Toisaalta myös alilouhinnan korjailua eli ns. 'kovien' jälkilouhinta tuli välttää.

Yksittäisen siilon louhintaräjähdykset suoritettiin yli kymmenessä osassa. Viimeisenä ammuttiin yläperän pohjana toiminut kalliokannas, jonka jälkeen päästiin asentamaan vajutuskaluston varusteluja.

Yksi kone, monta tehtävää

Kaikki vajutuksen aikana siilossa tehdyt konetyöt suoritettiin yhdellä kaivinkoneella, jonka puumiin voitiin kytkeä tilanteen mukaan joko porakone, kaivin, iskuvasara tai ruiskubetonointivarustelut.

Siilon seinät lujitettiin harjateräspulteilla. Työnaikaisen turvallisuuden varmistamiseksi kalliopintojen lujitus täydennettiin teräskuiturauhoitetulla ruiskubetonilla.

Kovat olosuhteet - ennakoimalla pärjätään

Siiloseinien lujitukset määriteltiin työn aikana todetun kalliolaadun mukaisesti. Ennakkoon tutkimustiedoista tulkitut lujitustarpeet pitivät pitkälti paikkansa eikä suuria muutoksia työn aikana tarvittu. Geologit ja suunnittelijat saivat kalliolaadusta ja olosuhteista ennakkotietoa kairausten lisäksi ympäröivissä tunneleissa laaditun systemaattisen rakennegeologisen kartoituksen avulla.

Ennen louhintaa siiloen seinien kalliorakenteeseen asennetut ennakkolujituspultit olivat toimiva ratkaisu ja yhdessä tarkan louhintajäljen kanssa vakavilta ylilouhinnoilta vältyttiin. Kallioräiskeet tai muut jännitystilasta aiheutuvat kiven hallitsemattomat purkautumiset olivat vähäisempiä kuin muissa -1000-tason louhinnoissa. Tähän olivat todennäköisesti syinä kalliojännitysten jakautumisen kannalta edullinen siilon seinän pyöreä muoto ja merkittävimpien jännitysten purkautuminen jo räjäytysvaiheessa.

Turvallista vajutusta

Siilon vajutuspenkan päälle kulkeminen ja siilosta poistuminen järjestettiin nostokorilla. Nostolaitteen käyttöä varten urakoitsija toteutti erillisen teräspalkkivaraisen työtason siilon yläpuoliseen yhteystunneliin. Tarvikkeet siirrettiin siilon holviin asennetun palkin ja sen varassa siirrettävän nostimen avulla. Vesi-, sähkö- ja ruiskubetonointivarusteluja jatkettiin vajutuspenkan edetessä alaspäin. Nostolaitte toimi sähkökatkon varalta myös käsikäyttöisesti.

Työn suorittamisessa tärkein tekijä oli turvallisuuden varmistaminen. Kaivoksen turvallisuusrutiinit tuli ottaa huomioon ja jokaisen työvaiheen tuli olla Outokummun

SIILON LUJITUSVAIHEESSA EI ENÄÄ LOUHITA. PULTTIEN JUOTOKSIIN TAI RUIKUBETONIIN EI KOHDISTU LUJUUDEN KEHITYSTÄ HÄIRITSEVIÄ TÄRINÖITÄ.



Geologi Joonas Sorsa kartoittamassa vajutetun louhepenkan takaa paljastunutta kalliopintaa.

Työkoneen puomia valmistellaan turvaruiskubetonoinnin aloittamiseksi. Onnistunutta louhintajälkeä.

projektioorganisaation hyväksymä. Siilotyössä varmistushenkilö oli aina läsnä ja sammuuskalustoa oli aina saatavilla. Louhetta alaperästä lastattaessa radioyhteys lastaajan ja siilon välillä varmistettiin usean puhelimen ketjuna. Penkan vajoaminen ei yleensä tapahtu tasaisena louhevirtana lastauksen edessä, joten lastaustilanteen tuli olla kaikkien osapuolten tiedossa.

Vajuttaisiko siilon – miksipä ei!

Vajutustekniikka soveltuu hyvin kohteisiin, joissa louhitun kiven lastaamista ja kuljetusta ei voida järjestää louhittavan korkean tilan yläosasta tai jos lujitustöiden tekeminen alakautta telinetöinä on muista syistä rajoitettua. Tekniikka vaatii yhteydet siiloon ylä- ja alapuolelta. Kemin kaivoksen tapauksessa oli lisäksi mahdollisuus hyödyntää siilon yläpuolisen kuljetintunnelin purkuaukkoja varayhteytenä varusteluille.

Kemissä siilojen toteutunut louhintajälki vajutusosalla oli olosuhteisiin nähden laadukasta. Pitkälti tämä oli urakoitsijan hyvän työsuunnittelun ansiota. Louhintareikien porauksen onnistumiseen keskityttiin turvallisuutta unohtamatta. Tiedonkulun toimivuuden ja töiden sovittamisen merkitys tuli osapuolille selväksi.

Hankkeessa käytettiin vajutustekniikkaa myös uuden nostokuilun alimman osuuden louhinnassa ja lujituksessa. Kuilun alaosan vajutuksen toteutuksesta vastasi Tapojärvi Oy. Myös tämän kohteen vajutus onnistui.

TEKSTI: JARI HAAPALA, PROJEKTIPÄÄLLIKKÖ, AFRY FINLAND OY

Huomioita vajutustekniikasta siilojen tai vastaavien tilojen toteuttamisessa

Etuja:

- Siilon lujitusvaiheessa ei enää louhita. Pulttien juotoksiin tai ruiskubetonointiin ei kohdistu lujuuden kehitystä häiritseviä värinöitä. Tämä tekee mahdolliseksi myös samanaikaisen vajutuksen ja lujitustöiden tekemisen naapurisiiloissa, mikäli resursseja on käytössä.
- Pääosa louhintaan liittyvästä pintakallion jännitysvoimien purkautumisesta on tapahtunut räjäytysvaiheessa. Esiin päästettävän lujittamattoman seinäosan korkeutta voi suhteellisen helposti hallita olosuhteiden mukaan.
- ei tarvetta telinetöille

Riskit ja vaikeudet:

- Louhintareikien onnistuminen: Louhintajäljen korjaustoimilla on suora vaikutus aikatauluun, varsinkin jos työsetään vain yhtä siiloa kerrallaan.
- Vain yksi reitti siilosta poistumiseen: turvallisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota ja resursseja.
- Erikoismenettelyn kalusto- ja henkilöresurssit ovat rajallisia.
- Siiloon pääsevän vuoto- tai käyttöveden määrää on tarkkailtava, jotta louhepenkaan mahdollisesti padottu vesi ei pääse hallitsemattomasti purkautumaan alapuoliseen tunneliin.
- Valmistelevat vaiheet, liikkuminen ja kalustosiirrot vievät enemmän aikaa vajutuksen loppuvaiheessa. Vaikutus korostuu sitä enemmän, mitä korkeampi siilo on.
- Töiden sovittaminen käynnissä olevan kaivoksen toimintaan vaatii hyvää ennakkosuunnittelua ja liittyvien tahojen yhteistyötä.

Lisätietoja:

DeepMine -projekti: Kari Huttunen, Outokumpu Chrome
Louhintatekniikka: Mika Puistosalo, Skanska Infra Oy
Suunnittelu: Jari Haapala ja Risto Jyrkkä, AFRY Finland Oy





Ohutlevyt osaavissa käsissä

Teknoliateollisuus ry:n Ohutlevytuotteet-toimialaryhmän vuotuiset Ohutlevypäivät järjestettiin 33. kerran 17.-18.5.2022 Lappeenrannassa. Ensimmäisenä päivänä puheenjohtajana toimi prof. Juha Varis ja toisena päivänä TkT Mikael Ollikainen Lappeenrannan-Lahden teknillisestä yliopistosta. Päivillä palkittiin ohutlevyalalla ansioituneita henkilöitä ja vuoden 2022 Plootu Fennica -kilpailun voittajat ja kuultiin ohutlevyalaan liittyviä esityksiä. Puhuttiin myös johtamistaidosta ja myyntityöstä, vierailtiin yrityksissä ja tietenkin nautittiin yhdessäolosta pitkän koronakauden jälkeen. Päiville osallistui kaikkiaan 90 henkilöä (kuva 1).

Katsaus suhdanteisiin

Päivät avannut Ohutlevytuotteet-toimialaryhmän puheenjohtaja **Juha Tuomisto**, SSAB Europe Oy (kuva 2), esitti avauspuheenvuorossaan tervetuloivotusten lisäksi ohutlevyalan suhdannebarometrin. Toteutuneen tilanteen osalta huhtikuussa 2022 verrattuna lokakuuhun 2021 80 % kyselyyn vastanneista 19 yrityksestä ilmoitti tuotantonsa

(laskutuksensa) kasvaneen, 15 % ilmoitti sen olevan samalla tasolla ja 5 % raportoi laskeneista luvuista. Uusien tilausten määrä oli kasvanut 70 prosentissa vastanneista yrityksistä, tilanne oli pysynyt samalla tasolla 15 prosentissa ja laskenut niin ikään 15 prosentissa. Henkilöstön määrä oli kasvanut puolessa vastanneista yrityksistä ja pysynyt samalla tasolla toisessa puolikkaassa. Viennin

kasvusta tarkastelukaudella raportoi 30 %, ennallaan pysymisestä 55 % ja laskusta 15 % yrityksistä.

Yrityksistä 52 % arvioi tuotannon kasvavan, noin 33 % sen pysyvän ennallaan ja 15 % arveli tuotannon laskevan tulevalla puolivuotiskaudella (kuva 3). Uusia tilauksia odotti kaudella saavansa enemmän noin 37 %, saman verran noin 21 % ja vähemmän



ALOITUSKUVA

Kuva 1. Yli 70-henkinen yleisö kuunteli kiinnostuneena uusinta uutta ohutlevyalalta. KUVA SATU LAAKSO



Kuva 2. Päivät avasi Ohutlevytuotteet-toimialaryhmän puheenjohtaja Juha Tuomisto, SSAB Europe Oy.



Kuva 4. Plootu-tunnustuspalkinnon numero 15 saanut Metehe Oy:n yrittäjä Seppo Jääskeläinen

noin 42 % vastanneista yrityksistä. Henkilöstön määrän odotti kasvavan vähän yli 30 %, pysyvän samalla tasolla 65 % ja laskevan 5 % vastanneista. Viennin kasvua arveli näkevänsä 20 %, pysymistä samalla tasolla 65 % ja laskua 15 % barometrikyselyyn osallistuneista yrityksistä.

Plootuja tunnustuspalkintoina

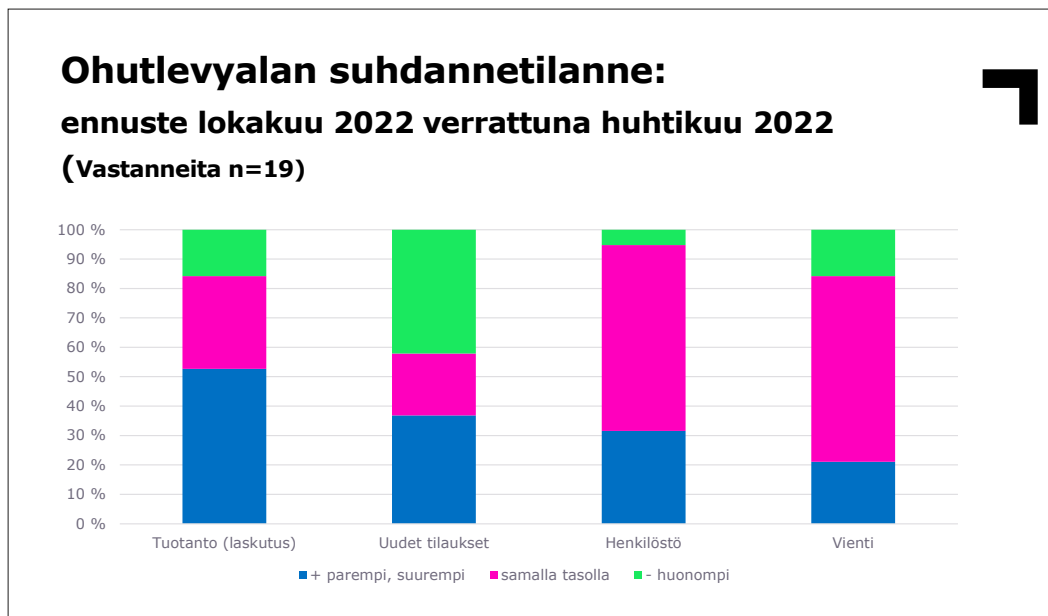
Päivien avauksen yhteydessä jaettiin myös toimialaryhmän johtoryhmän myöntämät Plootu-tunnustuspalkinnot ohutlevyalalla ansioituneille henkilöille. Plootu numero 14 ojennettiin Oulun yliopiston opettajana ja erityisasiantuntijana toimivalle **Timo Kaulille**. Hän on toiminut alan opetustehtävissä

vuodesta 2005 lähtien, ensin Kemi-Tornion ja myöhemmin Lapin ammattikorkeakoulussa ja vuodesta 2016 lähtien Oulun yliopistossa. Työura alkoi tutkijana Oulun yliopiston konetekniikan osastossa 80-luvun lopulla, sitten tutkimus- ja kehitystyössä Outokummulla Torniossa ja uraan sisältyy myös myynti- ja kehitystyötä ohjelmistojen parissa. Timo on tehnyt myös mittavan työn ja rakentanut laajat verkostot metallialan järjestöissä ja yhdistyksissä sekä standardisointitoiminnassa.

Metehe Oy:n yrittäjä **Seppo Jääskeläinen** (kuva 4) pokkasi puolestaan Plootun numero 15. Hän on toiminut ohutlevyalalla yrittäjänä yli 40 vuotta kattojen, julkisivujen ja oheistuotteiden parissa. Ensimmäisen yri-

tyksen Teräs-Taive Oy Jääskeläinen perusti vuonna 1978 Joutsenoon. Yrityksessä oli 65 työntekijää ja yli 100 miljoonan markan liikevaihto, kun hän myi sen SSAB:lle vuonna 1996. Myöhemmin Teräs-Taive Oy:stä tuli Plannja Oy. Vuonna 1998 Jääskeläinen perusti uuden yrityksen Metehe Oy:n. Ympyrä sulkeutui vuonna 2015, kun Metehe Oy osti Plannja Oy:n. Nyt noin 50 henkilöä työllistävä Metehe Oy on palkittu Etelä-Karjalan maakunnallisella yrittäjäpalkinnolla vuonna 2005 ja Lappeenrannan vuoden yrityksenä 2022. Yrityksen patentoima Concertto-julkisivujärjestelmä on palkittu kunniamaininnalla Tasavallan Presidentin Inno-Suomi 2005 -kilpailussa ja vuoden 2006 Plootu Fennica

JUHA TUOMISTO



Kuva 3. Ohutlevyalan suhdanne-ennuste syksyille 2022.

-kilpailussa sekä kultamitalilla Puolan BUD-MA-rakennusmessuilla vuonna 2010.

Palkintoja Plootu Fennica 2022 -kilpailussa

Päivillä jaettiin myös vuoden 2022 Plootu Fennica -kilpailun palkinnot. Teollisuussarjan voittajaksi ja Vuoden ohutlevy tuotteeksi oli tuomaristo valinnut maailman

ensimmäisen älykkään äänieristetyn työtilan Framery Onen. Framery Oy:n suunnittelemassa ja markkinoimassa työtilassa yhdistyvät uusin teknologia, alansa johtava äänieristys ja kaiuton akustiikka. Työtilan tukirunko- ja pintapellit valmistetaan syvävetomenetelmällä Meconet Oy:ssä. Teollisuussarjan kunniamaininnan saivat Mäkelän Takomo Oy:n ja Lappeenrannan-Lahden

teknillisen yliopiston yhteistyönä kehitetyt Ilves-pylväskengät sekä Taimeka Oy:n ja Design Heino Jukarainen Oy:n yhteistyönä kehitetty Lukit-kiinnike (kuva 5), jolla rakennusten routasuojauksen eristelevyt kiinnitetään toisiinsa.

Muotoilusarjan voittaja oli Kaso Oy:n Kaso E-500 -kassakaappi. Kaapin ja sen oven rungot koostuvat kerrosrakenteista, joiden päämateriaalina ovat useisiin muotoihin valmistetut ohutlevyt. Kaapin murto- ja palotekninen suunnittelu on Kaso Oy:n käsialaa, sen muotoilusta on vastannut Pentagon Design ja mekaniikkasuunnittelusta Boco Design. Kunniamaininnan muotoilusarjassa saivat Air0 Oy:n ja Stremet Oy:n yhteistyönä toteutettu PURE 600 -etäohjattava ilmanpuhdistin ja Finishfire Frame -alkusammutinkaappi. Kaapin suunnittelusta vastasivat Finishfire Ky ja EWQ (Eurosec Oy) ja sen valmistajina ovat Uudenmaan Ohutlevy Oy ja Lainisalo Oy.

Oppilaitossarjan voittaja oli Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu XAMK:in suunnittelema ja Savira Oy:n valmistama Äijä-hiiligrilli, joka kestää isältä pojalle. Materiaalina on käytetty ruostumatonta teräslevyä ja mustaksi pulverimaalattua teräslevyä. Tuomariston mukaan grillissä yhdistyvät hyvä käytettävyys ja toimivuus tyylikkääseen ja viimeistelyyn ohutlevy suunnitteluun.

TEKNOLOGIATEOLLISUUS RY

Teollisuussarjan kunniamaininta

Lukit-kiinnike



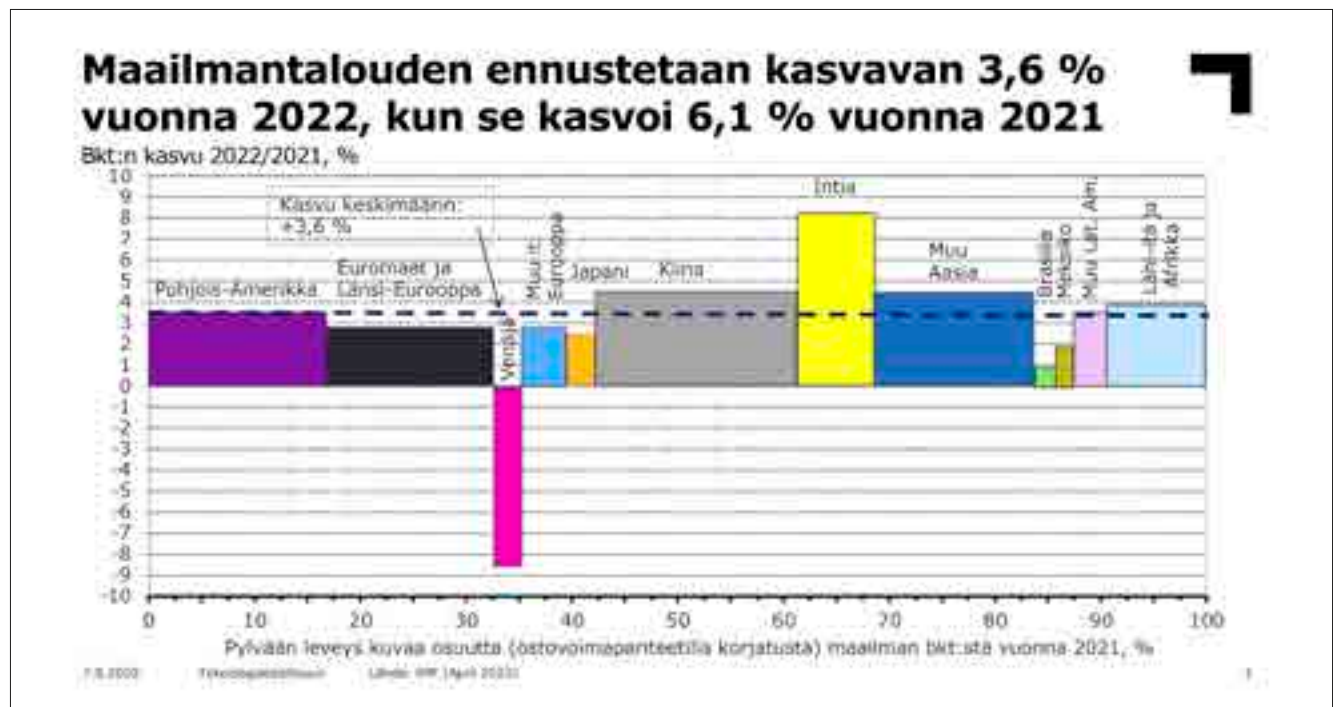
Tuote on täysin kierrätettävissä eikä sen valmistuksessa synny kierrätykseen kelpaamatonta jätettä. Tekniset yksityiskohdat lisäävät tuotteen toimivuutta ja sitä on helppo käyttää.

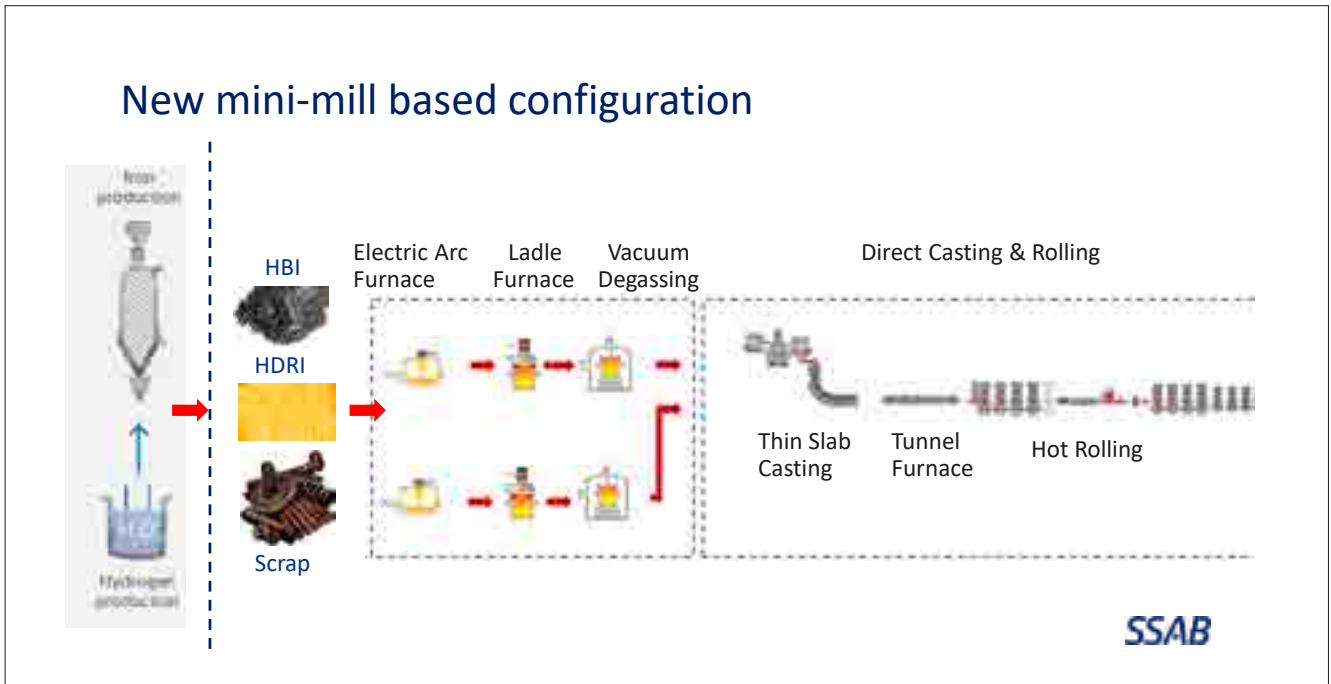
plootufennica.com 

Kuva 5. Vuoden 2022 Plootu Fennica-kilpailun teollisuussarjan kunniamaininnan voittanut Lukit-kiinnike

Kuva 6. Maailmantalouden kasvuennuste vuodelle 2022 alueittain esitettynä

PETTERI RAUTAPORRAS





Kuva 7. Fossiilittoman teräsohutlevytuotannon uusi mini-mill -pohjainen konfiguraatio

Teknologiaeollisuuden tilanne ja talousnäkyvät

Päivien varsinaiset esitykset aloitti Teknologiaeollisuus ry:n pääekonomisti **Petteri Rautaporras** katsauksellaan teknologiaeollisuuden tilanteeseen ja talousnäkyymiin. Näkymiä painavat epävarmuus ja riskien kasvu, mutta näköpiirissä on silti edelleen kasvua. Maailmantalouden odotetaan kasvavan keskimäärin 3,6 % vuonna 2022, kun vuonna 2021 kasvu oli 6,1 % (kuva 6).

Euroopassa ja Japanissa kasvun odotetaan jäävän hiukan alle kolmen prosentin ja Pohjois-Amerikassa sekä Latinalaisessa Amerikassa ennakoituun keskiarvoon. Poikkeuksena ovat Brasilia (1 %) ja Meksiko (2 %). Lähi-idän ja Afrikan maihin ennustetaan noin neljän prosentin kasvua ja Kiinan sekä muiden Aasian maiden ennuste on noin 4,5 %:n kasvu. Poikkeuksena Aasian maissa on Intia, jonka kasvuksi ennakoidaan yli 8 %. Venäjän kansantalouden ennustetaan supistuvan noin 8,5 %.

Ostopäällikköindeksillä arvioidut teollisuuden näkyvät ovat kääntyneet laskuun vuoden 2022 aikana. Inflaatio on kiihtynyt voimakkaasti vuosien 2021-2022 aikana, mutta kiihtyminen jäänee väliaikaiseksi. Raaka-aineiden hinnoissa oli sodan seurauksena korkea piikki vuoden 2022 alussa, mutta tilanne on jossain määrin rauhoittunut vuo-

den 2022 edetessä. Varsinkin värimetallien hinnat ovat laskeneet vuoden 2022 alkukauden huippuarvoista.

Yritysten arviot tuotantomäärien kehityksestä ennakoivat kasvun jatkumista. Valtaosa yrityksistä sekä teollisuudessa että palvelualueilla odottaa tuotantomäärien pysyvän ennallaan tai kasvavan 5-15 %. Kasvua odottavien yritysten suhteellinen osuus lisääntyy yrityksen koon kasvaessa. Sodalla on negatiivisia vaikutuksia investointeihin, mutta toistaiseksi investointien perumisia on kuitenkin ollut vähän. Materiaalien saatavuuden heikentyminen ja tuotantopanosien korkea hinta rasittavat kannattavuutta.

Teknologiaeollisuuden yritysten saamat tarjouspyynnöt ja uudet tilaukset Suomessa ovat kääntyneet laskuun vuoden 2022 alusta. Sama koskee myös kone- ja metallituoteteollisuutta. Henkilöstömäärä on teknologiaeollisuudessa kasvanut ripeästi alkuvuonna 2022. Työmarkkinoilla tulisi välttää ulkoisista syistä johtuvan kustannusinflaation muuttamista kotikutoiseksi palkkainflaatioksi.

Fossiilivapaa teräs ja ohutlevytuotanto

Prosessikehityspäällikkö **Jarmo Lilja**, SSAB Europe Oy, kertoi laajasta kehityshankkeesta, jonka tavoitteena on muuttaa SSAB:n teräs- ja ohutlevy tuotanto ensimmäisenä maailmassa laajalti

fossiilivapaaksi vuoteen 2030 mennessä ja käynnistää samalla pohjoismaisen teräsohutlevy tuotannon uudistaminen. Fossiilivapaan teräksen tuotanto perustuu ns. HYBRIT-teknologiaan eli rautamalmirikasteen pelkistämiseen kiinteässä tilassa vedyn avulla ja syntyvän rautasiemen sulattamiseen valokaariuunissa (ks. esim. Materia-lehden numero 2/2022 ss.73-74). Valokaariuuniin voidaan sulatusvaiheessa lisätä myös teräsromua.

HYBRIT-teknologiaan perustuva pilot-tuotantolaitos on käynnistetty 31.8.2020 ja ensimmäiset fossiilivapaat teräslevyt on valmistettu ja toimitettu asiakkaalle heinäkuussa 2021. Tavoitteena on rakentaa ensimmäinen demonstraatio- eli varsinainen tuotantolaitos ja lanseerata fossiilivapaat teräkset markkinoille vuonna 2026 ja saada SSAB:n terästuotanto laajalti fossiilittomaksi vuoteen 2030 mennessä. Alkuperäistä aika- ja tilaa säästävä tuotantolaitos on siten aikaistettu noin 15 vuodella. Muutoksen seurauksena SSAB:n vuotuiset CO₂-päästöt pienenevät noin kahdeksalla miljoonalla tonnilla ja yritys välttyy vuositasolla noin seitsemän miljardin (SEK) CO₂-kustannuksilta.

SSAB suunnittelee myös koko ohutlevy tuotantonsa uudistamista noin kymmenen vuoden kuluessa rakentamalla uudet mini-mill -tyyppiset tuotantolaitokset sekä Luulajaan että Raaheen nykyisten masuunien

läheisyyteen (kuva 7). Valokaarisulatuksen ja senka- sekä vakuumikäsitteilyn jälkeen fossiilivapaa teräs valetaan jatkuvavaluna ohutaihioiksi, jotka menevät tunneliuunin kautta suoraan kuumavalssaukseen. Kuumavalssatut nauhat toimitetaan asiakkaille tai jatkojalostukseen SSAB:n muihin yksiköihin mm. Borlängessä ja Hämeenlinnassa.

Uudet mini-mill -tehtaat rakennetaan alusta alkaen fossiilivapaiksi tarvittavat energialähteet mukaan luettuina. Niiden avulla voidaan laajentaa tuotevalikoimaa varsinkin lujien teräslajien, dimensioiden sekä laadun osalta, saada joustavuutta raaka-aineiden käyttöön ja palvella paremmin SSAB:n arvoketjun seuraavia toimijoita. Näiden muutosten kautta SSAB toteuttaa erikois- ja premiumterästen strategiaansa, jonka tavoitteena on olla maailmanlaajuisesti eturintamassa sekä vaativiin sovelluksiin käytettävien terästen tuottajana että ilmastomuutoksen hillitsijänä.

Älykkään hitsauksen mahdollisuudet ja hyödyntäminen tuotannossa

Tekniikan tohtori, IWE **Sakari Penttilä** Lappeenrannan-Lahden teknillisestä yliopistosta kertoi esityksessään älykkästä hitsauksesta ja sen tarjoamista eduista tuotannossa. Mekanisoidussa ja automatisoidussa hitsauksessa ei voida mukautua hitsausolosuhteissa kuten railogeometriassa tai juuripinnassa tapahtuviin muutoksiin, jotka huonontavat hitsauksen laatua. Tästä syystä esivalmistuslaadun tulee olla tarkkaa ja tasaista koko hitsattavan sauman pituudella. Älykkäällä eli adaptiivisella hitsauksella tarkoitetaan mukautumista hitsausolosuhteissa työn kestäessä tapahtuviin muutoksiin. Sen avulla voidaan vähentää hitsauksen laatuvarioitumista ja mahdollistaa haastavampien liitosmuotojen hitsaus.

Älykkään hitsausjärjestelmän kehittäminen edellyttää hitsausparametrien (virta, kaarijännite, nopeus, valokaaren paikoitus jne.) anturointia ja mittausta hitsaustyön aikana. Tärkeitä laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat myös lämpötila ja lämpöjakauma sekä jäähtymisaika hitsauksen jälkeen. Railogeometriaa seurataan laseranturien avulla ja hitsauksen aikaisia tapahtumia voidaan dokumentoida mm. akustisen emissio mittauksin. Takaisinkytkennän rakentaminen kerätystä mittaustiedosta hitsausprosessiin mahdollistaa älykkään hitsausjärjestelmän kehittämisen.

Takaisinkytkentä voi tapahtua joko ihmisen toimesta manuaalisesti määritetyn käyrän mukaisesti tai koneoppimista hyödyntäen. Koneoppimista voidaan käyttää sa-

manaikaisesti ennustamaan syntyvää laatua kategorisoimalla anturidatassa tapahtuvat muutokset ja yhdistämällä ne havaittuihin virheisiin kuten langansyöttöhäiriöt, prosessin epävakaus, huokokset, roiskeet, vajaa tunkeuma jne. Älykkäeseen hitsausjärjestelmään tarvitaan myös tietopankki, joka sisältää tiedot haluttuun laatuun johtavista parametrijärjestelmistä.

Tietopankki luodaan eri koeolosuhteissa tehtyjä koehitsauksia käyttäen. Niiden avulla määritetään haluttuun laatuun johtavat parametri-ikkunat sekä rajaolosuhteissa syntyvät tulokset. Tarvittavaa koemäärää voidaan vähentää esim. Taguchi-menetelmää käyttäen. Yhdistämällä mittausdata työkalupisteisiin saada rakennetuksi lopullinen tietopankki. Se validoidaan selvittämällä, että kaikki hitsausolosuhteet on käyty läpi ja raja-arvot on saatu kartoitetuiksi, että datan määrä kaikista olosuhteista on riittävä, poistamalla mittahäiriöt kuten hitsin aloitus- ja lopetuskohdat sekä sellainen data, joka ei ole johtanut haluttuun laatuun.

Datan käsittelyssä voidaan hyödyntää neuroverkkoa ja sen opetusprosessia parametrien yhteyksien, vuorovaikutusten ja syy/seuraus -suhteiden selvittämiseen. Työssä hyödynnetään vain anturidataa, jolla on vaikutus hitsauksen lopputulokseen. Opetus tapahtuu tasaista laatua edustavan tietopankin perusteella. Syöttötietoina ovat hitsauksen aikana käytetyt hitsausolosuhteet ja tulostietoina haluttuun laatuun johtavat prosessiparametrit. Saadun tiedon perusteella voidaan valita oikeat parametrit reaaliajassa.

Takaisinkytkentä rakennetaan mittaamalla hitsausolosuhteet ennen hitsausta tai sen aikana, etsimällä lähin mittausdataa sisältävä työkalupiste ja siirtämällä sen data järjestelmään. Järjestelmälle annetun datan perusteella valitaan hitsausparametrit ja hitsauksen aikana syntyvä data tallennetaan jatkuvasti järjestelmään kuten neuroverkon opetusvaiheessa. Järjestelmää voidaan uudelleenopettaa annetun datan perusteella.

Älykkään hitsausjärjestelmän suorina hyötyinä tuotannossa ovat kasvanut kaariaika, parantunut työergonomia ja -olosuhteet, pienentyneet esivalmistelukustannukset sekä vähentyneet korjaus-, uudelleentyöstö- ja hukkakulut. Epäsuorina hyötyinä ovat lisäksi mahdollisuus hyödyntää tarkoituksemukaista laatua ja välttää ylilyöntejä, mahdollisuus hyödyntää dataa sekä statistiikkaa, parantunut tuotannon läpinäkyvyys ja seuranta, mahdollisuus hyödyntää dataa tuotesuunnittelussa sekä parantunut imago.

Teräsnauhakelojen käyttö automatisoiduissa ohutlevytuotteiden valmistusjärjestelmissä

Ursviken-ryhmään kuuluvan Pivatic Oy:n tekninen johtaja **Mika Virtanen** esitteli ensin Ursviken-ryhmän, johon kuuluu Pivatic Oy:n lisäksi ruotsalainen Ursviken. Pivatic Oy keskittyy meistaamiseen ja särmäykseen perustuvien tuotantolinjojen toimittamiseen ohutlevytuotteiden valmistajille kautta maailman. Vuoden 2022 liikevaihdon ennuste on 18,7 M€ ja työntekijöitä yrityksessä on 63. Ursvikenilla on maailman johtava tietotaito särmäyspuristimien ja räätälöityjen automaattisten tuotantojärjestelmien alalla. Vuoden 2022 liikevaihtoennuste on 18,5 M€ ja työntekijöiden lukumäärä on 66.

Ohutlevyteollisuuden raaka-aineet automatisoituja tuotantojärjestelmiä varten toimitetaan yleensä niin kutsuttuina nauhakeleina. Kelojen levynpaksuus ja nauhaleveys vaihtelevat toimittajasta riippuen ja kelan paino voi vaihdella 5 000 ja 25 000 kg:n välillä. Pivatic Oy:n valmistamilla tuotantojärjestelmissä on perusteräksillä ajettu keloja, joissa nauhapaksuus on välillä 0,5- 6 mm ja nauhaleveys 60-1840 mm. Vaikeammin muovattavilla lujilla teräksillä sekä ruostumattomilla teräksillä käsiteltävissä olevat ainepaksuudet jäävät pienemmiksi.

Kelalla olevat nauhat on voitu esimaalata tai pinnoittaa hyvin monenlaisin pinnoittein. Joissakin tapauksissa pinnoittaminen voidaan liittää osaksi ohutlevytuotteiden automatisoitua tuotantolinjaa, kuten esimerkiksi Pivatic Oy:n sovellus liikenne-merkkien tekemiseen. Siinä teräsnauhan päälle tehdään heijastava pinta ja laitetaan suojamuovi nauhan päälle ja alle.

Terästeollisuuden väljähköjen standardien vuoksi kelalla olevissa nauhoissa on satunnaisesti poikkeamia ja muotovirheitä, jotka on korjattava ennen nauhan syöttämistä tuotantolinjaan. Ensimmäisenä toimenpiteenä on yleensä nauhan oikaisu valsilaitteistoa muistuttavassa oikaisulaitteessa. Sillä poistetaan ns. kelakaarevuus ja materiaalin poikittaistaipuma sekä nauhan aaltomaisuus. Oikaisutelojen lukumäärä laitteessa on yleensä 21-25 kpl. Kehittyneempiä hieno-oikaisulaitteita voidaan käyttää myös tuotettujen kappaleiden jälkioikaisuun.

Automatisoidussa tuotannossa kelamateriaalia joudutaan myös jatkamaan kelan loppuessa uudella kelalla. Tähän tarvitaan nauhan päiden leikkaus- ja hitsauslaite. Kelamateriaali voidaan myös suojamuovittaa tai laminoida tuotantolinjalla. Edelleen mah-

dollisuutena on nauhamateriaalin jäykistämisen urittamalla heti oikaisun jälkeen.

Automatisoitu tuotanto vaatii myös painavien teräskelojen varastointi- ja käsittelylaitteita kuten kelapukkeja, kelavaunuja kelojen siirtämiseen sekä kelankääntölaitteita. Näistä voidaan koota useiden kelojen säilytykseen tarvittava kelavarasto, josta kelat toimitetaan tuotantolinjalle.

Tuotantolinjan alkupäässä nauha puretaan kelalta haspeliksi kutsulla kelanpurkulaitteella ja oikaistaan. Purkulaitteita on yksi-, kaksi- ja monikelatyyppisiä. Materiaalin syöttö tuotantolinjalle tehdään joko jatkuvana nauhana valssisyöttölaitteella tai arkkeina ns. tallasyöttölaitteella. Varsinainen tuotantoyksikkö hoitaa ohutlevytuotteiden valmistuksen eri perusvaiheet kuten meistäuksen, leikkauksen, taivutuksen, mahdollisen jälkioikaisun ja pinoamisen.

Tuotteen muodonannon jälkeen sille voidaan tehdä erilaisia automatisoituja jatkokäsittelyjä kuten osien niittausta, kierrepulttien hitsausta, erilaisia hitsauksia, profilointia, robottilavausta jne. Tuotteet voidaan myös siirtää kokoonpano- tai maalauslinjoille.

Mika Virtanen kävi esityksessään laajasti läpi tuotantolinjan eri perusyksiköiden tehtävät, toiminnan periaateratkaisut sekä Pivaticin tarjonnan eri yksiköiden kohdalla. Esityksessä oli myös runsaasti esimerkkejä Pivaticin suunnittelemissa ja toimittamissa tuotantolinjoilla valmistetuista ohutlevytuotteista.

Asiaa yrityskulttuurista metalliteollisuudessa

Matimek Oy:n henkilöstöjohtaja **Markus Salomaa** esitteli aluksi vuonna 2015 perustetun Matimek Oy:n. Yritys toimii ohutlevyalihankkijana ja sen henkilökunta on kasvanut alun kahdesta työntekijästä nykyiselle 18 henkilön tasolle. Yritys omistaa 30 % Normipinta Oy:stä, joka on samoissa tiloissa toimiva jauhemaalaamo.

Salomaan mukaan kulttuurilla ei ole mitattavaa arvoa eikä sitä voi kopioida. Sen pitää olla aitoa. Hän määritteli kulttuurin siksi, mitä tapahtuu silloin, kun kukaan ei ole katsomassa eikä siksi, mikä erottaa meidät toisista yrityksistä.

Jokainen Matimek Oy:n työntekijä on matinaattori, jolla on selkeä missio ja pyhät arvot sekä erikseen määritellyt ominaisuudet ja toimintatavat. Matinaattori mm. osoittaa toiminnallaan myös tulevalle sukupolvelle, että maailmassa voi olla ylpeä muustakin

kuin tykkääjistä ja seuraajista. Matinaattori ei ole seuraaja, vaan itsensä johtaja.

Yrityksen suhtautumista työntekijöihin kuvaava se, että kaikilla työntekijöillä on kuukausipalkka ja jonkin verran vaikutusvaltaa omaan työaikaan. Jokainen uusi työntekijä saa yritykseltä viherkasvin, joka jaetaan kerran vuodessa ja jonka hoidosta työntekijä vastaa.

Yrityksen kulttuuriin kuuluu myös se, että jokainen yrityksen työntekijä valmistaa oman toteeminsa. Se on suunniteltu niin, että sen valmistamiseen tarvitaan kaikkia yrityksen työvaiheita. Kukaan ei myöskään saa toteemiaan yksin valmiiksi, vaan joutuu pyytämään apua työtovereiltaan ja vastavuoisesti auttamaan heitä toteemin valmistamisessa. Toteemin valmistamisen tarkoitus on enemmän sosiaalinen kuin tekninen perehdytys yritykseen ja sen toimintatapoihin.

Yrityksen työntekijät voivat myös palkita toisiaan hyvistä teoista, joiden ei ole pakko liittyä työntekoon. Jokaisella, myös esihenkilöillä on omat tunnistettavat kolikot, joilla palkitseminen tapahtuu, sekä säästöpossut, joihin saadut ja annetut kolikot kerätään. Itselleen ei voi palkintoa antaa ja palkintojen vaihtosopimukset paljastuvat. Sekä annetusta että saadusta kolikosta saa viisi euroa, jotka tilitetään kahden kuukauden välein palkanmaksun yhteydessä.

Salomaan mukaan yrityskulttuurin rakentamisessa virheet syntyvät useimmiten siitä, että unohtetaan kulttuurin olevan 24/7 työtä. Virhe on myös asioiden kertominen varmistamatta, ovatko kaikki samaa mieltä. Hyvässä yrityskulttuurissa jokaisella työntekijällä on selkeä missio ja pyhät arvot. Jokainen työntekijä on tällöin joka päivä esimerkki siitä, mikä on perinteisen työn merkitys ja kuinka hyvin sen voi tehdä.

Tietoa johtamistaidosta

Adjunct professor (dosentti) **Tapio Saarelainen** Lappeenrannan-Lahden teknillisestä yliopistosta (LUT-yliopisto) kertoi esityksessään ”Johtamistaito” ensin itsestään ja taustastaan. Hän on toiminut dosenttina LUT-yliopistossa vuodesta 2015 lähtien ja on taustaltaan majuri evp. Puolustusvoimista, Maavoimien tutkimuskeskuksesta. LUT-yliopistossa hän on vastuussa opintojakson ”Management and Leadership Skills in Mechanical Engineering” toteuttamisesta.

Saarelaisen mukaan johtaminen on oman tahtotilan siirtämistä johdettavan tulokselliseksi toiminnaksi. Tavoitteiden asettaminen

ja niiden saavuttaminen on kaiken toiminnan tarkoitus johtamisessa. Johtaminen ei ole itse-tarkoitus, vaan toiminnan tuloksellisuus on. Johtaminen tulee tehdä edestä ja esimerkiksi, kommunikoimalla kaikkien johdettavien kanssa ja kannustavalla tavalla toimien. Johdettavat on huomioitava ihmisinä, heitä on palkittava hyvistä suorituksista ja kannustettava sekä tuettava heidän tehtävissään.

Tapio Saarelainen esitteli myös työkalunsa johtamisen opettamisessa eli yllä mainitun vastuuopintojaksonsa. Se on suomalaisen teollisuuden tilaama lukuvuoden kestävä opintojakso. Tavoitteena on tuottaa parempia johtajia, jotka hallitsevat paremmin tulevaisuuden haasteet johtamisessa. Moodle-oppimisympäristöllä toteutetun kurssin suunniteltu opiskelijan työaika on 2 x 67,5 tuntia, mutta se on opiskelijoiden mielestä osoittautunut tätä suuremmaksi. Kurssilla on opettajina Saarelaisen lisäksi yksi professori sekä neljä tohtoritason opettajaa.

Kurssin opiskelu tapahtuu LUT-yliopiston Lappeenrannan ja Lahden kampuksilla sekä verkon välityksellä. Siihen kuuluu Teams-kokouksina järjestettyjä opiskelija-opettajataapaamisia sekä opiskelijoiden keskenään sopimia opiskelijataapaamisia. Merkittävän osan kurssista muodostavat harjoitustehtävät, jotka on palautettava määräajassa palautuskansioihin.

Kurssilla on 12 eri opiskelijapositiona, jotka ovat johtavia asemia kurssia varten rakennetuissa virtuaaliyrityksissä. Positiona ovat esimerkiksi toimitusjohtajan, talousjohtajan, projektipäällikön, tuotantajohtajan, suunnittelujohtajan ja kehitysjohtajan tehtävät. Kaikilla positionailla on kolme tapaamista kurssin aikana eli ohjelmaan kuuluu 36 opiskelija-opettajataapaamista positionaihin liittyen.

Kurssilla on yritysten asettamia mentoreita, jotka opastavat ja neuvovat opiskelijoita pulmatilanteissa ja antavat heille palautetta suoriutumisesta. Samalla mentorit saavat mahdollisuuden seurata kurssilla olevien opiskelijoiden etenemistä ja suoriutumista opinnoissaan mahdollisia rekrytointejä silmällä pitäen.

Opiskelijapositionaihin liittyen kurssin opiskelijoiden vastuulla on kurssikohtaisen prototyypin valmistaminen käyttäen hyväksi LUT-yliopiston yhteydessä sijaitsevan Jamie Hyneman Center -protopajan sekä LUT-yliopiston laboratorioita ja laitteistoja. Jamie Hyneman on Suomessa esitetyn Myyntimurajat TV-sarjan keskeisiä hahmoja. Muun muassa kaikki prototyyp-

peihin tarvittavat levyosat pystytään valmistamaan LUT-yliopiston laitteilla.

Lukuvuonna 2021-2022 kurssin aloitti 140 opiskelijaa ja kurssin päättyessä opiskelijoita oli 120. Kurssin läpäisi 110 opiskelijaa. Arvosanan erittäin hyvä sai 28 ja kiitettävän 12 opiskelijaa. Kurssilla opitut keskeiset asiat on koottu oheiseen taulukkoon. Perinteisten opetusteemojen lisäksi kurssin aihepiiriin otetaan joka lukuvuosi uusia teemoja teollisuuden toiveita kuunnellen. Lukuvuonna 2021-2022 tällaisia teemoja olivat johtaminen globaaleissa digiverkostoissa, etäjohtaminen ja sitä tukevat ohjelmistot sekä johtamisen uudet suuntaukset.

Onnistuneen B2B-myyntityön perusteista

Ohutlevyypäivien viimeisenä esityksenä professori **Petri Parvinen** Helsingin yliopistosta kävi läpi tutkittua tietoa ja herkkuisia esimerkkejä onnistuneesta myyntityöstä pitkissä B2B-asiakassuhteissa. Onnistuneen myyntityön yhteisiä tekijöitä ovat rohkea investoiminen asiakkuuteen, kasvaminen tienaavaksi ratkaisutoimittajaksi, arvon luomisen vieminen käytännön myyntityöhön, uusien asioiden myyminen asiakassuhteessa, pitkän myyntikanava-suhteen johtaminen sekä etäaikakauden monikanavamyynni.

Perinteiset tutustumiskäynnit mukana ohjelmassa

Ohutlevyypäivien ohjelmaan kuuluvat perinteiset tutustumiskäynnit tehtiin kahtena ryhmänä ensimmäisen päivän iltapäivällä. Ryhmän A kohteena oli Ovako Oy Ab:n terästehdas Imatralla. Ryhmä B puolestaan tutustui saunan kiukaita valmistavaan Misa Oy:hyn Lemillä sekä metalliteollisuuden järjestelmätuottajana tunnetun HT Laser Oy:n Lappeenrannan yksikköön. HT Laser Oy on laserteknologialla toteutetun komponenttivalmistuksen (laser- ja vesileikkaus sekä laser- ja hybridihitsaus) pioneeri ja alan johtava toimija Suomessa. Molemmat ryhmät tutustuivat lisäksi LUT-yliopiston raskaisiin laboratorioihin. Ensimmäisen päivän iltana nautittiin myös perinteinen päivällinen Lappeenrannan upseerikerholla (kuva 8). ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN



Kuva 8. Ensimmäisen päivän iltana nautittiin myös perinteinen päivällinen Lappeenrannan upseerikerholla.

Opintojaksolla Management and Leadership Skills in Mechanical Engineering opitut asiat lukuvuonna 2021-2022.

Mitä on opittu 2021-2022?

- Onnistunut johtaminen perustuu toimivaan kaksisuuntaiseen viestintään, kommunikaatioon
- Johtajan on johdettava omalla esimerkillä ja edestä
- Johtajan on oltava selkeä kaikessa toiminnassaan
- Johtajan tehtävänä on saavuttaa asetetut tavoitteet ennen määräaika
- Johtajien on osattava delegoida, aikauttaa, vaatia ja hyödyntää henkilöstönsä osaamista
- Tuloksia mittaavien mittareiden on oltava toimivia ja oikeita asioita mittaavia
- Johtajan ei tule nostaa itseään jalustalle/norsunluutoriini
- Johtajan tulee välittää ihmisistä
- Johtajan tulee olla läsnä ja mukana kaikessa tekemisessä (tavoitettavissa)
- Hyvä johtaja on kannustava ja helposti lähestyttävä

TAULUKKO: TAPIO SAARELAINEN

Harrastuksena keskiaikaiset ritariturnajaiset

Valmistuin tekniikan tohtoriksi Tampereen teknillisestä yliopistosta vuonna 2008. Väitöskirjani, kuten myös sen jälkeinen tutkimukseni laajemmin käsittelee materiaalien mekaanista käyttäytymistä ja erityisesti nopeaa muodonmuutosta, esimerkiksi erilaisten aseiden törmäyksiä suojaavien panssareiden kanssa. Totta kai työni keskittyy pääsääntöisesti siviilipuolen sovelluksiin kuten materiaalien muodonantoon, mutta nuo sotateollisuuden esimerkit osuvat melko nasevasti näihin harrastuksiini. Valmistuttuani vietin vuoden verran Yhdysvalloissa The Ohio State University:ssä tohtoritutkijana, jonka jälkeen palattuani perheen kanssa koti-Suomeen olen tehnyt uraa opetus- ja tutkimustehtävissä Tampereen yliopistossa. Nykyään toimin professorina

ja vedän materiaalien mekaaniseen käyttäytymiseen keskittyvää tutkimusryhmää, jonka päätavoitteena on tutkia materiaalien ominaisuuksia ääriolosuhteissa.

Palatessamme Yhdysvalloista Suomeen noin vuoden 2010 paikkeilla alkoi vaimoni kysellä, että miksi emme koskaan tee mitään yhdessä. Tähän asti olen ollut kovin tyytyväinen golf-harrastukseeni, moottoripyöräilyyn sekä aikaisempaan miekkailuharrastukseeni. Varmasti kaikki parisuhteessa elävät pystyvät ymmärtämään tilanteen vakavuuden, kun puoliso kysyy tuollaisia. Ehdotin erilaisia yhteisiä harrastuksia, mutta mikään ei auttanut. Jossain vaiheessa sitten jouduin toteamaan, että no; ehdota sinä sitten jotain. Olin jo päättänyt, että mitä ikinä hän ehdottaakin, niin suostun siihen. Pelkäsin oopperassa käyntiä tai muuta sellaista, mutta hän

ehdottikin, että voitaisiin ruveta ratsastamaan. En ollut koskaan ollut hevosen selässä, mutta seuraavana päivänä olin ratsastustunnilla ja viikon kuluttua minulla oli vuokralla hevonen, jota sain käydä ratsastamassa kolmasti viikossa. Kohta eräs vanha miekkailujan tuttu otti yhteyttä ja kysyi, kiinnostaisiko lähteä kokeilemaan keskiaikaista ratsastusta, johon vastasin myöntävästi. Siihen aikaan, ja vielä nykyäänkin keskiaikaista ratsastusta opetettiin Rohan Talleilla Kemiönsaarella, ja siellä olen oppini tähän lajiin saanut.

Keskiaikainen ratsastus koostuu useista lajeista, joista varmasti tunnetuin on peitsitaistelu. Muita lajeja ovat Skills at Arms -radat, joissa simuloidaan metsästystä tai ratsastamista sotatantereella. Ratsastustyylipokkeaa nykyisestä jonkin verran, mutta peruseriaatteet ovat tietenkin samat. Suu-

JOSE PEDRO BERNARDES



Mikko valmistautumassa Royal Armouries:n järjestämiin kuningatar Elisabeth II:n valtakauden juhlaturnajaisiin.

Mikko (vasemmalla) taittaa peistä Sergii Lugovskyin kanssa Turun linnan turnajaisissa vuonna 2021.

SARAH DAHLGREN PHOTOGRAPHY



Mikko ja Rohan Tallien hevonen Alecto Turun linnan puistossa kesällä 2022.

rin ero lienee siinä, että käytettävä vaatetus on pari millillä paksua terästä, mikä rajoittaa ratsastajan liikkumista merkittävästi. Useimmiten myös ratsastetaan käyttäen ohjia vain vasemmalla kädellä, koska oikeassa kädessä pidetään asetta. Skills at Arms -lajeissa arvostellaan sekä tehtävien tekninen suorittaminen aseinen että ratsastustaito. Hyvä ratsastus tarkoittaa harmonista yhteistyötä hevosen ja ratsastajan välillä. Hevosen tulee olla koottu, rento ja toimia vähäisin avuin. Skills at Arms -radat koostuvat usein hypyistä sekä erilaisista tehtävistä kuten renkaiden poimimisesta keihäällä tai omenoiden halkaisemisesta miekalla. Sotaa simuloivat Skills at Arms -radat ratsastetaan haarniska päällä, kun taas metsästysluokat ratsastetaan kevyemmissä vaatteissa.

Peitsitaistelussa kaksi täysin haarniskoitua ritaria kohtaavat toisensa täydessä latakassa ja yrittävät iskeä peitsen vastustajan rintaan kiinnitettyyn kilpeen. Lähtökohta ei ole yrittää pudottaa vastustajaa satulasta, vaan ainoastaan rikkoa oma peitsi vastustajan kilpeen. Tässäkin lajissa molempien kilpailijoiden suoritus pisteytetään, ja hyvä suoritus kattaa turvallisen hevosen ja aseiden hallinnan, osuman, sekä oman kilven esittämisen vastustajalle. Pelkästä osumasta ei juuri pisteitä saa, jos ratsastus ja aseiden hallinta ovat puutteel-



ANNIKA MÄKI

lisia. Erityisen rankasti rangaistaan sellaista, joka ei esitä omaa kilpeään vastustajalle. Tämä on kuitenkin aatelisten herrasmieslaji, ja jos et pysty ottamaan iskuja vastaan, ei sinun kuulu myöskään yrittää osua vastustajaan.

Voitte kuvitella, miltä tuntuu istua 600 kg painavan pakoeläimen selässä täydessä haarniskassa pystymättä liikkumaan, kuulemaan ja näkemään. Näkökenttä tosiaan rajoittuu vain kapeaan siivuun etuvasemmalla, joten ratsastaja ei myöskään näe kättään, jossa pitää ohjia. Usein turnajaiset ovat kesällä, jolloin 35 kg painavan haarniskan sisällä on lisäksi kuuma kuin saunassa. Hevonen kylä tietää, että kohta mennään ja on yleensä hyvin malttamaton. Liiallisilla pidätteillä se nousee takajaloilleen, joten tarkkana täytyy olla. Peitsen osuessa vauhtia on noin 40 km tunnissa kummallakin hevosella, eli törmäysnopeutta voi olla jopa 80 km/h. Vaikka peitsen kärki onkin heikennetty, niin usein peitsi osuu kahteen kertaan; ensin heikennetty pää murtuu pois, jonka jälkeen loppuosa iskee kilpeen kuin moukari. Koskaan en ole pudonnut iskun vaikutuksesta (muuten kyllä), mutta lähellä on ollut.

Joku voisi kysyä, että mikä lajissa viehättää? Aluksi halusin todistaa itselleni, että uskallan ja pystyn tähän. Vaikeinta peitsitaistelussa on ehdottomasti tietynlaisen pakokauhun, klaustrofobian ja kuoleman pelon voittaminen. Vaikka laji vaatii voimaa ja tekniikkaa, niin silti ylivoimaisesti suurimmat esteet ovat henkisellä puolella. Nyt kun takana on satoja tai ehkä tuhansia peitsiä, lukuisia mustelmia ja venähdyksiä, mutta onneksi ei mitään vakavampaa, voin sanoa, että parasta lajissa on kunnioitus kansakilpailijoita kohtaan sekä kovat molemminpuoliset osumat. Olen taitannut peistä puolalaisten, portugalilaisten, englantilaisten, suomalaisten, australialaisten, kanadalaisten ja monen monituisen muun kanssa, ja arvostan heitä jokaista. Vaatii todella paljon rohkeutta asettua peitsitaisteluareenan päähän ja kohdata

toinen aikaisemmin tuntematon ritari täydessä vauhdissa ja tarjota hänelle rintakehä kohteeksi iskulle.

Olen harrastanut keskiaikaista ratsastusta reilun kymmenen vuotta. Sinä aikana olen osallistunut myös Rohan Tallien keskiaikaisiin turnajaisesityksiin erilaisissa tapahtumissa ympäri Suomea. Nämä esitykset eivät ole varsinaisesti kilpailuja, vaan ne ovat niin sanotusti tarinallisia esityksiä. Näissäkin on aina mukana taistelua niin peitsin kuin muillakin aseilla.

Varsinaisia turnajaisia eli kilpailuja Suomessa järjestetään vain Turun linnan puistossa kerran vuodessa. Tähän tapahtumaan olen osallistunut lukuisia kertoja ja selviytynyt jopa kokonaiskilpailun voittajana pariin kertaan. Suomessa lajin harrastajia on melko vähän, mutta Turun linnan turnajaisiin saapuu usein kilpailijoita ulkomailta.

Tänä vuonna sain kutsun Englantiin Leedsiin Royal Armouries:n järjestämään Elizabeth I -aikakauden turnajaisiin (1500-luku), jotka järjestettiin kuningatar Elizabeth II:n pitkän hallitsijakauden kunniaksi. Elokuisen auringon alla taistelimme kunnia-akkaassa seurassa kuningattaren suosiosta taittaen peitsiä yleisön suosionosoitusten saattelemina. Kokemus oli todella mieleenpainuva. Toivon, että jatkossakin pystyn osallistumaan vastaaviin kansainvälisiin turnajaisiin.

Lopuksi totean, että rouva ei koskaan noussut hevosen selkään eikä ole myöskään ehdottanut uusia yhteisiä harrastuksia. Peitsitaistelu ei tosin ole pelkkä harrastus, vaan kuten kanadalainen kilpakumppanini sanoi: se on vain yksi tapa yrittää kuolla kunnia-akkaasti. ▲

TEKSTI: PROFESSORI MIKKO HOKKA, TAMPEREEN YLIOPISTO, MATERIAALITETEEN JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN YKSIKKÖ



GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä
riskejä kattavalla
3D-mallinnuksella!

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



GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

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



KALLIOMEKANIIKAN ASENNUKSET JA MITTAUKSET

Monitorointi

- Reaaliaikaiset mittausjärjestelmät – niin maan päällä kuin alla.

Jännitystilamittaukset

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



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

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



HEXAGON

The Power of One kumppani teidän kaivosratkaisuihinne

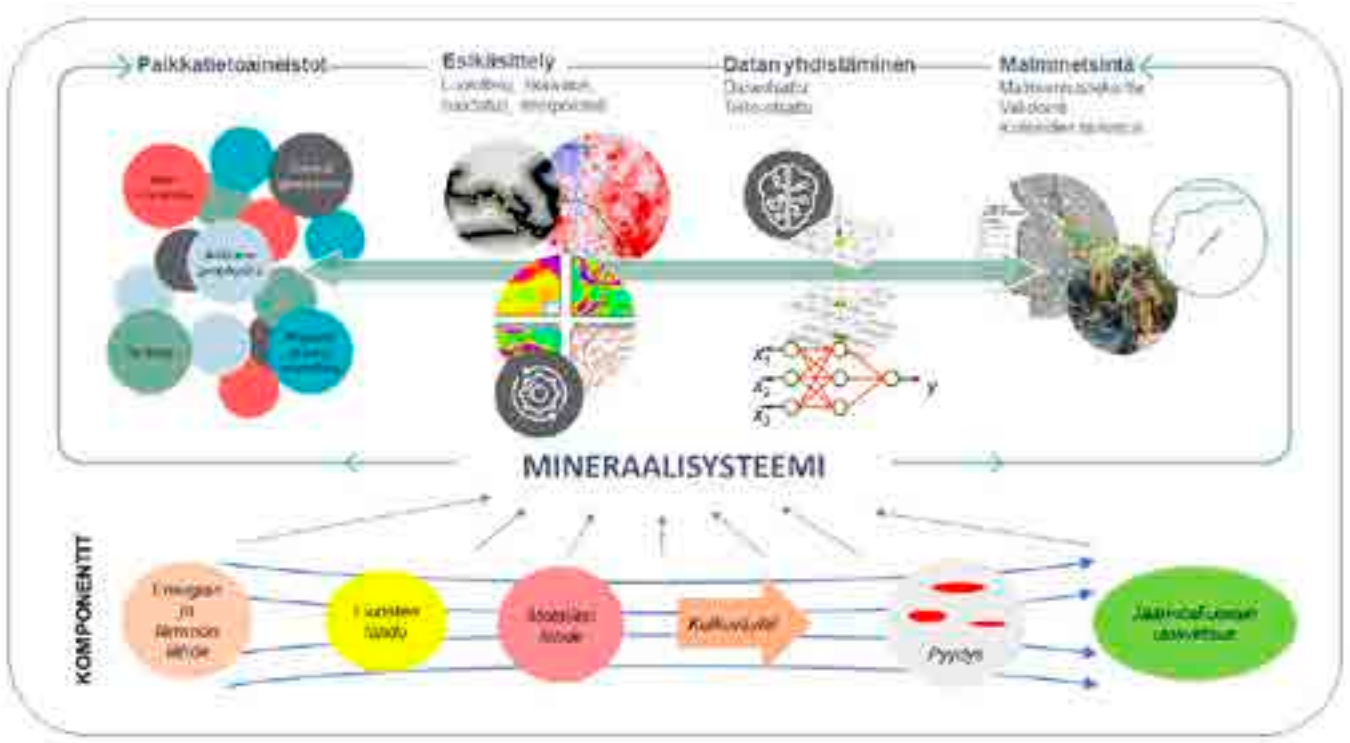
Yhdistäen tunnistimet, sovellukset ja autonomiset teknologiat, Hexagon auttaa kaivoksia ratkaisemaan monimutkaisia haasteita integroimalla kriittistä työnkulkua.

Digitaalinen muutos vaatii enemmän kuin osittaisia ratkaisuja. Hexagon on täydellinen ratkaisu, yhdistäen kaikki kaivoksen osa-alueet.

Yksi alusta. Yksi kumppani. Kaivoksen elinkaaren ajaksi.

| hexagonmining.com





Uusia työkaluja malminetsintään avoimen lähdekoodin ratkaisulla

EIS - Exploration Information System -projektin aloituskokous pidettiin Rovaniemellä 7.-9. kesäkuuta 2022. Paikalla oli nelisenkymmentä projektipartnerien edustajaa sekä vieraina muutamia kutsuttuja geoalan asiantuntijoita. Kokouksessa käytiin läpi projektin tavoitteet ja työpakettit sekä suunniteltiin ja koordinoitiin tulevia tehtäviä. Kaksipäiväisen tiiviin kokoussosauuden jälkeen tehtiin ekskursio Suhangon Konttijärven PGE-nikkeli-kupari-esiintymälle, jossa tutustuttiin kohteen mielenkiintoiseen geologiaan. Kokous ekskursioineen oli todella antoisa ja tunnelma innostunut, olihan koolla joukko eri alojen asiantuntijoita yhteisen haasteen edessä.

Pitkästä ajasta päästiin verkostoitumaan ja vaihtamaan ajatuksia ihan kasvokkain.

”Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) koordinoimassa, Euroopan Unionin Horisontti Eurooppa -ohjelmarahoitteisessa EIS-projektissa rakennamme uusia geomaljeja ja tuotamme uusia, nopeita ja kustannustehokkaita spatiaalisen analyysin työkaluja malminetsintään. Osana projektia pyrimme myös lisäämään yleistä tietämystä mineraalisten raaka-aineiden merkityksestä yhteiskunnalle sekä luottamusta näiden geologisten raaka-aineiden etsintään ja tuotantoon liittyen”, kertoo projektipäällikkö, erikoisasiantuntija **Hafsa Munia** GTK:sta.

Avoimen lähdekoodin ratkaisu

EIS-projektin päätavoitteena on tuottaa innovatiivisia malminetsintäkonsepteja sekä spatiaalisen data-analyysin työkaluja. Projektin selkärankana toimiva työkalupakki rakennetaan ideasta käytäntöön avoimen lähdekoodin pakettina, joka sisältää työkalut prospektiivisuusanalyysin kaikkiin vai-

heisiin. Paketti julkaistaan avoimelle paikkatietoalustalle (QGIS) tehdyn avustajan (EIS QGIS Wizard) muodossa ja se toteutetaan siten, että jokaiseen osaan voidaan lisätä myöhemmin uusia algoritmeja tai työkaluja. Tutkimuksen kohteena on myös nykyaikaisten koneoppimismenetelmien, kuten konvoluutioneuroverkkojen, soveltuvuus prospektiivisuusmallinnukseen.

”Uskomme avoimen paikkatietoalustan tarjoavan uusia mahdollisuuksia sovelluskehitykseen esimerkiksi joukkoistamisen muodossa. Tämä toteutus ei myöskään sulje pois muiden alustojen käyttöä valmiille sovelluksille. Odotamme myös, että tuleva käyttäjäkunta on laaja”, toteaa projektin tieteellinen koordinaattori, tutkimusprofessori **Vesa Nykänen** GTK:sta. Projektissa on mukana laaja kirjo spesialisteja eri osaamisalueilta ja mukana on partnereita, jotka tuntevat QGIS:n erittäin hyvin. ”Tämä on erittäin hyvä asia, sillä meillä ei ole tässä projektissa kovin paljon aikaa uuden opetteluun”, toteaa Nykänen

ALOITUSKUVA
EIS-konsepti



Suhangon Konttijärven esiintymällä oli paljon mielenkiintoista nähtävää.



Ekskursiopäivän aluksi tutustuttiin Suhangon PGE esiintymän kairasydämiin.

EIS-konsepti

EIS-projekti muodostuu prospektiivisuusanalyysin eri komponenteista ja mineraalisysteemin mallinnuksesta. Esikäsittelyvaiheessa data muunnetaan kuvaamaan mineraalisysteemin kriittisiä parametreja. Tämän jälkeen data käsitellään integrointivaiheen ennustavan mallinnuksen menetelmällä tai data-analyysimenetelmillä, joiden tuloksena syntyy prospektiivisuuskartta. Viimeisessä vaiheessa prospektiivisuuskarttaa validoidaan tilastollisin menetelmin, joiden avulla testataan mallinnuksen onnistumista.

”Käytämme valittuja malmiesiintymiä tutkimus- ja testikohteina. Näitä ovat kobolttimineraalit vulkanogeenisissä massiivisissa sulfidiesiintymissä (VMS), litium-tina-tantaali- ja wolframimineraalit graniitti-pegmatiitti-systeemeissä sekä REE- ja kobolttimineraalit rautaoksidi-kupari-kulta (IOCG)-systeemeissä”, Nykänen kertoo. Kohteet sijaitsevat Tšekin tasavallassa, Saksassa, Espanjassa, Suomessa, Ruotsissa, Ranskassa, Brasiliassa ja Etelä-Afrikassa. Testi- ja tutkimuskohteet edustavat laajasti projektiin valittuja mineraalisysteemejä ja metalleja. Näistä esiintymistä kootaan, integroidaan ja arvioidaan olemassa oleva tieto ja tietovarantoa täydennetään uusilla tutkimuksilla. Valituilla kohteilla tehdään paikallisia ja alueellisia maastokartoituksia, näytteenottoa, mineralogisia-, isotooppi- sekä geokemiallisia tutkimuksia ja iänmäärittäyksiä.

Datan integraatio ja aiemmin tehtyjen tutkimusten tietojen läpikäynti ja yhtenäistäminen on iso urakka. Tämä on kuitenkin tärkeä vaihe, jonka onnistunut läpivienti mahdollistaa uuden prospektiivisuusanalyysin toimivuuden ja mineraalisysteemimallinnuksen uudella EIS-työkalulla. Tehtävään on lähdeittävä avoimin mielin. Oleellinen

osa projektia on kuvata erilaisten mineraalisysteemien ominaispiirteet ja muodostaa näistä digitaalinen kirjasto QGIS-sovellusten käyttöön.

Tietoisuuden lisääminen tärkeää

Kasvava mineraalisten raaka-aineiden tarve, joista joidenkin tarpeeseen ei mahdollisesti vielä edes osata varautua, edellyttävät tehokasta, innovatiivista ja ympäristöystävällistä malminetsintää ja tutkimusta. Nyky-yhteiskunnassa tiedon jakaminen on tärkeässä asemassa ja korostuu erityisesti geolaan liittyvissä aiheissa, joita ei juurikaan sisälly koulujen opetussuunnitelmiin. EIS-projektissa yhtenä tehtävänä on lisätä suuren yleisön tietoisuutta mineraalisten raaka-aineiden merkityksestä Euroopan Unionille mm. informaatiomateriaaleilla. Tarkoituksena on viestiä ja parantaa tietoutta mineraalisten raaka-aineiden tärkeästä roolista siirtymämme kohti vihreää tulevaisuutta.

”Projektin on lähtenyt hyvin käyntiin ja meillä on edessä kolme antoisaa ja työntäyteistä vuotta”, Nykänen toteaa.

EIS on GTK:n koordinoima, Euroopan Unionin Horisontti Eurooppa -ohjelmahoitteinen projekti. Näillä projekteilla edistetään vihreän siirtymän ja digitalisaation toteutumista, jotta sovittu tavoite ilmastoneutraalista Euroopan mantereesta voidaan saavuttaa vuoteen 2050 mennessä. EIS-konsortiossa on mukana 17 partneria kuudesta EU-maasta, Etelä-Afrikasta sekä yksi ns. liittäjäkumppani Brasiliasta. Kolmivuotisen projektin budjetti on 7,5 M€. ▲

TEKSTI: KRISTINA KARVONEN, GTK

EIS konsortio :

Geologian tutkimuskeskus (Suomi)
Beak Consultants GmbH (Saksa)
Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Ranska)
Luleå tekniska universitet (Ruotsi)
Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Espanja)
Sveriges geologiska undersökning (Ruotsi)
Keliber Technology Oy (Suomi)
LGI Sustainable Innovation (Ranska)
Gispo Oy (Suomi)
University of the Free State (Etelä-Afrikka)
Turun yliopisto
Univerzita Karlova (Tšekin tasavalta)
Deutsche Lithium GmbH (Saksa)
Cobre Las Cruces (Espanja)
Talga Battery Metals AB (Ruotsi)
Golden Pet (Tšekin tasavalta)
Universidade Estadual de Campinas (Brasilia)



Funded by
the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Health and Digital Executive Agency (HADEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

VAMOS vie autonomisen liikkuvuuden ja älykkäiden tilojen teknologiat kansainvälisille markkinoille

DIMECC

VAMOS-ekosysteemi (Ecosystem for Autonomous Mobility in Smart Spaces) nostaa suomalaisyritykset johtaviksi ratkaisutoimittajiksi globaaleilla autonomisen liikkuvuuden ja älykkäiden tilojen markkinoilla. Tekoäly, data ja ohjelmistot ovat keskeisessä roolissa ajoneuvoteollisuuden muutoksessa. Liikenteen digitalisaatio on luomassa merkittävät globaalit markkinat, joista suomalaisyritykset aikovat ottaa leijonanosan. DIMECC Oy on käynnistänyt ekosysteemin, johon kuuluu 14 perustajayritystä.

Autonomian ja älykkäiden teknologioiden parissa toimivat yritykset ovat yhdistäneet voimansa päästäkseen nopeammin kansainvälisille markkinoille.

”VAMOS-ekosysteemissä mukana olevien yritysten tavoitteena on saavuttaa globaalisti merkittävä markkinaosuus lähivuosina. Ekosysteemi edesauttaa kaikkia sen toimijoita nousemaan uudelle tasolle nopeammin kuin mihin yksikään yksittäinen yritys pystyisi. Yhteistyön avulla saavutamme ja vakuutamme asiakkaat osaamisestamme tehokkaammin. Lisäksi pysymme kiinni kehityksessä, sillä nopeasti kasvavalla alalla pitää kehittää jatkuvasti uutta liiketoimintaa”, sanoo **Seppo Kuula**, ekosysteemin puheenjohtaja ja Unikien toimitusjohtaja.

Automaation ja reaaliaikaisen datan käsittelyn lisääntyminen liikenteessä on luonut nopeasti kasvavan teollisuudenalan.

”Työ- ja elinkeinoministeriön raportissa viitataan tutkimuksiin, joiden mukaan globaali liikennemarkkina kasvaa vuoden 2017 lähes 15 000 miljardista dollarista yli 26 000 miljardiin dollariin vuoteen 2030 mennessä. Autonomisten ajoneuvojen kokonaismarkkinan vuosikasvu olisi 2020-luvulla 60 prosenttia”, kertoo liiketoiminnan kehitysjohtaja **Tommi Kankainen** DIMECC Oy:stä.

Kehityskohteena modulaarisuus

Ekosysteemin kehityskohteina ovat muun muassa modulaarisuus, avoimet rajapinnat ja arkkitehtuurit sekä testivetoisen tuotekehityksen työkalut, digitaaliset työkaluketjut ja testikehykset. Se yhdistää toimijat kansainvälisesti merkittäviin yrityksiin ja organisaatioihin ja luo kansainvälisesti vertailukelpoista dataa teknologioista ja suorituskyvystä.

”Robotiikan ja automaation todelliset uhkakuvat liittyvät momentumista myöhästymiseen ja kilpailukyvyn menettämiseen. Tämä



VAMOS-ekosysteemin toimijat edustavat monipuolisesti autonomisen liikkumisen ja älykkäiden tilojen teknologiaratkaisuja.

koskee Suomea sekä myös koko Eurooppaa. VAMOS-ekosysteemillä voimme saavuttaa merkittävää kilpailukykyä globaalissa markkinassa sekä luoda uusia teknologisia innovaatioita sekä työpaikkoja Suomeen”, toteaa VAMOSin varapuheenjohtaja **Timo Kupsa**, Solteqin liiketoimintajohtaja.

Ekosysteemiä johtaa DIMECC, joka on vuodesta 2008 edistänyt teollisuuden ja digitalisaation tutkimusta ja tuotekehitystä.

”Halusimme DIMECCin johtamaan VAMOSia, koska se on vahva toimija teollisuuden ekosysteemeissä. Meidän pitää pystyä tekemään laajempaa ekosysteemien välistä yhteistyötä, jos haluamme Suomeen vahvan mobiilin vientiklusterin. VAMOSin ja ajoneuvoteollisuuden osaamisessa on vahvat synergiat esimerkiksi älykkäisiin koneisiin ja tietoliikenteeseen. Näitä olemassa olevia suomalaisia vahvuuksia pitää hyödyntää tehokkaammin, jos Suomen vientiä halutaan tällä sektorilla lisätä. Tilaa ja kysyntää on maailmalla massiivisesti”, sanoo VAMOSin alkuunpanijoihin kuuluva **Esko Mertsalmi**, Unikien perustaja ja hallituksen puheenjohtaja.

LISÄTIETOJA:

Tommi Kankainen, Chief Business Development Officer, DIMECC Oy, tomi.kankainen@dimecc.com, +358 50 561 1161

VAMOS kokoa keskeiset toimijat

VAMOS kokoa yhteen toimijoita, jotka tekevät yhteistyötä, kilpailevat ja luovat älykkäiden tilojen teknologioihin, sähköistykseen ja autonomiseen liikkuvuuteen perustuvia ratkaisuja. Yhteistyöhön jo sitoutuneet 14 yritystä edustavat monipuolisesti autonomisen liikkuvuuden teknologiaratkaisuja. Ekosysteemin perustajajäseniin kuuluvat Cargotec (automaattinen terminaali), Deal Comp (sulautettu tietotekniikka autonomisiin ratkaisuihin), GIM Robotics (mobiilirobotiikka), Huawei (kamera- ja sensoriteknologia), Kempower (sähköisten ajoneuvojen latausratkaisut), Mevea (digitaaliset kaksoiset ja reaaliaikaiset simulaatiot), Murata (MEMS-anturiteknologia), Nordic Inertial (navigoinnin ja paikannuksen ratkaisut), Plugit (sähköisten ajoneuvojen latauspalvelut), Posiva (ydinpolttoaineen loppusijoitus), Rightware (autojen käyttöliittymäteknologia), Solteq (autonomiset palvelurobotit), Unikie (automatoitu pysäköintipalvelu, turvalliset reaaliaikaprosessit) sekä tutkimuslaitos VTT (automaattinen ajoneuvotekniikka ja toimintaympäristöt).

Ekosysteemin rahoittavat mukana olevat yritykset ja Business Finland. Ekosysteemi ottaa jatkuvasti mukaan uusia jäsenyrityksiä. ▲

TEKSTI **KAISA KAUKOVIRTA/DIMECC**



KIMMO JÄRVINEN
TOIMITUSJOHTAJA
METALLINJALOSTAJAT RY
P. 043 825 7642

Metallinjalostuksen vuoden 2023 näkymä synkkenee

Vuoden 2022 ensimmäisen puoliskon tulostiedot Euroopasta vahvistavat, että metallinjalostuksen vuoden 2021 positiivinen kasvutrendi on hidastumassa, ja hidastumisen odotetaan jatkuvan myös ensi vuonna. Erityisesti teräksen kulutuksen odotetaan kokevan uuden taantumana (-1,7%). Lisäksi teräksen ja värimetallien kysynnän kehitykseen liittyy suurta epävarmuutta, jota ruokkivat meneillään oleva energiakriisi, inflaatio, toimitusketjun häiriöt ja Venäjän sota Ukrainassa. Tuonnin kasvu on samaan aikaan pysynyt huomattavan voimakkaana.

Huolimatta teräksen kulutuksen huomattavasta kasvusta Euroopassa vuonna 2021 (+15,2%), ja myös vuoden 2022 ensimmäisellä neljänneksellä (+6,5%), ollaan edelleen jäljessä pandemiaa edeltäneestä huippuvuodesta 2018. Loppuvuodelle 2022 Euroopan terästeollisuus odottaakin laskevan trendin jatkuvan ja terästä käyttävien alojen tuotannon kasvun puolittuvan (+1,1%). Pitkälle tästä syystä myös Suomen metallinjalostusteollisuus arvioi Suomen terästuotannon laskevan noin -5% vuonna 2022. Laskun uskotaan jatkuvan myös vuonna 2023, mikäli energiakriisiä ei saada ratkaistuksi.

Terästoimitusten kasvu laski Euroopassa lähes nolnaan vuoden 2022 ensimmäisellä neljänneksellä (+0,2%), kun vuoden 2021 viimeisellä neljänneksellä kasvua oli vielä +1,2%. Kulutuksen kasvun hidastumisesta huolimatta teräksen tuonti EU:hun jatkoi merkittävää kasvuaan (+28,8%) myös vuoden 2022 ensimmäisellä neljänneksellä, joskin hitaammin kuin vuoden 2021 kolmannella ja neljännellä neljänneksellä (+43,4% ja +47,7%).

Suomen kone- ja metallituoteteollisuuden yritysten saamien uusien tilausten arvo nousi huhti-kesäkuussa kolme prosenttia edelliseen neljännekseen verrattuna. Edellisvuoden vastaavaan ajanjaksoon verrattuna saatujen uusien tilausten arvo nousi viisi prosenttia. Euromääräistä tilauskertymää kasvattavat osaltaan nopeasti nousseet tuottajahinnat. Tilaukset kasvoivat vain kotimaassa, jossa sielläkin kasvun taustalla on suuri yksittäinen julkiselle sektorille kohdistunut tilaus.

Teollisen tuotannon hidastuminen maailmalla vaikuttaa väijäämättä myös Suomen kone- ja metallituoteteollisuuteen. Koko

tilauskannan arvo oli kesäkuun lopussa kaksi prosenttia pienempi kuin maaliskuun lopussa, mutta onneksi vielä neljä prosenttia suurempi kuin vuoden 2021 kesäkuussa. Huomattavaa on edelleen telakoiden suuri osuus tilauskannan kokonaisarvosta.

Alkuvuoden tilauskehityksen perusteella Suomen kone- ja metallituoteteollisuuden yritysten liikevaihdon arvioidaan olevan loppuvuoden aikana arvoltaan suurempi kuin vuosi sitten vastaavaan aikaan. Liikevaihtoon ovat vaikuttaneet sitä kasvattavasti rajusti nousseet myyntihinnat. Vaikka konepajateollisuudella on edelleen hyvä tilauskanta, jonka ansiosta tuotantoa riittää pitkälle syksyyn, kysynnän hiipuminen maailmalla vaikuttaa kuitenkin tuotantomääriin ennen pitkää, ja vaikutukset alkavat näkyä viimeistään vuodenvaihteen aikoihin.

Metallien jalostusyritysten (terästuotteet, värimetallit, valut, metallimalmit) liikevaihto Suomessa nousi 36 prosenttia vuonna 2021 verrattuna vuoteen 2020. Tämän vuoden tammi-huhtikuussa kasvua oli peräti 55 prosenttia viime vuoden vastaavaan ajankohtaan verrattuna. Vuonna 2021 liikevaihtoa Suomessa kertyi kaikkiaan yli 14 miljardia euroa. Liikevaihtoa ovat kasvattaneet olennaisesti kohonneet tuottajahinnat metallien jalostuksessa.

Terästuotteiden, värimetallien, valujen ja metallimalmien yhteenlaskettu tuotannon määrä Suomessa oli tammi-toukokuussa 2022 noin kahdeksan prosenttia suurempi kuin vuosi sitten vastaavaan aikaan. Metallien jalostusyritysten henkilöstömäärä Suomessa oli kesäkuun lopussa 16 900.

Yksittäisten alojen lähempi tarkastelu osoittaa, että rakentamisen, konepajateollisuuden ja liikenteen suotuisampi kysyntä kompensoi autoteollisuuden ja kodinkoneiden kielteisempää kehitystä.

Terästuotanto laski maailmanlaajuisesti tammi-kesäkuussa 5,5 prosenttia verrattuna viime vuoden vastaavaan ajankohtaan. Tuotanto laski Aasiassa 4,8 prosenttia, EU-maissa 6,2 prosenttia ja Pohjois-Amerikassa 2,3 prosenttia. Suurimmat tuotantomaat alkuvuonna olivat Kiina, Intia, Japani, Yhdysvallat ja Venäjä. Kiinan osuus maailman terästuotannosta oli alkuvuonna noin 55%. ▲



PEKKA SUOMELA
TOIMINNANJOHTAJA
KAIVOSTEOLLISUUS RY

Raaka-ainepulan rajuus voi yllättää Euroopan

Länsi on jäämässä jalkoihin, kun Kiina vahvistaa asemiaan Afrikassa. Tämä luo synkän varjon Euroopan raaka-ainetoimituksille.

Kilpailu afrikkalaisten suosioista on kiihtynyt rajusti sen jälkeen, kun Venäjä hyökkäsi Ukrainaan helmikuussa. Afrikassa ovat kiertäneet vuoron perään muun muassa Venäjän Sergei Lavrov, Ranskan Emmanuel Macron ja USA:n Antony Blinken.

Kiina on lujittanut jalansijaansa Afrikassa jo pitkään The Belt and Road -ohjelman investoinneilla. Venäjä on käyttänyt enemmänkin voimaa ja lobbausta. Yhdysvaltain edustajainhuone puolestaan hyväksyi huhtikuussa lakialoitteen, jonka tavoite on estää Afrikan maita tekemästä yhteistyötä Venäjän kanssa.

Kiinan toimet näkyvät myös afrikkalaisissa mielipidekyselyissä. Kenialainen ajatuspaja The Inter Region Economic Network (IREN) julkisti heinäkuussa kyselyn, jonka mukaan afrikkalaiset päättäjät näkevät Kiinan tukevan Afrikkaa paremmin kuin EU. Kyselyyn haastateltiin yli tuhatta päättäjää 25 Afrikan valtiossa.

Kiina on ohittanut Euroopan ja USA:n myös nuorten mielikuvissa. The African Youth Survey 2022 kertoo nuorten afrikkalaisten ajattelevan, että Kiina vaikuttaa Afrikassa EU:ta ja USA:ta positiivisemmin.

Asenteet ovat näkyneet myös käytännössä, esimerkiksi kun 17 Afrikan maata pidättäytyi YK:ssa tuomitsemasta Venäjän hyökkäystä Ukrainaan.

Omavaraisuutta täytyy vahvistaa

Viime kuukausina olemme nähneet, kuinka haavoittuva Eurooppa on. Käytämme noin 20 prosenttia maailman mineraaleista, mutta

tuotamme niistä vain kolme prosenttia. Nyt edessämme on energiakaos ja inflatioaalto.

Olemme luottaneet liikaa globaalien toimitusketjujen toimintaan. Omavaraisuutta on pidetty vanhanaikaisena ajatuksena. Edes huoltovarmuudesta ei juurikaan kannettu huolta ennen kuin koronapandemia iski.

Ukrainan sota on herättänyt poliittiset päättäjät vauhdittamaan fossiilivapaata energiantuotantoa. Hyvä niin. Päätöksissä ei kuitenkaan näy se, että fossiilivapaan energian tuotanto vaatii lisää metalleja. Näyttää siltä kuin poliittiset päättäjät ajattelisivat tuuli- ja aurinkovoimaloiden sekä sähköautojen syntyvän tahdon voimalla.

Sekä vihreän energian että monen muunkin asian tuotanto voi ajautua suuriin vaikeuksiin, jos emme pidä huolta omasta raaka-ainetuotannostamme. Suomi ei tietenkään voi saavuttaa täyttä omavaraisuutta. Se ei voi olla tavoitekaan. Omavaraisuuden vahvistaminen vahvistaa myös asemaamme raaka-aineista kilpailtaessa.

Suomen on pakko uudistaa suhtautumistaan myös kaivoksiin. Kaivosalan toimintaympäristöä täytyy kehittää niin, että uuden kaivoksen avaaminen ja nykyisten laajentaminen voi olla kannattavaa. Tämä edellyttää muun muassa lupakäytäntöjen nopeuttamista ja oikeudenmukaista kaivosveroa, joka ei tuo ylimääräisiä kustannuksia sellaisille yhtiöille, joiden tuloksentekokyky on muutenkin heikkoa. ▲



Kaivoskysymyksiä politiikkafestivaaleilla

Osallistuin heinäkuussa Visbyn Almedalen-viikoille ja Porin Suomi-Areenaan, näihin maailman suurimmiksi demokra-
tiefestivaaleiksikin kutsuttuihin tapahtumiin. Etenkin Visbyssä oli tarjolla erittäin kattava kahden kokonaisen päivän lista kaivannais-
alan tilaisuuksia, mikä vaalivuotta käyvässä Ruotsissa ei sinänsä yllätä. Kiinnostavin nosto löytyi Sveminin keräämästä ja Al-
medalenissa julkaisemasta mineraalipoliit-
tisesta selvityksestä: valtaosa valtiopäivien puolueista on sitä mieltä, että malminetsintä- ja kaivostoiminnan lisäämiseen tähtäävä mineraalistrategia tulee Ruotsissa ottaa käyttöön, kaivostoiminnan taloudellinen ja yhteiskunnallinen hyöty tulee ottaa laajemmin huomioon lupamenettelyssä ja malminetsintä luonnonsuojelualueilla tulee sallia kokonaistaloudellisen arvioinnin mahdollistamiseksi. Puolet puolueista on jopa valmis harkitsemaan uraanin talteenoton sallimista Ruotsissa, jos talteenotto edesauttaisi nk. ”innovaatiokriittisten” metallien tuotantoa.

Almedalenissa Sveminin paneelikeskusteluun osallistuneet puolueiden edustajat olivat myös yhtä mieltä siitä, että luvitusprosessi on liian hidas, ja että sitä ei vain pidä, vaan on myös mahdollista nopeuttaa. Yksimielisyys loppui vasta, kun kysyttiin, mitä tuo nopeuttaminen käytännössä merkitsee. Minulta moderaattorit olivat kiinnostuneita kuulemaan suomalaisen ja ruotsalaisen kaivosdebatin eroista. Suuret linjat ovat ilmeisen samankaltaiset. Kaivannaiset Itämeren molemmin puolin nähdään kylä osana modernia yhteiskuntaa ja vihreän siirtymän mahdollistajina, mutta kaivoksia ei mielellään nähdä omalla takapihalla. Lähemmin tarkasteltuna toki erojakin löytyy. Ruotsalainen kaivoskeskustelu on esimerkiksi aivan eri tavoin polarisoitunutta kuin suomalainen. Almedaleniin osallistuneiden kansanedustajien mukaan Pohjois-Ruotsin kaivannaisseuduilla on vaikea löytää kaivosvastaista liikehdintää, vaikka toki yksittäisiä mielipiteitä löytyy suuntaan jos toiseenkin. Keski- ja Etelä-Ruotsiin mentäessä puolestaan kaivosvastaisuus lisääntyy, minkä seurauksena torpattuja hankkeita löytyy Norra



Kaivannaisalan parissa Suomi-Areenalla. Vasemmalta: Jarkko Vesa, Pertti Lamberg, Olli Salmi, Henna Virkkunen, Tomas Häyry ja Kimmo Tiilikainen

Kärriin maametalleista aina Österlenin akkumineraaleihin asti.

Porin Suomi-Areenalla järjestimme oman EIT RawMaterialsin keskustelun kriittisistä raaka-aineista, kun keskustelujäseni aiheesta ei muuten oikein tahtonut löytyä. MEP Henna Virkkunen, AA Sakatin Pertti Lamberg, GTK:n pääjohtaja Kimmo Tiilikainen ja Vaasan kaupunginjohtaja Tomas Häyry toivat paneelissa napakasti esiin tiukkoja pointteja, jotka resonoivat hyvin myös ruotsalaisen keskustelun kanssa. Luvituksen parempi ennakoitavuus toisi paremmin investointeja Suomeen, mutta kaivostoiminnan lisäksi investointeja tarvitaan arvoketjun alavirrassa, erityisesti akkuarvoketjussa materiaalien ja komponenttien kehittämisessä. EU-tason kannustimien osalta paneeli taas toi esiin kiinnostavan ajatuksen vihreän kaivostoiminnan kriteereistä, joita voitaisiin käyttää ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävien kaivoshankkeiden rahoituksen ja luvituksen edistämiseksi.

Kesän politiikkafestivaalien yhteenvetona Suomessa ja Ruotsissa tuntuu olevan vakaa poliitikkojen ja vaikuttajien usko siihen, että kaivosteollisuuteen ja malminetsintään kannattaa panostaa. Varovaista optimismia oli havaittavissa myös TEM:n viimeisimmässä toimialaraportissa, jonka mukaan niin kerauskilometrien kuin malminetsintäfirmojenkin määrä Suomessa kasvoivat 15-16% vuosien 2019 ja 2020 välillä. Ruotsin vuoriteollisuustilastojen kehitys taas ei näytä kovin valoisalta. Vaikka malminetsintälupien määrä nousi 12% 2019-2020, on 2010-luvun taitteen huippuvuosiin vielä paljon matkaa. Toivoo siis sopii, että poliitikkojen usko sektoriin säilyy myös vaalikausien yli, ja että hyvät tavoitteet konkretisoituvat kaivannaisalan lisääntyneinä investointeina ja luvituksen sujuvoittamisena. ▲

TEKSTI: **OLLI SALMI**

KUVA: MIA SMEDS



PERTTI VOUTILAINEN

Karut näkymät

Syksy on saapunut ja jättänyt jälkeensä muiston hienosta kesästä. Vielä elokuussa saimme kokea yhdeksäntoista hellepäivää. Se tuntui hienolta, vaikka entiset murheet olivat jäljellä. Pandemia, ilmastokriisi, sota, apinarutto ja huoli sähkön saannista ovat edelleen vierainamme. Huonossa kelissä joudumme edelleen purjehtimaan maailman merillä. Normaalin elämän rajoituksiin voidaan vieläkin joutua turvautumaan. Ongelmat eivät siis ole ollenkaan ohi.

Vanha viisaus opettaa, että Venäjää ei voi järjellä ymmärtää. Niinpä jätän Putinin ja hänen sotansa tällä kertaa käsittelemättä. Ei järjettömyys miksikään muutu, vaikka sitä koko ajan irvistelin.

Hallitus pui budjettiriihen kahdessa päivässä ja tuntui olevan saavutukseensa tyytyväinen. Nopeita voittoja, kun visaiset säästöksymykset jätettiin lähestyvien vaalien edellä käsittelemättä ja seuraavan hallituksen murheiksi. Selitys oli, että mistään ei nyt voida säästää, ja vajuus voidaan kattaa vain lisävelalla. Olen jyrkästi eri mieltä. Aina löytyy säästökohteita, kun menoesitykseen tosissaan käydään kohta kohdalta kiinni. Pitäisi uskaltaa tunnustaa, että entisenlaisen elämänmenon jatkaminen ei ole mahdollista. Vaikeuksien aikana on ollut pakko turvautua velan ottoon. Mutta kaikella on rajansa. On velan maksun aika. Kuitenkin lupaavat poliitikot kaikkea uutta hyvää, vaikka lompakko on tyhjä. Vain ”hullu mies syö enemmän kuin tienaa”.

Ekonomistimme eivät viime aikojen työstään ansaitse kovin hyvää arvosanaa. Aivan viime päiviin saakka heidän arvionsa tulevasta talouskehityksestä ovat olleet ylioptimistisia. Tavallinen kaduntallaaja on aavistanut, että edessä vääjäämättä on ostovoiman lasku inflaation karattua korkeuksiin. Vaikka huonoa sanomaa on ikävä saarnata, oikea tieto on uskallettava tuoda julki. Kriisitietoisuus on tarpeen, jotta takaiskut eivät tulisi yllätyksinä.

Totuuden tunnustaminen ei saisi ottaa liikaa aikaa. Huipuesimerkki tällaisesta viiveestä on Nikolaus Kopernikuksen aikanaan saama kohtelu. Tämä saksalainen lääkäri oli vuonna 1543 keksinyt, että maapallo kiertää aurinkoa eikä päinvastoin. Muistan jostain lukeneeni, että katolinen kirkko tunnusti asian virallisesti vasta vuonna 1992. Siitä viiveestä ei tosin tainnut kukaan pahemmin kärsiä. Taivaankappaaleet jatkoivat kiertoaan entiseen malliin maallisista erimielisyyksistä välittämättä. Mutta toivoa täytyy, että työmarkkinapäälliköt ja vaaleihin valmistautuvat poliitikot rohkaistuisivat aina kertomaan totuuden.

Pelolla odotan tulevia tapahtumia. En haluaisi olla poliitikko, joka joutuu tekemään tarvittavat päätökset Suomi-lai-

van pitämiseksi pinnalla. Tilanne tuo mieleen Nokian entisen johtajan luonnehdinnan, kun hän vertasi johtamaansa yritystä palavaan lauttaan, joka on vaarassa vajota meren syvyyksiin. Eipä vajonnut Nokia, kun omistajilla ja johdolla oli rohkeutta panna toiminta uusiksi. Samanlaista johtajuutta tarvitsee Suomi. Talouden alijäämä on saatava kuriin.

Kilpailukykyä ei saa eri kuppikuntien keskinäisellä kilpailulla tuhota. Tämä vaatii kipeitä leikkauksia. Useat meistä ovat kokeneet, että lihominen käy helposti, mutta kertyneen ylipainon karsiminen on tuskallinen prosessi. Ajan kuluminen ja odottaminen eivät auta. Eikä auta turvautuminen toisten apuun, vaan itse on tempu tehtävä. Hyödytöntä on käyttää aikaa syyllisten etsimiseen maamme rajojen ulkopuolelta. Kyllä sieltä syyllisiä löytyy, mutta enimmäkseen ongelmat ovat kotitekoisia.

Äskettäin ilmestyi raportti suomalaisten odotuksista talouden kehitysnäkymistä, jotka ovat synkempiä kuin koskaan. Kai tämän tietävät päättäjätkin, mutta kenellä on kanttia astua esiin ja kertoa kylmät tosiasiat. Me vanhemmat sukupolvet muistamme Veikko Vennamon, jonka poliittisista iskulauseista tunnetuimpia oli, että ”kyllä kansa tietää”. Hyvä on, jos tietää ja panee omaa etua ajavat päättäjänsä järjestykseen.

Me suomalaiset uskomme olevamme taitavia tietoyhteiskunnan rakentajia. Siihen uskomukseen on tullut iso särö, kun kävi ilmi, että Helsingin kaupunki ei osaa laskea henkilöstönsä palkkoja. Jotkut ovat saaneet liian vähän, jotkut liikaa, ja osa on jäänyt kokonaan ilman palkkaa, Eiköhän jostakin löytyisi lyijykyniä ja ruutupaperia, jotka voitaisiin ottaa avuksi, kun tietokoneet eivät laskutehtävistä selviä. Auttaisikohan asiaa, jos pantaisiin kaupunginjohtajat korvauksetta laskemaan alamaistensa palkkoja, kunnes numerot asettuvat kohdalleen.

Kurjuuden keskellä sain toivoa paremmasta kuunneltua- ni amerikkalaisen evoluutiotutkijan haastattelun. Hän on laskenut, että jos kehitys jatkuu nykyisellä vauhdillaan, tekoöly voittaa ihmisaivojen kyvyt vielä tällä vuosisadalla. Ihmisille ei silloin jää muuta roolia kuin toimia tekoölyn lemmikkeinä, jotka voidaan jalostaa rauhaa rakastaviksi. Siihen päättyy nykyihmisen noin 100 000 vuotta kestänyt valtakausi. Mutta jääpähän jäljelle parempi maailma. Tässä on tämän kolumnin positiivinen lopputulema. ▲

Miksi evoluutio kehitti ihmiselle kapean ja pitkän nenän? Jotta pysyisivät silmälasit paremmin päässä.

Alkuaine vanadiinin sähköiset seikkailut

Osa 2. Alkuaine vanadiini kuulee kummia

Alkuaine vanadiini oli edelleen käärmeissään, kun se matkasi teräskuonan mukana kuorma-auton lavalla kohti tuntematonta määränpäättä. Maattuaan yhdessä kumppaninsa hapen kanssa kymmeniä vuosia terästehtaan kuonakasassa varsin sekalaisessa seurassa se oli toki helpottunut, kun jotain alkoi tapahtua. Nyt sitä kuitenkin ärsytti se, ettei matkan tarkoituksesta, pituudesta eikä määränpäästä ollut niin mitään tietoa. Hiukan äksynä ja ärtyisenä luonteena se alkoi jälleen marmattaa puolääneen itsekseen.

”Olisi se hyvä edes tietää, minne ja minkä vuoksi tässä ollaan menossa”, se puhisi. ”Kymmenien vuosien paikallaan makuun jälkeen tällainen tärinä ja hytkytys tuntuu suorastaan särkevän vanhat luuni”, se jatkoi. ”Eikö kukaan täällä tiedä mitään tämän reissun tarkoituksesta?”, alkuaine vanadiini kyseli. Eihän se itsekään uskonut saavansa vastauksia kysymyksiinsä, kun kaikki kuormassa olivat lähtöisin samasta kasasta eivätkä voineet tietää alkuaine vanadiinia enempää matkan tarkoituksesta.

Osoittautui kuitenkin, että kuorma-auton lavan nurkkaan oli jäänyt edellisistä kuormista nokare vanadiinipitoista malmia. Jäätään jumiin lavan laitojen kulmaukseen se oli itse asiassa reissannut jo jonkin aikaa edestakaisin ja nokkelana tyyppinä se oli saanut tietoonsa yhtä ja toista. Nyt se kuuli meidän alkuaine vanadiinimme marmatuksen, ponnisteli tärinän avustamana irti pinteestään ja nousi kuormakasan pinnalle marmattajan viereen.



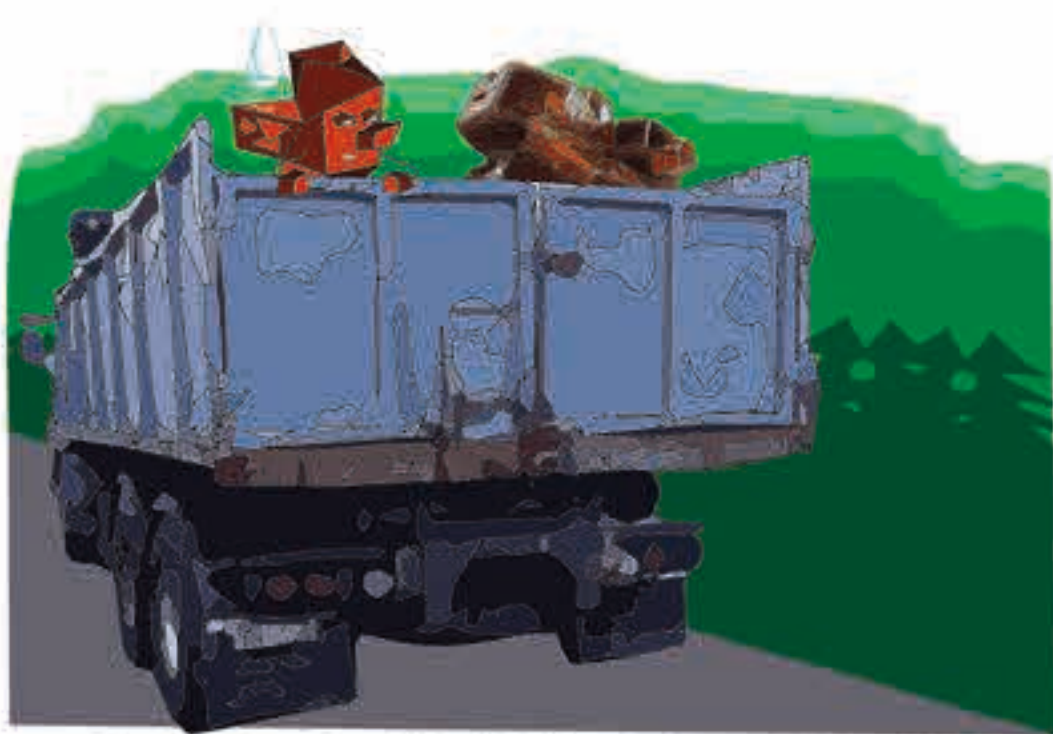
Se osoittautui myös mainioksi tarinankertojaksi ja alkoi kertoa tietojaan.

Se kertoi, että vanadiinin käyttö oli maailmalla vuosien mittaan lisääntynyt tasaisen voimakkaasti lujien terästen käytön kasvaessa sekä ilmailu- ja avaruusteollisuuden kiinnostuessa vanadiinin käytöstä mm. lujien titaaniseosten valmistamisessa. Toisaalta se kertoi, että vanadiinin tuotanto oli malmivarojen sijainnin ja työvoimakustannusten nousun johdosta luisunut maailmassa harvojen halvan työvoiman maiden käsiin. Niistä saatavan vanadiinin halvan hinnan vuoksi ei maailmalla ollut moniin vuosiin

ollut tarvetta vanadiinin saatavuuden ja mahdollisen uusiokäytön miettimiseen.

Viimeisten vuosien aikana tilanne oli kuitenkin muuttunut. Yhtäältä ilmaston lämpenemisen ja siihen liittyvien sään ääri-ilmiöiden syiden etsinnässä oli yhdeksi merkittäväksi syyksi osoittautunut fossiilisten polttoaineiden laajan käytön seurauksena ilmakehään päästetty hiilidioksidi. Se oli saanut aikaan pyrkimyksen kehittää energian tuotantoon uusia tapoja, joissa ei käytettäisi lainkaan fossiilisia polttoaineita.

Lupaavimmaksi loppukäytön energiamuodoksi oli tässä yhteydessä noussut sähkö. Sähkön fossiilittomaan tuotantoon ja siirtämiseen liittyvät ongelmat olivat ratkaistavissa, mutta sähkön varastointi oli osoittautunut vaikeaksi. Varastointipulman ratkaisua mietittäessä olivat yhtenä vaihtoehtona nousseet esille vanadiinin erikoiset sähköiset ominaisuudet ja niihin pe-



”Kuorma-auton lavan nurkkaan oli jäänyt edellisistä kuormista nokare vanadiinipitoista malmia. Se osoittautui mainioksi tarinankertojaksi ja alkoi kertoa tietojaan.”

rustuen suunniteltiin suuria varastoja isojen sähkömäärien pitkäkestoiseen varastointiin.

Toisaalta ihmisten tyhmiä keskinäisten riitojen ja sotimisen vuoksi sekä fossiilisten polttoaineiden että monien tärkeiden metallien kuten vanadiinin saatavuudessa alkoi olla ongelmia. Tämä kaikki yhdessä muotiin tulleen kiertotalousperiaatteen kanssa oli nostanut voimakkaasti vanadiinin kysyntää ja johtanut jo olemassa olevien vanadiinivarojen uusiokäyttömahdollisuuksien selvittämiseen.

Tässä yhteydessä olivat yhtenä mahdollisuutena nousseet esille myös terästehtaiden vanhat kuonakasat, joissa tiedettiin olevan vanadiinin ja hapen yhdisteitä prosenttien luokkaa olevina pitoisuuksina. Ongelmana oli kuitenkin teräskuonaan sisältyvien monien muiden aineiden erottaminen vanadiinin ja hapen yhdisteistä. Erottamisen tulisi tapahtua mahdollisimman vähällä energialla ja ilman fossiilisia energian lähteitä eikä prosessiin saisi liittyä haitallisia päästöjä tai sivutuotteita. Tätä ongelmaa oli tutkittu ja ratkottu monta vuotta ja viimein oli tunnelin päässä jonkinlaista valoa näkyvissä.

Tarinankertojan mukaan oli kehitetty liuotuspohjainen prosessi, joka toimii matalassa lämpötilassa ja lähestulkoon ilman fossiilisia polttoaineita. Prosessi käyttää myös merkittäviä määriä ilmaston kannalta haitallista hiilidioksidia ja tuottaa puhtaan vanadiini-happiyhdisteen lisäksi sivutuotteina natriumsulfaattia ja kemiallisesti

stabiloitua materiaalia, jota voidaan käyttää mm. hiekan korvaajana, maaperän stabiloinnissa ja happaman maaperän parantamisessa.

Tämä prosessi oli saatu kehitetyksi pilottiasteelle ja kuorma, jossa meidän alkuaine vanadiinimme oli mukana, oli itse asiassa menossa juuri tuolle pilottilaitokselle ensimmäisiin suuremman mittakaavan kokeisiin. Tämän kerrottuaan malminokare oli selittänyt kaiken tietämänsä ja vaiken loppumatkan ajaksi.

Alkuaine vanadiini oli tyytyväinen saatuaan jonkinlaisen selityksen pitkälle löhöämislleen terästehtaan kuonakasassa. Se piti myös siitä, että vanadiinin sähköisillekin ominaisuuksille oli lopulta löytymässä merkittävää käyttöä ja että vanadiini oli sen ja kaiken muun kuullun myötä nousemassa tärkeiden metallien ryhmään. ”Lopultakin hieman ansaittua arvostusta”, se tuumi. Liuotukseen mahdollisesti liittyvät hapot ja muut väkevät aineet hiukan askarruttivat sitä, mutta se tiesi kumppaninsa hapen kanssa olevansa varsin kestävä kaikkea sellaista vastaan. Tulevaisuus saattoi sittenkin olla varsin kiinnostava, se päätteli.

Kuorma-auto hidasti kulkuaan, kääntyi ja lyhyen pysähdysten jälkeen peruutti suureen halliin, jossa oli monenlaisia laitteita. Kuorma kipattiin kohtalaisen kokoiseen siiloon, johon alkuaine vanadiini jäi odottamaan tulevaisuutensa seuraavia vaiheita. Millaisia nuo vaiheet olivat, siitä kerrotaan seuraavissa tarinoissa. ▲

ALANSA OSAAJAT

FutureSmart Mining™

Yhdistää teknologian, digitalisaation ja vastuullisuuden

 AngloAmerican



 Continental
The Future is Moving

**Kuljetin hinnat ja tarvikkeet.
Asennus- ja huoltopalvelut.**

www.contitech.fi

ContiTech

YOUR LABORATORY SERVICE PROVIDES ALL PHASES OF MINING OPERATIONS

 eurofins

Mineral Testing



Teräspalvelukeskus

Miilux® oy

Hannu Rantasuo 044 7713 695
Mikko Harjula 050 4347 030
Mikko Lehtonen 050 3430 542
Turo Tuominen 044 5428 227
Juha Huttunen 044 7713 694

www.miilux.fi

Juhlavuoden kuulumisia ja henkilövalintoja

Juhlavuosi huipentuu ensi kevään Vuorimiespäiviin. Jäsenistölle se ei vielä ole paljon näkynyt, mutta kulissien takana tehdään jo valmisteluja ”täyttä häkää”. Kasikymppisiä vietetään Vuorimiespäivillä 24.-25.3.2023. Pitopaikatkin on jo päätetty. Vuosikokous on perinteisesti Marina Congress Centerissä, iltajuhlat Terrafamen isännöimänä Messukeskuksessa ja lauaintain iloinen lounas Crowne Plazassa.

Keväällä haettiin uusia tekijöitä kahteen tärkeään tehtävään. Hyvien hakijoiden joukosta valittiin Materia-lehden ilmoitusmyyjäksi Satu Honkanen ja Vuorimiesyhdistyksen pääsihteeriksi Ted Nuorivaara.

Satu Honkanen on ollut Teknikumilla, Metso Mineralsilla, Pyhäsalmeella ja Yaralla monipuolisissa tehtävissä ja hänelle

on muodostunut hyvä kokonaiskuva ja kattavat verkostot. Satu vastaa ilmoitusmyynnistä vuoden vaihteen jälkeen ilmestyviin lehtiin. Tämän vuoden lehdistä vastaavat vielä Leena ja Budju Forstén.

Ted Nuorivaara on ollut mukana Vuorimiespäivien järjestelyissä jo useana vuonna, joten hänellä on erinomaiset valmiudet pääsihteerin tehtäviin. Ted on Arin ”aisaparina” mukana juhluvuoden järjestelyissä. Vahdin vaihto tapahtuu siten Vuorimiespäivillä.

Satu ja Ted esitellään tarkemmin Materia-lehden seuraavassa numerossa.

Kaunista syksyä toivotellen

ARI JUVA
pääsihteeriksi



VUORIMIESTYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2022

PUHEENJOHTAJA

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

FM Hanna Mönkkönen, sihteeri,
040 7410 868
etunimi.sukunimi2@wsp.com

VARAPUHEENJOHTAJA

DI Pentti Vihanto, 050 539 0314
etunimi.sukunimi@terrafame.fi

KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO

DI Annukka Kokkonen pj, 040 841 4850
etunimi.sukunimi@sandvik.com
DI Simo Laitinen, sihteeri, 050 411 8400
etunimi.sukunimi@yit.fi

PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

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

RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/

DI Joakim Colpaert, pj, 045 3175 198
etunimi.sukunimi@mogroup.com
DI Paula Vehmaanperä, sihteeri,
050 3511 781
etunimi.vehmaanpera@lut.fi

WEBMASTER

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

METALLURGIJAOSTO/

TkT Ville-Valtteri Visuri, pj, 050 4125 642
ville-valtteri.visuri@oulu.fi
TkT Iina Vaajamo, sihteeri,
050 5363 143
etunimi.sukunimi@mogroup.com
<https://vuorimiesyhdistys.fi/yhteystiedot/>

RAHASTONHOITAJA/Treasurer

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

GEOLOGIJAOSTO

FM Jussi Annanollinen, pj, 40 484 7860
jussi.annanollinen@angloamerican.com

BRENTTAG

Kaivosteollisuuden raaka-aineet



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
- Yleisesti kokooja-, kerääjä-, painaja-, vaahdotus-, aktiivointi- ja pH-säätökemikaalit rikastukseen
- Prosessivesien käsittelykemikaalit

PALVELUT

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

YHTEYSTIEDOT

Brenntag Nordic Oy

Mikko Kähäri

Puhelin 040 708 7006

[mikko.kahari@brenntag-](mailto:mikko.kahari@brenntag-nordic.com)

[nordic.com](http://www.brenntag-nordic.com)

[http://www.brenntag-](http://www.brenntag-nordic.com/fi/)

[nordic.com/fi/](http://www.brenntag-nordic.com/fi/)



United. Inspired.

Uusi huippukestävä Powerbit X - nyt timanttipinnoitetuilla nastoilla

Turvallisuus

Lisää turvallisuutta vaihtamalla poranteriä harvemmin.

Korkeampi tuottavuus

Lisää tuottavuutta poraamalla keskeytyksittä.

Ympäristöystävällinen

Vähennä CO₂-päästöjä jopa 90% porattua metriä kohden.

 **Epiroc**

epiroc.com



CAVEX® 2

WE INNOVATE. OTHERS IMITATE.

Brief

Deliver up to 30% additional capacity.

Turbulence Reduction

Design a new feed chamber for an even smoother slurry flow.

Greater Separation Efficiency

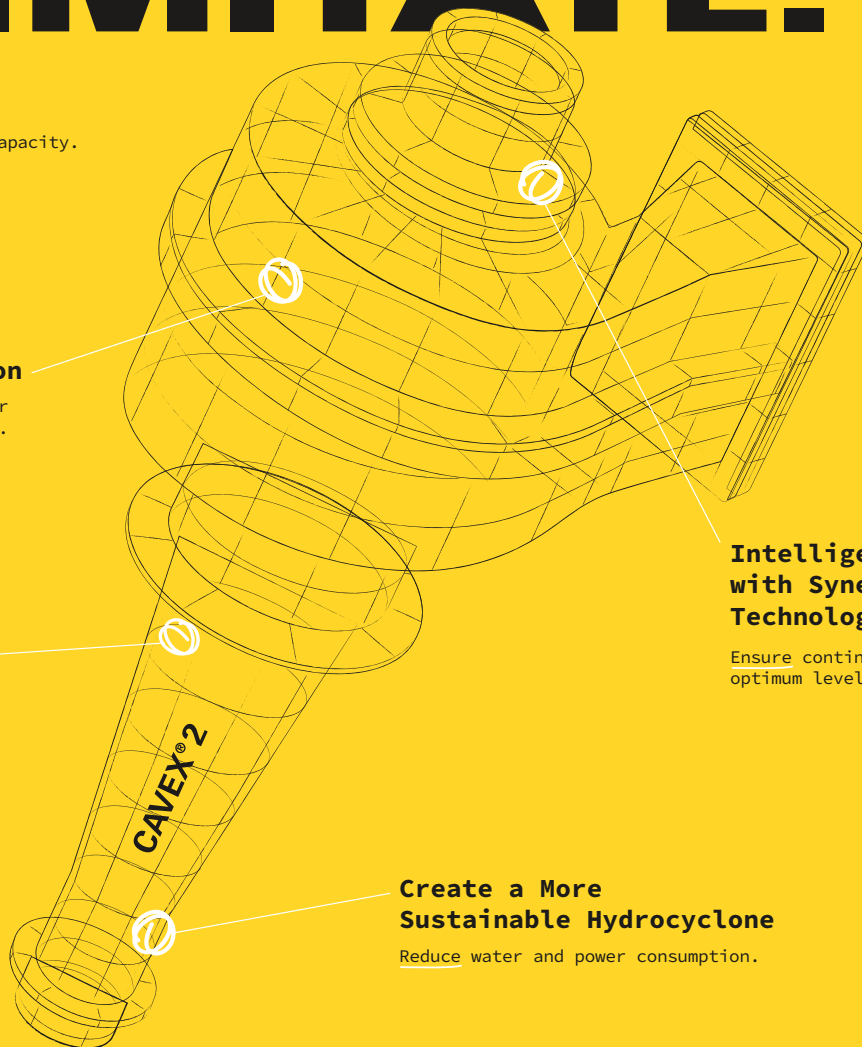
Reduce the fines reporting to the underflow and decrease misplaced coarse particles to the overflow.

Create a More Sustainable Hydrocyclone

Reduce water and power consumption.

Intelligent Performance with Synertrex® IIoT Technology

Ensure continual operation at an optimum level.



Up to 30% More Volumetric Capacity

Introducing the Cavex® 2 hydrocyclone featuring our newly engineered LIG+™ design, the successor of laminar inlet geometry. The result? Up to 30% additional capacity providing significant savings in a short pay-back period. Plus, our Synertrex® intelligent technology ensures continual operation at an optimum level, preventing roping and blockages, saving you from unplanned downtime. But that's not all you'll be saving. A decrease in water and power consumption means Cavex® 2 is more sustainable than ever.

Request a trial of the Cavex® 400CVD today at cavex2.weir

WEIR
Minerals

www.global.weir