

# MATERIA

2-2022 | Toukokuu

GEOLOGIA  
KAIVOS  
LOUHINTA  
RIKASTUS  
PROSESSIT  
METALLURGIA  
MATERIAALIT

JO 80 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA







**AGNICO EAGLE**  
KITTILÄN KAIVOS

# VASTUU HYVÄSTÄ TULEVAISUUDESTA

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

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

 @AgnicoEagleFinland  @AgnicoFinland

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



Vuosikokous 25.3.2022

8

Lassi Klemettinen kävi pokkaamassa Petter Forström-palkinnon koko kirjoittajaryhmän puolesta.

## MATERIA 2-2022 | TOUKOKUU

56

## SISÄLTÖ

- 5 Lukijalle **Kari Pienimäki**
- 7 Pääkirjoitus: **Kalle Härkki**: Muutoksen vuodet
- 8 **Leena K. Vanhatalo**: Vuorimiespäivät 2022 – yhdessä jälleen!
- 13 **Leena K. Vanhatalo**: Vuoriteollisuuden tila Suomessa 2021
- 19 Tilastotietoja vuoriteollisuudesta 2021
- 20 Rikasteiden, metallien, mineraalien ja vuolukiven tuotantoluvut
- 22 **Olli Breilin**: Ilmastonmuutoksen torjunta ja materiaalien tarve
- 23 **Topias Siren**: Peter Handley, EU Raw Materials Policy Developments
- 24 **Matti Hietanen**: Vuoriteollisuuden renessanssi
- 27 **Sanna Röttsä**: Vastuullista malminetsintää Suomessa
- 29 **Tero Liikamaa**: Kaivosviranomaisen katsaus
- 32 **Simon Michaux**: Assessments of the physical requirements to globally phase out fossil fuels
- 34 **Ville-Valtteri Visuri**: Digitalisaatio ruostumattoman teräksen valmistuksessa
- 37 **Janne Järvinen**: Seuralaisten ohjelma
- 38 **Leena K. Vanhatalo**: Illallistanssiaiset – Dipolissa!
- 40 **Leena K. Vanhatalo**: Myrskyisän ja koleaan lauantain Se Parempi Lounas
- 44 **Panu Oikkonen**: Moderni teknologia vie maanalaisen ruiskubetonoinnin tulevaisuuteen
- 51 **Petteri Halli**: Metallurgy as a Tool for Challenges in Circular Economy
- 56 **Antero Hakapää, Ari Oikarinen**: KOTIMAISIA KAIVOSTORNEJA – kolmelta vuosisadalta
- 66 **Tuomo Tiainen**: Ympäristöä säästävä materiaalitekniikka
- 79 **Tiina Heiniö**: Sandvik investoi 50 miljoonaa euroa uusien teknologioiden ja digitaalisten ratkaisujen kehittämiseen Suomessa
- 81 **Uutisia alalta**: ABB: Terässulatot muuttuvat älykkäämmiksi
- 84 DIMECC on-line: **Kaisa Kaukovirta**: Kotimaiset 3D-tulostajat tuottamaan kaikkein vaativimpia kappaleita
- 85 Metallinjalostajat: **Kimmo Järvinen**: Miksi Suomen tulee olla erittäin aktiivinen ja yhteistyöhakuinen EU:n energiakriisin ratkaisujen etsinnässä
- 87 Kaivosteollisuus: **Pekka Suomela**: Raaka-aineiden merkitys alkaa valjeta Euroopalle
- 88 Pakina **Tuomo Tiainen**: Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut
- 90 Euroopan ytimessä: **Olli Salmi**: Olisiko taas teollisen ekologian aika?
- 91 Kolumni: **Pertti Voutilainen**: Totuus ja valhe
- 93 **Kristina Karvonen**: KOVE-PRO - projekti kiertotalouden asialla
- 96 Pääsihteeriltä: **Ari Juva**
- 96 Vuorimiesyhdistyksen toimihenkilöitä 2022

## Ilmoittajamme tässä lehdessä

AA Sakatti Mining	18	Kokkolan Satama	92
Agnico Eagle Finland Oy	2.kansi	Metso Outotec	31
Arctic Drilling Company Oy	36	Miilux Oy	95
Astroock Oy	35	Neles	28
Atlas Copco	36	Nevel	21
Aurubis Finland Oy	92	NewPaakkola Oy	64
Avesco	86	Nordkalk Oy Ab	21
Boliden	89	Normet Group Oy	4
Brenntag Nordic Oy	54	Orica Oy	64
Bumax	64	Outokumpu Chrome (EAPKY)	95
ContiTech Finland Oy	95	Palsatech	27
Endress+Hauser	83	Pipelife Finland	77
Epiroc Finland Oy Ab	3.kansi	Pyhäsalmi Mine Oy	64
Eurofins Mineral Testing Oy	18	RF Valves	87
Expomark	65	Oy Rock Physics Finland Ltd	4
FinMeas Oy	92	Roxia	42,43,55
Forcit Consulting	6	Sandvik	78
Forcit Explosives	6	Sibelco Nordic Oy Ab	26
GRM-services Oy	83	Suomen Messut	26
Hexagon's Mining	55	Suomen TPP /Masino	80
Jyväskylän Messut	50	Tapojärvi/Hannukainen	33
Oy KATI Ab	92	Weir Minerals Oy	takakansi
Linde	41	Yara	80

## Rock and Fracture Mechanics in Rock Engineering and Mining

# Eurock 2022 Finland

September 12-15, 2022 [www.eurock2022.com](http://www.eurock2022.com)



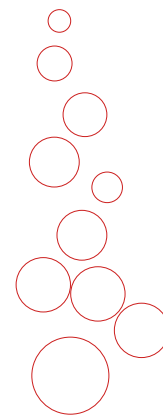
Suomen Kalliomekaniikkatoimikunta  
Finnish National Group of ISRM

Vuorimiesyhdistys tukee tapahtumaa



**Vuorimiesyhdistys**  
Bergsmannaföreningen ry





# Iloisia uutisia sitsilaulujen ystäville!

Vuorimiesyhdistykselle on perustettu laulukirjatoimikunta, jonka jalona tehtävänä on tehdä yhdistykselle oma laulukirja. Laulukirja tullaan julkaisemaan 80. juhlavuoden kunniaksi vuoden 2023 Vuorimiespäivillä.

Laulukirjatoimikunta on myös päättänyt järjestää sitsilaulukilpailun teemalla Vuorimiesyhdistys. Mitä kaikkea tuo sana tuokaan mieleesi... ehkä Vuorimiespäivät, lauantain lounaan tai kosteat lounasjuomat? Nyt on vihdoin ja viimein aika kertoa se sitsilaulun muodossa. Sana ja sävel on vapaa!

## SITSILAULUKILPAILU LYHYESTI:

Kilpailuun voivat osallistua Vuorimiesyhdistyksen jäsenet.  
Kilpailu päättyy kesäkuun viimeinen päivä 30.6.2022.  
Kilpailun teema on Vuorimiesyhdistys.  
Laulun sanoitusten on oltava uusia, eikä laulua saa olla julkaistu aikaisemmin muissa laulukirjoissa.  
Laulukirjatoimikunta valitsee kilpailun voittaja(t), jotka julkistetaan vuoden päästä Vuorimiespäivien 2023 yhteydessä.  
Maineen ja kunnian lisäksi voittajalaulu(t) tullaan julkaisemaan laulukirjassa.  
Vuorimiesyhdistyksen laulukirjatoimikunta pidättää oikeuden kilpailuun osallistuneiden laulujen julkaisemiseen omissa ja Vuorimiesyhdistyksen painotuotteissa.

## OHJEET OSALLISTUJILLE:

Kilpailuun osallistutaan lähettämällä lauluehdotus laulukirjatoimikunnan sähköpostiosoitteeseen [vmj.laulukirja@gmail.com](mailto:vmj.laulukirja@gmail.com) 30.6.2022 mennessä.  
Viestissä tulee lukea  
laulun nimi  
laulun sävel  
osallistujan/osallistujien nimet  
osallistujan/osallistujien yhteystiedot (sähköpostiosoite ja puhelinnumero)

Sponsorit ovat lämpimästi tervetulleita tukemaan tätä merkittävää projektia ottamalla yhteyttä laulukirjatoimikuntaan tai lähettämällä viestiä sähköpostiosoitteeseen [vmj.laulukirja@gmail.com](mailto:vmj.laulukirja@gmail.com)

Kirkkain ja kaikuvin terveisin,

## Vuorimiesyhdistyksen laulukirjatoimikunta

Ilina Vaajamo, Miia Pesonen, Miikka Marjakoski, Elina Pitkäranta, Suvi Rannantie, Ville Kattilakoski, Antero Hakapää





## INNOVATING FOR PERFORMANCE

### TEHOKASTA BETONIRUIKUTUSTA

### 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



## Rock Physics Finland

Luotettavia petrofysiikan mittauksia modernilla laitteistolla

- Yleisimmät malminetsintää, kaivoksia ja kalliorakentamista palvelevat mittaukset
- Suurin osa mittauksista voidaan tulla tekemään asiakkaan tiloissa
- Geofysiikan aineiston tasokorjaukset laboratoriomittausten perusteella
- Fysikaalisten ominaisuuksien 3D-mallit geologiseen malliin sidottuina

Oy Rock Physics Finland Ltd | +358 50 374 1106 | [www.rockphysics.fi](http://www.rockphysics.fi)



# Arvoisa lukija!

Kädessäsi on vuoden odotetuin Materia-lehden lähes satasivuinen, Vuorimiespäivien 80. juhlavuoden mahtiteemanumero. Tälläkin kertaa lehdessä ovat jo perinteeksi muodostuneet raportit vuosikokouksesta, vuoriteollisuuden tilasta sekä luonnollisesti iltajuhlasta ja lauantain lounaalta.

Vuorimiespäivät saatiin vihdoin viettää liveinä. Kyllä sitä olikin odotettu. Juttua olisi ystävien kanssa juhliessa riittänyt varmaan viikoiksi - sen verran patoutumaa oli pandemiakaranteenin aikana lähikommunikaatio- tarpeessa syntynyt. Loisteliaat juhlat totisesti olivatkin Forcit Group ja Normet järjestäneet, suurkiitos vielä isännille!

Pääsin esiintymään Noora Karman taikaperformanssissa avustajana. Tosin töppäsin siinä kaksi kertaa – ensin käänsin kädessäni olleet laput liian aikaisin ja sitten vielä pudotin ne stagelle. Tuskin tulee kutsua enää moiseen hommaan. Erityisen mukavaa juhliessa oli päästä tutustumaan alamme nuoriin tulevaisuudenlupauksiin sekä saada hetken tuntoa opiskelijoiden nauttimaan akateemista vapautta – se sai itsenikin tuntemaan lähes nuoreksi. Riehaannuin jopa rouvan kanssa ajelemaan metrolla lauantai-iltana Otaniemestä kotiin.

Kuten Leenan ansiokkaasti koostamasta ”Vuoriteollisuuden tila” -jutusta voi lukea, vuosi 2021 oli toimialallamme taas varsin suotuisa. Olimme oppineet tekemään hyvää businesta pandemiasta huolimatta osittain etänä ja voimme lukea monista uusista ennätyksistä alan tilannekatsauksesta. Työturvallisuus ja ympäristöasiat olivat myös yleisesti kehittyneet erittäin positiivisesti.

Lehdessä ovat referaatit kokouksesitelmistä. Olli Breilinin esitys arvioi mm. metallien ja mineraalien tarpeen nousevan 3 miljardiin tonniin vuoteen 2050 mennessä. Peter Handleyn videositys keskittyi

JAANA PIENIMÄKI



Kari ja Jetta

Euroopan energia- ja mineraaliriippuvuuksien vähentämiseen mm. Venäjältä. Matti Hietasen ”Vuoriteollisuuden renessanssi” -artikkeli kertoo kaivosteollisuuteen ja metallien valmistukseen kohdistuvista odotuksista hiilineutraliteetin pyrittäessä sekä kierrätyksen tavoitteista. Sanna Rötä esitteli malminetsintäopasta pitkälti vastuullisuusnäkökulmasta.

Tuomon referaatti ASM Finland ry:n webinaarista valottaa mielenkiintoisesti metallien ja myös muidenkin materiaalien, mm. puupohjaisten pakkausmateriaalien, tekstiilien ja rakennusmateriaalien kehittämiseen liittyviä

haasteita, odotuksia sekä mahdollisuuksia. Artikkelin on myös varsin opettavainen, ainakin itse löysin siltä useita mukavia ”ahaa”-elämyksiä.

Antero Hakapää ja Frisco kirjoittivat viihdyttävän historiikin Suomen kaivostorneista. Jutun lopussa julistetaan myös valokuvauskilpailu käynnistyneeksi – siihen kannattaa osallistua. Tästä saa myös hyvän vinkin mahdollista kotimaan kesälomareissua suunniteltaessa.

Olemme eläneet varsin synkkiä ja masentavia aikoja viime vuodet. Monella on ollut ”mieli maassa” globaalien tilanteiden vuoksi. Toivottavasti tämä aviisi tuo edes vähän lohtua ja saa ajatuksesi loiton tumaan hetkeksi maailman kriiseistä sekä havaitsemaan (toisin kuin Pertti kolumninsa loppukappaleessa kehottaa), että pitkällä tähtäimellä maapallon elinkelpoisuuden turvaamisessa on merkityksellisempiäkin asioita olemassa kuin koronapandemia tai sota ja me olemme osaamisalueidemme kanssa sen turvaamisen keskiössä. ▲

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 prosessiteknikka 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** Materia-lehden vastaava päätoimittaja, tiedetoimittaja ja toimitussihiteeri juhlatuulella | **KUVA** Sini Pennanen

Artikkelien aineistopäivä ja Ilmoitustilavaraukset  
Article and Booking ads deadline  
3/2022 31.5.  
4/2022 5.9.  
5/2022 15.11.

Ilmoitusten aineistopäivä  
/Ads delivered  
3/2022 14.6.  
4/2022 1 9.9.  
5/2022 29.11.

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



# Turvaamassa tulevaisuuden rakentamista

Tarjoamme asiantuntevaa tärinäkonsultointia 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)



## BLASTING SERVICES

FOR NORDIC CONDITIONS

**FORCIT EXPLOSIVES** offers a committed 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 cartridge explosives as well as other blasting products and accessories.

Read more about our services on

>> [FORCITGROUP.COM](https://www.forcitgroup.com)



## Muutoksen vuodet

Toukokuussa 2020 kirjoitin *Materia*-lehden pääkirjoituksessani, miten Suomen hallitus suositteli maaliskuussa 2020 yli 500 hengen yleisötilaisuuksien perumista. Kiinasta liikkeelle lähtenyt koronavirus oli levinnyt Suomeen. Koko maailma muuttui ja vuoden 2020 Vuorimiespäivät peruttiin.

Kaksi vuotta myöhemmin korona vaikuttaa edelleen keskuudessamme. Kuitenkin Vuorimiesyhdistyksen hallitus päätti pitää Vuorimiespäivät kahden vuoden tauon jälkeen kasvotusten. Osallistujia oli kaikissa kolmessa tilaisuudessa runsaasti, yli 500 henkilöä jokaisessa. Pitkän tauon jälkeen oli mukava tavata tuttuja ja vaihtaa kuulumisia sekä jutella alan asioista. Vuorimiespäivien isäntäyrityksille, Forcitolle ja Normetille lämpimät kiitoksemme onnistuneesta isännöinnistä. Kiitos myös osoittamastanne luottamuksesta, kun valitsitte minut vuosikokouksessa puheenjohtajaksi vielä kolmanneksi kaudeksi.

Vuorimiesyhdistyksen vuoden 2022 teemoja ovat *Materia*-lehden kehittäminen sekä aktivoituminen sosiaalisen median ja muiden digitaalisten alustojen hyödyntämisessä. Tämän lisäksi tavoitteena on ylläpitää aktiivista yhdistystoimintaa sekä jäsenhankintaa ja pitää yhdistyksen talous tulevaisuudessakin vakaana. Haluamme myös kehittää eri jaostojen toimintaa ja tahdomme tulla tunnetuksi erityisesti tulevien korkeakouluopiskelijoiden keskuudessa. Lisäksi jatkamme hyvää yhteistyötä alan oppilaitosten, yritysten ja toimialayhdistysten kanssa.

Uudet tuulet puhaltavat tulevaisuudessa myös yhdistyksen ilmoitusmyynnissä ja yhdistyksen käytännön asioiden hoitamisessa. Haemme tällä hetkellä *Materia*-lehden ilmoitusmyyjää sekä yhdistykselle uutta pääsihteeriä. Uuden ilmoitusmyyjän toivomme aloittavan jo syksyllä Forstenien rinnalla ja ottavan lentävän lähdön vuoden 2023 lehtien ilmoitusten osalta. Pitkäaikainen pääsihteeri Ari Juva jatkaa työssään tämän vuoden loppuun asti.

Vuorimiespäivien aiheina olivat tänä vuonna toimintaympäristön muutokset: digitaalisuus, vastuullisuus ja viranomaisten ohjaus.



Esitelmät löytyvät tästä lehdestä. Toimintaympäristön muutokset ovat viime aikoina olleet nopeita ja pitkään kestänyt korona on muokannut työelämää ja toimintaympäristöä merkittävästi. Ukrainan sota on edelleen nostanut jo kallistuneiden energian, raaka-aineiden ja metallien hintoja. Tämän lisäksi Euroopan geopoliittinen tilanne on isossa muutoksessa ja vihreä siirtymä on etenemässä suurin harppauksin.

Suuret toimintaympäristön muutokset ovat värittäneet minun puheenjohtajakausiani. Kun korona ja sota joskus lopulta poistuvat, niin edessämme on suurempi jälleenrakennustyö kuin mitä kukaan meistä on osannut odottaa. Korona nosti pintaan ihmisistä huolehtimisen ja mahdollisti merkittävän työelämän digitaalisen kehitysharppauksen. Venäjän aloittamat sotatoimet ovat myös onnistuneet yhtenäistämään Euroopan historiallisella tavalla sekä lisäämään edelleen ihmisten ja yritysten inhimillisyyttä ja vastuullisuutta jokapäiväisissä valinnoissa.

Ensi vuonna Vuorimiesyhdistys täyttää 80 vuotta. Juhlavuosi tulee näkymään sekä *Materia*-lehdessä, digitaalisissa kanavissa että yhdistyksen aktiviteeteissa. Ja tietysti 80. vuosikokouksessa kunniotamme vanhoja perinteitä, mutta myös luomme uusia. Minulla oli tämän vuoden Vuorimiespäivien jälkeen mahdollisuus vieraillla Agnico Eaglen Kittilän kultakaivoksella ja näin juhluvuoden kynnyksellä voin todeta, että erityisesti yksi heidän arvoistaan ”perhe” on erityisen lähellä vuorimiesten arvoja. Koen vahvasti, että olemme Vuorimiesyhdistyksen kautta osa yhtä suurta perhettä.

Jotta pystymme menestymään tulevaisuudessakin, on kyky olla resilientti tärkeä ominaisuus sekä 2020-luvun isojen myllerrysten keskellä että Vuorimiesyhdistyksen 80. juhluvuonna. Hyvää juhluvuotta kaikille. ▲

KALLE HÄRKKI  
VMY:N HALLITUKSEN PUHEENJOHTAJA



# Vuorimiespäivät 2022 – yhdessä jälleen!

Kolmen vuoden tauon ja kahden vuoden koronakurjuuden jälkeen ilmassa oli suurta jälleen näkemisen riemua. Vuorimiesyhdistyksen 79. vuosikokous pidettiin Helsingissä Marina Congress Centerissä Katajanokalla perjantaina 25.3.2022.

**K**ello yhdeksän Vuorimiesyhdistyksen puheenjohtaja Kalle Härkki avasi kokouksen ja toivotti tervetulleeksi runsaslukuisen kokousväen, jota oli 530 etukäteen ilmoittautunutta ja 87 linjoilla olevaa. Pitkän tauon jälkeen oli erityisen hienoa tavata kasvokkain. Lisäksi Härkki kiitti Vuorimiespäivien isäntäyrityksiä (Forcit Group ja Normet) lupautumisesta tähän tärkeään ja vaativaan tehtävään.

Tervetuloitovotusten jälkeen hiljennyimme kunnioittamaan kolmen viimeisen vuoden aikana poisnukkuneita yhdistyksemme jäseniä. Tässä ovat listattuina vain viime

vuosikokouksen jälkeen tietoomme saatetut nimet, sillä edelliset on ilmoitettu jo viime vuoden lehdessä. Olli Antola, Tom Bröckl, Svante Ernten, Seppo Heimala, Pentti Holopainen, Veikko Koskela, Antti Lehtola, Pertti Nieminen, Matti Palperi, Reijo Pelli, Lasse Salonen, Bo Sandberg, Pentti Seppänen, Kaarlo Wennervirta ja Reima Väinölä ovat poistuneet keskuudestamme.

Puheenjohtaja esitti katsauksen vuoriteollisuuden tilaan vuonna 2021 ilman yrityskohtaisia tietoja. Katsauksesta on laajennettu referaatti myöhemmin tässä lehdessä.

Härkin lopetettua esityksensä lavalle hypähtivät Senkkasiskot – Suvi Rannantie

ja Iina Vaajamo - laulaen ”Hei, juttele sinä vaan...” Toisena lauluna he esittivät yhden juomalaulun ja julkistivat 80-vuotisjuhlaan liittyvän sitsilaulukilpailun avatuksi.

## Ripeä vuosikokous

Vuosikatsauksen jälkeen siirryttiin käsittelemään sääntömääräiset vuosikokousasiat.

Kokouksen puheenjohtajaksi valittiin Pekka Erkkilä. Pöytäkirjan tarkastajiksi valittiin yksimielisesti Liisa Haavanlammi ja Pia Voutilainen. Yhdistyksen pääsihteeri Ari Juva luki toimintakertomuksen ja rahastonhoitaja Leena K. Vanhatalo puolestaan esitteli tilinpäätöksen. Jäsenmäärässä oli vähennyistä





Senkkasiskot Suvi Rannantie ja Ilina Vaajamo

noin 50 jäsentä edelliseen vuoteen verrattuna. Tilinpäätöksen vahvistamisen ja tilintarkastuskertomuksen hyväksymisen jälkeen vastuuvapaus myönnettiin hallitukselle. Seuraavana oli vuorossa katsaus tulevaan. Leena K. Vanhatalo esitti vuoden 2022 talousarvion. Huolella laadittu talousarvio takasi sen, että keskustelua talousarviosta ei syntynyt, ja myös hallituksen esityksen mukaiset yhdistyksen jäsenmaksut pysyivät ennallaan, vaikka yksi ehdotus tulikin maksujen nostamiseksi merkittävästi.

Toimintasuunnitelman hyväksymisen jälkeen valittiin yhdistykselle uudet luottamushenkilöt. Vaalitoimikunnan puheenjohtaja Sakari Kallo esitteli toimikunnan ehdotukset. Puheenjohtajaksi valittiin uudestaan TKT Kalle Härkki ja varapuheenjohtajaksi DI Pentti Vihanto. Kolmen erovuoroisen hallituksen jäsenen tilalle kokous valitsi vaalitoimikunnan ehdotuksen mukaisesti kolmivuotiskaudeksi 2022-2025 DI Lauri Närhen, FM Leena Rajavuoren ja ins. Simo Pyysingin.

Kokous valitsi uudestaan tilintarkastajaksi vuodelle 2022 DI, KHT Katja Hanskin ja toiminnan tarkastajaksi DI, KTM Antti Pihkon sekä varalle tilintarkastajaksi Nexia Oy KHT -yhteisön ja varalle toiminnantarkastajaksi KTM Tanja Nordlundin.

Pekka Erkkilä päätti yhdistyksen vuosikokouksen näiltä osin ja pyysi yhdistyksen puheenjohtajaa Kalle Härkkiä jatkamaan kokouksen muiden asioiden käsittelyä.

### Huomionosoitukset ja palkitsemiset

Kokouksessa jaettiin myös tavanomaiseen tapaan huomionosoituksia ansiotuneille vuorimiehille. Ensimmäisenä kutsuttiin lavalle hopeisen Eero Mäkinen-mitalin saajat



Kokoustauoilla aulatiloissa kävi kuhina.

ja puheenjohtaja kertasi hopeisen Eero Mäkinen –ansiomitalin myöntämisperusteet:

”Säilyttääkseen pysyvällä ja näkyvällä tavalla Suomen vuoriteollisuuden kehittäjän Eero Mäkisen muiston on Vuorimiesyhdistys - Bergsmannaföreningen r.y. vuonna 1955 perustanut hänen nimeään kantavan hopeisen ansiomitalin. Mitali voidaan antaa

yhdistyksen jäsenelle tai yhdistyksen kuuluttomalle henkilölle suurista ansioista yhdistyksen toiminnassa tai sen tarkoitusten tukemisessa ja ansiokkaasta toiminnasta vuoriteollisuudessa ja siihen liittyvän tutkimuksen alalla.”

Hopeinen Eero Mäkinen –ansiomitali numero 63 myönnettiin **Satu Jyrköselälle**.





Pekka Erkkilä, Ari Juva ja Kalle Härkki



Jarmo Roinisto ja Raimo Lahtinen

Rahastonhoitaja  
Leena K. Vanhatalo



Rikastus- ja prosessijaoston kokous  
alkamassa



Vuosikokous veti väkeä.

Hän oli estynyt saapumasta paikalle. Sadulla on pitkä, monipuolinen ja ansiokas ura vuoriteollisuudessa ja siihen liittyvässä tutkimuksessa.

Satu väitteli tekniikan tohtoriksi vuonna 1998 ja sen jälkeen hän siirtyi tekemään tutkimusta Outokumpu Research Oy:n palveluksessa. Välillä hän hoiti mm. korkeakoulu-yhteistyötä Outokummun pääkonttorilla ja kävi nauttimassa liekkiuunin lämmöstä Boliden Harjavallan nikkelisulaton käyttöpäällikkönä, mutta tutkimus veti jälleen puoleensa ja Satu palasi Outotecille tutkimusjohtajaksi. Hän on toiminut Outotecillä eri teknologiaryhmien vetäjänä ja työskentelee tällä hetkellä Metso Outotecillä tehtävässä Director – Smelting Process Design group.

Satu on toiminut Vuorimiesyhdistyksen Metallurgian VAT:ssa jo toistakymmentä vuotta. Hän on pyrkinyt aktiivisesti edesauttamaan tulevaisuuden toivojen saamista alalle. Satu on elämäntavaltaan joukkuepelaaja ja hän onkin loistava tiimipeluri niin töissä kuin koripallokentälläkin. Innostuneisuus, päättäväisyys ja sitoutuneisuus kuvaavat hyvin Satua.

Hopeinen Eero Mäkinen –ansiomitali numero 64 myönnettiin **Raimo Lahtiselle**. Raimolla on poikkeuksellisen ansiokas ura Suomen kallioperän kehittämisen ja malmi-

potentiaalın tutkijana. Hän on ollut GTK:n palveluksessa uskomattomat yli 45 vuotta. Raimo on toiminut myös pitkään dosenttina Helsingin yliopistossa.

Raimo on kansainvälisesti eräs tunnetuimmista ja eniten viitatuista nykypäivän suomalaisista geologeista. Tieteellinen toiminta käsittää 90 julkaisua, joista lukuisat ovat ilmestyneet kansainvälisissä huippusarjoissa. Raimo on tutkimuksissaan luonut kokonaan uuden käsityksen Suomen ja Fennoskandian kallioperän ja sen malmiväyhykkeiden synnystä ja kehityksestä.

Kansainvälinen verkottuminen ja näkyvyys ovat olleet Raimolle uran keskeisiä elementtejä. Hän on toiminut lukuisissa työ- ja strategiaryhmissä kehittämässä suomalaista ja eurooppalaista tutkimuspolitiikkaa ja -ohjelmia. Raimo toimi VMY:n geologijaoston puheenjohtajana 2002-2005 sekä varapuheenjohtajana 1999-2002.

Hopeinen Eero Mäkinen –ansiomitali numero 65 myönnettiin **Jarmo Roinistolle**.

Jarmo on toiminut alalla yli 35 vuotta. Vuonna 1986 hän oli perustamassa yhtä ensimmäisistä kalliiorakennuskohteisiin erikoistuneista konsultti- ja suunnittelutoimistoista. Hän on itse toiminut tämän toimiston toimitusjohtajana ja viime vuodet hallituksen puheenjohtajana. Hänen johdolla on ke-

hitetty geologista ja kalliomekaanista mallintamista, kalliiorakenteellista suunnittelua ja tunnelien louhinnan seurantamenetelmiä.

Hän on ollut kehittämässä alan toimintajärjestelmää laadun parantamiseksi ja toiminut alan asiantuntijatehtävissä merkittävässä kalliiorakennus- ja kaivoskohteissa. Lisäksi Jarmo on tuottanut alan kirjallisuutta ja opettanut pitkään TKK:ssa/Aallossa sekä ohjannut useita seminaari- ja opinnäytetöitä näin osaltaan vahvasti kehittämällä alaa.

Hän on ollut kalliiorakennussuunnittelun edelläkävijä ja vahva hankekehitysinnovaattori. Loppuun Jarmoa lainataksemme ”Siitä huolimatta, että eläminen on niin kallista, se on edelleen hyvin suosittua.”

Seuraavaksi kutsuttiin lavalle pronssisen Eero Mäkinen –mitalin saajat ja luettiin perustelut. ”Vaaliakseen Eero Mäkisen muistoa Vuorimiesyhdistys perusti vuonna 2000 hänen nimeään kantavan pronssisen ansiomitalin. Mitali voidaan antaa yhdistyksen jäsenelle tai yhdistykseen kuulumattomalle henkilölle suurista ansioista yhdistyksen toiminnassa tai sen tarkoituksien tukemisessa tai ansiokkaasta toiminnasta erityisesti yhdistyksen eri jaostoissa”

Pronssinen Eero Mäkinen –ansiomitali numero 60 myönnettiin DI **Juha Koskisel-**le. Myös hän oli estynyt tulemastakin paikalle.





Kokouslounaalla kävi iloinen keskustelujen sorina.



Toimitusneuvoston jäsen Sini Anttila



Juha Koskinen on Teknillisen korkeakoulun kasvatteja. Koskisen ura opintojen jälkeen käynnistyi prosessimetallurgina Outokumpu Finnmines Oy:n palveluksessa Hituran kaivoksessa vuonna 1993. Tämän jälkeen Juha on toiminut Outokummulla erilaisissa rooleissa yli 20 vuotta ja vuodesta 2013 hän on työskennellyt Tapojärvi Oy:n palveluksessa R&D-päällikkönä.

Juha on osallistunut aktiivisesti Vuorimiesyhdistyksen toimintaan ollessaan Rikastus- ja prosessijaoston jäsenenä ja puheenjohtajana. Juhan aikana jaoston sisäistä toimintaa muutettiin entistä enemmän jäsenlähtöiseksi – tästä hyvänä esimerkkinä ovat jaoston jäsenten palkitseminen ja nuorten jäsenten aktivoiminen ja tapahtumiin osallistuminen. Juha on ollut myös Vuorimiesyhdistyksen hallituksen jäsen.

Juhan kehitysmönteinen Vuorimiesyhdistystä ja sen jäseniä arvostava asenne ja työ ovat taanneet hyvän pohjan etenkin jaoston nykyiselle työskentelylle ja sille, että nuoria jäseniä on saatu hienosti sitoutetuksi toimintaan mukaan.

Pronssinen Eero Mäkinen –ansiomitali numero 61 myönnettiin **Janne Lehdolle**. Janne on ollut vuodesta 1998 KAI -jaoston aktiivinen jäsen. Janne on hankkinut laajan työkokemuksen kalliorakentamisen saralta

niin tunneliurakoitsijan kuin kaivoskonevalmistajankin palveluksessa. Alalla Janne tunnetaan siitä, että hän ei tyydy katselemaan sivusta, vaan hakeutuu myrskyn silmään, laittaa puita uuniin ja hoitaa hommat kuntoon. Hänen kanssaan asiat käsitellään aina perinpohjin ja juuria myöten.

Viisivuotisen uransa aikana Vuorimiesyhdistyksen Kaivos- ja louhintajaoston johtokunnassa, jäsenenä ja varapuheenjohtajana Janne on osallistunut aktiivisesti johtokunnan toiminnan kehittämiseen sekä hoitanut ulkomaan ekskursion päällikönä vastuullisen työn. Jannen järjestämänä olemme vierailleet hienoissa ulkomaan kohteissa kuten esimerkiksi Ruotsissa ja Kreikassa. Jannen järjestämällä retkillä kaikki on sujunut onnistuneesti, eikä hän ole jäänyt sanattomaksi vaikeimmassaan paikassa. Joskus Janne on saattanut jopa laulaa vastauksen.

Pronssinen Eero Mäkinen –ansiomitali numero 62 myönnettiin **Jarmo Liljalle**. Jarmo on tehnyt pitkän uran Rautaruukilla ja sittemmin SSAB:illa, toimien prosessikehityspäällikkönä rauta- ja terästuotannossa ja vuodesta 2021 alkaen tehtävässä Group Key Expert. Viime vuosina Jarmolla on ollut aktiivinen ja näkyvä rooli HYBRIT-hankkeessa. Työnsä ohella hän on toiminut Metallurgijaoston johtokunnan jäsenenä (2006 – 2008)

ja puheenjohtajana (2012 – 2015) sekä Vuorimiesyhdistyksen hallituksessa (2018 – 2021).

Jarmo on valmistunut diplomi-insinööriksi Teknillisestä korkeakoulusta vuonna 1990 pääaineenaan metallurgia. Jarmoon aktiivista yliopistoyhteistyötä ja merkittävää roolia Metallinjalostajien teknologiaohjelmissa todistavat nelisenkymmentä kansainvälistä konferenssi- ja artikkelijulkaisua.

Jarmo on arvostettu, eteenpäin katsova ja vuorimieshenkinen terästeollisuuden asiantuntija, joka on tunnettu myös hifiharrastuksestaan. Hän pitää hallussaan Suomen ennätystä paljain jaloin juostujen katumaratonien määrässä.

Pronssinen Eero Mäkinen –ansiomitali numero 63 myönnettiin **Heikki Puustjärvelle**.

Heikki Puustjärvellä on ansiokas ja poikkeuksellisen laaja-alainen ura, joka kattaa sekä kaivannaisteollisuuden geologisen kivijalan tutkimus- ja kehityshankkeet että toimialan liiketaloudelliselta puolelta investointien ja teknologian ekonomiset kuviot.



Paikalla olleet nuoren jäsenen stipendin saajat: Otto Kankaanpää, Valtteri Vauhkonen ja Pyry Venho



Heikki Puustjärvi, Janne Lehto ja Jarmo Lilja



Härkin ja Erkkilän tervehdys, kokouksen puheenjohtajuuden vaihdoksen yhteydessä

Heikki on valmistunut 1981 Turun yliopistosta geologiasta ja mineralogiasta (FK). Heikki työskenteli kaksi vuosikymmentä Outokumpu-konsernin malminetsinnän ja projektien kehittämisen parissa Suomessa, Chilessä ja Kanadassa. Työura jatkui Outotec Oyj:ssä 2007, missä Heikki vastasi teknologiaprojektien arviointiin ja markkinatutkimuksiin liittyvistä tehtävistä.

Heikki hallitsi urallaan syvällisesti alan toimintaympäristön ja kaivannaishyödykkeiden markkinoiden kriittiset tekijät. Heikin monipuolisuus ei ole myöskään rajoittunut pelkästään työkuviioihin - estraditaiteilijan lahjat teatterilavoilla ovat olleet ilo katsomon puolella.

Vuorimiesyhdistyksen geologijaoston luottamustehtävissä Heikki on toiminut mm varapuheenjohtajana vuosina 2002-2004 sekä puheenjohtajana vuosina 2005-2008.

Seuraavaksi Materia-lehden toimitusneuvoston puheenjohtaja Liisa Haavanlammi saapui lavalle ojentamaan Petter Forsström -palkinnon.

Petter Forsström -palkinto myönnetään vuosittain Materia-lehden parhaan artikkelin kirjoittajalle. Valinnan tekee lehden toimitusneuvosto. Hallitus päätti myöntää toimitusneuvoston esityksen mukaisesti 1500 euron suuruisen Petter Forsström -palkinnon kirjoittajaryhmälle - **Patrik Granvik, Lassi Klemettinen, Katri Avarmaa, Ari Jokilaakso, Lotta Toivonen, Nani Pajunen** - artikkelista ”Liikkumisen sähköistämisessä sekä

uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisessä tarvittavat metallit ja niiden riittävyys” (numero 4/2021). Palkinnon tuli noutamaan ryhmän puolesta Lassi Klemettinen. Toimitusneuvosto perusteli valintaansa seuraavasti:

”Artikkeli oli asiantuntevasti kirjoitettu ja kolahti ajankohtaiseen aihepiiriin. Se tarjosi myös jämeriä johtopäätöksiä, joita juuri tässä poliittisessa tilanteessa kipeästi tarvitaan. Lisäksi artikkeli oli hyvin valmis toimitukseen tullessaan ja sisälsi paljon havainnollistavaa kuvamateriaalia”.

Vuorimiesyhdistyksen hallitus päätti myöntää 1000 euron suuruisen Nuoren jäsenen stipendin kuudelle henkilölle. Stipendiaatit vuonna 2022 olivat **Otto Kankaanpää, Ilkka Kettunen, Jesse Savolainen, Niina Tanskanen, Valtteri Vauhkonen ja Pyry Venho**.

Stipendin hakijoita oli useista yliopistoista, killoista ja kerhoista. Joukossa oli lukuisia hyviä hakijoita, joista moni olisi stipendin ansainnut. Valintakriteereinä olivat hyvä opintomenestys ja merkittävät ansiot luottamustehtävissä opiskelijaelämässä. Jaostot seuloivat hakemusten joukosta ehdotuksensa hallitukselle, joka päätti palkita nämä kuusi hakijaa. Stipendiaatit ovat myös lupautuneet kertomaan VMY:n hallitukselle toiveitaan ja ehdotuksiaan yhdistyksen toiminnan kehittämiseksi nuoria kiinnostavaan suuntaan.

Ilmoitusasioissa oli kaksi tärkeää kuulutusta. Materia-lehteen haetaan uusia ilmoitusmyyjiä sekä yhdistykselle uutta pääsihteeriä.

## Kokouksen päätösanat

Yhdistyksen puheenjohtaja päätti kokouksen ja kiitti yhdistyksen ja jaostojen hallituksia, toimihenkilöitä sekä kaikkiin askareisiin osallistuneita jäseniä vuoden aherruksesta.

Ensi vuoden vuosikokous on yhdistyksen 80. vuosikokous. Vuoden 2022 kokouksesta alkoi juhluvuosi, joka huipentuu vuoden päästä pidettäviin Vuorimiespäiviin. Juhluvuosi näkyy monella tavalla sekä Materia-lehdessä, kotisivuilla että yhdistyksen aktiviteeteissa. Kallen sanoin: ”Nyt on aika julistaa juhluvuosi alkavaksi.” Samalla hän väänsi laukaisulaitteen veivistä laitteeseen varausta ja laukaisi konfettisateen.

## Päivän pääesitelmät

Tauon jälkeen kuulumme Vuorimiespäiviemme teemaan ”Toimintaympäristön muutokset: digitaalisuus, vastuullisuus, viranomaisten ohjaus” liittyvät esitykset.

Pääesitelmöitsijät olivat GTK:n operatiivisen toiminnan johtaja Olli Breilin, Mr Peter Handley EU:n komission direktoraatista virtuaaliyhteyden kautta ja Suomen Malmijalostus Oy:n eli Finnish Minerals Groupin toimitusjohtaja Matti Hietanen.

Lounaan jälkeen olivat perinteisesti vuorossa jaostojen kokoukset ja esitelmät. ▲

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



# Vuoriteollisuuden tila Suomessa 2021

## Malminetsinnän ja kaivosteollisuuden esittelyt yrityksittäin aakkostettuina

### **Agnico Eagle Finland Oy – Kittilän kaivos**

Vuonna 2021 Kittilän kaivoksen kullantuo-  
tannossa saavutettiin uusi ennätys 239 240  
unssia (7 440 kg). Agnico Eagle Finlandin  
liikevaihto kasvoi hyvän kullanhinnan ja  
ennätystuotannon myötä 351 miljoonaa eu-  
roon. Käyttökate oli 178,5 miljoonaa euroa.

Agnico Eagle Finland työllistää yhteen-  
sä noin 1100 työntekijää, joista 500 on omia  
työntekijöitä ja noin 600 urakoitsijoiden ja  
yhteistyökumppaneiden palveluksessa. Yh-  
tiön omista työntekijöistä Kittilästä on noin  
50 prosenttia ja Lapista yli 90 prosenttia.

Kittilän kaivoksen panostukset ympä-  
ristö- ja yhteiskuntavastuuseen sekä uuteen  
teknologiaan jatkuivat myös viime vuoden  
aikana. Typenpoistolaitoksen rakennustyöt  
ovat käynnistyneet, ja se arvioidaan otettavan  
käyttöön vuoden 2022 toisella puoliskolla.  
Myös nostokuilun käyttöönoton arvioidaan  
käynnistyvän kuluvan vuoden loppupuolella.

Agnico Eagle Finland aloitti viime vuon-  
na ensimmäisen maanalaiseen kaivosympä-  
ristöön toteutettavan, uusinta teknologiaa  
edustavan 5G standalone -verkon rakenta-  
misen. Itsenäisesti toimiva 5G-verkko mah-  
dollistaa uudenlaisen kaivosteknologian hyö-  
dyntämisen ja parantaa samalla kaivoksen  
turvallisuutta ja toimintavarmuutta. 5G-verk-  
ko otetaan käyttöön vaiheittain, ja se valmis-  
tuu lokakuussa 2022.

Paikallisyhteistyössä on panostettu erityi-  
sesti lasten ja nuorten kulttuuri- ja vapaa-ajan  
harrastusten tukemiseen sekä tapahtumayh-  
teistyöhön. Kittilän kaivos sai merkittävän  
tunnustuksen paikallisyhteistyöstä, kun Visit  
Levi myönsi sille Vuoden yhteistyökumppa-  
ni -palkinnon lokakuussa.

### **Boliden**

Boliden-konserni teki vuonna 2021 vahvasti  
voitollisen tuloksen kasvattaen sekä liike-  
vaihtoaan että liikevoittoaan edellisvuodesta.

Vuonna 2021 konsernin liikevoitto oli 11 082  
miljoonaa Ruotsin kruunua ja liikevaihto  
68 838 miljoonaa kruunua. Konsernin  
Suomen tytäryhtiöitä ovat Boliden Kevit-  
san monimetallikaivos sekä sulatot Boliden  
Kokkola ja Boliden Harjavalta. Bolidenin  
malminetsintä toimii aktiivisesti Pohjois-  
Itä- ja Keski-Suomessa.

Boliden Kevitsa saavutti kaikkien aikojen  
tuotantoennätyksensä tuottamalla vuoden  
aikana 118 tuhatta tonnia kuparirikastetta ja  
145 tuhatta tonnia nikkelirikastetta. Vuonna  
2021 rakennettiin avolouhokselle Suomen  
ensimmäinen 600 metrin pituinen louheen-  
siirtoautojen sähköinen ajorata.

Boliden Kokkolassa tuotettiin vuoden  
aikana 292 648 tonnia sinkkiä. Tehtaan lii-  
kevoitto oli 55 miljoonaa euroa ja tuotetun  
sinkin arvo 745 miljoonaa euroa. Tehtaan ke-  
hittämistä jatkettiin monin eri tavoin ja erityi-  
sesti automaation, digitalisaation ja tekoälyn  
tuomiin uusiin mahdollisuuksiin kiinnitettiin  
erityistä huomiota. Keväällä 2021 sinkkiteh-  
taan elektrolyyssillä otettiin käyttöön täysin  
automatoitu anodikunnostuslaitteisto.

Boliden Harjavalta teki vuonna 2021  
liikevoittoa 102 miljoonaa euroa, mikä on  
yhtiön historian toiseksi korkein tilikauden  
liikevoitto. Kuparikatodia tuotettiin yhtiössä  
vuoden 2021 aikana yhteensä 151 306 tonnia,  
mikä nousi yhtiön uudeksi vuosituotantoen-  
nätykseksi. Vuoden viimeisellä neljänneksellä  
yhtiössä otettiin käyttöön nikkelituotannon  
laajennus. Sen keskiössä on uusi rikastekui-  
vain, jonka myötä nikkelisulaton hiilidiok-  
sidipäästöt pienenevät jopa 15–20 % nikke-  
littonia kohden.

Pohjoismaissa toimivien kaivosten ja  
sulattojen integraatio sekä puhtaan energi-  
an käyttö mahdollistavat konkreettiset as-  
keleet kohti ilmastotavoitetta. Vuonna 2021  
Boliden toi markkinoille ensimmäisenä yh-  
tiönä maailmassa pienen hiilijalanjäljen ku-  
parituotteet: Low-carbon Copper ja Recycled

Copper. Tuotteilla on selvästi kansainvälistä  
keskiarvoa matalampi hiilijalanjälki.

### **Endomines**

Vuoden 2021 aikana Endomines eteni kohti  
vakaata kullantuo-  
tannoa. Pampalon kaivok-  
sen syvennys saavutti uuden tuotantoalueen  
alatason syyskuussa ja malmin louhinta  
kaivoksesta aloitettiin marraskuussa. Ri-  
kastamon huolto-ohjelma toteutettiin on-  
nistuneesti loppuvuoden aikana. Malmin  
koerikastus ennen varsinaisen tuotannon  
aloittamista käynnistettiin joulukuussa 2021.

Kesällä ja syksyllä 2021 Endomines aloi-  
tti Orogranden rikastamon uudistamisen,  
malmin etsinnän ja louhinnan kasvattami-  
sen Fridayn kaivoksella Idahossa Yhdysval-  
loissa. Malmin käsittely ja rikastamon ylös-  
ajo olivat käynnissä vuoden 2021 viimeisellä  
neljänneksellä.

Vuoden 2021 aikana Endomines jatkoi  
tutkimuksia myös US Grantin ja Kearsar-  
gen kaivosalueilla Montanassa sekä jatkoi  
kaivoksen lähialueiden malminetsinnän oh-  
jelmia Karjalan kultalinjalla Itä-Suomessa.

### **Hannukainen Mining**

Kolarin kunta ilmaisi tahtotilansa kaivoksen  
suhteen hyväksymällä kaivoksen osayleis-  
kaavan valtuustossa toukokuussa 2021.  
Yhtiö jätti uudelleen paketoitun ympäris-  
tölupahakemuksen joulukuussa ja kaivoslu-  
pahakemus on tavoitteena jättää huhti-tou-  
kokuussa 2022. Suomessa ei tuoteta tällä  
hetkellä rautarikastetta. Hannukainen Mi-  
ning tulee tuottamaan rautarikastetta 2 Mt/  
vuosi ja kupari-kultarikastetta 20 000-60 000  
t/vuosi ja pyriitirikastetta 40 000-120 000  
t/vuosi. Tavoitteena on päästä rakentamaan  
2024 ja tuotantoon 2026. Hannukainen on  
käyttänyt aktiivisesti Kaivosvastuu ry:n vas-  
tuullisuuden arviointityökaluja, hyödyntä-  
nyt niitä suunnittelussaan ja ollut mukana  
kehittämässä hankevaiheelle soveltuvia ar- >

viointityökaluja. Hannukaisen hanke on osa Tapojärven kiertotalousstrategiaa, sillä se on vanha kaivosalue, joka avataan uudelleen. Hankkeessa voidaan hyödyntää uusia kiertotalousratkaisuja muun muassa kaivosten sulkemisrakenteisiin, vesienkäsittelyyn sekä polynsidontaan.

### **Keliber Oy**

Keliberin suurimman litiumesiintymän Rapasaaren todetut ja todennäköiset malmivarat kasvoivat jälleen 55 prosenttia. JORC2012-luokittelun mukaiset malmivarat ovat 12,3 miljoonaa tonnia 0,94 % Li<sub>2</sub>O-pitoisuudella.

Ylimääräinen yhtiökokous hyväksyi 40 miljoonan euron osakeannin hankkeen kehitykseen. Johtavan maailmanlaajuisen jalometallintuottajan Sibanye-Stillwaterin mukaan tulo varmistaa litiumhankkeen rahoituksen vuoden 2022 investointipäätökseen saakka. Projektirahoituksen valmistelut ovat käynnissä. Litiumhydroksidin hinta lähti nousuun vuoden 2021 lopussa parantaen pitkän tähtäimen ennustetta. Kannattavuus selvitys päivitettiin ja yksityiskohtaisia toimitusso- pimusneuvotteluita jatkettiin.

Keliberin Syväjärven ympäristö- ja vesitalousluvat todettiin lainvoimaisiksi ja rakentamisen valmistelevat työt aloitettiin joulukuun 2021 lopussa. Litiumkemia- tehtaan, Rapasaaren kaivoksen ja Päivänevan rikastamon alueen ympäristölupahakemusten käsittelyä jatkettiin. Keliberille myönnettiin kaivoslupa litiummalmin louhimiseksi Rapasaaren esiintymästä ja rikastamon sijoittamiseksi läheiselle Päivänevan alueelle vuoden 2022 alussa.

Keliber valitsi Swecon EPCM-kumppaniksi litiumhankkeen suunnitteluun ja toteutukseen. Hankkeen tekninen suunnittelu eteni ja siirtyi kohti yksityiskohtaista suunnittelua. Yhtiö rekrytoi aktiivisesti, ja henkilöstön kasvu jatkui.

### **Nordkalk Oy**

Nordkalk suoriutui hyvin toisesta koronapandemian sävyttämästä vuodesta. Se pystyi pyörittämään tuotantoa keskeytyksettä ja turvaamaan asiakastoimitukset pandemias- ta huolimatta. Nordkalk kehitti uusia kiertotalouteen pohjaavia tuotteita ja kasvatti kalkkikivivarantoja muun muassa Gotlan- nissa Ruotsissa ja Miedziankassa Puolassa. Kesällä 2021 Rettig Group ilmoitti myyvänsä Nordkalkin brittiläiselle SigmaRocille. Kaupan toteutumisen myötä Nordkalkista tuli SigmaRocin Pohjois-Euroopan itsenäinen tukijalka ja SigmaRocin tuotevalikoima täydentyi kalkkikivipohjaisilla tuotteilla.

### **Sakatti**

AA Sakatti Mining Oy on AngloAmericanin suomalainen tytäryhtiö, joka toimii Sodan- kylässä ja kehittää Sakatin Ni-Cu-PGE- malmiesiintymää kohti tuotantoa. Projekti on luvitusvaiheessa.

Vuoden 2021 tärkeimmät tapahtumat ja 2022 tavoitteet:

Viranomaiset esittivät täydennyspyynnön yhtiön jättämään YVA (ympäristön vaikutusarvio) –selostukseen. Yhtiö on tehnyt pyydettyjä täydennys selvityksiä, joista merkittävimmät koskevat hydrogeologista mallinnusta. YVA-täydennys pyritään jättämään vuoden 2022 aikana.

Yhtiö on valmistellut vesi- ja ympäris- tölupahakemusta, joka pyritään jättämään pian YVA-selostuksesta saadun perustellun päätelmän jälkeen.

Yhtiö on aloittanut kaivoslupahake- muksen valmistelun. Lupahakemus pyri- tään jättämään vuoden 2022 ensimmäisel- lä puoliskolla.

Yhtiö on jatkanut resurssikairausta, jon- ka tavoitteena on nostaa mineraalivaranto- jen luokitusta niin, että seuraavan vaiheen kannattavuustarkastelu voitaisiin aloittaa lähivuosina. Vuonna 2021 kairausta tehtiin yli 20 kilometriä. Vuosien 2022-2023 aikana resurssikairaus ja metallurginen näytteen- otto pyritään saamaan valmiiksi, jotta pro- jektissa voitaisiin edetä seuraavaan vaihee- seen eli varsinaisen kannattavuustarkastelun valmisteluun.

### **Terrafame**

Terrafamen kaivoksella on Euroopan suu- rimmat nikkelimalmivarat 3,9 Mt. Kobol- timalmivarojen arvioidaan olevan 0,9 Mt. Vuonna 2021 nikkeliä tuotettiin 28,58 tu- hatta tonnia. Liikevaihto oli 378,4 miljoonaa euroa ja akkukemikaalien liikevaihto oli 27,1 M€.

Terrafame urakoitsijoinen työllistää 1500 henkeä.

Terrafamen tähtäimessä on olla maa- ilmanlaajuisesti suurin nikkelisulfaa- tin tuottaja. Nikkellisulfaattia tullaan tuottamaan 170,000 t/a, joka riittänee noin miljoonaan sähköautoon vuodessa. Kobolttisulfaatin tuotantokapasiteetti tulee olemaan 7,400t/a, joka riittää noin 300,000 sähköautolle.

### **YARA Siilinjärvi**

Yara Suomi Oy:n Siilinjärven kaivos teki jälleen kerran noin miljoonan tonnin rikas- tetuotannon pitäen saannin ja käyntiasteen korkealla tasolla. Kiveä kuljetettiin kahdesta louhoksesta yhteensä 23 Mt, josta malmia oli 10,5 Mt. Louhosorganisaatio valmisteli

vuoden 2022 alussa alkanutta 10-vuotista allianssiyhteistyötä Tapojärvi Oy:n kanssa. Allianssille hankittiin muuan muassa koko- naan uusi kaivoskalusto, tuotannonohjaus- järjestelmä ja luotiin yhteinen organisaatio kaivosyhtiön ja urakoitsijan kanssa. Pohjoisen louhosjatkumolle myönnettiin ympäristölu- pa, mutta sen lainvoimaiseksi tulemistä vielä odotellaan. Yara jatkoi aktiivisesti tuotannol- lisen toiminnan jatkumisen edellytysten tutkimista vuoden 2035 jälkeen Siilinjärvellä.

## **Metallien tuotanto ja jalostus**

### **Metallinjalostusteollisuuden näkymä sumuinen**

Ehkä hieman yllättäen Suomen talous oli vahvassa kasvussa vuonna 2021 pandemian hieman hellitettyä. Bruttokansantuote kas- voi yli kolme prosenttia ja sen ennustettiin kasvavan lähes samaa tahtia vuonna 2022. Viimeaikaisten markkinahäiriöiden myötä talousennusteita on luonnollisesti tarkistet- tu dramaattisesti alaspäin, ja näkymät ovat hyvin epäselvät.

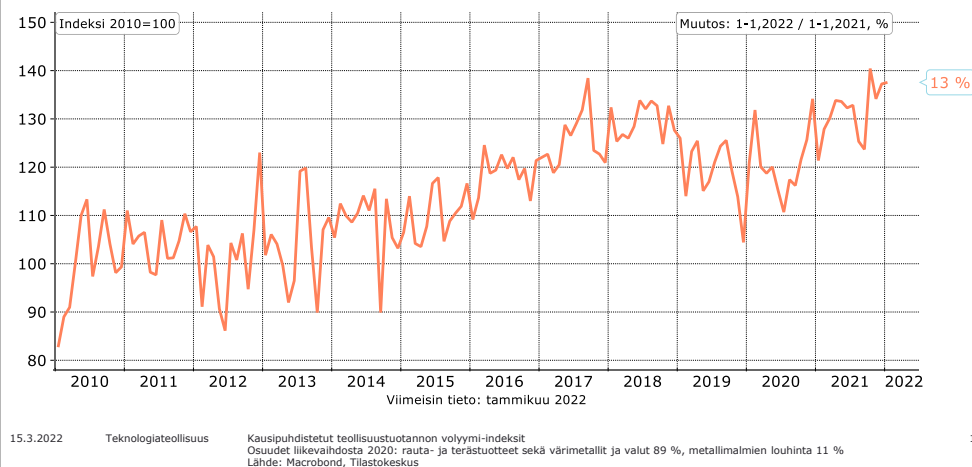
Metallinjalostusyritysten (terästuotteet, ei-rautametallit, valumetallit, metallimalmit) liikevaihto kasvoi Suomessa ennakkotietojen mukaan vuonna 2021 noin + 31 % vuoteen 2020 verrattuna. Vuonna 2021 liikevaihto Suomessa oli yli 10 miljardia euroa. Tam- mi-marraskuussa terästuotteiden, ei-rauta- metallien, valukappaleiden ja metallimalmien tuotantovolyyymi Suomessa oli 9 % suurempi kuin edellisen vuoden vastaavana aikana. Yri- tykset saavuttivat ja osa ylittikin pandemiaa edeltävän tason.

Metallituoteollisuus EU:ssa elpyi erit- täin voimakkaasti vuoden 2021 toisella nel- jänneksellä (terästä käyttävien toimialojen tuotanto kasvoi poikkeuksellisen nopeasti +29,2 %). Tästä huolimatta toimialan pe- rusongelmat, joita on koettu heinäkuus- ta 2021 lähtien ja joita Ukraina-kriisi nyt voimistaa - erityisesti auto- ja konepaja- teollisuudessa – hidastivat osittain terästä ja metalleja käyttävien teollisuudenalojen kokonaisnäkyä jo tuolloin.

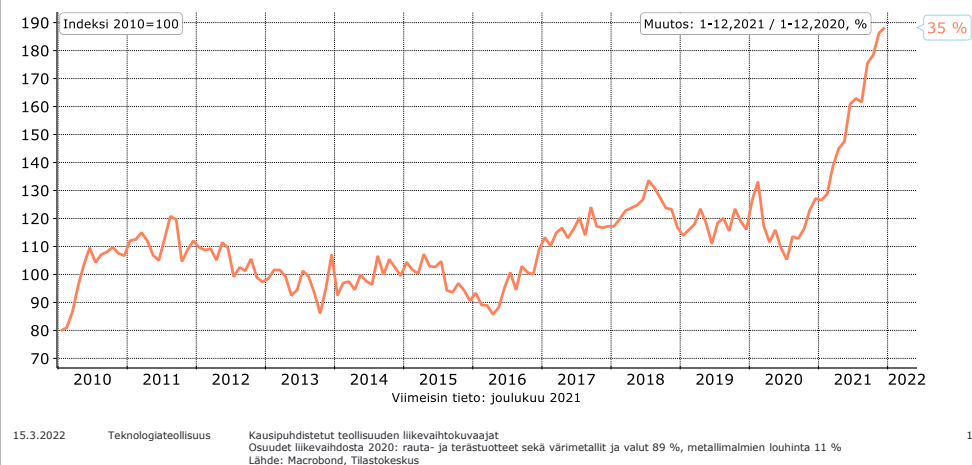
Arvoketjun kannalta on tärkeätä huo- mata, että edellä mainitut tärkeimmät häi- riötekijät ovat samat kuin ennen kriisiä eli vaikeudet komponenttien ja raaka-aineiden saannin turvaamisessa sekä poikkeukselli- sen korkeat energian hinnat. Syyt häiriöihin ovat toki nyt osin erilaiset. Arviomme mu- kaan metalliteollisuus ja metallinjalostus- teollisuus tulevat kärsimään vielä pitkään poikkeuksellisen korkeista energian ja raa- ka-aineiden hinnoista, kasvavista kaupan



## Metallien jalostuksen tuotannon määrä Suomessa



## Metallien jalostuksen liikevaihto Suomessa



vääristymistä ja raaka-aine- sekä komponenttipulasta. Vaikka sota pahentaakin eurooppalaisen teollisuuden toimintaedellytyksiä enemmän kuin muualla maailmassa, ongelmat ovat samat maailmanlaajuisesti ja vähintäänkin jarruttavat myös Aasian metalliteollisuuden kasvua.

### Seuraavassa yritysten kuulumiset:

#### Nornickel

Nornickel Harjavallan henkilöstö työskenteli vuoden 2021 ilman tapaturmia (LTA ja MTC). Liikevaihto oli 1,2 miljardia € ja tuotantomäärä 47 189 (tNi). Harjavallan liikevaihto kasvoi 14 %. Kasvu johtui pääasiassa korkeammista metallien hinnoista. Tuotantomäärä oli pienempi edeltäviin vuosiin verrattuna. Tähän vaikuttivat raaka-aineen

saatavuuden keskeytykset kaivostuotannosta Harjavaltaan.

Nornickel Harjavallan tuotannon hiilijalanjälkeä on vähennetty merkittävästi viime vuosina. Vuonna 2022 hiilijalanjälkeä tullaan leikkaamaan noin 46 000 tonnilla, kun sähköenergia hankitaan CO<sub>2</sub>-vapaina. Aikaisemmin tuotannossa käytetyt fossiilinen energia ja öljytuotteet on korvattu jo muutama vuosi sitten bioenergialla sekä nesteytettyllä maakaasulla. Tällöin hiilijalanjälki väheni kaikkiaan noin 100 000 tonnia. Vuonna 2022 käynnistyväksi suunniteltu laajennusinvestointi parantaa entisestään tehtaan ympäristösuorituskykyä. Investoinnin avulla Nornickel Harjavalta vastaa vastuullisesti ja alhaisella hiilijalanjäljellä tuotettujen sähköautojen akkumateriaalien kysynnän lisääntymiseen Euroopassa. Laajennus-

suunnitelman myötä tuotantokapasiteettia nostetaan kaksivaiheisesti. Ensimmäisessä vaiheessa tuotantokapasiteetti kasvaa 65 000 tonnista 75 000 tonniin vuonna 2023. Toisen vaiheen aikana tuotanto nousee yli 100 000 tonniin vuoden 2026 alkuun mennessä.

#### Outokumpu

Outokummun liikevaihto oli 7,7 miljardia euroa vuonna 2021 ja oikaistu käyttökate oli lähihistorian paras, 1 021 miljoonaa euroa. Terästoimituksia yhtiöllä oli 2,4 miljoonaa tonnia, ja työntekijöitä oli vuoden lopussa 9 395. Outokumpu toimii yli 30 maassa ja sillä on vahva markkinaosuus sekä Euroopassa että Yhdysvalloissa. Outokummun hiilijalanjälki on ruostumattoman teräksen teollisuuden pienin ja kierrätetyn materiaalin osuus alan suurin: viime vuonna yhtiön tuotteiden kierrätysisältö oli yli 90 %.

#### Ovako

Ovako on johtava eurooppalainen koneenrakennusterästen valmistaja. Korkealaatuiset teräksemme palvelevat kuulalaakeri-, kaivos-, ajoneuvo- ja konepajateollisuuden asiakkaiden asettamia korkeita vaatimuksia. Ovakon kolmesta terästehtaasta kaksi sijaitsee Ruotsissa (Hofors ja Smedjebacken) ja yksi Suomessa, Imatralla. Jatkojalostus- ja myyntiyksiköt mukaan luettuna Ovako toimii yli

30 maassa. Henkilöstöä koko Ovakossa on noin 2800, Imatralla noin 550.

Imatran tehdas lienee Pohjoismaiden turvallisin terästehdas, ainakin jos mittarina käytetään poissaoloon johtavia tapaturmia. Pitkäjänteisen, kautta linjan koko tehtaalte jalkautetun turvallisuustyön tuloksena poissaoloon johtaneita tapaturmia kuvaava indeksi on nykyään nolla. Turvallisuustyön keskiössä ovat olleet mm. Saa puuttua ja Uskalla puuttua –toiminta, johdon ja koko linjaorganisaation turvakierrokset ympäri tehdasta, turvallisuushavaintoihin puuttuminen ja fossiilisesta energiasta erottaminen.

Ovako Imatra on Suomen suurimpia metalliromun kierrättäjiä. Kun raaka-aineena on pelkästään kierrätysromu, käytössä vihreä sähkö ja uusia, energiatehokkaita tuotantoratkaisuja, Ovakolla on terästeollisuudessa keskimääräistä merkittävästi pienempi hiilijalanjälki. Kun käytät Ovakon terästä, se on todellinen ekoteko! Kuluvan vuoden alusta terästuotantomme on ollut täysin hiilineutraalia. Vähäiset, lähinnä seosaineista ja maakaasusta johtuvat päästömme kompensoimme.

Ovakon Hoforsin tehtaalla on pilotoitu onnistuneesti vedyn hyödyntämistä teräksen kuumentamisessa. Saadut kokemukset ja kokeilussa hyödynnetty teknologia jalkautetaan kaikkiin Ovakon yksiköihin vuoteen 2030 mennessä.

Ovakon Imatran tehdas sai mekaanisen vakuumpumpun investoinnista Vuoden energianerokas –palkinnon 2020. Mekaaninen vakuumpumppu vähentää merkittävästi tehtaamme hiilidioksidipäästöjä korvaamalla maakaasun käyttöä.

Tällä hetkellä tehtaamme tilauskanta on erittäin hyvä, mutta erittäin korkeat energiahinnat, koronan myötä alkaneet logistiset haasteet sekä Ukrainan sota aiheuttavat epävarmuutta markkinoillamme ja toiminnassamme.

## SSAB

Vuosi 2021 oli SSAB:n historian paras, ja kaikki divisioonat saavuttivat ennätystuloksen. Parannus oli suurelta osin teräksen korkeiden hintojen ansiota. Sisäiset saavutuksemme vuoden aikana olivat hyvät korkean tuotantovakauden ja parantuneen turvallisuustilanteen ansiosta.

SSAB:n vuoden 2021 liikevoitto nousi 18 837 (-325) milj. kruunuun. Nettokassavirta oli vahva ja oli koko vuonna 12,4 (2,2) mrd. kruunua. Nettokassavaranto on 2,3 mrd. kruunua ja konserni on nyt velaton.

Panostuksemme terveyteen ja turvallisuuteen on tuottanut positiivisia tuloksia. Tapaturmataajuus (LTIF) laski 1,8:aan (3,7)

vuonna 2021. Covid-19 aiheuttaa edelleen ongelmia, ja vuodenvaihteesta lähtien on otettu käyttöön lisätoimenpiteitä tartuntojen leviämisen rajoittamiseksi.

SSAB johtaa terästeollisuuden vihreää siirtymää yhdessä kumppanien kanssa toteutettava HYBRIT-hankkeen avulla. Fossiilivapaan teräksen kysyntä kasvaa vahvasti ja tätä taustaa vasten SSAB:n hallitus on tehnyt suuntaa antavan päätöksen yhtiön pohjoismaisen ohutlevytuotannon perusteellisesta uudistamisesta ja vihreän siirtymän nopeuttamisesta. Tavoitteena on korvata nykyinen ohutlevytuotantojärjestelmä ns. minimill-pohjaisella tuotannolla, joka tarjoaa laajemman tuotevalikoiman ja paremman kustannusaseteman. Tavoitteena on samalla päästä suurelta osin eroon hiilidioksidipäästöistä 15 vuotta aiemmin kerrottua nopeammin. Suunnitelman toteutuminen edellyttää kuitenkin tarpeellisen infrastruktuurin olemassaoloa ja fossiilivapaan sähkön saatavuutta.

Kaikki SSAB:n toiminnot Ukrainassa on keskeytetty, ja kaikki toimitukset ja myynti Venäjälle ja Valko-Venäjälle on lopetettu.

## Laitevalmistajat ja palvelut

### ABB

Suomen ABB:llä oli 5 000 työntekijää ja sen liikevaihto oli 2,1 miljardia euroa. ABB panosti T&K-toimintaan noin 120 M€. Tuotantoa oli Helsingissä, Vaasassa, Porvoossa ja Haminassa.

### AFRY

AFRYllä on globaalisti yhteensä 16 000 työntekijää lähes 40 maassa ja projekteja yli 100 maassa. Suomi on yksi AFRYn avainmarkkinoista ja liiketoiminnaltaan sekä henkilöstömäärältään toiseksi suurin Ruotsin jälkeen.

AFRYllä on Suomessa lähes 2 800 työntekijää 28 paikkakunnalla Hangosta Kittilään. Konsernin liikevaihto 2021 oli 20 104 miljoonaa kruunua ja liikevoitto 1 523 MSEK.

AFRYn tarjoamat palvelut kaivosteollisuudelle kattavat kaikki vaiheet malminetsinnästä ja esiselvityksistä aina kaivosten sulkemiseen ja ympäristön jälkitarkkailuun. Ainutlaatuinen palvelutarjoamamme yhdistää geosuunnittelun ympäristökonsultointiin sekä prosessiteknologioiden osaamisen projektien kokonaistoimituksiin. AFRY on strategiansa mukaisesti erikoistunut kestävä kehityksen hankkeisiin, joista esimerkiksi ovat useat vetypelkistykseen perustuvat vihreän teräksen hankkeet selvityksistä toteutushankkeisiin.

AFRYn tavoitteena on edelleen jatkaa kasvua sekä laajentaa kaivos- ja metallurgisen teollisuuden osaamista globaalisti. Suurinta kasvu oli viime vuonna Brasiliassa ja Pohjoismaissa.

## Epiroc Finland Oy Ab

Uuden vision – Dare to think new – myötä Epiroc Finland haluaa olla mukana ajamassa alan muutosta kestävämpään ja tuottavampaan suuntaan. Yritys näkee kestävä kehityksen kilpailuetuna ja pitkäaikaisen kasvun ajurina ja julkaisi vuonna 2020 kunnianhimoiset Kestävä kehityksen 2030 -tavoitteet. Tavoitteena on mm. kaksinkertaistaa operatiivisissa tehtävissä olevien naisten määrä ja johtaa siirtymistä diesikäyttöisistä laitteista sähkökäyttöisiin maan alla.

Epiroc-konsernin liikevaihto vuonna 2021 oli n. 4 miljardia euroa, josta Epiroc Finland Oy Ab:n osuus oli 29,1 miljoonaa euroa. Epiroc-konsernin liikevaihdosta noin 77 % tulee kaivosteollisuudesta ja 23 % inf-rarakentamisesta.

## FORCIT Group

Yhtiön toiminta kehittyi pääasiallisesti positiivisesti vuonna 2021 pandemiasta ja siihen liittyvistä toimitusketjun vaikeuksista huolimatta. FORCIT Group kasvoi vuonna 2021 kaikilla liiketoiminta-aloillaan edelliseen vuoteen verrattuna. Konsernin liikevaihto 2021 oli noin 150 miljoonaa euroa ja konsernin palveluksessa työskenteli vuoden lopussa 525 ammattilaista. Digitalisaatiokehityksemme otti valtavan edistysaskeleen, kun yhtiömme osti portugalilaisen ohjelmisto- ja teknologiayritys O-Pitblastin.

## GTK

Merkittävin muutos GTK:n johdossa oli Kimmo Tiilikaisen nimittäminen pääjohtajaksi kesäkuun 2021 alussa. Strategiakauden 2020–2023 ollessa puolivälissä kaikki strategiset alueet ovat edenneet tavoitteissaan ja palaute sidosryhmistä osoittaa, että alueet on valittu ja niiden tavoitteet asetettu onnistuneesti. GTK 2.0 -tulevaisuuden monipaikkainen työ -muutosohjelman pilottivaihe käynnistyi.

GTK:n taloudellinen tila pysyi tasapainossa koko toimintavuoden 2021 ajan ja henkilötövuosikertymä oli kokonaisuudessaan 429. Kokonaismenoja kertyi 48,6 M€. T&I-projektiportfolion sisällä kansainväliset kumppanuudet, EU-rahoitteisuus ja yritys yhteistyö ovat hyvällä tasolla. Vuosi oli ennätysellinen hankitussa tutkimusrahoituksessa.

Suurin asiakassegmentti on kaivossektori muodostaen 42 % maksullisen toiminnan kokonaistuloista. Outokummun mineraali-



tekniikan ja kiertotalouden tutkimusalustan (GTK Mintec) monivaiheinen uudistaminen jatkuu (investoinnit tähän mennessä yhteensä 17 M€).

Tuotimme uutta tietoa akkuminaerialien (litium, koboltti, grafiitti, nikkeli) esiintymisalueista ja potentiaalista. Kaivosten ja elinkeinotoiminnan ympäristölupaprosessien tueksi uudistettiin taustapitoisuuden verkosovellus Tapir.

GTK:n, VTT:n ja Aalto-yliopiston yhteinen Otaniemessä sijaitseva Raw Materials Hub -laboratorio tarjoaa yhteistyökumppaneille ja asiakkaille laajan ja ainutlaatuisen laite- ja palvelukokonaisuuden materiaalien ja kiertotalouden tutkimukseen.

## **Kemira Oyj**

Kemiran loppumarkkinat kasvoivat voimakkaasti molemmissa segmenteissä vuonna 2021. Liikevaihto kasvoi 10 % ennätyselliseen 2 674 miljoonaan euroon ja sitä edisti vahva orgaaninen kasvu molemmissa segmenteissä. Kemiran operatiivinen käyttökate oli 426 miljoonaa euroa vuonna 2021. Raaka-aine-, energia- ja kuljetuskustannusten merkittävä kasvu sekä toimitusketjun pullonkaulat vaikuttivat kannattavuuteen vuonna 2021. Operatiivinen käyttökateprosentti oli 15,9 % vuonna 2021 eli yhtiön taloudellisen tavoitteen (15 – 18 %) mukainen.

Vuoden 2021 aikana Kemira sai valmiiksi kapasiteetin laajennukset Yhdysvalloissa, Etelä-Koreassa ja Isossa-Britanniassa, mitkä vahvistavat yhtiön asemaa markkinoilla. Lisäksi valkaisu- ja kapasiteetin laajennus Uruguayssa jatkui. Konsernin palveluksessa oli kauden lopussa 4 926 työntekijää. Kemiralla oli työntekijöitä Suomessa yhteensä 766.

Vuosi 2021 oli edelleen poikkeuksellinen myös COVID-19 pandemian vuoksi, ja vuoden 2022 helmikuussa alkanut Venäjän hyökkäys Ukrainaan on aiheuttanut uuden, erilaisen poikkeustilanteen, joka vaikuttaa voimakkaasti Euroopassa, mutta myös maailmanlaajuisesti. Kemira on onnistunut varmistamaan liiketoiminnan jatkuvuuden kahden koronapandemiavuoden aikana. Kemira päätti myös lopettaa kaikki toimitukset Venäjälle ja Valko-Venäjälle maaliskuun alusta 2022 alkaen. Päätöksellä on ollut vaikutusta erityisesti sellu- ja paperiteollisuuden asiakkaisiin Venäjällä. Vuonna 2021 Kemiran liikevaihdosta noin 3% tuli Venäjältä.

## **Metso Outotec**

Metso Outotecille vuosi 2021 oli menestyksellinen. Liikevaihto ja tulos parantuivat merkittävästi, yhtiön integraatio- ja synergiaohjelma saatiin päätökseen ennakoitua nopeammin ja yritys meni eteenpäin useilla

tärkeillä alueilla kuten kestävässä kehityksessä. Tuotteiden ja palvelujen koko vuoden jatkunut vahva kysyntä siivitti saadut tilaukset 31 %:n kasvuun. Asiakkaat investoivat erityisen aktiivisesti uusiin laitteisiin.

Vuonna 2021 Metso Outotec edistyi hyvin kestävässä kehityksessä ohjelmassaan. Omien CO<sub>2</sub>-päästöjen puolittamista tavoitellaan vuoteen 2024 mennessä ja nettonollaa vuoteen 2030 mennessä. Yritys lanseerasi Planet Positive -tuotevalikoiman, joka auttaa asiakkaita parantamaan vesi- ja energiatehokkuutta, vähentämään CO<sub>2</sub>-päästöjä ja parantamaan työturvallisuutta. Planet Positive -valikoimaan kuuluu noin 100 tuotetta ja ratkaisua, ja siihen pyritään vuoden 2022 aikana sisällyttämään myös palveluliiketoiminnan ratkaisut.

Metso Outotec on kestävässä kehityksessä edistävien teknologioiden sekä kokonaisvaltaisten ratkaisujen ja palvelujen edelläkävijä kiviainesten käsittelyssä, mineraalien jalostuksessa ja metallinjalostuksessa kaikkialla maailmassa. Yritys on sitoutunut rajaamaan ilmaston lämpenemisen 1,5 C-asteeseen ja asettanut toiminnalleen tieteeseen perustuvat tavoitteet.

Yhtiöllä on yli 15 000 työntekijää yli 50 maassa, ja sen liikevaihto vuonna 2021 oli noin 4,2 miljardia euroa. [mogroup.com](http://mogroup.com), [twitter.com/metsooutotec](https://twitter.com/metsooutotec)

## **Normet**

Normetin liikevaihto oli 359M€ ja nettotulos 28M€. Liikevaihto kasvoi noin 18% ja kaikkien liiketoiminta-alueiden liikevaihto ja kannattavuus paranivat. Vuoden aikana Normet toimitti useita akkukäyttöisiä laitteita eri puolille maailmaa. Kokemukset tänä vuonna ja aiemmin toimitetuista akkukäyttöisistä laitteista ovat olleet positiivisia. Normet myös laajensi laitetarjoomaa uusilla tuotteilla, voitti uusia palvelusopimuksia ja kasvatti kalliionlujitus- ja kemikaaliliiketoimintaa.

## **Robit**

Robitin kasvu ja kannattavuus jatkoivat positiivista kehitystä vuonna 2021. Liikevaihto ylitti ensimmäisen kerran yhtiön historiassa 100 miljoonaa euroa ja oli 100,8 miljoonaa euroa (91,6). Kasvu vuoteen 2020 nähden oli 10,0 prosenttia. Robitin tilikauden tulos kääntyi positiiviseksi, vaikka kannattavuuskehitystä jarruttivat kustannusinflaatio ja toimitusketjuhaasteet.

Onnistuimme 2021 aikana kasvattamaan liiketoimintaamme varsinkin Top Hammer- ja kaivosasiakassegmenteissä. Voitimme useita uusia kaivosopimuksia kaikilla markkina-alueilla. Kaivosteollisuuden osuus kasvoi

noin 60 prosenttiin vuoden 2021 myynnistä.

Robit vahvisti kestävässä kehityksessä suunnitelmia osaksi päivittäistä toimintaa. Kaikki Robit-tiimiläiset ja yhteistyökumppanimme ovat aktiivisesti mukana kehittämässä yhtiötä kohti vastuullisuustavoitteitamme neljän pääteeman alla: vastuulliset kumppanuudet, hiilidioksidipäästöjen vähentäminen arvoketjussa, tyytyväinen ja hyvinvoiva työyhteisö sekä tehokkuus läpi tuotteen elinkaaren.

Robit sijoitti Top Hammer -tuotantokapasiteettiin Suomessa ja Etelä-Koreassa. Robitin tuotantotilojen laajennus Lempäälässä toi noin 750 neliometriä lisää lattiatilaa. Laajennuksen jälkeen Top Hammer- ja Down the Hole -tuotanto on jaettu erillisiksi tuotantoyksiköiksi. Laajennus käsitti myös investointeja työstökoneisiin ja automaatioon. Etelä-Korean Hwaseongin yksikön investointeihin sisältyy laitteistoja, robotiikkaa ja automaatiota.

## **Roxia**

Roxian liikevaihto oli vuonna 2021 45,9 M€. Roxialla oli 10 tytäryhtiötä. Henkilömäärä putosi vuoden aikana puoleen eli 110 henkilöön. Flowrox myi venttiili- ja pumppuliiketoiminnan ja brändin Nelekselle, jolloin myös puolet työntekijöistä siirtyi sinne. Uusi nimi julkaistiin marraskuussa 2021. Yhtiön painopistealueet ovat kiintoaineen ja nesteen erotus, ympäristöteknologiat, teollisuusautomaatio ja digitaaliset ratkaisut.

## **Sandvik**

Vuosi 2021 oli kokonaisuudessaan erittäin menestyksellinen Sandvik-konsernille, ja eri liiketoiminta-alueiden vahva tilauskanta lupaa hyvää kehitystä. Konsernin liikevaihto oli noin 99,1 miljardia Ruotsin kruunua ja kasvu tuli niin orgaanisesti kuin yritysostojenkin kautta. Sandvik työllisti 44 000 henkilöä ja sillä oli työntekijöitä ja toimintaa yli 150 maassa. Yhtiö on sitoutunut vastuullisiin liiketoimintatapoihin ja Science Based Targets -aloitteen mukaisesti päästövähennystavoitteisiin.

Poraukseen, lastaukseen ja kuljetukseen ratkaisuja tarjoavan Sandvik Mining and Rock Solutions -liiketoiminta-alueen liikevaihto oli noin 41,4 miljardia kruunua ja tilauskanta ennätysellisen korkea. Sandvik ilmoitti ostavansa Deswikin, joka on maailman johtava ja nopeimmin kasvava kaivosten tuotannonohjauksjärjestelmien toimittaja. Yrityskauppa vahvistaa entisestään Sandvikin markkina-asemaa digitaalisissa teknologiaratkaisuissa ja on tärkeä kasvuskele tulevaisuuteen.

Murskaus- ja seulontaliiketoiminnasta vastaavalle Sandvik Rock Processing Solutions

-liiketoiminta-alueelle vuosi oli kokonaisuudessaan erinomainen, sillä sekä myynti että tilauskanta kasvoivat merkittävästi edelliseen vuoteen verrattuna. Liikevaihto oli noin 7,6 miljardia Ruotsin kruunua. Eteläafrikkalaisen Kwatanin yritysosto saatiin päätökseen, mikä täydentää Sandvikin seula- ja syötinvalikoimaa kaivosteollisuudelle.

### Suomen Malmijalostus

Teimme vuonna 2021 Kymenlaakson akkumateriaalitehdashankeissamme suunnitellua ja toteutettavuuden arviointia. Haminaan sijoittuvassa pCAM- eli prekursoritehdashankkeessa kumppanimme on CNGR Advanced Material ja Kotkaan sijoittuvassa CAM- eli katodiaktiivimateriaalitehdashankkeessa Beijing Easpring Material Technology.

Akkumateriaalituotannon lisäksi Suomessa on hyvät mahdollisuudet saada kennotuotannon investointeja. Kartoitimme tähän liittyviä yhteistyö- ja liiketoimintamalleja FREYR Batteryyn kanssa.

Tytäryhtiömme Terrafame käynnisti keksällä litiumioniakkujen valmistuksessa käytettävien kemikaalien tuotannon uudella akkukemikaalitehtaallaan. Osakkuusyhtiömme Keliber sai Sibanye-Stillwaterista uuden rahoittajan ja jatkoi uuden rahoituksen turvin kaivostoimintaan ja litiumhydroksidin tuotantoon tähtäävää hankettaan. Loppuvuodesta käynnistimme Soklin kaivoshankkeessa teknis-taloudellisen selvitystyön, jossa tavoitteenamme on tarkastella alueen mineraalipotentialia kokonaisvaltaisesti.

Teknologiatyössä meillä oli kaksi pääaihetta: natriumsulfaatin teollisen käsittelyn kehittäminen sekä mineraaliraaka-aineiden jäljitettävyyttä. Loppuvuodesta aloitimme Advenin kanssa yhteistyön, jossa tavoitteenam-

me on tuotteistaa natriumsulfaatin käsittely. Jäljitettävyydessä kumppanimme on Circulor, jonka kanssa teimme yhteistyötä mm. Terrafamen hiilijalanjäljen jäljittämiseksi.

Suomen Malmijalostus -konsernin liikevaihto vuonna 2021 oli 378,5 miljoonaa euroa ja käyttökate 20,4 miljoonaa euroa.

### Tapojärvi

Tapojärvi tunnetaan monipuolisesta osaamisestaan kaivospalvelujen ja kiertotalouden saralla. Strategiana on erottua kilpailijoistamme kaivos- ja kiertotalouspalvelujen kehittäjänä operatiivisella erinomaisuudella ja uusien teknologioiden käyttöönotolla. Se tapahtuu kantamalla vastuu työmaan toiminnasta ja parantamalla jatkuvasti tuotannon suorituskykyä.

Tapojärvi luo jatkuvasti myös uutta teknologiaa, liiketoimintaa ja palveluja teollisuusaloille. Teollisuuden sivuvirtoja hyödyntämällä yritys saa aikaan konkreettisia taloudellisia, ympäristöllisiä, ilmastollisia ja sosiaalisia hyötyjä. Kiertotalousinnovaatiot säästävät euroja, vähentävät ympäristövaikutuksia ja vaikuttavat sekä hyvinvointiin että turvallisuuteen.

Tapojärvellä on Italian Ternissä kuonan käsittelyyn ja uusiokuonatutuotteisiin tähtäävä uuden sukupolven prosessi, jonka toteutus on jo toinen esimerkki teollisen kiertotalousalan etupainotteisista investointiprojekteista.

Tuotteistamalla sivuvirtoja ja hyödyntämällä uusiomateriaaleja esimerkiksi kaivosten sivukivialueiden peiteratkaisuissa Tapojärvi korvaa neitseellisistä materiaaleista tehtyjä tuotteita ja sovelluksia vähentäen samalla teollisuuden loppusijoitettavien materiaalien määrää. Tapojärven lähivuosien kehityssuunnitelmassa pitää korkeinta sijaa kuonatutuotteiden tuotteistus ja myynti, jossa

on paljon uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Viime vuonna yhtiö päivitti Euroopan tilanteen kuonankäsittelymahdollisuuksien osalta ja on laatinut siihen markkinointiselvityksen sekä myyntisuunnitelman. Tapojärvi näkee mahdollisuuksia monistaa prosessia tai sen osia ja samalla laajentaa teollisen kiertotalouden liiketoimintaamme Acciai Speciali Ternin lisäksi muissa asiakaskohteissa Italiassa ja muualla Euroopassa.

Tapojärvi-konserni on perustettu vuonna 1955. Työntekijöitä on noin 800 13 eri toimipisteessä ja kolmessa maassa. Tapojärvellä on 450 kalustoyksikköä, joilla käsitellään vuosittain 47,9 Mt materiaalia. Konserni käyttää vuosittain tutkimus- ja kehitystyöhön 4 M€.

### Weir

Weir Groupilla on 11 000 työntekijää, 214 tuotantolaitosta ja huoltokeskusta yli 60 maassa. Työturvallisuus ja innovatiiviset ratkaisut ovat keskeisessä osassa siinä, mitä teemme. Konsernin liikevaihto vuonna 2021 oli noin 2 miljardia Englannin puntaa. Weir Mineralsin osuus liikevaihdosta oli 73 %. Weir Minerals palvelee asiakkaitaan kattavalla tuotevalikoimallaan murskauksesta ja seulonasta aina prosessivirtausten sekä kaivosten vedenpoiston ja rikastushiekan hallintaan. Weir Group on panostanut merkittävästi tuotekehitykseen ja julkaisut uusia tuotteita, kuten Cavex 2 toisen sukupolven hydrosyklonimalliston ja Linatex Lina 88 liuotin vapaan sidosaineen yhteistyössä Henkel Loctiten kanssa. Weir Group on keskittynyt voimakkaasti myös digitalisaatioon sekä kestävään kehitykseen. Vuosi 2021 oli hyvin merkityksellinen vuosi Weir Groupille, kun juhlimme 150-vuotiaista taivaltamme.

KOONNUT: LEENA K. VANHATALO

Paikallinen toimija,  
kansainvälistä  
osaamista

Innovaatioiden avulla  
säästämme myös luonnon-  
varoja tuotannossamme.





# Tilastotietoja vuoriteollisuudesta 2021

Kaivos/Louhos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu (t)	Malmia tai hyötykiveä (t)	Sivukiveä (t)
<b>Metallimalmit</b>						
Kittilä	Kittilä	Au	Agnico Eagle Finland Oy	2 776 196	2 089 535	686 661
Jokisivu	Huittinen	Au	Dragon Mining Oy	339 330	339 330	0
Kaapelinkulma	Valkeakoski	Au	Dragon Mining Oy	52 290	22 795	29 495
Pampalo	Ilomantsi	Au	Endomines Oy	80 885	12 504	68 381
Laiva	Raahe	Au	Otso Gold Oy	1 168 199	288 930	879 269
Hopeakaivos	Sotkamo	Ag, Au, Pb, Zn	Sotkamo Silver Oy	850 564	567 703	282 861
Kevitsa	Sodankylä	Ni, Cu, PGE	Boliden Kevitsa Mining Oy	33 772 455	9 801 408	23 971 047
Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Chrome Oy	2 525 372	2 273 857	251 515
Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S	Pyhäsalmi Mine Oy	668 400	668 400	0
Terrafame	Sotkamo, Kajaani	Zn, Cu, Ni	Terrafame Oy	40 887 022	16 079 838	24 807 184
<b>Yhteensä 10 kpl</b>				<b>83 120 713</b>	<b>32 144 300</b>	<b>50 976 413</b>
<b>Karbonsaattikivet</b>						
Reetinniemi	Paltamo	Do	Juuan Dolomiittikalkki Oy	39 300	36 800	2 500
Kalkkisilta	Salo	Kals	Lesel Oy	10 000	2 000	8 000
Matkusjoki	Huittinen	Do	Nordkalk Oy Ab	84 317	67 582	16 735
Putkinotko	Huittinen	Kals	Nordkalk Oy Ab	69 949	62 886	7 063
Äkäsjoensoo	Kolari	Kals	Nordkalk Oy Ab	12 219	12 219	0
Ihalainen	Lappeenranta	Kals, Wo	Nordkalk Oy Ab	2 092 708	1 511 411	581 297
Tytyri	Lohja	Kals	Nordkalk Oy Ab	166 129	156 958	9 171
Limberg-Skräbböle	Parainen	Kals	Nordkalk Oy Ab	2 120 505	1 495 370	625 135
Sipoo	Sipoo	Do, Kals	Nordkalk Oy Ab	24 660	24 400	260
Ryytimaa	Vimpeli	Do	Nordkalk Oy Ab	67 552	65 632	1 920
Vesterbacka	Vimpeli	Do	Nordkalk Oy Ab	27 624	27 624	0
Ankele	Pieksämäki	Do	SMA Mineral Oy	56 867	47 712	9 155
Kalkkimaa	Tornio	Do	SMA Mineral Oy	129 629	129 629	0
<b>Yhteensä 13 kpl</b>				<b>4 901 459</b>	<b>3 640 223</b>	<b>1 261 236</b>
<b>Muut teollisuusmineraalit</b>						
Siilinjärvi	Siilinjärvi	Ap	Yara Suomi Oy	22 962 527	10 539 855	12 422 672
Horsmanaho	Polvijärvi	Tlk, Ni	Elementis Minerals B.V.	408 703	91 317	317 386
Punasuo	Sotkamo	Tlk, Ni	Elementis Minerals B.V.	1 483 374	437 935	1 045 439
Uutela	Sotkamo	Tlk, Ni	Elementis Minerals B.V.	352 310	168 887	183 423
Karnukka	Polvijärvi	Tlk, Ni	Elementis Minerals B.V.	1 269 414	335 488	933 926
Lipasvaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Elementis Minerals B.V.	2 000	2 000	0
Joutsenenlampi	Lapinlahti	Al	Paroc Oy Ab	100 512	85 132	15 380
Lehlampi	Mäntyharju	Ol	Paroc Oy Ab	15 509	15 509	0
Sallittu	Salo	Al, Mg, Fe, Ms	Paroc Oy Ab	19 267	19 267	0
Ybbersnäs	Parainen	Al, Mg, Ms, Kv	Paroc Oy Ab	11 321	11 321	0
Sälpä	Kemiönsaari	Ms	Sibelco Nordic Oy Ab	82 258	25 210	57 048
Kyrkoberget	Kemiönsaari	Ms	Sibelco Nordic Oy Ab	20 044	20 044	0
Lemnästräsk	Kemiönsaari	Kv, Ms	Sibelco Nordic Oy Ab	15 392	0	15 392
Kinahmi	Kuopio	Kv	Sibelco Nordic Oy Ab	45 000	45 000	0
Ristimaa	Tornio	Kv	SMA Mineral Oy	394 849	160 140	234 709
<b>Yhteensä 15 kpl</b>				<b>27 182 480</b>	<b>11 957 105</b>	<b>15 225 375</b>
<b>Teollisuuskievet ja muut</b>						
Lampivaara	Pelkosenniemi	Jk	Kaivosyhtiö Arctic Ametisti Oy	3	0	3
Tevalaisen spektrol.louh.	Lappeenranta	Jk	Tielinen Teuvo ym.	10	0	10
Nunnanlahti	Juuka	Vlk	Nunnanlahden Uuni Oy	21 676	18 811	2 865
Koskela	Juuka	Vlk	Tulikivi Oyj	264 390	39 390	225 000
Kivikangas	Suomussalmi	Vlk	Tulikivi Oyj	58 284	58 284	0
Mörönmuori	Savonlinna	Vlk	Polarstone Oy	5	5	0
<b>Yhteensä 6 kpl</b>				<b>344 368</b>	<b>116 490</b>	<b>227 878</b>
<b>Kaivoksia/louhoksia yhteensä 44 kpl</b>				<b>115 549 020</b>	<b>47 858 118</b>	<b>67 690 902</b>

Lähde: Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes)

## Rikasteiden, metallien, mineraalien ja vuolukiven tuotantoluvut (tonnia / v)

	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
<b>Suomessa tuotetut metallimärikasteet</b>										
Rikkirikaste	448 648	530 888	658 530	771 452	879 031	719 102	1 039 671	1 035 637	994 155	909 299
Kromirikaste	1 141 184	1 131 336	1 183 862	1 099 438	972 028	1 070 281	946 188	1 034 750	981 752	425 217
Nikkelirikaste	211 407	198 582	172 195	212 069	192 929	149 981	108 303	126 801	137 911	99 089
Sinkkirikaste	94 381	98 017	115 285	140 845	112 111	84 073	55 585	77 425	72 910	89 026
Kuparirikaste	130 769	152 122	138 140	193 091	207 246	193 349	165 021	163 016	145 758	104 393
Kobolttirikaste	-	6 277	14 504	19 428	26 329	35 463	44 419	51 258	76 210	117 819
Hopearikaste	3 446	3 073	1 989	-	-	-	-	-	-	-
<b>Metallit ja metallurgiset tuotteet (osa raaka-aineista Suomen ulkopuolelta)</b>										
Teräsihiot (sis. jaloteräsihiot)	4 322 000	3 482 000	3 511 000	4 100 000	4 003 634	4 102 000	3 988 000	3 808 000	3 517 000	3 759 000
Rauta	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Ferrokromi	515 000	498 000	505 000	492 774	416 285	469 141	457 063	441 292	433 677	228 744
Sinkki	293 000	297 257	290 844	295 029	284 992	290 599	305 717	302 024	311 686	314 742
Katodikupari, kuparituotteet (t Cu)	153 132	148 438	133 378	157 288	146 749	145 189	141 474	146 542	135 840	129 256
Nikkelituotteet (t Ni)	68 006	90 837	90 151	92 591	85 780	85 424	60 709	42 750	44 498	46 275
Koboltituotteet (t Co)	14 287	15 148	14 283	14 295	13 585	12 393	9 615	12 551	10 798	10 562
Germaniumtuotteet (t Ge)	-	-	-	-	-	0	13	17	17	16
Hopea (kg)	105 980	81 676	82 727	91 345	84 568	118 180	125 720	142 360	100 890	128 200
Seleeni (kg)	99 851	84 213	115 236	108 918	100 198	104 420	93 051	93 682	72 459	92 769
<b>Metallien kotimainen kaivostuotanto</b>										
Kromi (t)	323 554	321 996	336 580	..	..	..	..	..	..	..
Nikkeli (t)	42 163	41 429	38 530	43 572	34 641	20 654	9 383	19 281	18 560	19 073
Sinkki (t)	59 080	61 213	69 800	85 067	66 284	45 852	25 332	46 063	41 124	52 265
Kupari (t)	32 384	36 278	32 861	46 674	53 144	47 488	41 805	42 810	39 342	25 445
Koboltti (t)	1 084	1 559	1 454	1 377	..	..	..	..	..	..
Lyijy (t)	1 494	1 530	937	-	-	-	-	-	-	-
Kulta (kg)	9 082	8 668	7 927	8 732	9 102	8 865	8 342	8 085	8 660	9 100
Hopea (kg)	45 338	54 833	40 461	12 849	13 654	16 348	13 051	12 830	14 226	10 479
Platina (kg)	1 447	1 277	953	1 576	1 418	1 178	992	1 060	946	429
Palladium (kg)	1 036	858	699	1 157	1 021	901	784	808	766	379
<b>Mineraalit, mineraalirikasteet ja kivit tuotteet</b>										
Apatiitti	990 261	995 066	994 572	989 073	978 613	939 531	956 564	946 234	877 189	858 005
Talkki	296 833	278 331	329 891	374 398	354 819	345 739	332 174	380 821	361 840	396 332
Magnesiittihiekka	179 781	136 167	37 002	49 601	63 850	54 227	22 390	12 276	-	-
Kvartsi	156 254	196 850	212 972	81 418	71 943	92 813	103 587	87 903	90 131	111 183
Vuorivillakivi	65 873	128 358	57 632	116 867	99 479	87 680	88 280	122 822	226 926	188 896
Maasälpä	52 706	16 137	17 997	17 469	14 926	18 549	38 026	46 233	47 636	43 124
Vuolukivituotteet	10 942	11 515	11 447	13 044	12 707	13 006	17 430	20 369	23 062	27 708
Kiillerikaste	10 138	7 247	9 440	12 122	10 740	52 310	11 836	11 973	11 244	12 112
Biotiitti raaka-ainekäyttöön	45 757	57 681	64 505	50 456	47 123	10 843	38 169	41 997	42 150	27 493

Yhtiöiden pyynnöstä osa tiedoista on jätetty julkaisematta

.. Tieto ei käytettävissä

- Ei tuotannossa

Lähde: Tukes, GTK



# Nevel energiaratkaisut teollisuudelle ja kunnille

Tarjoamme kestäväen kehityksen mukaisia energiaratkaisuja, joiden avulla tuemme asiakkaita muutospolulla kohti uusiutuvaa energiaa ja CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämistä. Investoimme ja opeoimme 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

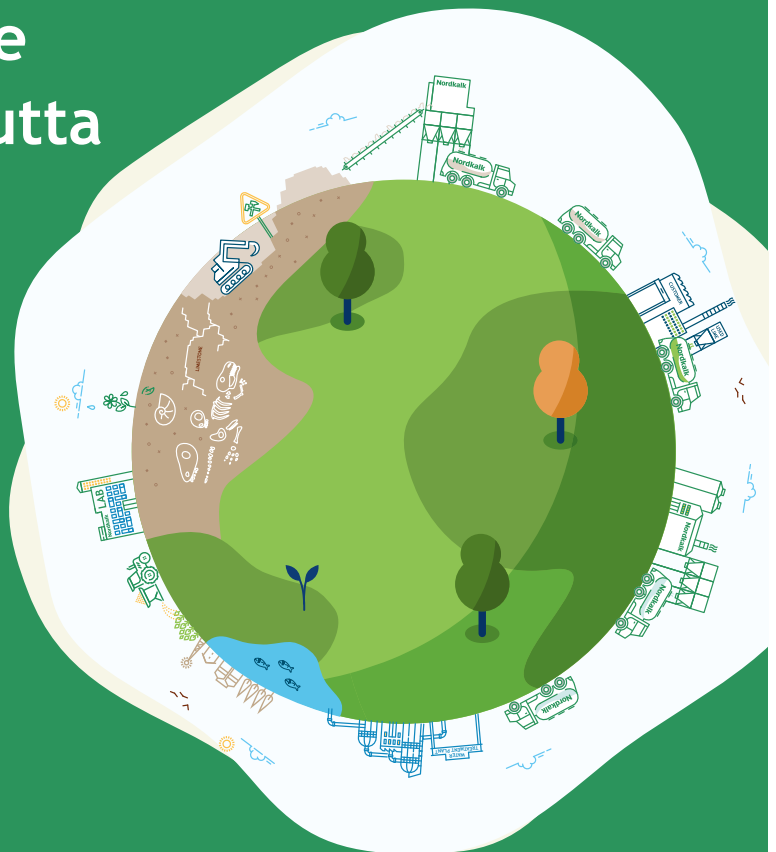
## Liity matkaamme kohti kiertotaloutta

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



Lue lisää ja katso video:  
[nordkalk.fi/kiertotalous](https://nordkalk.fi/kiertotalous)

# Nordkalk



# Ilmastonmuutoksen torjunta ja materiaalien tarve



Ilmastonmuutos on yksi aikamme globaaleista haasteista. Tuoreet IPCC-raportit kertovat karua kieltä kasvihuonekaasujen kasvutrendistä ja niiden perusteella mallinnetuista lämpötilaennusteista. Peilaten maapallon kasvavaan väestöön voivat muutokset yhteiskunnissa olla isoja, jopa selviytymistäisteluja. Ilmastonmuutoksen pahimpien skenaarioiden torjumiseksi hiilidioksidipäästöjä aiheuttavan energian ja fossiilisten raaka-aineiden käyttöä erilaisten materiaalien tuotannossa on vähennettävä. Kasvihuonekaasujen päästöt on saatava laskuun.

Fossiilisten raaka-aineiden ja hiilidioksidipäästöjä aiheuttavan energian vähentäminen vaatii kasvavasti uudentyyppisiä materiaaleja. Tässä mineraalipohjaisilla materiaaleilla on keskeinen rooli. On arvioitu, että vuoteen 2050 mennessä tarvitaan noin 3 miljardia tonnia metalleja ja mineraaleja, jotta globaali lämpötilanousu voidaan rajoittaa 1,75 °C asteeseen.<sup>1)</sup> Verrattuna fossiilisten raaka-aineiden vuotuisen 5 miljardin tonnin tarpeeseen on metallien tarve suoraan maltillinen.

Hiilidioksidipäästöjä aiheuttavan energian alarajo on luultuakin suurempi tehtävä.<sup>2)</sup> Vaikka korvaavia tapoja tuottaa energiaa on useita, eivät mitkään niistä tai yhdessäkään ole nopea ratkaisu energiamurroksen toteuttamiseksi. Kaikkia teknologioita ja tuotantotapoja tarvitaan, kuten biopohjainen energia, ydinvoima, uusiutuva energia, synteettiset polttoaineet ja vety. TKI-toimintaa tulisi vauhdittaa, jotta uusia innovaatioita ja tapoja tuottaa energiaa saadaan nopeammin käyttöön.

Hiilivapaat tavat tuottaa ja tarve varastoida erityisesti uusiutuva energiaa tarkoittavat samalla mineraalisten raaka-aineiden ja niistä tuotettavien materiaalien tarpeen huomattavaa kasvua. Mineraalisten raaka-aineiden merkitys ja huoli niiden tuotan-

non riittävydestä on mineraalialalla laajasti tiedostettu. Vastuullisen kaivostoiminnan käynnistäminen on kuitenkin ajallisesti pitkä ja huomattavia investointeja vaativa prosessi. Haluttu nopea siirtyminen vihreään energiaan on luomassa materiaalien tuotantoon ja saatavuuteen pullonkauloja. Ratkaisuja on haettava uusista innovaatioista materiaalien tuotannossa ja mineraalisten raaka-aineiden etsinnässä, rikastuksessa, jalostuksessa sekä kierrätyksessä.

Kun kiertävien materiaalien määrä ei pitkään aikaan vastaa lähellekään tarpeita, tarvitaan myös uutta kestävää alkutuotantoa. Samalla on materiaalien kierrätysteknologioiden ja tehokkaan hyödyntämisen nouseva uudelle tasolle. Tässä kokonaisuudessa tutkimusekosysteemien ja niissä tehtävän TKI-toiminnan merkitys on kasvava. Tähän haasteeseen olemme GTK:ssa vastanneet kehittämällä erityisesti Outokummussa sijaitsevaa GTK Minteciä mineraalialan TKI-innovaatioalustaksi. Olemme vakuuttuneita siitä, että asiakastyömme ja strategisten kumppanuuksien kautta tämä uusittava huippuluokan digitaalisuuteen vahvasti nojaava innovaatioalusta tulee tuottamaan merkittäviä vastuullisia ratkaisuja vihreään siirtymään. ▲

1. Hund, K., La Porta, D., Fabregas, T.P., Laing, T. & Drexhage J. 2020. Aims to limit with a 50% chance global temperature rise to 1.75°C. above pre-industrial levels. The Beyond 2 Degrees Scenario (B2DS)
2. Michaux, S.P., 2021. Assessment of the Extra Capacity Required of Alternative Energy Electrical Power Systems to Completely Replace Fossil Fuels. GTK Open File Work Report 42/2021.

TEKSTI: **OLLI BREILIN, JOHTAJA, OPERATIIVINEN TOIMINTA, GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS**  
KUVA: **LEENA K. VANHATALO**



# Peter Handley, EU Raw Materials Policy Developments

Vuorimiespäivien toisen pääesitelmän pitäjä Peter Handley toimii Euroopan komission Energiaintensiivisen teollisuuden, vetytalouden ja raakamateriaalien yksikön vetäjänä.

Ukrainan sodan takia Euroopan unioni ja kansainvälinen yhteisö ovat alkaneet kiinnittää enemmän huomiotaan strategiseen omavaraisuuteen. Kansainvälinen energiajärjestö (IAEA) on tehnyt päätöksen ryhtyä edistämään jäsenistön vapaaehtoista varmuusvarastointikoordinoitua.

Euroopan unionin valtioiden johtajat tapasivat maaliskuun alkupuolella keskustellakseen toimenpiteistä liittyen Ukrainan sotaan. Valtion päämiehet nostivat esiin kolme tärkeää toimenpidealuetta, joista ensimmäinen on kehittää Euroopan puolustuskykyä, toinen kiihdyttää energiariippuvuuden vähentämistoimenpiteitä ja kolmas rakentaa vakaampaa taloudellista pohjaa. Tärkein instrumentti päämäärien tavoittamiseksi on kriittisten raaka-aineiden saatavuuden varmistaminen. Siihen pyritään varmistamalla strategi-

sia yhteistyösopimuksia, varmuusvarantoja sekä kiertotaloutta ja resurssitehokkuutta. Euroopan unioni on todennut myös, että mikäli kaasuriippuvuutta Venäjältä halutaan vähentää 2/3 nykyisestä vuoden sisällä, on raaka-ainekiertoalustus keskeisessä roolissa.

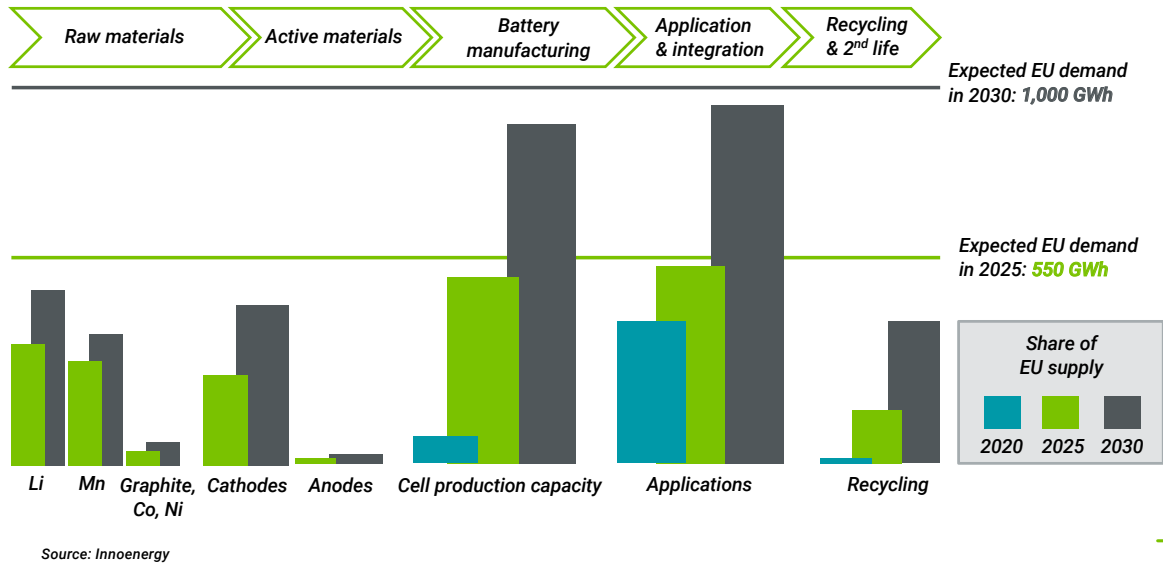
Euroopan komissio on laatinut toimintasuunnitelman ja kriittisyyslistauksen syyskuussa 2020. Tässä prosessissa on viime vuonna pystytetty eurooppalaista raaka-aineliittousta (The European Raw Materials Alliance, ERMA) rakentamaan verkostoja, tunnistettu investointiketjuja ja kehitetty toimintasuunnitelmaa. Euroopan parlamentti on kannustanut ohjelmaa kunnianhimoisemmaksi ja nopeammaksi, koska ongelma vain kasvaa ajan kuluessa.

Euroopan energian varastoinnin ja sähköisen liikunnan heikko kohta on ollut koulutus ja kriittisten raaka-aineiden saa-

tavuus – ja näihin teemoihin yritetään panostaa. EIT on saanut 10 miljoonaa euroa akkuakatemian perustamiseen. Kriittisten raaka-aineiden omavaraisuus on korostunut Venäjän hyökättyä Ukrainaan ja Euroopan tajuuttua energia- ja raaka-aineriippuvuutensa Venäjältä. Erityisiä raaka-aineriippuvuuksia Euroopalla on titaanissa, palladiumissa, kaliumkarbonaatissa, fosfaateissa, alumiinissa, teräksessä, nikkelissä, kuparissa jne. Euroopan komissio työskentelee läheisesti jäsenmaiden ja teollisuuden kanssa voidakseen vähentää raaka-aineriippuvuutta nopeasti, mutta myös kannustaakseen edelleen metallien kiertotaloutta, joka on kaivostoiminnan lisäämisen lisäksi keskeisessä roolissa. ▲

TEKSTI: TOPIAS SIREN  
KUVA: LEENA K. VANHATALO





Eurooppalaisen akkuarvoketjun kysyntä- ja tarjontaennusteet vuosille 2025 ja 2030

# Vuoriteollisuuden renessanssi

Vuoriteollisuuteen kohdistuu tällä hetkellä erittäin suurta kiinnostusta ja isoja odotuksia. Alan toimijoilla on poikkeuksellinen tilaisuus kehittää omaa liiketoimintaansa ja toimialaa sekä vaikuttaa siihen, että yhteiskunta ja koko maapallo kehittyvät hyvään suuntaan.

hmiskunta on historiansa aikana tuottanut yhteensä noin 700 miljoonaa tonnia kuparia. Tästä noin 80 % on edelleen käytössä. Jos kaikki tämä kupari voitaisiin koota yhdeksi kuutioksi, olisi kuution sivun pituus noin 430 metriä.

En osaa arvioida, onko tämän kuparimäärän tuottamista satojen ja tuhansien vuosien aikana pidettävä suurena saavutuksena. Mielestäni on hätkähdyttävää, että meidän pitäisi tuottaa sama määrä kuparia uudelleen seuraavan 22 vuoden aikana. Tällä

tuotannolla me kuitenkin vain ylläpidämme nykyistä tasaista taloudellista kasvua.

Tasaisen taloudellisen kasvun ylläpitämisen lisäksi meidän on investoitava uuteen, puhtaaseen energiaan. On esitetty, että tällä vuosikymmenellä uusia vihreitä investointeja tulisi tehdä 16 biljoonalla dollarilla. Summa vastaa sitä, mitä Kiina investoi kaikkienensa tämän vuosituhannen ensimmäisellä vuosikymmenellä. Edelleen 2030-luvulla tulisi saman arvion mukaan vihreitä investointeja tehdä kaksi kertaa tämä määrä eli niin

sanotusti kaksi Kiinaa. Toisissa arvioissa on esitetty, että edellä kuvattukaan ei riitä siihen, että saavuttaisimme hiilineutraalisuuden vuoteen 2050 mennessä, vaan meidän pitäisi olla ”kahden Kiinan vauhdissa” vihreissä investoinneissa jo tällä vuosikymmenellä.

Kenelläkään ei ole kristallipalloa siihen, miten isoiksi uudet vihreät investoinnit lopulta kasvavat. Tiedämme kuitenkin, että siirtyminen energian tuotannossa fossiilisista polttoaineista vihreään energiaan kasvattaa investointien mineraalitarvetta. Esimerkiksi sähköauto tarvitsee huomattavasti enemmän metalleja kuin polttomoottoriauto.

## Finanssikriisistä molekyylikriisiin

Eurooppalaisen akkuarvoketjun ja siihen liittyvien kysyntä- ja tarjontaennusteiden pohjalta näemme, että kuluvalle vuosikymmenellä sekä akkuja käyttävien sovellusten lisääntyminen että akkukenttien eurooppalainen valmistus vastaavat kohtuullisen



hyvin eurooppalaista kysyntää. Sen sijaan metallien ja välituotteiden valmistuksessa sekä kierrätyksessä eurooppalainen suunnitteilla oleva tuotanto ei vastaa kysyntää.

Meille on tulossa pulaa raaka-aineista. Goldman Sachs'n hyödykeanalyysin vetäjä Jeff Currie on helmikuussa 2022 tiivistänyt asetelman seuraavasti: ”Jos vuosi 2008 oli finanssikriisi, tämä on molekyylikriisi. Meiltä on kaikki lopussa – olkoon se öljyä, kaasua, hiiltä, kuparia, alumiinia, se on meiltä loppu.” Tämä tarkoittaisi sitä, että ilmastonmuutoksen torjunta jäisi kiinni siitä, että emme saa toimitetuksi riittävästi raaka-aineita.

Raaka-aineisiin kohdistuu myös vastuullisuuteen liittyviä paineita. Kaikki merkittävät autovalmistajat on sitoutuneet vähentämään hiilijalanjälkeään ja kilpailevat vastuullisuudella. Sähköautoissa nikkeli on merkittävä, ellei merkittävin hiilijalanjälkeen vaikuttava raaka-aine. Erilaisilla nikkelin tuotantotavoilla on kuitenkin toisistaan merkittävästi poikkeava hiilijalanjälki, ja nikkelituotannon kasvu tulee erityisesti korkean hiilijalanjäljen tuotteista. Tämä ei ole helppo yhtälö liikenteen sähköistämisen kannalta.



Samalla malmivarannot köyhtyvät. Esimerkiksi toiminnassa olevien kuparikaivosten keskimääräinen kuparipitoisuus on 0,53 %, kehitysvaiheessa olevien projektien 0,39 % ja esivaiheen teknis-taloudellisessa selvityksessä olevien projektien 0,35 %. Maata ja kalliota pitää liikuttaa entistä enemmän suhteessa tuotantoon, kustannukset nousevat, operatioiden koko kasvaa ja mahdollisesti ympäristövaikutuksetkin kasvavat. Tämä asettaa vaatimuksia hyvälle suunnittelulle ja edellyttää panostuksia teknologiakehitykseen ja malminetsintään.

### Kierrätys ja jäljitettävyyden nousussa

Valmisteilla oleva EU:n akkuasetus tuo vuodesta 2030 lähtien vaatimuksia akuissa käytettävän kierrätetyn materiaalin osuudelle. Alkuvaiheessa näihin vaatimuksiin voi olla vaikea yltää, mutta ajan myötä kierrätyksen volyymit kasvavat. Reilun 30 vuoden päästä jopa 70–80 % akuissa tarvittavasta litiumista, nikkelistä ja koboltista tulisi kierrätyksestä. Meidän tulee siis mieltää käytössämme olevat materiaalit arvokkaiksi varannoiksi ja huolehtia siitä, että ne kierrätetään Euroopassa.

Kierrätyksen ohella raaka-aineiden ja arvoketjujen jäljitettävyyden nousu on selvää. Lähitulevaisuudessa jäljitettävyyden on pakollista ympäristöystävällisyyden ja vastuullisuuden todistamiseksi ja turvaamiseksi. EU:n akkuasetusluonnoksessa akkupassin on esitetty tulevan voimaan vuoden 2026 alussa. Se luo kuluttajille mahdollisuuden tehdä harkittuja hankintapäätöksiä, jotka perustuvat todelliseen tietoon akkujen ympäristö- ja vastuullisuusvaikutuksista. Näin teollisuus tulee lähemmäs kuluttajaliiketoimintaa, mikä voi avata myös uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

### Ollaan ylpeitä työstämme

Viime kesänä minulla oli kunnia puhua konferenssissa, jonka yhteydessä EU ja Ukraina allekirjoittivat raaka-aineita koskevan strategisen kumppanuussopimuksen. EU:n pyrkimys oli edistää raaka-aineiden saantia eurooppalaisten yritysten ja kuluttajien tarpeisiin. Järkyttävien sotatoimien jälkeen tuon sopimuksen toimeenpano näyttää kovin kaukaiselta.

Tämän vuoden alussa osallistuin paneelikeskusteluun EU:n puheenjohtajamaa

Ranskan järjestämässä konferenssissa, joka keskittyi EU:n teolliseen autonomiaan. Eurooppa on herännyt siihen, että emme voi olla raaka-aineissa ja arvoketjuissa liian riippuvaisia muista maista. Tämä luo uutta kiinnostusta eurooppalaista kaivostoimintaa ja metallienjalostusta kohtaan.

Vuoriteollisuus on siis isojen mahdollisuuksien, velvollisuuksien ja huomion keskeinen, ja Suomen Malmijalostuksen roolina on toimia kaiken tämän keskiössä. Tehtävämme on maksimoida vastuullisesti suomalaisten mineraalien arvo. Visionamme on tuottaa ilmastoneutraalisuuden saavuttamiseksi tarvittavia materiaaleja.

Portfoliossamme on tällä hetkellä kolme kaivosomistusta: Terrafame, Keliber ja Sokli. Pidemmälle akkuarvoketjuun olemme julkistaneet kolme investointihanketta: prekursori-investoinnin Haminaan, katodiaktiivimateriaali-investoinnin Kotkaan sekä akkukennoinvestoinnin, jota suunnitellaan Vaasaan. Työskentelemme aktiivisesti yhdessä portfolioyhtiöidemme ja yhteistyökumppaneidemme kanssa toimittaaksemme maailmalle raaka-aineet ja tuotteet vastuullisesti.

Ilmastonmuutoksen hillintä ei onnistu ilman panostuksia kaivosteollisuuteen ja metallien jalostukseen. Edelleen on selvää, että kaivostoiminnan tulee olla vastuullisesti toteutettua. Sijoittajat ja rahoittajat eivät kuitenkaan ole yleensä nähneet kaivostoimialan kuuluvan vastuullisen sijoittamisen käsitteen alle. Mielestäni on kuitenkin vaikea kuvitella vastuullisuusnäkökulmasta tärkeämpiä sijoituskohteita kuin kaivosteollisuus. Viimeistään kuluneen kuukauden aikana on tullut selväksi myös se, miten tärkeää on turvata sekä energian että keskeisten raaka-aineiden saanti myös poikkeusoloissa ja varmistaa teollinen huoltovarmuus ja autonomia.

Metallit ja raaka-aineet ovat välttämättömiä modernille yhteiskunnalle. Ollaan siis ylpeitä työstä, jota teemme, ja kerrotaan maailmalle, kuinka tärkeää se on. Näin varmistamme sen, että saamme parhaat lahjakkuudet töihin toimialallemme ja varmistamme tulokset, joita maapallo meiltä odottaa. ▲

TEKSTI: **MATTI HIETANEN, TOIMITUSJOHTAJA, SUOMEN MALMIJALOSTUS OY**



material solutions advancing life

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

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo  
+358102179800

MESSUKESKUS

Tutustu  
upeaan ohjelmaan ja  
rekisteröidy maksutta  
kävijäksi  
[chembiofinland.fi](http://chembiofinland.fi)

Pohjoismaiden johtava Kemia ja  
bioalan ammattitapahtuma

**ChemBio**  
FINLAND

8.-9.6.2022 Helsingin Messukeskus

[chembiofinland.fi](http://chembiofinland.fi) #chembiofinland2022

Pohjoismaiden johtavassa kemian ja bioalan tapahtumassa on esillä tutkimuksen, prosessiteknikan, kemianteollisuuden ja bioteknologian tärkeimmät ratkaisut, tuotteet ja palvelut.

Samanaikaisesti:



Yhteistyössä:

KEMIANTEOLLISUUS

EXIB SUOMEN BIOTEOLLISUUS  
FINNISH BIOINDUSTRIES



KEMIA  
Keski



# Vastuullista malminetsintää Suomessa

Vuorimiespäivät 25.3.2022

**V**astuullisuus on osa jokaisen arkipäivää ja se ohjaa niin yksilöiden kuin yritystenkin päätöksentekoa ja ostopäätöksiä. Vastuullisuus rakentuu kolmesta pääkokonaisuudesta: ympäristöstä huolehtiminen, toisesta ihmisestä välittäminen ja yhteiskunnalliset sekä taloudelliset asiat. Yhdessä nämä ohjaavat sekä yksilön että yrityksen valintoja ja tekoja, jotka johtavat toiminnan jatkuvaan parantamiseen. On hyvä tunnistaa oman toiminnan tärkeimmät ja oleelliset vaikutukset sekä sidosryhmien ja yhteiskunnan asettamat odotukset. Kun pohditaan, mitä olemme tekemässä, mihin tähtäämme, mihin halutaan keskittyä ja missä asioissa halutaan saada aikaan parannusta, voidaan asettaa ymmärrettävät ja konkreettiset tavoitteet.

Kaivosteollisuus ry on laatinut yhteistyössä Kestävän kaivostoiminnan verkoston sekä lukuisien sidosryhmien kanssa apuvälineitä ja työkaluja malminetsinnän vastuullisuuden ja jatkuvan parantamisen kehittämiseen. Malminetsinnän vastuullisuusjärjestelmä on kehitetty kaivosvastuujärjestelmän pohjalta. Sen periaatteet ovat samat kuin kaivosvastuujärjestelmässä eli yhtiöt suorittavat vuosittain itsearvioinnin omasta vastuutyöstään verkoston tarjoaman arviointityökalun avulla. Arviointityökaluja on kolme liittyen sidosryhmäyhteistyöhön, ympäristöön ja turvallisuuteen. Joka kolmas vuosi yhtiöiden saamat tulokset todenneetaan Kestävän kaivostoiminnan verkoston toimesta. Vastuullisuusjärjestelmä tarjoaa konkreettisia esimerkkejä jatkuvan parantamisen kehitystyöhön. Vastuullisuusjärjestelmän toimintaperiaatteisiin ja arviointityökaluun voit tutustua osoitteessa <https://www.kaivosvastuu.fi/malminetsinta/>.

Toinen merkittävä työ, Malminetsintäopas valmistui joulukuussa 2021. Mukana on paljon informaatiota esimerkiksi maanomistajien oikeuksista, viestinnästä ja ympäristölainsäädännöstä. Opas on tarkoitettu niin malminetsintäyhtiöille, viranomaisille, maanomistajille kuin kaikille alasta kiinnostuneillekin. Opas kokoaa yhteen malminetsinnän parissa työskentelevien yritysten ja tekijöiden kokemuksiin ja näkemyksiin perustuvia vinkkejä ja ohjeita, suosituksia vastuulliseen malminetsintään sekä sidosryhmien näkemyksiä oppaassa käsitellyistä aiheista. Opas löytyy Kaivosteollisuus ry:n sivuilta <https://www.kaivosteollisuus.fi/fi/kaivosala-suomessa/malminetsinta/malminetsintaopas>. ▲

## Sanna Rötö

- valmistunut Turun Yliopistosta 2003
- 2003 valmistumisen jälkeen töihin Rovaniemelle Suhangon Pd-Pt-Au projektiin
- 2006 vuoden alussa muutto Länsi-Australiaan Kambaldaan. Gold Fields St Ives Gold Mine -projektissa malminetsintää 2 vuotta
- 2008 vuodesta lähtien Kylylahden Cu-Co-Au projektin malminetsinnässä. Työt laajentuneet Outokumpu-Polvijärven alueelta myös Etelä- ja Pohjois-Savon puolelle ja viimeisimpänä Pyhäsalmen alueelle. Projektilla ollut tämän 14 vuoden aikana useita vaihtuvia omistajia: Bolidenin omistuksessa vuoden 2014 loppupuolelta lähtien.
- 2021 vuoden alusta Head of Section – Central Finland Field Exploration Boliden Kevitsa Mining Oy
- 2021 alusta lähtien Kaivosteollisuus ry Malminetsintätyöryhmän puheenjohtaja



## WIDE RANGE OF GEOSERVICES

### Comprehensive expertise in mine geology!

We are specialized in geological and geotechnical services for the mining industry.

We provide geologists and geotechnicians to support your team for short or long term needs.

Read more at [www.palsatech.fi](http://www.palsatech.fi)

**PALSATECH**

Contact us:  
info@palsatech.fi  
020 773 9616

# Yhdessä eteenpäin – Neles on nyt osa Valmetia



Neles sulautui Valmetiin 1.4.2022, ja se on nyt Valmetin Virtauksensäätöliiketoimintalinja. Valmet tarjoaa tästä eteenpäin laajan virtauksensäädön tuote- ja palveluvalikoiman. Siihen sisältyy toimialan johtavia venttiileitä, venttiiliautomaattoratkaisuja ja niihin liittyviä palveluja, mukaan lukien tunnetut Neles-, Neles Easyflow-, Jamesbury-, Stonel-, Valvcon- ja Flowrox-ratkaisut.

Sulautumisen jälkeen Valmet on entistä vahvempi, globaalisti johtava yhtiö, jolla on ainutlaatuinen ja kilpailukykyinen valikoima prosessiteknologioita, palveluja, automaatiojärjestelmiä ja virtauksensäätöratkaisuja prosessiteollisuuden tarpeisiin.

Globaali tiimimme, johon kuuluu noin 17 000 ammattilaista, on sitoutunut parantamaan asiakkaidemme suorituskykyä joka päivä.

Lisätietoja [valmet.com/flowcontrol](https://valmet.com/flowcontrol)



**Valmet**   
FORWARD



# Kaivosviranomaisen katsaus

Tukes on toiminut kaivoslain noudattamista valvovana kaivosviranomaisena ja laissa määrättyjen tehtävien suorittajana 10 vuotta. Kaivoslain valvontaa Tukesissa tekee 13 henkilöä.

Tukesin aloittaessa Kiina-buomi oli nostanut metallien hinnat ”pilviin”, ulkomaiset kaivosyhtiöt olivat löytäneet Suomen ja valtaushakemuksia vöyryi sisään. Tämä synnytti Tukesiin aikamoisen luparuuhkan. Vuonna 2012 metallien hinnat kääntyivät laskuun, ja samalla myös alkoivat laskea investoinnit malminetsintään (kuva 1). Tukesille osoitettiin lisähenkilöresurssien luparuuhka saatiin puretuksi. Toukokuussa 2016 näytti siltä, että Tukesin käsittelyssä olevat lupahakemukset loppuvat; syyskuussa alkoi kuitenkin uusi edelleen jatkuva metallien hintojen nousu. Malminetsintäinvestoinnit alkoivat Suomessa lisääntyä muuta maailmaa nopeammin (kuva 1). Metallien hintojen nousua ovat kiihdyttäneet vihreän siirtymän edellyttämät akkuminaalit. Korona-aika

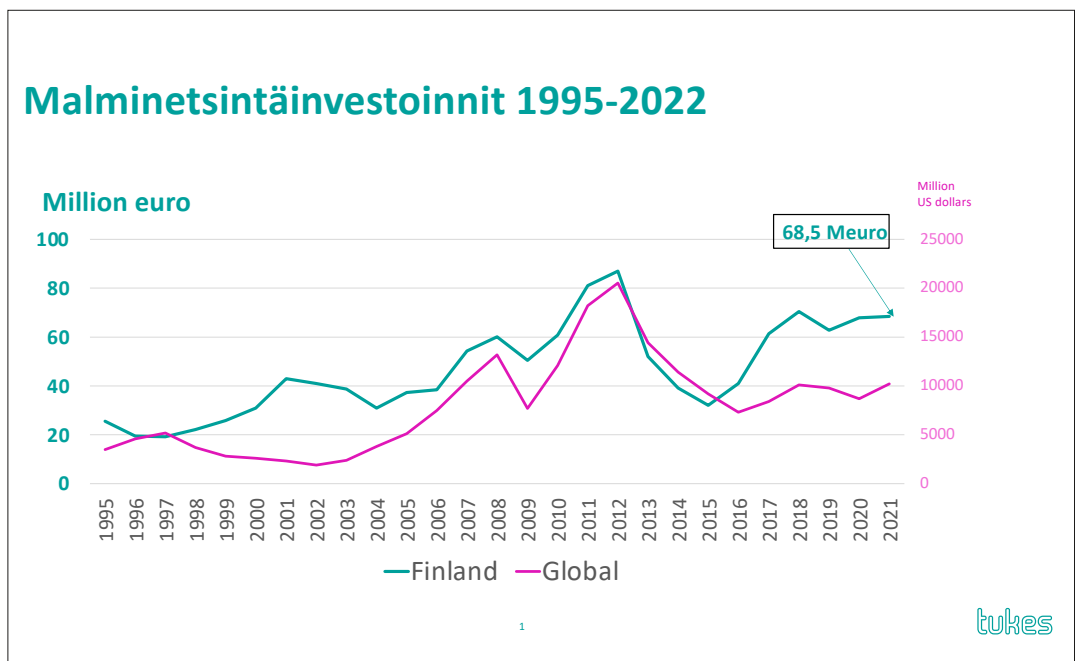
kiihdytti edelleen metallien hintojen nousua, kun kaivosten toiminta yski maailmalla ja logistiikka aiheutti ylimääräisiä kustannuksia. Venäjän hyökkäys Ukrainaan näyttää ainakin lyhyellä aikavälillä nostavan kaikkien raaka-aineiden hintoja. Suomea pidetään edelleen hyvänä investointikohteena.

Loppuvuodesta 2012 tapahtui kipsisakka-altaan vuoto Talvivaarassa. Lähes koko Tukesin kaivosviranomaistaipaleen ajan kaivoslakia on syytetty Talvivaaran ja menneiden vuosikymmenien kaivosten aiheuttamista ympäristöongelmista ja haukuttu nykyinen kaivoslaki tulevistakin ympäristön pilaantumishankkeista. Lisäksi sosiaalinen media kuohuu maanomistajien heikoista oikeuksista, saamelaisalueen kaivoksista, luonnonsuojelualueiden tuhoutumisesta ja koko Saimaan alueen vesistön pilaantumisesta varausten

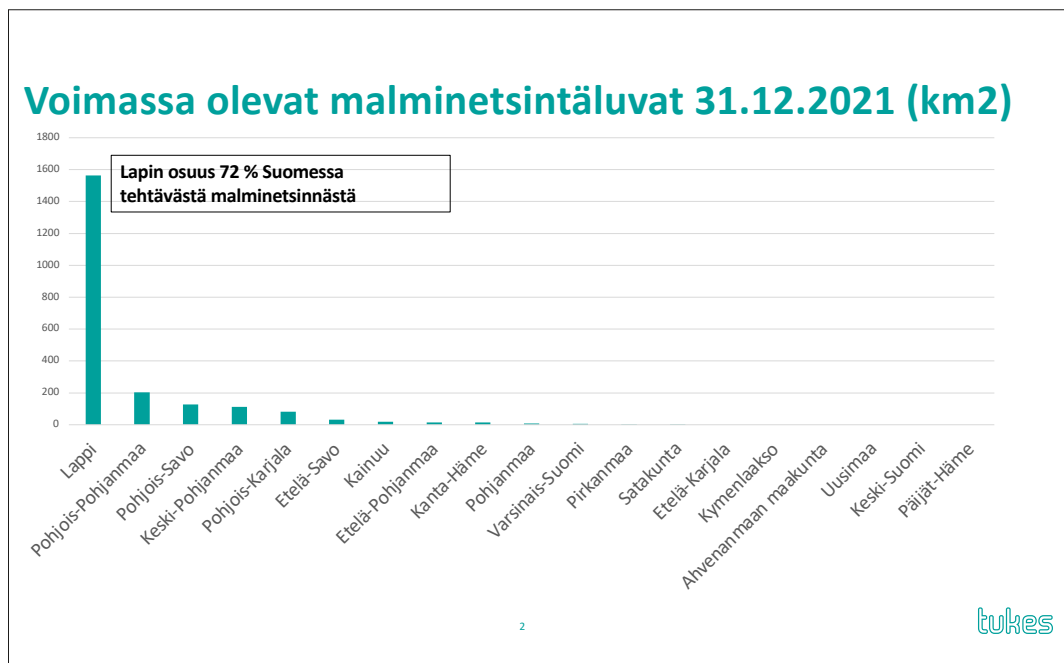
takia. Johan siinä moni menettää yöunensa.

Kaivoslaki on somemainettaan parempi. Ensinnäkään kaivoslain mukaisella luvalla ei saa pilata ympäristöä vähäisissäkään määrin, vaan lupamääräykset kaivostoiminnan ympäristökuormituksen rajoittamiseen antaa ympäristöviranomaisen ympäristönsuojelulain nojalla. Malminetsintäalueeseen ja kaivosalueeseen kuuluvien maanomistajien oikeudet vahvistuivat uuden kaivoslain myötä merkittävästi ja siksipä maanomistajat ovat tyytyväisiä; maanomistaja saa hehtaariperusteista korvausta ja lisäksi aiheutetut puusto- ym. vahingot korvataan. Myöskään kaivos ei tule yllättäen maanomistajan maalle; maanomistajan vastustaessa kaivostoiminnan harjoittaja tarvitsee kaivosaluelunastusluvan valtioneuvostolta. Maanomistaja pääsee myös kaivostoiminnan aikana osalliseksi louhin-

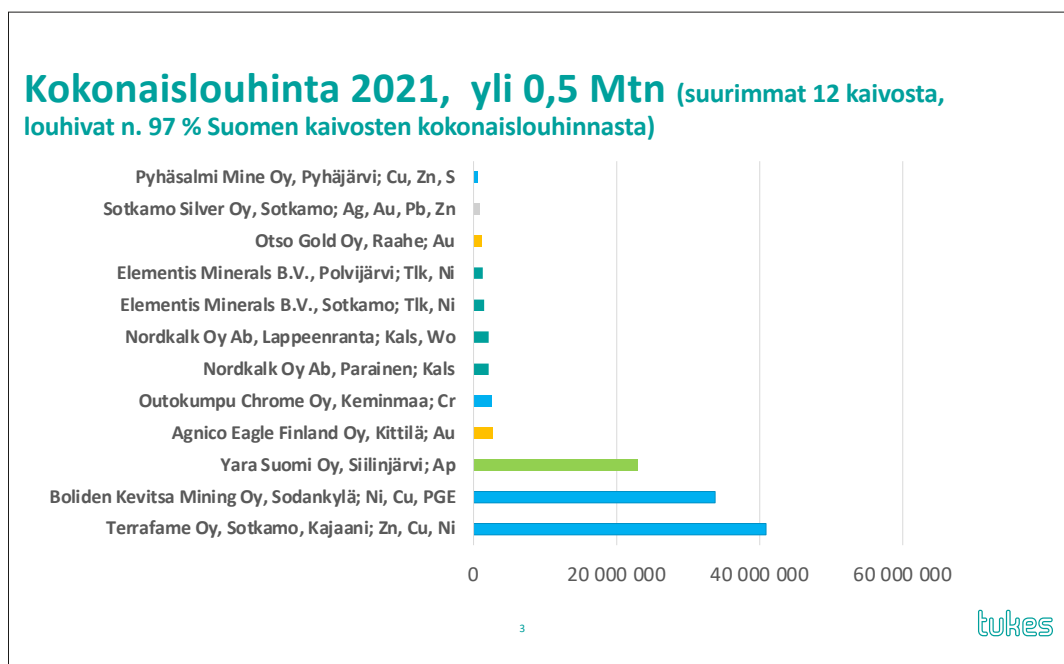
Kuva 1. Malminetsintäinvestoinnit 1995-2021



Kuva 2.  
Voimassa olevat  
malminetsintälu-  
pa-alueet maakunnittain  
(km<sup>2</sup>)



Kuva 3. Suomen 12  
suurinta kaivosta  
(louhinta yli 0,5 Mt)



takorvauksesta. Saimaan veden laatu ei tule heikkenemään kaivostoiminnan takia; varmaa ei ole, suunnitellaanko sinne edes koskaan uusia kaivoksia. Malminetsintää tehdään pääosin Pohjois- ja Itä-Suomessa ja lähes olemattomassa määrin muualla Suomessa saamelaiden kotiseutualue mukaan luettuna (kuva 2). Vuoden 2011 kaivoslaki on selkeä ja ratkaisukäytännöt ovat ennakoitavissa eri sidosryhmille; Tukes on teh-

nyt yli 3000 lupapäätöstä, joista on palautettu valitusten jälkeen Tukesille uudelleen käsiteltäväksi alle prosentti. Kaivoslaissa on hyvin säädetty erilaiset kuulemis- ja osallistamismenettelyt.

Kaivostoiminnan kokonaislouhinta on pysynyt lähes muuttumattomana viimeiset kuusi vuotta ja malmilouhinta on hienoisessa laskussa. Uusia kaivoksia ei olla avaamassa lähivuosina (alle viisi vuotta). Suurimmat

viisi kaivosta (kuva 3) ovat kuitenkin investoineet viime vuosina merkittävästi toiminnan jatkuvuuteen. ▲

TEKSTI: **RYHMÄPÄÄLLIKKÖ TERO LIKAMAA, TUKES**





# 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](http://mogroup.com/yhteystiedot)

maansiirto  
murskaus  
seulonta  
kuljetus  
jauhatus  
pumppaus  
vaahdotus  
erottelu  
sakeutus  
selkeytys  
suodatus

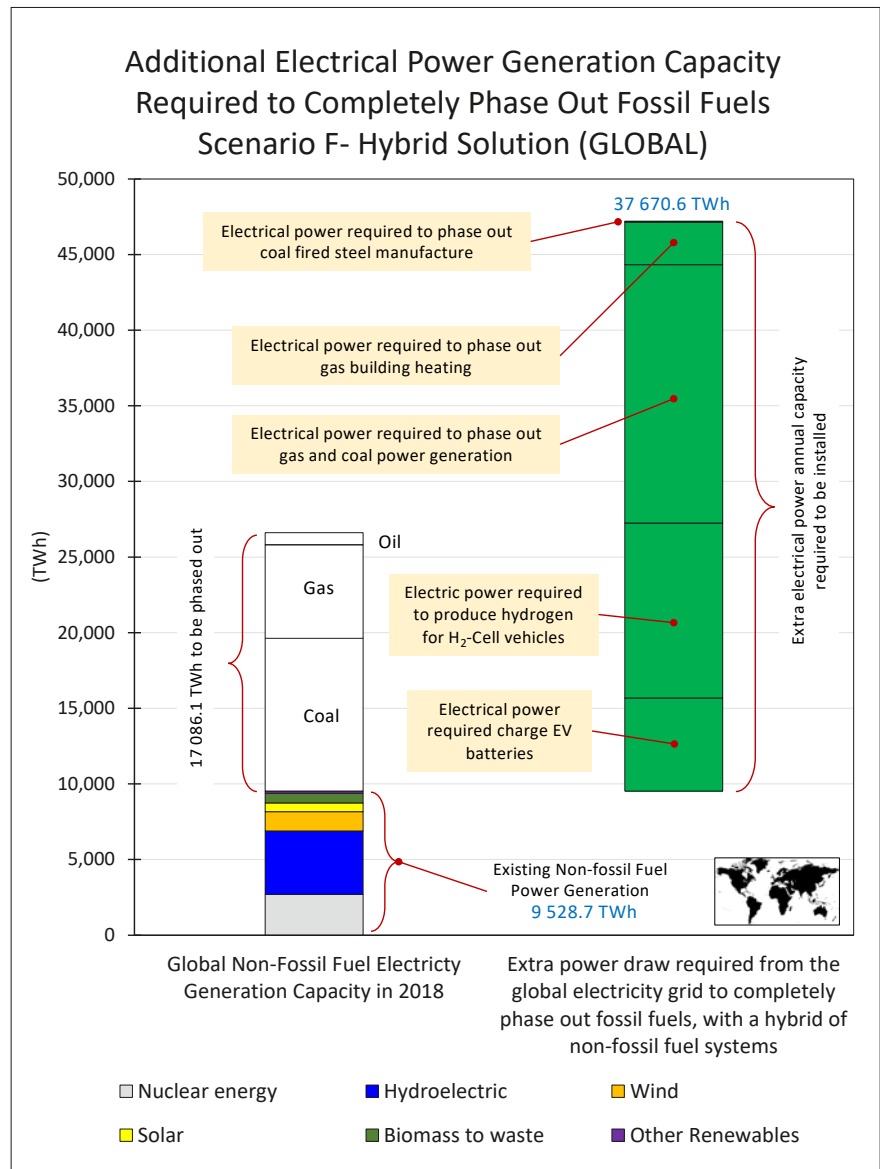
PYROMETALLURGIA  
HYDROMETALLURGIA  
RIKKIHAPON TUOTANTO

# Assessments of the physical requirements to globally phase out fossil fuels

The task to phase out fossil fuels is now at hand. Most studies and publications to date focus on why fossil fuels should be phased out. This paper presents the physical requirements in terms of required non-fossil fuel industrial capacity, to completely phase out fossil fuels, and maintain the existing industrial ecosystem. The existing industrial ecosystem dependency on fossil fuels was mapped by fuel (oil, gas, and coal) and by industrial application. Data was collected globally for fossil fuel consumption, physical activity, and industrial actions for the year 2018.

The number of vehicles in the global transport fleet was collected by class (passenger cars, buses, commercial vans, HCV Class 8 trucks, delivery trucks, etc.). The rail transport network, the international maritime shipping fleet, and the aviation transport fleet were mapped, in terms of activity and vehicle class. For each type of vehicle class, the distance travelled was estimated. Non-fossil fuel technology units that are commercially available on the market now were assembled to substitute fossil fuel supported technology. An example was selected to represent each vehicle class, for Electrical Vehicle and Hydrogen fuel cell systems. The requirements to substitute the ICE rail network and the maritime fleet with EV and hydrogen fuel cell systems were presented.

The amount of electrical power required to charge the batteries of a complete EV system was estimated. The amount of electrical power to manufacture the required hydrogen for a complete H-cell system was estimated. An examination and comparison between EV and H-cell systems was conducted. Other fossil fuel industrial tasks like electrical power generation, building heating with gas and steel manufacture with coal were mapped and requirements for non-fossil fuel substitution were estimated. The estimated sum total of extra annual capacity of non-fossil fuel power generation to phase out fossil fuels completely and maintain the existing industrial ecosystem at a global scale was 37 670.6 TWh. If the same non-fossil fuel energy mix as that reported in 2018 is assumed, then this translates into an extra 221 594 new power plants that will be needed to be constructed



and commissioned. Stationary power storage was the most significant task to resource.

Using the IEA projection for the future regarding what the power and battery chemistry market proportion would probably be in 2040 (where most of the new electrical power production is to be wind turbines and PV solar panels), an estimate of the volume of minerals was conducted. The needed volume of some metals (copper, nickel, lithium, cobalt, graphite and silver) far exceeds 2019 production levels to deliver in a practical time frame the replacement of the existing fossil fuel systems. It was also shown that the stated

reserves for these metals were not enough to deliver this metal volume to manufacture the first generation of non-fossil fuel technology for the complete replacement of fossil fuels. ▲

**Keywords:** Energy, fossil fuel, oil, gas, coal, nuclear, solar photovoltaic, wind, hydroelectric, transport, vehicle fleet, kilometres driven, Electric Vehicle, hydrogen fuel cell, power generation, ICE, minerals, reserves

TEXT: SIMON MICHAUX



# Uusia ratkaisuja KESTÄVÄÄN ELÄMÄÄN

Liiketoimintamme on teollisen mittakaavan kiertotaloutta, jossa käsitellään jatkuvalla prosessilla teollisuuden sivutuotteita ja luodaan uusia ratkaisuja kaivosalan tarpeisiin.



**T**apojärvi luo uutta teknologiaa, liiketoimintaa ja palveluja teollisuusaloille.

Teollisuuden sivuvirtoja hyödyntämällä samme aikaan konkreettisia taloudellisia, ympäristöllisiä, ilmastollisia ja sosiaalisia hyötyjä.

Kiertotalousinnovaatiomme säästävät euroja, vähentävät ympäristövaiikutuksia ja vaikuttavat sekä hyvinvointiin että turvallisuuteen.

Tapojärvellä on Italian Ternissä kuonankäsittelyyn ja uusiokuona-

tuotteisiin tähtäävä uuden sukupolven prosessi, jonka toteutus on jo toinen esimerkkimme teollisen kiertotalousalan etupainotteisista investointiprojekteista.

Tuotteistamalla sivuvirtoja ja hyödyntämällä uusiomateriaaleja esimerkiksi kaivosten sivukivialueiden peiteratkaisuissa korvaamme neitseellisistä materiaaleista tehtyjä tuotteita ja sovelluksia vähentäen samalla teollisuuden loppusijoitettavien materiaalien määrää.

## 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

## TUOTAMME MINERAALEJA MODERNIN YHTEISKUNNAN TARPEISIIN

**TAPOJÄRVI**

tapojarvi.com

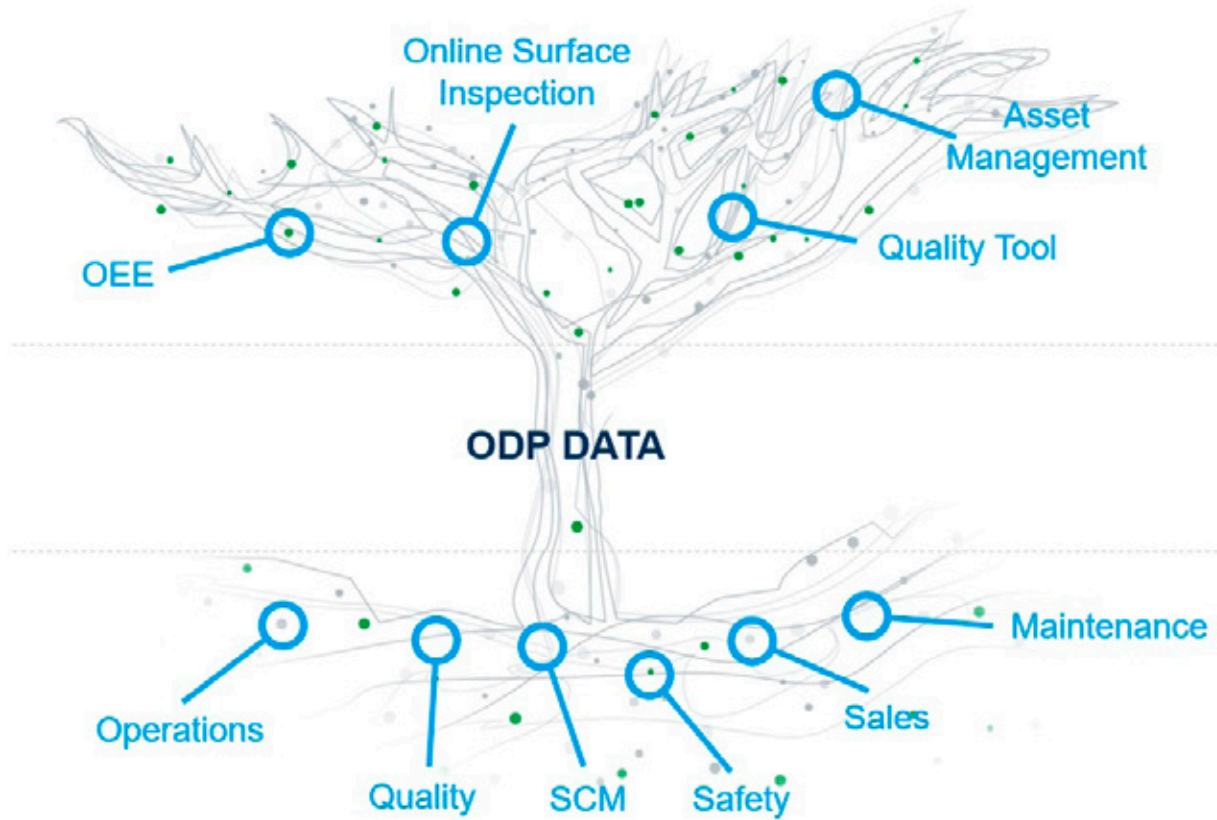
#tapojarvi #tapojarvi #belongtoourstory

**Hannukainen**  
MINING

hannukainenmining.fi

#kotimainenkaivos

## ODP SOLUTIONS & APPLICATIONS



Kuva 1. ODP:n havainnollistus puurakenteena

# Digitalisaatio ruostumattoman teräksen valmistuksessa

**M**etallurgijaoston 25.3.2022 pidetyn vuosikokouksen toisena esityksenä kuultiin **Juha-Matti Pesosen** esitys ”Digitalisaatio ruostumattoman teräksen valmistuksessa”. Pesosen vastuualueena on ollut aiemmin teollinen digitalisaatio, jonka ohella hän on toiminut Outokummun *Digital Manufacturing* -ohjelman teknisenä johtajana. Nykyään hän johtaa Outokummun IT:n operatiivisten ratkaisujen aluetta, johon Digital Manufacturing -ohjelma lukeutuu. Varhaisesta vaiheesta asti Outokumpu on tehnyt digitalisaatio-ohjelmassaan yhteistyötä useiden yritysten

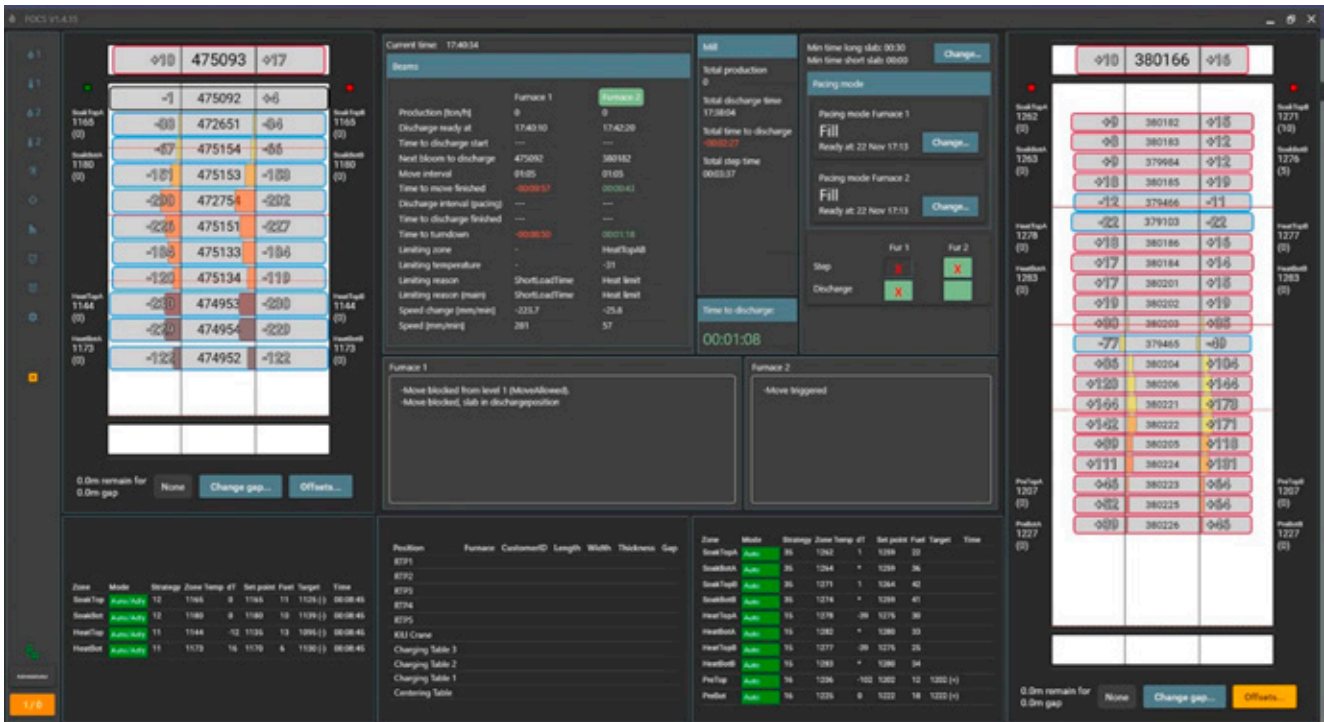
kanssa, joista pääpartnerina on toiminut Microsoft.

Hankkeen alkuvaiheessa Digital Manufacturing -ohjelmalle määritettiin seitsemän askeleen tiekartta, jonka päässä häämötti tavoite digitaalisesta tehtaasta. Tiekartassa pohjatyön muodostaa datan keruu ja hallinta, koska data on kaiken keskiössä digitaalisten ratkaisujen rakentamisessa. Ilman dataa ei ole mahdollista edetä pidemmälle resurssien hallinnan ja toiminnan tehostamisessa. Tuotantodatan keräämisen onnistuessa avautuu tie vaativille ratkaisuille, joita ovat esimerkiksi syväoppiminen, mallintaminen ja simulointi. Kuitenkin jo aiemmassa vaiheessa dataa

voidaan hyödyntää päätöksenteossa. Tällöin saavutetaan operatiivisia hyötyjä, jotka ilmenevät esimerkiksi parantuneena laatussa tai pienentyneenä materiaalihävikkinä. Lopullisena tavoitteena on saavuttaa tila, jossa fyysinen tuotantoympäristö pystytään kuvaamaan digitaalisesti. Digitaalisen ympäristön johtopäätösten kautta pystymme ohjaamaan fyysistä tuotantoympäristöä.

Lyhyen yleisesityksen jälkeen Pesonen kertoi tarkemmin Outokumpu Digital Platformista eli ODP:stä. ODP:n kehittämisen taustalla on tarve määrittää käytäntöjä ja ratkaisuja, jotka mahdollistavat tietojen yhteenkokoamisen laajassa mittakaavassa, tar-





Kuva 2. FOCS-järjestelmän käyttöliittymä

koituksenmukaisessa muodossa ja harmonisoidusti. Yhteisen tietolustan päälle on mahdollista rakentaa ratkaisuja nopeammin ja yksinkertaisemmin. Tämä helpottaa ylläpidettävyyttä sekä nopeuttaa kehitystä. ODP tarjoaakin yhtenevää tuotantotietoa koko tuotantoketjusta ja työkalut ratkaisujen rakentamiselle sekä niiden käyttämiselle (ks. kuva 1).

Esityksen loppuksi käytiin yhtenä käytännön esimerkkinä läpi askelpalkkiuunin lämmitysajan optimointiin keskittyvää projektia. Lähtötilanteessa Tornion kahdella askelpalk-

kiuunilla ei ollut aihoiden kuumennuksen ohjausta. Operaattorit käyttivät kiinteitä kuumennusaikoja, jotka oli määritetty materiaali-kohtaisesti, ja ohjaus tapahtui syöttämällä tavoitearvot uunin vyöhykkeille. Yhtenä haasteena oli myös panostettavien aihoiden lämpötilojen hajonta. Projektissa askelpalkkiuuneille asennettiin uusi ohjausjärjestelmä ja koulutettiin tekoälypohjainen optimointiratkaisu. Nimellä *Furnace Optimization System* (FOCS) kutsuttu ohjausjärjestelmä kykenee ohjaamaan kuumennusvyöhykkeitä adaptiivisesti ottaen huomioon aihoiden vaihtelevat

sisäntulolämpötilat ja materiaaliominaisuudet. FOCS rakennettiin historiatietoja mallintamalla ja uuniasiantuntijoiden tietotaitoa hyödyntäen. Lopputulemana energiankulutus pienentyi 3–4 % ja uunikapasiteetti kasvoi 17 %. Operaattorit ovat olleet tyytyväisiä mallin toiminnallisuuksiin ja käytettävyyteen (ks. kuva 2). Mallia tullaan vielä jatkokehittämään täyden hyödyn saavuttamiseksi. ▲

TEKSTI: VILLE-VALTTERI VISURI,  
**OUTOKUMPU STAINLESS OY**  
 KUVAT: JUHA-MATTI PESONEN,  
**OUTOKUMPU STAINLESS OY**



# REACH THE SET TARGET WITH DIRECTIONAL CORE DRILLING

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

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



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

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

READY FOR THE FUTURE? >>>

**E-Air**

## Oletko valmis tulevaisuuteen?

Rakennusteollisuus muuttuu, kun päästöjä halutaan vähentää. Valikoimassamme on useita erilaisia ratkaisuja ja ympäristöystävällisiä tuotteita. Kuten E-Air; Polttoaineen sijaan kompressori toimii sähköllä ja näin päästöt pienenevät!

**Atlas Copco**

[atlascopco.com](http://atlascopco.com)





Osallistujat stadionin alla olevalla 400 metrin juoksuradalla

## Vuorimiespäivät 2022

# Seuralaisten ohjelma



Opas kertoo olympiasoihdun tarinaa.

**V**uorimiespäivien seuralaisten ohjelma suuntautui tänä vuonna juuri remontoitulle olympiastadionille ja sen yhteydessä toimivaan urheilumuseoon. Opastetulla stadionkierroksella (kuva 1) saimme hämmästyttävällä ammattitaitoisesti ja perinteitä kunnioittaen toteutettua rakennusprojektia ja meitä sivistettiin stadionin liittyvillä teknisillä tiedoilla sekä urheiluhistorialla. Osallistujat tietävät nyt mm. stadionin tornin korkeuden ja portaiden lukumäärän. Urheilumuseossa oli laajalti esillä suomalaisten tähänastisia urheilusaa-vutuksia moottoriurheilua unohtamatta (kuva 2). Nykyään lähes välttämättömät selfiet onnistuivat paikallisessa hiihtohississä tai hypyrimäen kupeessa. Molemmat kohteet olivat retkikohteeksi erinomainen valinta ja suosittelen niissä vierailua.

Osallistujien määrä ei ollut aivan järjestäjien odottamalla tasolla, mutta se ei vierailun tiedonjanoiseen ja iloiseen henkeen vaikuttanut. Päätimme mukavan päivän yhteiseen lounaaseen ja pikaiseen palautteeseen kuluneesta päivästä. Niiden pohjalta päivä oli onnistunut ja iltaan valmistautuminen voitiin aloittaa hyvällä mielellä.

Forcit ja Normet kiittävät osallistujia! ▲

TEKSTI JA KUVAT: **JANNE JÄRVINEN**



# Illallistanssiaiset – Dipolissa!

**N**eljän vuoden tauon jälkeen palasimme Dipoliin viettämään myös Vuorimiespäivien iltajuhlaa. Koronakurimuksista huolimatta paikalle oli uskaltanut noin 500 henkeä. Väljyyden takaamiseksi olivat sekä ala-että yläaulan baarit auki jo ennen ovien avautumista saliin.

Tänä vuonna Forcit Group ja Normet isännöivät Vuorimiespäiviä. Illan juontajana ja esiintyjänä toimi Noora Karma karmaisevine esityksineen. Vuorimiesyhdistyksen puheenjohtaja Kalle Härkki pääsi vihdoinkin esittämään kasvotusten tervetuliaissanat vuorimiehille ja heidän seuralaisilleen. Isäntäyritysten tervehdykset toivat Normetin



Dipolin keittiömestari



Noora Karma







Illan isäntien puhe: Joakim Westerlund ja Jaakko Koppinen

Jaakko Koppinen ja Forcitin Joakim Westerlund. Fazerin keittiöpäällikkö kävi esittelemässä illan menun. Illallisruoka oli yllättävän hyvää, jos vain jälkiruoka jätettiin pois luvusta.

Pääruoan syötyämme kuulumme vielä Vuorimiesyhdistyksen nuoren jäsenen Otto Kankaanpään puheen. Ensimmäiset kiihuhtivat tanssimaan välittömästi illan orkesterin saavuttua paikalle. Tosin orkesterin saavuttua pöydät tyhjenivät. Osa lähti tanssimaan ja loput väistyivät aulatiloihin juttelemaan, koska salissa perinteiseen tapaan äänitason nousu vaikeutti keskusteluja. Hauskat juhlat olivatkin pian loppuillaan ja oli aika lähteä toipumaan seuraaviin koitoksiin. ▲



Nuoren jäsenen puhe



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





## Myrskyisän ja kolean lauantain Se Parempi Lounas

**V**uorimiespäivien lauantain lounas järjestettiin ehkäpä peräti ensimmäisen kerran Dipolissa. Puolen päivän aikaan alkoi väki kerääntyä paikalle. Osa tuli aamusaunoista, osa hotelleista ja kuka mistäkin koloistaan. Perinteistä lauantailounastungosta ei syntynyt, kiitos Dipolin väljien tilojen. Teknologiaorkesteri Humpsvakarna saapui paikalle heti juhlaväen siirryttyä pitkien lounaspöytien ääreen. Herkullisen näköiset ja makuiset ruoka-annokset hävisivät juhla-kansan suihin lukuisten juomalaulujen saattelemina. 79-vuotiaan yhdistyksemme jäsenistö juhli perinteisen pitkän kaavan mukaan. Hyvien muistojen saattelemina voimme odotella, mitä tuleva 80-vuotisjuhlavuosi tuo tullessaan. ▲

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





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](https://linde-gas.fi/lindegreen)

FLOWROX OY ON NYT ROXIA

**ROXIA**

PERFORMANCE — DRIVEN BY PEOPLE

Suomalaista huippuosaamista vuorimiehille

Nesteen ja kiinto-  
aineen erotus

Ympäristö-  
teknologiat

Teollisuusautomaatio  
ja digitaaliset ratkaisut



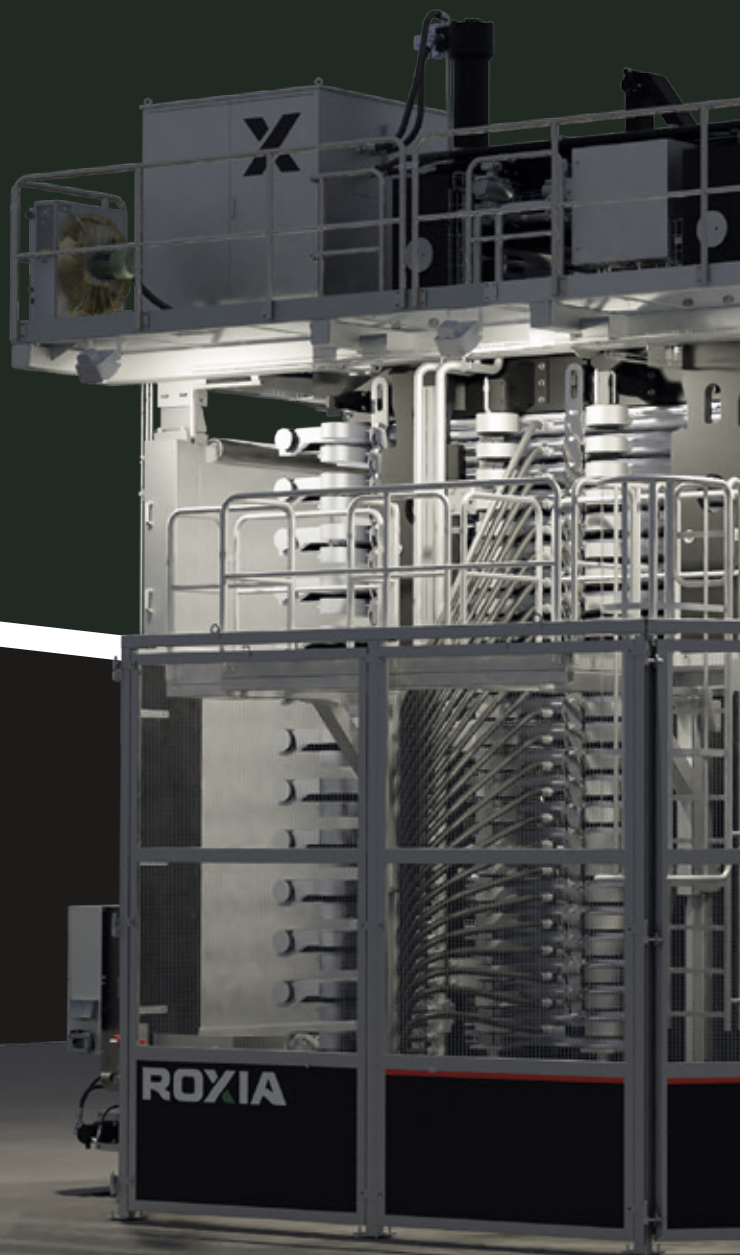
Greenreality

BALTIMORE DUSSELDORF JOHANNESBURG KEMINMAA LAPPEENRANTA LIMA MOSCOW PERTH SANTIAGO SHANGHAI STOCKHOLM



# Roxian torniprässi

- Suodatuspinta-ala  
60—144 m<sup>2</sup>
- Nopeampi,  
turvallisempi &  
fiksumpi
- Helpompi käyttää  
& huoltaa



Ota yhteyttä ja tilaa koesuodatus!

0201 113 311 / [sales@roxia.com](mailto:sales@roxia.com)





Ruiskubetonointi on vaativimpia maanalaisia työtehtäviä.

# Moderni teknologia vie maanalaisen ruiskubetonoinnin tulevaisuuteen

**R**uiskubetonointi on vaativimpia tehtäviä maan alla. Työn laatu riippuu voimakkaasti henkilöstön ammattitaidosta, ja kokeneita tekijöitä on vaikea löytää.

Ruiskubetoniteollisuutta on perinteisesti pidetty suhteellisen matalan teknologian alana digitalisaation ja modernin teknologian kannalta. Betoni, lisäaineet ja laitteet ovat toki kehittyneet valtavasti käsin ruiskuttamisen ajoista, mutta itse työ nähdään edelleen usein manuaalisena työnä, jonka vain harvat oppivat hallitsemaan hyvin vuosien harjoittelun jälkeen.

Uusilla teknologioilla, kuten tietokoneavusteisella puomin ohjauksella, skannausteknologialla ja VR-simulaattoreilla voidaan parantaa ruiskutusprosessin ja lopputuotteen laatua.

## **Automatoitu puomin ohjaus ja kauko-ohjattu ajo**

Maanalaisessa rakentamisessa ja varsinkin kaivostoiminnassa on jo vuosien ajan siirrytty kohti prosessien etäohjausta ja automatisointia tavoitteena lisätä työn turvallisuutta ja tehokkuutta. Ruiskubetonointi on koettu automatisoinnin kannalta haastavaksi ope-

raattorin merkittävän roolin ja usein vaihtelevien olosuhteiden takia.

Etenkin tunnelihankkeissa lopullisia ruiskubetonirakenteita toteutettaessa ruiskubetonilaitetta joudutaan siirtämään lyhyitä matkoja jopa useita kymmeniä kertoja työvuoron aikana. Koneen siirto aiheuttaa keskeytyksen työhön ja altistaa operaattorin erilaisille työturvallisuusriskeille.

## **Syitä ruiskutusprosessin automatisointiin**

Laadukkaan ruiskubetonoinnin perusvaatimusten, kuten pinnan valmistelun, tasaisen





Tietokoneohjattu Normet SmartSpray -ruiskupuomi

betonin virtauksen, kiihdyttimen tarkan anostelun ja oikean paineilmamäärän lisäksi seuraavilla avaintekijöillä on olennainen merkitys:

Hukkaroiskeen vähentämiseksi suuttimen on osoitettava kohtisuoraan ruiskutettavaan pintaan nähden.

Suuttimen ja ruiskutettavan pinnan välisen etäisyyden on oltava sopiva, noin 1–2 metriä.

Ruiskutuksen tulisi aina tapahtua alhaalta ylöspäin, jolloin erityisesti paksuja kerroksia ruiskutettaessa edellinen ruiskutettu betoni voi tukea seuraavaa varvia. Näin estetään myös hukkaroiskeen päätyminen ruiskutamattomalle pinnalle.

Näistä tekijöistä huolehtiminen vaatii operaattorilta korkean ammattitaidon lisäksi runsaasti keskittymistä ja motivaatiota pitkäkestoisissakin työssä. Automatisoimalla näitä avaintekijöitä joko osittain tai kokonaan saadaan siirrettyksi taakkaa pois operaattoreilta ja tasatuksi kokemus- ja jaksamistekijöiden tuomia eroja.

### Normet SmartSpray

Normet Oy esitteli vuonna 2017 SmartSpray-järjestelmän, joka tarjoaa tietokoneavustusta ruiskupuomin käytössä puomin koordinoitua ohjauksen ja kolmen eri automaatiotasoa avulla.

Etenkin aloittelevien rappareiden on haastavaa hallita ruiskupuomin yksittäisiä liikkeitä samanaikaisesti, jotta suutin pysyisi oikealla etäisyydellä ja oikeassa kulmassa ruiskutettavaan pintaan nähden. Kevyimmällä automaatiotasolla ohjausjärjestelmä hallitsee ruiskupuomin liikkeitä suutinta lukuun ottamatta. Tämä tarkoittaa sitä, et-

tä käyttäjän tarvitsee vain ohjata ruiskutus-suutin pinnan yli optimaalisessa kulmassa ja etäisyydellä. Tämä helpottaa merkittävästi puomin hallintaa, mutta säilyttää kontrollin ruiskutustyöstä operaattorilla.

Seuraavalla automaatiotasolla järjestelmä ohjaa suutinta pitkin virtuaalista linjaa, joka on ennalta määritelty kahden pisteen välille ruiskutettavalla pinnalla. Tämä helpottaa operaattorin työtä entisestään ja on erityisen hyödyllinen, jos ruiskutettava profiili on melko säännöllinen ja pinta suhteellisen tasainen. Suutin liikkuu automaattisesti edestakaisin suoraa linjaa pitkin kahden määritellyn pisteen välillä. Operaattori ohjaa virtuaalista linjaa tai segmenttiä vain yhdellä ohjaussauvalla siirtäkseen sen seuraavaan kohtaan profiililla pitäen samalla etäisyyden ruiskutettavaan pintaan oikeana.

Korkeimmalla automaatiotasolla voidaan automaattisesti ruiskuttaa ennalta määritettyä tunneliprofiilia ”kynnestä kynteen” säilyttäen jatkuvasti suuttimen optimaalinen etäisyys, kulma ja nopeus ruiskutettavaan pintaan nähden. Koska betonipumpun nopeus synkronoidaan suuttimen nopeuden kanssa, saavutetaan tasainen ja tarkka kerroskaus.

### Tulevaisuuden kehitys ja suuntaukset

Tulevaisuudessa ruiskutusprosessin automatisoinnin lisääntyessä ja kehittyessä myös suuremman mittakaavan vaikutukset tulevat näkyvämmiksi. Operaattori saadaan kauemmas vaarallisesta työympäristöstä ja työn rasittavuuden ja altistavuuden aiheuttamat työperäiset terveysvaikutukset pienenevät. Automaattisesti toimivan ruiskupuomin

väsymättömän optimaalisen työskentelyn kautta ruiskubetonoinnin ympäristövaikutukset pienenevät hukkaroiskeen ja betonin kulutuksen vähentyessä.

### Kauko-ohjattu ajo

Nykyaikaiset ruiskubetonilaitteet on varustettu radiokauko-ohjaimilla, jotka antavat operaattorille suuren liikkumisvapauden. Laitteet ovat CAN-väyläohjattuja, ja eri järjestelmiä kuten voimaysikköä ja voimansiirtoa ohjataan ohjausjärjestelmän avulla. Myös radiokauko-ohjaimella toteutettu ruiskutusprosessin hallinta kommunikoi CAN-väylän kautta ohjausjärjestelmän kanssa.

Integroimalla myös laitteen ajon ohjaus CAN-väylän kautta radiokauko-ohjaimen voidaan kauko-ohjattu ajo toteuttaa suhteellisen pienellä vaivalla.

Mahdollisuudella siirtää laitetta kauko-ohjauksella on monia etuja:

- vähentää työturvallisuusriskejä ja koneen vaurioitumisriskiä paremman näkyvyyden ansiosta
- vähentää kuljettajan fyysistä rasitusta ja työturvallisuusriskejä ohjaamoon ja sieltä alas kiipeämisen jäädessä pois
- mahdollistaa laitteen siirtämisen ilman avustajaa esimerkiksi häntäkaapelin ja tukijalkojen vahtimisen helpottuessa
- nopeuttaa koneen siirtoa ja asemointia parantaen tuottavuutta

### Digitaalinen ruiskubetonin paksuusmittaus

Viime vuosina myös maan alla on otettu käyttöön useita integroitua tiedonkeruujärjestelmiä, jotka tallentavat tietoa eri lou-



Laserkeilaukseen perustuva ruiskubetonin paksuusmittausjärjestelmä Normet SmartScan

kerrospaksuuden toteutuminen aivan tällä tarkkuudella ei välttämättä ole realistista. Jo tyyppillisen ruiskubetoniseoksen suurin raekoko on usein 8 mm. Tämä tarkoittaa sitä, että ruiskubetonikerroksen paksuudelle sallittu toleranssin on perustuttava työmenetelmän, ei mittausmenetelmän ominaisuuksiin.

### Ruiskubetonikerroksen paksuuden todentamista koskevat standardit

Ruiskubetonikerroksen paksuuden seuranta ja osoittamista säännellään eri tavoin eri puolilla maailmaa, mutta laserkeilausta ei vielä tunnusteta laajasti standarditasolla kerrospaksuuden todentamisen menetelmäksi. Esimerkiksi Suomessa laajasti noudatetussa eurostandardissa EN 14488 (2005) ruiskubetonin paksuusmittaus määritetään tehtäväksi koeporauksin, mutta ruiskubetonin koskeissa kansallisissa ohjeissa (BY63 Ruiskubetoniohjeet, 2015) kerrospaksuuden mittausta varten käytetään yksityiskohtaisesti, miten laserkeilausta voidaan käyttää ruiskubetonikerroksen paksuuden todentamiseen.

- 80 %:lla ruiskutetusta pinta-alasta kerrospaksuuden on täytettävä tai ylittävä vaadittu kerrospaksuus.
- 20 %:lla ruiskutetusta pinta-alasta kerrospaksuus saa olla enintään 25 % vaadittua paksuutta pienempi.
- Tavoitepaksuuden alittavat yksittäiset alueet eivät saa olla yli 20 m<sup>2</sup>:n kokoisia.

### Digitaalinen kerrospaksuuden mittausjärjestelmä operaattorien koulutuksessa

Rapparin työkokemuksella, ammattitaidolla ja motivaatiolla tuottaa hyviä tuloksia tehokkaasti on merkittävä vaikutus ruiskubetonoinnin laatuun, kokonaiskustannuksiin ja turvallisuuteen. Myös vaihtelu eri operaattorien ja erityyppisten ruiskubetonointitehtävien välillä voi olla varsin suurta. Tätä ongelmaa ei ratkaista rekrytoimalla vain kokeneita ja motivoituneita ammattilaisia – heidän tulee ensin kehittyä sellaisiksi. Taidot ja ymmärrys kasvavat sekä kokemuksen että koulutuksen kautta, kuten kaikilla erittäin teknisillä ja monimutkaisilla osaamisaloilla. Jos kokemusta hankitaan pelkästään ruiskubetonilaitteella työskentelemällä, se karttuu varmasti vähitellen, mutta se tapahtuu hitaasti, sisältää työturvallisuusriskejä ja on kallista johtuen hitaammasta työtahdista, materiaa-

hintaprosesseista ja työn tuloksesta. Myös ruiskubetonointi on liittynyt tähän joukkoon, ja laitteisiin on kehitetty skannaus- ja kerrospaksuuden seurantajärjestelmiä. Nämä järjestelmät eivät ainoastaan näytä rapattuja kerrospaksuuksia, vaan ne myös parantavat merkittävästi prosessin tehokkuutta, turvallisuutta, operaattorien koulutusta, dokumentointia, raportointia ja hankkeen sidosryhmien välistä viestintää.

### Kerrospaksuuden valvonta

Perinteisesti kerrospaksuutta on valvottu joko paikallisesti asentamalla mittalankoja tai -nastoja sinne tänne ruiskutettavaan pintaan tai jälkikäteen poraamalla paksuuksia. Molempien menetelmien ongelmana on, että ne ovat työläitä ja hitaita, niissä voi tapahtua inhimillisiä virheitä, ne antavat tietoa kerroksen paksuudesta vain hyvin paikallisesti yksittäisistä pisteistä, tulosten kirjaaminen voidaan tehdä vain manuaalisesti eikä niiden paikkatieto ole tarkka. Lisäksi jälkikäteen suoritettava paksuuksien poraaminen tarkoittaa, että jos kerrospaksuuden alituk- sia havaitaan, on alueen ruiskuttaminen uudelleen järjestettävä erikseen. Tämä on tehotonta, kallista ja lisää ruiskutusten kokonaisaika-ala.

Nykyaikainen mittaustekniikka tuo uusia mahdollisuuksia kerrospaksuuden seurantaan ja valvontaan. Laserkeilaus on maanalaisissa olosuhteissa hyväksi havaittu tekniikka, ja sitä hyödynnetään jo laajalti dokumentointitietojen tuottamiseen monilla teollisuuden ja rakentamisen aloilla, myös tarkemittauksissa maan alla. Kun laserkeilaustekniikka yhdistetään kerrospaksuuden analyysijärjes-

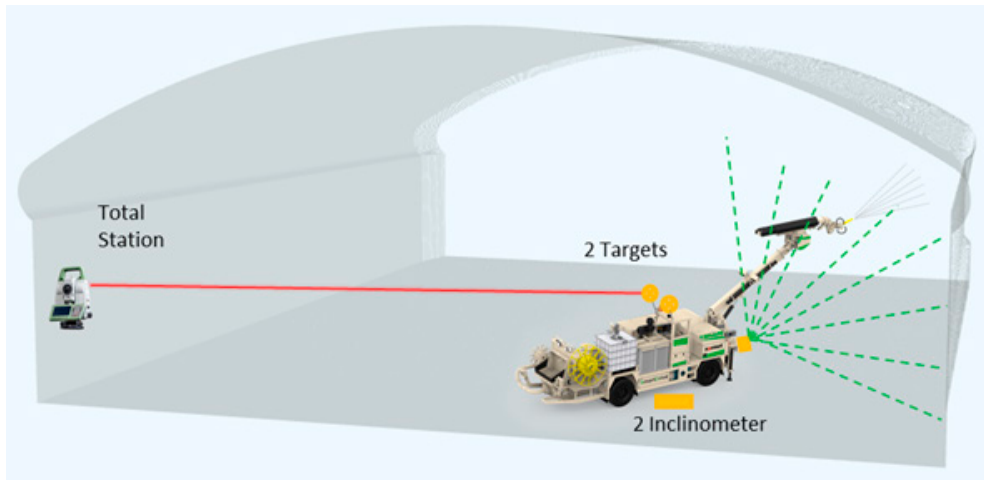
telmään ja pätevään käyttöliittymään ruiskubetonilaitteissa, sen suomat mahdollisuudet voidaan hyödyntää kerrospaksuuden lähes reaaliaikaisessa ja korkealle automatisoidussa valvonnassa ja dokumentoinnissa. Yksinkertaisimmillaan laserkeilaukseen perustuva kerrospaksuuden valvontajärjestelmä mittaa ruiskutettavan pinnan juuri ennen ja jälkeen ruiskutuksen, laskee rapatun kerroksen paksuuden kohtisuoraan pintaan nähden ja luo raportin ruiskutetusta alueesta käyttäjän tekemien esiasetusten mukaisesti.

Sen sijaan, että kerrospaksuutta koskevat tiedot annettaisiin muutamasta yksittäisestä pisteestä, jotka on mitattava ja kartoitettava manuaalisesti ruiskubetonin sitouduttua, digitaalinen kartoitus tuottaa koko ruiskutetun alueen kattavan kerrospaksuusanalyysin, jota voidaan tarkastella ja hyödyntää ruiskutusprosessin aikana. Mahdollinen aliruiskutus huomataan heti ja korjaavat toimenpiteet voidaan toteuttaa viipymättä, ennen robotin siirtämistä pois työkohteelta. Myös ”varmuuden vuoksi” tehtävä ylipaksujen kerrosten rappaus vähenee operaattorin voidessa valvoa kerrospaksuuden riittävää toteutumista jo ruiskutuksen aikana.

Kerrospaksuuden mittauksen tarkkuuden ja peittävyuden parantuminen tuo mukanaan kuitenkin myös lisää vastuuta. Vaikka halutut ruiskubetonirakenteen paksuudet voidaan saavuttaa helpommin ja tarkemmin, on otettava huomioon, että laserkeilauksen teoreettinen tarkkuus ylittää ruiskubetonin levitystarkkuuden. Laserkeilauksella päästään normaaleissa maanalaisissa olosuhteissa muutaman millimetrin mittaus tarkkuuteen, mutta ruiskubetonoinnin luonteesta johtuen



## Menetelmät paikkatiedon lisäämiseen paksuusmittausjärjestelmässä

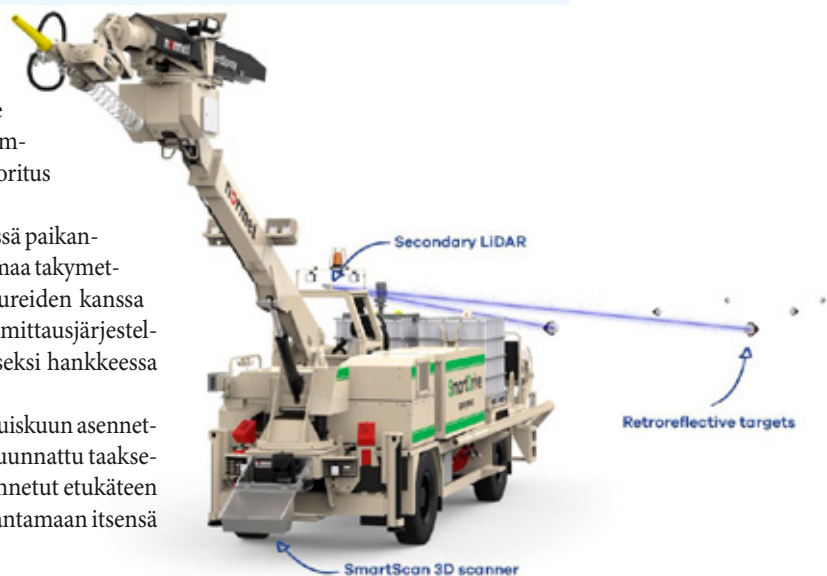


Paikkatieto voidaan lisätä mittausdataan joko takymetriparikannuksella tai laserkeilaamalla tunnettuja tähyksiä.

Käytettäessä paksuusmittausjärjestelmän tuottamaa aineistoa tarkemittauksessa tulee paikkatiedon lisäyksen tapahtua mahdollisimman nopeasti ja automatisoidusti, jotta työsuoritus ei hidastu.

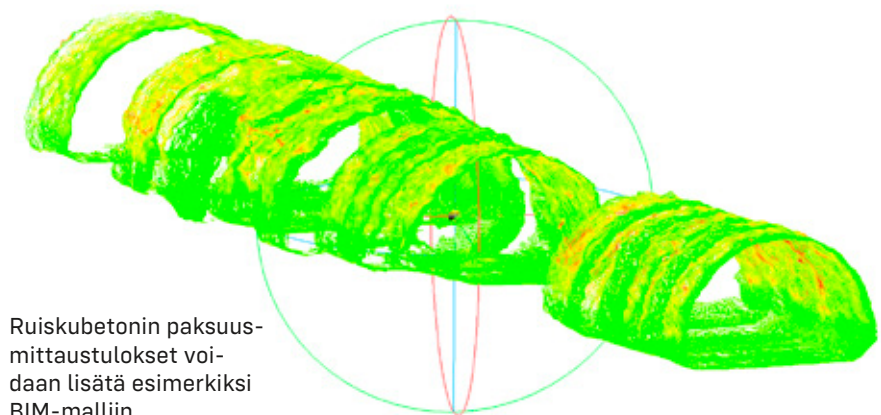
Ensimmäisessä esiteltävässä menetelmässä paikannetaan kaksi betoniruiskuun asennettua prismaa takymetrillä ja käytetään niitä yhdessä kallistusantureiden kanssa ruiskubetonilaitteeseen asennettun paksuusmittausjärjestelmän tuottaman pistepilviaineiston siirtämiseksi hankkeessa käytettävään koordinaatistoon.

Toisessa menetelmässä käytetään betoniruiskuun asennettua pientä ja nopeaa laserkeilainta, joka on suunnattu taaksepäin ja joka paikallistaa tunnelin seiniin asennetut etukäteen kartoitetut tähykset. Järjestelmä pystyy paikantamaan itsensä skannauksen käynnistyessä automaattisesti.



lihukasta ja virheiden korjaamisesta matkan varrella. Lisäksi pelkän ruiskutustyön kautta hankitusta kokemuksesta puuttuu usein korvaamaton teoreettinen ja taloudellinen tietämys. Tämä ei välttämättä hidasta varsinaisen ruiskutustyön tahtia, mutta se voi rajoittaa operaattorin ymmärrystä siitä, miten hänen toimintansa ja valintansa vaikuttavat ruiskubetonoinnin lopputulokseen ja kustannuksiin. Tällä ymmärryksellä on merkittävä vaikutus operaattorin kykyyn ja motivaatioon tuottaa korkealaatuisia ruiskubetonirakenteita tehokkaasti ja turvallisesti.

Ruiskutuslaitteistoon integroitu kerros- paksuuden mittausjärjestelmä työskentelee operaattorin kanssa ja antaa hänelle välitöntä palautetta työn onnistumisesta, mikä auttaa saavuttamaan oikean kerros- paksuuden huomattavasti nopeammin kuin perinteisillä menetelmillä. Kerros- paksuudet voidaan nopeasti tarkastaa ruiskutuksen aikana niin



Ruiskubetonin paksuusmittaustulokset voidaan lisätä esimerkiksi BIM-malliin.

usein kuin on tarpeen, kunnes operaattori alkaa päästä jyvälle siitä, millä työ- tavoilla ja laitteen parametreilla oikea paksuus saavutetaan. Tässä vaiheessa skannaustiheys voidaan laskea tasolle, jossa skannataan vain ennen ja jälkeen ruiskutuksen oikean kerros- paksuuden todentamiseksi.

### Tarkemittaus maanalaisissa hankkeissa

Tarkemittautietoa hyödynnetään nykyaikaisissa maanalaisissa hankkeissa monin tavoin. Perinteisesti jonkinlaista dokumentointia on käytetty sen varmistamiseen, että louhitut ja lujitetut pinnat ovat siellä, missä niiden

tulee olla, eikä niissä ole jatkorakentamista tai käyttöä haittaavia kovia. Mittaustekniikan kehittyessä tarkemittautustietoa eli as-built-tietoa käytetään yhä useammin myös louhintaa seuraavan rakentamisvaiheen suunnittelun pohjatietona ja jopa laskutusperusteena louhintaurakoissa. Nämä käyttötarkoitukset lisäävät mittaustiedon vaatimuksia kattavuuden, tarkkuuden ja toimitusnopeuden osalta. Monissa sovelluksissa tarketietojen olisi oltava käytettävissä mahdollisimman pian sen jälkeen, kun mitattava rakenne on valmistunut, ja usein jo välivaiheiden mitaustiedosta on hyötyä työn seurannassa ja jatkosuunnittelussa.

Tarkemittausmenetelmien kehitys on seurannut maanmittauslaitteiden ja -ratkaisujen kehitystä. Digitaalinen dokumentointi on ollut mahdollista jo pitkään takymetrillä, mutta yhden pisteen tallentaminen kerrallaan on hidasta, joten vain yksittäisten poikkileikkausten tuottaminen oli järkevää. 3D-laserkeilausteknologian kehittymisen myötä maanalainen as-built-dokumentointi on ottanut valtavan harppauksen eteenpäin, sillä tiheiden pistepilvien tuottaminen epäta-saisistakin pinnoista on nykyään minuuttien kysymys. Pistepilviaineistot ovat yhteensopivia tietomallien, kuten 3D- tai BIM-mallien kanssa.

3D-mallinnusta on käytetty jo jonkin aikaa rakennushankkeissa eri tarkoituksiin. Maanalainen rakentaminen on jäänyt kehityksessä jälkeen, mutta viime aikoina tunnelihankkeissa on alettu käyttää 3D-mallinnusta yhä enemmän. Suunnittelutyön lisäksi 3D-mallit ovat käteviä ja toimivia tapa kommunikoida hankkeen sidosryhmien välillä ja tallentaa tietoa hankkeen eri vaiheissa. Mitä ajantasaisempia mallit ovat, sitä enemmän hyötyä niistä on kaikille sidosryhmille hankkeen koko elinkaaren aikana.

Nykyaikaisissa maanalaisissa rakennushankkeissa sidosryhmät usein edellyttävät, että tarketietoa toimitetaan jo louhintaurakan aikana, jotta tiedot ovat käytettävissä seuraavan vaiheen suunnitteluun ajoissa.

Perinteisesti tämä tarkoittaa sitä, että urakoitsijan on suunniteltava ja toteutettava tarkemittaus työ huolellisesti siten, että se toisaalta haittaa varsinaista urakkasuoritusta mahdollisimman vähän, mutta mahdollistaa tarketietojen toimittamisen sovitussa puitteissa.

Kehittämällä tarkemittaus ainoastaan valmiin pinnan mittauksesta siihen, että uutta tietoa – keskeneräistäkin - lisää jatkuvasti työn edetessä, päästään tilanteeseen, jossa hankkeen 3D-malli on jatkuvasti lähes ajan

tasalla ja kaikkien osapuolten hyödynnettävissä. Tämä kuitenkin edellyttää varsinaiselta tarkemittaus työltä suurta tehokkuutta, jotta sitä voidaan suorittaa työn etenemisen lomassa hidastamatta sitä. Ruiskubetonoinnin tapauksessa tämä saavutetaan lisäämällä paikkatieto paksuusmittausjärjestelmän tuottamaan pistepilviaineistoon.

### **Normet SmartScan**

Normetin SmartScan-järjestelmä on kehitetty ankariin maanalaisiin ympäristöihin mittaamaan ja todentamaan ruiskubetonin kerrospaksuus. Järjestelmä perustuu ennen ja jälkeen ruiskubetonoinnin laserkeilattujen pistepilvien väliltä tapahtuvaan kerrospaksuuden laskentaan.

Ainutlaatuinen rekisteröintialgoritmi käyttää cloud-to-cloud -menetelmää hyödyntäen teräväpiirteisessä ympäristössä esiintyviä muuttumattomia alueita pistepilvien kohdistamiseen. Tällä eliminoidaan mahdollisista ruiskubetonilaitteen liikkeistä aiheutuvat virheet kerrospaksuuden laskennassa. Vertaamalla yksittäisten pisteiden sijaan tarkkaan määritettyjä alueita pistepilvissä saadaan mitatuksi ruiskubetonin paksuus tarkoituksenmukaisesti kohtisuoraan pintaan nähden epätasaisillakin kalliopinnoilla.

SmartScan Align -paikannusjärjestelmällä lisätään pistepilviaineistoon paikkatieto, jolloin järjestelmä tuottaa valmiiksi hankkeen koordinaatistossa olevaa tarketietoa sekä ruiskubetonin paksuustietoa.

Operaattorin käyttöliittymä toimii varsin yksinkertaisella ”yhden napin” periaatteella, ja järjestelmän käyttäminen vie ruiskubetonointia aloitettaessa ja lopetettaessa aikaa noin kahdesta kolmeen minuuttia.

### **VR-simulaattorit ja digitaaliset kaksoiset**

Virtuaalitekniikan (VR) nopea kehitys on monille tuttua erilaisten viihdesovellusten kautta. Yhdistettynä kehittyneisiin ohjelmistoihin ja laskentatehokkuuteen se toimii vertaansa vailla olevana monitoimiväkaluna koko ruiskubetoniproessin elinkaaren ajan laitteiden ja sovellusten kehittämisen alkuvaiheista operaattoreiden koulutukseen ja koko betonin ruiskutusprosessin optimointiin.

### **VR-simulaattorit ruiskubetoniopeaattorien koulutuksessa**

Kuten jo mainittiin, kokeneita ruiskubetoniopeaattoreita ei kasva puissa, ja operaattoreiden taitojen todentaminen skaalautuvien

toimenpiteiden avulla on haastavaa. Rappari on usein merkittävin yksittäinen muuttuja optimoidussa ruiskubetoniprosessissa. Toisin sanoen: kokenut, osaava, motivoitunut, ja työnsä merkityksen hyvin ymmärtävä rappari ei ole ainoastaan painonsa arvoinen kullassa, vaan pikemminkin ruiskuttamansa betonimäärän arvoinen.

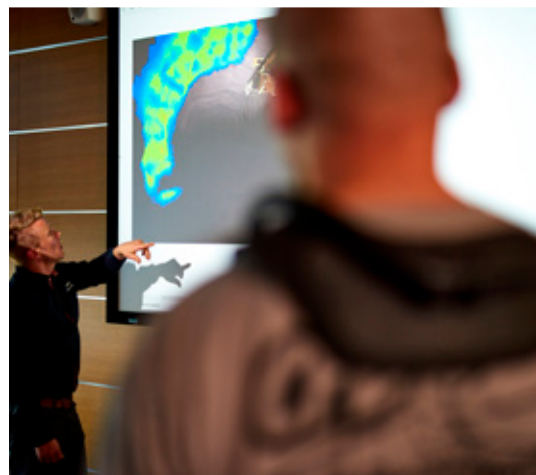
EFNARC on työskennellyt vuosia ruiskubetonin laadun nostamiseksi ja ylläpitämiseksi maailmanlaajuisesti korkealla tasolla ja lanseerannut suuttimien sertifiointijärjestelmänsä vuonna 2009. Turvallisuuden, tasaisen korkean laadun ja tehokkaan toiminnan vaatimusten jatkuva kehitys on johtanut ruiskubetonilaitteiden ja -materiaalien nopeaan kehitykseen. Tämä asettaa vaatimuksia työkaluille, joilla käyttäjiä koulutetaan ja sertifioidaan. EFNARC C2 -suuttimien koulutus- ja pätevyysjärjestelmä on perustettu vastaamaan näihin tarpeisiin, ja VR-ympäristössä tapahtuva koulutus on järjestelmässä avainasemassa. Kotimaan markkinoilla EFNARC C2 -pätevyyskoulutusta tarjoaa Normet Oy.

Useimmat kokeneet rapparit kertovat, että sellaiseksi tullakseen on ratkaisevan tärkeää pystyä näkemään ja hahmottamaan nopeasti ja tarkasti liikkeitä ja pintoja kolmessa ulottuvuudessa. Tähän viitataan usein sanonnalla ”olla silmää” ruiskutusta varten. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että käyttäjän on hallittava ja navigoitava ruiskupuomia nopeasti ja johdonmukaisesti kolmessa ulottuvuudessa tuottaakseen tasaisen betonivirran ja pitääkseen suuttimen kulman ja etäisyyden ruiskutettavaan pintaan nähden koko ajan optimaalisena. Samanaikaisesti operaattorin on seurattava laitteen käyttöparametreja, betonimassan laatua, betonikerroksen muodostumista pinnalle sekä liikkumistaan turvallisuuden ja näkyvyyden varmistamiseksi. Ei ihme, että betonin ruiskutusta pidetään usein haastavimpana tehtävänä maan alla.

Kaikki tämä tarkoittaa sitä, että aloittelevien käyttäjien koulutusympäristön on oltava mahdollisimman lähellä todellisia tunneliolosuhteita ja työskentelyä oikean betoniruiskun kanssa, jotta monimutkaisia tehtäviä voidaan harjoitella ja saada todellinen tuntuma laitteen käyttöön. Muuten uusi käyttäjä joutuu tarttumaan varsinaisen ruiskun kaukosäätimeen täysin valmistautumattomana.

Sen lisäksi, että ruiskubetonilaitte ja ympäristö simuloidaan tarkasti, asianmukainen VR-simulaatio sisältää myös koko ruiskutusprosessin kaikkine muuttujineen. Kaikki ruis-





Ruiskubetonin digitaalinen paksuusmittaus löytyy myös VR-koulutussimulaattorista.

Simulaattorikoulutus voidaan järjestää turvallisesti ja kiireettömästi sisätiloissa.

kutetun betonirakenteen laatuun vaikuttavat tekijät kuten betonin kertyminen pintaan, kiihdyttimen annostelu, betonimassan ominaisuudet sekä paineilman ja betonipumpun säädöt simuloidaan tarkasti. Kokelas oppii ruiskutuspuomin liikkeet ja niiden vaikutukset. Esimerkiksi väärä ruiskutuskulma johtaa huonoon laatuun, ja liian pitkä ruiskutus samaan kohtaan aiheuttaa ruiskutetun betonin putoamisen maahan. Siirtyminen parempaan paikkaan betoniruiskun ympärillä parantaa käyttäjän näkyvyyttä ja turvallisuutta.

Helposti saavutettavissa oleva koulutus- ja arviointiympäristö antaa myös urakoitsijoille ja kouluttaville tahoille paremmat mahdollisuudet arvioida operaattoreita ja asettaa pätevyysvaatimuksia. Operaattorin pätevyyden tarve on tunnustettu jo vuosia, mutta vaatimusten asettamiseen liittyy vastuu tarjota työkaluja niiden täyttämiseksi. Pätevyysjärjestelmän ei pidä kostautua urakoitsijoille siten, että heidän tulisi ryhtyä liiallisiin toimenpiteisiin vaatimusten täyttämiseksi, vaan sen pitäisi hyödyttää kaikkia siten, että kyky tuottaa korkealaatuisia ruiskubetonirakenteita tehokkaammin, alhaisemmin kustannuksin, pienemmin ympäristövaikutuksin ja ennen kaikkea turvallisemmin lisääntyy.

### Digitaaliset kaksot T&K-toiminnassa

Virtuaalitodellisuussimulaattoreita tai digitaalisia kaksosia ei käytetä ainoastaan operaattorien koulutuksessa, vaan myös laajasti tutkimus- ja kehitysprosessissa. Käytännössä digitaalisia kaksosia voidaan käyttää koko tuotteen elinkaaren ajan - konseptisuun-

nitteluvaiheesta tuotekehitykseen, valmistuksen ohjaukseen, laitevalmistajan sisäiseen koulutukseen, käyttäjäkoulutukseen ja markkinointiin.

Parhaimmillaan digitaalinen kaksonen mahdollistaa tuotekehitysvaiheessa lukuisien konseptien ja vaihtoehtojen testaamisen todellisilla laiteparametreilla nopeasti ja tehokkaasti, ilman tarvetta rakentaa varsinaisia laitteita pelkkiä testejä varten. Tämä tarkoittaa mahdollisuutta tuottaa parempia laitteita ja ratkaisuja alamme tarpeisiin.

Harvat uusista teknologioista ovat vielä valmiita tekemään ruiskubetonointityötä kokonaan ihmisen puolesta. Ne voivat kuitenkin jo tänä päivänä auttaa merkittävästi työn tekemisessä turvallisemmin, tehokkaammin, nopeammin ja kestävämmiin. Ne

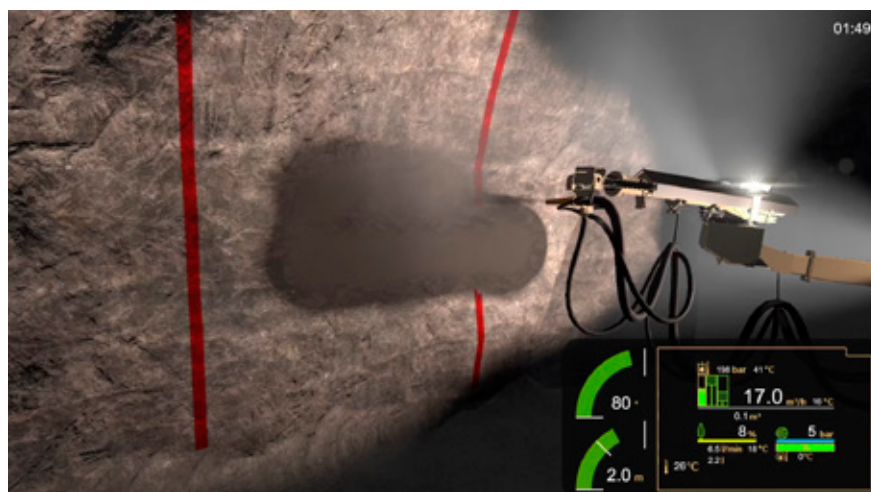
voivat myös tuoda merkittävää parannusta työn dokumentointiin ja laadunvalvontaan. Kehitys kohti etänä ohjattuja ja automatisoituja prosesseja pohjautuu myös monilta osin näihin jo käytössä oleviin teknologioihin.

*Teksti on osittain käännetty ja muokattu seuraavasta artikkelista:*

*New technologies in concrete spraying for tunnel construction (C. Ziegler, P. Oikkonen) 10.5.2021 Australasian Tunnelling Conference 2020+1*

*Alkuperäinen englanninkielinen artikkeli saatavissa julkaisijalta (panu.oikkonen@normet.com). ▲*

**TEKSTI: PANU OIKKONEN, DIRECTOR UNDERGROUND PROCESS EXCELLENCE, NORMET OY**



VR-simulaattorinäkymä koulustilanteessa

# FINNMATERIA

PAVILJONKI JYVÄSKYLÄ 25.-27.10.2022

## SAVE THE DATE

FinnMateria-messut palaavat neljän vuoden pitkän odotuksen jälkeen lokakuussa 2022 Jyväskylään.

FinnMateria 2022 teemana on  
VASTUULLINEN MUUTTUVA MAAILMA.  
FinnMateria -messuilla tavoitat asiakkaat, pysyt ajan tasalla  
alan uutuuksista ja tapaat yhteistyökumppanit.

[finnmateria.fi](http://finnmateria.fi)

Seuraa meitä somessa



PAVIL  
JONKI

MATERIA



Jyväskylän  
MESSUT





Toisena päivänä yleisö oli jakaantunut kolmeen päällekkäiseen sessioon, mutta siitä huolimatta jokaisessa salissa riitti innokkaita silmäpareja.

## International Process Metallurgy Symposium

# Metallurgy as a Tool for Challenges in Circular Economy

Jo perinteikkääksi metallurgian alan kohtaamispaikaksi teollisuuden sekä tutkimuksen välillä muodostunut International Process Metallurgy Symposium (IPMS) järjestettiin Espoon Otaniemessä Dipolissa viime marraskuun alussa, juuri sopivasti kahden melko kookkaan pandemiahuipun välisessä laaksonpohjassa.

**A**alto-yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulun järjestyksessään neljäs IPMS (edelliset olivat 2015, 2017 ja 2019) pidettiin emeritusprofessori Kari Heiskasen kunniaksi, ja osallistujamäärä oli pandemiasta huolimatta runsas. Kaikkiaan 17 eri kansalaisuutta oli edustettuna, jakautuen suunnilleen 140 osallistujan paikan päällä ja 60:een, jotka seurasivat symposiumia etäyhteyksien avulla. Teknologian mah-

dollistamana osallistujia oli ympäri Tellusta, jopa ekvaattorin toiselta puolelta asti.

Kahdeksaan eri aihealueeseen ja kolmeen päällekkäiseen sessioon jakautuneen kahden päivän mittaisen ohjelman avasi organisaatiokomitean puheenjohtajana toiminut professori Mari Lundström. Heti alkusanoista lähtien konferenssiyleisölle tuli selväksi, että tänäpäivänä kertainen IPMS ei tulisi päästämään yleisöään helpolla. Sen verran korkealentoisia ja uraauurtavia sekä

syväluotaavia aihealueita olisi luvassa varsin kattavasti niin perinteikkäistä pyro- ja hydro-metallurgioista aina (tällä hetkellä hypoteettiseen) kaivostoimintaan pallomme ainoassa kiertolaisessa, unohtamatta tietenkään alati kasvavaa tarvetta kohti hiilineutraaliutta tai jopa -negatiivisuutta.

### Keynote Session

Aamutarjoilujen virkistämänä symposiumin Keynote-session käynnisti Prof. Jan >



Mari Lundström avaa järjestyksessään neljännen IPMS:n.



Jan Cilliers esittelee sitä, miten vielä toistaiseksi hypoteettinen "Lunar Mining" voisi auttaa meitä käsittelemään mineraaleja tehokkaammin maan pinnalla.

Cilliers (Imperial College, Lontoo, UK) edellä mainitulla aiheella "Lunar Mining". Mielenkiintoisella aihealuevalinnalla oli symposiumin yleisöä yllättävänkin läheltä koskettava sanoma, vesitaseen hallinta. Kuussahan ei vettä pahemmin esiinny, joten nesteeseen perustuvaa mineraalien erottelua siellä ei voi harrastaa. Tai ainakin käyttöveden logistiikasta vajaan 400 000 km päähän koituisivat niin suuret kustannukset, että niitä ei realistisesti kyettäisi kattamaan kaivoksen tuotoilla. Näin ollen "Lunar Mining" voi viedä vedettömien rikastusprosessien kehitystä aimo harppauksen eteenpäin myös täällä, missä vettä vielä on saatavilla, mutta käyttöä säännöstellään yhä enenevässä määrin.

Toisen puheenvuoron Keynote-sessiossa sai käyttöönsä Hannele Vuorimies (Vice President, Global Solutions Sales, Metso Outotec, Suomi). Tällä kertaa aihealueena oli kierrätys, tai oikeammin sen puute. Esille nostetut pointit olivat mm. hätkähdyttävät määrät tavallisten kuluttajien poisheittämiä, sekundäärisiä raaka-aineita (Euroopassa jopa 80%) tai rakennusmateriaalien hävikki (jopa 15%) itse rakennusvaiheen aikana. Lisäksi Euroopan mantereelle on historian saatossa läjitetty todella paljon käyttökelpoisia mineraaleja.

Kolmantena henkilönä lauteille asteli Daniel Peltonen (President of Boliden Smelters, Ruotsi), jonka esitys käsitteli vihreitä eli matalapäästöisellä valmistusprosessilla tuotettuja metalleja ja sitä, miten koko Boliden-konserni on lähtenyt tätä nimenomaista

haastetta taklaamaan ei vain sulattojen osalta vaan koko arvoketjun suunnasta. Näin ollen Boliden on verifioinut ensimmäisenä yhtiönä maailmassa matalan hiilijalanjäljen omaavan kuparin, alle 1,5 kg CO<sub>2</sub>-päästöjä yhtä kuparikiloa kohden.

Keynote-session päätti professori Janne Laine (Vararehtori, Innovaatiot, Aalto-yliopisto, Suomi) kiteyttämällä, miten monta ja moninaista innovaatiota Aallosta onkaan näiden reilun 10 vuoden aikana lähtenyt maailmalle. Suomalainen tutkimus pärjää todella hyvin kansainvälisillä markkinoilla ja alustoilla ja yksin Aallosta ponkaisseet spin-offit ovat keränneet yhteensä yli 300 Meur yksityistä rahoitusta. Muita nostojen arvoisia kohteita Jannen esityksessä olivat mm. Ioncell, IQM, ICEYE sekä Elmery, kaikki Aalto-vetoisia ja -lähtöisiä maailmaa muokkaavia innovaatioita. Ei voi muuta kuin hattua nostaa sille, miten paljon erilaisia innovaatioita Aallosta on lähtenyt maailmalle. Kuka tietää, miten monta niitä on vielä tulossa.

### Battery Metals & Minerals Processing

Iltapäivää väritti kaksi päällekkäistä sessiota, joista toinen käsitteli Aalto-yliopiston vetämän BATCircle projektin tiimoilta tehtyä tutkimusta sekä myös laajemmin erilaisten akkuminaalien kierrätystä ja ympäristöystävällisempää käsittelyä. Minerals Processing -sessiossa taasen keskityttiin nimensä mukaisesti Man of Honor Kari Heiskasen ydinalueeseen ja esitykset olivat sen mu-

kaisia. Kumpikin sessio veti hyvin yleisöä ja aihealueet olivat mitä mielenkiintoisimpia sekä myös hyviä keskustelujujuja tulevaisuuden suuntautumisista herättäviä. Yleisön puolelta tuli välillä muutama melko teräväkin kysymys aihealueisiin liittyen, mutta esitysten pitäjillä olikin heittää tarvittavat ässät vaikka takataskusta.

Poikkeuksellisen mieleenpainuvia esityksiä olivat mm. Matti Hietasen (FMG, Suomi) esitys suomalaisesta akkuminaalien primäärituotannosta, sen nykystatuksesta ja mahdollisista tulevaisuuden skenaarioista. Sellainenkin tosiasia kohosi tapetille, että tämä karu Pohjola on tosiaan ainoa valtio koko EU:ssa, missä tuotetaan kaikkia nykyakkujen tarvitsemia päämineraaleja. Ei kovin huonosti tältä asukastiheydeltään pienimmältä jäsenvaltiolta. Suomalainen akkuteollisuus elää ja voi hyvin sekä jatkaa eteenpäin suunnannäyttäjänä tulevaisuudessakin.

Toinen ajatuksia herättävä esitys oli professori Przemyslaw B. Kowalczukin (NTNU, Norja) esille tuoma merenpohjassa olevien mineraalien hyödyntäminen. Näin äkkiseltään voisi kuvitella, että tämä "Processing of Marine Minerals" olisi helpompi toteuttaa kuin jo mainittu "Lunar Mining". Sellainen tosiseikka täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että suurin osa maailman meristä on yli 200 m syviä ja ne syvimmat kohdat ovat huomattavasti kauempana merenpinnasta. Valitettavan usein mineraalien kannalta kiinnostavat kohteet ovat niissä syvyyksissä, missä paine





Myös  
kunniavieras  
itse intoutui  
esittämään  
tarkentavia  
kysymyksiä.



Kari Heiskanen ja todellinen otsikko puheelle

murskaksi tavallisen ihmisen. Mitään utopiaa prof. Kowalczykin esitys ei kuitenkaan ollut, koska syvänmeren robotit on jo keksitty. Lisäksi muutama vuosi takaperin NTNU oli onnistuneesti prosessoinut syvänmeren mineraaleja itse kehittämällään prosessilla ja mm. perusmetalleja oli saatu onnistuneesti rikastetuksi. Yleisö osallistui myös hyvinkin innokkaasti esittämään omia kommenttejaan sekä kysymyksiä. Keskustelut jatkuivat vilkkaana myös tauoilla pienemmissä ryhmissä.

Symposiumin ensimmäisen päivän ohjelman päätti itseoikeutetusti emeritusprofessori Kari Heiskanen luento. Hän ei niinkään kertonut itsestään ja saavutuksistaan, kuten ohjelmurungossa annettiin ymmärtää, vaan keskittyi moninaiisiin, melko ikäviinkin, mutta omalla tavallaan kiehtoviin ongelmiin, joita alalla on tullut vastaan ja joita on vielä tulossa. Kari toi oivasti esille, mitä kaikkea vaaditaan siihen, että ongelmista ei vain päästäisi eroon, vaan miten sellaiset kyettäisiin jopa välttämään.

Yhtenä nostona mainittakoon, että alati sähköistyvässä ja modernisoituvassa maailmassa primääriraaka-aineiden tuotantoa ei kannata ajaa alas, sillä kierrätys ei tule olemaan muuta kuin osa isommasta ratkaisukokonaisuudesta. Mutta ei tässä vielä kaikki, sillä jokainenhan meistä jo tavallaan tiesi tämän eikä sen ääneen sanominen ollut mikään suuri paljastus. Ongelma on siinä, miten tämä kyetään toteuttamaan mahdollisimman taloudellisesti ja ekologisesti sekä saastuttamatta

ympäristöä ja tuhoamatta biodiversiteettiä.

Vastaus kuulemma on, että ennen kaikkea kaivosten tulisi tietää entistä tarkemmin louhimansa malmin koostumus ja se, mitä kaikkea on mukana sivukiven muodossa. Kaikenlainen tiedonmurujen kerääminen auttaa ymmärtämään isoa kuvaa paljon paremmin sekä vastaamaan ajan haasteisiin. Esityksessä alleviivattiin systemaattista ymmärrystä näiden näkökohtien hyödyllisyydestä kestäväen kasvun kehityksessä. Kunniavieraan esityksen loppukaneetti oli viittaus muinaiseen kreikkalaiseen mytologiaan. Hiilineutraalin tulevaisuuden tavoittelu saattaa välillä tuntua siltä kuin koittaisi purjehtia Skyllan ja Kharydbiksen välistä.

### Circular Economy of Metals, TOCANEM & EAST Forum

Jälkimmäisen päivän polkaksi käyntiin peräti kolme päällekkäistä sessiota. Siinä sitä olikin symposiumin osallistujilla valinnan varaa sekä vaikeutta. Erilaisten esitysten tarjonta ei missään nimessä tätä ainakaan helpottanut, sen verran kovatasoista tuotosta oli ladattu heti toisen päivän kärkeen.

Circular Economy of Metals ei kuitenkaan nimestään huolimatta ollut mitään yleistä käsien heiluttelua ja taivaanrannan maalaamista, vaan tiukkaa asiaa metallien kiertotalouden haasteista ennen, nyt ja tulevaisuudessa. Osa näistä haasteista on aina ja pysyy, mutta joiain on sentään saatu taklataksi uusien muodostuessa tilalle. Myös mui-

ta mahdollisia tulevaisuuden kuvia kuin pelkkiä haasteita metallien kiertotalouden tiimoilta nostettiin esille ja symposiumin yleisö sai kattavasti tietoa, miten sekä Suomessa että muualla Euroopassa kuin myös vanhan mantereen ulkopuolella on lähdetty yhä enenevässä määrin tehostamaan metallien tuotantoprosesseja hävikin minimoimiseksi.

Noston arvoisena esityksenä mainittakoon Arsi Saukkolan (Kuusakoski Oy, Suomi) mielenkiintoinen puheenvuoro siitä, millaisia kierrätystekniikoita tuo suomalainen perheyritys onkaan joutunut suunnittelemaan alati muuttuvan kentän myllerryksessä. Tuotteiden kierrätettävyyteen ei ole juurikaan panostettu suunnittelussa ja se kyllä näkyy elinkaaren loppuvaiheissa. Hän valotti myös sitä, miten monimuotoisia lejeerinkejä on aikojen saatossa tuotettu, ja miten hankalaa niiden kierrättäminen voi olla. Lisäksi esityksessä tuotiin esille, miten kierrätyspuolella on pyritty näihin ajan haasteisiin vastaamaan.

TOCANEM (Towards Carbon-neutral Metals) -sessiossa keskityttiin metallien tuotannossa syntyvän hiilijalanjäljen pienentämiseen. Monia sekä koti- että ulkomaisia esityksiä hiilineutraaliuden tavoittelusta oli tapetilla. Yksikään niistä ei ollut mitään utopiaa vaan totisinta totta, vaikka hankkeet alkutekijöissään vasta ovatkin. Uusia polkuja tulee tallattavaksi tasaiseen tahtiin ja vaihtoehtoisia pelkistimiä on moneen lähtöön ja makuun, kuten professori Ari Jokilaakso (Aalto-yliopisto, Suomi) toi hyvin esille. >

Tutkimus vaihtoehtoisten pelkistimien käytöstä metallurgian saralla on voimissaan ja varmasti niiden käyttö tulee vain lisääntymään tulevaisuudessa. Sen verran lupaavia tutkimustuloksia esitettiin, että tulevaisuuden näkymät ovat valoisat ainakin metallurgian saralla.

EAST (European Academy of Surface Technology) Forum keskittyi nimensä mukaan pintateknologiaan, pinnoitukseen sekä ilmiöihin kappaleen pinnalla. Kyseisessä sessiossa esiteltiin mm. paljon peittaukseen liittyvää, uraauurtavaa teknologiaa sekä myös katsaus teollisuudessa jo käytössä oleviin peittauskäytäntöihin. Teemu Tuovinen (Outokumpu, Suomi) esitti kiehtovan reportaasin Outokummun käytössä olevista kemiallisista ja sähkökemiallisista peittausprosesseista sekä lyhyehkön kertauksen peittauksen saralta. Peittauksen kanssa todellakin riittää vielä tutkittavaa ja selvitettävää. Onneksi niihinkin kysymyksiin on jo osittain löydetty vastauksia ja uusia on tulossa suorastaan liukuhihnalta.

### Base and Precious Metals & Process Simulation

Vaikka päivä oli jo pitkällä ja symposium lähentymässä loppuaan, mitään yleisökatoa ei ollut havaittavissa. Lounasväsymyksen taklaamiseksi jälkimmäisen päivän iltapäivä oli ladattu todella korkealaatuisilla tietopaketeilla niin perus- kuin jalometallienkin prosessoinnista sekä käytännössä että bittien avulla. Esille nostettiin niin perinteisempiä teknologioita kuin myös uraauurtavampia versioita. Todella mielenkiintoinen loppupuolisko kokonaisuudessaan oli saatu myös tällä kertaa järjestetyksi.

Konkreettisia esimerkkejä nykyaikaisesta metallien prosessoinnista tuli niin Suomesta kuin muualtakin Euroopasta sekä kauempaa idästä, Kiinasta asti. Jälkimmäiset pidettiin tosin etäyhteyksien avulla, mutta se ei menoa hidastanut. Oli ilo havaita, miten paljon onkaan erilaisia teknologioita ja prosesseja, joiden on joskus oletettu olevansa jo kehityksensä ääripäässä, mutta silti joku on löytänyt niistä jotain parannettavaa. Aina löytyy jokin mutteri tai pultti, jota voidaan hieman enemmän kiristää ja näin ollen parantaa nykyisiä prosesseja.

Justin Salminen (Boliden Kokkola, Suomi) toi ytimekkäästi esille oman puheenvuoronsa aikana sen, miten sekä primääri- että sekundäärituotanto ovat joutuneet vastaamaan nykyajan haasteisiin. Erityisesti hän toi esille sen, miten haastavaksi tilanne kääntyykään tulevaisuudessa, kun sähköistyminen vain lisääntyy. Eikä pelkäs-

tään sähköistyminen, vaan moni muukin arkinen asia muuttuu yhä kompleksisemmäksi. Esimerkiksi hän nosti 1990-luvun matkapuhelimen ja vertasi tätä nykyajan vastaavaan versioon. Pelkästään erilaisten alkuaineiden määrä on yli tuplaantunut noin 30:stä yli 60:een. Ovathan ne puhelimet toki muuttuneet muutenkin, tulleet paljon kompaktimmiksi kuin mitä ne 30 vuotta sitten olivat. Nykyään myöskään soittaminen ei ole enää niin tärkeä ominaisuus kuin se aikaisemmin oli.

Metallurgisten prosessien simuloinnin puolella oli vähintään yhtä kovatasoista tiedettä tarjottavana yleisölle. Erilaisten prosessien mallintaminen on mitä mainioin työkalu tutkimuksen kannalta. Sillä voidaan tarkastella mitä korkealentoisimpia laitoskonaisuuksia täysin virtuaalisesti ja prosessin muokkaaminen tapahtuu käytännön laitokseen verrattuna käden käänteessä.

Simulointi voi auttaa meitä ymmärtämään tiettyjen prosessivaiheiden sielunelämää, mutta sen avulla kyetään myös arvioimaan isompia kokonaisuuksia sekä määrittämään jo niin monta kertaa esillä olleen hiilijalanjalan suuruutta erilaisille prosesseille, kuten Heini Elomaa (Metso Outotec, Suomi) toi esille. Ilman simuloinnin tuomaa mahdollisuutta eri prosessien välinen vertailu olisi paljon hankalampaa. Vaikka simulaatioiden on perustuttava ”oikeaan elämään”, on niiden käyttäminen nykypäivän insinöörityössä yleistymässä.

### Loppusanat

Aalto-yliopiston Kemian tekniikan korkeakoulun järjestämä IPMS-sarja on päässyt jo kunnioitettavaan määrään tapahtumia. Joka kerta se on palannut takaisin näyttämölle suurempana kuin koskaan aikaisemmin. Oltuani kolmannen kerran putkeen organisaatioryhmän takapiruna eli tahtipuikon heiluttajana voin todeta, että metallurgia voi hyvin ja elää sekä Suomessa että ulkomailla todella menestyksekkäästi. Vaikka kaiholla ojennankin valttikani eteenpäin seuraajalle, ni näissä karkeloissa, suosittelen silti enemmän kuin lämpimästi osallistumista tuleviin IPMS-tapahtumiin. Seuraava IPMS2023 järjestetään jälleen kerran marraskuussa ja jälleen kerran Otaniemessä. Edessä on taas mahtava tilaisuus jakaa tietoa sekä taitoa teollisuuden ja tutkimuksen kesken niin kotimaisella kuin kansainväliselläkin tasolla. ▲

TEKSTI: **PETTERI HALLI,**  
**AALTO-YLIOPISTO**  
KUVAT: **MIKA SAHLMAN,**  
**AALTO-YLIOPISTO**

# BRENTAG

## Kaivosteollisuuden raaka-aineet



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

Kaivosteollisuudessa Pohjoismaissa hyödynnämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

## PÄÄTUOTTEET

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

## PALVELUT

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

## YHTEYSTIEDOT

Brenntag Nordic Oy

Mikko Kähäri

Puhelin 040 708 7006

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

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

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

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



## Täysautomaattinen Kammiosuodatin

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



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

info@roxia.com  
www.roxia.com



**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](https://hexagonmining.com)



# KOTIMAISIA KAIVOSTORNEJA – kolmelta vuosisadalta

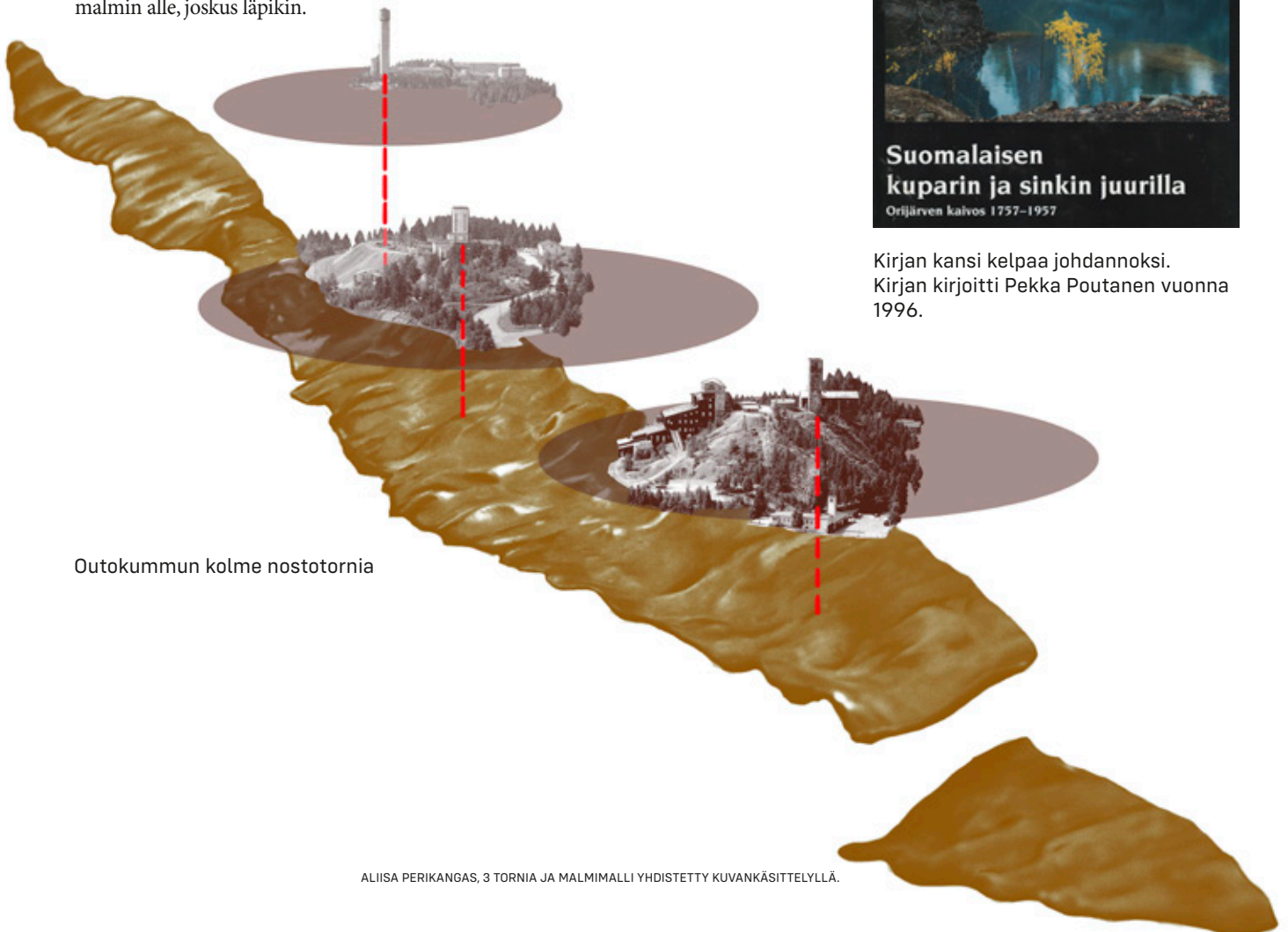
Mitä näkyy kaivoksesta ennen tuotantoa? NOSTOTORNI.  
Mitä näkyy kaivoksesta toiminnan loputtua? SAMA TORNI.

**E**nnen tornia pitää löytyä malmi ja tehdä vuosikymmenet tutkimusta ja suunnittelua. Kokeneita eri alojen ammattilaisia tarvitaan monesta koulusta. Rahoituksen järjestyttyä tehdään investointipäätös.

## OUTOKUMMUN KOLME NOSTOTORNIA

Maanalainen kaivos vaatii ainakin vinotunnelin tai nostokuilun. Tunneli ja kuilu ajetaan malmin alle, joskus läpikin.

Kun malmiä tai kiveä ryhdytään nostamaan, kannattaa valjastaa painovoima töihin ja nostaa kyllin korkealle niin, että jatkoprosessin laitteet ja käsittelyvaiheet mahtuvat nostokoneen alle, murskaimet, seulat, välisiilot yms. laitteet. Samalla vältetään kuljettimet eri laitteiden väliltä. Periaatteena on ohittaa kuljettimet eri laitteiden väliltä ja säästää niiden investointi, kunnossapitotyö ja -kustannukset. Paras kuljetus on vältetty kuljetus.



Outokummun kolme nostotornia

## Orijärven kaivos 1757-1957

TIMO YLÖNEN



Suomalaisen  
kuparin ja sinkin juurilla

Orijärven kaivos 1757-1957

Kirjan kansi kelpaa johdannoksi.  
Kirjan kirjoitti Pekka Poutanen vuonna  
1996.

ALIISA PERIKANGAS, 3 TORNIA JA MALMIMALLI YHDISTETTY KUVANKÄSITTELYLLÄ.



## Maailmanluokan malmi...

28 000 000 malmitonnia nostettiin vv. 1913 – 1989 kolmesta kuilusta kahden rikastamon läpi sulatettavaksi. Ensin sulatus tehtiin ulkomailla, Norddeutsche Affinerie, sitten Imatralla (sähkösulatus) ja sodan jälkeen Harjavallassa (liekkisulatus - Flash Smelting).

Tuotannon kassavirtaa käytettiin maksamaan sotia, sotakorvauksia, uusia kaivoksia, malminetsintää sekä jatkojalostuslaitoksia kuparin lisäksi ainakin kolmelle muulle metallille. Ilmakuva näyttää edessä Vanhan kaivoksen ja rikastamon vuodelta 1927, taampana Mökkivaaran tornin vuodelta 1939.

Mökkivaaran tornin räjäytys oli tilaustyötä. Ahti Vartiainen asui koulupoikana näköetäisyydellä Mökkivaarasta, Sänkinotkonkadulla. Ennen prikaatikenraali-nimitystä hän oli mm. johtamassa Puolustusvoimien pioneerikomennuskunnan suoritusta 1993; torni maan tasalle, napin painalluksella!

## Keretin tornin ja murskaamon 'strategiset mitat'

Keretti-projektin nelihenkinen johtoryhmä kävi väliraportoimassa investoinnista Outokummun pääkonttorissa. 50-luvulla AERO Oy ei lentänyt Joensuu-Helsinki välillä tiheästi kuten sittemmin Finnair Oy. Pääkonttorista oli Helsingin rautatieasemalle kävelymatka, mutta yöjuna lähti vasta ilta-myöhällä. Aseman 'odotushuone' oli matkan varrella ennen asemaa - Hotelli Seurahuone ja sen Pyöreä Baari.

Kerran tuli mukaan omasta suunnittelufirmastaan Keretin pääkonstruktori Toivo Pöysälä, jolla oli kysyttävää:

Aiemmin oli jo hyväksytty budjettimuutos jatkaa tornia 3,5m ~ 96m korkeuteen. Mitan valinta ei ollut sattuma eikä vahinko. Perusteet on kerrattu MATERIA:ssa 4-2020 ss. 36-39. Iso muutos perusteltiin mm. orgaanisen kemian tasapainolailla, välisiilojen kapasiteetilla, kolmivuorotyön palkkiomatemaattikalla, mainarien viikonlopuilla sekä periaatteella "Mielijuomasta Monumentti".

Tämä Suomen ennätys on lyöty. Yli 100-metrisiä nostotorneja löytyy lännempää ja idempää, mutta mikään ei yllä 'Mielijuoman Monumentiksi'."

Topi Pöysälällä oli pyöreässä odotushuoneessa kysymyksiä, mm. tornimurskaamon läpimitta?

Heikki Tanner katsahtaa ympärilleen; miten olisi tämä sali? Nyökkäyksiä lasin yli.

Mittautetaan baarin läpimitta, pääsuunnittelija kirjaa päätöksen, pöytäkirjaa ei tarvita. Tämänkään mitan valinta ei ollut vahinko, mutta ehkä sattuma.

Samoilla vuosikymmenillä Hotelli Seu-



Ilmakuva originaali on Sakari FOTO Ikosen kamerasta 1960-luvulla. Omistaja Outokummun Kaivosmuseo. Värillinen sävytys tehty mustavalkoisesta kuvasta. Kuvassa kauimpana Keretin kaivos ja rikastamo (1954...1989). Keretin nostotorni ja Vanha Kaivos on museoitu. Museo on auki läpi vuoden.

Torni nousee horisontista, kun Outokumpua lähestyt. Joka paikkaan se ei näy mutta sen kopio on ikuistettu matalampana Kuusjärven kirkonkylässä, omakotitalon pihapiirissä.

MINNA HAKAPÄÄ

Kaivostorni vartioi Keretti Golfin maisemaa iltavalaisuksessa, syyskuu 2021. Auringonsäde läpäisee nostokonehuoneen ja alempana tornimurskaamon. Strategisia mittoja molemmat.



ANTERO HAKAPÄÄ

Keretin tornin replica, Kuusjärvi kk. Taiteilija lainasi portaille vartijaksi Kalervo Kallion pronssiin valetun Mainari-patsaan läheltä eli Outokummun kaupungin valtuustosalista. Kuvankäsittely Antero Tenhunen. Replican ja Mainarin mittakaavat eivät ole todelliset. Lisätty pronssipatsas kuvankäsittelyllä.

Rautuvaara  
Kolari  
1962-1989  
80m  
Rauta,  
kupari



Kuva: Mauri Mahlamäki/vastavalo.net

Kittilä  
Kittilä  
2009-  
91m  
Kulta



Kuva: AgNI Co Eagle Finland Oy

Pyhäsalmi  
Pyhäjärvi  
1962-  
90m  
Kupari,  
sinkki,  
pyriitti



Kuva: Jaakko Seppälä

Vihanti  
Torni on  
räjäytetty  
1954-1992  
86m  
Sinkki,  
kupari, lyijy,  
kulta, hopea



Kuva: Jaakko Seppälä

Korsnäs  
Korsnäs  
1958-1972  
45m  
Lyijy,  
apatiitti,  
maametallit



Kuva: Jaakko Seppälä

Tornin nimi  
Sijainti  
Toiminta-  
vuodet  
Korkeus  
Tuotanto



Orijärvi  
Kisko, Salo  
1758-1958  
?  
Kupari,  
sinkki, lyijy



Kuva: Antero Hakapää

Jussarö  
Tammisaari  
1834-1861  
ja  
1961-1967  
?metriä  
Rauta



Kuva: Migro/Wikimedia Commons

Lilla Båtskär  
Ahvenan-  
maa  
1958-1960  
43m  
Rauta



Kuva: Janne Lehto





Otanmäki  
Vuolijoki  
1949-1985  
62m  
Rauta,  
vanadiini,  
ilmeniitti



Kuva: Marianne Rautiainen

Luikonlahti  
Kaavi  
1968-1983  
?  
Kupari,  
sinkki,  
koboltti,  
rikki



Kuva: Jaakko Seppälä

Keretti  
Outokumpu  
Kolme  
kuilua  
torneineen  
1913-1989  
96m  
Kupari



Kuva: Minna Hakapää

Kotalahti  
Leppävirta  
1959-1987  
78m  
Nikkeli



Kuva: Marianne Rautiainen

Tytyri  
Lohja  
1897-  
72m  
Kalsiitti



Kuva: abc10/Wikimedia Commons



Pyhäsalmen kolme tornia

rahuoneella 'nautittiin' Vuorimiespäivien lauantaina Se Pi-dempi Lounas. Ikimuistoinen nautinta jatkui, kunnes 70-luvulla Seurahuone baareineen kävi liian pieneksi. Muistajat ovat täyttäneet 60 v., joko lienevät eläkkeellä? Yhdistys avec mahtuisi Paremmalle Socis- lounaalle enää vain yksi jaosto kerrallaan. Mutta muisto elää.

NÄIN KERETIN STRATEGISET MITAT saivat ratkaisun seuraaviksi YLI 30 tuotantovuodeksi.

Museoitu torni ja molemmat siilot todistavat edelleen Keretti Golf- pelaajien suorituksia.

## PYHÄSALMEN KOLME NOSTOTORNIA

V. 1959 harjaan noussut torni, ns. pääkuilu, on alueen korkein torni ja 90 metriä korkea. Uusi, ns. Timonkuilu, on Suomen syvin, 1444 m. Sen torni on 60 metriä korkea. Tuotanto alkoi 1.3.1962 eli lehden ilmestyessä on 60 vuotta täynnä. Maan-alainen tuotanto loppuu kesään 2022 mennessä.

## LILLA BÅTSKÄR

Vuoksenniska Oyn rautakaivos 1958-1959. Tornin korkeus 43 m, jätettiin majakaksi tornin sijaitessa melkein ruotsin-laivojen reitillä.

Kaivostornin vieressä uudempi ja korkeampi tuuli-voimala.

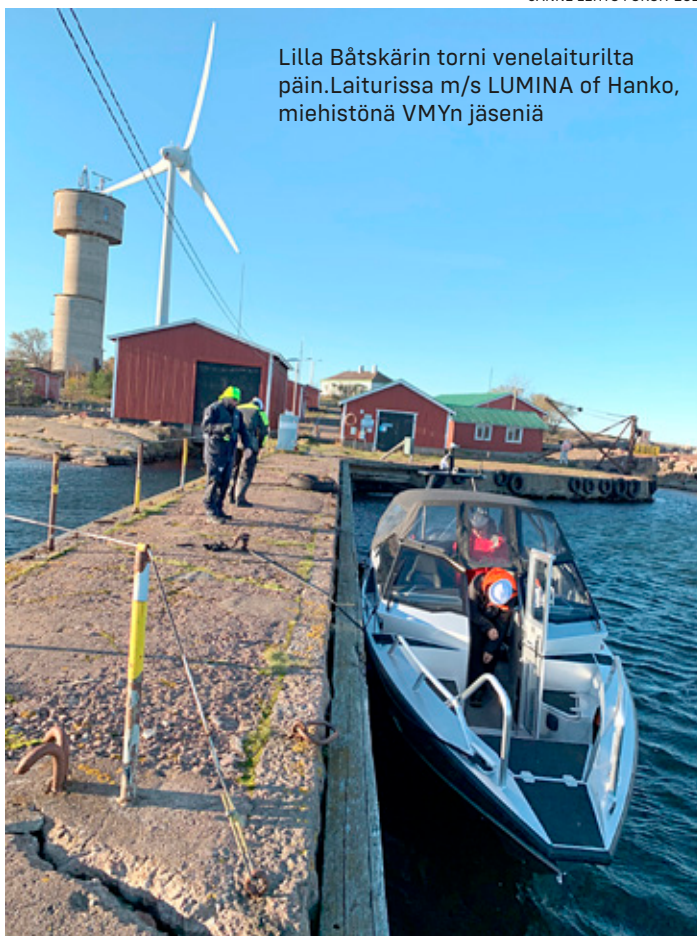
Jussarön rautakaivoksen rinnalla Lilla Båtskår on Suomen eteläisin kaivos.

Tornin koordinaatit: N59 57 34 E19 57 18

## JUSSARÖN SAARELLA ...

oli toinenkin rautakaivos merisataman jatkeella.

JANNE LEHTO FORCIT 2021



Lilla Båtskärin torni venelaiturilta päin. Laiturissa m/s LUMINA of Hanko, miehistönä VMYn jäseniä





Kittilän torni

ANTERO TENHUNEN

Vuoksenniska Oy tavoitteli kotimaisia raaka-aineita omistamalleen Koverharin rautatehtaalle.

Saariston kaivokset hyödynsivät kotimaasta heikompia rautamalmeja.

Lopulta yhtiö sai halvimman raaka-aineensa masuuniin kaukaa Brasiliasta saakka näin:

- avolouhinta ilman kuilua, ilman nostotornia, ilman porausta ja räjähdysainetta.
- puskutraktorilla 60-prosenttinen malmi vuoren kyljestä rautatievaunuihin, alamaiki Atlantin rantaan, edulliset merirahdit Koverharin ja muiden masuunien satamiin.

#### Jussarön tornin koordinaatit:

N59 49 28 E23 34 36

Torni on rahtusen etelämpänä kuin Lilla Båtskär. (Tommi Halonen, Janne Lehto, FORCIT)

Sama liveinä verkosta:

Dokumentärfilm om Jussarö gruva:

<https://areena.yle.fi/1-50148119>

#### KAIVOSTORNEJA 2000- luvulla:

### KITILÄ

Suomen uusin ja pohjoisin kaivostorni, ei vielä tuotantokäytössä.

Euroopan suurin kultakaivos. Omistaja ja rakennuttaja Agnico Eagle Finland Oy.

Kultakaivos aloitti Kittilässä avolouhinta- ja jatkoj maanalaista tuotantoa tunnelin ja vinoajotien kautta. Nyt tuotanto toimii uuden kuilun ja tornin kautta.

Liukuvalun korkeus on 96m, vertaa Keretti 1954. Tämäkään ei ole sattuma, eikä vahinko.

MARIANNE RAUTIAINEN



Kotalahden kaivoksen rikastamo ja tornit

MARIANNE RAUTIAINEN



Otanmaki, nostotorni ja rikastamo.

>



Rautuvaaran torni

MAURI MAHLAMÄKI/VASTAVALO.NET

Kaivosten tornien korkeudet:							
Torni	Infoa	Toimintavuodet	Korkeus	Tuotanto	Koordinaatit asteina	Google maps plus koodi	Koordinaatit
Lilla Båtskär	Ahvenanmaa	1958-1960	43m	Rauta	59.959335, 19.955154	XX54+P3J Granö, Ahvenanmaa	59°57'33.6"N 19°57'18.6"E
Jussarö	Tammisaari	1834-1861 ja 1961-1967		Rauta	59.823793, 23.576319	9GF5RHFG+GG	59°49'25.7"N 23°34'34.7"E
Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	1962-	90m	Kupari, sinkki, pyriitti	63.659317, 26.041966	M25R+PQG Muku-rinperä	63°39'33.5"N 26°02'31.1"E
Keretti	Outokumpu kolme kuilua torneineen	1913-1989	96m	Kupari	62.719965, 28.973841	PX9F+XGP Outokumpu	62°43'11.9"N 28°58'25.8"E
Korsnäs	Korsnäs	1958-1972	45m	Lyijy, apatiitti, maametallit	62.813248, 21.240164	R67R+73V Häggvik	62°48'47.7"N 21°14'24.6"E
Kotalahti	Leppävirta	1959-1987	78m	Nikkeli	62.580227, 27.608014	HJJ5+36R Oravikoski	62°34'48.8"N 27°36'28.9"E
Kittilä	Kittilä	2009-	91m	Kulta	67.914850, 25.401288	WC72+WGV Lehtoniemi	67°54'53.5"N 25°24'04.6"E
Vihanti	ja 1 apukuilu. Torni on räjäytetty	1954-1992	86m	Sinkki, kupari, lyijy, kulta, hopea	64.409833, 25.139472	C45R+X7H Vihanti	64°24'35.4"N 25°8'22.1"E
Otanmäki	Vuolijoki	1949-1985	62m	Rauta, vanadiini, ilmeniitti	64.116692, 27.099780	438X+MWC Otanmäki	64°07'00.1"N 27°05'59.2"E
Rautuvaara	Kolari	1962-1989	80m	Rauta, kupari	67.495902, 23.924207	FWWF+9M8 Rautuvaara	67°29'45.3"N 23°55'27.2"E
Tytyri	Lohja	1897-	72m	Kalsiitti	60.261341, 24.066561	7368+GJM Lohja	60°15'40.8"N 24°03'59.6"E
Luikonlahti	Kaavi	1968-1983	?	Kupari, sinkki, koboltti, rikki	62.938377, 28.705612	WPQ4+965 Petkellahti	62°56'18.2"N 28°42'20.2"E
Orijärvi	Kisko, Salo	1758-1958	?	Kupari, sinkki, lyijy	60.228603, 23.539922	6GHQ+CXV Multsilta	60°13'43.0"N 23°32'23.7"E





Vihannin kaivoksen Ristonahon apukuilun nostotorni



Korsnäsin torni



Luikonlahden torni

### Vertailun vuoksi kolme tornia eri puolilta Suomea:

Olympiastadion	72 m
Puijo	75 m
Näsinneula	168 m

TEKSTI: **ANTERO HAKAPÄÄ & ARI OIKARINEN**  
 AUKEAMAN KARTTA: **SOFI PERIKANGAS SOFIISTUDIO.COM**

## VALOKUVAUSKILPAILU

MATERIA-lehti julistaa kesäksi valokuvauskilpailun.

Aiheena kaivostorni kuten tämän jutun yhteyteen sopii. Parhaat kuvat julkaistaan syksyllä lehdessä ja palkintona on ainakin mainetta ja kunniaa.

Lähetähän ottamasi kuvan/t toimitukselle elokuun loppuun mennessä osoitteeseen:

**leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi**





Vastuullista kaivostoimintaa vuodesta 1962



**Pyhäsalmi Mine**

Pyhäsalmi Mine Oy  
tel. +358 8 7696 111  
[www.first-quantum.com](http://www.first-quantum.com)



CONVEYOR  
MAINTENANCE  
SPECIALIST

## KULJETINHUOLLON AMMATTILAINEN

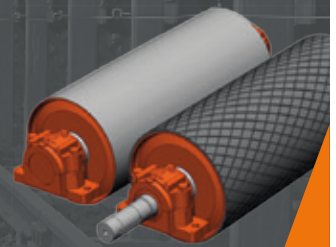
NewPaakkola tarjoaa kattavan valikoiman kuljetinjärjestelmien huoltopalveluita: **analytiikan, kunnossapidon, korjaukset ja varaosat**. Huoltoasiantuntijamme takaavat laitteesi toimivuuden ja hoitavat kuljettimien mittavatkin korjaukset.

### TARJOAMME

- > Kuljetinrullat
- > Rullatelineet
- > Kuljetinrummut

Lisätiedot  
Huolto 040 809 8853  
Komponentit 0400 516 844

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



# BUMAX®



THE WORLD'S STRONGEST BOLT  
AND IT'S STAINLESS

[www.bumax-fasteners.com](http://www.bumax-fasteners.com)

## AMMATTITAITOISET KENTTÄPALVELUT NOPEASTI JA LUOTETTAVASTI



**Orica Finland Oy**

Jussilankatu 6  
15680 Lahti

Puhelin: 010 3212 550

Sähköposti: [finland@orica.com](mailto:finland@orica.com)



[orica.com](http://orica.com)





POHJOINEN  
TEOLLISUUS

# POHJOINEN TEOLLISUUS 2022

Rekisteröidy  
ja lataa  
**ILMAINEN  
MESSULIPPU**  
pote.fi

Messuilla  
yli **300**  
näytteille-  
asettajaa

Tervetuloa  
teollisuuden  
suurtapahtumaan

**Ouluun 18.–19.5.2022**

Esa Pellikainen, Oulun kauppakamari

Jukka Leskelä, Energiateollisuus ry

Matti Malkamäki, Hycamite TCD Technologies Oy

Pekka Suomela, Kaivosteollisuus ry

## Tänä vuonna messujen kantava teema on Pohjoisen menestyksen tekijät

Ouluhallissa järjestettävien messujen aikana kuulemme ajankohtaisia puheenvuoroja ja näemme mielenkiintoisia tuoteuutuuksia. Kaksipäiväisen tapahtuman aiheet käsittelevät pohjoisen Suomen teollisuuden tulevaisuutta, kasvua ja elinvoimaa eri näkökulmista. Puhujina mm. Matti Malkamäki, Jukka Leskelä, Esa Pellikainen ja Pekka Suomela. Pääsemme sukeltamaan syvälle ajankohtaisiin teemoihin, kuten kestävään kehitykseen, pohjoisen Suomen suurhankkeisiin, kaivosteollisuuteen sekä kunnossapidon tulevaisuuteen. Ensimmäisenä messupäivänä järjestetään kaikille avoin B2B matchmaking -verkostoitumistapahtuma.

Tutustu messujen ohjelmaan ja rekisteröidy tapahtumaan osoitteessa [pohjoinenteollisuus.fi](https://pohjoinenteollisuus.fi)

Nähdään Oulussa!



[pohjoinenteollisuus.fi](https://pohjoinenteollisuus.fi)

#pote22



# Ympäristöä säästävä materiaalitekniikka

ASM Finland ry:n webinaari 23.11.2021

Koronaviruksen deltavariantin päästyä marraskuussa 2021 valloilleen ja omikron-variantin levitellessä siipiään Etelä-Afrikassa järjestettiin ASM Finland ry:n vuotuinen syksyn seminaari jälleen kerran Teams-etäwebinaarina. Teemana oli ympäristöä säästävä materiaalitekniikka. Webinaari kokosi ruutujen ääreen yli 40 osallistujaa.

## Avaussanat

Webinaarin avannut ASM Finland ry:n hallituksen puheenjohtaja **Suvi Rauhamaa**, Murata Electronics esitteli perinteiseen tapaan ensin ASM Finland ry:n, sen toiminnan ja jäsenille tarjottavat edut. Hän kertoi, että ASM Finland on yhdessä Suomen Korroosioyhdistyksen kanssa pilotoimassa mentorointiohjelmaa, joka on räätälöity materiaalitekniikan opiskelijoille ja osaajille. Ohjelmaan voi ilmoittautua marraskuun 2021 loppuun saakka.

Suvi Rauhamaa totesi myös, että Suomessa energiateollisuus on ollut tiennäyttäjänä fossiilisista energialähteistä luopumisessa, mutta nyt myös muu teollisuus on liittynyt mukaan. Myös asiakkaat ovat vähä vähältä valmiimpia maksamaan enemmän ympäristöystävällisistä tuotteista. Webinaarin tarkoitus on luoda katsaus tällä hetkellä materiaalitekniikan alalla käynnissä oleviin hankkeisiin, jotka tähtäävät ympäristön hyvinvoinnin parantamiseen.

## Uusiutuviin raaka-aineisiin perustuvia pakkausmateriaaleja kiertotalouden tarpeisiin

Webinaarin ensimmäisessä esitelmässä TKT **Johanna Lahti** Tampereen yliopiston materiaalitekniikan yksikön paperinjalostus- ja pakkaustekniikan tutkimusryhmästä esitteli yksikön tämänhetkistä tutkimusta. Tulokulmana esityksessä olivat pakkausten biopohjaiset raaka-aineet ja luonnonpolymeerit.

Vuoteen 2030 mennessä maailmassa tarvitaan YK:n mukaan 50 % enemmän ruokaa, 45 % enemmän energiaa ja 30 % enemmän vettä. Tämä yhdessä ilmastonmuutoksen torjunnan kanssa edellyttää entistä enemmän siirtymistä fossiilisista uusiutuviin raaka-aineisiin ja kiertotalouden tehostamista.

Pakkausmateriaalit ovat nousemassa entistä suurempaan rooliin mm. elintarviketeollisuudessa ja siksi pakkausmateriaalien kierrätettävyys on merkittävä tekijä kiertotalouden edistämiseksi. Pakkausmateriaalit ovat usein monikerrosmateriaaleja, joka vaikuttaa niiden toiminnallisten ominaisuuksien lisäksi myös kierrätettävyyteen.

Pakkausteollisuuden trendejä ovat verkkoaukautuksen lisääntyminen, toimitusketjujen kehittyminen ja vakiintuminen, ruokahävikin pienentämisyrittäminen sekä tuoteturvallisuuteen, tuotteiden autenttisuuteen ja aitouteen kohdistuvien vaatimusten lisääntyminen. Kestävyysajattelu strategioissa lisääntyy ja aiheuttaa kasvavia vaatimuksia kestävien materiaalien, prosessien ja ratkaisujen tuottamiselle.

Biopohjaisia pakkausmateriaaleja voidaan tuottaa mm. puupohjaisista raaka-aineista sekä ruuantuotannon ja maatalouden jäte- tai sivuvirroista. Pyrkimyksenä on yhä paremmin biohajoavien ja raaka-ainepohjaltaan uusiutuvien materiaalien kehittäminen. Pakkausmielessä kiinnostavia biopolymeerejä ovat mm. sokerien bakteerikäymisen yhteydessä syntyvä PHA ja sen eräs alaryhmä PHB. Ne soveltuvat nykyisiin tuotantoprosesseihin, kalvomaisiksi tuotteiksi, päällysteiksi ja kovamuoviksi tuotteiksi. Uusia biomuoveja kuten PHBV:tä pyritään tuottamaan myös PE- ja PET-muovijätteestä.

Puupohjaisilla materiaaleilla kuten selluloosalla ja ligniinillä on pakkausteknologian kannalta mielenkiintoisia ominaisuuksia. Joilakin selluloosapohjaisilla biomateriaaleilla on pietsosähköisiä ominaisuuksia, joita voidaan hyödyntää esim. älykkäiden pakkausten sensori- ja aktuaattorisovelluksissa. Yleensä selluloosapohjaisilla materiaaleilla on myös

hyvät happiesteominaisuudet; ne ovat myös biopohjaisia, biohajoavia ja myrkyttömiä.

Ligniiniinipohjaisilla materiaaleilla taas on mm. antioksidanttisia ja antibakteerisia ominaisuuksia. Eräässä Tampereen yliopiston hankkeessa tutkitaan ligniinin erottamista eukalyptuksen mustalipeästä ja erilaisten kalvojen tai kuitujen tuottamista saadusta ligniinistä. Ligniiniä voidaan myös käyttää hiilikuitujen ja erilaisten hiilipohjaisten toiminnallisten materiaalien ja kuitujen tuottamiseen. Näitä materiaaleja voidaan käyttää mm. biosensoreina, joustavina elektrodeina, joustavan elektroniikan ja älykkäiden tekstiilien jne. valmistamiseen.

Biopohjaisten materiaalien haasteina ovat mm. selluloosan hydrofilisyys (absorboi kosteutta myös ilmasta) ja turpoaminen sen ollessa kosketuksessa veden kanssa. Seurauksena on mekaanisten ja esteominaisuuksien heikkeneminen. Jotkut biopolymeerit ovat myös herkkiä kosteudelle.

Esteominaisuuksien heikkenemistä voidaan estää polymeerien pintakäsittelyillä ja rakennemuutoksilla, monikerrosmateriaaleilla (kuva 1) ja käyttämällä polymeerisekoituksia. Pintoja voidaan myös päällystää nesteliekkiruiskutetuilla funktionaalisilla nanopartikkelipinnoitteilla, jolloin saavutetaan läpinäkyviä, hengittäviä pinnoitteita, joilla on esim. superhydrofobisia tai -filisiä ominaisuuksia, itsepuhdistuvuus- ja jäänesto- tai voiteluominaisuuksia jne.

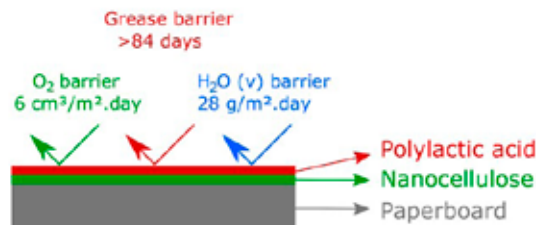
Lopuksi Johanna Lahti kertoi poikkeusteellisesta BioÄly-hankkeesta, jossa on mukana viisi eri alojen tutkimusryhmää Tampereen yliopistosta sekä alasta kiinnostuneita yrityksiä. Hankkeen tavoitteena on demonstroida ja pilotoida erilaisia biopohjaisia ratkaisuja yritysten tarpeisiin. Sen puitteissa on pilotoitu mm. erilaisten biopohjaisten pakkausmateria-



## Solution: Multilayer structures

- Coextrusion technology provides multilayer structures
- Nanocellulose/MFC provides improved O<sub>2</sub>-barrier properties
- On the other hand, NC/MFC layers can be protected with extrusion coating – PLA provides WV-barrier

→ Bio-based multilayer packaging structure



Ref. Laté, J. et al. Tappi Place 2019, Koppolu R. et al., ACS Appl Mater Interfaces (2019)

Kuva 1. Esteominaisuuksien rakentaminen pakkausmateriaaliin monikerrosratkaisun avulla

aalien valmistusta, mikrofibrilloidun selluloosan kustannustehokasta valmistusprosessia, sähköä johtavia kalvoratkaisuja, painettavaa, venyvää ja taipuisaa elektroniikkaa sekä biopohjaisia anturi/sensorimateriaaleja.

Esimerkkeinä pilotoitujen ratkaisujen sovelluksista ovat mm. biomuovit hologrammeja sisältävissä pakkauskalvoissa, painettavat venymäanturit ja biopohjaiset lämmityselementit rakennusteollisuuteen. Lisää hankkeesta voi lukea osoitteesta [www.bioaly.fi](http://www.bioaly.fi).

### Biokomposiittipohjaiset pakkaukset: Sulapac

Sustainability Expert, Sales Director **Heidi Koljonen** Sulapac Oy:stä esitteli edustamansa yrityksen. Sulapac on perustettu vuonna 2016 ja tällä hetkellä se työllistää yli 30 henkilöä. Yritys edistää muovijätteen vapautta tulevaisuutta tuottamalla materiaaleja, jotka ovat kestävä kehityksen mukaisia, kauniita ja toiminnallisia.

Ennusteiden mukaan öljypohjaisten muovien tuotanto nelinkertaistuu vuoteen 2050 mennessä vuoteen 2014 verrattuna. Muovituotteiden keräys- ja kierrätysprosentit eivät kohtaa nyt eivätkä tulevaisuudessa: vuonna 2016 käytetyistä muovipakkauksista kerättiin Euroopassa arvioiden mukaan noin 40 %, mutta siitä kierrätettiin tehokkaasti vain 10-15 %. Vuonna 2050 vastaavien lukujen arvioidaan olevan keräyksen osalta noin 70 % ja kierrätyksen osalta maksimissaan 37 %. Suurin osa materiaaleista päättyy siis joko polttoon, kaatopaikalle tai jopa luontoon.

Suurimpia muovijätteen aiheuttamia ongelmia ovat mikromuovit. Mikromuovia syn-

tyy koko tuotteen elinkaaren aikana monista lähteistä ja monilla mekanismeilla, mm. juomapullojen korkeista mekaanisen kulutuksen seurauksena. Mikromuovit kertyvät luontoon ja elintarvikkeisiin ja sitä kautta kehoomme. Arvioiden mukaan syömme viikossa noin luottokortin verran mikromuoveja.

Mikromuovia on tutkimusten mukaan löydetty ihmisen kehosta jo mm. istukasta, keuhkoista ja aivoista. Tutkittua tietoa niiden todellisista vahingollisista vaikutuksista ei vielä ole riittävästi. Mikromuoveilla on kuitenkin haitallinen vaikutus niin ekosysteemiin kuin koko biodiversiteettiinkin.

Sulapac-materiaalin pääkomponentteina ovat puu ja biopohjaiset sideaineet. Puu tulee metsäteollisuuden sivuvirroista, kestävä kehityksen mukaan hoidetuista metsistä. Materiaali jäljittelee luonnon omia materiaaleja ja käyttäytyy luonnossa luonnonmateriaalien tavoin vapauttaen sisältämänsä hiilen kiertoon ja jättämättä jälkeensä pysyviä mikromuoveja. Se on biohajoava, orgaanisesti kierrätettävä ja soveltuu polttoon sekä mekaaniseen ja kemialliseen kierrätykseen. Mekaanisesti materiaalia voidaan kierrättää jopa kuusi kertaa ja kemiallista kierrätystä voidaan jatkaa loputtomiin.

Sulapac-materiaali sopii perinteisiin tuotantomenetelmiin kuten ruiskuvaluun ja ekstruusioon ja tulevaisuudessa mahdollisesti myös puhallusmuovaukseen, 3D-tulostukseen sekä lämpömuovaukseen. Sulapac Oy on materiaalitoimittaja erilaisten tuotebrändien pakkauksiin ja tuotteisiin. Materiaali on saatavissa joko Premium- tai Universal- versioina sekä erilaisin mekaa-

nisin ominaisuuksin, erittäin jäykästä materiaalista joustavampaan. Sulapac Oy:n valmistuskumppanien tuoteportfolioissa on esimerkiksi valmiita pakkauksia sekä erilaisia ruoka- ja ravintolasegmentin tuotteita kuten juomapillejä ja aterimia.

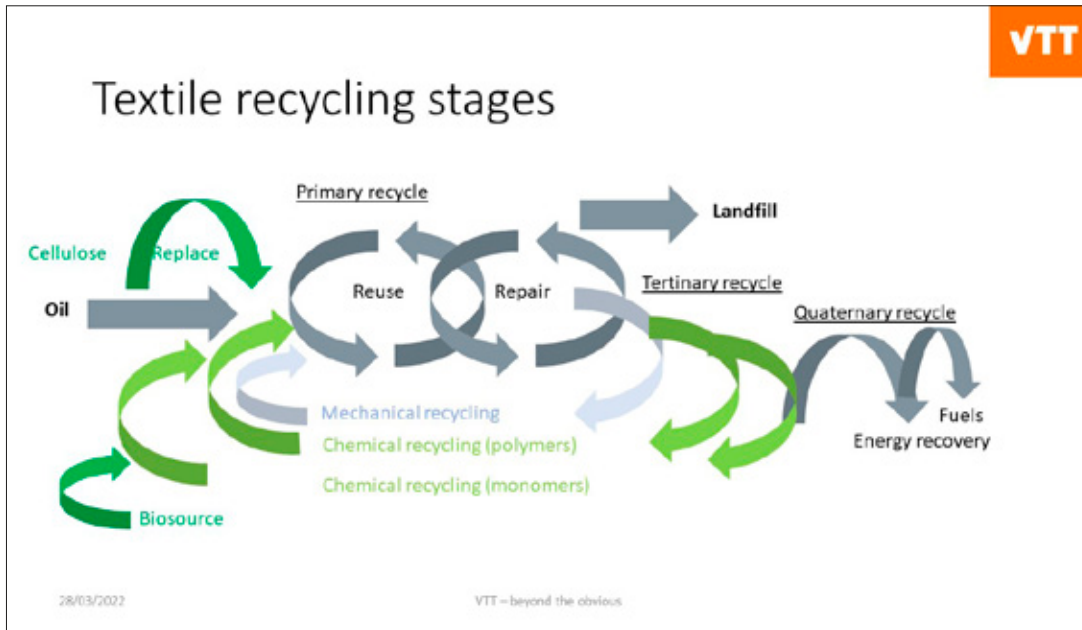
Sulapac on myös kehittänyt uuden Barrier-materiaalin, jonka ansiosta se soveltuu myös vesipohjaisten tuotteiden, esim. kosmetiikan pakkauksiin. Materiaalilla on myös hyvät hapenläpäisyominaisuudet (OTR). Kosteuden läpäisevyys (WVTR) on perinteisen polypropeenin luokkaa ja hapenläpäisy nopeus on polypropeenille kirjallisuudessa raportoituja arvoja selvästi parempi. Materiaali kestää hyvin lämpötilan ja kosteuden vaihteluja ja soveltuu ulkonäkö- ja pinnanlaatuominaisuuksiltaan myös luksustuotteiden kuten kellojen ja korujen pakkauksiin.

### Tekstiilien kiertotalous Suomessa; uuden sukupolven tekstiilit

Professori **Ali Harlin**, VTT, totesi esityksensä aluksi, että tekstiilien ja muovien välillä vallitsee kohtalonyhteys; tekstiileissä öljypohjaisten materiaalien osuus on paljon pakkausmateriaaleja suurempi. Kasvunopeudet ovat samankaltaisia, samoin kierrätysongelmat. Molemmat ovat sekamateriaaleja ja mikromuoviongelma koskee myös tekstiilejä.

Lisäksi tekstiilejä rasittavat puuvillan tuotannon ympäristöongelmat. Tekstiileillä on kuitenkin olemassa jo melkoinen uudelleenkäyttöön pohjautuva markkina. Euroopan tekstiilistrategia vie tätä asiaa eteenpäin.

Suomi hakee ympäristön kannalta kestäviin tekstiileihin ratkaisuja metsästä etsimällä



Kuva 2. Tekstiilien kierrätysprosessin vaiheet

nykyiselle puunkäytön volyyminle enemmän lisäarvoa tuottavia vaihtoehtoja. Suomessa on tapahtunut tekstiilialalla eräänlainen ihme. Meillä on useita eri teknologioita, jotka ovat etenemässä laboratoriovaiheesta pilotointi- ja demovaiheeseen. Selluloosapohjaisten kuitujen valmistuksen alkupäässä ollaan pitkällä mm. ionisten nesteiden, alkaaliteknologioiden ja fibril-materiaalien alueilla.

Nyt tarvitaan tekstiilien kierrätyksen kehittämistä eri tasoilla: uudelleen käyttö, materiaalikierrätyksen mekaaniset ja kemialliset vaihtoehdot jne. Meillä on siihen hyvät edellytykset; koulutus-, tutkimus- ja innovaatiojärjestelmät näyttävät toimivan varsin hyvin ja start up -yrityksiä on syntynyt runsaasti. Alan ekosysteemi on rakentumassa ja alan uudelleen teollistuminen Suomessa näyttää vauhdittuvan.

Kierrätyssektorilla EU:n tavoitteena on, että vuonna 2030 puolet tekstiilimateriaaleista on kierrätyspohjaista. Tältä pohjalta Suomessa on lähdetty kehittämään suljettua tekstiilien kiertoa rakentamalla tähän ketjuun siitä toistaiseksi puuttuvia osia kuten keräys- ja lajittelujärjestelmiä sekä tuotteiden valmistamista lajitellusta materiaalista. Tällä hetkellä langan valmistus lajitellusta materiaalista on seuraava listalla oleva asia.

Pitkän tähtäyksen tavoitteena on päästä eroon öljypohjaisista materiaaleista. Tekstiilisektorilla on tähän selluloosapohjaisten kuitujen kautta suuremmat mahdollisuudet kuin pakkausalalla. Ensimmäinen vaihe on uudelleen käyttö ja mahdollinen korjaus (kuva 2). Seuraava vaihe on mekaaninen kierrätys eli tekstiilirakenteen avaaminen kuiduiksi ja

prosessointi uudelleen langaksi ja edelleen tekstiileiksi, joiden käyttökohteet ovat samoja kuin neitseellisten tekstiilien. Tämä ns. kuiva kierrätys on säästävä, mutta toisaalta kuituja rasittava ja kuluttava prosessi.

Kemiallisessa kierrätyksessä voidaan edetä liuotuksen kautta uusiokäyttöön alkuperäisen kaltaisina polymeerikuituina. Mahdollista on myös edetä kierrätyksessä monomeeritasolle saakka ja tuottaa uudentyyppisiä kuituja tekstiilien raaka-aineeksi. Viimeisenä vaiheena on hyödyntäminen joko energiana tai polttoaineena. Tähän vaiheeseen toivotaan tietysti päätyvän mahdollisimman pienen osan kierrossa olevasta materiaalista.

Mekaanisen kierrätyksen osalta Paimiossa on lokakuussa 2021 käynnistynyt tekstiilien mekaaninen kierrätyslaitos. Sen kahdella linjalla tuottamista kuiduista voidaan valmistaa mm. nonwoven- ja teknisiä tekstiilejä, lämpö- ja äänieristeitä, suodatusmateriaaleja, komposiitteja, geotekstiilejä, verhoilukankaita jne.

Kemiallisen kierrätyksen puolella vuonna 2015 perustettu suomalainen muoti- ja teknologia-alan yritys Infinited Fiber Company tuottaa Espoon ja Valkeakosken pilotti-tehtaillaan tekstiilijätteistä ja muista selluloosapohjaisista sivuvirroista kuten paperista, oljista jne. Infinna™-tuotemerkillä uusiokuitua, josta tekstiilivalmistajat kautta maailman ovat kiinnostuneita. Suunnitelmissa on rakentaa Suomeen tehdas, joka tuottaa vuodessa 30 000 tonnia Infinna™-kuitua.

Suomen tekstiilialan tulevaisuudessa yhdistetään uusiutuva raaka-ainepohja ja

kierrätettävyys. Digitalisaation avulla kehitetään platform, jonka päälle voidaan rakentaa uuteen tuotantoon johtava ekosysteemi. Avainkysymyksenä tulee olemaan se, miten pystytään seuraamaan materiaalivirtoja ko. ekosysteemissä ja miten laatu varmistetaan. Tätä varten tarvitaan tuo digitalisaatioon perustuva platform, eräänlainen kehä, jonka jokaisella toimijalla on omanlaisensa näkökulma kokonaisu maailmaan. Kaikilla toimijoilla tulee olla näkymä tarpeellisiin asioihin, mutta kilpailusensitiiviset asiat tulee pystyä pitämään salassa.

VTT on tehnyt Suomen muoti- ja tekstiilialalle selvityksen, miltä kehityskaari voisi näyttää vuoteen 2035 mennessä. Alalle tarvitaan miljardi-investointeja ei vain kuidun valmistukseen, vaan myös siihen, että alalle saadaan syntymään kierrätyksen, digitaalisen käyttäjäkokemuksen kehittämisen ja uusien brändien kautta aivan uusi ekosysteemi. Tämän ekosysteemin arvioidaan tuottavan noin 20 000 uutta työpaikkaa. Sen arvolupaukset ekosysteemin toimijoille ja niihin liittyvät trendit on esitelty kuvassa 3.

Suomi on siirtymässä vaiheeseen, jossa demotaan maailmanluokan vastuullista ja todennettua tekstiilien suljetun kierron järjestelmää ja siihen liittyvää ekosysteemiä. Suomi on yksi viidestä eurooppalaisesta hubista, joiden puitteissa tähän tähtäävää tulevaisuuden tekstiilialaa ollaan kehittämässä. Toimintaa ohjaavana periaatteena on tuottaa vastuullisesti kestäväksi suunniteltuja tekstiilejä, jotka tarjoavat käyttäjälleen mahdollisimman persoonidun eli henkilökohtaisen käyttäjäkokemuksen.





Kuva 3. Muoti- ja tekstiilialalle kaavailun ekosysteemin arvolupaukset toimijoilleen ja niihin liittyvät trendit

### Vihreämpää painotekniikkaa

Tekniikan tohtori **Kai Lankinen**, Marvaco Oy, kertoi mahdollisuuksista ympäristöystävällisempään toimintaan ja hiilijalanjäljen pienentämiseen pakkauspainotuotteisiin keskittyvässä yrityksessä. Marvaco Oy on perustettu vuonna 2016 ja se työllistää tällä hetkellä 80 henkilöä. Toimipisteitä on kuusi Skandinavian alueella. Yrityksellä ei ole omaa painotuotantoa. Se valmistaa painopintoja ja -levyjä ja tarjoaa kuvankäsittelypalveluja. Esitys perustui Lankisen vuonna 2021 valmistuneeseen väitöskirjaan.

Työ ympäristöystävällisemmän painoteknologian kehittämiseksi alkoi vuonna 2004. Se perustuu ylimääräisten värien ja värinvaihtojen karsimiseen. Perinteisesti kuvat valmistetaan värierottelulla neljästä ns. CMYK-perusväristä (Cyan, Magenta, Yellow ja K eli musta) käyttämällä lisäksi ns. PMS (Pantone Matching System) -värikartan manuaalisesti sekoitettavia spottivärejä.

Ns. Gamut-painotekniikassa käytetään vain neljää yllä mainittua CMYK-väriä. Viimeisin kehitysversio on ns. EGP<sup>TM</sup>- eli Expanded Gamut Printing -tekniikka, jossa neljän CMYK-värien rinnalle otetaan kolme painojäljen kirkkautta parantavaa lisäväriä: oranssi, vihreä ja violetti. Menetelmässä päästään eroon erillisten spottivärien käytöstä ja painotuote voidaan valmistaa ilman värinvaihtoja ja niihin liittyviä konepesuja.

Painatuksen osuus pakkauskustannuksista on luokkaa 2-4 % ja 80 % painatuksen kuluista tulee materiaaleista. EGP<sup>TM</sup>-tekniikkaa käytettäessä kaikki painatuksen osa-alueet ja niihin liittyvät kustannukset pienenevät. Eri PMS-värikartan värien valmistukseen liittyvä mustesäästö EGP<sup>TM</sup>-painotekniikassa on säystä riippuen luokkaa 15-70 %.

Värinvaihtojen ja konepesujen poisjäämistä samoin kuin niihin liittyvästä painolevyjen, koevedosten ja hylkytavarahan vähentämisestä johtuen hiilijalanjäljen pieneminen voi olla yli 40 %. Painatukseen liittyvä työmäärän pieneminen voi sekkin olla yli 35 % tapauksesta riippuen. Menetelmällä voidaan painaa useita pakkauksia samanaikaisesti ja tällä hetkellä noin puolet pakkauksista pystytään painamaan EGP<sup>TM</sup>- tekniikalla.

Marvaco on suojannut EGP<sup>TM</sup>-tekniikan ja siihen yhdistetyn digitaalisen kuvankäsittelyn Greener Printing<sup>TM</sup>-tuotemerkillä. Yritys on myös saavuttanut useita palkintoja kansainvälisissä kilpailuissa. Greener Printing<sup>TM</sup> tarjoaa tehokkaamman, joustavamman ja kestävämmän vaihtoehdon brändipakkausten laadukkaampaan ja värikylläisempään painatukseen.

### Rakennustuotteiden ympäristövaikutusten hallinta

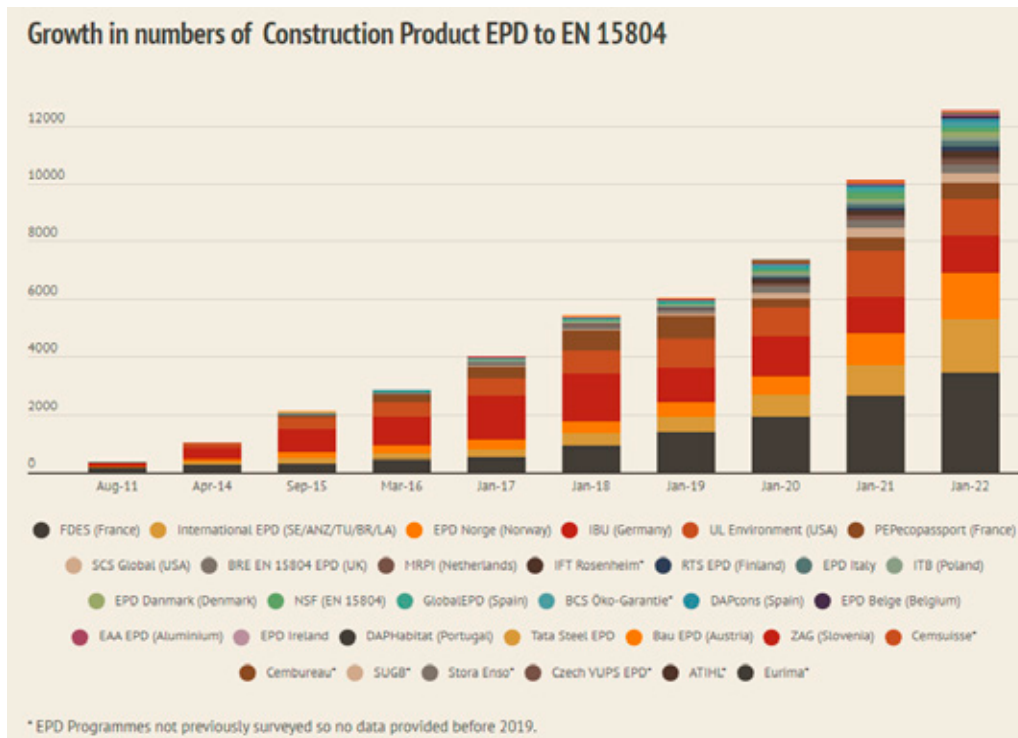
Toimitusjohtaja, TkT **Hanna Järvenpää**, METSTA ry esitteli ensin johtamansa orga-

nisaation. Vuonna 2007 perustettu METSTA on seitsemän toimihenkilön standardisointiorganisaatio, jonka toimialana on teknologiateollisuuden materiaalien, suunnittelun, valmistuksen, tuotteiden ja energianhallinnan standardisointi. Organisaatiossa on 14 jäsenjärjestöä.

Standardisointi on työkalu, jolla todennetaan asioiden toteutuminen. Harmonisoidut standardit ovat eurooppalaisen lainsäädännön jatke, vaikkakin ne on laadittu yksityisten ja riippumattomien organisaatioiden toimesta ja niiden käyttö on vapaaehtoista. Ne luovat turvallisuutta ihmisille, omaisuudelle ja ympäristölle.

Kehitys on kulkenut kansallisista eurooppalaisiin ja globaaleihin standardeihin. Vuonna 1985 Suomessa sovelletuista 3 200 standardista 85 % oli kansallisia, mutta vuonna 2018 kansallisia standardeja oli enää kolme prosenttia ja loput olivat eurooppalaisia tai globaaleja standardeja. Tällä hetkellä käytössä on noin 27 000 standardia. Eri aloilla kehitys on kulkenut eri nopeuksilla; kun kone- ja metalliteollisuudessa globaalisti harmonisoitujen standardien osuus on 31 %, on rakennusalan vastaava osuus vain kaksi prosenttia.

Rakennusalan standardeja koskeva lainsäädäntö (esim. rakennustuoteasetus CPR 305/2011) alkaa olla vanhentunut siinä mielessä, että ympäristöasiat eivät ole ko. lainsäädännössä esillä nykykäsityksen mukaan riittäväällä painoarvolla. Lainsäädäntöä ollaan



Kuva 4. Rakennustuotteiden ympäristöselosteiden määrän kasvu eri maissa vuosina 2011-2021

tällä hetkellä revisioimassa tähän suuntaan.

Rakennusalan standardien soveltamisala kattaa rakennukset sekä maa- ja vesirakentamisen. Rakennuttajan vastuulla on, että rakennustuotteen tulee olla soveltuva aiottuun käyttökohteeseen. Esim. CE-merkintä rakennusalan tuotteissa ei välttämättä takaa sitä, että tuote olisi soveltuva Suomen olosuhteisiin ja rakennuttajan tehtäväksi jää tämän varmentaminen.

Rakennusten energiankäyttö vastaa noin 40 % energian loppukäytöstä Suomessa ja se aiheuttaa noin 30 % maamme kasvihuonekaasupäästöistä. Ennakkotietojen mukaan uuteen CPR-asetukseen ollaan ottamassa perusvaatimuskohteina mukaan haitallisten päästöjen torjuminen ulkoympäristöön sekä luonnonvarojen ja energian kestävä käyttö. Kukin perusvaatimus on sekä nykyisessä että tulevassa asetuksessa purettu yksityiskohtaisesti auki ja näihin alakohtiin voidaan liittää esim. kansalliset olosuhteet huomioon ottavia asioita.

Rakennuslalle on laadittu rakennustuotteiden ympäristöselosteita (EPD) koskeva sateenvarjostandardi SFS-EN 15804:2012 + A2:2019, joka kuvaa perusteet ympäristöselosteiden laadintaan. EPD:t perustuvat elinkaarilaskelmiin ja niiden laatimismenettely, sisältö ja liitteet on määritelty tarkemmin tuotekohtaisissa alastandardeissa.

Esimerkkinä Hanna Järvenpää kertoi, että esimerkiksi teräksiä koskevan EPD-ala-

standardin laadinnassa käydään keskustelua siitä, tulisiko terästen valmistuksessa syntyvä kuona kohdentaa laskennassa fysikaalisten ominaisuuksien vai taloudellisten arvojen perusteella. Jos kohdentaminen tehdään taloudellisten arvojen perusteella, kohdistuu kuonan ympäristökuorma lähes yksinomaan tuotettuun teräkseen ja siitä tehtyihin rakenteisiin.

Terästeollisuuden mukaan taas kuona ei ole jätettä, vaan oma tuotteensa, jota käytetään mm sementtiteollisuudessa ja betonin valmistuksessa sementin valmistuksen ympäristökuormituksen pienentämiseen. Sen mukaan osa kuonan ympäristökuormasta tulisi kohdentaa fysikaalisten ominaisuuksien perusteella myös sementin valmistukseen.

EPD-todistuksia ei voi tehdä itse antaa, vaan niitä myöntävät erilliset toimijat. EPD:n käyttöikä on viisi vuotta, jos tuotannossa ei tapahdu muutoksia. EPD:t eivät ole vielä CE-merkinnän edellytyksiä, mutta asiakkaat alkavat enenevässä määrin kysellä niitä. Rakennustuotteiden ympäristöselosteiden määrän kasvu eri maissa vuosina 2011-2021 on esitetty kuvassa 4. Jatkossa rakennusoikeuden saaminen voidaan sitoa EPD-selosteella osoitettuun vähähiilisytyteen.

### Simulaatioperusteinen LCA metallurgiselle prosessoinnille

Lounastauon jälkeen DI, tohtoriopiskelija **Riina Aromaa** Aalto-yliopiston hydro-

metallurgian ja korroosion tutkimusryhmästä kertoi metallurgisen prosessoinnin LCA:sta. Sen avulla pyritään määrittämään tuotteeseen tai prosessiin liittyvät ympäristövaikutukset siten, että myös taustaprosessien (kuten esim. tarvittavien kemikaalien tai veden tuotannon) vaikutukset identifioidaan ja otetaan

analyysissä huomioon.

LCA:n menetelmät on standardisoitu (ISO 14040:2006, ISO 14044:2006). Analyysi koostuu neljästä osasta: tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely (goal and scope definition), inventaarioanalyysi (inventory analysis), vaikutusarviointi (impact assessment) ja tulosten tulkinta (interpretation). Kustakin vaiheesta voidaan palata prosessin alkuun tarkistamaan asetettuja lähtökohtia tai oletuksia. Ympäristövaikutukset voidaan jakaa eri kategorioihin kuten resurssien käyttöön (esim. fossiiliset polttoaineet, vesi, mineraalit jne.), ekosysteemin laatuun (esim. ilmaston lämpeneminen, happamoituminen, otsonikato) tai terveyskysymyksiin (esim. myrkyllisyys) liittyvät vaikutukset.

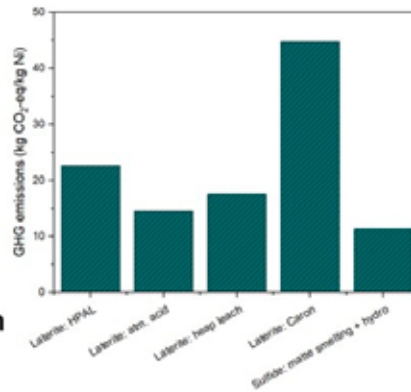
LCA:n heikkoutena voidaan pitää sitä, että tietynlainen tuotteen tai prosessin ”viherpesu” on mahdollinen tehtyjen, sinänsä välttämättömien oletusten kautta. Oletusten huolellinen perustelu ja avoimuus ovat siksi olennaisia. Erilaisten oletusten ja rajausten vuoksi kahden erillisen tutkimuksen vertaaminen keskenään ei juurikaan ole mahdollista. Yksimielisyyttä ei myöskään ole siitä, miten sivu- tai oheistuotanto- ja linkkaaren päättämiskäsitteet määritellään ja otetaan analyysissä huomioon.

Metallurgisten prosessien LCA:lle on tyyppillistä, että raaka-aine ja maantieteellinen sijainti vaikuttavat voimakkaasti tuloksiin. Metallien prosessointi on myös energiaintensiivistä ja paljon, joskus liikaakin huomiota



## Example: primary nickel production

- **Product: pure nickel**
- **HPAL = high pressure acid leach**
  - ~ 250 °C, elevated pressure, sulfuric acid solutions
- **Caron = pyro/hydro process**
  - Reduction roasting + ammonia leaching of the roasted ore
- **Problem with laterites: neutralization chemicals and energy**



A?

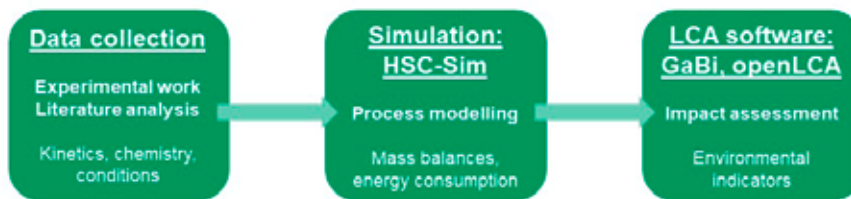
Aalto University  
School of Chemical  
Engineering

Adapted from  
T.E. Norgate, S. Jahanshahi, W.J. Rankin, 2007. Assessing the environmental impact of metal production processes. JCLEPRO vol. 10(9-8).  
T.E. Norgate, S. Jahanshahi, 2011. Assessing the energy and greenhouse gas footprints of nickel laterite processing. Min. Eng. vol. 24(7).

Kuva 5. Puhtaan nikkelin tuottamisen hiilijalanjälki erilaisista malmeista ja erilaisin prosessein toteutettuna

## Simulation-based approach

- **Useful in chemical and process industry**
  - Calculating mass and energy balance with HSC-Sim, Aspen Plus
  - Modifying the inputs and outputs into a *life cycle inventory (LCI)*



A?

Aalto University  
School of Chemical  
Engineering

Riina Aromaa, Hydrometallurgy and corrosion research group  
ASBI seminar  
23.11.2021

Kuva 6. Simulaatioperusteinen menettely metallurgisten prosessien LCA:ssa

kiinnitetään myös hiilijalanjälkeen. Sisällyttämällä useampia indikaattoreita tutkimukseen saadaan kokonaisvaltaisempi kuva prosessin ympäristövaikutuksista. Hydrometallurgisissa prosesseissa syntyy vähemmän varsinaisia suoria päästöjä, mutta tyypillisiä piirteitä ovat usein vaikeiden jätteiden synty sekä suuri veden, energian ja erilaisten kemikaalien kulutus.

Kuvassa 5 on esitetty esimerkki syntyvästä hiilijalanjäljestä, kun puhdasta nikkeliä tuotetaan erilaisista malmeista ja erilaisin prosessein. Lateriittimalmeilla on tyypillisesti alhaisemmat metallipitoisuudet kuin sulfidipohjaisilla malmeilla. Lisäksi lateriittimalmit eivät sisällä rikkiä ja niiden prosessointi vaatii enemmän ulkoista lämmitystä.

Aalto-yliopistossa on käytössä ns. simulaatioperusteinen menettely metallurgisten prosessien LCA:ssa (kuva 6). Menetelmä on hyödyllinen mm. tutkittaessa eri prosessivaihtoehtoja. Prosessi alkaa tarvittavan

datan keräämisellä joko kokeellista tietä tai kirjallisuustutkimuksen kautta. Tällä tavoin saadaan parametrit, joiden avulla voidaan rakentaa prosessimalli (massa- ja energiatasapainot, sisään- ja ulostulovirrat, energiankulutus jne.) ja luoda kattava inventaario prosessista. Samalle prosessille luodaan malli myös LCA-ohjelmaan ja tähän malliin syötetään saadun inventaarion tulokset. Niiden perusteella lasketaan prosessin ympäristöindikaattorien arvot.

Simulointiperusteisella LCA:lla voidaan tutkia myös kehitysvaiheessa olevia prosesseja, esim. syanidivapaata kullan tuotantoa. Sen avulla voidaan tuottaa tarkkoja inventaarioita erilaisten skenaarioiden analysointiin. Toisaalta sen suorittaminen vaatii kokeellisesti määritettyä dataa, ja kaikki simulointiin liittyvät parametrivalinnat sekä oletukset siirtyvät myös LCA:n tuloksiin.

Esimerkkinä Riina Aromaa tarkasteli kovametallien kierrätystä. Suuri osa kova-

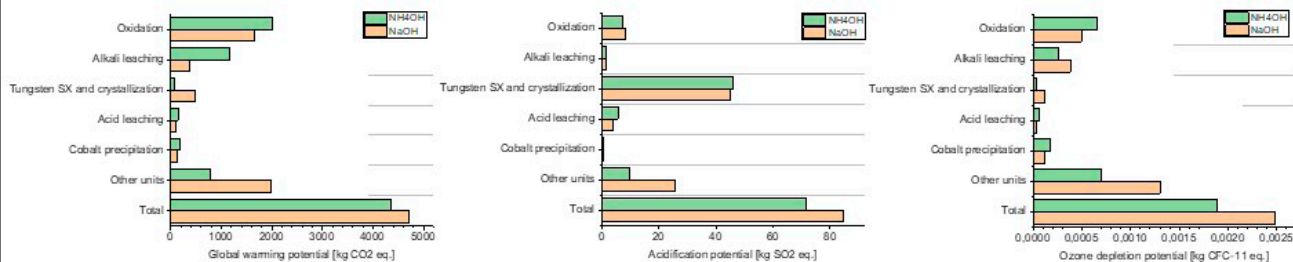
kierrätyksen kohdalla.

Kemiallinen kierrätys perustuu raaka-aineen hapettamiseen. Sen jälkeisessä alkali-liuottamisessa saadaan wolframi liuotetuksi. Liuosuuton ja sitä seuraavan kiteytyksen kautta wolframi saadaan talteen ns. APT-väliuotteena, jota voidaan käyttää uuden wolframikarbidin tuottamiseen. Alkali-liuotuksessa syntyvä kobolttipitoinen sakka käsitellään uudelleen happoliuotuksessa, jonka liuoksesta saadaan koboltti talteen esim. koboltti-hydroksidina. Prosessissa syntyy siten kaksi tuotevirtaa eli kyseessä on ns. multifunktionaalinen kierrätysprosessi.

Esimerkissä mallinnettiin kaksi erityyppistä alkali-liuotukseen perustuvaa kierrätysprosessia: toisessa on natriumhydroksidipohjainen ja toisessa ammoniumhydroksidipohjainen liuotus. Näistä edellisessä tarvitaan wolframin talteen ottamiseksi erillistä liuosuuttoa. Jälkimmäisessä wolframi saadaan muodostamaan ammoniumwolf-

# Contribution analysis

## Process steps



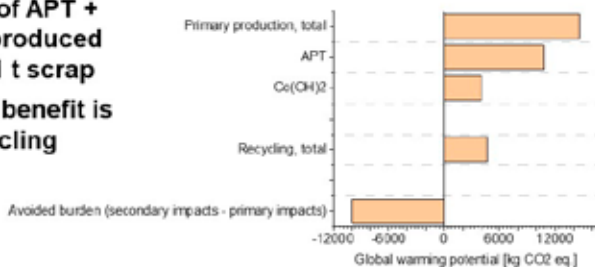
**A?** Aalto University School of Chemical Engineering

Riina Aromaa, Hydrometallurgy and corrosion research group  
ASM webinar  
23.11.2021

Kuva 7. Kahden kovametallien kierrätysprosessivaihtoehdon eri osaprosessien ympäristövaikutukset

## Comparison to primary production

- Primary production of same quantity of APT + Co(OH)<sub>2</sub> as is produced when treating 1 t scrap
- Environmental benefit is gained by recycling



**A?** Aalto University School of Chemical Engineering

Riina Aromaa, Hydrometallurgy and corrosion research group  
ASM webinar  
23.11.2021

Kuva 8. Wolframikarbidin prekursorin primäärituotannon ja kierrätyksen vaikutusten vertailu ilmastoon

ramaattia, joka voidaan kiteyttää APT-väliaineena. Toisaalta taas ammoniumhydroksidipohjainen liuos saattaa edellyttää kaksivaiheista hapetus käsittelyä ennen alkaliliuotusta.

Mallinnettujen kierrätysprosessien ympäristövaikutukset laskettiin prosessisimulaatioiden perusteella käyttäen materiaali- ja lämpövirtoja LC-inventaarion perustana. Laskelmat suoritettiin käsiteltäviä kierrätysraaka-ainetonnin kohti. Kuvassa 7 on esitetty kahden kierrätysprosessivaihtoehdon eri osaprosessien ympäristövaikutukset ilmastoon

lämpenemisen, happamoitumispotentialin ja otsonikadon alueilla.

Näistä malleista tehtyjä alustavia tuloksia tarkasteltaessa ammoniumhydroksidipohjaiseen liuotukseen perustuva prosessi osoittautui perinteisempää natriumhydroksidipohjaista prosessia edullisemmaksi kaikilla ympäristövaikutusten osa-alueilla. Eri osaprosessien merkitys kokonaisvaikutuksen muodostumisessa riippui suuresti tarkasteltavasta ympäristövaikutuksesta.

Käytännössä alustavien tulosten perusteella palataan takaisin alkuun ja etsitään ta-

poja parantaa dataa, simulaatioita ja tulosten tarkkuutta. Tällöin lopulliset tulokset voivat erota alustavista merkittävästikin.

Simulaatioperusteisen LCA:n avulla voidaan määrittää esim. käytettyjen kemikaalien, polttoaineiden, sähkön ja veden suhteelliset osuudet kokonaisvaikutuksesta eri ympäristövaikutusten osa-alueilla. Kierrätysprosessin ympäristövaikutuksia voidaan myös verrata saman tuotemäärän tuottamiseen primäärituotantoprosessina (kuva 8).

Ympäristövaikutukset voidaan myös jakaa prosessissa syntyvien tuotteiden kesken. Jako suoritetaan usein jonkin fyysisen ominaisuuden kuten massan perusteella, mutta jakoperusteena voidaan käyttää myös tuotteiden taloudellista arvoa, esim. kilohintaa. Luonnollisesti jakautuminen riippuu varsin voimakkaasti tästä jakoperusteesta, kuten kuvan 9 esimerkki kovametallin kierrätyksestä osoittaa.

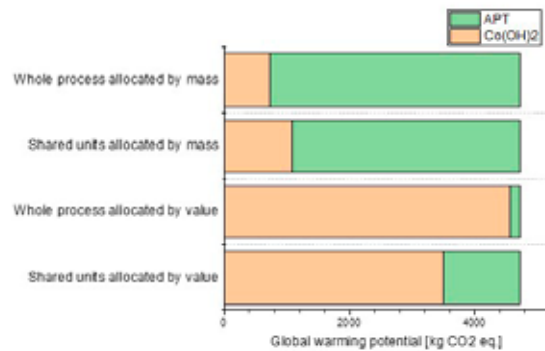
Johtopäätöksinä Riina Aromaa esitti, että suorien ympäristövaikutusten lisäksi tuotteella tai sen raaka-aineilla voi olla esim. raaka-aineiden omien tuotantoprosessien perusteella epäsuoria vaikutuksia, jotka on otettava huomioon LCA:ssa. LCA:ssa tehdyt oletukset sekä analyysin kohde, tavoitteet ja rajaukset tulee tutkia huolellisesti ja viestiä läpinäkyvästi. LCA on hyödyllinen työkalu voimakaiden vaikutuslähteiden tunnistamisessa sekä erilaisen prosessien ja skenaarioiden vertailussa. Simulointi puolestaan helpottaa metallurgisten prosessien ”mustien laatikoiden” avaamista.



# Allocation of impacts



- Allocation of “black box” impacts vs. opening the process
- Allocation by mass assigns impacts mostly to APT
- Allocation by value assigns impacts more to  $\text{Co}(\text{OH})_2$



Kuva 9. Jakopurusteiden vaikutus GWP-ympäristövaikutuksen jakautumiseen eri tuotteiden kesken wolframkarbidin prekursorituotannossa



Rina Arvola, Hydrometallurgy and corrosion research group  
 APT webinar  
 23.11.2021

## Fossiilivapaiden terästen valmistaminen HYBRIT-teknologialla

Prosessikehityspäällikkö **Jarmo Lilja**, SSAB Europe Oy, kertoi olleensa Raahan terästehtaalla töissä jo kolmekymmentä vuotta erilaisissa tehtävissä. Nyt toimenkuva on T&K- puolella HYBRIT-hankkeessa. Tavoitteena on saada ensimmäiset fossiilivapaat premium-teräkset markkinoille vuonna 2026 ja koko SSAB-yhtiö fossiilivapaaksi vuoteen 2045 mennessä.

Perinteinen masuunipohjainen raudan tuotanto synnyttää noin 90-95 % teräksen tuotannon hiilidioksidipäästöistä. Päästöjä ilmakehään syntyy noin 1,6-1,7 t/CO<sub>2</sub> yhtä rautatonnaa kohti. Nämä päästöt jäävät pois, kun malmirikaste pelkistetään raudaksi kestävällä tavalla tuotetun vedyn avulla ja syntynyt rautasieni sulatetaan valokaariuunissa. Sulatusprosessiin voidaan lisätä myös rautatai teräsromua. Myös muut teräksen valmistuksessa (esim. valssausaihioiden kuumentamiseen kuumavalssausta varten) käytettävät polttoaineet tulee saada fossiilivapaiksi.

Tavoiteltu fossiilivapaus käsittää koko arvoketjun kaivokselta lopputuotteiden logistiikkaan saakka. Hanketta varten on muodostettu kolmen yhtiön eli LKAB:n, Vattenfallin ja SSAB:n konsortio HYBRIT Development AB. Ruotsissa tutkitaan vedyn tuotantoa, varastointia ja suorapelkistystä kesällä 2020 Luulajassa käynnistyneessä pilottilaitoksessa. Kokeet ovat menneet hyvin ja pilottilaitos tuottaa noin 1,5 t/h suorapelkistettyä (DRI) rautasientä. Sen sulatusta tutkitaan Luulajassa Swerim-tutkimuslaitoksen 5 tonnin pilottikonvertterissa ja myös sulatuskokeet ovat menneet hyvin.

Vuonna 2025 käynnistyväksi suunnitellun demonstraatiolaitoksen eli ensimmäisen

varsinaisen tuotantolaitoksen on tarkoitus tuottaa 1,3 milj. tonnia rautasientä vuodessa. Se on päätetty rakentaa LKAB:n Malmbergetin kaivoksen läheisyyteen. Tuotettu rautasieni jalostetaan teräkseksi SSAB:n Oxelösundin tehtailla, jossa muutostyöt tätä varten ovat käynnistyneet. Oxelösund on ensimmäinen SSAB:n terästehtaista, joka siirtyy fossiilittomaan terästuotantoon. Tuotannon on suunniteltu käynnistyvän vuosina 2025-2026. Demonstraatiolaitoksen tuottamaa rautasientä käytetään alkuvaiheessa myös SSAB:n Americas-divisioonan laitoksilla.

Raahan tehtaiden konversiossa on käynnissä esisuunnitteluvaihe ja rakennusvaiheeseen on tarkoitus päästä vuonna 2026. Ensimmäinen valokaariuuni on tarkoitus ottaa käyttöön vuonna 2030, jolloin myös ensimmäinen kahdesta masuunista ajetaan alas. Toinen valokaariuuni on tarkoitus ottaa käyttöön vuonna 2040, jolloin toinenkin masuuni sammutetaan.

Ensimmäiset HYBRIT- teknologialla tuotetut teräsaihiot valssattiin levyiksi Oxelösundin tehtailla ja toimitettiin Volvolle heinäkuussa 2021. Näistä levyistä on Volvon tehtailla rakennettu ensimmäinen fossiilivapaasta teräksestä tehty kaivoksissa käytettävä autonominen materiaalinkäsittelyajoneuvo (kuva 10).

Yhden DRI-rautasienitonin tuottamiseen tarvitaan noin 700 Nm<sup>3</sup> vihreää vetyä, jonka tuottamiseen elektrolyysereissä tarvitaan noin 3 MWh fossiilivapaata sähköä. Sähkölle on rakennettava paitsi tuotantolaitteistot, myös tarvittavat siirtolinjat ja muuntoasemat. Vastaavasti myös vety tarvitsee omat tuotanto-, varastointi- ja siirtojärjestelmänsä.

Rautaruukin nykyisen vuotuisen terästuotannon tuottaminen HYBRIT-teknolo-

gialla vaatii maksimissaan noin 12 terawattituntia sähköä silloin, kun DRI:n lisäksi käytetään vain lähinnä omaa kiertoromua. Luku sisältää myös valokaariuunin tarvitseman ja muun sähkön. Tarve on suunnilleen sama kuin suunnitellun Pyhäjoen ydinvoimalan vuotuinen sähköntuotanto. Fossiilivapaan sähkön saatavuus ja hinta sekä niiden vakaus ovat olennaisia HYBRIT-teknologian kannattavuuden kannalta.

Vedyn tuotantoon tarvitaan nykymittakaavan laitteistoilla n. 250 kpl suurimpia saatavissa olevia elektrolyysereitä. Raahan tehtaalle tarvitaan 400 kV:n sähkölinja nykyisen 110 kV:n linjan korvaajaksi. Sen suunnittelu on aloitettu ja arvioiden mukaan sen rakentaminen kaikkinen lupamenettelyineen ja tarvittavine oheisjärjestelmineen kestää noin seitsemän vuotta.

DRI-tuotantolaitoksen periaatekaavio on esitetty kuvassa 11. Laitos on kuilu-uuni, jonka yläosaan syötetään malmpelletit ja alaosaan vedyntuotantolaitoksesta tuleva, ensin noin 200 C-asteen lämpötilaan esilämmitetty vety, joka ennen uuniin syöttämistä kuumennetaan 900 C-asteeseen. Uunin lämpötila on siten ratkaisevasti alhaisempi kuin perinteisessä masuunissa. Tuotteena saatava kiinteässä tilassa oleva DRI otetaan ulos uunin alaosasta. Prosessissa syntyvät pöly ja vesi otetaan talteen ja jatkokäsittelyyn.

Tuotteena olevan DRIn hiilipitoisuus riippuu pelkistävän kaasun hiilipitoisuudesta. Se vaikuttaa valokaariuunin energiankulutukseen ja DRI:n käyttäytymiseen valokaariuunissa. DRI voi jatkokäsittelyä varten olla eri muodoissa. Syntymismuodossaan oleva ns. kylmä DRI (CDRI) vaatii säilytyksen ja kuljetuksen inertissä atmosfäärissä, koska ilmassa se syttyy palamaan. Tämän vuok-





## Mitä olemme ottaneet huomioon laskennassa



- Sähkö
- Hiilipitoiset prosessikaasut
  - Maakaasu (metaani)
  - Propani
  - Metanoli
  - Öljyt
- Kaukolämpö
- Jätteiden kuljetus
- Matkustus, yrityksen omat autot
- Matkustus, kilometrikorvaukset
- Matkustus, Lentäminen
- Matkustus, Juna
- Trukkien polttoaine(kaasu ja diesel)
- Yrityksen oma kuorma-auto
- Käyttöaineiden kuljetus karkaisimoille, toimitusten määrä saiteille



Lämpökäsittelyprosessin hiilijalanjäljen laskennassa huomioon otetut tekijät

6 millimetriin kutakuinkin nelinkertaistaa muodostuvat CO<sub>2</sub>-päästöt. Bodycote tekee hiilijalanjäljen laskentaa myös asiakkailleen.

Lämpökäsittelyn hiilijalanjäljen hallinnassa on ensin hyvä miettiä, tarvitaanko lämpökäsittelyä lainkaan. Kappaleeseen kohdistuvat rasitukset tulee selvittää ja arvioida tarvittava lämpökäsittely niiden perusteella välttämättä välttämättä. Seuraavaksi on hyvä arvioida, millä lämpökäsittelytavalla asetettavat vaatimukset voidaan täyttää hiilijalanjäljen kannalta edullisimmin (esim. nitraus vs. hiiletyskarkaisu). Myös materiaalin valinnalla voidaan vaikuttaa tarvittaviin lämpökäsittelyihin. Joka tapauksessa on hyvä olla yhteydessä lämpökäsittelijään jo tuotesuunnittelun alkuvaiheessa; tällöin voidaan saavuttaa optimaalisin tulos myös tuotteen hiilijalanjäljen kannalta.

### Kovametallien kierrätyksestä

Head of R&D **Teemu Karhumaa**, Tikomet Oy, käsitteli esityksessään kovametallien kierrätystä aloittaen kovametallin käsittelyn esittelystä. Yleisin kovametallityyppi on wolframikarbidi (WC)-kobolttimatriisikomposiitti, jossa sideaineena käytetyn kobolttin osuus on noin 10 %. Kovametallien yleisiä käyttösovelluksia ovat autojen talvirenkaiden nastat, metallien lastuavan

työstön terät ja työkalut, asfalttijyrsimet, kallionpuraustyökalut ja tunneliporat jne. Monissa käyttösovelluksissa kovametallien kulumiskestävyyttä voidaan lisätä pinnoituksella (PVD, CVD, timantti).

Myös kovametallien kierrätyksessä pätee ns. RRR-sääntö: Reduce, Reuse, Recycle. Kovametallin käyttöä voidaan vähentää lisäämällä kulumiskestävyyttä erilaisten pinnoitteiden avulla ja tekemällä yhteen lastuavan työstön teräpalaan useita leikkaussärmiä. Kovametallityökalujen elinkaarta voidaan pidentää myös teroittamalla ja pinnoittamalla uudelleen; tätä käytetään mm. lastuavan työstön työkaluissa. Myös kallioporia teroitetaan säännöllisesti uudelleen. Kierrätyksessä jätteiden lajittelu on merkittävässä roolissa; tätä voidaan helpottaa esimerkiksi työkalun pintaan laserprintatun koodin avulla, joka osoittaa työkaluun käytetyn kovametallilajin.

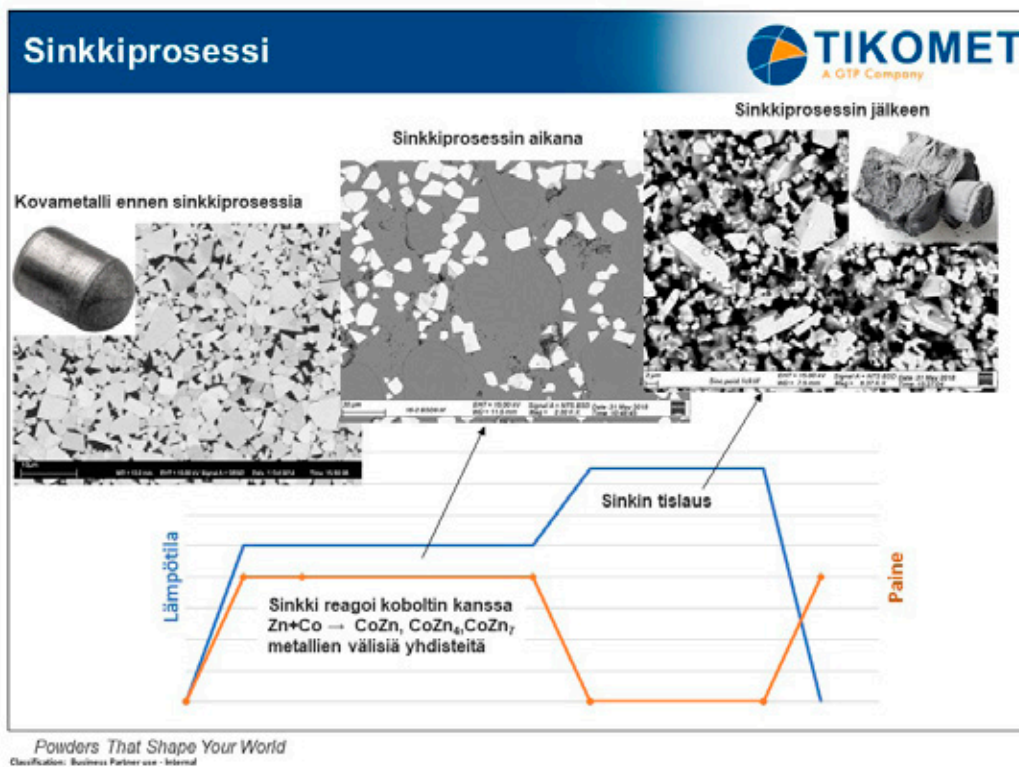
Miksi wolframien kierrätys on tärkeää? Kiina omistaa valtaosan maailman wolframivarannoista ja muissa maissa on jouduttu keskittymään wolframien kierrätykseen Kiina-riippuvuuden vähentämiseksi. Wolframi ja koboltti ovat myös hinnaltaan ja saatavuudeltaan herkästi vaihtelevia. Neitseellisen wolframien valmistusketju on varsin monipolvinen ja energiaintensiivinen sekä runsaasti erityyppisiä sivutuotteita ja jätteitä

synnyttävä. Neitseellisen wolframien valmistuksen hiilijalanjälki voi olla jopa kolmikymmenkertainen verrattuna sinkkiprosessiin.

Kierrätyksessä on olemassa kaksi pääteknologiaa, ns. kemiallinen kierrätys, joka on käyttövolyymiltaan suurin ja ns. sinkkiprosessi, joka on käytännössä kovametallin pulverointia. Näistä kemiallinen kierrätys sietää paremmin laadultaan vaihtelevia raaka-aineita, kun taas sinkkiprosessi edellyttää raaka-aineelta korkeaa laatua. Tikomet kierrättää kovametallia sinkkiprosessilla yli 2 000 tonnia vuodessa; se on Euroopan suurin ja maailmankin mittakaavassa johtavia toimijoita. Noin 30 vuotta vanha yritys työllistää 46 henkilöä.

Sinkkiprosessissa kovametallin koboltti reagoi suojaakaasu-uunissa sulan sinkin kanssa, muodostaa sinkin kanssa erilaisia yhdisteitä ja turpoo. Kun sinkki höyrystetään pois korkeassa lämpötilassa tyhjiössä, jäljelle jää huokoinen karbidipartikkelien ja kobolttin muodostama massa. Se voidaan helposti jauhaa uuden kovametallin tuotannossa käytettäväksi pulveriksi (kuva 12).

Tikometin lopputuotteet kovametallipulverin uusiokäyttäjille ovat WC-Co-pulvereita. Eri sovelluksissa tarvitaan eri kokoisia karbidipartikkeleita. Nastojen ja teräpalojen valmistukseen toimitetuissa pulvereissa on



Kuva 12. Kovametallien kierrätyksessä käytetävän sinkkiprosessin vaiheet ja materiaalin rakenne eri vaiheissa

mukana wolframikarbiden lisäksi myös jonkin verran Ti-, Nb- ja Ta-karbideja.

Tikomet kuuluu kansainväliseen Plansee Group -konserniin ja toimittaa kierrätettyjä kovametallipulvereita mm. konserniin kuululle Ceratizille, joka valmistaa niistä erilaisia työkaluja. Kovametallien kierrätyksessä sinkkiprosessin suosio on kasvamassa pulverien korkean laadun, kustannussäästöjen ja pienen hiilijalanjalan vuoksi. Tulevaisuuden kasvunäkymät riippuvat voimakkaasti tarvittavan korkealaatuisen kovametalliromun saatavuudesta.

### Kovametalleja korvaavia materiaaleja

Webinaarin viimeisen esityksen piti Manager, Development and Engineering **Christoph von Rentzell** Exote Oy -yrityksestä. Yritys kehittää kriittisistä raaka-aineista vapaita, kulumista ja korroosiota kestäviä komposiittimateriaaleja vaikeisiin toimintaympäristöihin. 2000-luvun alussa perustetun yrityksen materiaalit on alun perin kehitetty sotilaskäyttöön ballistisen suojauksen tarpeisiin ja ne on kahteen otteeseen valittu maailman parhaiksi suojausmateriaaleiksi.

EU:n EIT Raw Materials-rahoitteisessa FASTRAM-hankkeessa kehitetyt uudet materiaalit ovat muodostumassa potentiaalisiksi kulumista kestäväksi, kovametalleja korvaa-

vaksi vaihtoehdoksi myös abrasiivisen kuluminen olosuhteisiin teollisissa sovelluksissa. Hankaavissa korroosiokulumiskohteissa materiaalien uskotaan toimivan jopa kovametalleja paremmin ja ne ovat osoittautuneet myös hyvin biokorroosiota kestäviksi.

FASTRAM-hankkeessa yhdessä VTT:n kanssa kehitetyt parhaat Exote-materiaalit ovat laboratoriotesteissä osoittautuneet parhaiden kovametallilaatujen veroisiksi abrasiivisen kuluminen olosuhteissa. Samanaikaisesti teollisissa prosesseissa tehdyt kenttäkokeet ovat vahvistaneet materiaalien toimivuuden myös todellisissa käyttöolosuhteissa.

Esimerkiksi iskevän abrasiivisen kuluminen olosuhteissa, joissa perinteiset kulusteräslevyt kestävät noin neljä viikkoa ja kumitaustaan vulkanoidut alumiinioksidilevyt 2-4 kk, ovat Exote-materiaalilevyt kestäneet kohta vuoden ja toimivat edelleen. Kehitetyjen materiaalien tuotteistaminen on parhaillaan käynnissä ja potentiaalisia käyttökohteita odotetaan löytyvän mm. kaivos- ja maanrakennussektoreilta.

Ainutlaatuisen valmistusprosessin sekä edullisten ja helposti saatavilla olevien länsimaisten raaka-aineiden ansiosta kehitettyjen materiaalien hiilijalanjälki on vain noin 1/8-osa kiinalaisten kovametallien hiilijalanjäljestä ja vähän yli puolet eurooppalaisten kovametallien vastaavasta hiilijalanjäljestä.

Materiaalit ovat myös huomattavasti perinteisiä kovametalleja kevyempiä.

### Päätössanat

Päätössanoissaan Suvi Rauhamaa kiitti webinaarin esiintyjä korkeatasoisista esityksistä ja osallistujia vilkkaasta keskustelusta. Hän muistutti vielä avauspuheenvuorossaan mainitsemastaan mentorointiohjelmasta ja kehotti kääntymään mahdollisissa ohjelmaa koskevissa kysymyksissä hänen puoleensa. ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN



# KAIVOSRATKAISUT POHJOISESTA

Valmistamme kaivosten ja teollisuusrakentamisen erityistarpeisiin räätälöityjä tuotteita.

Valikoimassamme:

- Putkistot
- Erikoisosat
- Toimilaitekaivot
- Monitorointiratkaisut

Lisätietoja [pipelife.fi/teollisuusratkaisut](https://pipelife.fi/teollisuusratkaisut)



# 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





# Sandvik investoi 50 miljoonaa euroa uusien teknologioiden ja digitaalisten ratkaisujen kehittämiseen Suomessa

Sandvik kehittää Tampereella uusia ratkaisuja, jotka parantavat kaivosteollisuuden tuottavuutta, turvallisuutta ja vastuullisuutta. Automaatio, digitalisaatio ja sähköistyminen ovat tulevaisuuden teknologiaratkaisujen keskiössä.

## Tuotekehitystä yhteistyössä

Uusien teknologioiden kehittäminen ja kaupallistaminen vaatii usein vuosien tutkimustyötä. Sandvik aloitti Tampereella vuonna 2021 Shift'25 -tutkimusohjelman, jossa kehitetään uusia, innovatiivisia ratkaisuja kaivosteollisuudelle. Ohjelma on Business Finlandin veturihanke, jossa Sandvik toimii tuotekehitysyhteistyössä muiden toimijoiden kanssa globaalisti skaalautuvien kaivosteknologioiden kehittämiseksi. Nykyisten yhteistyötahojen joukossa ovat muun muassa Nokia, Tampereen yliopisto, VTT ja SIX.

Kaivosalalla on käynnissä murros, jota ohjaavat sähköistyminen, digitalisaatio ja automaatio. Tarvetta on uusille kestävä kehityksen mukaisille ratkaisuille, jotka tukevat kaivostoiminnan tuottavuutta, turvallisuutta ja tehokkuutta. Sandvik näkee, että tuottavuus ja vastuullisuus kulkevat käsi kädessä, ja onkin sitoutunut kaivosalan innovaatioiden ja muutoksen edistämiseen kestävä kehityksen mukaisilla teknologioilla, jotka edistävät koko arvoketjun kestävyyttä.

## Investointeja uusiin teknologiaratkaisuihin

Käynnissä olevassa Shift'25 -tutkimusohjelmassa Sandvik kasvattaa tutkimus-, tuotekehitys- ja innovaatioinvestointejaan Suomeen. Hanketta rahoittaa myös Business Finland, jonka kanssa Sandvik on toiminut pitkään yhteistyössä. Sandvikin tutkimustyön ja teknologiaratkaisujen neljä fokusaluetta ovat automaatio, digitalisaatio, sähköistyminen ja porausteknologia. Näihin alueisiin Sandvikilla on kaivosteollisuuden teknologiajohtajana suurin vaikutus, ja ne edistävät vähähiilisen yhteiskunnan mahdollistamista sekä tiukentuneisiin turvallisuus- ja ympäristövaatimuksiin vastaamista.

Sandvik on jo esitellyt visionsa tulevaisuuden kaivoskoneesta, joka on täysin autonominen, akkukäyttöinen ja oppiva laite, joka hyödyntää tekoälyä ja pystyy kartoittamaan



Sähköiset kaivoskoneet tarjoavat paremman suorituskyvyn ja tuottavuuden samalla, kun dieselpäästöt vähenevät nolllaan. Tulevaisuuden kaivoksissa nähdään robotiikan mahdollistamaa ohjaustarkkuutta ja turvallisuutta.

ympäristönsä kolmiulotteisena ja reagoimaan siihen reaaliajassa. Laite voi mukauttaa ja suunnitella reittejään sekä löytää parhaimman kulkutien jopa jatkuvasti muuttuvissa ympäristöissä. Seuraavan sukupolven kaivosteknologian käyttöönotto tulee avaamaan monia uusia mahdollisuuksia.

## Uusi 5G-viipalointiratkaisu käyttöön testikaivoksessa

Sandvik on ottanut maailman ensimmäisenä käyttöönsä yhteistyössä Telian ja Nokian kanssa edistyskellisen 5G-verkon viipalointiin ja reunalaskentaan perustuvan virtuaalisen yksityisverkon, joka mahdollistaa huippunopeat ja luotettavat datayhteydet. Tampereen testikaivoksen 5G-viipalointiratkaisu tukee tulevaisuuden digitaalisten kaivosteknologioiden kehittämistä. ”Kehitämme digitalisoituvan kaivostoiminnan tueksi parhaat ratkaisut, jotka lisäävät tuottavuutta ja tehokkuutta,” kertoo teknologiajohtaja Jani Vilenius Sandvikilta.

Toimintavarma tietoliikenneverkko on vaatimus niin etäoperaoiville koneille, kaivosautomaatiolle kuin digitaalisten tuotantojärjestelmien toimivuudellekin. Kaivostoiminnan suunnittelua ja tuotannon ohjausta voidaan optimoida data-analytiikkaa hyö-

dyntäen sekä ennakoiden että reaaliaikaisesti.

”Kaivosasiakkailtamme on monia erilaisia alustoja ja järjestelmiä käytössään. Sandvikin tehtävänä on varmistaa yhteensopivuus niin, että järjestelmämme toimivat erilaisilla alustoilla, eri laitteissa ja erilaisissa kaivoksissa ympäri maailman,” toteaa Vilenius.

## Osaamista ja innovointia

Sandvikille on olennaista toimiva yhteistyö eri toimijoiden välillä. Sitä varten tulee löytää parhaat yhteistyökumppanit, toimintamallit, tulevaisuuden osaajat ja keskittyä huippututkimukseen. ”Tampereella sijaitseva testikaivoksemme mahdollistaa uusien teknologioiden kehittämisen ja pilotoinnin. Vahvuutemme on vankkumaton usko innovaatioihin, osaamisen kehittämiseen, tutkimukseen ja tuotekehitykseen sekä tiivis yhteistyö asiakkaidemme ja kumppaneidemme kanssa. Haluamme ottaa rohkeita askeleita teknologiakehityksessä ja tarjota alan johtavat ratkaisut. Silloin pitää investoida, ja sen olemme tehneet myös Tampereella,” kertoo Vilenius menestyksen kulmakivistä. ▲

TEKSTI: TIINA HEINIÖ  
KUVA: SANDVIK

# Korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betoniteollisuudelle

Olemme mukana  
Finnmateria-messuilla

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
- Zitrón raitisilma-, poistoilma- ja peräpuhaltimet savunpoistoon ja tuuletukseen
- Protan Ventiflex -tuuletusputket maanalaisiin tunneleihin
- Alvenius-pikalaitinputket paineilman, veden, liejun ja sementtimassan kuljettamiseen



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



Knowledge grows

## Paras tulos tehdään yhdessä

Yara ja Tapojärvi ovat aloittaneet allianssiyhteistyön Siilinjärven kaivoksella.

Toimintamallissa molempien yritysten kokemus, resurssit ja tietämys sekä riskienhallinta mahdollistavat entistä turvallisemman, laadukkaamman ja kannattavamman toiminnan.

yara.fi @YaraSiilinjärvi







## Terässulatot muuttuvat älykkäämmiksi

▲ Digitaalisilla älytehdasratkaisuilla voidaan kehittää terässulatosten tuottavuutta, turvallisuutta ja energiatehokkuutta. Samalla otetaan askel kohti autonomisempaa tehdasta.

Teräksenvalmistajat kohtaavat toiminnassaan usein kolme keikeistä haastetta. Ensinnäkin tuottavuutta tulisi parantaa ja samalla huolehtia henkilöstön työturvallisuudesta ympäristössä, jossa kuumaa metallia käsitellään paljon manuaalisesti.

Toisen haasteen muodostavat sulattoihin kohdistuvat paineet tuottaa sama määrä metallia vähemmällä käyttökustannuksilla. Nykyään yhä useammissa terästeollisuuden teknologiaprojekteissa keskitytäänkin toimintojen tehokkuuden optimointiin automaation ja digitaalisten ratkaisujen avulla.

Lisäksi vastuullisuus ja kestävä kehitys ovat tärkeitä tekijöitä. Terästeollisuus tuottaa alumiini- ja sementtiteollisuuden ohella maailmanlaajuisesti eniten päästöjä, joten yrityksillä on velvollisuus vähentää hiilidioksidipäästöjään. Tämä pätee erityisesti Suomessa, jossa tavoitteena on olla hiilineutraali ja ensimmäinen fossiilivapaa hyvinvointiyhteiskunta vuoteen 2035 mennessä.

Teräksenvalmistajat voivat hyödyntää valtioiden myöntämiä avustuksia ja tukia, joilla yrityksiä kannustetaan pienentämään hiilijalanjälkeään. Hyvänä vaihtoehtona on myös tukeutuminen teknologiatoimittajaan, jolla on todistetusti alan asiantuntemusta ja laaja digitaalisten ratkaisujen ja automaation portfolio.

### ABB Ability™ Smart Melt Shop

Synkronoimalla senkkojen liikkeet digitaalisilla ratkaisuilla ja automaatiolla sulatot voivat havaita ja poistaa laitteiden tai prosessien pullonkaulat sekä maksimoida suorituskyvyn ja minimoida energiankulutuksen tuotantotonna kohden.

Senkan seuranta ei yksinään riitä optimoimaan sulaton toimintaa, vaikka monet toimittajat tarjoavatkin pelkkiä senkan seurantaratkaisuja. ABB Ability™ Smart Melt Shop tarjoaa tämän lisäksi optimaalisen tavan tahdittaa sulatuserät ja senkan liikkeet sekä poistaa prosessien ja nostureiden aiheuttamat viiveet. Näin varmistetaan, että valuprosessissa on oikea lämpötila ja että senkkauunissa tai konvertterissa ei ole sulanlaskuviiveitä. Tämä on keskeinen lisäarvoa tuottava tekijä sekä yritykselle että sen asiakkaille.

Senkan olosuhteisiin ja ennakoituihin viivästyksiin perustuva lämpöhäviön ennuste antaa senkkauunin käyttäjille oikean arvion nostolämpötilasta. Näin voidaan varmistaa, että sulatuserät saavuttavat tavoitelämpötilan valussa, jolloin valunopeutta ja tuotantoa voidaan lisätä.

Ratkaisu sisältää monia esineiden internetin ominaisuuksia, sillä se yhdistää digitaalisesti kaikki terästehtaan prosessit ja liikkuvat laitteet ja seuraa kutakin erikseen. Lisäksi ratkaisu hyödyntää erilaisia algoritmeja tuotantoekosysteemin kehittämiseksi.

### Täysi näkyvyys senkan ja nosturin liikkeisiin

Mitä tarkoitamme älykkäällä sulatolla? Otetaan esimerkiksi Uber-taksit. Useat asiakkaat voivat olla samanaikaisesti taksin tarpeessa. He tilaavat taksin haluamaansa paikkaan sovelluksen avulla, jonka jälkeen Uber tarkastelee taksien saatavuutta kyseisellä alueella ja varaa tietyn taksin kullekin käyttäjälle.

Siirretään tämä malli terässulattoon, jossa nosturia tarvitaan noutamaan materiaali oikeaan aikaan monesta paikasta. ABB Ability™ Smart Melt Shop automatisoi senkan ja sulatuserän liikkeet seuraamalla niitä tutka- ja laserpaikannusteknologioilla. Tietoja täydennetään reaaliaikaista sijaintia seuraavalla kuvapohjaisella järjestelmällä, jonka jälkehen tiedot syötetään aikataulutussmalliin, joka automaattisesti määrittää ja ajoittaa nosturityöt. Nouto- ja pudotuspaikkatiedot ovat näytöllä käyttäjän nähtävillä.

ABB:n ratkaisu tuottaa siis todellista arvoa ja ulottuu pelkästään senkan seurannasta nostureiden ja sulatuserien aikataulutukseen ja lämpömallien ennustamiseen. Näin sulattojen toiminnot voidaan optimoida tavoitelämpötiloilla ja -nopeuksilla, jolloin myös senkkauunissa syntyy vähemmän valokaaria.

ABB:n seurantaratkaisussa ei ole antureita itse senkassa, vaan tutkapohjainen nosturin paikannustekniikka ja laserpohjainen siirtovauunun paikannustekniikka, jotka mahdollistavat senkkojen yksilöllisen seurannan. Niiden ansiosta laitteisto vie vähemmän tilaa ja säästää sekä aikaa että rahaa vähentämällä huoltotarpeita.

### Tuottavuus

Tällä hetkellä nostureita koordinoidaan manuaalisesti. Tyypillisesti jokainen prosessiasema on radiopuhelimitse yhteydessä operaattoriin, ja

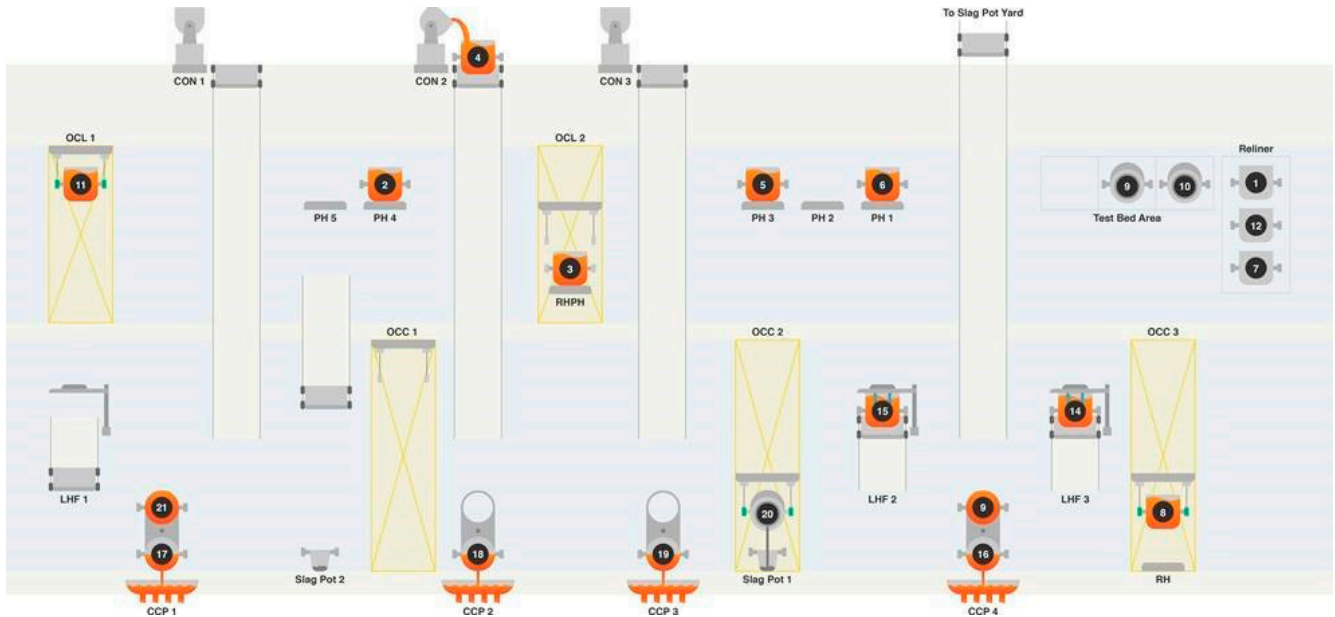


ABB Ability™ Smart Melt Shop visualisoi nosturin ja senkan liikkeitä.

prosessinhoitaja valvoo prosessia ja varmistaa, että jokainen asema saa tarvitsemansa materiaalin ajallaan. Manuaalinen koordinointi voi kuitenkin olla tehotonta ja johtaa sulanlaskuviiveisiin valokaariuunissa tai viivytyksiin senkan siirrossa jatkuvavaluun.

ABB:n automatisoituun nosturin aikataulutussmalliin, joka on osa ABB Ability™ Smart Melt Shop -ratkaisua, sisältyvät töiden enustus, reittien suunnittelu ja automaattiset kuittaukset optimaalista työnjakoa varten. Järjestelmä siis havaitsee nosturin tarpeen esimerkiksi valokaarisulatuksen päättyessä, luo työluettelon sekä lähettää nosturin oikeaan aikaan vanhojen ja nykyisten tuotantotietojen perusteella.

Näin pystytään tehostamaan toimintoja ja korvaamaan tehoton manuaalinen koordinointi synkronoidulla, kaikki sulaton tapahtumat keskitetysti havaitsevilla järjestelmällä. Ratkaisun on havaittu vähentävän huomattavasti sulanlaskuviiveitä ja lisäävän turvallisuutta senkan ja nosturin liikkeiden täyden näkyvyyden ansiosta. Automatisointi helpottaa myös nosturinkuljettajan työtä tehden siitä ennakoitavampaa.

### Energiätehokkuus ja turvallisuus

Tehokas lämpötilan säätely on ratkaisevan tärkeää valunopeuden maksimoimiseksi. Samalla voidaan alentaa valokaarisulatuksen lämpötilaa senkkaunissa ja näin ollen pienentää myös sähkölaskua. Alhaisempi lämpötila voi johtaa lämpöhäviöön valussa, kun taas korkeampi lämpötila vaatii valunopeuden hidastamista, mikä johtaa tuottavuuden heikkenemiseen.

Ensisijaisena tavoitteena senkan seurannassa ja nosturin aikataulutamisessa onkin tehdä siirrosta ja lämpöhäviöiden laskennasta tarkempaa. Järjestelmä ennustaa senkan odotus- ja matka-ajat, lämpöhäviön ja tavoitenostolämpötilan, jotta valunopeus voidaan pitää mahdollisimman suurena. Ratkaisun käyttöönoton myötä voidaan odottaa 4–5 prosenttia suurempaa valunopeutta.

Tuotannon optimoinnin lisäksi yllä kuvatut automatisoidut ratkaisut lisäävät pölyisen ja riskialttiin ympäristön turvallisuutta. Kuumen metallin lämpötila on yli 1 600 °C, joten kuumilla alueilla liikkumisessa on riskinsä. Uuden ratkaisun myötä henkilökunta voi visualisoida toiminnot turvallisesti ilmastoidusta valvomosta käsin näyttöjä ja tabletteja hyödyntäen.

Sovellus käyttää kaikkia alan standardiprotokollia ja on siksi helposti yhdistettävissä vanhoihin laitteisiin ja kolmansien osapuolten järjestelmiin. Sen lukuisia etuja ovat muun muassa parempi tuki päätöksenteolle, mahdollisuus suunnitella huoltotoimenpiteet tarkemmin, parempi vasteaika työmääräyksille sekä järjestelmän yleinen tehokkuus raporttien ja KPI-mittareiden ansiosta.

### Esimerkkitapaus: JSW Steel

Nämä ja muut hyödyt ovat jo nähtävissä Intiassa, jossa JSW Steel on asentanut ABB Ability Smart Melt Shopin osana Dolvi Worksin tehtaan laajennusta. Maaliskuussa 2021 valmistuneessa projektissa on parannettu terässulatun tuottavuutta ja energiatehokkuutta.

Innovaatioiden odotetaan lisäävän yhtiön käyttökatetta noin 2 miljoonalla dollarilla vuodessa. Tämän mahdollistavat neljä prosenttia suurempi valunopeus, yhden työpäivän kuukausittainen ajansäästö ja 24 000 tonnin vuotuinen lisätuotanto.

Tehdas hyötyy nyt toimintojen synkronoinnista, paremmasta kunnossapidon suunnittelusta sekä lisääntyneestä turvallisuudesta. Alhaisempi energiankulutus tarkoittaa sitä, että kulutustarvikkeita käytetään vähemmän erää kohden ja näin ollen myös hiilijalanjälki on pienempi.

### Teollisuus 4.0:n kehitys

Tämänkaltaiset innovaatiot ovat vasta alkua. Teollisuus 4.0 muuttaa monia teräksenvalmistuksen keskeisiä osa-alueita, ja ne toimijat, jotka kykenevät muokkaamaan toimintaansa näiden innovaatioiden pohjalta, kykenevät saavuttamaan huomattavaa kilpailuetua.

Jatkokehitystä lämpötilan optimoinnille sekä tuotantolinjojen tehokkuudelle tarjoavat edistyneet analytiikat, tekoäly ja koneoppimista hyödyntävät ennakoivat ratkaisut.

ABB:n digitaalisten ratkaisujen ja automaation portfolio kehittyä jatkuvasti mukautuakseen teräksenvalmistajien kohtamiin haasteisiin heidän tavoitellessaan tuotannon ja kannattavuuden lisäämistä ja kestäväen kehityksen tavoitteita. ▲



Ymmärrämme, että tarvitset kattavaa prosessitietoa laitoksen tehokkaan toiminnan varmistamiseksi.

# MITATTU ARVO + LISÄARVO

Voit tehdä tietoon perustuvia päätöksiä, joita tukee laaja valikoima palveluja ja ratkaisuja.

Eri teollisuusalojen asiakkaat ympäri maailmaa luottavat meihin. Yhteinen tavoitteemme on lisätä prosessien turvallisuutta, käytettävyyttä ja tehokkuutta. Olemme tukenasi laitoksen koko elinkaaren ajan.

People for Process Automation



Haluatko tietää lisää?  
[www.fi.endress.com/fi](http://www.fi.endress.com/fi)

Endress+Hauser



## GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä  
riskejä kattavalla  
3D-mallinnuksella!

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



### GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

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



### KALLIOMEKANIIKAN ASENNUKSET JA MITTAUKSET

#### Monitorointi

- Reaaliaikaiset mittausjärjestelmät – niin maan päällä kuin alla.

#### Jännitystilamittaukset

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



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

[www.grm-services.fi](http://www.grm-services.fi) | Antti Kivinen: 040-5394224 | [info@grm-services.fi](mailto:info@grm-services.fi)

# Kotimaiset 3D-tulostajat tuottamaan kaikkein vaativimpia kappaleita

MARKUS KORPELA

DIMECCin DREAMS-projekti kehittää suomalaista materiaalia lisäävää valmistusta kansainväliselle kärkitasolle. Yritysten ja Business Finlandin rahoittamassa 6 miljoonan euron projektissa luodaan tuhansia testikappaleita sisältävä materiaalitietopankki.

Materiaalia lisäävää valmistusta käytetään Suomessa vuosi vuodelta enemmän, mutta sen hyödyntämistä voidaan vielä kasvattaa huomattavasti. Nuorta alaa vaivaa standardoinnin puute sekä materiaalitekniikan erilaisuus perinteisiin valmistusmenetelmiin nähden. Asian korjaamiseksi DIMECCissa on käynnistetty vuoteen 2024 tavoitteet asettanut DREAMS-projekti (Database for Radically Enhancing Additive Manufacturing and Standardization). Siinä yritykset ja tutkimuslaitokset nostavat kotimaisen 3D-tulostusosaamisen kansainväliselle kärkitasolle.

Projektissa luodaan kattava ja avoin materiaalitietopankki tutkimalla noin 10 000 metallista testisauvaa, jotka valmistetaan erilaisilla 3D-tulostimilla eri tavoin. Tietopankin avulla korvataan alan standardien puutetta sekä helpotetaan metallien 3D-tulostamisen hyödyntämistä vaativimmissa sovelluskohteissa, joita projektissa myös tutkitaan.

## Mukaan 3D-tulostuksen kiihtyvään kasvuun

3D-tulostuksen globaali markkina kasvaa ennusteiden mukaan 10 miljardista eurosta yli 100 miljardiin euroon vuoteen 2030 mennessä. Suomella on yhä mahdollisuus päästä merkittävien tulostusmaiden joukkoon ennen kuin ennustettu kasvu toteutuu.

DREAMS on vuonna 2020 perustetun FAME-ekosysteemin (Finnish Additive Manufacturing Ecosystem) ensimmäinen suuri TKI-projekti.

”DREAMSin globaalistikin merkittävien toteutusten avulla pystymme nostamaan suomalaisen osaamisen kansainväliseen tietoisuuteen. Kotimaisen 3D-tulostuksen kehittäminen on tärkeää, jotta ala olisi tulevaisuudessa tuonnin sijaan vientipainotteista”, FAME-ekosysteemin johtaja Markus Korpela DIMECC Oy:stä sanoo.

3D-tulostus toteuttaa konkreettisesti myös teollisuuden digivihreää siirtymää mahdollistamalla entistä energiatehokkaampia teknisiä ratkaisuja.



Alumiinista 3D-tulostettu, vielä valmistusalustassaan kiinni oleva, yli puolimetrisen hydraulilohko samassa ajossa valmistettujen testikappaleiden kanssa

## Hyöty koko suomalaiselle teollisuudelle

DREAMS-projekti toteutetaan DIMECCin yhteiskehittämisen mallilla yritysten ja yliopistojen yhteishankkeena, jolloin saavutettava hyöty voidaan jakaa koko suomalaisen teollisuuden kesken.

”Laaja, teollisen verkoston kanssa suorassa yhteistyössä luotava materiaalityöntekniikan mahdollisuus luoda uutta tutkittua tietoa 3D-tulostettujen kappaleiden materiaaliominaisuuksista, niiden optimoinnista ja hallinnasta”, sanoo Oulun yliopiston FMT-tutkimusryhmän tutkimusjohtaja Antti Järvenpää.

DREAMSissa ovat mukana CITEC, Eloquent, Etteplan, Lillbacka Powerco, Patria, Raute, Vilpe, Wärtsilä, Oulun yliopisto, Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT ja Turun yliopisto. DREAMS-projektin rahoittavat Business Finland ja yritykset. ▲

## LISÄTIETOJA

Markus Korpela, FAME, ekosysteemi-johtaja, markus.korpela@dimecc.com, +358 40 840 5660  
www.fame3d.fi  
www.dimecc.com

TEKSTI: KAISA KAUKOVIRTA





**KIMMO JÄRVINEN**  
TOIMITUSJOHTAJA  
METALLINJALOSTAJAT RY  
P. 043 825 7642

## Miksi Suomen tulee olla erittäin aktiivinen ja yhteistyöhakuinen EU:n energiakriisin ratkaisujen etsinnässä

Olen tainnut muutamaankin kertaan moittia EU-komissiota hitaudesta päätöksenteossa jutuissani. Tällä kertaa on toisin. Kun Venäjä käynnisti hyökkäyksen Ukrainaan 24. helmikuuta tänä keväänä, niin komissio julkaisi kaksiosaisen REPowerEU-tiedonantonsa 8. maaliskuuta (vain 8 arkipäivää sodanjulistuksen jälkeen). Tiedonannossa keskitytään ratkaisemaan huippukalliin energian ongelmaa, irtautumaan Venäjältä tuotavasta energiasta sekä esitetään suunnitelma EU:n energijärjestelmän häiriönsietokyvyn parantamiseksi.

Tämä onkin aivan välttämätöntä, koska EU:n tuontikaasusta 90 % on peräisin Venäjältä, mikä vastaa yli 40 % EU:n kaasun kulutuksesta. Öljyn tuonnista Venäjän osuus on 27 % ja kivihiiilen tuonnista 46 %. Komission tavoitteena on lopettaa kaasun tuonti Venäjältä tämän vuosikymmenen loppuun mennessä.

Komissio esittää hätätilaan vedoten, että korkean kaasun hinnan takia voimakkaasti kallistuneelle sähkölle asetettaisiin tilapäinen hintakatto. Lisäksi komissio esittää, että ACER (Agency for the Cooperation of Energy) ryhtyisi selvittämään mahdollisuuksia muuttaa nykyistä marginaalihinnoitteluun perustuvaa sähkömarkkinamallia. Komissio perustelee ehdotuksia pienituloisten kotitalouksien ja energiavaltaisen teollisuuden ajautumisella kustannuskriisiin.

Mielestäni mahdollista hintakattojen asettamista tulisi harkita tarkoin ja ne tulisi asettaa selkeästi määräajaksi, sillä hintakatot romuttaisivat helposti kysyntään ja tarjontaan perustuvan sähkömarkkinamallin ja johtaisivat pahimmillaan puhtaiden energiainvestointien tyrehtymiseen ja vaikeasti hallittaviin markkinavääristymiin.

On myöskin vaikea nähdä, kuinka komission ehdotama tilapäinen windfall-vero (niille sähköntuottajille, jotka eivät kuulu päästökaupan piiriin ja jotka saavat ”ylimääräisiä” voittoja päästöoikeuden hinnan nousun

aiheuttamasta sähkön tukkuhinnan kallistumisesta) auttaisi alentamaan sähkön markkinahintaa. Verosta muodostuisi vain yksi vero muiden joukossa, jonka tuottoja komissio ei voi määrätä käytettäväksi energiaköyhyyden torjuntaan tai energiavaltaiten yritysten tukemiseen.

Kannatettavia ajatuksia ovat määräaikaisten valtiontukisäädösten mahdollistamat yritysten ja kuluttajien energiaköyhyyden torjumiseksi kehitettävät täsmätoimet ja sosiaaliset tulonsiirrot siten, että kaikki terveet yritykset ja kotitaloudet pystyvät selviytymään perushyödykkeiden hankinnasta. Tukien merkitystä ei tule väheksyä, sillä esimerkiksi Hollannin TTF-hubin hinta kaasulle on 127 €/MWh, kun vastaava Amerikan Henry-hubin hinta on 14 €/MWh. Sähkön hinta on kaasun hinnan nousun myötä noussut 200€/MWh tasolle. Tämä on rajoittanut erityisesti kierrätysmetallipohjaisten sähköuunien käyttöastetta ja sitä kautta haittaa vähähilisyystavoitteen saavuttamista.

Päästökaupan aiheuttaman sähkön markkinahinnan nousun kompensoimiseksi EU:n valtiontukien suuntaviivat antavat jo nyt jäsenmaille mahdollisuuden suunnata sähköistämistukea niille yrityksille, joiden katsotaan olevan erityisen alttiita hiilivuodon riskille. Komissio suosittelee kaikille jäsenmaille sähköistämistuen käyttöönottoa, ja Suomen hallituksen esitys eduskunnalle laiksi energiaintensiivisen teollisuuden sähköistämistuesta on erittäin tervetullut ja tarpeellinen toimenpide. Tosin laissa esitetty tukikatto 150 miljoonaa euroa ja tuen intensiteetti 25 % on nykytilanteessa ja -hinnoilla selvästi alimitoitettu. Oikean tuki-intensiteetin tulisi nykytilanteessa olla aikaisempi 50 % EU:n valtiontuen maksimista ja katon noin 300 miljoonaa euroa.

Tarpeellinen tukitoimenpide olisi eurooppalaisten vetyinvestointien saattaminen IPCEI-valtiontukien (important project for common European Interest) piiriin.

Tällä vauhditettaisiin tehokkaasti vedytalouden kehittämistä ja metallinjalostusteollisuuden vähähiiliratkaisujen investointeja.

Biometaanin tuotantoa EU:ssa ehdotetaan kaksinkertais-tettavaksi Fit-for-55 -paketin tavoitetasolta. Vedyn käyttöä lisätään Fit-for-55 -paketin 5,6 miljoonasta tonnista 15 miljoonaan tonniin vuoteen 2030 mennessä. Tästä 10 miljoonaa tonnia olisi tuontivetyä ja 5 miljoonaa tonnia EU-alueella tuotettavaa vetyä. Uusiutuvien energialähteiden lisäksi myös ydinvoimalla tuotettu vety tulisi hyväksyä. Uusi kaasuinfrastruktuuri kuten putket, varastot ja satamaterminaalit sekä rajat ylittävät kaasuyhteydet on rakennettava sellaisiksi, että ne soveltuvat myös vedylle.

Innovaatorahaston käyttöä on tarkoitus tehostaa teollisuuden sähköistämishankkeiden ja vetyteknologian käyttöönoton edistämiseksi. Tässä yhteydessä viitataan Carbon Contracts for Difference (CCfD)-mekanismin sallimiseen vähähiiliteknologioiden edistämiseksi. Vedytalouden kannalta on merkittävää, että investoinnit elektrolyysereihin on otettu mukaan Innovaatorahaston edistämiskohteiden joukkoon.

Komissio kehittää yhdessä Euroopan Investointipankin kanssa rahoitusmekanismeja, joilla voitaisiin tehokkaim-

min hyödyntää power purchase agreements (PPA) -sopimusmenettelyä uusiutuvien energialähteiden investointien kiihdyttämiseksi.

Ajatus siitä, että tuulivoimaloiden rakentaminen ja niiden kytkeminen sähköverkkoon katsottaisiin yleisen edun kannalta niin tärkeiksi hankkeiksi, että niillä olisi suosituimmuusasema suunnittelu- ja lupamenettelyissä vaatimustasosta kuitenkin tinkimättä, on kannatettava. Biomassan kestävyyskriteereiden kiristämisestä pitäisi luopua bioenergian käytön edistämiseksi. Lisäksi vaatimuksesta vedyn tuotannossa tarvittavan uusiutuvan sähköntuotannon lisäisyydestä pitäisi luopua. Jos 70 prosentin päästöjen vähennysvaatimus toteutuu, niin verkkosähkön käyttö vedyn tuotannossa olisi luokiteltava vihreäksi.

Komission odotetaan esittävän yksityiskohtaisemman suunnitelman toukokuun 18. päivänä, jolloin myös jäsenmaiden kannat olisivat selvillä. Suomen tulisi olla erittäin aktiivinen tämän uuden tukipolitiikan muotoilussa, jotta se edesauttaisi maamme kehittymistä ja nopeuttaisi siirtymistä hiilineutraaliuteen. ▲

# UUTTA KAUKHAN TÄYDELTÄ

## UUDEN SUKUPOLVEN KESKIRASKAAT

### CAT® -PYÖRÄ-KUORMAAJAT OVAT TÄÄLLÄ

ALANSA JOHTAVA  
POLTTOAINETALOUS

PIENEMMÄT YLLÄPITO-  
KUSTANNUKSET

PARANNETTU  
MUKAVA OHJAAMO

Vaivattomuutta ja turvallisuutta  
Easy Service -huoltopalvelulla!



LET'S DO THE WORK.™

www.avesco-cat.fi

Uudet palvelunumeromme:  
Huollon ajanvaraus 020 111 5600  
Varaosamynti 0800 12280  
Tekninen tuki 020 111 5757

M-sarjasta tutut ominaisuudet, tuottavuus ja suorituskyky sekä paljon muuta siirtyä uuden sukupolven 980, 980 XE, 982 ja 982 XE pyöräkuormaaja mallistoon.

Täysin uudet Cat® 980XE ja 982XE Next Gen -pyöräkuormaajat nostavat tuottavuuden aivan uudelle tasolle – ja se näkyy viivan alla.

Kysy lisää omalta Cat -myyjältäsi!

avesco CAT





**PEKKA SUOMELA**

KIRJOITTAJA ON KAIVOSTEOLLISUUS RY:N  
TOIMINNANJOHTAJA

## Raaka-aineiden merkitys alkaa valjeta Euroopalle

Pula raaka-aineista alkaa näkyä jo suomalaistenkin kuluttajien arjessa. Suomella on kiire tehdä uudet raaka-ainelinjaukset.

Monessa suomalaiskodissa teinit ovat purkaneet harmiaan, kun uusia pelikonsoleita ei ole löytynytkään niin nopeasti kuin oli toiveena. Myös tietokoneiden komponenttien saamisessa on ollut ongelmia. Samoin useat autovalmistajat ovat ilmoittaneet toimitusajaksi noin 12 kuukautta.

Nämä ja monet muut esimerkit kertovat, että ylityölläisyyteen tottunut maailma on ajautunut yhtäkkiä tavarapulaan. Pulan takana ovat muun muassa globaalin pandemian aiheuttamat logistiset ja tuotannolliset ongelmat sekä tuotannon keskittyminen niin, että häiriöt yhdessä tuotantolaitoksessa näkyvät kaikkialla. Monista raaka-aineista käydään ennennäkemätöntä kisa.

### Rauha tulee, ongelmat jäävät

Venäjän hyökkäys Ukrainaan pahentaa ongelmia edelleen. Sota itsessään vaikeuttaa monien raaka-aineiden saamista, ja kauppapakkotteet syventävät ongelmia.

Ainakin jonkinlainen rauha syntyy varmasti jonain päivänä. Valitettavasti ongelmat eivät kuitenkaan katoa, vaikka rauha julistettaisiin tänään. Poliittiset jännitteet tulevat todennäköisesti pysymään vuosikausia. Eri talusblokkien väliset kiistat voivat vähentää kansainvälistä kauppaa useiksi vuosiksi.

Raaka-aineiden kysyntä kasvaa kohinalla, mutta raaka-ainevirrat voivat kääntyä yhtäkkiä eri suuntiin. Esimerkiksi Kiina ja Venäjä ovat hankkineet vahvaa jalansijaa Afrikassa. Se voi tarkoittaa haasteita eurooppalaiselle teollisuudelle, ja haaste voi olla jopa lievä ilmaisu.

Pula raaka-aineista tulee todennäköisesti näkymään yhä enemmän kauppojen hyllyillä ja hyllyjen vieressä olevissa hintalapuissa. Kun ilmiö näkyy kirkkaasti elintarvikehyllyillä, ollaan jo vaarallilla vesillä. Silloin viimeisetkin rippeet Pax Euroopaeasta karisevat.

### Raaka-aineiden saanti nostettava politiikan keskiöön

Poliittisessa keskustelussa on puhuttu sodan alettua paljon energiasta, mikä onkin tärkeää keskustelua. Sen sijaan raaka-aineiden saamisesta on keskusteltu pienemmällä äänellä, vaikka tema on yhtä tärkeä. Nyt olisi aika nostaa raaka-aineet politiikan keskiöön.

Vastuullinen raaka-ainepolitiikka tarkoittaa esimerkiksi sitä, että kehitämme omaa tuotantoamme mahdollisimman nopeasti. Toki se tarkoittaa myös sitä, että tuota kehitystyötä tehdään vastuullisesti.

Lupapolitiikan nopeuttaminen on aivan välttämätöntä, jos haluamme saada vauhtia omaan raaka-ainetuotantoomme. Nykyi-

sin kaivoksen lupaprosessi kestää helposti lähes kymmenen vuotta.

Suomi ei luonnollisestikaan voi nojata yksin kotimaiseen raaka-ainetuotantoon. Oma raaka-ainetuotanto vahvistaa kuitenkin sekä huoltovarmuutta että asemaamme kovenevassa raaka-ainekisassa. Poliittisten päättäjien täytyy ymmärtää, että kyse ei ole vain kaivokista. Kyse on koko mineraaliklusterista, kuluttajien perustarpeista kuten puhdas vesi ja elintarvikkeet sekä koko eurooppalaisen, modernin elämän mahdollistamisesta. ▲



**RF VALVES**  
Advanced technology and inspired design to meet tough conditions

**RF Valves, Oy.**  
Tullitie 9,  
53500 Lappeenranta, Finland  
Tel: +358-20-758-1790  
Fax: +358-20-785-1799  
email: rfvalves@rftek.fi  
www.rfvalve.com

www.rfvalve.com

# Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut

## Osa 20. Hipsu matkaa uuteen maailmaan

Hipsu oli jättänyt tasapainomaan tarkoituksenaan etsiä mahdollisia hiili- ja vetyatomien muodostamia yhteisöjä. Tavattuun varhaisemmilla matkoillaan amorfisen hiilen yhteydessä vetyatomeja se oli nähnyt, että hiili- ja vetyatomit tunsivat jonkinlaista vetoa ja sympatiata toisiaan kohtaan. Hipsu halusi nähdä, voisiko tuosta sympatiasta kehittyä sellaisia yhteisöjä, joissa se voisi tuntea olevansa kotonaan.

Hipsu taivalsi määrätietoisin askelin eteenpäin. Vaikka matka pois päin tasapainomaasta olikin keskimäärin ylämäkeä, se ei Hipsun tahtia haitannut. Se ylitti energiakukkuloita, vaelsi energialaaksoissa ja koetti parhaimman kokemuksensa mukaan noudattaa matalimman energiatilan reittejä edetessään.

Ongelmaksi muodostui lähinnä se, ettei Hipsu tiennyt, mistä matkan tavoitteina olevia mahdollisia hiili- ja vetyatomien yhteisöjä pitäisi etsiä. Vetyatomeja ei ympäristössä juurikaan näkynyt, levottomia kun olivat ja karkailivat kaksittain taivaalle heti toisensa tavatessaan.

Hipsun tapaamista hiiliatomeistakaan ei ollut juurikaan apua; ne pitivät koko ajatusta vetyatomien kanssa kaveeraamisesta vähän outona. Ylipäätään yksittäisiä hiiliatomeja liikkui Hipsun reitin varrella varsin vähän. Valtaosa niistä oli sitoutuneena Hipsun jo aiemmin kohtaamiin hiilen massiivisiin olomuotoihin tai sitten ne piilottelivat jossakin Hipsun silmiltä piilossa.



Eräänä päivänä Hipsu oli jäänyt levähtämään energiakukkulan rinteelle lähelle laakson pohjaa. Laakson pohja oli kovin kostea. Vesi ei päässyt virtaamaan pois laaksosta, vaan muodosti pohjalle suon, jossa siellä täällä kiilui pieniä vesilätäköitä. Levätessään tyyneessä säässä Hipsu näki, että vesilammikoiden pinnalle kohosi silloin tällöin kuplia, jotka puhkesivat ja pinta rauhoittui odottamaan seuraavien kuplien nousua.

Luonnostaan uteliasta Hipsua nuo kuplat alkoivat kiinnostaa. Mitä niiden mukana vedestä nousi ja mihin se meni? Hipsu koetti terävöittää katsettaan, mutta ei nähnyt mitään, mikä olisi tullut kuplien mukana vedestä. Hipsu päätti käyttää erikoiskykyään, hankkiutui aivan veden ääreen ja pienensi kokonsa niin, että saattoi tarkastella ympäristöään atomitasolla.

Ja kuinka ollakaan, seuraavan kuplan puhjetessa riittävän lähellä Hipsu näki, että vedestä nousi useita yksittäisiä hiiliatomeja, joihin kuhunkin oli kiinnittynyt kokonaista neljä vetyatomia. Jokainen hiiliatomin ja neljän vetyatomien kokonaisuus oli itsenäinen ja liikkui vapaasti muista samanlaisista kokonaisuuksista riippumatta.

Valitettavasti vain kävi niin, että neljän levottoman vetyatomien nostovoima riitti vetämään vastaan hangoittelevan hiiliatomin mukanaan taivaalle. Kuplan puhjetessa Hipsu ei ehtinyt edes tervehdyä hihkaista hiiliatomeille, kun viiden atomin ryhmät jo katosivat sen näkyvistä siniseen avaruuteen.



"Uusi kumppani selitti Hipsulle, että elolliset oliot olivat kasveja ja eläimiä, jotka kykenivät kasvamaan ja muuttamaan yhä uusien atomien liityessä niihin ja muodostaessa olioita koossa pitäviä ja niiden elintoimintoja ylläpitäviä ryhmittymiä."



Hipsun pohtiessa kiivaasti, miten se pääsisi jututtamaan noissa atomiryhmissä olevia hiiliatomeja nousi tuuli, joka puhalsi suolta kohti Hipsua. Tuulen mukana ajautui useita kauempana puhjeneista kuplista vapautuneita atomiryhmiä kohti Hipsua. Hipsu piti varansa ja kun yksi ryhmä lipui ohi tarpeeksi läheltä, Hipsu hypähti ja tarrasi sidokäsivarrellaan hiili- ja vetyatomien väliseen sidokseen.

Ilokseen Hipsu huomasi, että ryhmään liittynyt ylimääräinen paino riitti juuri ja juuri pitämään koko ryhmän maan pinnalla. Hipsu nappasi kuitenkin toisella sidokäsivarrellaan varmuuden vuoksi kiinni lähimmästä maan pinnan atomista ja ankkuroi siten ryhmän lujasti maahan. Siten se pääsi rauhassa jututtamaan kiinni sieppaamaansa ryhmään kuuluvaa hiiliatomeja taivaalle haluavien vetyatomien pyrkimyksistä huolimatta.

Asiaan kuuluvien tervehdysten jälkeen Hipsu sanoi, ettei se ollut koskaan aikaisemmin tavannut tuollaista hiili- ja vetyatomien muodostamaa yhteisöä ja kysyi, mistä tuo yhteisö oli peräisin. Uusi hiiliatomituttavuus selitti, että yhteisö muodostui veden alle joutuneiden elollisten olioiden kuten kasvien ja eläinten jäännöksistä niiden hajaantuessa hapettomassa tai vähähappisessa tilassa. Yhtenä hajaantumistuotteena syntyi näitä ryhmittymiä, jotka sitten matkasivat taivaalle ja jäivät seilaamaan avaruuteen.

Aluksi Hipsu ei ymmärtänyt ollenkaan uuden kumppaninsa puhetta. Mitä ne sellaiset elolliset oliot olivat, miksi hiiliatomit hakeutuivat niihin ja mikä rooli niillä siellä oli? Kärsivällisesti uusi kumppani selitti Hipsulle useampaankin kertaan, että elolliset oliot olivat kasveja ja eläimiä, jotka kykenivät kasvamaan ja muuttamaan yhä uusien atomien liittyessä niihin ja muodostaessa olioita koossa pitäviä ja niiden elintoimintoja ylläpitäviä ryhmittymiä.

Uusi kumppani selitti myös, että hiiliatomeilla ja niiden muodostamilla ketjuilla tai renkailla oli keskeinen merkitys noille elollisille olioille. Hiiliketjuihin ja -renkaisiin liittyneet vety-, typpi-, happi- ja monet muut atomit muodostivat olioita koossa pitäviä ja liikuttavia rakenteita. Ylipäättään nuo atomiryhmittymät mahdollistivat olioiden toiminnan elollisina yksiköinä.

Aina kuitenkin hiiliatomit ja niiden ketjut sekä renkaat olivat näiden ryhmittymien ja niiden muodostamien rakenteiden keskeisin perusyksikkö. Rakenteiden hajaantuessa olion elinkaaren päätyttyä niistä muodostui muun muassa näitä yksinkertaisia taivaalle karkaavia hiili- ja vetyatomien yhteisöjä, jollaisen Hipsu oli onnistunut nappaamaan kiinni nopealla toiminnallaan.

Vähitellen Hipsulle valkeni, että sen eteen oli avautunut kokonaan uusi, elollisten olioiden maailma. Tähän asti se oli vaeltanut elottomien metallien, mineraalien ja muiden materiaalien parissa. Nyt se katsoi uusin silmin ympärilleen. Hipsu oivalsi pian, että valtaosan maailman hiiliatomeista täytyi olla sitoutuneina erilaisiin elollisiin yhteisöihin ja että tämä sille uusi maailma sisälsi mittaamattoman määrän mahdollisuuksia uusiin seikkailuihin, kokemuksiin ja elämyksiin.

Hipsu hihkasi innosta, päästi kiinni pitelemänsä atomiryhmittymän seikkailemaan taivaalle ja suunnisti kohti elollisen maailman seikkailuja. Koska me emme ole elollisen maailman hyviä asiantuntijoita, meidän on parempi päästää Hipsu jatkamaan yksinään ikaikaista etsintäänsä. Emme kuitenkaan sano Hipsulle hyvästi, vaan näkemiin. Emmehän voi tietää, milloin polkumme taas risteävät ja Hipsu tulee vastaamme vaikkapa haukkaamassamme omenassa tai varpaankyntemme alle piiloutuneena. ▲

## 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

## Olisiko taas teollisen ekologian aika?

Tein 2000-luvun alussa väitöskirjatutkimusta Kuolan niemimaan kaivosteollisuuden rikki- ja raskasmetallipäästöistä. Yhtenä ratkaisumallina päästöongelmiin oli tuolloin USA:ssa ja Euroopassakin muodikas teollinen ekologia, jonka tavoitteena on optimoida jäte- ja sivuvirtojen hyötykäyttöä useiden eri teollisuuslaitosten välillä. Tutkimustyön iso yllätys oli, että Kuolan teollisuudella oli jo 1970-luvulta lähtien ollut erittäin pitkälle vietyjä teollisen ekologian malleja rikki-dioksidin ja nefeliinijätteen hyödyntämiseksi fosforihapon ja portlandsementin tuotannossa. Tuloksena olisi ollut lähestulkoon suljettu kierto, jolla alueen päästöt (1980-luvun lopussa noin kymmenen kertaa koko Suomen rikkipäästöt) olisi saatu 90-prosenttisesti talteen. Ongelma oli kuitenkin byrokratiassa: neuvostojärjestelmän oppien mukaisesti metallien ja lannoitteiden tuotantoa ohjasivat eri ministeriöt tiukkoine tuote- ja tuotantoraameineen, eikä näiden ulkopuolelle passannut astua. Tällä tavoin järjestelmä suoraan pakotti toimijat tuotamaan valtavia määriä jätettä niin ilmaan, veteen kuin maaperäänkin. Neuvostoliiton romahdettua ketään taas ei kiinnostanut. Päästöt puolittuivat kuin itsestään tuotannon supistuttua, eikä portlandsementillekään oikein ollut enää tarvetta.

Tarina palautui mieleeni, ei ainoastaan Ukrainan sodasta seuraavan nikkelin hinnannousun takia, vaan eurooppalaisten toimijoiden vaikeudesta tehdä sektorit ylittävää yhteistyötä teollisten sivuvirtojen hyödyntämisessä. Nyt jos milloinkaan teolliselle ekologialle olisi iso tarve teollisuuden raaka-ainepaineita helpottamaan. Kuitenkin lähestulkoon kaikki teollisen ekologian kansalliset ja alueelliset aloitteet ovat viimeisen 20 vuoden aikana kuivuneet kokoon, kun niihin pumpattu julkinen raha loppuu. Näin kävi niin brittien NISP-ohjelmalle kuin samaan malliin tehdylle suomalaiselle FISS-ohjelmallekin. Miksi sitten teollisen ekologian mukaisen yhteistyön luominen on niin vaikeaa? Päätin kysyä asiaa Boliden Minesin tutkimuspäällikkö Anders Sandilta. Hänen mukaansa yhteistyön haasteet kiteytyvät kah-

teen syyhyn: yhteistyön ennakoimattomuuteen ja regulaation jäykkyyteen.

Ennakoitavuus ja vakaa toimintaympäristö ovat onnistuneen teollisuusliiketoiminnan peruskiviä. Kun lähdetään jakamaan sivuvirtoja muiden kanssa, ennakoitavuus heikkenee. Jos vaikkapa kuparisulatto ostaa sähkö- ja elektroniikkajätettä raaka-aineeksi, on ostajan vaikea hahmottaa, minkä verran arvonnisää myyjä tuo kierrätysmateriaaleihin, millainen ansaintalogiikka heillä on, ja minkä arvoinen jäte tai sivutuote on raaka-ainetoimittajalle. Jos taas teollisuusyritys myy sivuvirtaa asiakkaalle, ei asiakas välttämättä halua ajaa prosessiaan raaka-ainetoimittajan toivomalla tavalla, jos valittavissa on paremman kannattavuuden tarjoava syöte. Raaka-ainetoimittajan näkökulmasta sivuvirrasta pitäisi tietenkin saada ennakoitavissa oleva ja paras mahdollinen korvaus.

Toinen sivuvirtojen toimittaja-asiakassuhteeseen liittyvä haaste on, että jäte muuttaa ajan myötä luonnettaan: esimerkiksi matkapuhelimien metallisisältö melkein tuplaantui vuosien 2000 ja 2010 välillä ja on sen jälkeen pudonnut noin neljänneksen. Tämä lisää ennakoinnin vaikeutta sivuvirtakaupassa. Jos lisäksi yhteistyökumppani muuttaa prosessiaan, on kaikkien samassa kierrätyspiirissä olevien muutettava omaansa. Tämä lisää yrityksen haavoittuvuutta ja edellyttää varasuunnitelmaa – mistä saadaan korvaava raaka-aine, jos jostain syystä ei saadakaan sivuvirtaa prosessoitavaksi tai ainakaan oikeilla spekseillä? Yhtenä ratkaisuna ovat Anders Sandin mukaan kierrättäjät ja muut välittäjäfirmat, jotka takaavat tasaisen laadun. Nouryon Äänekoskella tai Borregaard Norjassa ovat hyviä esimerkkejä välituotefirmoista, jotka pystyvät optimoimaan myös sivutuotteiden hyötykäyttöä.

Regulaation osalta puolestaan jätemääritelmät ja sivutuotteiden kriteerit vaikeuttavat usein hyötykäyttöä. Rikastushiekka on hyvä esimerkki regulaation toimivuudesta niin kauan kuin hiekkoja ei oteta hyötykäyttöön. Läjitetyn rikastushiekan verokohtelu on teollisuudelle kevyttä, mutta on vaikeaa ennakoida mitä tapahtuu, jos rikastushiekkoja aletaan

jalostaa merkittävästi toiseen muotoon. Eri-tyisesti prosessissa syntyvä jäte, jonka määrä saattaa olla suurikin, voidaankin todeta veron tai maksujen alaiseksi jätteeksi. Tällöin teollisuudella on vain vähän kannustimia ottaa arvoaineita hyötykäyttöön. Joissain tapauksissa sivutuotteiden kriteerit ja luokittelu taas ovat liian jätkeä, koska luokista ei voi poiketa. Hyvänä esimerkkinä ovat Sandin mukaan kalsiitti ja dolomiitti, joita voitaisiin käyttää hyödyksi sementin valmistuksessa. Näiden tuotteiden rikkipitoisuudelle on kuitenkin rakentamismääräyksissä tiukat rajat. Syynä on se, että kalsiitin ja dolomiitin sisältämien sulfidien hapettuessa sulfaateiksi rakennusmateriaaleihin syntyy jännitteitä, jotka puolestaan saattavat johtaa halkeamiin. Osassa Bolidenin kaivoksilta saatavissa sivuvirroissa rikki on jo valmiiksi sulfaattimuodossa, jolloin riskiä rakennusmateriaalien vaurioitumiselle ei ole. Rakentamismääräyksissä on rikille kuitenkin vain yksi raja, riippumatta siitä millaisena yhdisteenä se esiintyy.

Yhteisten liiketoimintamallien kehittäminen sivutuoteteollisuuteen ja regulaation säätäminen sivutuotteita kehittävään suuntaan ovat varmasti rahanarvoisia kehitystoimia myös jatkossa. Uudistuvan rakentamislain myötä sivuvirtoihin perustuvat rakennusmateriaalit toivottavasti tulevat entistä paremmin käyttöön. ▲



TEKSTI: OLLI SALMI





PERTTI VOUTILAINEN

## Totuus ja valhe

Meillä tunnetaan hyvin venäläisen Vladimir Vysotskin kirjoittama ”Ystävän laulu”. Sen rinnalle kannattaa nostaa saman tekijän ”Totuus ja valhe”-teos, jonka sanoma on tänään kovasti ajankohtainen. Runo kertoo siitä, kuinka valhe totuuden kaapuun pukeutuneena kulkee ympäriinsä ja levittää väärää tietoa. Saman menetelmän kannalla oli aikanaan Lenin, joka opetti, että kun valheen kertoo kymmenen tuhatta kertaa, se kuulijan korvissa alkaa kuulostaa totuudelta. Näin tuntuvat ajattelevan Kremlin palatsissa istuvat johtajat tänäänkin.

Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen uskoin, että Venäjä voi kehittyä demokraattiseen suuntaan. Pettymys on suuri. Pakko on tunnustaa, että monen muun lailla olin ollut naiivi. Sodan aloitettuaan Venäjä menetti luottamuksensa ja sulki itsensä kansainvälisen kanssakäymisen ulkopuolelle pitkäksi aikaa. Hylkiövaltioksi.

Kun aikanaan paljon matkustin Neuvostoliitossa, opin tuntemaan pääasiassa mukavia ihmisiä. Yhdessä asiassa he kuitenkin poikkesivat meistä suomalaisista. Samalla kun he ihailivat läntisen maailman saavutuksia, he koko ajan epäilivät, että emme kerro totuutta, vaan yritämme sumuttaa heitä. Keskustelukumppanin sanaan ei täysin luotettu. Tämän tulkitsen heijastavan erilaista suhtautumista totuuden ja valheen väliseen rajaviivaan. Venäjällä se on häilyvämpi kuin meillä. Oli helppoa huomata, että järjestelmä oli mätä eikä se tuottanut kansalaisille hyvää.

Täysin käsittämättömiä ovat Venäjän johdon julkisuuteen välittämät tiedot Ukrainassa käytävistä taisteluista. Heidän kertomansa mukaan sotaa ei ole olemassakaan. Jos sellaista erehtyy väittämään, voi saada viidentoista vuoden tuomion. Totuuden kertominen käy kalliiksi.

Sota on aina raakaa, mutta erityisen julmalta vaikuttaa se, mitä saamme päivittäin tietää Ukrainan tapahtumista. Sotarikoksiksi luokiteltavia tekoja tapahtuu joka päivä. Presidentti Niinistö osui asian ytimeen todetessaan, että kun naamiot riisuttiin, paljastuivat sodan rumat kasvot. Viha on negatiivinen käsite, mutta en mitään voi sille, että nyt vihaan. Julma sota keskellä Eurooppaa vuonna 2022 on käsittämätön asia. En lähde arvailemaan, kuinka tämä hulluus aikanaan päättyy. Ukrainan joukot taistelevat urhoollisesti ja hyökkääjä kohtaa odotettua kovempaa vastarintaa. Puolustaja suojelee omaa kansaansa ja sen tulevaisuutta. Hyökkääjä tuskin tietää, miksi hänet on määrätty sotarintamalle. Tällainen motivaatioero on ratkaisutonta sota syyttömän hyväksi. Toivottavasti näin käy tässäkin tapauksessa.

Kirjoitan tätä huhtikuun alussa. Kun saat tekstin luettavaksesi, moni asia on ehtinyt muuttua. Sopii toivoa, että asiat kehittyisivät positiiviseen suuntaan, mutta jo nyt on saatu aikaan vahinko, jonka korjaaminen kestää kauan. Monen sukupolven ajan Venäjää tullaan kohtelemaan hylkiönä. Sen kohtalon maa on itse ansainnut, mutta huono asia se on koko maailmalle. Ja sitä se on ennen kaikkea Suomelle.

Pandemian hellittäessä olimme jo alkaneet elätellä toivoa paranevasta taloudesta. Ne haaveet joutuivat romukoppaan, kun Putin antoi hyökkäyskäsänsä. Vuosia peräänkuulutetut toimet talouden pohjan vahvistamiseksi tulivat entistäkin tärkeämmiksi. Perusvika on, että jatkuvasti syömme enemmän kuin tienamme. Kovasti ilahduin, kun lehdestä luin, että valtiovarainministerimme oli uskaltanut esittää arvion, että meidän on pakko lähivuosina hyväksyä elintasomme aleneminen. Tällaista ei poliitikko ole koskaan ennen tunnustanut. Mutta selvään on, että jos työemme tuottaa tulosta vähemmän kuin kulutamme, on työtä pakko tehdä enemmän. Ja palkkoja, eläkkeitä ja muita etuja on alennettava, kunnes tasapaino saavutetaan. Markkinatalous kyllä armottomasti hoitaa asiaa kuntoon työttömyyden kautta. Se on tuskallinen tie. Yhteistyöllä asiaa voisi helpottaa. Näistä mielipiteistä tiedän saavani turpiin. Mutta yrittäkää keksiä parempi keino. Väitän, että olette heikoilla, jos sellaisen uskotte löytävänne.

Hallituksen kehitysriihi puitiin tänä vuonna nopeasti. Se oli hyvä uutinen siinä mielessä, että puolueet olivat yksimielisiä suurista satsauksista turvallisuuteen. Mutta jäivätkö säästötoimet hoitamatta? Siitä olen kovasti huolissani. Edestämme ne joka tapauksessa löydämme. Sellainen on nyt maailman meno joka tapauksessa.

Viime vuodet ovat opettaneet, että ikäviä tapahtumia emme pysty ennakoimaan. Ei kukaan arvannut pandemian ja sodan syttymistä. Monen olen kuullut väittävän, että tästä syystä niihin ei pystytä varautumaan. Väitän, että pystytään. Jos talous pidetään ylijäämäisenä niin lihavana kuin laihoinakin vuosina, ulkoiset shokit eivät meitä saata vaaraan. Lähitulevaisuuden lääkkeeksi neuvon hidastamaan maailman pelastamiseksi suunniteltuja toimia. Ei maailma suistu raiteiltaan, vaikka ilmasto vielä muutamia vuosia joutuisi odottamaan korjaustoimia. Mutta mistä löytyisi poliittinen rohkeus korjaustoimiin. ▲

\*\*\*\*\*  
Riemullisia loppukevennyksiä on näissä oloissa vaikea esittää, mutta Venäjän laivastolle lausun kuitenkin: BOT-TOMS UP!

Maailman  
parasta kuparia,  
tehty Porissa.

Nordic  
Copper

Nordic  
Brown



Aurubis Finland Oy  
Aurubis.fi  
Nordiccopper.com



# FinMeas



## YMPÄRISTÖ- JA PATOTARKKAILUJÄRJESTELMÄ

- Reaaliaikainen mittatietojen hallinta
- Automaattinen laskenta, raportointi ja ennusteet mm. vesistö päästöjen kumulatiivisille kertymille

*Tutustu myös  
vesienhallinnan  
työkaluihimme.*



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



Recognized pioneer  
in eco-friendly  
exploration & drilling

Safe Discovery Award –  
Innovation  
granted by Anglo  
American Plc.

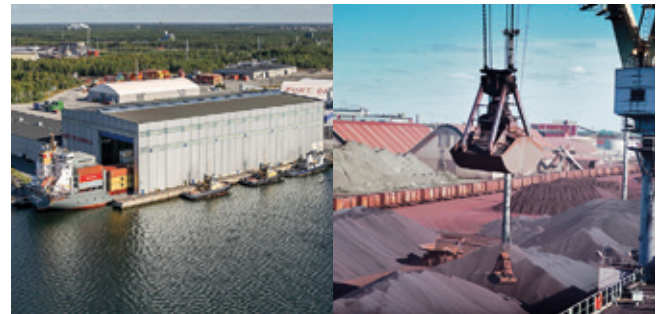
ISO 14001 Environmental  
Management System  
since 2004

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](http://www.oykatiab.com)



## Welcome to the Port of Kokkola

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



**PORT OF  
KOKKOLA**







Kuva 1. Simo Hyvönen aukaisee kaivostäyttökappaleiden muotteja ja tekee puristuslujuustestejä Savonia-ammattikorkeakoululla.

SOILI SOLISMAA, GTK

# KOVE-PRO - projekti kiertotalouden asialla

Kovettuvat kaivostäytöt (KOVE-PRO) -projektissa tutkittiin kuivatun rikastushiekan, pastan, hyötykäyttöä sementoituna täyttömateriaalina kaivosten maanalaisissa louhostiloissa. Projektissa kehitettiin myös palvelukonseptia kovettuvien kaivostäyttömateriaalien lujuus- ja ympäristöominaisuuksien arviointiin.

**O**ptimaalisen reseptin löytäminen kovettuvalle kaivostäytölle on monisyinen tehtävä. Tavoitteena on mahdollisimman helposti pumpattava, ympäristöystävällinen, stabiili, lujuusominaisuuksiltaan kohteen kriteerit täyttävä ja kohteen vaihtuvia olosuhteita hyvin kestävä kovettuva kaivostäyttömateriaali. Haasteeseen tartuttiin kolmivuotisessa Euroopan aluekehitysrahaston rahoittamassa, Savonia-ammattikorkeakoulun ja Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) KOVE-PRO -yhteisprojektissa. Yrityskumppaneita projektissa olivat Agnico Eagle Finland Oy, Kuopion Energia Oy, Finnsementti Oy, Yara Suomi Oy, Normet UK Ltd ja Endominex Oy, jotka myös osallistuivat hankkeen rahoitukseen.

KOVE-PRO - projektissa tutkittiin, miten materiaali reagoi kaivostoiminnan aikana, ennen kaivoksen sulkemista ja täyttymistä vedellä. Samalla tutkittiin täyttömateriaalissa käytettävän sementin määrän vähentämistä ja sen korvaamista kuonalla sekä täyttömateriaalien reaktioita olosuhdekaappiin simuloituissa kaivosolosuhteissa. Lisäksi tutkittiin rikastushiekan stabilointiominaisuuksia se-

kä pastan pumpattavuusominaisuuksia. Tavoitteena oli myös kehittää palvelukonsepti kovettuvien kaivostäyttömateriaalien lujuus- ja ympäristöominaisuuksien arvioimiseen.

## Hyötyjä ja haasteita

Kovettuva kaivostäyttö koostuu rikastushiekasta, vedestä sekä sideaineesta, joka on yleensä sementtiä. Rikastushiekka on kairannaisjäätettä, joten sen hyödyntäminen on ympäristöystävällistä, taloudellista ja edistää kiertotaloutta. Samalla maan päälle varastoitavan rikastushiekan määrää voidaan pienentää. Kovettuvan kaivostäytön käyttö mahdollistaa myös malmin tehokkaamman hyödyntämisen ja uusia louhintavaihtoehtoja, koska louhostiloja varten ei välttämättä tarvita yhtä suuria malmikivestä koostuvia tukipilareita pastatäytön toimiessa tukirakenteena.

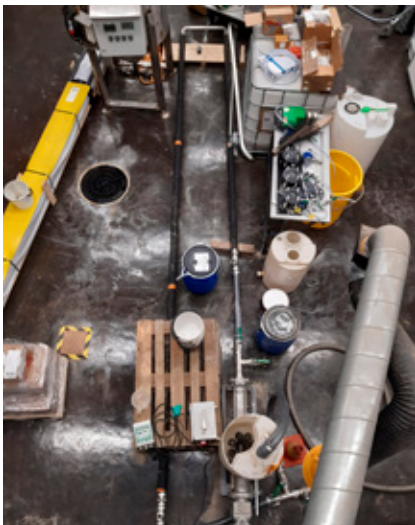
”Maanalaisessa kaivostoiminnassa hyödynnetään enenevässä määrin kovettuvia kaivostäyttöjä, ja trendi on nähtävissä Suomessakin”, toteaa tutkimusprofessori **Tommi Kauppila** GTK:sta. Kaivostäytössä sideainena yleisesti käytettävän sementin valmistaminen kuluttaa kuitenkin paljon energiaa ja

aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä. Koska kyse on suurista tilavuuksista, sementin määrän vähentäminen ja sen korvaaminen vähempipäästöisillä sekundäärisillä raaka-aineilla vaikuttaa kaivoksen hiilijalanjälkeen.

Kovettuvan kaivostäytön reseptiä laadittaessa tulee ottaa huomioon monia tekijöitä. Täytön tulee kestää hyvin erilaisia olosuhteita, sillä kaivos saattaa olla käytössä kymmeniä vuosia ennen kaivoksen sulkemista ja täyttymistä vedellä. Tänä aikana kovettuvan kaivostäytön materiaali on alttiina hapellisille olosuhteille ja se voi altistua erilaisille reaktiivisille suotovesille.

Jokainen kaivosympäristö ja kaivos on erilainen, ja niiden tarpeet kovettuvien kaivostäyttöjen suhteen ovat yksilöllisiä. Rikastushiekan ja kaivostäytön valmistuksessa käytettävän prosessiveden ominaisuudet vaihtelevat kohteittain. Käytettäessä vielä erilaisia sideaineskombinaatioita voidaan todeta, että valmiita bulkkiratkaisuja ei ole, vaan jokainen kohde tulee tutkia erikseen.

Rikastushiekasta, sideaineesta ja vedestä valmistetun pastan pumpattavuusominaisuudet ovat myös ensiarvoisen tärkeitä, jotta täyttö saadaan mahdollisimman sujuvasti



Kuva 2. Flow loop -testausjärjestelmän prototyyppi

pumpatuksi pastalaitokselta kaivokseen. Patenttiratkaisua ei siis ole, vaan tarvitaan tutkimusta jokaiselle kohteelle erikseen.

### Monipuolisia tutkimuksia

KOVE-PRO -projektin tutkimukset lähtivät käyntiin lähtöaineiden karakterisoinnilla. Niistä tutkittiin mineralogia ja raekoko, tehtiin kemialliset uutot ja liukoisuuskokeet sekä määritettiin huokosveden ja prosessiveden koostumus. Tämän jälkeen suunniteltiin viisi kaivostäyttöreseptiä, erilaisia sideaine- ja määräsuhteita käyttäen. ”Keskeytimme sementtiä korvaavana sideaineena masuunikuonan tutkimiseen, sillä jo alkuvaiheessa havaitsimme, että projektissa käytettävissä olevalla lentotuhkalla ei ollut kovettavia ominaisuuksia”, kertoo tutkija **Soili Solismaa** GTK:sta.

Reseptien mukaan tehtyjä koekappaleita kovetettiin kaivosolosuhteita simuloivassa olosuhdekaapissa 60 vuorokautta. Tämän jälkeen koekappaleiden mineralogiset ja kemialliset ominaisuudet tutkittiin ja tuloksia verrattiin lähtöaineiden ominaisuuksiin. Koekappaleiden sisäistä rakennetta tutkittiin röntgentomografialla. Sementtiä korvaavien sideaineiden ominaisuuksia ja käyttäytymistä tutkittiin useita menetelmiä soveltaen. Sideainesten reaktioihin liittyvä tutkimusosio toteutettiin GTK:n tutkimuslaboratoriossa Espoossa.

Savonia-ammattikorkeakoulun betonitekniiikan laboratoriossa tutkittiin koekappaleiden puristuslujuuden kehitystä kovettumisen eri vaiheissa 14 - 91 vuorokauden aikajänteellä (kuva 1).

Koekappaleiden ympäristöominaisuuksia tutkittiin GTK:n laboratoriossa kolonnikokeilla ja Labtiumin standarditesteillä.

Kolonneihin laitettiin rikastushiekkaa ja kaivostäyttömateriaaleja sekä murskattuna että kokonaisena kappaleena. Kolonnit täytettiin kaivoksen kuivatusvedellä ja tyhjennettiin säännöllisin väliajoin tarkkaillen kuivatusvedessä tapahtuvia muutoksia. Lisäksi tehtiin yhdeksän kuukautta kestänyt pitkäaikaiskäyttötutkimus.

Savonia-ammattikorkeakoulussa tutkittiin myös rikastushiekan kuivatettavuus- sekä pastan pumpattavuusominaisuuksia. Tätä varten tehtiin rikastushiekan ja pastan karakterisointiin liittyviä testejä sekä valmiin pastan pumpattavuuteen liittyviä Flow loop -testejä (kuva 2). ”Pastan pumpppauksen reologia on erittäin monimutkaista. Se myös vaihtelee reseptikohtaisesti, joten tarvittiin empiirisiä kokeita. Tätä varten kehitimme Flow loop -testauslaitteiston”, toteaa projektipäällikkö, erikoisasiantuntija **Petri Juntunen** Savonia-ammattikorkeakoulusta.

### Onnistunut projekti

”KOVE-PRO -projekti oli erittäin onnistunut COVID-19 -pandemian aiheuttamista käytännön ongelmista huolimatta, ja yhteistyö projektikumppaneiden kanssa oli todella hedelmällistä”, toteaa Solismaa. GTK:lla kehitettiin kaivostäyttömateriaalien ympäristöominaisuuksien tutkimusmenetelmiä ja testattiin analyysimenetelmien toimivuutta sekä sitä, miten pitkäaikaiskäyttötutkimista voidaan tutkia.

”Tislattulla vedellä tehdyissä liukoisuuskokeissa jauhetuista kaivostäyttökappaleista liukeni enemmän arseenia kuin pelkästä rikastushiekasta. Tämä liittyi sementin ja kuonan lisäämisestä johtuvaan pH:n nousuun.

Savonialla tehdyssä opinnäytetyössä testattiin jauheiden käyttäytymistä kaivoksen kuivatusveden kanssa ja todettiin, että reaktiot ovat varsin erilaisia ja kaivostäyttömateriaalit poistavat arseenia ja metalleja vedestä. Tuloksia tukevat kolonnikokeet, joissa käytettiin kokonaisia kaivostäyttökappaleita ja kaivoksen kuivatusvettä. Tosin ei voida sanoa, kuinka pitkäkestoisesta ilmiöstä on kyse. Kolonnikokeiden tulokset esitetään myöhemmin julkaistavassa artikkelissa” Solismaa kertoo.

Tutkimukset osoittivat, että sementin korvaaminen sideaineena on mahdollista. Puristuslujuustutkimukset osoittivat, että sementin osittainen korvaaminen masuunikuonalla paransi kaivostäyttömateriaalin lujuusominaisuuksia. Sementin korvaaminen kokonaan masuunikuonalla puolestaan heikensi varhaislujuutta, mutta puristuslujuus ylsi myöhemmässä vaiheessa samalle tasolle kuin käytettäessä sideaineena pelkästään sementtiä.

Analyysien perusteella rikastushiekka ja kaivostäyttökappaleet sisälsivät n. 2 % pääosin

kipsiin sitoutunutta rikkiä. Kipsiä oli myös tutkimuksissa käytetyssä sementissä ja lisäksi kaivostäyttökappaleiden valmistuksessa käytetty vesi sisälsi runsaasti sulfaattia. Kuona tarvitsee aktivaattorin toimiakseen kovettavana sideaineena, joten neutraloidun rikastushiekan kipsi on todennäköisesti toiminut aktivaattorina reseptissä, jossa sideaineena on ollut pelkkää kuonaa.

Hydrataatio tuotteena syntyneen ettriniin pitoisuusvaihtelut valottivat reseptien välisiä eroja. Sen määrä oli pienen kuonaa sisältävissä näytteissä. Sementtiä ja kuonaa sisältäneillä näytteillä oli erinomaiset lujuusominaisuudet. Tätä selittää C-S-H-geelin mahdollinen muodostuminen kuonan ja sementin sisältämän hydraulisen kalkin välillä. C-S-H-geeli on betonia koossapitävä ainesosa.

Röntgentomografia osoittautui erittäin toimivaksi tutkimusmenetelmäksi. ”Röntgentomografiatutkimus paljasti kaivostäyttökappaleiden kerrostuneen rakenteen, jossa niiden alaosat olivat yläosia tiiviimpiä. Lisäksi huokoisuus näytti olevan pienempää kappaleissa, joissa oli sidosaineena käytetty pelkkää masuunikuonaa verrattuna kappaleeseen, jossa sideaineena oli pelkkää sementtiä”, Solismaa toteaa.

### Flow loop

Flow loop -testauslaitteiston ja palvelukonseptin kehittäminen oli yksi merkittävimmistä tuloksista projektissa.

Pastan käsiteltävyys on tärkeää. On löydettävä optimaaliset pumpppausolosuhteet ja tiedettävä, miten pastan viskositeetti muuttuu pumpattaessa. Pastan viskositeetti ei ole vakio virtausnopeuden funktiona kuten esimerkiksi veden eli se voi muuttua olosuhteiden mukaan. Viskositeetin muuttuessa voi myös virtaushäviö muuttua ennustamattomasti erilaisilla virtausväleillä. Pasta on jähkkyä, joten pumpaamiseen kuluu paljon energiaa. Pyrkimyksenä on optimoida pastan reologiaa siten, että viskositeetti olisi mahdollisimman pieni. Silloin pasta on pumpattavaa ja pumpppaus mahdollisimman energiatehokasta.

”Rakensimme projektissa Flow loop -testauslaitteiston prototyypin, joka osoittautui toimivaksi. Se on ainoa laatuaan tähän käyttötarkoitukseen Suomessa, ja sen kehittämiseksi oli selkeä tarve. Flow loop -testillä voidaan tutkia pastan reologiaa. Pasta on aina testattava, sillä sen sisältämien aineiden pitoisuudet samoin kuin virtausnopeus vaikuttavat sen pumpattavuuteen”, kertoo Juntunen. Flow loop -testauslaitteistossa pastaa kierrätetään luopissa eri virtausnopeuksilla ja tutkitaan sen viskositeetin muutosta. Testauksessa olivat mukana myös erilaiset lisäaineet, joilla juoksevuutta voidaan parantaa.



# Testauspalveluiden prosessinkuvaus



Kuva 3. Testauspalveluiden prosessikuvaus

Testissä valmistuvia pastoja voidaan hyödyntää edelleen jatkoketäuksessä, kuten kovettumisen tutkimuksissa.

## Palvelukonsepti

Projektissa kehitettiin palvelukonseptia kovettuvien kaivostäyttömateriaalien lujuus- ja ympäristöominaisuuksien arviointipalveluun. Tavoitteena on auttaa kaivoksia kovettuvan pastatäytön käytön suunnittelussa ja sen vaikutusten arvioinnissa sekä edesauttaa kaivannaisjätteiden hyötykäyttöä.

”Jo projektin aikana kävi ilmi, että tällaiselle tutkimukselle ja palvelulle on kysyntää. Aloitimme palvelukonseptin rakentamisen tekemällä tutkimusprosessin kuvauksen, missä palveluun liittyvät tutkimukset etenevät loogisesti ja kronologisesti. Asiakkaalle haluttiin tarjota räätälöityä palvelua yhden luukun periaatteella”, kertoo Juntunen.

Palvelukonsepti koostuu räätälöidystä pastatäyttäjien ja niihin liittyvien testausten suunnittelusta, pastojen ja näytekappaleiden valmistamisesta ja testauksesta, pitkäaikaiskäyttämisen tutkimuksesta sekä ympäristöominaisuuksien tutkimuksesta (kuva 3).

”KOVE-PRO -projekti oli tuloksekas ja suunnitteilla on projektille jatkoa. Tarkoituksena olisi muun muassa tutkia lisää erilaisten sideaineiden käyttöä pastassa sekä niiden ominaisuuksien muokkauksista. Lisäksi tutkittaisiin rikastushiekan laajempaa hyötykäyttöä. Tavoitteena on KOVE PRO – projektissa kehitetyn palvelukonseptin

jatkokehitys ja tuotteistaminen sekä soveltuvan rikastushiekan tuotteistaminen kaivosalueen ulkopuoliseen käyttöön”, Juntunen toteaa. ▲

## Lisää aiheesta:

Substitution of Cement with Granulated Blast Furnace Slag in Cemented Paste Backfill: Evaluation of Technical and Chemical Properties <https://www.mdpi.com/2075-163X/11/10/1068>

Kovettuvien kaivostäyttömateriaalien ympäristöominaisuudet <https://www.theseus.fi/handle/10024/519360>

<https://kuopiowatercluster.com/fi/kove-pro/>

TEKSTI: KRISTINA KARVONEN, GTK

EAPKY:ä ei järjestetä  
tänä vuonna

Teräspalvelukeskus

**Miilux<sup>®</sup> 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](http://www.miilux.fi)

**Continental**  
The Future in Motion

**Kuljetinhihnat ja tarvikkeet.  
Asennus- ja huoltopalvelut.**

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

ContiTech

# Pääsihteeriltä



SINI PENNANEN

Saatiinhan sittenkin pitää Vuorimiespäivät kasvatusten! Ja hyvin meni. Osallistujamäärät kaikissa tilaisuuksissa olivat lähes normaalilla tasolla. Lisäksi vuosikokoukseen ja esitelmiin osallistui myös etäyhteydellä paljon jäseniä, jotka koronan tai muun syyn takia harkitsivat etäosallistumisen tällä kertaa paremmaksi. Näin tulee varmaan olemaan jatkossakin. Hybridilinjalta jatketaan.

Toisaalla tässä lehdessä on raportoitu Vuorimiespäivien annista. En toista tässä niitä asioita. Haluan vain kiittää kaikkia, jotka pyyteettömästi panivat itsensä liioon järjestelyissä! Palautekysely tullaan tekemään ja sen tuloksista sitten kirjoitetaan seuraavassa lehdessä.

Vuosikokouksen päätteeksi Kalle Härkki avasi yhdistyksen 80. juhluvuoden asianmukaisin seremoniain. Juhlavuosi tulee näkymään monella tavoin ja sen edistymistä seurataan Materia-lehden kaikissa numeroissa. Juhlavuosi huipentuu ensi kevään Vuorimiespäiviin. Niiden ajankohtaa en valitettavasti voi vielä vahvistaa. Sekin julkaistaan seuraavassa lehdessä.

Keväällä järjestetään Oulussa Pohjoinen Teollisuus- ja syksyllä Jyväskylässä FinnMateria-messut. Molemmat ovat VMY:n yhteistyömessuja ja niihin toivon runsasta osallistumista. Onhan messuilussakin ollut parin vuoden koronatauko, joten eiköhän tavata messuilla!

Materia-lehden ilmoitusmyyjien haku on tätä kirjoittaessani kesken. Samoin uuden pääsihteerin haku. Molemmat toivottavasti ratkeavat vappuun mennessä ja niistäkin voidaan tiedottaa seuraavassa lehdessä.

Kevättä rinnassa! Toivottavasti ei koronaa. Tapasin kasvatusten satoja kollegoita Vuorimiespäivillä, mutta ainakaan vielä ei ole tullut mitään oireita, kun nyt on viisi päivää vuosikokouksesta kulunut.

ARI JUVA  
PÄÄSIHTEERI

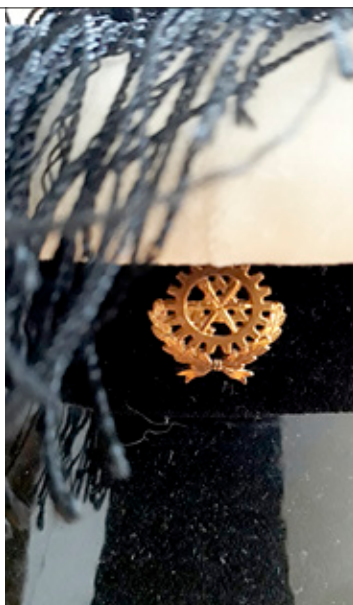
**TKK:n Vuoriteollisuusosastolla v. 1972 opintonsa aloittaneille kutsu** nyt käy viettämään syksyllä yhteistä ohjelmatonta illanviettoa, rupatteluhetkeä, harvemmin tai useammin tavattujen kamraattien kesken.

**Ajankohta 14.9.**, paikkana jokin Otaniemen ympäristön tai naapurisatamakaupungin ravitsemusliike, tarkentuu osallistujamäärän mukaan.

#### Tervehtien

**Anneli S., Matti P., Nicke M. ja Ulla-Riitta L.**

Ilmoittautumiset ja tiedustelut matti.s.pulkkinen@outlook.com ja nicke.mattfolk@outlook.com niin pian kuin mahdollista, viimeistään 24.8.



## VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2022

### PUHEENJOHTAJA

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

### VARAPUHEENJOHTAJA

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

### PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

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

### WEBMASTER

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

### RAHASTONHOITAJA/Treasurer

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

### GEOLOGIJAOSTO

FM Jussi Annanolli, pj, 40 484 7860  
jussi.annanolli@riotinto.com,  
FM Hanna Mönkkönen, sihteeri,  
040 7410 868  
etunimi.sukunimi2@wsp.com

### KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO

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

### METALLURGIJAOSTO/

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



# Innovaatiot, jotka erottavat johtajan seuraajista.



**United. Inspired.**

Uuden sukupolven automaatiovalmiit SmartROC D50 ja SmartROC D55 DTH-pintaporausvaunut ovat saatavilla uusilla älykkäillä ominaisuuksilla. Valittavanasi on automaattinen puomin taitto kuljetusasentoon ja radiokauko-ohjain kaikilla toiminnoilla. Nämä mahdollistavat vapauden työskennellä turvallisesti porakoneen ulkopuolella. Molemmat mallit ovat myös yhteensopivia suosituksen BenchREMOTE-etäohjausaseman kanssa.

Yhdistettynä hyväksi todettun HNS-reikänavigaatiojärjestelmän kanssa, nämä vaunut tarjoavat toiminnollesi tuottavan kokonaisuuden.



[epiroc.fi](https://www.epiroc.fi)



# SYNERTREX®

Advanced.  
Understanding.

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

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

**WEIR**

Supported by



Reduce downtime with data at [synertrex.weir](http://synertrex.weir)

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