

# MATERIA

4-2020 | Marraskuu

GEOLOGIA  
KAIVOS  
LOUHINTA  
RIKASTUS  
PROSESSIT  
METALLURGIA  
MATERIAALIT

YLI 70 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA





# JOKAINEN ON TÄRKEÄ

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



AGNICO EAGLE  
KITTILÄ

**MONIMUOTOISUUS**  
& **YHDENVERTAISUUS**





36

# MATERIA

4-2020 | MARRASKUU



56

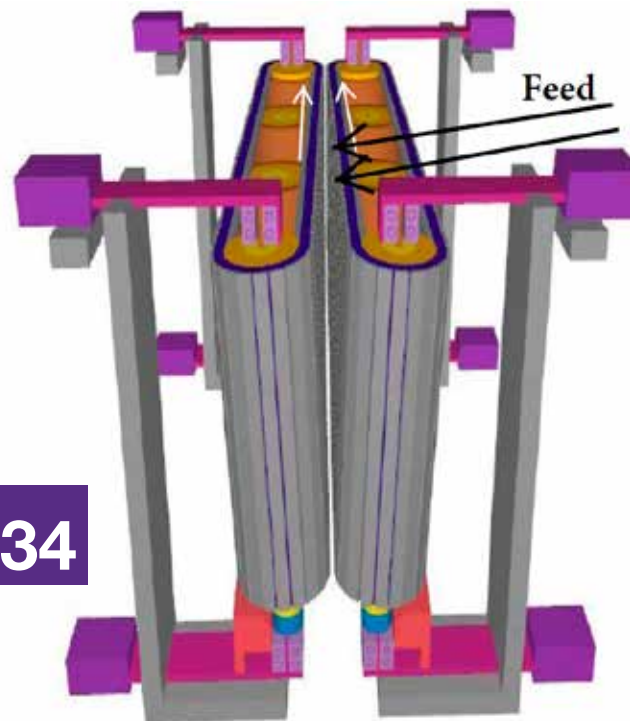
- 5 Lukijalle **Kari Pienimäki**
- 7 Pääkirjoitus **Pekka Suomela**: Geokapinaa vai TikTokia? - kaivosalan viestien määrittely on haastavaa
- 8 **Hanna Tirkkonen, Eeva-Leena Anttila, Kaisa Vähänen**: Vesistöjen ekologisen tilan arviointi on tärkeä osa hankkeiden riskienhallintaa
- 12 **Topias Siren**: Helsinki-Turku-radan laajat tunnelien korjaukset
- 18 **Kimmo Järvinen, Ari Jokilaakso, Timo Fabritius, Mari Lundström, Jarmo Lilja, Esa Peuraniemi**: Suomen metallinjalostuksen tutkimusstrategia
- 24 **Joonas Hokkanen, Heikki Savikko**: Suomen mineraaliklusterin kilpailukyky ja vaikuttavuus
- 27 **Tuomo Tiainen**: Valimoalan uusi osaamiskeskus
- 31 Webinaaripointintoja: **Niko Räsänen**: Electric Furnace Gas Cleaning Solutions Amidst Increasing Environmental Requirements
- 34 **Hannu Kuopanportti, Niina Paasovaara, Antti Tanhua, Ilkka Hynynen, Saija Luukkanen**: Huger- uusi murskain kaivosalalle
- 36 **Antero Hakapää**: Tarina Heikki Tannerista ja Outokummun Kerettiprojektista 1950-luvulla
- 40 Historian havinaa: **Leena K. Vanhatalo**
- 43 Uutisia alalta: Pohjoismaiden johtavan louhinta- ja tärinäkonsultin nimi on jatkossa Forcit Consulting
- 45 Uutisia alalta: **Juha Rahko**: FinnMateria 2021: Messujärjestäjän tervehdys



## 12

- 47 Uutisia alalta: **Hanna Repo**: SimulaVR tuo virtuaalista turvallisuutta työkohteisiin
- 51 Kuva-arvoitus
- 52 Väitös: **Miia Kiviö** Utilization of Ti-containing microparticles on improved steel properties
- 54 **Kristina Karvonen**: Koillismaan syväreikä - syvälle luotaavaa tutkimusta
- 56 DIMECC on-line: **Kaisa Kaukovirta**: Valmistavan teollisuuden digitalisaatiossa tieto siirtyy tarkemmin ja nopeammin: 3D-mittauslaite saa HT Laserin datan liikkumaan
- 58 Pakina **Tuomo Tiainen**: Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut
- 60 Kolumni **Pertti Voutilainen**: Hölmöyden huippu
- 61 Kaivosteollisuus: **Hanna Lampinen**: Kaivannaisjätteistä
- 62 Metallinjalostajat: **Kimmo Järvinen**: Kilpailu Korona-elvytysrahojen tehokkaasta käytöstä on alkanut – eri maiden elvytyspaketit liikuttavan samansisältöisiä
- 65 Alansa osaajat
- 65 Ilmoittajamme tässä lehdessä
- 67 **Simo-Pekka Hannula**: Suomalainen fyysikaalisen metallurgian perusteos, Miekk-ojan Metallioppi on uudistettu
- 68 **Ari Juva**: Pääsihteeriltä
- 68 VMY:n toimihenkilöitä 2020

## 34





Riyan tulevaisuus on valoisa.  
Hän tarvitsee metalleja onnistuakseen.

Cu

Ag

Mitä useampaan syrjäiseen kylään saadaan sähkö, sitä useammille lapsille avautuu mahdollisuus opiskella ja päästä köyhyydestä. Yhteiskunnan kehitys on riippuvainen metalleista, esimerkiksi kuparista. Kuparilla on ylivoimainen kyky johtaa sähköä, minkä vuoksi sitä käytetään kaikissa elektronisissa laitteissa. Riyyalla on kaikki mahdollisuudet – aivan kuten meidän metalleillemme.

**NEW BOLIDEN**  
Metals for modern life

# FLOWROX

## Flowroxin torniprässi!

- Suodatuspinta-ala 60–144 m<sup>2</sup>
- Nopeampi
- Turvallisempi
- Fiksumpi
- Helpompi käyttää & huoltaa



SINCE 1977  
**W**  
FLOWROX.COM

Pääkonttori  
Lappeenranta  
sales@flowrox.com

Pumppuhuolto  
Kouvola  
sales.service@flowrox.com

Polar-Automaatio  
Tornio  
office@polar-automaatio.fi

Seuraa meitä:







**Toimintavarmat ovet koviin olosuhteisiin**

**CHAMPIONDOOR®**

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




**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)

**Welcome to the Port of Kokkola**

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



 **PORT OF KOKKOLA**



**FinMeas**

valvomme puolestasi

- ▶ PATO- JA KALLIORAKENTEIDEN AUTOMAATTINEN MONITOROINTI
- ▶ RISKIKARTOITUS JA MONITOROINTISUUNNITELMA
- ▶ VIRANOMAISRAPORTOINTI

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





Kuva: Jaana Pienimäki, taustalla Merikaitaa luovalta kaudelta -17.

## Arvoisa lukija!

Edessäsi on kuluvan vuoden neljäs Materia-lehti. Lehti on nyt valitettavasti poikkeuksellisen ohut, koska tässä on korvattu (syystä, jonka kaikki tietävät ja jota en halua yhtään enempää tässä vatvoa) peruuntuneiden Finnateria -messujen opas perinteisellä sisällöllä. Suurkiitos kaikille juttujen kirjoittajille, saimme kuitenkin oivan annoksen substanssia julkaistavaksi tähän numeroon.

Syvennyin erityisen suurta mielihyvää tuntien lukemaan Suomen metallinjalostuksen tutkimusstrategia -artikkelia. Se muistutti loppukaneettissaan metallinjalostuksemme merkityksestä suomalaisen hyvinvoinnin ja ympäristösuorituskyvyn kehittäjänä sekä myöskin siitä, että tämä ala on aina ollut niin teknologisen kuin ympäristösuorituskyvyn osalta globaalisti tunnustettu edelläkävijä. Tuli mieleeni, että mitenköhän tulevaisuudessa onnistumme markkinoimaan itseämme maailmalla tämän osaamisen ja edelläkävijyyden osalta? Perinteisesti meitä on parjattu siitä, ettemme osaa/halua tuoda parhaita puoliamme kunnolla esille kansainvälisesti. Nythän toki meillä olisi siihen paremmat mahdollisuudet, kun Y- ja Z-sukupolvet kielitaitoineen ja kansainvälisyyksineen on saatu mukaan työelämään. Heillä on vielä riittävän hyvä itsetunto ja sanavalmius viemään tätä viestiä, mikäli heille vain annetaan mahdollisuus. Heillähän olisi myös syvempi ”rintaääni” viestintään, koska nämä asiat tulevat varmasti koskemaan enemmän heitä kuin vanhempia sukupolvia. Hokkasen ja Savikon artikkeli: ”Suomen mineraalikelusterin kilpailukyky ja vaikuttavuus” osoittaa vastaavasti toimialamme arvokkaan merkityksen kansallisella tasolla, jota viestiä tulisi myös sisäisesti levittää.

Oulu Mining Schoolin juttu Hugger-murskaimesta valottaa mielenkiintoisesti partikkelien hienonnuksen liittyviä ilmiöitä sekä sitä, mitä kaikkea silläkin tekniikan saralla pitää huomioida, kun kehitellään uutta. Afryn artikkeli vesistöjen ekologisen tilan arvioinnista luotaa mm. kaivosprojektien riskienarviointia juridisesta näkökulmasta.

Antero Hakapää kirjoitti lennokkaan tarinan Heikki Tannerista ja valottaa siinä Keretin kaivoksen 50-luvun vaiheita rinnerikastamoinen. Varoitan jo etukäteen, ettei juttu sovellu heikkohermoisimmille, koska siinä vilahtelevat mm. sanonnat ”Spiritus Fortis” ja ”erektio”. Julkaisemme jutun nyt kuitenkin sellaisenaan ”ajan kuvana”. Sitä voi kukin tykönsä paheksua ja pohtia samalla, mitä käytäntöjä/sanontoja meidän ajastamme mahdollistaan paheksua 70 vuoden kuluttua.

Topias kirjoitti raikkaan jutun rantaradan korjaukseen liittyvistä haasteista ja paljastaa siinä mm. junien maksiminopeuden suunnitteluparametrien tunneleissa. Miia Kiviön väitösreferaatti uppoutuu mm. titaanipohjaisten sulkeumien ja sulan teräksen välisen kostutuksen vaikutukseen terästen rakenteen ja ominaisuuksien muokkaajana.

Lehdessä on myös pitkään odotettu uutinen Miekki-ojan Metallioppi-kirjan uusintapainoksesta.

Suurkiitos kaikille ilmoittajille! Teidän ansiostanne lehti elää ja voi hyvin.

Seuraavaksi Materia-lehdestä on tulossa akkunumero, johon on jo nyt saatu mukavasti todella mielenkiintoista aineistoa. Pysykäähän kanavalla, eli amerikkalaisittain: ”Stay tuned!”

**KARI PIENIMÄKI**  
PÄÄTOIMITTAJA

## MATERIA

**JULKAISIJA / PUBLISHER** Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. 78. vuosikerta ISSN 1459-9694 [www.vuorimiesyhdistys.fi](http://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 materiaalitekniikan erilaiset sovellutukset. Lehden alkua painottuu alan ja yritysten ajankohtaisiin asioihin. Tiede & tekniikka -osa keskittyy tutkimuksen ja kehitystyön tuloksiin. Materia magazine covers all areas of technology in the mining and metallurgical field, from geology and geophysics to mining process technology, metallurgy, manufacturing and various materials technology applications. The first part of the magazine focuses on what's happening in the field and the companies involved while the R&D section concentrates on the results of research and development. | **VAST. PÄÄTOIMITTAJA / EDITOR IN CHIEF** DI **Kari Pienimäki** 040 527 2510 [Metso Outotec kari.pienimaki@mogroup.com](mailto:kari.pienimaki@mogroup.com) | **PÄÄTOIMITTAJA / DEPUTY EDITOR IN CHIEF** DI **Ari Oikarinen** 050 568 9884 [ari.e.oikarinen@gmail.com](mailto:ari.e.oikarinen@gmail.com) | **TOIMITUSSIHTEERI / MANAGING EDITOR** DI **Leena K. Vanhatalo** 050 383 4163 [leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi](mailto:leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi) | **ERIKOISTOIMITTAJAT / SPECIALISTS** TkT, prof.(emer.) **Tuomo Tiainen** 050 439 6630 [tuomo.j.tiainen@gmail.com](mailto:tuomo.j.tiainen@gmail.com), DI **Hannele Vuorimies** 040 187 6060 [Metso Outotec etunimi.sukunimi@mogroup.com](mailto:Metso Outotec etunimi.sukunimi@mogroup.com), TkT **Topias Siren**, 050 354 9582 [topias.siren@sweco.fi](mailto:topias.siren@sweco.fi) | **TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD** DI **Liisa Haavanlammi** pj / Chairman [Metso Outotec 040 864 4541 liisa.haavanlammi@mogroup.com](mailto:Metso Outotec 040 864 4541 liisa.haavanlammi@mogroup.com), DI **Jani Isokääntä** SFTec Ltd. 040 854 8088 [jani.isokaanta@svy.fi](mailto:jani.isokaanta@svy.fi), Professori (associate) **Ari Jokilaakso** 050 313 8885 [ari.jokilaakso@gmail.fi](mailto:ari.jokilaakso@gmail.fi), DI **Miia Kiviö** Aurubis Finland Oy 040 641 6529 [m.kivio@aurubis.com](mailto:m.kivio@aurubis.com), **Matti Vaajamo** 044 544 9385 [matti.vaajamo@gmail.com](mailto:matti.vaajamo@gmail.com), DI **Pia Voutilainen** 040 590 0494 [pia.voutilainen@copperalliance.se](mailto:pia.voutilainen@copperalliance.se), Scandinavian Copper Development Ass. DI **An-nina Mattsson**, 0400 538 452, [anninak.mattsson@gmail.com](mailto:anninak.mattsson@gmail.com) | **OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET / CHANGES OF ADDRESS & SUBSCRIPTIONS** **Leena K. Vanhatalo** 050 383 4163 [leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi](mailto:leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi), **VMY:N JÄSENISTÖ MYÖS VERKKOSIVUJEN JÄSENREKISTERIN KAUTTA.** | **PAINO JA TAITTO/ PRINTING HOUSE** Painotalo Plus Digital Oy, Lahti | **KANSI** Rantatunneleiden korjauksia Kuva: Topias Siren

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

Ilmoitusten aineistopäivä  
/Ads delivered  
5/2020 4.12.

L&B Forsten Öb Ay, 0400 875 807  
[materia.forsten@pp.inet.fi](mailto:materia.forsten@pp.inet.fi)

Ilmoitusmyynti / Ad Marketing





# DIRECTIONAL CORE DRILLING

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

SEE THE KIO  
IN ACTION ON  
ADCLTD.FI

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



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



# Maailman parasta kuparia, tehty Porissa.

Aurubis Finland  
Kuparitie, P.O.Box 60  
28101 Pori  
[Aurubis.com/finland](http://Aurubis.com/finland)



## Recognized pioneer in eco-friendly exploration & drilling

Safe Discovery Award –  
Innovation  
granted by Anglo  
American Plc.

ISO 14001 Environmental  
Management System  
since 2004

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

Patented water  
recirculation system

**Oy Kati Ab Kalajoki**  
Sievintie 286 | 85160 Rautio | Finland  
[www.oykatiab.com](http://www.oykatiab.com)

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

1960 **60** 2020

## ME OLEMME MAAILMAN- LUOKAN ASiantuntijoita NIKKELIJALOSTUKSESSA

60 vuodessa olemme vakiinnuttaneet paikkamme alamme huipulla. Ja siellä aiomme myös pysyä. Tulevaisuuden menestyksen varmistamme yhdessä osaavan ja hyvinvoivan henkilöstön kanssa. Toimimme vastuullisesti niin ympäristön, ihmisten kuin yhteiskunnankin kannalta.





# Geokapinaa vai TikTokia?

## - kaivosalan viestien määrittely on haastavaa

Kaivosteollisuus on modernin elämän kannalta merkittävämpi ja monipuolisempi kuin valtaosa suomalaisista ymmärtää. Osa suuresta yleisöstä, mediasta ja myös poliittisista päättäjistä on mieltänyt kaivosteollisuuden roolin yhteiskunnassa erittäin kapeasti. Huonoimmillaan kaivokset nähdään vain voiton maksimoinnin välineinä, joilla ei ole muuta merkitystä. Haluamme kuitenkin suomalaisten oivalta- van, että kaivosteollisuutta tarvitaan välttämättä myös ilmastomuutoksen pysäyttämiseksi.

Aina tämä viestintä ei kuitenkaan onnistu. Ovatko viestit väärät, signaali heikko vai kohinaa vastaanottimessa? Hukkuuko viestimme Saimaan aaltoihin tai suljettujen kaivosten uumeniin? Onko se eräs haamu vielä kansakunnan muistissa?

Kaivosteollisuus on mahdollistaja, jonka merkitys on ollut valtava maamme teollistamisessa ja jonka merkitys tulee vain kasvamaan lähivuosina. Meidän tehtävämme on kertoa, että mineraalitalous on enemmän kuin toimiala toimialojen joukossa. Meidän täytyy saada perille viesti siitä, että kaivosteollisuuden tuotteilla on ratkaiseva rooli esimerkiksi vedenpuhdistuksessa, elintarviketuotannossa, huipputeknologiassa ja hygieenisten sairaalavälineiden tuotannossa.

Viestinnän pintamaailma on helppoa ja vaatii vain hieman perehtymistä. Faktaa on löydettävissä ja sitä voidaan paketoita entistä houkuttelevammin tarjolle. Ihmisten käsitysten muuttaminen onkin jo sitten vaikeampi juttu. Ajantasaisten mielikuvien rakentaminen edellyttää pitkäjänteistä ja moniäänistä viestimistä. Kertalaakilla ei voittoja saada.

Tuotteidemme tarina on vahva. Pinttyneinkin kaivostoiminnan vastustaja myöntää, että kaivostoiminnan tuotteita tarvitaan. Tämän tarinan osaamme kertoa. Entä yhtiöiden tarina? Ne toteuttavat valitsemaansa strategiaa ja viestinnän rooli on tukea ja vahvistaa liiketoimintaa. Ei liikaa irtiottoja eikä kriittistä keskustelua. Yhtiöiden geeniperimässä viestinnän visio on kirjoitettu osakeyhtiölain kautta.



Mutta entäpä ihmiset tuotteiden ja yhtiöiden takana? Ovatko viestimme tylsiä ja sisäsiestejä - hieman keski-ikäisiä? Klusteria, strategiaa, kiertotaloutta, akkumomentumia? Ovatko viestimme suuren yleisön näkökulmasta sanaton viestintää? Siis todella sanaton? Ilman vasta-kaikua ja vailla elämän makua?

Jokaisella meistä on oma kuplamme, jossa jäsenämme todellisuutta. Kaivostoiminnan systeemyhteys on monipuolisempi kuin ehkä olemme osanneet ajatella. Mikä merkitys on EU:lla, mikä on valtioiden tehtävä, mikä kansainvälisyyden rooli, mikä luonnon ja paikallisten asukkaiden asema? Globaali maailma on läsnä kaivoskeskustelussa, mutta asiat ratkaistaan paikallisesti. Global trends & local friends. On kuitenkin hyvä havaita, ettei ns. suurta yleisöä enää välttämättä ole. Ajatukset ja mielipiteet hajautuvat keskustelupalstojen avaruuteen.

Meidän on määriteltävä viestimme uudestaan. Sellaisiksi, joilla tarjoamme koko mineraaliklusterille hyvän perustan käydä aktiivista vuoropuhelua ja keinoja tavoittaa keskeiset sidosryhmät. Meidän on ymmärrettävä keskustelukumppaniemme tavoitteet ja osattava argumentoida omat näkemyksemme selkeästi, jotta saamme viestimme perille. Yhteistyö sekä kansallisella että paikallisella tasolla onkin ainoa oikea tapa vahvistaa Suomen mineraalitalouden arvoketjua.

Kaivosteollisuuden viestinnälle on keskeistä, että alaa koskevat näkemykset ovat ajan tasalla ja mahdollistavat rakentavan vuoropuhelun eri sidosryhmien välillä. Tavoitteena on, että ala koetaan vastuulliseksi teolliseksi toimijaksi, joka on välttämätön osa nykyistä elämänmuotoa.

Miten tähän sopii geokapina? Pitäisikö Vuorimiespäivät aloittaa mielenosoituksella Senaatintorilla? Raitista ilmaa ja iloista mieltä. Toki pippurisuusmutteesta voi tulla pää kipeäksi - tähän riskiä ei Vuorimiespäivillä ole.

Miten tähän sopii geokapina? Pitäisikö Vuorimiespäivät aloittaa mielenosoituksella Senaatintorilla? Raitista ilmaa ja iloista mieltä. Toki pippurisuusmutteesta voi tulla pää kipeäksi - tähän riskiä ei Vuorimiespäivillä ole.

**PEKKA SUOMELA**  
KAIVOSTEOLLISUUS RY  
TOIMINNANJOHTAJA



# Vesistöjen ekologisen tilan arviointi on tärkeä osa hankkeiden riskienhallintaa

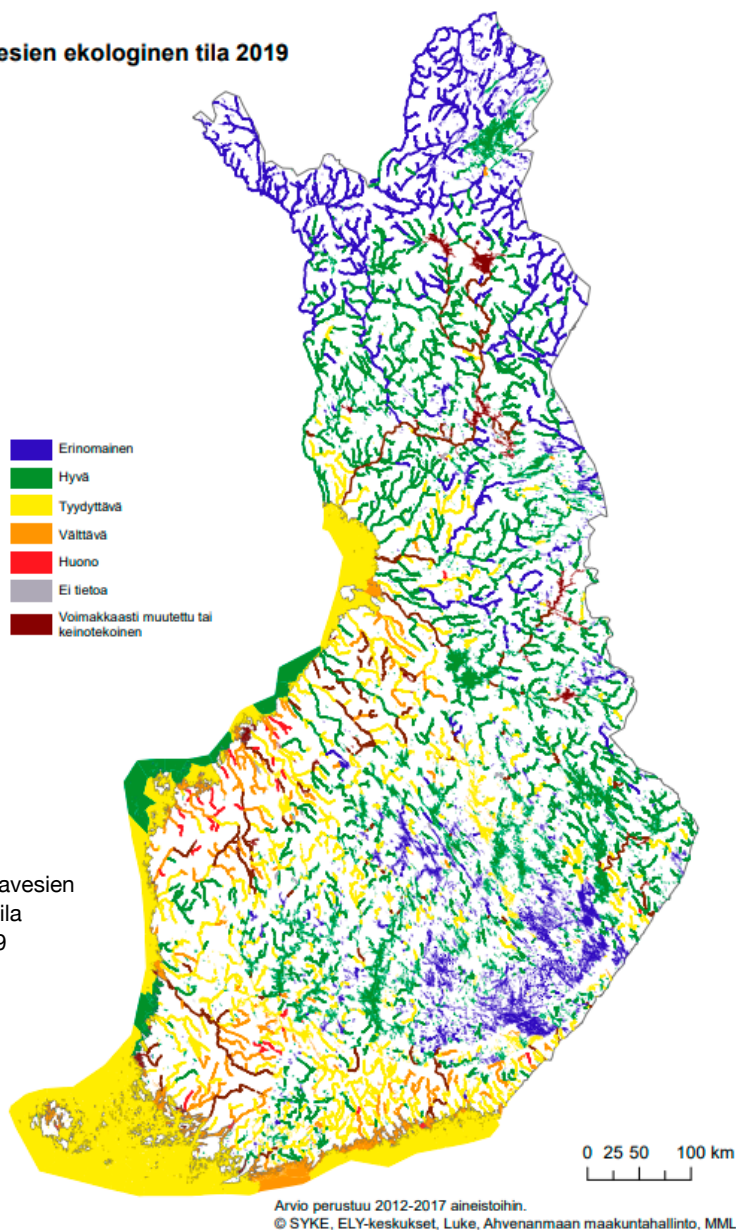
TEKSTI: **HANNA TIRKKONEN**, DI, YMPÄRISTÖASiantuntija  
**EEVA-LEENA ANTTILA**, FM, YMPÄRISTÖASiantuntija  
**KAISA VÄHÄNEN**, DI, YMPÄRISTÖYKSİKÖN JOHTAJA  
AFRY FINLAND OY, YMPÄRISTÖ

**V**esipuitedirektiivissä annetuista pintavesien tilatavoitteista on tullut nykyisen oikeuskäytännön myötä oikeudellisesti sitovia. Tilatavoitteiden sitovuus vaikuttaa merkittävästi vesistövaikutuksia aiheuttavien hankkeiden kuten teollisuuslaitosten, louhosten ja kaivosten suunnitteluun ja ympäristöluvitukseen. On tärkeää ottaa ympäristönäkökulmat kattavasti huomioon jo hankkeiden suunnitteluvaiheessa. Näin minimoidaan riskejä ja vältetään turhaa työtä myöhemmissä vaiheissa. Riskienhallinnassa korostuvat lisäksi kattava ympäristön ennakkotarkkailu, laadukkaat vesistövaikutusarvioinnit ja niitä tukevien vesistömallinnustyökalujen hyödyntäminen.

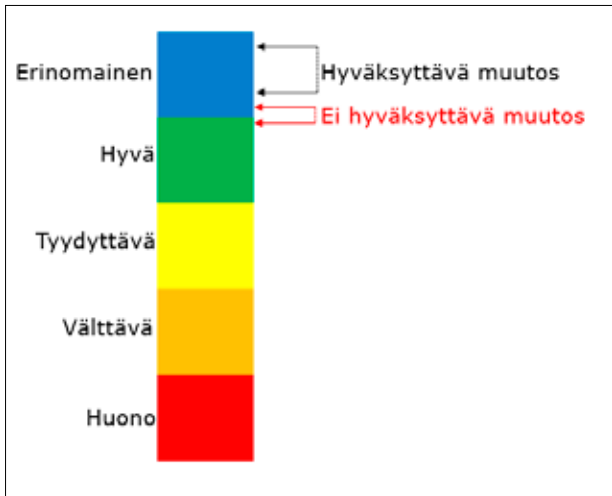
## Tilatavoitteista oikeudellisesti sitovia

Euroopan unionin vesipuitedirektiivi (2000/60/EY) asettaa jäsenvaltioille tavoitteeksi, että pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila ei heikkene. Direktiivin mukaisesti tavoitteena on saavuttaa hyvä tila kaikissa pintavesimuodostumissa viimeistään vuoteen 2027 mennessä (kuva 1). Tilatavoitteiden velvoittavuus hankkeiden lupaharkinnassa tarkentui vuonna 2015 EU-tuomioistuimen ns. Weser-tapauksessa (C-461/13) antamassa ratkaisussa. Ratkaisun mukaan vesipuitedirektiivissä asetetut tilatavoitteet sitovat jäsenvaltioita oikeudellisesti, vaikka alun perin vesienhoidon tavoitteet oli tarkoitettu pelkästään ohjaamaan vesienhoidon suunnittelua. Lupaa ei voida myöntää hankkeelle, joka saattaa heikentää pintavesimuodostuman

Pintavesien ekologinen tila 2019



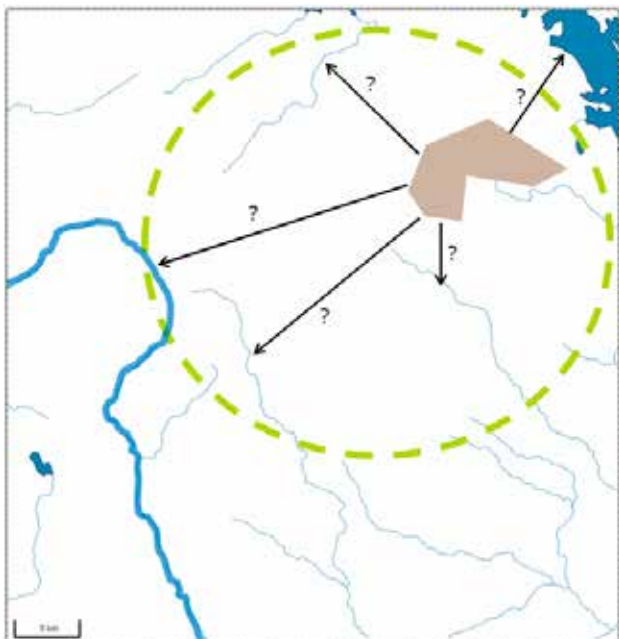
Kuva 1. Pintavesien ekologinen tila vuonna 2019



Kuva 2. Ekologinen tilaluokka ja hankkeen siihen aiheuttama muutos

misen esimerkiksi valvovan viranomaisen aloitteesta, mikäli toiminnasta aiheutuu ennakoarvioinneista merkittävä tavalla poikkeavaa pilaantumista tai jos toiminnan ulkopuoliset olosuhteet ovat luvan myöntämisen jälkeen olennaisesti muuttuneet. Tällöin toiminnassa olevien kohteiden osalta voidaan joutua rajoittamaan toimintaa tai jopa teoriassa lopettamaan koko toiminta, mikäli purkuvesistön tila uhkaa heiketä.

Vallitsevaa oikeustilaa ja siihen liittyviä haasteita voidaan karkeasti yksinkertaistaa kuvan 2 mukaisesti. Kuvassa 2 on esitetty ekologinen tilaluokka ja hankkeen siihen aiheuttama muutos. Luvitettavan toiminnan hyvin pienestäkin vesistöön kohdistuvasta lisäkuormituksesta johtuva tilaluokan tai yksittäisen laatutekijän heikentyminen esim. erinomaisesta hyvään ei ole sallittua. Toisaalta hyvin suurikin kuormituksen lisäys olisi sallittua, mikäli tilaluokan tai laatutekijän heikentymistä ei tapahdu ja pysytään erinomaisen tai hyvän tilaluokan sisällä.



Kuva 3. Esimerkki purkupaikkatarkastelusta

ekologista tai kemiallista tilaa tai vaarantaa hyvän tilan saavuttamisen. Tuomion mukaan ekologinen tila huononee, mikäli yhdenkin laadullisen tekijän (kasviplankton, pohjaeläimet, vesikasvit, kalasto, piilevät) tilaluokka huonontuu yhdellä luokalla, vaikka tämä ei johtaisi vesimuodostuman tilaluokan alenemiseen kokonaisuudessaan.

Vesienhoidon tilatavoitteiden sitovuus vahvistui Suomessa viimeistään ns. Finnulp-tapauksen myötä. Tapauksessa korkein hallinto-oikeus kumosi 19.12.2019 antamallaan päätöksellä (KHO 2019:166) Kuopioon suunnitellun biotuotetehtaan ympäristöluvan. KHO vetosi muun muassa vesipuidedirektiiviin ja sitä täsmentävään Weser-tuomioon. KHO:n päätöksessä tarkasteltiin ympäristöluvan myöntämisen edellytyksiä vesistövaikutusten näkökul-

masta. KHO arvioi, vaarantaako hanke vesistön hyvän ekologisen tilan tai aiheuttaako se ainakin yhden ekologisen tilan luokitelua koskevan laatutekijän alenemisen. Ratkaisussaan KHO vahvisti, että lupaa ei voida myöntää, mikäli yhdenkin ekologisen laatutekijän – tässä tapauksessa kasviplanktonin – tila on vaarassa heikentyä. Ratkaisun mukaan hankkeen päästöt yhdessä Kallaveden lisääntyneen hajakuormituksen kanssa olisivat vaarantaneet kasviplanktonin ekologisen tilan.

KHO:n tiukka tulkinta on aiheuttanut jo nyt mittavat lisäselvitykset vireillä oleviin ympäristölupahakemuksiin ja riskin, etteivät vesistökuormitusta aiheuttavat investointihankkeet saa jatkossa ympäristölupaa. Ympäristönsuojelulaki mahdollistaa myös myönnetyn ympäristöluvan muutta-

### Ekologisen tilan ennakoarviointi

Vesistöasioiden huomioon ottaminen on erityisen tärkeää jo hankkeen varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Kun ympäristönäkökulmat otetaan huomioon ajoissa ja kattavasti, vältetään tekemästä ja luvittamasta sellaisia suunnitelmia, jotka saattaisivat olla ristiriidassa vesistöjen ekologisten ja kemiallisten tilatavoitteiden saavuttamisen kanssa ja olla siten este ympäristöluvan saannille. Lisäksi voidaan välttää lupaprosessin hidastuminen vesienhoitoon liittyvien viranomaisen täydennyspyyntöjen takia.

Hankkeiden teknistaloudellisten selvitysten yhteydessä tulisi ottaa huomioon mahdollisten purkuvesistöjen ekologisen tilan luokitukset ja ympäristön tilassa tapahtuvat muutokset. Esiselvitysten aikana saattaa käydä ilmi, että teknistaloudellisen tarkastelun perusteella parhaaksi arvioitu sijaintipaikka ei ole mahdollinen, sillä vastaanottavan vesimuodostuman ekologinen tila saattaisi heikentyä ja hankkeelle ei voida myöntää lupaa. Tällöin hankkeelle etsitään vaihtoehtoinen sijainti, jossa vastaanottavassa vesimuodostumassa vastaanlaista heikentymistä ei tapahtuisi.

Kaikkissa hankkeissa vaihtoehtoista sijaintia ei välttämättä löydy. Tämä haaste korostuu esimerkiksi kaivoshankkeissa, jotka perustuvat malmin sijaintiin. Tällöin tulee kattavasti tarkastella erilaisia mahdollisia purkupaikkoja (kuva 3). Purkupaikkatarkastelun lähtökohtana on paikantaa



hankealueen lähistöllä olevat mahdolliset purkuvesistöt ja selvittää niiden nykyinen ekologinen tila, sekoittumisolosuhteet ja purkuveden vaikutukset vesimuodostuman tilan kehitykseen. Tarkasteluissa tulisi kyetä lisäksi ennakoimaan lähialueella tapahtuvia maankäytöllisiä muutoksia ja niiden vaikutuksia vesistökuormitukseen.

Vesistövaikutuksia pystytään teknisin ratkaisuin pienentämään siten, että kiellettyä ekologisen ja kemiallisen tilaluokan heikentymistä ei aiheudu. Mahdollisia teknisiä ratkaisuja ovat esimerkiksi:

- veden ja kemikaalien käytön optimointi tuotantoprosesseissa
- tehokkaammat biologiset ja kemialliset puhdistusmenetelmät
- erilaiset jäteveden jälkikäsittelymenetelmät kuten jälkisaostus ja tehokas kiintoaineen erotus esim. flotaatiolla ja suodatuksella
- tuotannon sisäisten prosessijätevesijäteerien erotusmenetelmät kuten kalvosuodatus sekä erotusjakeiden kierrätys tai erilliskäsittely
- lämpökuorman vähentämiskäyt

### Vesistövaikutusten arviointi ja vesistömallinnus

Nykyinen luvitusprosessi edellyttää luotettavaa vesistövaikutusten arviointia hankkeen koko elinkaaren aikana. Vesistöön kohdistuvien pitkäaikaisvaikutusten luotettava arviointi esim. 50 vuoden päähän on haastavaa. Hankkeen aiheuttaman kuormituksen lisäksi pitkällä aikavälillä vesistön tilaan vaikuttavat muut pistekuormittajat sekä muutokset vesistöjen valuma-alueiden maankäytössä. Myös ilmastonmuutos vaikuttaa vesistöjen tilaan tulevaisuudessa, mutta sen arviointiin on olemassa työkaluja. Vaikutusarviointiin liittyy aina epävarmuutta, mutta sitä voidaan vähentää esimerkiksi herkkyystarkastelujen avulla.

Vesistövaikutusten arvioinnissa on tärkeää tietää, minne ja miten paljon kuormitusta päätyy eli kuinka päästöt leviävät. Vesistömallinnus on työkalu, jolla erilaisten vesistöön kohdistuvien toimintojen vaikutuksista voidaan saada luotettava arvio. Asianmukaisen mallin rakentamisen lisäksi mallinnustyöhön kuuluvat mallin kalibrointi ja toiminnan varmistus vertaamalla tuloksia mittauksiin, jolloin mallin toiminnasta ja sitä kautta mallin tulosten luotettavuudesta saadaan selkeä arvio. Laadukkaasti toteutetun mallisovelluksen tulokset korreloivat yleensä hyvin vesistön tilan pitkäaikaisen tarkkailuaineiston kans-

sa, joten mallinnustuloksia voidaan käyttää hyödyksi vesistön nykytilan ja tulevan tilan arvioinnissa.

### Ennakkotarkkailusta sulkemisvaiheeseen

Luvituksessa korostuu nykyisin ennakkotarkkailun ja ajoissa tapahtuvan sulkemissuunnittelun rooli. Vesimuodostumien tilaluokan määrittely perustuu olemassa olevaan tarkkailuaineistoon, joka on monilla alueilla puutteellista. Jo varhaisessa vaiheessa aloitettu ennakkotarkkailu (veden laatu, kasviplankton, pohjaeläimet, vesikasvit, kalasto, piilevät) tuottaa aineistoa ekologisen tilan luokitteluun, jolloin luokittelu ja myös hankkeiden vaikutusarviointi voidaan tehdä luotettavan aineiston pohjalta.

Kaivoksilla erityinen huomioitava seikka on sulkemisen jälkeinen tilanne. Suljetun kaivosalueen valumavedet eivät saa heikentää vastaanottavan vesimuodostuman ekologista tai kemiallista tilaa.

Toimintavaiheessa vesiä voidaan käsitellä ja johtaa pumpaamalla, mutta sulkemisen jälkeen vedet valuvat painovoimaisesti lähimpään vesistöön. Koska sulkemisen jälkeisiin ympäristövaikutuksiin on nykyisin kiinnitettävä aiempaa enemmän huomiota myös vesienhoidon tavoitteiden näkökulmasta, sulkemisratkaisujen suunnittelu on siten aloitettava jo hankkeen esiselvitysvaiheessa.

### Vesienhoidon tavoitteiden huomioiminen on tärkeää

Vallitseva oikeustila on hyvin tiukka vesienhoidon tavoitteiden osalta. Hankkeiden luvituksessa korostuvatkin teknisten ratkaisujen lisäksi seuraavat kaksi seikkaa: 1) vesien tilatavoitteiden ja sulkemisen jälkeisen tilanteen ottaminen huomioon jo hankkeen varhaisessa suunnittelussa ja 2) korkealaatuinen vesistövaikutusten arviointi, joka tehdään tarpeeksi varhaisessa vaiheessa aloitetun ennakkotarkkailun pohjalta. ▲



WALTER AHLSTRÖM  
SÄÄTIÖ | STIFTELSE | FOUNDATION

### WALTER AHLSTRÖMIN SÄÄTIÖN APURAHAT

Walter Ahlströmin säätiön tarkoituksena on tukea tiedettä **puunjalostusteollisuuden, sähkötekniikan, voimatalouden ja metalliteollisuuden** aloilla.

Säätiö jakaa apurahoja ylemmän yliopistotutkinnon suorittaneille teknillisiin jatko-opintoihin, tiedettä edistävään tutkimukseen ja opintomatkoihin sekä projektiluonteisille tutkimuskohteille.

**HAKEMUKSET:** Hae sähköisesti osoitteesta:  
<https://apurahat.walterahlstrom.fi/fi>

**HAKUAIKA:** Apurahojen hakuaika on alkanut  
1.11.– 31.12.2020.

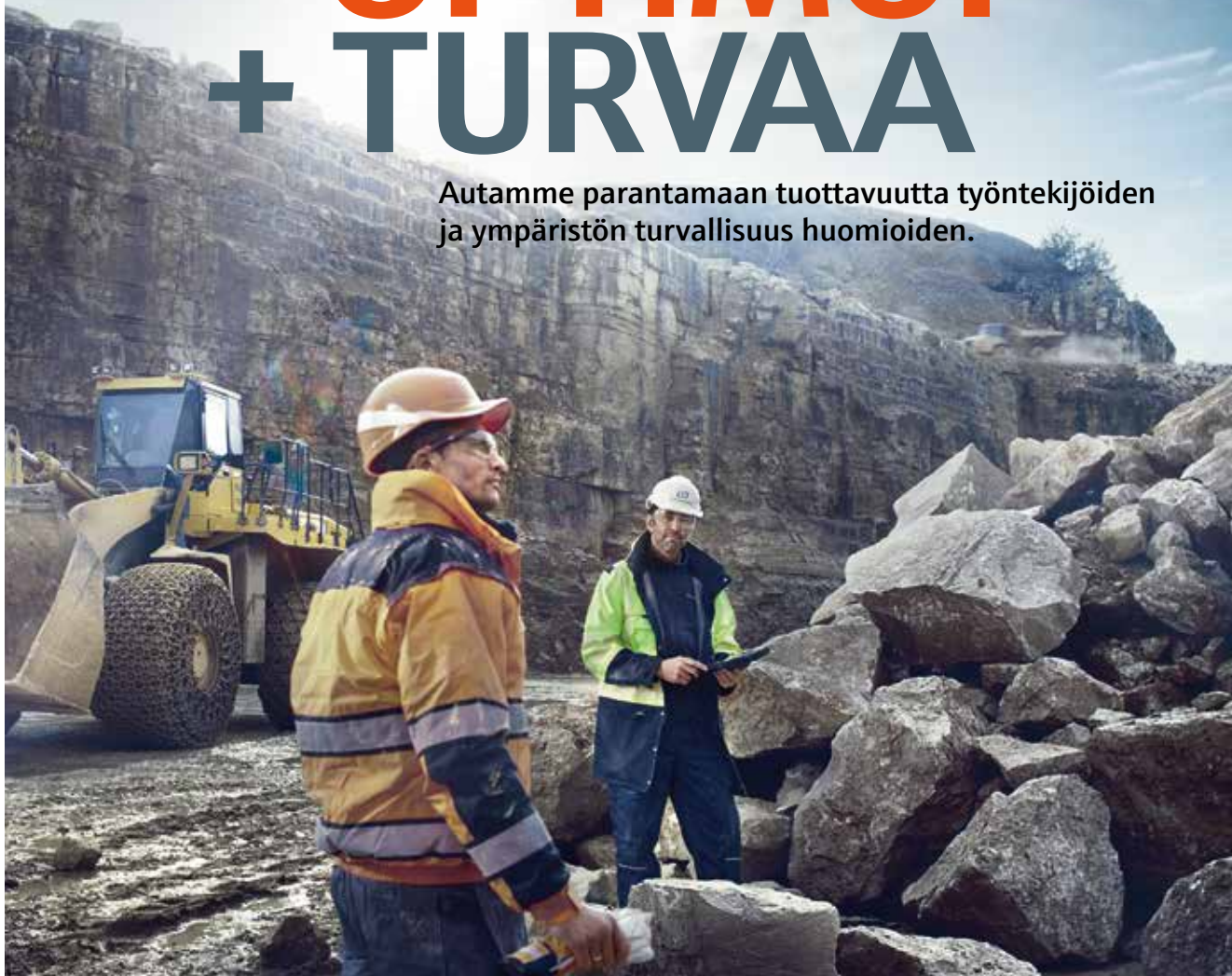
**LISÄTIEDOT:** [www.walterahlstrom.fi](http://www.walterahlstrom.fi)

**Walter Ahlströmin säätiön hallitus**

Ymmärrämme, miten tärkeää on varmistaa jalometallien ja mineraalien louhinta ja käsittely tehokkaasti.

# OPTIMOI + TURVAA

Autamme parantamaan tuottavuutta työntekijöiden ja ympäristön turvallisuus huomioiden.



Endress+Hauser auttaa sinua kehittämään prosessejasi:

- Teollisuusalan vaatimusten mukainen tuoteportfolio
- Tarvittavat mittaustiedot saatavilla oikea-aikaisesti
- Teollisuusalaakohtaiset ratkaisumme vähentävät prosessin riskejä ja pienentävät ympäristövaikutuksia

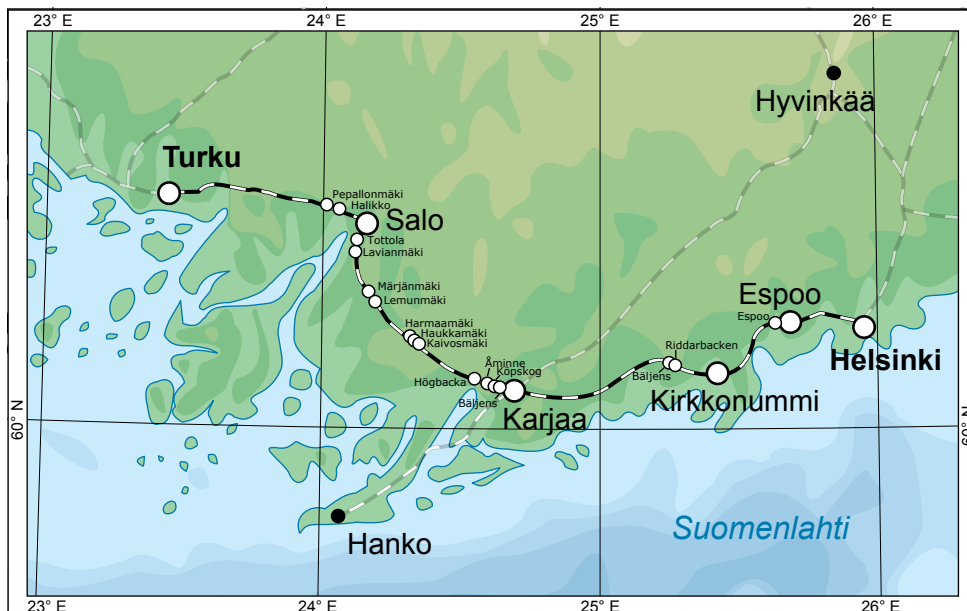


Haluatko tietää lisää?  
[www.fi.endress.com/primaries-metal](http://www.fi.endress.com/primaries-metal)

Endress+Hauser 

People for Process Automation





Rantarata ja rataosuudella olevat tunnelit

# Helsinki–Turku-radan laajat tunnelien korjaukset

Rataosuus Helsingistä Turkuun eli Rantarata on yhdistänyt etelä- ja varsinaissuomalaisia yli sadan vuoden ajan. Rata on selvinnyt sisällissodasta, talvisodasta ja jatkosodasta, mutta kärsinyt stabiiliteetiltaan heikoista pehmeikkökohteista, joihin yhdistyvät myös kuivatusongelmat. Rantaradan peruskorjausta on toteutettu vuodesta 2017 lähtien, ensin päällysrakenteen ja siltojen sekä rumpujen osalta ja parina viime vuotena myös tunneleiden osalta.

TEKSTI JA KUVAT: **TOPIAS SIREN**

Kuvassa Märjämäen tunnelin suuaukkorakenteen elementtiosat on asennettu paikalleen, haastava kaulusvalu on vielä edessä.





Paannejäät aiheuttavat kunnossapitohuolia rautatietunnelien suuaukoilla.

Tottolan rautatietunnelin pohjaneristystä Rantaradan liikennekatkon aikana

**R**antaradalla on 16 tunnelia, yhteispituudeltaan 5 851 metriä. Pääasiassa tunnelit sijaitsevat Karjaan ja Salon välisellä vuonna 1995 valmistuneella osuudella, jolla sijaitsee 11 tunnelia (ks. oheinen taulukko). Kaiken kaikkiaan korjaamattomia tunneleita on yhteensä 10 kpl. Kaikkien tunneleiden osalta verhoilurakenteet ovat tulleet käyttöikänsä päähän ja niitä on uusittu viime vuosina lähtien huonokuntoisimmista. Tunneleiden lisäksi radalla on uusittavaa päällysrakennetta vielä yli 40 km ja useita kilometrejä rataa, joka vaatii stabiileetin parantamista.

### Rantaradan historia

Ensimmäinen tunneli rantaradalle saatiin, kun Suomen ensimmäinen rautatietunneli valmistui rataosalle Turku—Karjaa vuonna 1898. Jo tällöin rakennettiin suuaukkorakenteita, sillä tunnelin suuaukoille rakennettiin harmaakiviset holvikaaret vesivuo-  
tojen hallitsemiseksi. Ensimmäinen 156 metriä pitkä tunneli rakennettiin tiukoille kaarresäteille ja matalille nopeuksille. Mutta kuten aina kun säästetään (tässä tapauksessa tosin ei välttämättä osattu varautua junaliikenteen kehitykseen), seuraava tunneli rakennettiin vain kymmeniä metrejä ensimmäisen viereen, jotta kaarresäteitä

saatiin loivennetuksi ja nopeuksia nostetuksi. Samalla tunnelin pituus yli kaksinkertaistui 345 metriin ja edellinen tunneli jäi käyttämättömäksi.

### Rantaradan tunnelit

Nykyisistä käytössä olevista Rantaradan tunneleista vanhin on Salossa sijaitseva Tottolan tunneli, joka on valmistunut vuonna 1959. Tunneli on suunniteltu ja louhittu pieneksi, sillä vaatimukset ovat aikanaan olleet vähäisempiä eikä rataa ole rakennettu sähköradaksi. Aikalaiskertomuksen mukaan tunnelin louhintaurakoitsijakin ehti vaihtua tunnelin rakentamisen aikana tunnelin sortuttua. Sortumisten takia tunnelissa onkin eksoottisia betoniholvikaarirakenteita, jotka entisestään kaventavat kapeaa profilia. Tunnelin alkuperäinen kuivatusratkaisu olivat radan molemmin puolin sijaitsevat betonimuurit, jotka rajasivat avo-ojan muurin ja kallioseinän väliin. Tämä ratkaisu purettiin 90-luvun perusparannuksessa, jolloin rataosuus sähköistettiin. Sähköistuksen mahdollistamiseksi betonimuurit timanttisahattiin, kuivatus siirrettiin putkiin ja rataa upotettiin alemmas tunnelin pohjan sallimissa rajoissa. Viimeaikaisten korjausten yhteydessä on havaittu, että sähköradan osalta mahtuminen nykystandardeihin tekee siitäkin huolimatta todella tiukkaa.

Viime vuosikymmeninä tunneli on lisäksi kärsinyt vedenhallintaongelmista, joita on korjattu tänä vuonna.

Seuraavaksi Rantaradalle louhittiin vuonna 1966 Espoon kaksiraiteinen tunneli, joka korvasi aiemman pohjoisempaan kulkeneen linjauksen. Seuraavia tunneleita odotettiin kaksikymmentä vuotta, jolloin Lillgård ja Riddarbacken rakentuivat Kirkkonummen ja Siuntion välille. Näistä Lillgård louhittiin jo sen verran isolla profiililla, että se täyttää osittain nykyiset aukean tilan ulottuman (ATU) määräykset pois luettuna ratasähköjen osuus.

Loput 12 rantaradan tunnelia louhittiin radan sähköistyksen yhteydessä 80- ja 90-luvun vaihteessa ja 90-luvun alkupuolella. Tällöin myös Pohjankuruun louhittiin kolmas tunneli (Högbacka), kun rataa suoritettiin samalla myös sillalla. Tässä yhteydessä Pohjankurun II tunneli jäi käyttämättömäksi. Tästäkin huolimatta kaikista tunneleista vain Kaivosmäki ja Haukkamäki täyttävät täysin nykyiset ATU vaatimukset. Rantaradan tunnelit ovat lähes poikkeuksetta 2-3 tunnelin ryppäissä lukuun ottamatta Pohjankurua, Espoota ja Tottolan tunnelia.

### Tunneleiden verhoilurakenteet

Tunneleiden verhoilurakenteiden tarkoi- >



Rantaradan tunneleiden tiedot ja viime aikaiset tunnelirakenteiden perusparannukset.

Tunnelin nimi	Pituus (m)	Valmistunut	Tunnelirakenteiden perusparannukset
Espoo	99	1966	
Lillgård	187	1985	
Riddarbacken	286	1985	
Bäljens	295	1991	
Köpskog	45	1991	
Åminne	108	1991	
Högbacka	200	1991	Verhoilurakenteet, E suuaukkorakenne
Kaivosmäki	97	1990	
Haukkamäki	436	1990	
Harmaamäki	267	1990	
Lemunmäki	775	1992	Verhoilurakenteet, suuaukkorakenteet
Märjämäki	1 240	1992	Verhoilurakenteet, suuaukkorakenteet
Lavianmäki	580	1993	Verhoilurakenteet, suuaukkorakenteet
Tottola	520	1959	Verhoilurakenteet, suuaukkorakenteet
Halikko	186	1993	
Pepallonmäki	530	1989	Verhoilurakenteet, suuaukkorakenteet

tuksena on estää vesivuodot tunneliin sekä pakkasen pääsy verhoilurakenteen taakse. Mikäli vesi pääsisi vuotamaan verhoilurakenteen lävitse tunneliin, muodostuisi jääpuikkoja ja paannejäätä, jotka ovat junaliikenteen kannalta vaarallisia ja työllistävät radan kunnossapitoa. Verhoilurakenteet on toteutettu vuoden 1980 jälkeen rakennetuissa tunneleissa polyeteenilevyvuorauksella tietyvästi norjalaisten oppien mukaan. Käytetty polyeteeni on säänkestävää, taipuisaa ja sitkeää perusmuovia, joka on kiinnitetty ankkurein kallioon jättäen ilmarako kallionpinnan väliin. PE-levyn tarkoituksena on estää veden jäätyminen verhoilurakenteen takana ja siten luoda toimiva kuivusrakenne sekä kesäksi että talveksi. Rantaradan tunneleissa verhoilurakenteita rakennettaessa on ilmeisesti 80- ja 90-luvuilla säästetty ja tunnelit ovat tilkkutäkityt PE-levyillä kätkien verhoilun taakse vain rakentamisen aikana vuotaneet kohdat. Samoin verhoilurakenteet on jätetty peittämättä ruiskubetonikerroksin.

Nyt, 30...40 vuoden kovan käytön jälkeen, on todettu peittämättömien verhoilulevyjen repsoittavan joistain kohdin ja yksittäisiä verhoilun osia on myös sortunut radalle. Ilmeisenä syynä ovat kallioon tehdyt verhoilulevyjen pultitukset, jotka ovat olleet liian lyhyitä ja toisaalta jo teknisen

käyttöikänsä päässä. Myös olosuhteet ovat haastavat, sillä ankkurointipultit ovat alttiita verhoilurakenteen takana liikkuvalla vedelle ja itse verhoilurakenne jopa nopeudella 200 km/h ohi kulkevien junien aiheuttamalle ilmanpainevaihtelulle. Käytännössä joitain vanhoja pultteja on voinut vetää käsin pois kalliosta. Tämän vuoksi ei olekaan ihme, että verhoilurakenteisiin liittyy akuutteja korjaustarpeita.

Väylävirasto on ohjannut Rantaradan korjaamiseen yhteensä 60 miljoonaa euroa vuosille 2019...2021 sisältäen päällysrakennetöitä, stabiliteetin parantamista ja tunnelien korjausta sekä Jorvaksen aseman rakentamisen. Työt on aloitettu huonimmissa kunnossa olevista tunneleista. Ajatuksena perusparannuksissa on myös mahdollistaa nopeuden nosto nykyisellä rataosuudella. Nopeuden nosto onkin huomioitu suunnittelussa ja rakentamisessa, mutta se on vanhojen kapeiden tunnelien osalta erittäin haastavaa.

Verhoilurakenteita on uusittu asentamalla vielä verhoilemattomiin kohtiin PE-levyä, asentamalla uudet paremmat pultit vanhoihin PE-levyihin, asentamalla näihin pultteihin koko tunnelin matkalta rauditusverkko ja ruiskubetonimalla koko tunneli 100 mm kerrospaksuudella. Rantaradalla verhoilurakenteita korjaa-

massa ovat olleet Destia Rail Oy Tottolan tunnelissa ja Ralf Ajalin Oy muissa tunneleissa.

#### Tunneleiden suuaukkorakenteet

Kuten edellä on todettu, suuaukkorakenteet ovat kuuluneet olennaisena osana rautatie-tunneleihin jo ensimmäisestä tunnelista alkaen. Sittemmin niiden rakentamisesta on joskus tingitty, mutta Rantaradan perusparannuksen yhteydessä niitä on rakennettu lisää. Suuaukkorakenteet ohjaavat tunnelin otsapintaa pitkin vuotavat vedet tunnelin sivuille ja estävät jääpuikkojen muodostumisen. Lisäksi toinen merkittävä tehtävä on estää paannejäiden syntymistä suuaukkojen eteen. Ahdas kalliroleikkauksen kulma heti tunnelin jälkeen, etenkin varjoisissa kulmissa, on erittäin altis kerrottamaan kerroksittaista paannejäätä, joka pahimmillaan ylittää radalle asti. Lisäksi suuaukkorakenne tuo yhden portaittaisen pienennysaskeleen tunnelin poikki-pinta-alaan, mikä pienentää paineiskupiikkiä junan sukeltaessa tunneliin.

Mikäli radan päällysrakenne on kunnossa, rataosuuksien nopeuden nostossa junan matkustamon paineiskuvaihtelut määrittävät usein korkeimman sallitun nopeuden tunneleissa. Suuaukkorakenteiden ja verhoilurakenteiden suunnittelu

yhteydessä on mallinnettu paineiskujen vaihtelua tunnelissa. Suuaukkorakenteen vaikutus paineiskupiikkiin on tosin pieni, sillä useimmiten rajoittavana tekijänä on ylipäättään erittäin pieniprofilinen tunneli. Lopulliset arvot tullaan mittaamaan koeajolla vuonna 2021.

Suuaukkorakenteiden rakentaminen Rantaradalla aloitettiin Pepallonmäen tunnelista, jossa suuaukkoelementit valettiin työmaalla urakoitsija Ralf Ajalin Oy:n tekemiin muotteihin ja nostettiin keväällä 2020 yökatkolla radan molemmiin puolin valettujen anturoiden päälle. Tämän jälkeen valettiin sekä suuaukkorakenteen ja kallion välinen kaulusvalu että liitosvalut anturoiden ja elementtien välillä. Tämän jälkeen vuorossa ovat suuaukkorakenteen pintaosien pinnoitus ja sisäosien palosuojausruiskutus. Suunnittelutyöhön ja toteutukseen oman lisähaasteensa ovat tuoneet työn aikana tiukentuneet suuaukkorakenteiden vaatimukset. Tällä hetkellä Pepallonmäen tunnelin suuaukut ovat valmistumaisillaan ensimmäisinä Rantaradan lukuisista suuaukkorakenteista.

### Rantaradan liikenteen kesäkatko

Moni junamatkustaja on varmasti hie-raissut silmiään suunnitellessaan matkaa Turun ja Helsingin välillä 19.7.-26.7.2020, jolloin pidettiin Rantaradan remontoimiseen varattu viikon mittainen liikennekatko. Tänä aikana junamatkustajat joutuivat käyttämään linja-autoja Karjaan ja Turun välillä, mikä varmasti aiheutti epämukavuutta matkustamiseen. On kuitenkin tiedostettava, että viikon yhtämittainen työrupeama radalla on poikkeuksellisen pitkä aika ja sinä aikana ehtii tehdä moninkertaisesti enemmän kuin normaalien yökatkojen aikana. Sen lisäksi, että yö on radalla lyhyt ja kolea, aikaa kuluu illan viimeisen junan mentyä ratatyöluvan saamiseen, radan maadoittamiseen ja kaluston raahaamiseen työkohteelle.

Niinpä viikon mittaisella katkolla, joka hyödynnettiin täysimääräisesti valoisia öitä myöten, ehdittiin purkaa Tottolan 520 m pitkän tunnelin radan päällysrakenteet, louhia pohjaa tasaisemmaksi, parantaa tunnelin kuivatusta ja palauttaa rata alkuperäiseen kuntoonsa. Työ pilkottuna yksittäisiin öihin olisi kestänyt vähintään vuoden ja maksanut moninkertaisesti. Liikennekatkoa hyödynnettiin myös radan muiden osien päällysrakenteen vaihtoon,



Kovien poistoa Tottolan tunnelin pohjasta Rantaradan liikenteen kesäkatkon aikana



Vanhaa verhoilurakennetta verkotettuna kuprikan kohdalla Tottolan tunnelissa. Oikea puoli vielä verkottamatta, päälle asennetaan ruiskubetoni.



Kirjoittaja Pohjankurun II tunnelissa

mikä olikin alkuperäinen syy katkoon, sekä viiden tunnelin korjauksiin.

Urakka meni kaiken kaikkiaan mallikkaasti, mutta heikosti tiedossa olleet tunnelin pohjarakenteet tuottivat merkittäviä yllätyksiä ja päänvaivaa etenkin urakoitsijalle, joka kuitenkin oli tehnyt kotiläksynsä huolellisesti ja varannut louhintaresursseja paikalle runsaasti. Myös Sweco suunnittelijana, Väylävirasto tilaajana sekä valvonta- ja rakennuttajaorganisaatiot Rejlertsiltä olivat koko katkon ajan läsnä mahdollistaen nopeat päätökset. ▲



UUDESSA CAT® 988K XE "KASIPARISSA" ON

# SÄHKÖISTÄ VETOVOIMAA



**25%**

**PAREMPI  
POLTTOANE-  
TEHOKKUUS**

**10%**

**PIENEMMÄT  
YLLÄPITO-  
KULUT**

**10%**

**ENEMMÄN  
TUOTTAVUUTTA**

Uudessa Cat® 988K XE pyöräkuormaajassa on vaihteisto ja momentinmuunnin korvattu generaattorilla ja sähkömoottorilla. Niiden ansiosta kone kiihtyy paikaltaan huippunopeuteen portaattomasti, virtuaalisten vaihteiden ja integroitujen ohjaimien avulla hallittavuus kaikissa työtilanteissa on erinomainen. Ajosuunnan vaihto käy erittäin helposti, nopeasti ja juohevasti. Erittäin raskaissa ja lyhytsyklisissä töissä tehokkuuden kasvu on jopa 49 % aikaisempaan malliin verrattuna.

## CAT 988K XE – Taloudellisuuden uusi standardi!

Ota yhteyttä Cat -myyjäsi tai katso [www.avesco-cat.fi](http://www.avesco-cat.fi)



Katso Cat® 988K XE video



LISÄARVOA YRITYKSELLESI.  
CVA:n kautta tarjoamme  
asiakkaillemme parasta  
mahdollista palvelua ja tukea.

**avesco**

**CAT**

# Wear and spare parts for slurry transport equipment produced under Element® brand

**element**®  
Integrity in details

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

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

Element Group Oy  
Technopolis Asemakeskus  
Peltokatu 26  
33100 Tampere  
+358 10 340 3980  
info@element.global



[www.element.global](http://www.element.global)



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



[Element Global](https://www.linkedin.com/company/element-global)



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



# Suomen metallinjalostuksen tutkimusstrategia

– jatkoa pitkäjänteiselle tutkimusyhteistyölle

Euroopan unionin ja Suomen sekä suomalaisten teräs- ja metallintuottajien omat kunnianhimoiset tavoitteet hiilineutraaliuden nopealle toteuttamiselle asettavat mittavan kehitys- ja innovaatiohaasteen. Tähän antaa hyvän mahdollisuuden teollisuuden ja yliopistojen sekä tutkimuslaitosten monikymmenvuotinen tiivis tutkimus- ja kehitysyhteistyö. Parhailtaan on päättymässä kaksi merkittävää tutkimusohjelmaa, samalla kun jo seuraavien hankekokonaisuuksien rahoitushakemuksia valmistellaan ja käsitellään.

**KIMMO JÄRVINEN**, TOIMITUSJOHTAJA, METALLINJALOSTAJAT RY

**ARI JOKILAAKSO**, PROFESSORI (ASSOCIATE), AALTO-YLIOPISTO, KEMIAN TEKNIIKAN KORKEAKOULU, METALLURGIA

**TIMO FABRITIUS**, PROFESSORI, OULUN YLIOPISTO, PROSESSIMETALLURGIAN TUTKIMUSYKSIKÖ, PROSESSIMETALLURGIA

**MARI LUNDSTRÖM**, PROFESSORI (ASSISTANT), AALTO UNIVERSITY, KEMIAN TEKNIIKAN KORKEAKOULU, HYDROMETALLURGIA

**JARMO LILJA**, PROSESSIKEHITYSPÄÄLLIKKÖ, SSAB EUROPE OY

**ESA PEURANIEMI**, DEVELOPMENT MANAGER, BOLIDEN HARJAVALTA OY

## Taustaa

Metallit ovat ihanteellisia materiaaleja, joilla voimme vastata yhteiskunnan kasvaviin infrastruktuuritarpeisiin kestäväällä tavalla. Kohtuuhintaisina ja helposti saatavina niiden luontaiset ominaisuudet kuten korkea lujuus, mikrorakennesuunnittelun mahdollisuus, erinomainen työstettävyys, käsittelyn ja käytön monipuolisuus, loistava kestävyys ja 100 % kierrätettävyys mahdollistavat esim. rakennusten ja ajoneuvojen hiilineutraalin tuotannon. Kierrätettyytensä ansiosta ne mahdollistavat myös pyrkimisen kohti jätteenöntä tuotantoa ja neitseellisten materiaalien käytön vähentämisen.

Metalliteollisuuden taloudellinen hyöty on merkittävä etenkin Suomelle. Vuonna 2019 suomalaisten koneenrakennusyritysten ja metalliteollisuuden liikevaihto oli noin 33 ja metalliteollisuuden 11 miljardia euroa. Yhdessä ne työllistävät suoraan 149 000 ihmistä ja luovat Suomen teollisuustuotannon arvosta lähes 44 %.

Vaikka värimetalleja on määrällisesti paljon, niiden tuotantomäärät ovat pienemmät kuin teräksen. Värimetallien käytön ennustetaan kasvavan kuitenkin

nopeammin kuin teräksen. Tämä johtuu tarpeesta kehittää ja lisätä uusiutuvien energiamuotojen tuotanto- ja varastointiteknologioita, jotka tarvitsevat sitä enemmän metalleja mitä kehittyneempiä teknologiat ovat. Fossiilisten materiaalien käyttö (polttoaineet ja pelkistimet) metallien tuotannossa on korvattava vaihtoehtoisilla tavoilla, koska metallien kasvava tarve uusiutuvan energian teknologioissa tekee välttämättömäksi sen, ettei niiden tuotannossa synny kasvihuonekaasupäästöjä.

## Hiilineutraaliustavoitteet

Ilmastonmuutos on maailmanlaajuinen uhka eikä Eurooppa voi pysäyttää sitä yksin. Yhteistyö kumppanimaiden kanssa on siis välttämätöntä ja sopusoinnussa Pariisin sopimuksen kanssa.

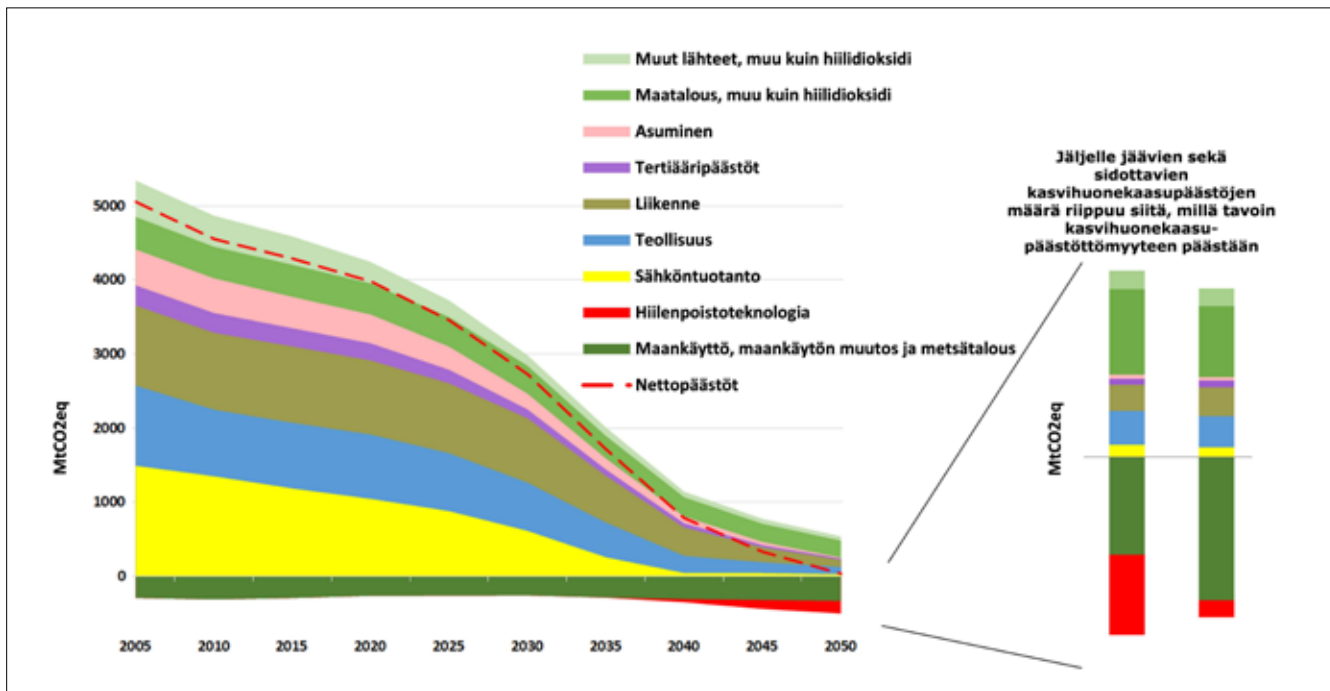
Euroopan unioni on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään vähintään 40 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoteen 1990 verrattuna, mihin myös Suomi on sitoutunut. Tämä liittyy myös Euroopan pitkän aikavälin strategiaan olla johtava globaalissa ilmastotoimissa ja päästä kasvihuonekaasupäästöjen nettoarvossa nollaan

vuoteen 2050 mennessä kustannustehokkaasti ja sosiaalisesti oikeudenmukaisesti, kuva 1. [1]

EU:n tavoitteiden saavuttamisessa ja teollisuuden muuttamisessa hiilineutraaliksi teräs- ja metalliteollisuudella on keskeinen rooli, koska se on vastuussa 20-25 prosentista EU:n päästökauppajärjestelmän (ETS) kattamista teollisuuden hiilidioksidipäästöistä. Euroopan teräs- ja metalliteollisuus on jo tänään maailman vähäpäästöisintä ja sillä on johtava rooli maailman metalliteollisuuden päästövähennysteknologian kehittämisessä ja soveltamisessa. Suomen hallituksen kunnianhimoinen tavoite olla hiilineutraali jo vuoteen 2035 mennessä ja hiilinegatiivinen pian sen jälkeen edellyttää Suomelta myös merkittävää panostusta metalliteollisuuden vähähiilisyiden kehittämiseen.

## Teknolomiteollisuuden tiekartta

Teknolomiteollisuus on laatinut toimialan tiekartan kohti vähähiilisyttä [2]. Tiekartta tukee hallitusohjelman tavoitetta hiilineutraalista Suomesta 2035 mennessä ja EU:n tavoitetta hiilineutraaliudesta ennen vuot-



Kuva 1. Euroopan kasvihuonekaasupäästöreitti 1,5 °C: n skenaariossa [1].

ta 2050. Teknologiateollisuuden tiekartta muodostaa tärkeän osan historiallista suunnitelmaa, jolla Suomen keskeiset ventialat Teknologiateollisuus, Metsäteollisuus ja Kemianteollisuus sekä Energiateollisuus pyrkivät määrätietoisesti kohti vähähiilisyttä.

Teknologiateollisuus muodostuu useista eri toimialoista. Alan suorat päästöt ja ostoenergian käytöstä aiheutuvat päästöt ovat noin 6 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuodessa. Kaikilla toimialoilla voidaan merkittävästi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Nopeutetun teknologisen kehityksen mallissa suorat päästöt laskevat 38 % vuoteen 2035 ja 80 % vuoteen 2050 mennessä. Päästövähennyskeinoista useimmat perustuvat prosessien ja koneiden sähköistämiseen, energia- ja materiaalitehokkuuden parantamiseen, kiertotalouteen sekä digitaalisten ratkaisujen käyttöön. [3] Tämä edellyttää merkittäviä panostuksia metallien vähähiilisten tuotantoteknologioiden tutkimus- ja innovaatiotoiminnan nopeuttamiseksi ja toteuttamiseksi, kuva 2. [4]

Suomalaiset metallinjalostusalan yritykset ovat asettaneet kunnianhimoiset tavoitteet itselleen. Esimerkiksi Outokummun tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä ja SSAB:n vuoteen 2040 mennessä. Metso Outotec pyrkii vähentämään absoluuttisia scope 1 ja scope 2 kasvihuonekaasupäästöjä 13% ja scope 3 päästöjä 10% vuoteen 2025 mennessä

vuoden 2017 tasosta. Bolidenin tavoitteena on vähentää hiilidioksidi-intensiteettiä, CO<sub>2</sub>-päästöt tuotettua metallitonniä kohti, 40 prosenttia vuoteen 2030 mennessä (vertailuvuosi 2012).

Teknologiateollisuuden tiekartan mukaan päästöjen vähentämisen edellytykset ovat:

- **Luotujen skenaarioiden toteuttaminen yhdessä toimintaedellytysten vahvistamisen kanssa (tässä Suomen hallitus on jo ottanut merkittäviä askeleita sähköverojärjestelmän uudistamisella ja sähkön käytön tukemisella)**
- **Vähäpäästöisen sähkön riittävä saatavuus on** avainasemassa sähköistyksen lisääntyessä. Tekniset ratkaisut ovat osin vielä kehitysvaiheessa ja esim. vetyekosysteemin luominen vaatii vielä merkittäviä panostuksia.
- **Kaikki toimivat.** Yksittäisilläänkin investoinneilla on kokonaisuuden kannalta suuri merkitys, mutta skenaarioiden toteutuksessa tarvitaan kaikkia teknologiateollisuuden yrityksiä toteuttamaan ja kehittämään vähähiilisiä teknologioita.

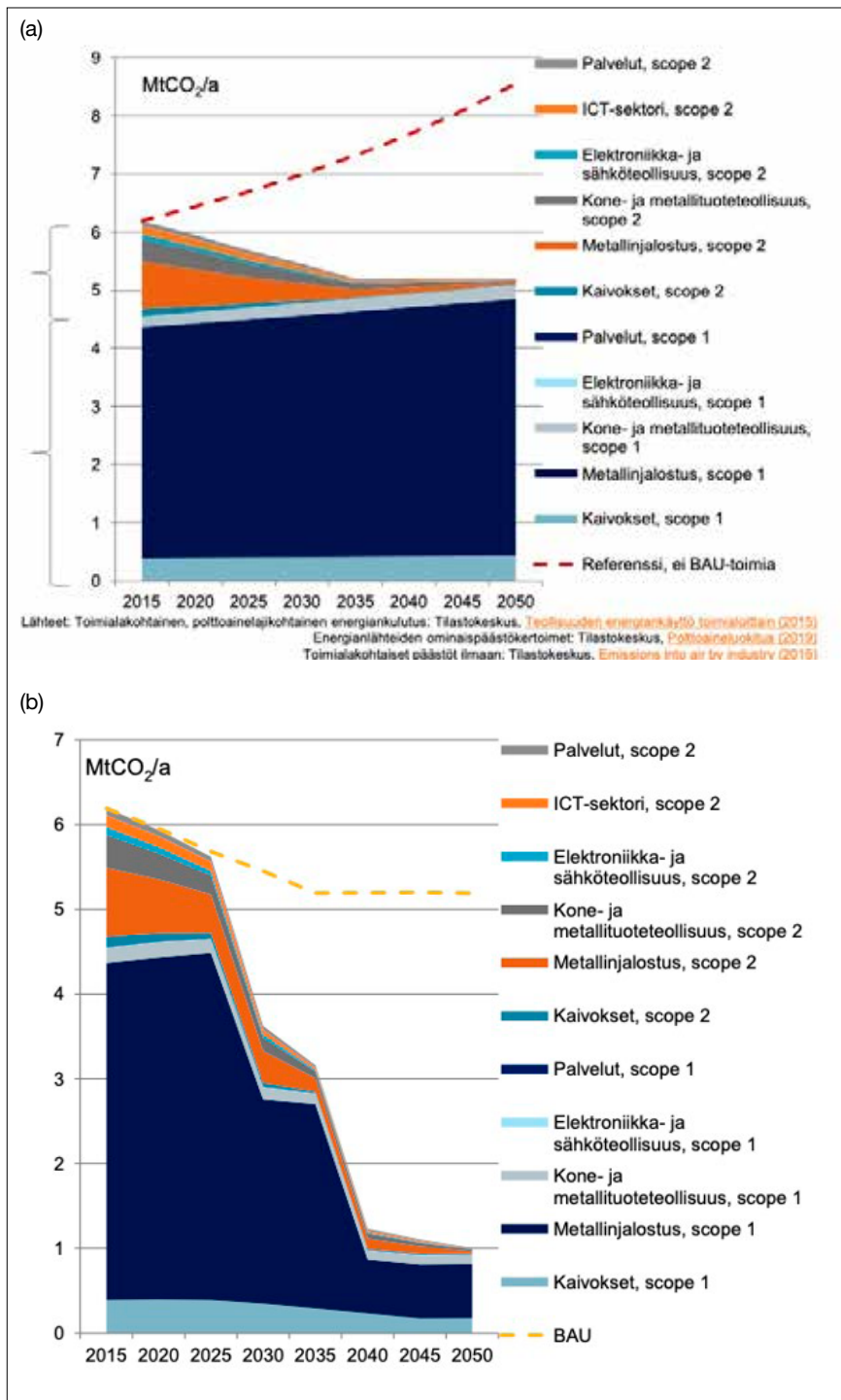
Skenaarioiden toteutuksen yhteinen taustateema onkin suomalaisen teollisuuden toimintaympäristön suotuista kehitys, kuva 3.

Teollisuuden vähähiilitiekartoissa on tunnistettu yli 10 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. päästövähennyspotentiaali vuoteen 2035 mennessä.

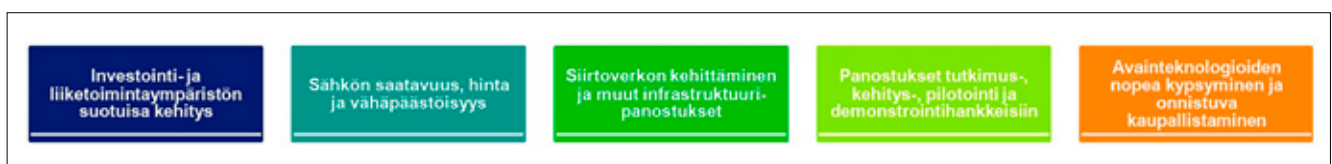
Suomen hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi teollisuudelta odotetaan 6–8 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. päästövähennyksiä. Tiekarttojen toteutuminen nostaa vähähiilisen sähkön tarvetta teollisuudessa. Teollisuuden sähkönkulutuksen arvioidaan kasvavan nykyisestä noin 30 TWh:sta vuodessa tasolle 50 TWh/v vuoteen 2035 mennessä ja liki 70 TWh:iin/v vuoteen 2050 mennessä. Tällä hetkellä koko Suomen sähkönkulutus on alle 90 TWh/v. Vähähiilisen tai hiilettömän sähkön tuotantoteknologia on metalli-intensiivistä sekä eri metallien lukumäärinä että tarvittavina tonneina. Tämä lisää metallien kysyntää samoin kuin liikkumisen/liikenteen sähköistäminen [5].

Teknologiateollisuuden erityispiirre on suuri hiilikädenjälki. Nykyisten vientituotteiden kädenjäljen arvioidaan olevan vähintään 20 Mt CO<sub>2</sub>-ekv./v. Se vastaa nelinkertaisesti teknologiateollisuuden omia CO<sub>2</sub>-päästöjä Suomessa. Kädenjälki on arvioitu myös kehitteillä oleville teknologioille. Uudet ratkaisut voivat kasvattaa kädenjälkeä lisää yli 50 Mt CO<sub>2</sub>-ekv./v. Vähähiilisyys ja kädenjälki tarjoavat Suomelle merkittävää liiketoimintapotentiaalia. Sen hyödyntäminen vaatii panostuksia TKI-toimintaan. Osa alan tuottamista avainteknologioista toimii verkoston kautta mahdollistajana useille muille vähähiiliratkaisuille, joten niihin panostaminen monistaa syntyviä hyötyjä. Kädenjälkiratkaisujen päästövähennyksiä.





Kuva 2. Suomen teknologiateollisuuden kasvihuonekaasupäästöt (vuodet 2015 - 2050): (a) Skenaario 1: Vain toiminta energiasektorilla vähentää päästöjä (ei tavoitteemme), (b) Skenaario 2: Investoinnit ja T & K -työhön perustuva metallintuotanto vähentävät merkittävästi päästöjä (suomalaisten metallintuottajien asettama tavoite) [3].



Kuva 3. Suomalaisen teollisuuden toimintaympäristön suotuisa kehitys [4]

hennyspotentiaali ylittää moninkertaisesti teollisuuden päästöt, kuva 4.

Kehityspanosten kohdentamisessa on tuettava paitsi perustutkimusta myös erityisesti skaalausta ja implementointia teolliseen mittakaavaan.

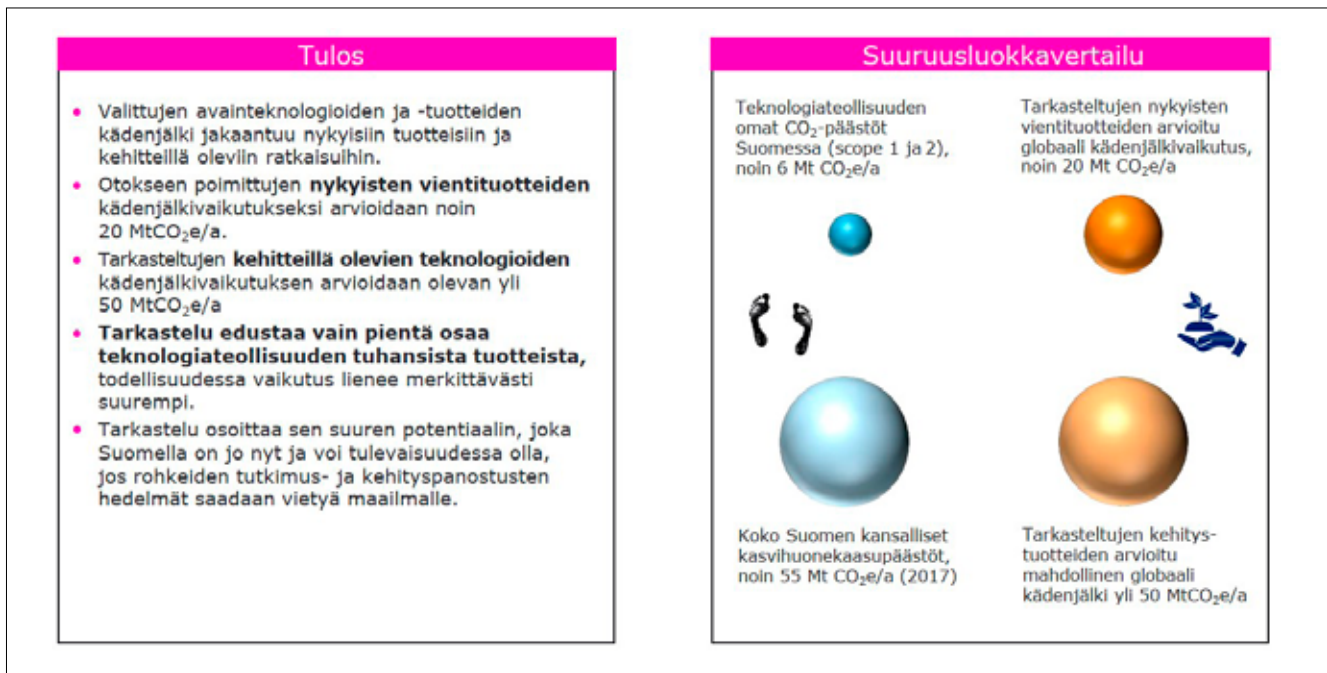
### Pitkä tutkimusyhteistyön perinne

Vuodesta 1980 lähtien suomalaiset teräs- ja metallituottajat ovat tehneet järjestelmällistä yhteistä tutkimustyötä varmistaakseen suomalaisen teollisuuden kilpailukyvyyn pitkällä aikavälillä ja laajentaakseen ammattitaitoisten akateemisten ja teollisuuden tutkijoiden joukkoa ja osaamisprofiilia. Pääosin Business Finlandin (Tekes) ja teollisuuden rahoituksella toteutettuja tutkimusohjelmia on tehty jatkumona, jossa teemat ja aiheet on aina suunnattu ja tarkennettu yhteisiin tavoitteisiin, kuva 5.

Viimeisimmät hankkeet ovat olleet mm. FLEX ja CMEco sekä parhaillaan loppusuoralla olevat SYMMET ja BATCircle, joista viimeksi mainitussa ekosysteemin on muodostanut laajempi joukko yrityksiä tutkimuksen keskittyessä akkujen ja näissä käytettyjen metallien valmistukseen ja kierrätykseen.

Kuluvan vuoden aikana on valmisteltu seuraavia tutkimushankkeita, joista TOCANEM (Towards Carbon Neutral Metals) konsortiohakemus on jätetty Business Finlandille syyskuun alussa ja sen käsittely on parhaillaan käynnissä. BATCircle 2.0 valmistelua on viety jo pitkälle ja hakemus tullaan jättämään kuluvan vuoden loppuun mennessä. Myös FOSSA-hanketta (Fossil-free Steels and Steel Applications) valmistellaan vuoden loppuun mennessä jätettäväksi.

**TOCANEM-projektin lähtökohta ja tavoitteet.** Suomessa teollisuuden suurin hiilidioksidipäästöjen vähentämismahdollisuus on metallien jalostuksessa. Tästä syystä suomalaiset metallintuottajat ovat asettaneet hiilidioksidipäästöjen vähentämistavoitteita, jotka ovat maailmanlaajuisestikin kunnianhimoisia. Näiden tavoitteiden saavuttaminen vaatii huomattavia muutoksia koko tuotantoketjussa sekä suuria pitkäaikaisia investointeja yrityksiltä ja julkisilta rahoittajilta.



Kuva 4. Kädenjälkiratkaisujen päästövähennyspotentiaali ja suuruusluokkavertailu [4].

TOCANEM-projektin tavoitteena on mahdollistaa siirtyminen hiilineutraalien metallien tuotantoon Suomessa, luoda maailmanlaajuinen johtoasema hiilineutraalien metallien tuotantoon liittyvissä prosessi-innovaatioissa sekä tarjota uutta tutkimuslähtöistä osaamista sähkön ja vedyn hyödyntämiseksi metallien tuotannossa. Yritysprojekteissa panostetaan lisäksi vientipotentiaalin kasvuun. Tehtävät on jaettu viiteen työpakettiin, joista WP1, WP2 ja WP3 sisältävät tutkimustoimintaa, kun taas WP4 ja WP5 keskittyvät kansainväliseen yhteistyöhön, koordinointiin ja tiedon levittämiseen:

WP1 - Hiilen suora välttäminen

WP2 - Älykäs hiilen käyttö

WP3 - Kiertotalous

WP4 - Kansainvälinen yhteistyö

WP5 - Koordinointi ja tiedon levittäminen

TOCANEM-projekti on yksi Metalinjalostajat ry:n neljästä strategisesta tutkimushankkeesta. Ekosysteemi koostuu paitsi itse metallintuottajista myös alkuperäisiin raaka-ainetoimittajista, kuten kaivos-, energia- ja biopohjaisten materiaalien tuottajista sekä teräksen ja metallituotteiden jatkokehittäjistä, kuten akkumetallija konevalmistajista. Tutkimusosaamisen osalta ekosysteemi on integroitu Suomen tärkeimpiin tutkimuslaitoksiin ja yliopistoihin sekä globaaliin yhteistyöverkostoon perustamisensa alusta lähtien.

**Uusi BATCircle 2.0** ekosysteemi rakentaa vahvasti BATCircle (2019-2020) projektissa aloitetun työn perustuksille. Tavoitteena on kehittää uusia, todennetusti CO<sub>2</sub>-jalanjäljeltään parempia prosesseja niin primääriraaka-aineiden kuin kierrätettyjen akkujen metallienkin talteenottoon. Tutkimusaiheiden kirjo on laaja arvoketjussa malmien etsinnästä aina niiden jalostukseen, akkumateriaalien valmistukseen ja akkujen kierrätykseen ja kierrätettävyyden mittareihin saakka. Yritysprojekteissa panostetaan erityisesti vientipotentiaalin kasvuun sekä innovaatioiden ja uuden liiketoiminnan luomiseen Suomeen.

BATCircle 2.0:n julkisen tutkimuksen rakenne koostuu arvoketjun mukaisista tutkimustyöpaketeista:

WP1 – Akkumateriaalien etsintä ja vastuullinen kaivostoiminta

WP2 – Älykäs akkujen kierrätys

WP3 – Akkumateriaalien ja -metallien prosessointi

WP4 – Akkumateriaalit

WP5 – Kiertotalous

Entistä vahvemmin tutkimuksessa keskitytään horisontaalisiin teemoihin kuten ympäristöystävällisyyteen ja hiilidioksidipäästöjen minimointiin, materiaalien kriittisyyteen ja riittävyteen, energiatehokkuuteen, taloudelliseen prosessointiin sekä vahvaan kansainväliseen yhteistyöhön erityisesti pohjoismaiden ja Euroopan mai-

den kanssa. Lisäksi Aalto-yliopisto vastaa BATCircle 2.0:ssa kahdesta projektihallinnollisesta, -viestinnällisestä sekä EU-toiminnallisesta työpaketista:

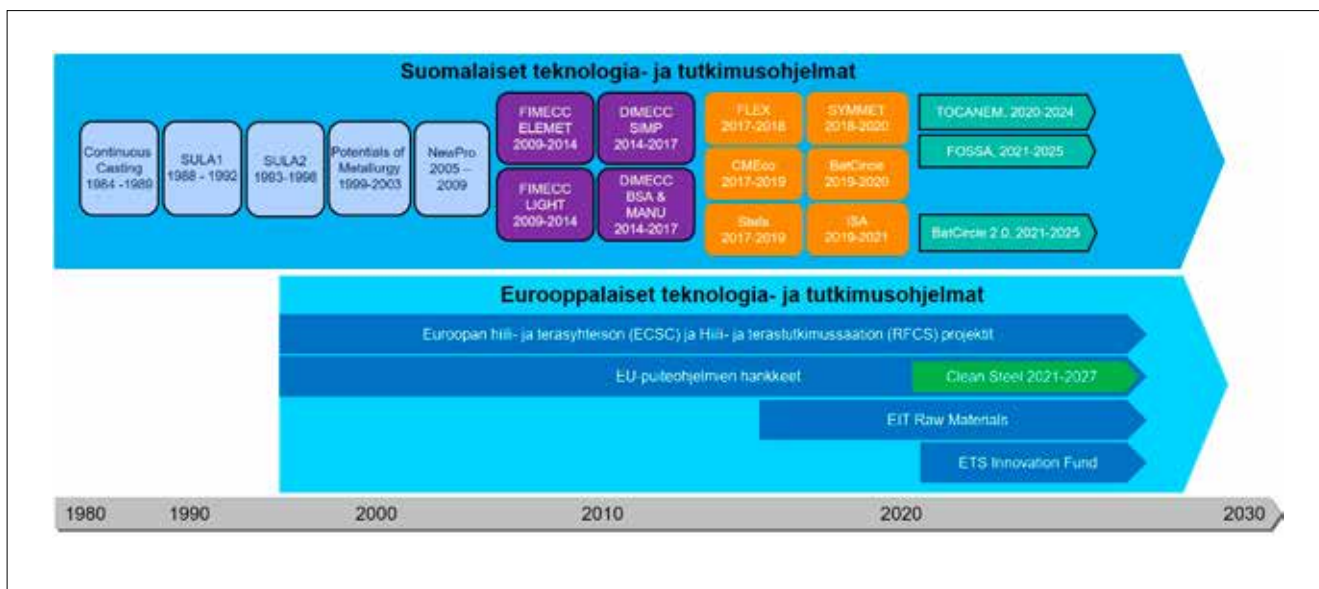
WP6 – Koordinointi ja tiedon levittäminen

WP7 – EU BATCircle

Jälkimmäisessä BATCircle 2.0 vahvistaa näkyvää eurooppalaista työtä Batteries Europe:n Working Group 2:n johdossa. Tässä komission nimittämässä työryhmässä on tunnustettu Euroopan T&K-tarpeita sekä puutteita akkumateriaalien ja akkukierrätyksen kentällä. Tämän pohjalta rakennetaan Euroopan keskipitkän välin tutkimuksen T&K-strategiaa akkuraaka-ainetutkimukseen sekä akkukierrätykseen. Työssä on mukana jäseniä lähes jokaisesta jäsenmaasta ja BATCircle on vahva mahdollistaja tässä Metso Outotecin ja Aalto-yliopiston johtamassa työssä.

**FOSSA-projektin lähtökohta ja tavoitteet.** SSAB:n tavoitteena on ensimmäisenä teräsyhtiönä maailmassa tuoda markkinoille fossiilivapaa teräs jo vuonna 2026 HYBRIT-tekniologian avulla. Tekniologia perustuu fossiilivapaalla sähköllä tuotetun vedyn käyttämiseen rautamalmin pelkistyksessä sekä tuotetun rautasiemen sulattamiseen sähköuunissa. SSAB:n vuosittaiset CO<sub>2</sub>-päästöt ovat noin 4 milj. tonnia, mikä vastaa 7 % Suomen kokonaispäästöistä. Siten SSAB:n rooli kansallisessa hiilineutraalisuustavoitteessa on suuri. Teräs-





Kuva 5. Metallinjalostajien yhteishankkeet vuodesta 1984 alkaen.

tuotannon CO<sub>2</sub>-päästöjen lisäksi voidaan päästöihin vaikuttaa kehittämällä entistä lujempia, kevyempiä ja kestävämpiä teräksiä, joiden avulla käytön aikaiset päästöt vähenevät merkittävästi. Tämä vaikutus on jopa suurempi kuin valmistuksen aikaisilla päästöillä.

FOSSA-hankkeessa sekä selvitetään tarvittavia prosessimuutoksia siirryttäessä fossiilivapaaseen tuotantoon että kehitetään uusia AHSS-teräksiä ja niiden sovelluksia. Fossiilisten CO<sub>2</sub>-päästöjen poistamisen lisäksi luodaan fossiilivapaita terästuotteita, jotka tuovat uutta arvoa liiketoiminnalle ja vahvistavat kotimaisen konepajatuotannon kilpailukykyä.

FOSSA-hanke on jaettu kolmeen teemaan:

- Teema I – Kohti fossiilivapaata terästä: Hiilipohjaisen terästuotannon konversio DRI/EAF –pohjaiseksi kestävä kehityksen mukaiseksi tuotannoksi. Teeman työpaketeissa selvitetään mm. DRI:n ja fossiilivapaan hiilen käytön erityispiirteitä valokaariuunissa, koksi- ja maakaasun korvaamista sähköllä ja biokaasulla aihoiden kuumennuksessa, vedyn varastointiin ja käyttöön liittyviä kysymyksiä sekä sekundääristen materiaalien uusia kierrätystapoja.
- Teema II – Fossiilivapaat premium- ja erikoisteräkset: uusien innovatiivisten korkealujuuksisten terästen (UHSS ja AHSS) kehittäminen. Teeman työpaketeissa sekä selvitetään nykyisten tuotteiden valmistusta uusilla raaka-aineilla ja prosesseilla

että tutkitaan mahdollisuuksia entistä vaativampien teräslajien kehittämiseen.

- Teema III – Fossiilivapaat terässovellukset: uusien terässovellusten kehittäminen tukemaan sekä hiilineutraalin Suomen tavoitetta että konepajateollisuuden kilpailukykyä. Tämä teema kytkee yhteen koko fossiilivapaan valmistusketjun raaka-aineista asiakastuotteisiin saakka. Kestävän kehityksen mukaiset terästuotteet ovat merkittävä kilpailuetu Suomelle.

FOSSA-hanke toimii kiinteässä yhteistyössä TOCANEM-hankkeen kanssa, jossa esiintyy yhteneväisiä teemoja muiden metallien valmistuksen osalta. Projektin aikana tullaan kotimaisten T&K-yhteistyökumppaneiden lisäksi hyödyntämään kestävä kehityksen teemoille rakennettuja ja perusteilla olevia EU-rahoitusmahdollisuuksia.

### Yhteenveto

Metallinjalostuksemme merkitys suomalaisen hyvinvoinnin ja ympäristösuorituskyvyn kehittäjänä ei ole koskaan ollut suurempi kuin tänään, kun Suomi tavoittelee kunnianhimoisesti maailman johtajuutta hiilineutraalisuudessa.

Suomalaisella metallinjalostusteollisuudella on pitkät ja kunniaakkaat perinteet. Se on aina ollut niin teknologisen kuin ympäristösuorituskykynsäkin osalta globaalisti tunnustettu edelläkävijä. Alan yritykset haluavat yhdessä tutkimuslaitosten, työntekijäjärjestöjen ja poliittisten päättäjien kanssa pitää huolen siitä, että näin on myös tulevaisuudessa. ▲

### Lähteet

- [1] Puhdas maapallo kaikille: Eurooppalainen visio kukoistavasta, nykyaikaisesta, kilpailukykyisestä ja ilmastoneutraalista taloudesta. KOMISSIION TIEDONANTO, COM(2018) 773 final, Bryssel 28.11.2018.
- [2] <https://teknologiateollisuus.fi/fi/ajankoh-taista/tiedote/tiekartta-valmistui-teknologiateollisuus-pystyy-vahentamaan-paastoja>
- [3] Afry 2020
- [4] Helena Soimakallio: Teknologiateollisuuden vähähiilitekartta 2035 – Tulokset. 9.6.2020, Teknologiateollisuus ry
- [5] Erikoinen numero-Materia, [https://vuorimies-yhdistys.fi/wp-content/uploads/2019/10/Materia\\_2019-3.pdf](https://vuorimies-yhdistys.fi/wp-content/uploads/2019/10/Materia_2019-3.pdf)



# DIGITAALISIN ASKELIN PAREMPAAN TUOTTAVUUTEEN

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

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



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





# Suomen mineraaliklusterin kilpailukyky ja vaikuttavuus

FT, DOS. JOONAS HOKKANEN  
DI HEIKKI SAVIKKO

**K**aivosteollisuus vastaa yhteiskunnan raaka-ainetarpeisiin. Suomen kallioperä on raaka-aine-esiintymien suhteen varsin lupaava. Kaivostoimintaa on meillä harjoitettu jo useiden vuosisatojen ajan, ja Suomeen on kehittynyt kaivostoiminnan lisäksi merkittävää jatkojalostusta sekä kaivostoimintaa palvelevaa teknologiavalmistusta ja palveluliiketoimintaa. Näistä on kehittynyt myös kansainvälisesti merkittäviä yrityksiä. Niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin käydään keskustelua kaivostoiminnan tarpeellisuudesta, merkityksestä ja merkittävydestä. Kaivostoiminnasta syntyy suoria hyötyjä paikallisesti toiminta-alueelle, alueellisesti ja kansallisesti. Kaivoshankkeisiin liittyy myös merkittäviä odotuksia kerrannaisvaikutuksista.

Ramboll Finland Oy selvitti Suomen mineraaliklusterin kilpailukykyä ja vaikuttavuutta Valtioneuvoston kanslian VNTEAS-kehityshankkeessa. Hankkeessa mallinnettiin sitä, miten ja millaisia aluetaloudellisia vaikutuksia mineraaliklusterista maassamme muodostuu. Suomen mineraaliklusteri pitää sisällään kaivostoiminnan ja louhinnan, metallien jalostuksen sekä kaivos-, louhinta- ja rakennuskoneiden valmistuksen.

Suomen mineraaliklusterin vuotuinen kokonaistuotos on kerrannaisvaikutuksineen noin 22,1 miljardia euroa. Tästä suorien vaikutusten osuus on noin 12,2 miljardia euroa. Klusteri työllistää kerrannaisvaikutuksineen 87 400 henkilötyövuotta, josta suoraan noin 24 600 henkilötyövuotta. Alueelliset vaikutukset ovat merkittäviä erityisesti Lapin, Kainuun ja Satakunnan maakunnissa, missä kokonaistuotoksen osuus koko maakunnan kokonaistuotoksesta vaihtelee 21 - 60 % ja työllisyys 11 - 33 % välillä.

Mineraaliklusterin työllisyysvaikutukset kohdistuvat kattavasti useille eri toimialoille ja synnyttävät merkittäviä kerrannaisvaikutuksia eri toimialoilla. Yksi suora

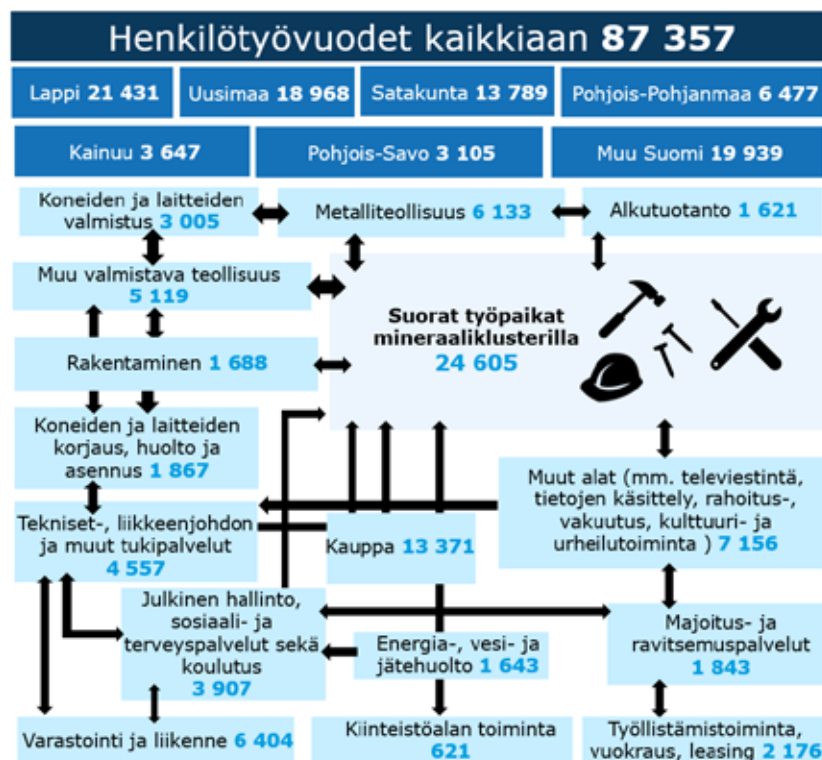
henkilötyövuosi mineraaliklusterissa saa aikaan 4 henkilötyövuoden työvoimatarpeen koko arvoketjussa. Vuorovaikutussuhteita eri toimialojen kanssa on esitetty kuvassa 1.

Mineraaliklusterista syntyy myös merkittävä verojalanjälki Suomeen. Verojalanjäljellä tarkoitetaan toiminnasta yhteiskunnalle kertyviä verotuloja ja veronluonteisia maksuja. Välittömien ja välillisten verojen lisäksi mineraaliklusterin verojalanjäljessä ovat mukana työntekijöiden palkoista pidettävät verot. Mineraaliklusteri saa aikaan kuvan 2 mukaisesti jaoteltuja verotuloja yli 3 miljardia euroa vuositasona.

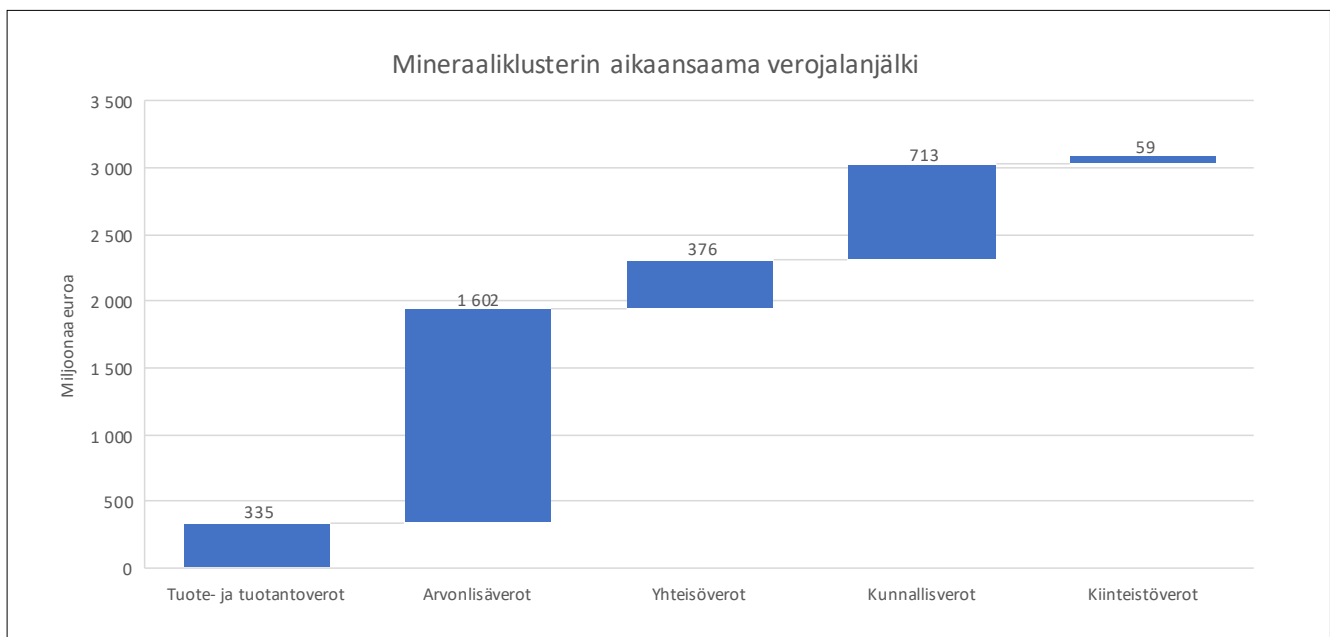
Hankkeessa tehdyn kansainvälisen vertailun perusteella mineraaliklusterissa suurin todennettava potentiaali Suomessa on jalostusasteen nostamisessa. Jalostusasteen nousun edistämiseksi on tärkeää

mahdollistaa sitä tukeva lainsäädännöllinen ja taloudellinen ohjaus sekä teknisen tiedon ja automaation hyödyntäminen. Jatkossa klusterin keskeisenä kehittämisen kohteena tulisi olla myös kiertotalouden edistäminen arvoketjun kaikissa osissa.

Mineraaliklusterin tuotos on vahvasti riippuvainen globaaleista trendeistä ja hintakehityksestä, jolloin klusterin kilpailukykyyn vaikuttavat keskeisesti seuraavat kolme tekijää: 1) välituotekäyttö, 2) maksettavat palkat ja 3) verot sekä veroluonteiset maksut. Suomen mineraaliklusterin kilpailukyky vaihtelee toimijoittain ja mineraaliklusteriin kuuluvien toimialojen ja toimijoiden välillä on suuria eroja. Kilpailukykyyn vaikuttavat useat tekijät ja sitä voidaan parantaa alentamalla mm. tuotannollisia kustannuksia. Myös raaka-aineiden



Kuva 1: Työllisyyden vuorovaikutussuhteet mineraaliklusterissa, henkilötyövuosia



Kuva 2: Mineraaliklusterin aikaansaama verojalanjälki Suomessa

ja tuotteiden hintakehitys vaikuttaa erittäin merkittävästi kilpailukykyyn ja lähtökohtaisesti korkeamman jalostusasteen tuotteista sekä laadultaan tai ominaisuuksiltaan erityisistä tuotteista saadaan myös parempaa katetta, minkä myötä toiminta on kilpailukykyisempää ja joustavampaa suhteessa globaaleihin kilpailijoihin.

Suomen kaivostoiminnan ja metallien jalostuksen arvoketju mukaan lukien tutkimuslaitosyhteistyö on EU:n tasolla ainutlaatuisen vahva. Kiertotalouden vahvistaminen tässä arvoketjussa toisi myös Suomelle merkittävää etua ja etulyöntiasemaa. Kiertotalous on jo nyt EU:n strategiasa merkittävässä roolissa, joten kansallisten ohjauskeinojen kehittämiseksi on tarvetta. Tähän toivottavasti saadaan muutos lähitulevaisuudessa, sillä kiertotaloudella on vahva rooli luonnonvarojen ylikulutuksen ja ilmastonmuutoksen hillitsemisessä, luonnon monimuotoisuuden suojelemisessa, uudenlaisen työn luomisessa ja talouden kilpailukykyyn vahvistamisessa.

Hankkeessa selvitettiin myös Suomen mineraalistrategian ja siihen liittyvän toimenpideohjelman vaikuttavuutta alan toimijoille kohdennetulla kyselyllä. Vastausten perusteella strategia ja toimenpideohjelma eivät täysin ole vastanneet odotuksiin. Kyselyn vastaajat kokivat kuitenkin hyväksi, että mineraalialan yleisiä tavoitteita on asetettu ja toimenpiteitä tavoitteiden saavuttamiseksi mietitty. ▲



Lisätietoja johtava asiantuntija Joonas Hokkanen, Ramboll Finland Oy, p. 0400 355 260, joonas.hokkanen@ramboll.fi. Linkki tutkimukseen: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162142/VNTEAS\\_2020\\_15.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162142/VNTEAS_2020_15.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Dos, FT Joonas Hokkanen toimii Ramboll Finland Oy:ssä johtavana asiantuntijana ja on vastannut vaikutusten arvioinnin tekniikka-alueen johtamisesta ja vastaa vaikutusten arvioinnin tutkimus- ja kehitystyöstä, käytännön arvioinneista sekä ympäristöhuollon logistiikasta, kustannuslaskennasta ja vaikutusten hallintaan liittyvistä projekteista. Lisäksi hän vastaa resurssitehokkuuteen, bio- ja kiertotalouteen liittyvistä hankkeista ja niihin liittyvistä tutkimus- ja kehitystoiminnoista.

Joonas Hokkanen toimii korkeatasoisissa tieteellisissä julkaisusarjoissa arvioijana. Hokkanen on kehittänyt maailmanlaajuisestikin käytönotettuja julkisen päätöksenteon tuki- ja ohjausmenetelmiä. Ne kaikki ovat syntyneet laajassa yhteistyössä julkisen ja yksityisen sektorin kanssa ja ne on esitelty merkittävässä tieteellisissä kongresseissa ja kansainvälisissä julkaisusarjoissa.



DI Heikki Savikko on materiaalitekniikan diplomi-insinööri, pääaineenaan teollisuustalous ja pitkänä sivuaineena biomateriaalitekniikka. Savikko toimii Rambollissa seitsemättä vuotta kiertotalous- ja resurssitehokkuusryhmässä asiantuntijana ja suunnittelijana.

Savikolla on kokemusta erityisesti bio- ja kiertotalouteen, jätehuoltoon, materiaali- ja resurssitehokkuuteen, panos-tuotoslaskentaan, kustannuslaskentaan sekä elinkaariarviointiin liittyvistä toimeksiannoista.

Aiemmissa töissään hän on mm. mallintanut resurssi- ja materiaalivirtoja valtakunta-, alue- sekä yritystasolla, muodostanut resurssivirtojen kytkentöjä ympäristö- ja taloustietoihin sekä ollut mukana kehittämässä resurssitehokkuuden ja -viisauden mittareita ja arviointikeinoja.



# Luotettavaa tekniikkaa vaativiin vedenpoisto- kohteisiin



Räätelöidyt ja tehokkaat pumppumme, sekoittimemme ja kompressorimme auttavat asiakkaitamme parantamaan kilpailukykyään.

Yhdessä löydämme ratkaisut, joiden paras mahdollinen energiatehokkuus, kapasiteetti ja huoltoväli lyhentävät investoinnin takaisinmaksuaikaa.

Täyden mittakaavan koemasemme ja laajan tuotevalikoimamme avulla teemme prosessistanne suorituskykyisen, luotettavan, turvallisen ja kestävä.

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

**SULZER**



Knowledge grows

# Kivestä leipää

Yara on puhtaiden lannoitteiden tuottajana osa suomalaista elintarvikeketjua.

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

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



Tampereen Aikuiskoulutuskeskuksen Nirvan toimipiste

# Valimoalan uusi osaamiskeskus

Maamme valimoalan ammatillinen koulutus keskitettiin 1980-luvun alussa nykyisen Tampereen seudun ammattiopisto Tredun Hervannan yksikköön, johon rakennettiin silloin moderni opetusvalimo. Seuraavan vuosikymmenen puolessa välissä perustettu Valimoinstituutti yhdisti kaikki koulutustasot valimoalan koulutus- ja tutkimustyöhön. 2000-luvulla ammatillinen koulutus on kärsinyt jatkuvasti pienenevistä opiskelijamääristä. Tämän seurauksena nuorisoasteen valaja- ja valumallin valmistaja -koulutuslinjat lopetettiin vuonna 2017 ja Valimoinstituutti lakkautettiin vuonna 2019. Nyt ammatillinen koulutus jatkuu uusien konseptien Tampereen Aikuiskoulutuskeskuksen (TAKK) alaisuuteen rakentumassa olevassa uudessa osaamiskeskuksessa. Tuomo Tiainen haastatteli valimoalan koulutuksen ja uuden osaamiskeskuksen avainhenkilöitä.

TEKSTI JA KUVAT: **TUOMO TIAINEN**

## **Pala koulutuksen lähihistoriaa**

Aina 1990-luvun alkupuolelle saakka valimoalan koulutusta eri tasoilla antavia koulutusyksiköitä olivat lähinnä Tampereen ammattiopisto, Tampereen Ammattikorkeakoulu (TAMK) sekä Teknillinen korkeakoulu (TKK, sittemmin Aalto-yliopisto) ja Tampereen teknillinen korkeakoulu (TTKK, sittemmin Tampereen teknillinen yliopisto TTY, nykyisin Tampereen yliopisto TAU). Yksiköt toimivat paljolti erillään vailla läheisempää koulutuksellista yhteis-

työtä. Vuonna 1995 Tampereelle perustettu Valimoinstituutti kytki toiminnassaan valimoalan koulutuksen kaikki tampere-laiset tasot ammatillisesta koulutuksesta ammattikorkeakoulu- ja yliopistotasoon saakka yhteistyöhön koulutuksen ja myös tutkimuksen saralla. Myös Aalto-yliopisto liittyi pian läheisesti mukaan Valimoinstituutin toimintaan.

Alussa TTKK:n Materiaaliopin laitoksen laboratoriona toiminut Valimoinstituutti siirtyi Tampereen kaupungin omistukseen vuonna 2009 ja toimi Tredun yhteydessä. Valimoalan ammatilliseen koulutukseen pyrkivien nuorten määrän vähentyessä lo-

petettiin Tredun tarjoama nuorisoasteen koulutus 2017 ja Valimoinstituutti lakkautettiin vuonna 2019. Nyt ammatillisen tason koulutusta ollaan käynnistämässä uudelleen Tampereen Aikuiskoulutuskeskuksen toimesta ja Nirvan toimipisteeseen rakennetaan parhaillaan alan osaamiskeskusta ja oppimisympäristöä.

## **Ajatus uudesta alusta kohtaamisen kautta**

Tampereen Aikuiskoulutuskeskuksen johtaja **Teppo Tapani** kertoi, että ajatus valimoalan ammatillisen koulutuksen käynnistämisestä uudelleen sai alkunsa, kun





Tampereen  
Aikuiskoulutuskeskuksen  
johtaja Teppo Tapani



Tampereen  
Aikuiskoulutuskeskuksen  
koulutussuunnittelija  
Jouni Lehto



Aalto-yliopiston  
valimotekniikan  
professori  
Juhani Orkas

Tampereen kaupungin elinvoimajohtaja Teppo Rantanen, Tampereen kauppakamarin toimitusjohtaja Antti Eskelinen ja hän osuivat yksiin erään tilaisuuden päätteeksi. Kaikki kolme olivat yhtä mieltä siitä, että valimoteollisuus on siinä määrin tärkeä tamperelaisen ja koko maan koneenrakennuksen kannalta, ettei sitä voida jättää vaille koulutettua työvoimaa. Tampereen Aikuiskoulutuskeskus otti aiheesta kopin ja ryhtyi valmistelemaan koulutuksen käynnistämistä ja toteuttamaan tarvittavan oppimisympäristön rakentamista.

Valimokoulutuksen käynnistämistä vetävä koulutussuunnittelija **Jouni Lehto** puolestaan totesi, että hanke on osa Tampereen Aikuiskoulutuskeskuksen toimintaa. Keskukseen omistajana, isäntänä ja rahoittajana on Tampereen Aikuiskoulutussäätiö. Teknolohiteollisuus ry:n toimialayhdistys Valimoteollisuus ry tukee toimintaa ohjausryhmätyöskentelyn kautta.

### **Toiminta-ajatuksena valuteknisen osaamisen kehittäminen**

Jouni Lehdon mukaan tavoitteena on uusi valimoalan osaamiskeskus, joka paneutuu koulutuksen ja sen kautta syntyvän osaamisen kehittämiseen. Toimintamuotona on aikuiskoulutus ja koulutus toteutetaan työssä oppimisen, oppisopimusohjaisen ja henkilökohtaisesti räätälöidyn opintosuunnitelman periaatteita noudattaen. Valimoiden lisäksi kohderyhmänä on valuja käyttävä teollisuus, jonka henkilöstön valutuoteknisen osaamisen taso halutaan nostaa valimoiden ja niiden asiakkaiden välisen

hyvin toimivan yhteistyön edellyttämälle tasolle. Tällä sektorilla kaivataan erityisesti valun suunnitteluun liittyvää koulutusta.

Tarkoitus ei ole pääsääntöisesti koota koulutettavia osaamiskeskukseen toimipaikalle, vaan koulutus viedään sinne, missä sen asiakkaatkin ovat. Kouluttajat ovat useimmiten ulkopuolisia asiantuntijoita; kuhunkin tehtävään hankitaan kyseisen alan parhaat asiantuntijat. Tavoitteena on koota kouluttajarekisteri, josta voidaan valita kulloinkin käsillä olevaan koulutukseen paras mahdollinen asiantuntemus.

Koulutettavat tulevat valimoista ja valuja käyttävistä yrityksistä. Ryhmät kootaan ja koulutuspaikka valitaan yhteistyössä paikallisten oppilaitosten kanssa siten, että koulutukseen liittyy matkustamistarvetta mahdollisimman vähän. Opittujen asioiden soveltaminen käytäntöön tapahtuu pääasiassa omassa yrityksessä ja tarpeen mukaan myös TAKK:n Nirvan toimipisteeseen rakennetussa oppimisympäristössä.

Kullekin koulutukseen tulevalle pyritään laatimaan henkilökohtainen osaamisen kehittämisspolku, joka parhaiten kehittää hänen osaamistaan nykyisissä ja tulevaisuudessa nähtävissä olevissa työtehtävissä.

Osaamisen kehittämisspolut eivät sellaisenaan johda tutkintoihin, mutta niihin sisältyvät opinnot on tarkoitus rakentaa niin, että niitä voidaan tietysti osin hyödyntää myös mahdollisissa tutkinto-opinnoissa.

Etänä toteutettavalla koulutuksella tulee olemaan oma merkityksensä uuden osaamiskeskukseen toiminnassa. Tampereen Aikuiskoulutuskeskuksella on Jouni Lehdon mukaan monia hyviä etäkoulutuksen toimintamalleja, joita voidaan hyödyntää tässä työssä.

Uusimuotoisessa koulutuksessa on tarkoitus rakentaa yhteistyötä myös eri koulutustasojen välille ja jatkaa siten Valimoinstituutin puitteissa kehitettyä, vertikaaliseksi integraatioksi kutsuttua yhteistyötä. Uudessa toimintamallissa tämä voi tarkoittaa esimerkiksi yrityskohtaisesti räätälöityjä koulutuksia, joihin osallistuvat yrityksen omien työntekijöiden lisäksi myös asiakasyritysten keskeiset yhteistyöhenkilöt. Koulutuksissa on tarkoitus hyödyntää uuden osaamiskeskuksen, avoimen ammatikorkeakoulun ja avoimen yliopiston kautta tarjottavia koulutuselementtejä. Saatuja oppeja voidaan soveltaa käytäntöön mm. uusien tuotteiden kehitystyössä.



Oppimisympäristön uudet sulatusuunit kapasiteetiltaan 500 ja 750 kg

### Oppimisympäristössä syntyy oikeita valuja

Oppimisympäristöön kuuluvaan valimoon on hankittu uudet 500 ja 750 kg:n uunit valettavien materiaalien sulatusta varten. Valimoon on lisäksi siirretty lakkautetusta Valimoinstituutista pienempää uunikalustoa sekä hiekkasiilot ja mikseri muottien valmistusta ja tärytinlaitteisto valettujen muottien purkua varten. Valimoinstituutista ovat peräisin myös raepuhalluslaitteisto ja lämpökäsittelyuuni valujen puhdistusta ja jälkikäsittelyä varten sekä analysaattori, kovuusmittari ja mikroskooppi kameroineen valujen laadunvarmistukseen. Oppimisympäristössä on myös mahdollisuus tutustua muotinvalmistuksen uusimpiin tekniikoihin ja valuteknologian haasteisiin samassa hallitilassa vuokralaisena ja osaamiskeskuksen yhteistyökumppanina toimivan Hetitec Oy:n ansiosta. Hetitec Oy valmistaa 3D-tulostettuja hiekkamuotteja ja on profiloitumassa protovalujen toimittajaksi.

### Katse tulevaisuudessa

Valimoalalla niin kuin monella muullakin alalla on tällä hetkellä pulaa osaavasta työvoimasta. Jouni Lehto uskoo kuitenkin, että varsinaisia valujen tekijöitä saadaan rekrytoituksi ja koulutetuksi riittävästi myös tulevaisuuden tarpeisiin. Maahanmuuttajat voivat tässä olla eräs voimavara. Valun suunnittelijoista ja toimihenkilöistä voi alalla tulla pysyvämpää pulaa.

Rakenteilla oleva osaamiskeskus haluaa tuoda suomalaiseen valimo- ja valuja käyttävään teollisuuden osaamista ja kestävä

kehitystä. Tulevaisuudessa valutuotteiden hiilijalanjalan määrittäminen ja pienentäminen tulevat olemaan muuan globaali kilpailuvallti. Tulevassa osaamiskeskuksessa on käynnissä jo nyt yksi tähän kenttään liittyvä laaja ESR-rahoitteinen hanke.

### Korkeakoulurintamallakin tapahtuu

Aalto-yliopiston valimotekniikan professori **Juhani Orkas** totesi, että 2000-luvun yliopistomuutokset ovat vaikuttaneet myös valimotekniikan korkeakoulutukseen. Kurssien lukumäärä on pienentynyt; Aalto-yliopistossa on tällä hetkellä tarjolla yksi maisteritason yleiskurssi valimotekniikassa. Tarjonnassa on myös ns. hands-on kurssi Aallon valimolaboratoriossa yhdessä Aallon Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun kanssa. Juhani Orkas vastaa dosenttina myös Tampereen yliopiston valimotekniikan opetuksesta, jossa tarjolla on yksi kandidaattitason yleiskurssi. Vuodessa alalta valmistuu noin viisi diplomityötä ja useimpina vuosina Aalto-yliopisto tuottaa alalle yhden tohtorin. Tällä hetkellä Aallossa on ”putkessa” jopa neljä valimotekniikkaan liittyvää väitöstyötä.

Tulevaisuudessa valimotekniikan yliopistotason koulutus kytkettäneen osaksi laajempaa tuotantotekniikan koulutusta. Tällöin se on paremmin esillä yhtenä vaihtoehtoisena komponenttien valmistusmenetelmänä monien muiden menetelmien joukossa. Näin voidaan välttää eri valmistusmenetelmien koulutuksen siiloutuminen erillisiksi kokonaisuuksiksi ja annetaan opiskelijoille valmiuksia parhaan mahdol-

lisen valmistusmenetelmän valitsemiseksi kulloinkin käsillä olevalle komponentille.

Tutkimusrintamalla tilanne on Orkaksen mukaan kohtuullisen valoisa. Aalto-yliopistossa on käynnissä useampia Business Finlandin (ent. Tekes) ja yritysten rahoittamia projekteja, jotka liittyvät kestävä kehityksen teemaan. Alkamassa on myös valuteknologiaan liittyvä tutkimushanke, jossa yhdistetään moderneja digipohjaisia teknologioita perinteisiin tuotantoteknologioihin. Tavoitteena on tuotantoprosessin tehostaminen hyödyntämällä digitalisaation mukanaan tuomia mahdollisuuksia.

### Suomalaiseen valimoteollisuuden uusia vahvuuksia

Uuden osaamiskeskuksen ja siihen liittyvän koulutuksen vertikaalisen yhteistyön avulla suomalaiseen valimoteollisuuteen halutaan rakentaa uusia vahvuuksia. Ne ovat osaltaan varmistamassa alan kilpailukykyä sekä koneenrakennukselle ja monelle muulle teknologia-alalle elintärkeän valimoteollisuuden säilymistä ja kehittymistä maassamme.

Keskeisiä tavoiteltavia vahvuuksia ovat osaava työvoima, digitalisaation hyödyntäminen, kestävä kehityksen periaatteiden noudattaminen, valutuotteiden hiilijalanjalan määrittäminen ja pienentäminen sekä näitä tukevat määrätietoiset investoinnit. Rakentumassa oleva uusi osaamiskeskus vie eteenpäin näiden vahvuuksien kehittämistä uusimuotoisen ammatillisen koulutuksen, eri koulutustasojen välisen yhteistyön ja kiinteän yritysyhteistyön keinoin. ▲



# Suomen Rakennuskoneen Oulun uusi palvelukeskus

Rakennettu pohjoisen maarakennusasiakkaita sekä kaivoshankkeita varten.



Sijaitsemme nelostien varrella liikenteen solmukohtassa. Tänne on helppo tulla kaupolle, tuoda koneet huoltoon ja komponentit liikkuvat nopeasti kaivoksille ja työmaille.

1

Korjaamalla huolletaan ja korjataan koneet aina 150 t kokoluokkaan saakka. Lisäksi käytössämme on kolme hyvin varusteltua huoltoautoa.

2

Projektiryhmämme huolehtii koneiden peruskorjauksista suunnittelusta toteutukseen. Olemme apuna koneen elinkaaren suunnittelussa.

3

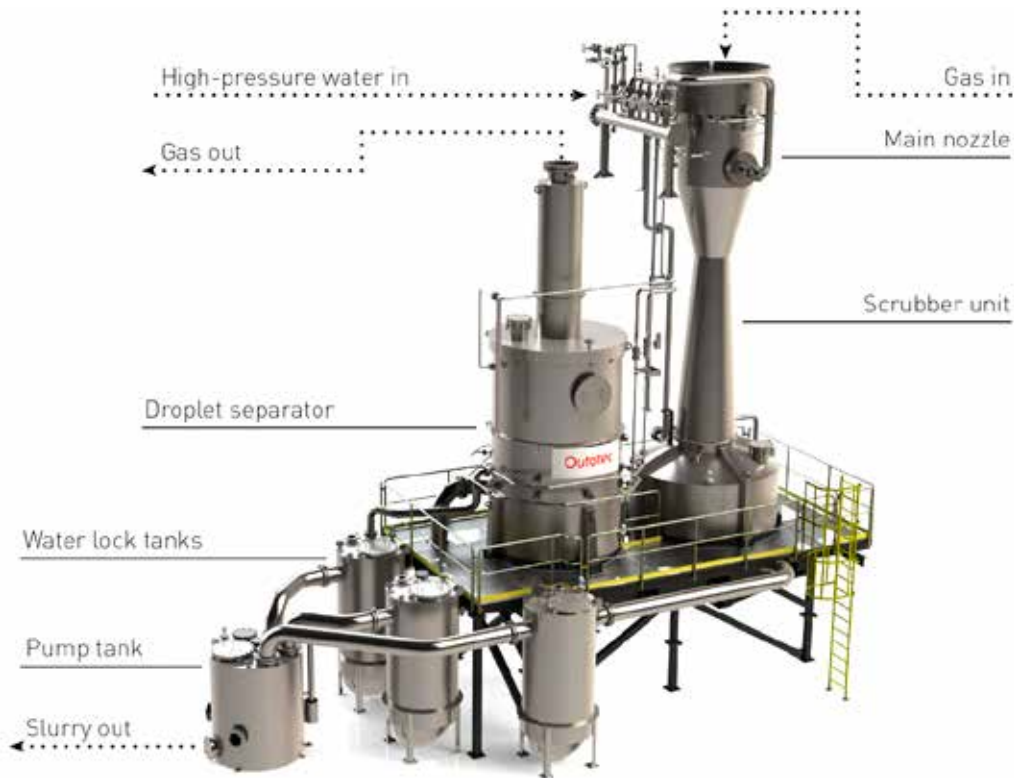
Oma komponenttikorjaamomme huolehtii monimutkaistenkin kokonaisuuksien, kuten vaihdelaatikoiden peruskunnostuksesta ja korjauksesta.



Oulun palvelukeskus Linnunrata 6, 90440 Kempele  
Tampereen palvelukeskus Metallitie 6, 33960 Pirkkala  
Helsingin palvelukeskus Minttupelto 7, 02920 Espoo

Konemyynti • Jälkimarkkinoinnin tukipalvelut • Varaosat ja vaihtokomponentit • Huollot ja peruskorjaukset • Komponenttikorjaamo

Keskus 020 775 8400  
[www.sr-o.fi](http://www.sr-o.fi)



# Electric Furnace Gas Cleaning Solutions Amidst Increasing Environmental Requirements

TEXT:NIKO RÄSÄNEN

**E**nvironmental issues are at the forefront of industry discussions in our current climate. As we continue to adapt to our ever-changing environment, there has been a noticeable shift in regulations around the world. More environmentally friendly technologies and solutions are becoming required in the effort to decrease emissions and minimize our environmental footprint.

What does this mean specifically for the smelting industry? *Increasingly tighter emission limits.*

In smelting plants, electric furnaces are typical emission sources. In the smelting process the furnace generates CO-rich dust-laden off-gas, which is then extracted from the furnace straight to the gas handling and cleaning system and then, finally, to the atmosphere.

Electric furnace gas handling systems must not compromise the safety or reliability of plants, processes and products. Therefore the challenge remains: Is there an economically feasible solution for meeting both environmental *and* technological requirements?

## Requirements for Electric Furnace Gas Cleaning

Smelting reduction reactions generate CO-gas as a byproduct due to the lack of oxygen in the process. This is why CO-rich off-gas is toxic and explosive when mixed with oxygen. Off-gas temperatures are also very high, at times reaching over 1000 degrees Celsius. In addition to CO-gas, other harmful com-

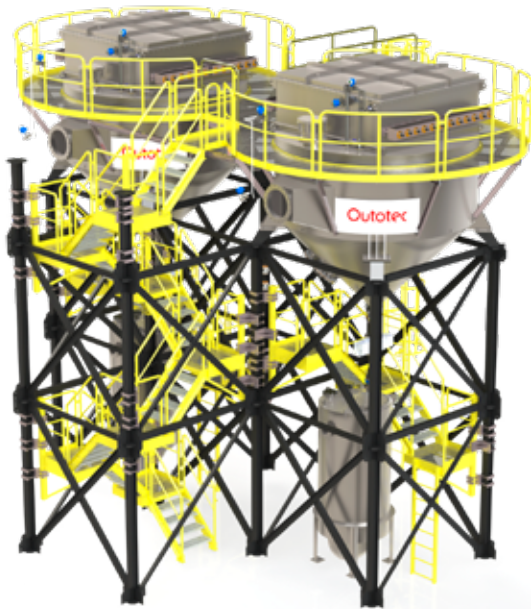
ponents (such as sulfur compounds, nitrogen oxides, chlorides, fluorides and mercury) may be present in the off-gas atmosphere depending on the furnace feed materials.

Considering these issues, conditions for gas cleaning are quite unique and have strictly imposed technological demands.

The most important requirement for electric furnace gas cleaning is safety. Due to the risk of explosion when mixing CO-gas and oxygen, each gas handling system needs to be designed extra tight in order to eliminate air ingress during the process. Thus, systems operating on overpressure are preferred over underpressure systems.

High availability and reliability are also required from gas cleaning solutions. The operation of furnaces needs to be stable, and any gas handling system cannot





compromise this. Therefore, gas cleaning solutions need to be unwaveringly robust whilst requiring little maintenance. With this, investment and operating costs need to remain reasonable.

The most topical qualification for gas cleaning at this moment is, of course, the important environmental concern. Gas cleaning systems need to meet emission limits set by officials, legislations and regulations, all whilst remaining effective and efficient.

Gas handling conditions in electric furnaces are especially challenging due to the high temperatures as well as the toxic and explosive CO-gas. Fortunately, our products are specifically designed for the unique conditions and requirements of closed electric furnace applications.

### Solutions for electric furnace gas cleaning

One solution for cleaning off-gases from electric furnaces is Outotec Venturi Scrubber, which is designed for safe and effective cleaning of all harmful or explosive process gases. The scrubber inhales furnace off-gases and produces overpressure to the gas line. This overpressure prevents air from entering the line, thus enabling safer handling of CO gas. In addition to cleaning, the scrubber also cools the gas and quenches the sparks – further eliminating any risk of explosion.

Venturi Scrubbers clean off-gases in two stages: the primary venturi and secondary venturi. High-pressure water is sprayed into venturi tubes which allows for particles in the gas to collide and attach with water

droplets. At the same time, high-pressure water jets cool and pressurize the gas. There is an effective droplet separator that then removes the droplets and particles from the gas flow, thus allowing clean gas flow to the gas line.

At times, even more efficient gas cleaning technology is required. Collecting the finest particles from off-gases is challenging with wet scrubbing methods – which is why we have developed a filter specifically designed for efficient removal of the smallest particles for CO-gas applications. With CO-filter, it is possible to meet today's tightest emission limits.

Along with a modular design, CO-gas filter is also designed for maximum safety. Safe CO-gas handling is extremely important, and this cassette-type filter eliminates the multiple risks associated with handling carbon monoxide gases. The air ingress is prevented using water lock tanks, sealing and nitrogen jets. In addition to this, filtered gas is very clean, thus enabling the CO-gas to be utilized in different solutions, such as cogeneration and replacement of fossil fuels.

### Research and Development

Since the emission limits are generally tightening, it can be challenging to meet today's requirements with conventional gas cleaning solutions and more efficient solutions are required. We have also taken actions towards more sustainable technologies. One example is Venturi Scrubber development program, which was launched for improving gas cleaning performance of our scrubbers.

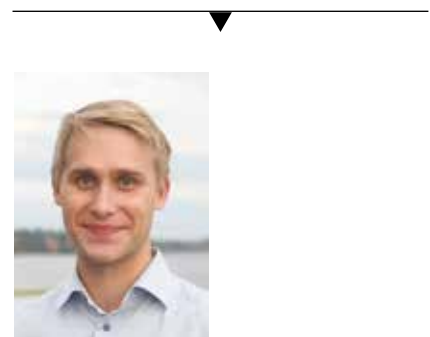
The scrubber development program was started with CFD-simulations and culminated with pilot scale test campaigns in Outotec Research Center. In addition, two master's theses were written within the program. The main result of the program was enhanced venturi scrubbers' gas cleaning performance with improved design of secondary cleaning stage and droplet separation. Later, the key findings have been implemented successfully also to industrial scale.

### Moving Forward in the Industry

With the concern for environmental issues growing, the future of smelting is bound to meet increasingly tighter environmental requirements. Continuous improvement and development are absolutely crucial in this day and age. Therefore, utilizing CO-gas for electricity production and replacing fossil fuels allows both environmental and economic benefits for your operation.

With tightening emission limits the maximum efficiency in gas cleaning solutions is becoming an essential. Therefore we continuously develop our products to meet the future environmental targets whilst providing cleaner technologies. The need to apply new technologies to smelting furnaces is vastly approaching.

For more information regarding gas cleaning solutions, you can watch webinar: "Electric Furnace Gas Cleaning Solutions in Tightening Environmental Requirements". Listen to industry experts discussing environmental requirements, solutions, success stories, as well as what the future holds within the smelting industry. ▲



### Niko Räsänen

Product Manager, Gas Handling & Utilization, Metso Outotec  
M.Sc. (Tech)

+5 years work experience in smelting and gas handling



# SYNERTREX<sup>®</sup>

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<sup>®</sup>, we're teaching them to speak. From a Warman<sup>®</sup> pump to a Cavex<sup>®</sup> hydrocyclone and everything in between, Synertrex<sup>®</sup> allows you to gather operation critical data across your entire circuit. Here we have visualised data gathered through a Synertrex<sup>®</sup> enabled product in order to optimise performance and accurately predict any issues that could cause downtime.

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

**WEIR**

Supported by



Microsoft



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



# Hugger – uusi murskain kaivosalalle

TEKSTI: HANNU KUOPANPORTTI, NIINA PAASOVAARA, ANTTI TANHUA, ILKKA HYNYNEN JA SAIJA LUUKKANEN;  
OULUN YLIOPISTO, OULU MINING SCHOOL

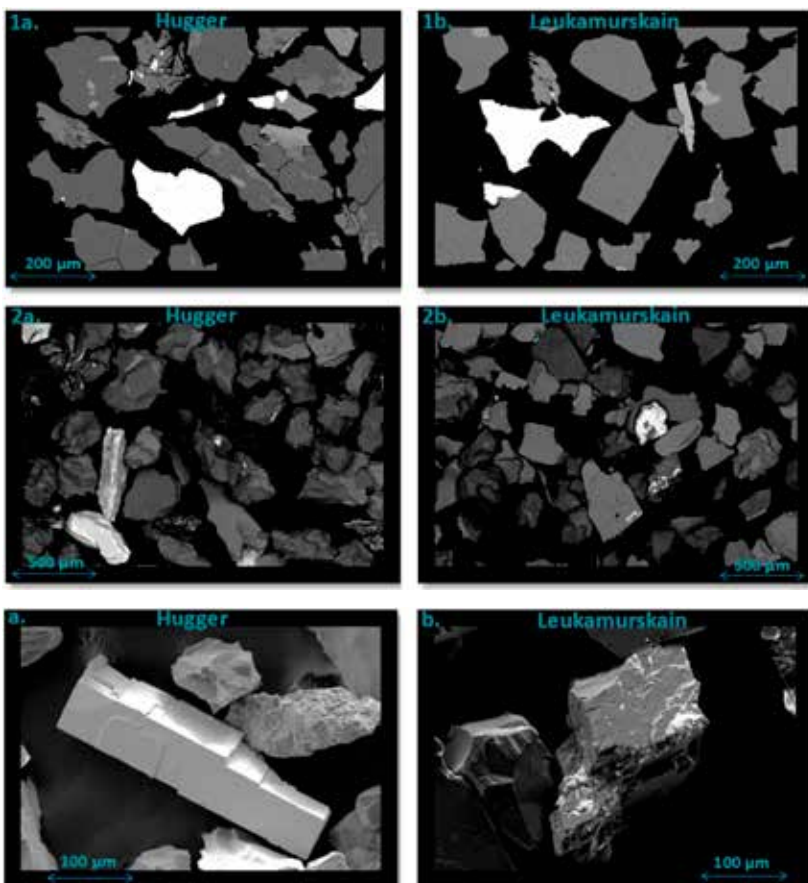
Oulun yliopistossa on kehitetty aivan uudentyyppinen hienonnutmenetelmä ja -laitteisto (Hugger) malmin mineraalien hallittuun erottamiseen ja väsyttämiseen. Laitteen kehitystyössä tavoitteena on ollut teollisen kuivahienonnutprosessin tehostaminen ja energiankulutuksen vähentäminen. Ensimmäisten koetulosten mukaan menetelmä tuottaa ulkoista pinta-alaa ja ehjiä kidepinnoja partikkelien pinnoille enemmän kuin perinteiset menetelmät. On myös osoitettu, että sillä saadaan aikaan enemmän huokoisia, mikrohalkeamia sisältäviä partikkeleita (kuvat 1 ja 2). Toimintaperiaatteeseen perustuen laitteessa ei myöskään voi tapahtua yli jauhautumista, joten menetelmää käyttäen malmin rikastaminen kuivarikastusmenetelmän, vaahdottamalla tai muilla menetelmillä tulee entistä tehokkaammaksi.

Menetelmässä materiaalia syötetään kahden lamellikuljettimen muodostamaan kiilamaiseen tilaan (kuva 3). Syötemateriaalista sen osan, joka syöttöaukossa luokittuessaan ei poistu putoamalla laitteen alareunan raosta, lamellit kuljettavat vaakasuoraan kohti kuljettimien poistopäätä. Kuljetustila on kiilamainen myös tässä kuljetussuunnassa, joten partikkeli murtuu, kun siihen kohdistuva muodonmuutos on riittävän suuri. Syntyneet tytäkkappaleet putoavat tilassa alaspäin ja joko pysähtyvät kiilamaisen tilan johdosta ja jatkavat hienontumista tai poistuvat laitteen alareunasta. Tämä toistuu jokaisen partikkelin kohdalla. Uudessa menetelmässä yksittäisiä partikkeleita puristetaan aina yksiakselisesti, vapaasti ilman muiden partikkelien kontaktia (kuva 4). Kun kuljetusnopeus on luokkaa 1 m/s, laitteessa puristetaan jokaista partikkelia noin 1 sekunti. Kuormitus on

perinteisiin hienonnutlaitteisiin verrattuna erittäin hidasta. Tällaisella hitaalla yksiakselisellä kuormituksella on mahdollista päästä tehokkaimpaan energiankäyttöön. Puristustilan pituutta ja korkeutta on mahdollista kasvattaa tarvittavan kapasiteetin mukaisesti, joten laite soveltuu sekä teolliseen että laboratoriokäyttöön.

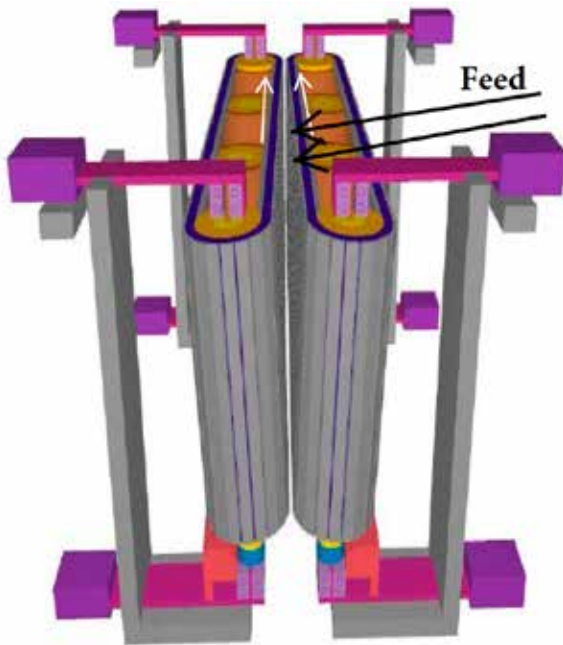
Uuden laitteen toimintaperiaate perustuu hienonnettavien partikkelien yksiakseliseen hitaaseen puristamiseen, jossa jokainen partikkeli saa itsenäisen puristumisen koosta riippumatta. Jokainen puristaminen voi kasvattaa mineraalien rajapintojen heikoimmassa alueissa olevia mikrohalkeamia ennen kuin partikkeli murtuu. Mikrohalkeamien syntymistä edistävät paitsi puristuksen hitaus ja yksiakselisyys, jolloin vetojännitykset pääsevät vapaasti vaikuttamaan sivusuunnassa, myös kiilamaisen puristuksen taivutusvaikutus puristuksessa. Taivutusefektiiä voidaan tehostaa käyttämällä kuvioituja lamelleja. Tämä on tärkeää etenkin pienillä, alle millimetrin partikkeleilla. Myös leikkaisvoimia voidaan lisätä kuljettamalla lamelleja hieman eri nopeuksilla, esimerkiksi hauraan ja elastisen materiaalin erottamiseksi.

Kuormitustapaa voidaan muuttaa myös laitteen kiilakulmia muuttamalla. Kuormitus voi olla pelkästään materiaalia väsyttävää, jos

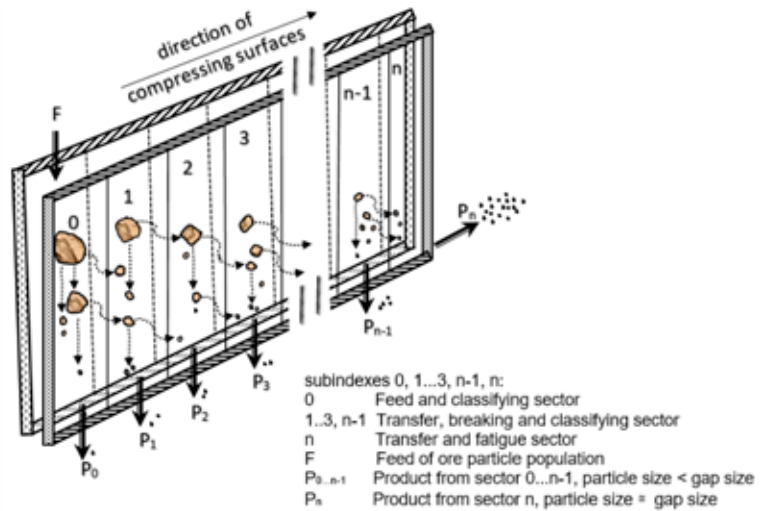


Kuva 1. Kuvaparit vertailevat Hugger- ja leukamurskauksen jälkeen syntyneitä tuotepartikkeleita. Yläpuolella olevat kuvat osoittavat, että Huggermurskain (kohta 1a) tuottaa enemmän mikrohalkeamia sisältäviä partikkeleita kuin perinteinen menetelmä. Alapuoliset kuvat osoittavat, että Huggermurskauksen jälkeen partikkelit ovat rosoisempia pinnoiltaan.

Kuva 2. Kuvapari osoittaa, että Huggermurskain tuottaa kidepinnoiltaan luonnonmukaisempia ja puhtaampia partikkeleita kuin leukamurskain.



Kuva 3. Huggerissa kaksi pystyasennossa kulkevaa vastakkain asetettua lamellikuljetinta muodostavat kaksoissuppenevan hienonnustilan. Tuotepartikkelit poistuvat alareunan tai päädyn muodostamasta kapeasta raosta.



Kuva 4. Tuotepartikkelien syntyminen hienonnustilan mielivaltaisesti valituissa sektoreissa. Lamellit luokittavat ja kuljettavat partikkeleita kaikkialla hienonnustilassa. Yleisesti sektoreista poistuvien tuotteiden huokoisuus (eli mikrohalkeamien määrä) kasvaa poistopään sektoreissa.

esimerkiksi halutaan lisätä kaikenkokoisten partikkelien huokoisuutta. Tällöin kaikkia partikkeleita puristetaan samalla suhteellisella muodonmuutoksella. Tällä voidaan tehostaa tietyn kokoluokan partikkelien liukoisuutta. Esimerkiksi Sotkamo Silverin malmin liukoisuus tehostui jopa satoja prosentteja perinteisillä menetelmillä tuotettuihin partikkeleihin verrattuna.

Energiatehokkuuden kannalta menetelmä on mielenkiintoinen. Puristuslamellien liike on ankkuroitu tukirullien avulla kulkemaan vakaasti kulkusuunnassaan. Tämän takia partikkelit puristuvat ja lopulta murtuvat pelkästään lamellien kuljetukseen käytetyn energian ansiosta. Joka ainoaan partikkeliin tarjotaan kuljetuksen aikana aina korkeintaan partikkelin puristuslujuutta vastaava energiamäärä. Toisin sanoen mitä pienemmällä vierintäkivillä lamellien kannatusrullat saadaan toimimaan, sitä pienemmäksi muodostuu hienonnuksen ominaisenergiankulutus. Kun lamellien kuljetusvastus erilaisilla kuormituksilla tunnetaan, voidaan materiaalin todellinen keskimääräinen murtumisenergia mitata jatkuvasti toiminnan aikana. Jos vielä jokainen lamelli varustetaan puristusvoimaa mittaavalla anturilla, voidaan laitetta käyttää partikkelikokoluokittaisen murtumislajuuden mittalaitteena. Mittalaitteeseen tai teolliseen laitteistoon on mahdollista liittää myös tuotepartikkelien konenäköön perus-

tuva mineraalikoostumuksen analysointi joko partikkelien pudotessa tuoteaukosta tai tuotetta keräävältä hihnalta. Näin saadaan nopea tieto hienonnuksen etenemisestä, esimerkiksi liberaatioasteesta. Kokojakauma on ennustettava, koska se perustuu aina samanlaiseen kuormitustapaan.

Huggeria voidaan käyttää paitsi malmin prosessointiin jatkojalostukseen soveltuvaksi, myös yleensä teollisiin prosesseihin, joissa kidepintojen tulee olla ehjiä tai partikkelien tulee olla huokoisia tai niiden kokojakauman tulee olla riittävän kapea. Hugger soveltuu periaatteessa lähes minkä tahansa muunkin materiaalin, kuten kuonan, betonin, lasin, puun ja sähkölaitteiden hallittuun erotteluun ja murskaamiseen. Siksi sillä voi olla laajat käyttömahdollisuudet kaivannaisalan lisäksi esimerkiksi kiertotaloudessa.

Oulu Mining Schoolissa kehitetään kuivahienonnusta erityisesti kuivana toteutettavien rikastusmenetelmien tehostamiseksi ja teollisen käytön laajentamiseksi. Huggerin avulla tuotettu hienonnustuote sisältää vähemmän pölyä ja on puhtaampaa karkeammassa partikkelikoossa. Perinteiset, mutta nykyisin vähemmän käytetyt fyysiset kuivaerotusmenetelmät kuten poiminta sekä ominaispaino-, sähkö- ja magneettiset menetelmät ovat Oulu Mining Schoolissa nousemassa tutkimuskohteiksi paitsi esirikastusmenetelminä myös lopullisen rikastuksen tuotannossa. ▲



Saija Luukkanen



Antti Tanhua



Vasemmalta Niina Paasovaara, Hannu Kuopanportti ja Ilkka Hynynen keskellä Hugger Demolaite

#### Lisätietoja:

Professori (emer.) Hannu Kuopanportti, Oulun yliopisto, Oulu Mining School, puh. 040 5360 816

Projektipäällikkö Ilkka Hynynen, Oulun yliopisto, Oulu Mining School, puh. 040 6735 210

Tohtorikoulutettava Niina Paasovaara, Oulun yliopisto, Oulu Mining School, puh. 0400 665 065

Tohtorikoulutettava Antti Tanhua, Oulun yliopisto, Oulu Mining School, puh. 050 4611 113

Professori Saija Luukkanen, Oulun yliopisto, Oulu Mining School, puh. 050 4652 982



Heikki innovoi- Tanner toteutti

# Tarina Heikki Tannerista ja Outokummun Keretti-projektista 1950-luvulla

TEKSTI: ANTERO HAKAPÄÄ



OUTOKUMMUN KAIVOSMUSEO, SAKARI IKOSEN ARKISTO



Heikki Tanner oli värikäs persoona ja legendaarinen kaivosinsinööri, joka johti useita suuria ja tärkeitä projekteja maamme vuori- ja metallurgisessa teollisuudessa. Tässä artikkelissa esitellään pilke silmäkulmassa Heikki Tanneria henkilönä sekä Outokummun Keretti-projektia ja sen kuuluisaa kaivostornia.

Kaksi vanhinta kuilua lävistää malmin, Keretin kuilu on sivummalla. Myös 1970-luvulla rakennettu kilometrien pituinen vinotunneli maanpinnasta Keretin kuilun pohjimmaiselle päätasolle jättää malmin koskematta. Historiaa: Matalin eli Mökkivaaran kaivostorni räjäytettiin pois kuvasta vuonna 1993.

OUTOKUMMUN KAIVOSMUSEO



Heikki lohivesillä vuonna 1954, kun Palokin voimalaitos oli vasta rakenteilla. Kaivosyhtiö osti kosken ja käytti ylavesialtaana Juojärveä, joka edelleen huuhtelee neljän pitäjän rantoja. Outokumpu Oy rakensi voimalaitoksen syöttämään Imatran Voiman verkkoon ainakin sen verran kilowattitunteja, minkä kaivoksen myllyt päivittäin kuluttivat 24/7 -rytmissä pyöriessään. Lohi lakkasi nousemasta Juojärveen, mutta Keretin uusi kaivos oli toiminnassa ja Juojärvi antoi muuta kalaa. Ulkomaiset vieraat oppivat kutsumaan järveä nimellä ”Drink Lake”.

## Heikki Tanner 1918 – 1996

- Ylioppilas, Kallion yhteiskoulu, Helsinki 1936
- DI Teknillinen korkeakoulu, Kemian osasto, kaivostekniikka 1942
- 1950-luvulla Outokummun ykkös-kaivosinsinööri, kalakaveri ja naapurin Heikki-setä
- 1960-luvulla Outokummun Kokolan laitosten rakentaja, sitten johtaja
- 1970-luvulla jämerä esimies, Töölönkatu 4
- 1973 - 1976 VMYn puheenjohtaja

ja aina:  
”En kille med färg”, sanoivat ruotsalaiskollegat.  
”Legenda jo eläessään, innovaattori, seuramies” sanoivat kaikki.

## Heikki Tannerilla oli takanaan

opinnot kahdessa korkeakoulussa: Kungliga Tekniska Högskolan ja ’Bulevardin Wanha Polyteekki’. Niiden jatkeeksi hän johti ”perittyjä” kaivoksia, missä hän harjaantui tuotannon suunnitteluun ja paimentamiseen pitkän aikavälin tähtäyksellä. ”Peritty” kaivos on jo rakennettu ja tuotannossa. Tärkeimmät design-ratkaisut, esimerkiksi kuilun paikka, päätasot sekä yleislayout on ratkaistu jo investointivaiheessa kaivoksen lähes koko loppuiksi.

Outokummun Keretti-projektissa 1950-luvulla tavoitteena oli kaivostuotannon uudistaminen tiedossa olevan malmivarannon hyödyntämiseksi kokonaisuudessaan ja taloudellisesti kannattavasti. Tähän tärkeään tehtävään tarvittiin vireä kaivosmies ja siihen valittiin Heikki Tanner. Jälkeenpäin on helppo todeta, että yhtiötä vaivasi jälleen kerran hyvä ”herraonni”.

1950-luvulla Outokummun jäljellä olevat malmivarannot pitoisuuksineen ja muine ominaisuuksineen olivat hyvin tiedossa ja kartoitetut. Ilmavalokuvassa näkyvät kaksi vanhempaa kuilua lävistivät malmilaatan; oliko tämä vuorimies-eettinen virhe? Tuolloin ilmeisesti haluttiin päästä nopeasti kiinni maailmanluokan ”läskimalmi”-esiintymään ja saada aikaan nopeasti positiivinen kassavirta, ”early cashflow”!

Malmi oli muodoltaan 4 kilometriä pitkä, maanpinnasta loivasti laskeutuva laatta. Se sisälsi 28 miljoonaa tonnia kuparimalmia, jonka pitoisuus oli noin neljä prosenttia kuparia, pari prosenttia sinkkiä sekä lisäksi kobolttia, kultaa ja hopeaa. Pyriittiäkin saatiin kauppatavaraksi selluloosatehtaille. Kyseessä oli Euroopan suurin ja rikkain esiintymä. Euroopasta lähes yhtä hyvää malmin löytyi ehkä Jugoslavian Bor’ista, sen jälkeen vain Afrikan kuparivyöhykkeeltä (Copperbelt), joka silloin oli osa Kongoa ja Pohjois-Rhodesiaa. Suuri osa Yhdysvaltain kuparimalmeista oli jo louhittu ja Etelä-Amerikan kuparimalmit olivat vasta tulossa mukaan kuvaan.

Samaan aikaan Suomessa tästä maailmanluokan malmista oli louhittu vajaa puolet louhintamenetelmillä, joista aiheutui raakkulaimennusta tai peräti malmitappioita. Arvokkaalle malmille piti kehittää uusilla eväillä maanalainen louhintamenetelmä, jossa malmin ei laimenneta eikä hukata sen matkalla rikastamoon.

## Kaivoksen suunnittelu vaatii päätöksiä,

jotka sitovat jälkimaailmaa ja käyttöhenkilöstöä kaivoksen lähes loppuiksi. Se vaatii rohkeutta, näkemystä ja kokemusta. Heikki itse kertoi 1970-luvulla Töölönkatu 4:ssä kahvikupin ääressä suunnitteluprosessin kulusta ja kahvitauon jälkeen sain kootuksi seuraavat irralliset muistiinpanot:

*Uuden Keretin kaivoksen suunnittelu alkoi olympiavuonna 1952.*

”Keksitäänpä painovoima uudelleen: nostetaan murskausprosessin vaiheet ja koneet, murskaimet, seulat, välivarastot eli siilot päällekkäin! Ja vielä nostokone tornin huipulle! Laitteiden välistä säästyvät kunnossapitoa vaativat hihna- tai muut kuljettimet. Kuilussa malmin nostetaan jo puoli kilometriä. Entäpä jos sitä nostetaankin maan päällä vielä vähän lisää ylämäkeen ja pannaan pai-



Malmikivestä työstetty torni on läksiäislahja Outokummun kaivosten viimeiselle johtajalle Eero Erkkilälle. Sen kyljessä on toinenkin siilo jauhatuksen tarvitsemalle palamalmille. Täysi 'erektio siiloineen' on Outokummun Kaivostomuseossa. Aikanaan v. 1954 torni nousi horisontin yläpuolelle ja näkyi edelleen kilometrien päähän, muistuttamassa kaivosyhtiön 'leipähampaasta'.



Työmaalle tuli käymään Porista kaivoksen entinen isännöitsijä K.I. Levanto lippalakissaan. Projektin johtoryhmän isäntäväki turkispäähineissä, Heikki Tanner kameran kanssa. Jos nostotorni olisi ollut jo liukuvalussa, olisi Heikin kamera ikuistanut kuvan taustalle kaivostornin, 96 m pystyerektiossa.

novoima töihin? Nostosyvyys ei ole rajoitus; yli kilometrisiä kuiluja kaivosmaailmassa on jo, Etelä-Afrikassa paljon syvempiäkin.”

#### *Olympialaisten jälkeen kaivososaston päällikkö*

Heikki Tanner nosti jalat konttorihuoneensa pöydälle ja pani tupakaksi. Klubi 77 -askin pahviseen pohjaan syntyi lyijykynällä laskelma. Kaikki laitteet päällekkäin ladottuina ja siilot mukaan luettuina vaatisivat nostotornin korkeudeksi noin 93 metriä. Heikki ajatteli: ”Nytpä olisi elämäni tilaisuus tehdä monumentti absoluuttiselle alkoholille”. Siispä tornin korkeudeksi urakoitsijan piirustuksiin tuli 96 metriä. Pidennyksen perustelu projektin johtoryhmässä oli vedenpitävä. Ei tarvinnut puhua monumentista spiritus fortikselle, vaan todellisista säästöistä.

Tornin lisämitta kasvatti malmisiilotilaa tornissa ja murskaamon kyljessä. Näin päästiin arkiviikon aikana kaivoksesta kuljettamaan ja nostamaan kaksivuorotyönä niin paljon esimurskattua malmia, että rikastamo jauhoi siitä (kupari)rahaa koko viikon keskeyttämättömässä kolmivuorotyössä. Mainarit pääsivät perjantain iltavuorosta viikonlopuksi kotiin tai kalastamaan. Kalastus oli Heikin omakin mieliharrastus.

Kaivoksen infraa päästiin huoltamaan ja korjaamaan tarvittaessa, ainakin viikonloppuisin ja jopa yöllä. Kaivosyhtiökin säästi vuosittain vuorotyötilisissä ja pyhätyötilisissä.

#### **Projektin nelihenkisessä johtoryhmässä**

olivat kaivos-, rikastus- ja kunnossapito-osastojen päälliköt isännöitsijän vetämänä. Eero Mäkinen itse ehti olla Keretin kaivoksen

investointia hyväksymässä. Hän, jos joku, näki miten kannattava, rohkea ja uudistushenkinen Keretin kaivoksen investointi oli. Kaksi kuilua korvattiin kolmannella, joka sijoitettiin louhimattomien malmimassojen ulkopuolelle. Molemmat edelliset kuilut oli ajettu tarkoituksellisesti malmilaatan läpi. Uusi rikastamo tuli korvaamaan liian pienen entisen, joka oli neljännesvuosisadan aikana jo tekniikaltaan vanhentunut.

Myöhemmin ainakin kanadalaiset, venäläiset ja ruotsalaiset matkivat ideaa liukuvalamalla nostotornit yli satametrisiksi. Korkeusennätyksiä syntyi, mutta kukaan ei tehnyt muistomerkkiä Pullon Hengelle (Spiritus Fortis; 96 vol.%).

Keretin kaivoskompleksissa oli lukuisia muitakin innovaatioita, joita tultiin katsomaan ulkomailta kaikista maanosista. Jos ei nyt ihan pyhiinvaellustyyliin, niin ainakin innostuneina, ellei peräti kateellisina. Samalla Sänkivaaran vieraanvaraisuus jäi kävijöiden mieleen. Vieraatkin pääsivät loppuillasta jatkamaan ja jakamaan molemminpuolista innovointia.

Tämän sain monesti kuulla ja kokea suomalaisena kaivosinsinöörinä ulkomaan kaivostöissä ja työmatkoilla. Outokumpu-vierailun isäntä jäi yleensä kävijän mieleen. En yllättynyt, kun Heikin naseva ja kansainväliseltä kuulostava sukunimi usein mainittiin, joskus muodossa Henrik van der Feldt. Sama Henrik van der Feldt oli usein lähtenä, kun siteerattiin vähemmän painokelpoisia juttuja.

Suunnittelussa piti tornin lisäksi ratkaista kaivoksen loppuelämän ja ”ikuisen murskaamon” design ja mitat. Suunnittelun etenemistä raportoitiin välillä Helsingissä, Kuparitalossa, osoitteessa Töölönkatu

4. Pääkonttorissa oli Mäkisen jälkeen uusi toimitusjohtaja, Petri Bryk.

Tuohon aikaan 1950-luvulla ei Helsinkiin lennetty, vaan mentiin yöjunalla. Projektijohdon palaveri jatkui illalla Helsingin rautatieaseman ”odotushuoneessa” Rautatien torin toisella puolella. Hotelli Seurahuoneen pyöreä baari kelpasi tähän tarkoitukseen hyvin.

Kerran aseman ”odotushuoneeseen” tuli mukaan Toivo Pöysälä, joka oman firmansa omistajana ja Keretti-projektin pääkonstruktiöörinä halusi ohjearvoja tornimurskaamon mitoille. Sama Topi oli jo aiemmin antanut nostotornille muodon; täysimittainen erektio, huipulla vielä nostokone kuin paksunnoksena. .

Murskaamokin haluttiin toteuttaa liukuvaluna. Sylinterin muoto sopi murskaamolle ja vielä paremmin murskesiilolle sen toimintaa ajatellen. Topi päätyi kysymään johtoryhmältä sylinterille läpimittaa. Heikki katsoi baarissa ympärilleen ja ehdotti pöytäseurueelle: ”Entäpä tämä baarisali?” Pöysälä mittautti seuraavana päivänä baarin halkaisijan... Tämä oli todellista elämänläheistä suunnittelua!

#### **Vuoriteollisuus-lehden toimitus sai vuonna 1955**

kaivoksen käyntiin lähtiessä Keretti-projektin johtoryhmältä kattavan monisivuisen artikkelin, jossa kuvattiin vasta käynnistyneen kaivoksen rakennuksia vaatimattomammin:

”Toiminnassa olleista murskaamoista saaduista kokemuksista johtuen on Keretin murskaamo rakennettu toimivaksi ilman välikuljettimia siten, että malmi omalla painollaan kulkee murskausprosessin lä-



Outokummun kaivos- ja rikastusinsinöörien neuvottelupäivät 1953 Outokummun Sänkivaarassa, joka oli toimitusjohtajan koti vuoteen 1946 saakka. Sen jälkeen Sänkivaara oli kaivoksen edustustalo, nyt yksityisomistuksessa. Kaikki kolme miestä olivat vuorollaan VMY:n puheenjohtajia eri vuosikymmenillä. Keskellä Eero Mäkinen ja Heikki Tanner solmuke kaulassaan.



Kaivos- ja rikastusinsinöörien neuvottelupäivät 1960-luvulla. Solmuke tietysti Heikki Tannerilla, nyt myös Timo Heikkisellä ja Sakari Seesteellä.

vitse. Täten on voitu vähentää toiminnassa olevien koneiden määrää ja saada laitos käyntivaremmaksi ja vähemmän huoltoa kaipaavaksi. Kuljetuslaitteiden ja -vaiheiden välttäminen murskausprosessissa on *kuitenkin antanut huomattavan lisän nostotornin korkeuteen.*

### Outokummun malmin ja jalostuksen tuotolla

katettiin osa Suomen sotaponnistuksista, mm. kranaattien johtorengas. Sodan jälkeen maksettiin osa ”vahingonkorvauksista” voittajalle sekä maan jälleenrakentamisesta ”reilu siivu”. Suurin ponnistus oli omien sulattojen rakentaminen länsirannikolle tuloeräsuojalla 60-luvulla, ja lopulta jaloteräsuojatuotannon laitokset Perämeren pohjukkaan. Silloin Keretin kaivostuotanto oli päättynyt. Yhtiöllä oli muitakin kaivoksia, mutta ilman vanhaa ”emoKummun” malmin olisi rannikon metallurgisten laitosten rakentaminen ollut hitaampaa ja se olisi tehty velkarahalla.

### Jämerän esimiehen muisteleminen

jäisi pahasti kesken, jos yhtään Heikki Tanner -kaskua ei kirjoitettaisi mukaan. Onneksi niitä kerättiin VMY:n jäsenlehteen elävien muistajien kynästä jo vuosisadan vaihteessa (katso [www.vuorimiesyhdistys.fi/lehtiarkisto](http://www.vuorimiesyhdistys.fi/lehtiarkisto)). Parin vuoden Vuoriteollisuus-lehtiin niitä riitti, noin tusinan vuorimiehen kynästä.

Heikki tunnettiin vuorimiehenä, juttuveikkona ja kalastajana. Epiteettejä olivat mm. ”en kille med färg” tai ”the legendary mining man”. Maine kiiri vuorimiespiirien ulkopuolelle saakka.

### Kaskuja Heikiltä itseltään kuultuna:

Naturvetenskapliga Riksmuseet kirjoitti Tukholmasta selittäen kohteliaasti, että museon kokoelmiin kuului monia harvinaisuuksia. Vaikkakaan meillä ei sentään ole maailman seitsemää ihmettä, kahdeksatta kuitenkin pyytäisimme: ”Ärade Herr Tanner, det skulle glädja oss ytterst, om Ni kunde komma ihåg vårt Museum i Eder sista vilja, och donera Er lever.”

### Heikin jutuille oli tyypillistä

usein yllättävä loppu. Tässä yksi: Herrasmies oli lähdössä kotiin lontoolaisen hienostoravintolan päivällisiltä. Portsari ojensi hänelle knallihatun monien muiden hattujen joukosta. Asiakas kiitti, mutta kysyi, mistä portsari tiesi, että tämä oli nimenomaan hänen knallinsa. ”En minä sitä tiedäkään,

mutta tämä on se hattu, jonka te tullessanne minulle ojensitte”, vastasi portsari.

### Yhden muistan suoraan

Heikin suusta. Se ei päässyt lehteen, mutta oli yhtä tosi: Ruotsalaiskollegoille ja -ystävälle Heikki esitteli työnantajansa toimialat tiiviisti:

”Jo, i bolaget vi har: gruvor, smältverk, metallverk, kraftverk, och i huvudstaden - huvudvärk.”

Mikä olisi pörssiyhtiön esittely tänään?

### Kalastus oli Heikki Tannerille

tärkeä harrastus. Usein työ ja harrastus voitiin sopivalla suunnittelulla yhdistää. Kokolan tehtaan rakennusvaiheissa lohikala odotti Heikkiä Pohjanlahden pinnan alla. Kaivoksista ainakin Kotalahti ja Pyhäsalmi ”tarhasivat” punalihaista kalaa mm. vieraspöytänsä. Heikin käydessä työvierailulla hän ja seurue virvelöivät illallisen Lepikon ja Vierasmajan keittiöön.

Heikin myöhemmin johtama Outokummun Ulkomaiset kaivosprojektit -yksikkö ”osui” neuvottelemaan kaivoskaupoista Norjassa. Kaivokselta ei ollut lähimmälle lohijoelle pitkä matka. Kauppaneuvottelun ajankohdasta saattoi helposti ”osua” kalastuskeskiin. Sama tilanne oli Kanadassa, kohteena Trout Lake Mine tai Equadorissa, kohteena Mina La Plata.

### Tätä luettaessa

tapahtuu: ”Outokummun malmin löydöstä 110 vuotta!”. Lävistysreiän kairauspaikalla lyötiin vuosipäivän muistoksi kallioon saakka terä ja kairausputki, oikeaan suuntaan ja kaltevuuteen. ▲

### Oheisaineistoa:

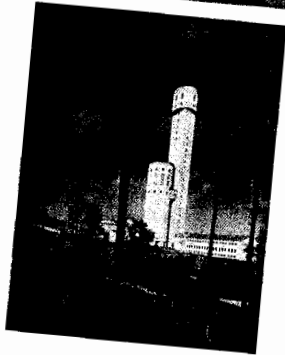
Vuoriteollisuus-lehti:  
2/1996 Heikki Tanner In Memoriam  
2/1955 Keretin kaivos

Vuoriteollisuus lehti/Materia:  
Kaskujen keräyspyyntö VTL 3/1998, kaskut numeroista:  
1/1999, sivu 56, kuvituksena Heikki Tanner ja solmuke, ilman savuketta  
2/1999, sivu 60, kuvituksena Heikki Tanner ja solmuke, tuoliin käsinojalla aski vihreää norttia, tietysti ilman suodatinta  
1/2000, sivu 58



# Historian havinaa

KOONNUT: LEENA K. VANHATALO



## OUTOKUMPU OY:n

Keretin uutta kuilua varten olemme toimittaneet:

- painonappi ohjattavan, automaattisen Koepi-rakennella olevaa kahdella köydellä varustetun malminostokoneen, jonka pöydärovat ovat:

Hyötykuorma	5,5 tonnia
Nostokorkeus	400 m
Nostonopeus	7 m/ssek
Käytöpyörä	Ø = 3 m

- kdsin ohjattavan Koepi-rakennella olevan ja kahdella köydellä varustetun henkilönostokoneen:

Hyötykuorma	max. 500 kg
	norm. 30 henkilöä
Nostokorkeus	eti 2600 kg
Nostonopeus	400 m
Käytöpyörä	7 m/ssek
	Ø = 3 m

sitäpaitsi kuuluu toimitukseemme:

- 2 pohlasta tyhjennettävää kappaa
- 1 varakappaa
- 2 mittataskua
- 2 automaattista, mittataskuihin yhteisrakennettavaa hydraulista vaakaa

## ASEA

Helsinki Citykäytävä Puh. 12 501  
Turku Kasenkatu 2 b Puh. 24 090  
Kuopio Hoapanimkatu 32 Puh. 50 71

Vuoriteollisuus 2-1955: Mainoksia Keretin kaivostorniin liittyen.



## KULJETTIMIA KAIVOSTEOLLISUUDELLE

Oheiset kuvat esittävät Outokumpu Oy:n Keretin kaivoksessa rikasteen varastomiskuljettimia. Torniin johtavassa kaltevassa käytävässä on kaksi rinnakkaisista hihnakuljettinta, jotka vievät kupari- ja rikki-rikasteen kuivaamosta torniin. Täällä rikaste putaa kuvassa näkyvien 23,5 m pituisten ulokkeiden sisällä oleville hihnakuljettimille ja edelleen ulokkeiden päistä varastoon.

Koska malmi on kuivaa ja hienojakoista, veisti luuli sitä helposti mukanaan. Tästä syystä ulokkeen tyvipää on nivelletty torniin ja ulkopäättä voidaan nostaa ja laskea tornissa olevalla vintturilla, jolloin ulokkeen pään etäisyys malminasasta voidaan aina pittää sopivan pienenä. Alimmassa asennossaan on ulokkeen pää n. 5 metrin ja ylimmässä n. 19 metrin korkeudella maasta.

Kuljettimien hinnaleveys on 450 mm, nopeus 1,2 m/ssek. ja kuljetusteho 40 tonnia tunnissa.

Pätsi erilaisia kuljettimia valmistamman kaivosteollisuudelle myös mm.

raappavinttureita  
hammasvaihteita  
jauhinkuulia  
kuumastinkittijä rautarakenteita  
dieselvetureita  
kaivosvaunuja  
ilmastointilaitteita

## VALMET

Valmet Oy, Kaivokatu 10, Helsinki. Puh. 11 441.

# SEURAAVAN SUKUPOLVEN BLASTIQ™



## YHDISTETYT TEKNOLOGIASOVELLUKSET RÄJÄYTUSTULOSEN OPTIMOINTIIN



VÄHENNÄ PORAUksen JA  
PANOSTUKSEN  
KOKONAISKUSTANNUKSIA



LISÄÄ  
TUOTTAVUUTTA



PARANNA  
TURVALLISUUTTA



HELPOTA  
VIRANOMAIsvAATIMUSTEN  
TÄYTTÄMISTÄ

**Seuraavan sukupolven BlastIQ™ alusta on pilvipohjainen digitaalinen alusta, joka on suunniteltu erityisesti jatkuvaan räjäytystulosten parantamiseen.**

Lähtien ennen räjäytystä tapahtuvasta mallintamisesta aina räjäytystulosten mittaamiseen ja analyysiin, BlastIQ™ alusta tuottaa dataa, vertailukohtia ja tietämystä, jota tarvitaan varmistamaan kestävien ja kustannustehokkaiden parannuksien tekemiseen räjäytystöissä

Saadaksesi lisätietoa BlastIQ™ alustasta sekä siitä, kuinka se voi tukea toimintaanne päivittäin, ota yhteyttä paikalliseen Orican edustajaan tai vieraille osoitteessa [orica.com/BlastIQ](https://orica.com/BlastIQ)





# Samat ammattilaiset, uusi nimi ja entistä laajempi palvelualue

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

Yhdessä voimme tarjota alamme laajimman valikoiman palveluita ja asiantuntemusta ympäristövaikutuksista.

Lue lisää osoitteesta  
>> [FORCITCONSULTING.FI](http://FORCITCONSULTING.FI)



## GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä  
riskejä kattavalla  
3D-mallinnuksella!

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



### GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

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



### KALLIOMEKANIIKAN ASENNUKSET JA MITTAUKSET

#### Monitorointi

- Reaaliaikaiset mittausjärjestelmät – niin maan päällä kuin alla.

#### Jännitystilamittaukset

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



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

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

# UUTISIA ALALTA

## Pohjoismaiden johtavan louhinta- ja tärinäkonsultin nimi on jatkossa Forcit Consulting



▲ Oy Finnrock Ab (FI), Bergsäker AB (SE) ja Bergcon AS (NO) ovat kaikki maidensa johtavia konsulttitoimistoja liittyen louhinta- ja maanrakennustyön koulutukseen ja ympäristövaikutuksien kuten tärinän, melun ja pölyn minimoimiseen, mittaamiseen ja seurantaan. Yhtiöt ovat suomalaisen 1893 perustetun Forcit-konsernin omistuksessa ja ne muodostavat yhdessä alansa suurimman toimijan. Kaikkien konsulttiyhtiöiden nimeksi vaihtui 15.9.2020 Forcit Consulting (Oy/AB/AS). Tämä mahdollistaa täyden kansainvälisen yhteistyön ja tukee yhtiöiden jatkuvan kasvun ja kehityksen strategiaa. Tämä tukee myös yhtiöiden toimeksiantoja ja asiakkaita tuomalla heidän käyttöönsä entistäkin kattavampia palveluita sekä laajemman asiantuntijoiden, resurssien ja palvelupisteiden verkoston.

### Samat ammattilaiset, uusi nimi, entistä laajempi palvelualue

Yritysten nimet muuttuivat ja samalla joentisestäään monipuoliseen palvelutarjontaan on odotettavissa laajennusta, jonka yritysten yhteispohjoismainen ammattilaisten verkosto mahdollistaa tulevaisuudessa entistäkin paremmin. Päivittäinen palvelu jatkuu kuitenkin samojen ammattilaisten kautta, tuttua ja joustavaa yhteistyötä noudattaen. Louhintatöiden lisäksi Forcit Consulting

palvelee jatkossa entistä laajemmin myös muuta maanrakentamista, purkurakentamista sekä kaivosteollisuutta. Yritykset pystyvät jatkossa tarjoamaan vastaavia palveluita paremmin myös muissa pohjoismaissa toimiville suomalaisille asiakkailleen.

Ensimmäinen yhtiöistä on perustettu Suomessa 1970 ja Forcit Consulting viettää parhaillaan 50. juhlavuottaan. Forcit Consulting työllistää tällä hetkellä yli 120 henkeä 20 toimipisteessä Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa muodostaen alallaan pohjoismaiden ja samalla koko maailman suurimman asiantuntijaorganisaation ja palveluntarjoajan. Suomessa asiakkaita palvelee yli 50 ammattilaista ja toimipisteverkosto on koko maan laajuinen toimipisteiden sijaitessa Helsingissä, Turussa, Tampereella, Lahdessa, Vaasassa, Jyväskylässä, Kuopiossa ja Oulussa. Pohjoismaisen organisaation käytössä on yli 2 500 mittalaitetta ympäristövaikutuksien kuten tärinän, ilmanpaineen, melun ja pölyn mittaamiseen. Tulokset käsitellään yrityksen kehittämässä edistyskäsittelyssä pilvipalvelussa, joka mahdollistaa niiden nopean ja tarkan analysoinnin. ▲



## BRENNTAG

### Kaivosteollisuuden raaka-aineet



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

Kaivosteollisuudessa Pohjoismaissa hyödynnämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

## PÄÄTUOTTEET

- Aktiivihielet
- Ditiiofosfaatit
- Jauhinkuulat (myös kromiseosteiset)
- Kupari- ja sinkkisulfaatti
- Pölynestoaineet
- Yleisesti kokooja-, kerääjä-, painaja-, vaahdotus-, 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](http://www.brenntag-nordic.com)

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

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



# FINNMATERIA

5.-6.5.2021

Kaivosteollisuuden, metallinjalostuksen, kiviainesteollisuuden, kiertotalouden ja maarakentamisen erikoismessut tarjoavat uusimman tiedon, tekniikan ja innovaatiot!

Pohjoismaiden suurin kattavasti vuoriklusteriin keskittyvä messutapahtuma

90% kävijöistä suosittelee

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

**NÄYTEILLEASETTAJAKSI ALAN  
HUIPPUTAPAHTUMAAN?**

**KATSO VAPAAT PAIKAT  
FINNMATERIA.FI**

**VARAA PAIKKASI**

KATSO LISÄÄ



YHTEISTYÖSSÄ



**Vuorimiesyhdistys**  
Bergsmannaföreningen ry

**MATERIA**  
LEHTI

**PAVIL  
JONKI**

Jyväskylän  
**MESSUT**

# FINNMATERIA

5.-6.5.2021

## FinnMateria 2021: Messujärjestäjän tervehdys

**A**lkuvuodesta 2020 koronapandemia mullisti maailmaa. Poikkeuksellinen tilanne on koskettanut erityisesti tapahtuma-alaa. Maaliskuusta lähtien messutoiminta Suomessa on viranomaisten määräyksestä johtuen ollut pysähdyksissä ja kaikki suuret messutapahtumat vuodelta 2020 on peruttu tai siirretty.

Koronapandemian vaikutukset osuivat myös FinnMateria-messuihin, Pohjoismaiden suurimpaan kaivosalan messutapahtumaan, joka oli tarkoitus pitää marraskuussa 2020. FinnMateria-messuja suunniteltiin vielä syksyllä toiveikkaina, mutta lopulta pitkän harkinnan jälkeen FinnMateria päätettiin yhdessä messujen neuvottelukunnan kanssa siirtää toukokuulle 2021.

Siirtopäätöksen taustalla vaikuttivat sekä vallitseva koronatilanne että siirtoa puoltavat keskustelut näytteilleasettajien ja yhteistyökumppaneiden kanssa.

Tapahtuma-alalla koronapandemian vaikutukset ovat kehittäneet uusia käytäntöjä, jotka ovat käytössä jo tällä hetkellä



järjestettävissä tapahtumissa. Paviljongin suuret tilat, hyvät valmiudet turvaetäisyyksien noudattamiseen ja korkea hygieniaoosaaminen takaavat turvallisuuden myös tulevaisuudessa. Hallittu kohtaaminen ammattimaisesti järjestetyissä tapahtumissa tulee olemaan jatkossakin tärkeää ja tätä työtä turvallisempien tapahtumien eteen tehdään Paviljongissa koko ajan.

Haasteista huolimatta katsomme tulevaisuuteen luottavaisin mielin. Messuala on kohtamismedia, joka pitää pintansa sosiaalisen median ja teknologian täyttämässä maailmassa. Ihmisten välisten kohtaamisten merkitys kasvaa ja luottamus luodaan kasvokkain. Viimeistään koronapandemia on osoittanut henkilökohtaisen vuorovaikutuksen arvon.

Toivotamme kaikki kaivosteollisuuden, metallinjalostuksen, kiviainesteollisuuden, kiertotalouden ja

maarakentamisen ammattilaiset lämpimästi tervetulleiksi 5.-6.5.2021 Jyväskylään FinnMateria-messuille! ▲

MESSUTERVEISIN  
TOIMITUSJOHTAJA JUHA RAHKO





# BLASTING SERVICES

FOR NORDIC CONDITIONS

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

Read more about our services on  
>> [FORCITGROUP.COM](https://www.forcittgroup.com)

## SimulaVR tuo virtuaalista turvallisuutta työkohteisiin

**Virtual Reality, virtuaalinen todellisuus (jatkossa VR) on hyvää vauhtia osoittamassa hyödyllisyyttään lukuisissa teollisissa sovelluskohteissa. Erytisen hyvin VR soveltuu teollisuuden haastavien työskentelyolosuhteiden turvallisuuskoulutukseen, jossa koulutettavien määrä ja kirjo on suuri ja inhimillisen virheen hintalappu valtava, puhutaanpa sitten henkilövahingoista tai taloudellisista näkökulmista. Työympäristön vaaratilanteiden ennakoiva harjoittelu mahdollistaa riskeihin valmistautumisen ja oikeat reaktiot vahinkotilanteen toteutuessa.**

### VR-koulutussisällöt työelämän oikeista vaaranpaikoista

Virtuaalisen koulutussovelluksen käsi-kirjoitus ja sisällöntuotanto käyvät kuumina hartaasti valmistellun SimulaVR:n tuotelanseerauksen alla. Infrasuunnittelu Oy:n ja 3D Talo Finland Oy:n SimulaVR-tuotantotiimin käsissä työelämästä tutut vaaranpaikat saavat ympärilleen virtuaalimaailman ja -harjoitteet. Tuotteen koulutussisältöihin kuuluvat jo mm. kolmiosainen alkusammutusharjoite, rakennusteollisuuden työturvallisuusharjoite, yleinen teollisuuden työturvapoikkeamien havainnointi, ahtaan paikan työskentely säiliössä sekä korkean paikan työskentely putoamissuojauksiin.

Koulutuskokonaisuuksia voi luoda myös eri teollisuudenalojen tarpeisiin. Rakennusteollisuuden rastit liittyvät mm. työskentelytapoihin, telineisiin, kulkusiltoihin ja tikkaisiin, koneisiin ja välineisiin, putoamissuojaukseen, sähköön ja valaistukseen sekä järjestykseen, jätehuoltoon ja pölyyn liittyviin vaaratilanteisiin. Samanlaiset virtuaaliset turvallisuusympäristöt turvarasteineen ovat mahdollisia mille tahansa toimialalle maanrakennustyömaista telakkateollisuuteen. Koulutuksen ytimessä ovat turvallisuus työmaalla ja työn suorittava ihminen. VR-teknologia puolestaan mahdollistaa autenttiselta vaikuttavan harjoittelun.

### SimulaVR on salkkuun sullottu rastikoulutus

Virtuaalisuus on epäkonkreettinen käsite, joten virtuaalikoulutus voi olla vaikeasti hahmotettava asia. Pyrimme oikomaan virtuaalisuusvastarintaa helpoilla käsitteillä. SimulaVR:ää voikin kuvata "salkkuun sullottuksi turvallisuusrastikoulutukseksi", toimitusjohtaja **Antti Haataja** Infrasuunnittelu Oy:stä selventää. Salkulla tarkoitetaan tässä asiakasyritykseen toimitettavaa fyysistä salkkua, jonka muotoiltuun



Kuvitteellinen tehdaspalo SimulaVR:ssä

vaatomuovivisukseen on sijoitettu VR-koulutuslaitteisto, suorituskykyinen pc ja virtuaalilasit sekä halutut turvallisuusrastit. Lisää koulutussisältöjä saa käyttöönsä klikkaamalla. SimulaVR on avaimet käteen -kokonaisratkaisu, joka sisältää laitteiston, ohjelmiston, valmiit simulaatiot ja simulaatioympäristöt, koulutuksen sekä osaamisenhallintarekisterirajapinnan.

### Rinnalla räätälöity tuote juuri omaan tarpeeseen

Rastikoulutusten rinnalla kulkee räätälöidympi VR-koulutus. Kyseessä on asiakasympäristöstä skannauksen avulla luotu virtuaalimalli ja sinne perehdytys-harjoitteiden lisäksi istutetut teoriaosuus ja turvallisuustentti. Tässä koulutussovellusversiossa koulutettava eli työntekijä tutustuu ensin kohteeseen sekä sen turvallisuusmaailmaan ja vaateisiin kierrellen kohteessa virtuaalilasit päässään. Perehdytysvaiheen jälkeen koulutettavalla on edessään turvallisuuspuutteiden havainnointi- ja tenttikierros, ts. virtuaalinen kohdepätevoityminen. Sovellukseen voidaan rakentaa sisään myös turvalli-

suuskulttuuriin positiivista kierrettä aikaansaavaa vuorovaikutteisuutta.

### Peltaco Oy mukana VR-koulutuksen pioneereissa

Kuopiolainen Peltaco Oy, vuonna 1986 perustettu palo- ja työturvallisuuden asiantuntijatalo, on ottanut kopin SimulaVR:stä ja mahdollisuudesta päästä turvallisuuden virtuaalikoulutuksen pioneerikaartiin. Peltacon toimitusjohtaja **Jussi Eskelinen** into VR-koulutusta kohtaan on ilmeinen. "VR tuo koulutuskokemuksen niin lähelle aitoa kuin nykyteknologian puitteissa on mahdollista. Turhien riskien karsiminen koulutustilanteessa opettaa paremmin valmistautumaan tosielämän riskitilanteisiin", Eskelinen hehkuttaa. VR-harjoitteiden avulla koulutettava voi täysillä panostaa vaikkapa kaivosseinämää pitkin laskeutumiseen, kun hänen ei tarvitse oikeasti pelätä putoavansa. VR:n avulla koulutus tehostuu ja mieleen jäävät oikeat asiat sen sijaan, että päällimmäisenä mielessä olisi hengen salpaava korkean paikan pelko. Sitäkin voi nimittäin hallita VR-harjoittein.



## VR-koulutus on kaikkien hyöty ja teollisuuden must

Erilaisia VR-kokeiluita on tullut viime vuosina teollisuuden pariin varsin paljon, mutta suurin osa niistä on vasta demotasoilla olevaa teknologiahypetystä. Infrasuunnittelun Haataja naureskelee, että virtuaalisuus on kokenut etupainotteisen inflaation ja tarkoittaa monelle siviilielämän kautta vain VR-pelejä ja -leluja. ”Ja sitten ovat nämä ’oikeat’ VR-tuotteet. SimulaVR luo asiakasyritykseen aitoa työturvallisuutta”, Haataja alleviivaa painokkaasti. ”Tarjoamme kustannustehokkaampaa, laadukkaampaa, osallistavampaa ja aikaa säästävää turvallisuuskoulutusta kuin mihin markkinat ovat perinteisesti tottuneet”.

SimulaVR -koulutustuotteen avulla mm. turvallisuusperhehdys ja töiden aloitus nopeutuvat eikä koulutettavan ja kouluttajan välille pääse syntymään kielimuuria tai kulttuurisidonnaisia tulkintaongelmia. Muina SimulaVR:n hyötyinä voidaan mainita kustannustehokkuus – SimulaVR nimittäin selkeästi tehostaa kouluttajaresursseja sekä karsii matka-, majoitus- ja työajan menetyksensä. Koulutusta on tarjolla siellä, missä koulutettavat ovat. Tuote myös vakioi turvallisuuden laadun, sillä SimulaVR:n avulla kaikille tarjotaan identtinen perehdytys ja työturvallisuuden riskien ennakointimahdollisuus ajasta, paikasta, taustasta ja muista muuttujista - esimerkiksi koronaviruksesta - riippumatta.

”Näkisin teollisuuden hyötyvän virtuaaliodellisuudesta erityisen vahvasti. Yhtään ihmistä ei tarvitse enää laittaa koulutuksen nimissä vaaralliseen tilanteeseen tai kohteeseen kokemuksen kartuttamismielessä”, miettii Jussi Eskelinen Peltaco Oy:stä. Tilanteet voidaan käydä aidosti ja tehokkaasti läpi simuloitujen harjoitteiden kautta. ”On myös huomattavasti nopeampaa nousta mastoon VR-lasit päässä kuin oikeasti laittaa kaman niskaan ja lähteä kiipeämään kohti maston huippua”, Eskelinen konkretisoi VR-teknologian etuja koulutusikänsä. Laajemmin tarkastellen mm. teollisuusonnettomuudet, suuret rekrytoinnit, teollisuuden seisakit ja henkilöstömuutokset ovat esimerkkejä tilanteista, joissa VR-teknologialla toteutettu koulutus tuo teollisuudelle selkeää lisäarvoa ja tehokkuutta.

Virtuaaliseen koulutukseen voidaan yhdistää myös räätälöidyt skenaariot



YHTEYSPÄÄLLIKKÖ **HANNA REPO**,  
INFRASUUNNITTELU OY

kuten kemikaalivuodot, kuilupalot, virhe- liikkeiden syy-seurausesimerkit, liikennejärjestelyiden muutosten seuraamukset, räjähdeherkkien tilojen tulityöt ja vastaavat hankalasti reaalielämässä toistettavat tilanteet simuloituina. Oikeat reaktiot ja toimintamallit opitaan vain omakohtaisesti tekemällä ja VR-teknologian kautta mahdollistuva osallistava sekä immersii- vinen kokemus on hyvä opettaja ja vaihtoehto perinteisen oppimisen rinnalle.

## Turvallisuustuote edellä, mutta käyttöliittymää ja rajapintojakin kelpaa esitellä

SimulaVR:n sydän on sen käyttöliittymä, joka on luotu 3D Talo Finland Oy:n Design Spacen pohjalta. Käyttöliittymäsovellus on kevyt ja tehokas ohjelmisto, jonka avulla hallitaan käyttäjiä ja ladataan sekä käytetään harjoituksia. Harjoitusten suoritusmerkinnät siirtyvät talteen yhteistyökumppani Redicom Oy:n Safetypass.eu -osaamisenhallintajärjestelmään. Siellä olevaa suoritustietoa voidaan tarvittaessa tarkastella jälkikäteen. ”Suoritusten tallentuminen tekee SimulaVR:stä erityisen tehokkaan oppimistyökalun. Sovelluksessa harjoittein osoitettu osaaminen ja sitä tukeva suoritusmerkintä eivät näin ollen jää vain leijumaan ilmaan, vaan em. data tallentuu muiden turvallisuusharjoite- suoritteiden tavoin rekisteriin”, korostaa SimulaVR-hankkeen tuotekehityspäällikkö **Pasi Mustonen**. ”SimulaVR-tuote on kokonaan meidän hallinnassa, joten sitä voidaan ja aiotaan kehittää ketterästi asiakastarpeiden mukaan”, Mustonen korostaa.

## Demoilun ja pilotin kautta kaupalliseksi virtuaalikoulutustuotteeksi

SimulaVR:n kehittäminen käynnistyi vuoden 2016 lopulla, jolloin kajaanilainen insinööri-toimisto Infrasuunnittelu Oy lähti ideoimaan lisäarvoa teollisille asiakkailleen. Vuoden 2017 keväällä ensimmäinen virtuaaliharjoite SafetyTool voitti Yhdyskuntatekniikan näyttelyn Uutuustuotekisan ja loi uskoa tuoteideaan. SafetyTool jalostui saman syksyn aikana virtuaaliseksi rakennustyömaaksi Virtugoksi yhteistyössä Kajaanin ammattikorkeakoulun kanssa. Loppuvuodesta 2018 käynnistyi pilottihanke testikaivoksen turvallisuuskävely Safetywalkin toteuttamiseksi. ”Ilman edellä mainittuja demo- ja pilottiprojekteja sekä teollisuuden demopajoja ja aktiivista markkinavuoropuhelua emme olisi tuotetta markkinoille valmiiksi saaneet”, Infrasuunnittelu Oy:n toimitusjohtaja, idean isä Antti Haataja kertoo SimulaVR:n tuotekehityksen tulkkaa. Samalla tulivat tarkistetuiksi tuotteen tarve ja hyöty asiakkaalle. Kenttä kaipasi valmista tuotetta ja tässä se nyt on! SimulaVR:n voit tilata pian avattavien verkkosivujen [www.simulavr.fi](http://www.simulavr.fi) kautta.

## SimulaVR-tapahtuma lähestyy

SimulaVR lanseerataan virtuaalisessa SimulaVR-tapahtumassa, joka järjestetään 24.11.2020. Tapahtumassa esitellään SimulaVR-koulutustuotteen käyttöperiaatteet ja toimintalogiikka sekä näytetään sovelluksen käyttöönoton helppous. Tapahtuman ohessa on myös mahdollisuus kysymyksiin ja yrityskohtaisiin SimulaVR-klinikoihin. Lisätietoja VR-tapahtumaan liittyen julkaistaan Infrasuunnittelu Oy:n kotisivuilla [www.infrasuunnittelu.fi/](http://www.infrasuunnittelu.fi/) ajankohtaista sekä somessa viikosta 45 eteenpäin. ▲

*Infrasuunnittelu Oy on saanut SimulaVR:n kehittämisen Business Finlandin kehittämistukea liiketoiminnan häiriötalanteeseen. BF-rahoitus kohdistuu kehitystoimiin, joilla Infrasuunnittelu toteuttaa olemassa olevaan asiakastarpeeseen kaksi uutta käyttövalmista tuotetta, virtuaaliperehdytysalkun sekä mobiiliin alueperehdytyksen.*

## Korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betonteollisuudelle

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

- Laaja valikoima kalliopultteja mm. vaijeripultti ja harjateräspultti
- Cementan ja Norcemin injektointisementit
- Teräskuidut ja FortaFerro-makrokuidut
- Kaivosverkot
- Zitron-puhaltimet
- Protan Ventiflex -tuuletusputket
- Alvenius-pikaliitinputket



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

# SIMULA<sup>VR</sup>

THE NEXT DIMENSION IN  
SAFETY TRAINING AND COMPLIANCE.

## SIMULAVR -WEBINAARI

TI 24.11.2020 KLO 10

### VASTAUKSIA

- mikä SimulaVR on
- kenelle SimulaVR on tarkoitettu
- mitä harjoitteita SimulaVR sisältää
- miten saan SimulaVR:n käyttöni
- SimulaVR:n toimintaperiaatteet

### KESKUSTELUA

### LISÄTIETOJA

www.infrasuunnittelu.fi ja www.3dtalo.fi

### ILMOITTAUTUMISET

pasi@simulavr.fi

TEKEMÄLLÄ  
OPPII PARHAITEN

# TAPOJÄRVI

BELONG TO OUR STORY  
EST. 1955



# TAPOJÄRVI

WWW.TAPOJARVI.COM



# FROM MINE TO MINE



Oletko jo käynyt lukemassa vastuullisuusraporttimme?  
[nordkalk.fi/vastuullisuus](http://nordkalk.fi/vastuullisuus)

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

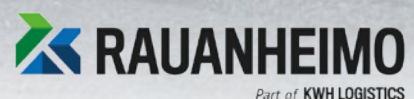


## Kaivosalatuotteiden satamakäsittelyn asiantuntija

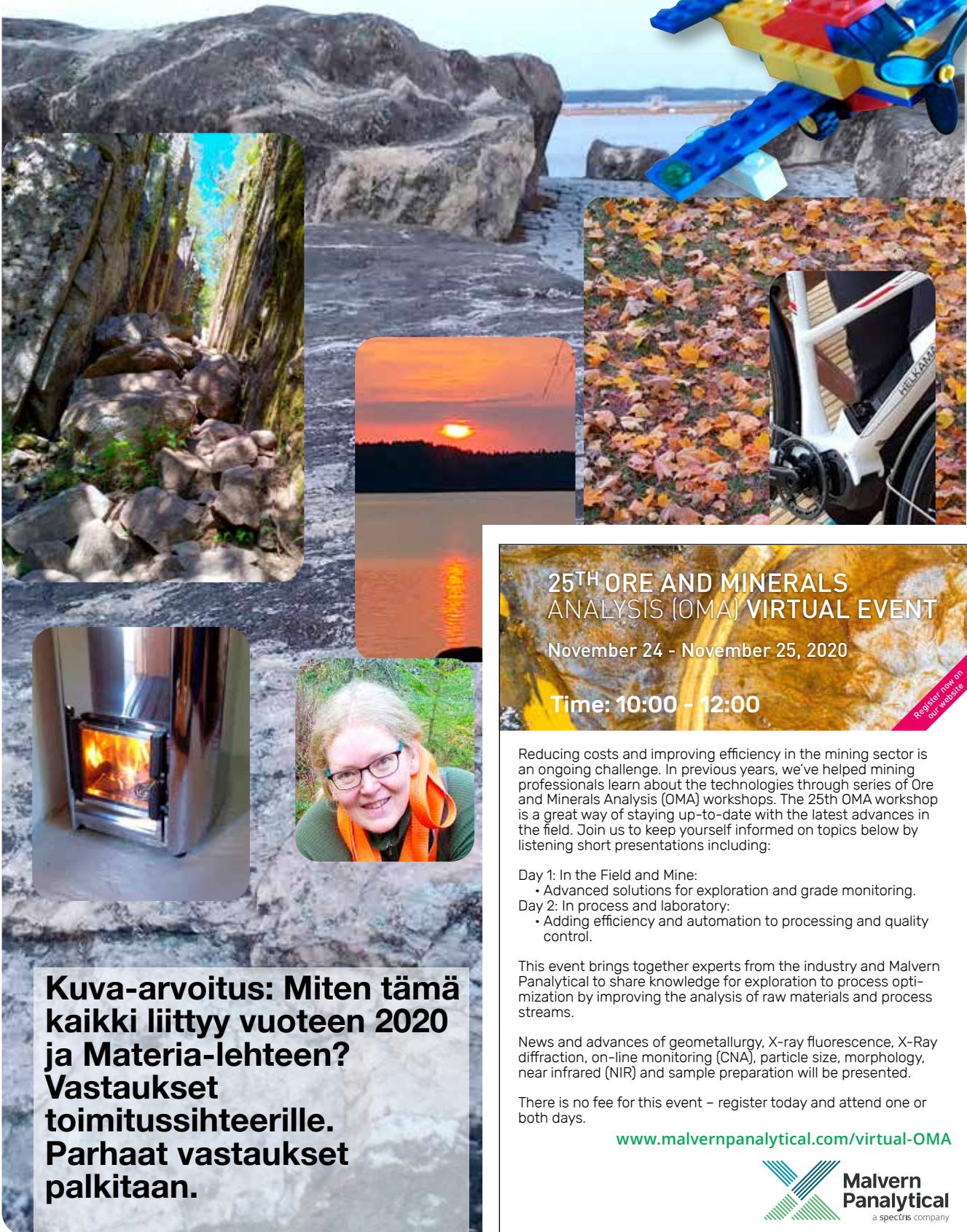
Olemme Suomen johtava kaivosalatuotteiden satamakäsittelijä. Toimimme Kokkolan, Tornion, Oulun, Tahkoluodon, Koverharin, Vuosaaren ja HaminaKotkan satamissa ahtaus-, huolinta- ja laivan-selvitysalan yrityksenä. Rauanheimo on perustettu vuonna 1884 ja olemme toimintavuosiemme aikana hankkineet vahvan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

Ota rohkeasti yhteyttä logistiikkaan liittyen! Yhdessä voimme luoda uusia tehokkaita kokonaisratkaisuja.

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







**Kuva-arvoitus: Miten tämä kaikki liittyy vuoteen 2020 ja Materia-lehteen? Vastaukset toimitussihteerille. Parhaat vastaukset palkitaan.**

## 25<sup>TH</sup> ORE AND MINERALS ANALYSIS (OMA) VIRTUAL EVENT

November 24 - November 25, 2020

Time: 10:00 - 12:00

Register now on our website

Reducing costs and improving efficiency in the mining sector is an ongoing challenge. In previous years, we've helped mining professionals learn about the technologies through series of Ore and Minerals Analysis (OMA) workshops. The 25th OMA workshop is a great way of staying up-to-date with the latest advances in the field. Join us to keep yourself informed on topics below by listening short presentations including:

Day 1: In the Field and Mine:

- Advanced solutions for exploration and grade monitoring.

Day 2: In process and laboratory:

- Adding efficiency and automation to processing and quality control.

This event brings together experts from the industry and Malvern Panalytical to share knowledge for exploration to process optimization by improving the analysis of raw materials and process streams.

News and advances of geometallurgy, X-ray fluorescence, X-Ray diffraction, on-line monitoring (CNA), particle size, morphology, near infrared (NIR) and sample preparation will be presented.

There is no fee for this event – register today and attend one or both days.

[www.malvernpanalytical.com/virtual-OMA](http://www.malvernpanalytical.com/virtual-OMA)





Doctoral Dissertation Miia Kiviö

# Utilization of Ti-containing microparticles on improved steel properties

TEXT BY: **MIIA KIVIÖ**

By controlling the chemistry and size of inclusions they can act as functional particles in improving mechanical properties of steel. Reactions and wetting between titanium containing inclusions and steel with different alloying elements are the key phenomena in developing the production processes of these steels.

New steel grades with improved properties are being developed all the time. One potential method is to add particles into the steel. Inclusions in steel are usually regarded as harmful. By controlling the chemistry and size of the inclusions, they can act as functional particles in improving the properties of steel. Titanium containing particles, e.g., oxides and carbides, can be used to control the microstructure and improve the mechanical properties of steels. Titanium oxide inclusions promote grain refinement and acicular ferrite formation improving strength and toughness. Titanium carbides can be used as reinforcement material to improve hardness and wear resistance. The interfacial phenomena between liquid steel and titanium containing inclusions were studied in this thesis. The inclusion types after Ti and TiO<sub>2</sub> additions and the role of Al and Mn in the formation of inclusions were determined. The wetting between titanium carbide and steel and the effect of chromium, nickel and molybdenum on wetting and interfacial reactions were studied.

The experimental part of this thesis consisted of two types of experiments. First, Ti and TiO<sub>2</sub> were added into liquid steel before and during casting inside a vacuum furnace. The inclusions formed after these additions were studied by scanning electron microscopy and energy-dispersive X-

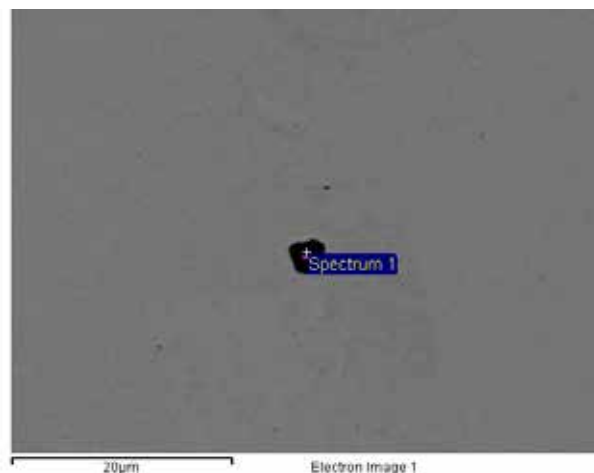


Fig. 1. TiO<sub>x</sub>+Mn inclusion (30.1 wt% O, 0.4 wt% Al, 0.2 wt% S, 36.9 wt% Ti, 6.6 wt% Mn, 14.0wt% Fe, 9.2 wt% C, 0.2 % Mg, 0.3 wt% Si, 0.3 wt% Ca and 1.8 wt% Cr)

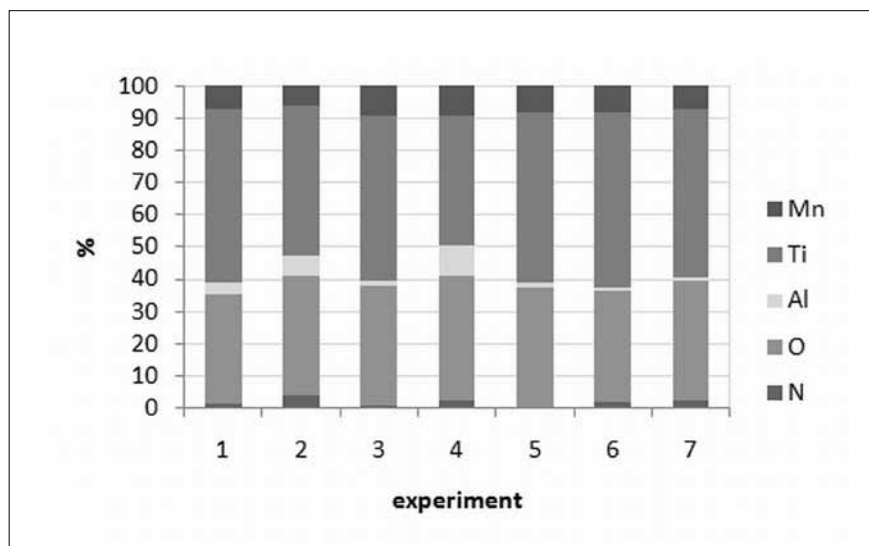


Fig. 2. Average composition of TiO<sub>x</sub>+MnO inclusions in ingot samples (M. Kiviö, 2010)

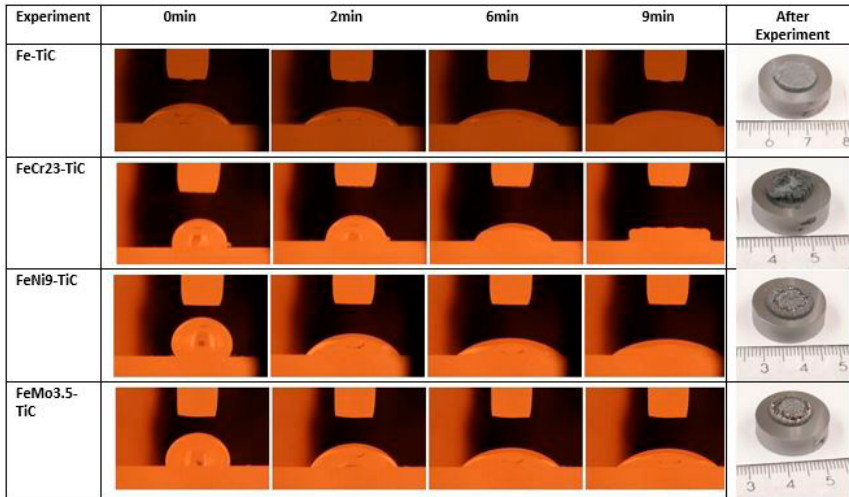


Fig. 3. Droplet formation during the wetting experiments (M. Kiviö, 2016)

ray spectroscopy (SEM-EDS) and electron backscatter diffraction (EBSD). Based on the results the inclusion types, composition and size of the inclusions were determined. Second, wetting experiments between  $TiO_2$ /TiC inclusions and steel or iron alloys were carried out. Contact angles were measured in these experiments and the interface and new phases were studied from the samples by SEM-EDS. Thermodynamic calculations on the formation of inclusions in the melt and during solidification were performed to support the experimental work.

The results from the experiments and thermodynamic calculations showed that low Al content (<50ppm) promotes  $TiO_x$  dominant inclusions. After the addition  $TiO_2$  is reduced to  $Ti_3O_5$  in the melt and later during solidification to  $Ti_2O_3$  which further reacts with Al, Mn and S forming complex inclusions with  $TiO_x$  as the main component. Fig. 1 represents a typical inclusion and Fig. 2 depicts typical compositions of the inclusions in the experiments. Late addition of  $TiO_2$  into liquid steel increases the amount of titanium oxide dominant inclusions, leads to more  $Ti_2O_3+MnO$  inclusions and decreases their size. The wettability between TiC and different Fe alloys and stainless steel was good with minor effect of alloying elements, especially Ni and Mo. Fig. 3 represents droplet formation during the wetting experiments. The reactivity



## Miia Kiviö

Doctor of Science (Technology), 2020, Aalto University  
 Master of Science (Technology), 2006, Helsinki University of Technology, Department of Materials Science  
 Major: Metallurgy  
 Minor: Materials processing and heat treatment  
 Technology Manager, Aurubis Finland Oy, Pori, 09/2017 ->  
 Quality Manager, Aurubis Finland Oy, Pori, 10/2016-08/2017  
 Metallurgist, Aurubis Finland Oy, Pori, 05/2015-09/2016  
 Metallurgist, Bahru Stainless, Malesia, 01/2013-04/2015  
 Researcher and Doctoral Student, Helsinki University of Technology (Aalto University) 2007-2012  
 Visiting doctoral student at Osaka University, Japan, 2008 and 2010 (3 months)

of the interface between the carbide and iron alloy was high and different types of carbides were formed especially in the systems with molybdenum.

Titanium-containing inclusions in steel are very complex. Controlling these inclusions demands profound knowledge of the dominating phenomena. Valuable information for developing the production processes of steels with improved mechanical properties by using titanium-containing functional particles was provided by the results from the thesis.

### Defence of Dissertation:

The public defence of dissertation in the field of materials science with the title: Utilization of Ti-containing Microparticles on Improved Steel Properties – Basic Studies on Inclusions Control and Interfacial Phenomena (Titaanioksiidi- ja -karbidimikropartikkelien hyödyntäminen teräksen ominaisuuksien parantamisessa – tutkimus sulkeumien hallinnasta ja rajapintailmiöistä) took place on Friday 12<sup>th</sup> of June 2020 at Aalto University. Professor Timo Fabritius from Oulu University was acting as the opponent and Professor Ari Jokilaakso from Aalto University School of Chemical Engineering was acting as the supervising professor. Thesis advisor was Professor Emeritus Lauri Holappa. ▲

### Publications:

- M. Kiviö, L. Holappa and T. Iung. Addition of Dispersoid Titanium Oxide Inclusions in Steel and Their Influence on Grain Refinement. *Metallurgical and Materials Transactions B*, Vol. 41, 2010, pp. 1194-1204
- M. Kiviö and L. Holappa. Addition of Titanium Oxide Inclusions into Liquid Steel to Control Nonmetallic Inclusions. *Metallurgical and Materials Transactions B*, Vol. 43, 2012, pp. 233-240
- L. Holappa and M. Kiviö. Fundamentals of Titanium Deoxidation. 5th International Congress on the Science and Technology of Steelmaking 2012 (ICS 2012), Dresden, pp. 1-9
- M. Kiviö, L. Holappa, T. Yoshikawa and T. Tanaka. Interfacial Phenomena in Fe-TiC Systems and the Effect of Cr and Ni. *High Temperature Materials and Processes*, Vol. 31(4-5), 2012, pp. 645-656
- M. Kiviö, L. Holappa, T. Yoshikawa and T. Tanaka. Interfacial Phenomena in Fe/Stainless Steel-TiC Systems and the Effect of Mo. *High Temperature Materials and Processes*, Vol. 33(6), 2014, pp. 571-584
- M. Kiviö, L. Holappa, M. Nakamoto and T. Tanaka. Studies on interfacial phenomena in titanium carbide/liquid steel systems for development of functionally graded material. *Metallurgical and Materials Transactions B*, Vol. 47B, 2016, pp. 2114-2122

Väitöskirjaan voi tutustua osoitteessa

<https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/44212>

lisätietoja: 0503470306, m.kivio@aurubis.com tai miia.kivio@gmail.com





Kuva 1.  
Geofysikaalinen malli poikkeamasta

# Koillismaan syväreikä

- syvälle luotaavaa tutkimusta

TEKSTI: KRISTINA KARVONEN

Koillismaan syväreikä –projekti on Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) monitahoinen tutkimusprojekti, jossa pyritään kairaamaan kolmen kilometrin syvyyteen ulottuva tutkimusreikä. Se hyödyttää kallioperän syvempien osien tutkimuksen lisäksi mm. mineraalisysteemeihin ja 3D-mallinnukseen, geotermisen energian hyödyntämiseen, kallion syväpohjaveteen sekä kallion jännitystilaan ja stabiliteettiin liittyvää tutkimusta. Kyseessä on myös moniulotteinen Tutkimus, Kehitys ja Innovaatio (TKI) –investointi, joka hyödyttää tutkimuksen lisäksi myös tutkimusteknologian kehittämistä.

” Näin syvälle ulottuva kairaus on harvinaista. Tästä tuleekin Suomen syvin tutkimuskäyttöön tarkoitettu reikä”, kertoo projektin vetäjä **Aleksi Salo** GTK:sta.

Projekti käynnistyi syyskuussa. Tänä vuonna tavoite on kairata kalliota 2500 metrin syvyyteen ja ensi vuonna jatketaan 3000 metriin. Kairaus näillä syvyyksillä on erittäin haastavaa. Mentäessä 2000 metrin syvyydestä alaspäin astutaan tuntemattomaan sekä teknisesti että geologisesti. Kairausurakoitsijana tutkimusprojektissa toimii Arctic Drilling Company (ADC) Rovaniemeltä.

## Tutkimuskohteena Etelä-Kuusamo

Kairauskohde valittiin Etelä-Kuusamosta alueelta, jonka kallioperän syvissä osissa, 1- 3 km syvyydessä näkyy laaja geofysi-

kaalisesti havaittava, merkittävä poikkeama (anomalia). Anomalia on lähes 60 km pitkä, itä-länsi suuntainen ja yhtenäisenä tiheydeltään ja magneettisuudeltaan positiivinen kohde. Sen aiheuttajaa ei tunneta, mutta sitä on pohdittu kymmeniä vuosia.

Koillismaan kallioperä on pääosin vanhaa arkeeista graniittigneisiä. Näitä ’keveämpiä’ gneissejä tavataan alueen kalliopaljastumilla. Syvemmällä kallioperässä täytyy siis olla paljon näitä painavampi kivilajiyksikkö, joka aiheuttaa kiinnostavan anomalian. Tutkimuksella selvitetään myös alueen kallioperän syntyä ja samalla kehitetään geofysiikan mallinnus- ja tulkintaosaamista. Kairaamalla voidaan todentaa mallien paikkansapitävyys sekä saada konkreettista tietoa syvällä olevasta anomaliasta. ”Siis malli on aina malli, ja jos sitä ei testata, se jää edelleen malliksi mal-

lien joukkoon”, toteaa erikoistutkija **Jukka Konnunaho** GTK:sta.

## Vuosikymmeniä mielenkiinnon kohteena

Kuusamossa sijaitseva tutkimusalue on ollut mielenkiinnon kohteena jo vuosikymmeniä. Useissa tutkimusprojekteissa on kertynyt paljon mm. geofysiikan mittaussaineistoja, joiden pohjalta on tehty mallinnuksia ja tulkintoja, mutta edelleen ratkaisevat konkreettiset todisteet puuttuvat. Oulun yliopiston Koillismaan malmikriittisten alueiden tutkimusprojektissa anomaliaa tutkittiin vuosina 1971 - 1976. Silloin tehtiin mm. gravimetrisia tulkintoja, seismisiä refraktioluotauksia ja magnetotelluurisia luotauksia. GTK:n Pohjois-Suomen kerrosintruusiot –projektissa (v.1996 - 2002) päästiin myös kairaamaan 1,2 km syvyyteen

asti, mutta kairaus jouduttiin keskeyttämään teknisten ongelmien vuoksi.

Viimeisimmät aineistot ovat vuonna 2019 tehdyistä AMT -mittauksista (sähkömagneettinen mittaus/luotaus) ja 2018 tehdyistä heijastusseismisistä luotauksista. Aiemmat tutkimustiedot yhdistettiin uusiin mittauksiin ja niitä uudelleentulkittiin sekä mallinnettiin uudelleen. Näin on saatu uutta tietoa tästä vuosikymmeniä kiinnostusta herättäneestä arvoituksellisesta kohteesta.

Vallalla olevan tulkinnan mukaan kyseessä on osa samaa kerrosintruusiokokonaisuutta kuin Näränkävää ja Koillismaan kompleksi Pudasjärven, Taivalkosken ja Posion alueella. Kerrosintruusiot syntyivät 2440 miljoonaa vuotta sitten syvältä maapallon vaipasta nousseen kivisulan kiteytyessä repeilevän mannerkuoren yläosiin. Globaalisti niiden tunnetaan olevan kriittisiä esimerkiksi kromimalmien suhteen, kuten Kemin kaivos, ja platinaryhmän alkuaineiden suhteen kuten Ranuan Suhanko. Samoihin kiviin liittyy myös Taivalkoskella sijaitseva Mustavaaran vanadiiniesiintymä.

”Syväkairauksella halutaan tuoda selkeys vuosikymmeniä askarruttaneeseen kysymykseen Koillismaan painovoima-anomaliasta, jonka uskotaan liittyvän akku- sekä kriittisiä mineraaleja sisältävään Koillismaa-kompleksiin. Usein ulkomaiset tutkijat osoittavat sormella juuri tuota paikkaa ja kysyvät, että mikä tuo on?”, pohtivat erikoistutkijat **Tuomo Karinen** ja Jukka Konnunaho GTK:sta.

**Hyödyttää monipuolisesti tutkimusta**  
Syväreillä luodaan Suomen olosuhteisiin ainutlaatuinen testiympäristö kallioperän tutkimukseen. Kyseessä on myös moniulotteinen TKI-investointi, joka hyödyttää tutkimuksen lisäksi myös tutkimusteknologian kehittämistä.

”Tulemme tekemään monipuolisia geofysiikan mittauksia sekä kairareistä että kairasydämistä. Tämä edistää geofysiikan mittausten ja mallinnuksen hyödyntämistä syväkallioperätutkimuksissa”, toteaa geofysikko **Heikki Salmirinne** GTK:sta.

Geoenergia ja varsinkin keskisyvä, eli 1–3 kilometrin syvyydeltä hyödynnettävä energia on kasvavan kiinnostuksen kohteena. Tekniikka tämän hyödyntämiseksi on kyllä olemassa, mutta se ei ole vielä kustannustehokasta. Tämä johtuu tutkimustiedon puutteesta. ”Nyt kairattava reikä on ensimmäinen, josta saadaan tietoa Pohjois-Suomen keskisyvän geoenergian

potentiaalista”, kertoo johtava asiantuntija **Teppo Arola** GTK:sta.

Koillismaan syväreikä -projektissa tutkitaan myös kalliion syväpohjavettä ja kalliion stabiliteettia. ”Syvällä kallioperässä pohjavesi on yleensä suolaista ja lisäksi se voi sisältää runsaasti liuenneita kaasuja. Tämä on haastavaa kalliorakentamisen kannalta”, kertoo erikoistutkija **Riikka Kietäväinen** GTK:sta. Mitä syvemmälle rakennetaan, sitä haastavammaksi vesien hallinta muodostuu. Rakennettaessa syviä tunneleita ja kaivoksia syväpohjavesiolosuhteet tulee tuntea. Projektista saadaan lisää tietoa alueen syvän pohjaveden käyttäytymisestä ja laadusta. Syvien pohjavesiolosuhteiden tuntemus on avainasemassa myös esimerkiksi ydinjätteiden pitkäaikaisijoituksen riskienhallinnassa.

Myös kallioperän häiriöt ja niistä palautuminen ovat tutkimuksen kohteena. Koillismaa on Suomen aktiivisinta maanjäristysaluetta.

Tutkimusreistä otetaan myös mikrobinäytteitä. Tämä palvelee Suomen syvän kallioperän biosfäärin tutkimusta. Kolmen kilometrin syvyinen tutkimusreikä mahdollistaa elämän tutkimisen entistä syvemmältä, jolloin saadaan tietoa mikrobien toimintamalleista ääriolosuhteissa sekä elämän rajoista. Lisäksi voidaan tutkia mikrobien evoluutiota ja mallintaa mikrobien kulkeutumista kallioperässä. Tällaisilla tutkimuksilla on merkitystä esimerkiksi edellä mainittujen kalliorakentamisen ja ydinjätehuollon suunnittelussa, mutta myös Maan ulkopuolisen elämän mahdollisuuksien kartoittamisessa. ”Erittäin kiinnostavaa on nähdä, kuinka vanhoja kallioperän syvimät vedet Koillismaan reiässä ovat ja tutkia, olisivatko mikrobiyhteisöt mahdollisesti pysyneet yhtä kauan elossa kallioperässä. Tällöin juuri mikrobien kulkeutumisen ymmärtäminen on ensisijaisen tärkeää”, pohtii erikoistutkija **Lotta Purkamo** GTK:sta. Alueella tehdään geokemiallinen taustapitoisuuskartoitus, jota varten otettiin



Kuva 2. Kairasydäntä Koillismaan syväreikä -projektista

ympäristönäytteitä jo ennen kairauksen aloittamista.

”Tutkimme eri alkuaineiden taustapitoisuuksia maaperässä. Maaperänäytteiden lisäksi olemme ottaneet joitain humusnäytteitä sekä vesinäytteitä pintavesistä, joista mittasimme jo näytteenoton yhteydessä mm. lämpötilan, happipitoisuuden ja pH-arvot. Maaperänäytteistä analysoimme n. 40 alkuaineen pitoisuudet. Näin saamme selville alueen luontaisen perustilan”, kertoo geologi **Tarja Hatakka** GTK:sta.

Maaperänäytteiden tulokset viedään GTK:n ylläpitämään maaperän taustapitoisuus -karttapalveluun (<https://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>), joka on julkinen ja kaikkien käytettävissä.

### Merkittävä investointi

”Syväreikä on meille erittäin merkittävä TKI-investointi ja moniulotteinen kokonaisuus, jossa ovat mukana useat Geologian tutkimuskeskuksen yksiköt. Projektin ympärille tullaan kehittämään tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoimintaa yhdessä kumppaneiden ja asiakkaiden kanssa”, kertoo johtaja **Olli Breilin** GTK:sta. GTK:n investointibudjetti projektia varten on tälle ja ensi vuodelle yhteensä noin 860 000 euroa. Projekti antaa GTK:lle ja sen yhteistyökumppaneille mahdollisuuden kehittää sekä nykyistä tutkimusalaustaan vastaamaan syväreikä tutkimuksen tarpeita että kokonaan uudenlaista tutkimusteknologiaa syväreikäympäristössä. ▲



## INNOVATING FOR PERFORMANCE

### TEHOKASTA BETONIRUISKUTUSTA

### ILMAN PAIKALLISIA PÄÄSTÖJÄ

SmartDrive tuoteperheellä korkea tuotavuus alentuneilla kustannuksilla



Ei paikallisia päästöjä  
Puhtaampi ilma



Suurempi nopeus & korkeampi  
suorituskyky



Parantunut turvallisuus  
Vähemmän melua



Parantunut energiatehokkuus  
Alemmat käyttökustannukset



## KESTÄVYYS, KORKEA LAATU, LUOTETTAVUUS

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

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



### LOUHINTA



### RAKENTAMINEN



### KAIVOSTOIMINTA



**SUOMESSA SUUNNITELTU JA VALMISTETTU.**

KUVA: ALIKO



HT Laser Vieremässä käyttöön otettu 3D-mittauslaite nopeuttaa uusien tuotteiden tuotantoon vientiä. Kuvassa särmääjää.



HT Laserin uudella 3D-mittauslaitteella pystytään mittaamaan suuretkin kappaleet helposti.

Valmistavan teollisuuden digitalisaatiossa tieto siirtyy tarkemmin ja nopeammin

## 3D-mittauslaite saa HT Laserin datan liikkumaan

TEKSTI: KAISA KAUKOVIRTA

Valmistava teollisuus on tällä hetkellä sekä yksi eniten dataa tuottavista että vähiten dataa hyödyntävistä toimialoista. Siksi DIMECC:in InDEX-ohjelma keskittyy datan jakamiseen ja hyödyntämiseen valmistavan teollisuuden arvoverkostoissa useiden eri toimijoiden ja useiden eri datalähteiden välillä.

Kokoonpanoihin ja komponenttivalmistukseen erikoistuneelle metalliteollisuuden järjestelmätoimittaja HT Laserille datan hyödyntämisen askel on ollut 3D-mittauslaitteen käyttöönotto. Sen avulla saadaan yritysten välillä liikkumaan dataa, kuten tuotanto- ja mittaparametreihin liittyvää palautetta sekä suunnittelutietoa.

HT Laserin uudella 3D-mittauslaitteella pystytään mittaamaan suuretkin kappaleet helposti. Mitattavien kappaleiden koolla ei ole ylärajaa. Järjestelmää käytetään niin valmiiden kokoonpanojen kuin tuotannon työkalujenkin mittatarkistuksiin sekä käänteiseen suunnitteluun.

### Suunnittelu ja tiedon jakaminen helpottuvat

”Digitalisoimme NPI-prosessiamme (New Product Introduction) ja käytämme muun

muassa uutta 3D-skanneria omassa tuotannossamme. Mittauslaite tehostaa mittatarkkojen lopputuotteiden laadunvarmistusta ja dokumentointia. Mittausdatan avulla pystymme tarjoamaan arvokasta tietoa kumppaneidemme suunnittelun avuksi sekä nopeuttamaan ja kehittämään uusien tuotteiden ylösajoprosessia”, kertoo HT Laser Vieremän yksikön päällikkö **Sami Tiikkainen**.

Vieremän yksikössä käyttöön otettu 3D-skannerin digitaalinen mittaustieto vaikuttaa moneen osa-alueeseen. Se nopeuttaa tuotantoon vientiä, helpottaa suunnittelun ja materiaaliparametrien sekä vuorovaikutuksen hallintaa ja varmistaa laatua. Tällä on sitä suurempi merkitys, mitä enemmän toimitusketjussa on toimijoita.

### Tuotantoon vienti nopeutuu

3D-laserskannauksen avulla saatavan mittausdatan on HT Laserissa jo todettu nopeuttavan uuden tuotteen tuotantoon vientiä merkittävästi. Myös arvoverkoston eri toimijoiden välillä on pystytty nopeasti kommunikoidaan välittömästi saadun, tarkan mittausdatan avulla. Vaativissa hitatuissa rakenteissa ilmenee muodonmuu-

toksia ja taivutuskompensatioita, joihin pystytään 3D-mallien avulla reagoimaan nopeasti. Tarvittavat muutokset saadaan helposti tehdyiksi ja viedyiksi käytäntöön. 3D-mittauslaitteen käyttöönoton lisäksi muitakin datan jakamisen digitaalisia ratkaisuja kehitetään HT Laserissa edelleen.

### InDEX-ohjelma digitalisoi teollisuutta

DIMECC:in InDEX-ohjelma (Industrial Data Excellence) keskittyy digitalisoimaan Suomen teollisuutta ja rakentamaan data-yhteisöä sekä yhteistä data-alustaa. Ohjelmaan osallistuvat Konecranes, Cargotec, Danfoss, Elekmerk, Fastems, HT Laser, PrimaPower, Raute, SSAB ja Tieto. Akateemisia kumppaneita ovat Aalto-yliopisto, Tampereen yliopisto, Turun yliopisto, Helsingin yliopisto, Jyväskylän yliopisto ja VTT. InDEX-ohjelman rahoittavat Business Finland ja ohjelmaan osallistuvat yritykset yhdessä. Se on Intelligent Industry -ekosysteemin kehityshanke. ▲



# Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut

## Osa 12: Hipsu kokee valaistumisen

Pienen pieni hiiliatomi Hipsu oli ymmällään ja vähän ahdistunutkin. Se oli kotiutunut tasapainomaasta löytämäänsä rauta-hiiliatomien yhteisöön, josta se oli löytänyt paljon mielenkiintoisia mahdollisuuksia erilaisten rakenteiden ja olotilojen muodostamiseen. Viimeisimmässä kokeessaan Hipsu oli testannut lievästi korotetun lämpötilan ja paineen yhteisvaikutusta nikkeli-, mangaani- ja typpi-atomilla höystettyyn kotiyhteisöönsä. Nyt se oli tuloksista perin hämmästynyt ja vähän huolissaankin koko yhteisön puolesta.

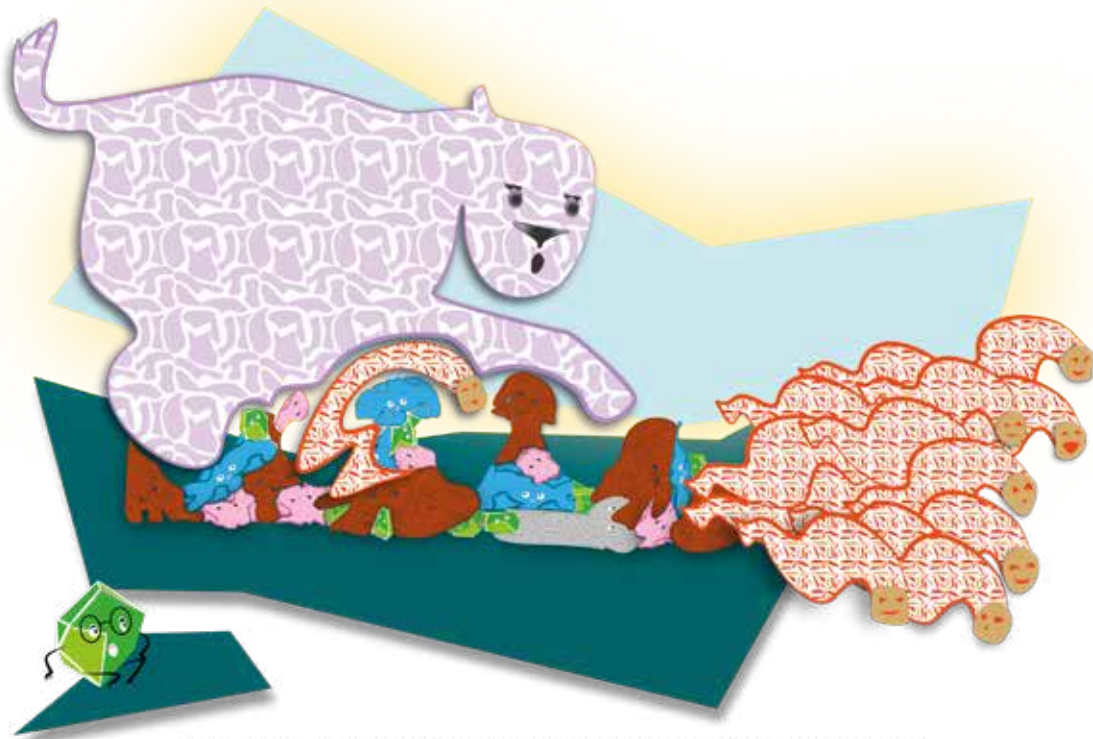
Paine oli näet litistänyt alun perin pallomaisen yhteisön pullean kiekon muotoiseksi. Litistymisen yhteydessä oli syntynyt suuria määriä Hipsun uusia tuttavuuksia, dislokaatioita, jotka kirmaillivat rakenteessa sen atomitasoja pitkin ja jotka saivat vain lisää vauhtia paineen kasvaessa. Rakenteessa olevat ja lämpötilan ansiosta helpohkosti liikkuvat hiili- ja typpi-atomit olivat tuota kirmailua hillinneet takertumalla kiinni dislokaatioihin ja laahautumalla niiden mukana. Myös tiukemmin paikallaan



jököttäneet nikkeli- ja mangaaniatomit olivat jarrutusta harrastaneet kääntelehtimällä paikoillaan ja matkustamalla lyhyitä matkoja dislokaatioiden kyydissä.

Paineen kadottua ja lämpötilan laskiessa yhteisön hiiliatomit sekä vierailulla olevat typpi-, nikkeli- ja mangaaniatomit olivat kiireesti hakeutuneet pysähtyneiden dislokaatioiden läheisyyteen muodostuneille harvemman pinousjärjestyksen alueille oloaan helpottaakseen. Siinä ne nyt löhöivät yhdessä sotkuisten dislokaatiovyöhykkeiden kanssa ja koko rakenne oli jähmettyneessä kaaoksessa.

Järjestykseen tottunutta Hipsua tilanne ei lainkaan miellyttänyt. Se pohti pohtimistaan, miten se saisi järjestyksen palautetuksi rakenteeseen ja pääsisi eroon siihen sotkeutuneista dislokaatioista. Ne olivat aluksi tuntuneet ihan mukavilta ja harmittomilta, mutta nyt niitä vain oli kerta kaikkiaan liikaa. Dislokaatiot tuntuivat kuitenkin tyytyneen olotilaansa ja istuivat tukevasti paikoillaan, eivätkä niihin kertyneet atomitkaan tuntuneet olevan lähdössä mihinkään.



"...osa dislokaatioista ryntäsi yhteisön reunan yli sopuillauman tavoin ja katosi saman tien olemattomiin jättäen kukin yhden atomitäisyyden suuruisen siirroksen yhteisön pintaan."

Lopulta Hipsu päätteli, että sen oli yritettävä vapauttaa dislokaatiot uudelleen liikkeelle paineen avulla, kun ne kerran olivat paineen vaikutuksesta syntyneetkin ja kulkeutuneet nykyisille sijoilleen. Hipsu mietiskeli myös, että lämpötilan jättäminen pois saattaisi vaikeuttaa hiiliatomien ja vieraiden atomien liikettä siinä määrin, että ne eivät pystyisi seuraamaan liikkeelle ajettuja dislokaatioita. Tällöin paine saattaisi lopulta kyetä ajamaan dislokaatiot kokonaan pois Hipsun yhteisöstä. Menkööt muualla makailemaan!

Tuumasta toimeen. Hipsu kutsui paineen paikalle, pyysi sitä asettumaan yhteisön päälle ja kasvamaan varovasti edellisen kokeen tapaan. Itse Hipsu pujahti yhteisön sisälle nähdäkseen, mitä rakenteessa tapahtui. Se jäi kuitenkin lähelle yhteisön reunaa voidakseen yhtäältä nähdä, miten reunalta saapuvien dislokaatioiden kävisi ja pystyäkseen toisaalta seuraamaan paineen muutoksia ja käyttäytymistä. Eipä se lämpötilan puuttuessa olisi kovin nopeasti syvemmälle päässytäkään.

Vähitellen paine kasvoi niihin lukemiin, joissa edellisessä kokeessa dislokaatiot olivat jo atomien jarrutuksesta huolimatta pyyhkäisseet kelpo vauhdilla pitkin atomitasoja. Nyt rakenteessa ei tapahtunut vielä mitään. Jotkin dislokaatiot vähän kaareutuivat niitä pidättelevien atomien välistä, mutta yksikään ei päässyt liikkeelle. Pian paine kertoi Hipsulle saavuttaneensa edellisen kokeen maksimitason, mutta vieläkin ei tapahtunut mitään. Se kysyi Hipsulta luvan jatkaa kasvuaan ja hetken tilannetta ihmeteltyään Hipsu myöntyi ajatukseen.

Paine kasvoi ja kasvoi ja kasvoi varovaisin askelin, mutta mitään ei tapahtunut. Se alkoi jo hiukan läähättää ja kysyi Hipsulta, josko vielä jatkettaisiin sanoen jo olevansa lähellä omia ääriarjojaan. Paine epäili jo ääneen Hipsulle yhteisörakenteen olevan niin luja, ettei se ehkä kykenisi lainkaan käynnistämään siinä dislokaatioiden liikettä ja muodonmuutosta. Se pelkäsi koko yhteisön joko luhistuvan kasaan tai räjähtävän taivaan tuuliin jostakin paineverhoon repeävästä aukosta. Hipsuakin tilanne alkoi vahvasti epäilyttää, mutta se kuitenkin kehotti painetta ponnistamaan vielä muutaman pykälän lisää, kun kerran näin pitkälle oli tultu. Kaikki tai ei mitään, ajatteli Hipsu uhmakkaasti.

Paine punoitti ja ähisi ponnistellessaan yhä korkeampiin lukemiin. Se veti juuri henkeään viimeiseen ponnistukseensa, kun tilanne yhteisön sisällä yhtäkkiä laukesi. Kaikki dislokaatiot riistäytyivät samalla kertaa irti pidättelevistä esteistään ja ryntäsivät rintamana liikkeelle. Olotilaansa tottuneet dislokaatioihin vaeltaneet hiili- ja vieraat atomit yrittivät vielä pidätellä karkaavia dislokaatioita, mutta kykenivät aiheuttamaan vain

hetken kestäväää jarrutusta ja epäjatkuvuutta niiden liikkeeseen. Lopulta ne jäivät kaikkialta ryntäävien dislokaatioiden jalkoihin ja koettivat vain selviytyä niiden virrassa parhaansa mukaan.

Dislokaatioiden yhtäaikainen rynnistäminen liikkeelle ja siihen liittyvä yhteisön vauhdikas litistyminen helpottivat hiukan paineen olotilaa. Se pystyi hetken ylläpitämään dislokaatioliikettä ja muodonmuutosta alhaisemmallaakin tasolla, vaikka kyyti oli melko tärisevää johtuen dislokaatioiden epäjatkuvasta liikkeestä. Sitten yhteisön sisällä kaikkiin mahdollisiin suuntiin törmäilevät dislokaatiot alkoivat sotkeutua yhä pahemmin toisiinsa ja muodonmuutos alkoi taas vaikeutua. Paine koetti vielä hetken jatkaa kasvuaan Hipsun ohjeen mukaan, mutta vastus kohosi liian suureksi ja paineen oli pakko hellittää ja vetäytyä lepäämään.

Yhteisön reunalla tilannetta tarkkaillut Hipsu näki pahimman ryntäyksen aikaan, kuinka osa dislokaatioista tosiaan ryntäsi yhteisön reunan yli sopulilauman tavoin ja katosi saman tien olemattomiin jättäen kukin yhden atomietäisyyden suuruisen siirroksen yhteisön pintaan. Suurin osa dislokaatioista kuitenkin epäroï reunan yli ryntäämistä ja pysyi yhteisön sisällä sotkeutuen perässään tulevien kanssa. Paineen hellittäessä ja poistuessa maisemaan tilanne jäähmettyi paikoilleen. Pahasti litistyneen yhteisön rakenne oli tämän kokeen jälkeen, jos mahdollista, vieläkin sotkuisempi ja kaoottisempi kuin ennen koetta. Hipsu tunsu voimakkaasti epäonnistuneensa ja oli yhteisönsä puolesta murheellinen.

Myöhemmin koetta ajatellessaan Hipsu koki äkkiä merkittävän valaistumisen. Se muisti paineen epäilleen yhteisön olevan niin luja, ettei se ehkä kykenisi lainkaan käynnistämään siinä dislokaatioliikettä ja muodonmuutosta. Silloin Hipsu tajusi sen totuuden, josta se oli jo aiempien kokeiden yhteydessä saanut viitteitä, mutta jota se ei ollut aiemmin kyennyt täsmällisesti hahmottamaan. Nyt Hipsu ymmärsi, että: *Metallirakenteen lujuus on sen kyky vastustaa siinä tapahtuvaa pysyvää muodonmuutosta eli dislokaatioliikettä ja lujuuden kasvattaminen on dislokaatioliikkeen vaikeuttamista eri tavoin.* Tämän totuuden löytäminen ja ymmärtäminen helpottivat Hipsua suuresti ja saivat alussa suurelta tuntuneen epäonnistumisen kääntymään melkein voitoksi.

Yhteisö oli kuitenkin edelleen kaoottisessa tilassa ja Hipsu jäi miettimään, miten tilanteen saisi korjatuksi ja järjestyksen palautetuksi. Osaisitko sinä kertoa Hipsulle, miten sen tulisi menetellä tämän saavuttaakseen? Ellet, niin katsotaanpa seuraavassa tarinassa, miten neuvokas Hipsu lähti asiaa selvittämään. ▲





PERTTI VOUTILAINEN

## Hölmöyden huippu

Korkeaan ikään ehdittyäni oletin jo nähneeni maailman kaikki hulleudet. Mutta nyt tuli ilmi uusi tapaus, joka on nostamassa Suomen maailmanennätysluokkaan. Viranomaiset antoivat luvan ampua viljapelloilta 3000 valkuposkihanhea tarkoituksella pelotella matkoihinsa muut kaksi miljoonaa hanhea, jotka uhkaavat syödä suihinsa maanviljelijöiden työn tulokset. Tempu osoittautui tehottomaksi, koska ammuttavien eläinten määrä oli liian pieni eloon jätettävien määrään verrattuna. Mutta se varsinainen järjettömyys on siinä, että lupaehdot eivät salli ammuttujen hanhien syömistä, vaan ne pitää hävittää polttamalla tai maahan hautaamalla. Tällaisen määräyksen kerrotaan tulleen Brysselistä. On tämä niin käsittämättömän tyhmää, että ymmärrys brittien Brexit-hanketta kohtaan lisääntyy. Vihreän liikkeen kiivaimmat kannattajat haluavat tehdä Euroopasta ulkoilmamuseon. Kapinaan tekisi mieli nousta. Mutta parannuksen aikaansaaminen taitaa olla vaikeaa. Evoluutiotutkija nimittäin paljasti lehtiartikkelissaan, että neandertalinihmisellä oli suuremmat aivot kuin meillä nykyihmisillä.

Kun tätä kirjoitan, on hallituksen budjettiriihi vielä tuoreessa muistissa. Aika yleinen mielipide on, ettei sen tuloksista ”pirukaan ota selvää”, kuten vanha tuttu sanonta kuuluu. Strategisista tavoitteista yksi on ylitse muiden. Meidän tulee tehdä enemmän tuottavaa työtä. Vain sen tuloksena voidaan jonakin päivänä nousta siitä murheen alhosta, johon koronavirus on meidät pudottanut. Voi olla niin, että vaadin mahdollistavia, kun nyt heti haluan tietää, mikä on se yleissuunnitelma, jolla valtakunnan talous saatetaan kestäväälle pohjalle. Siihen kysymyksen riihi ei antanut mitään vastauksia. Ja tavoite työllisyysasteen nostamiseksi riittävälle tasolle lykättiin vuosikymmenen loppuun. Saattaa käydä niin, että ”ennen kurki kuolee kuin suo sulaa”. Lisää työtä ja sen tuloksia tarvitaan nyt heti. Ja keinoja varmasti löytyisi, jos päättäjillä olisi rohkeutta tehdä tarvittavat päätökset. Mutta vaikka poliitikot hyvin tietävät, mitä pitäisi tehdä, he eivät tiedä, miten säilyttää kannatus, jos päätökset eivät miellytä äänestäjiä. Tämä oli Euroopan komission edellisen puheenjohtajan käyttämä luonnehdinta.

Itse uskon, että tehokkain ja nopeasti vaikuttava keino työllisyysasteen nostamiseen olisi paikallisen sopimisen vapauttaminen. Jos työsuhteen ehdoista voitaisiin joustavasti sopia siellä, missä niitä sovelletaankin eli työpaikoilla, henkilöstön palkkaamiseen liittyvät riskit olisivat nykyistä paremmin hallittavissa. Työsopimusten yleisistövuus joutaisi jo historian roskakoriiin. Tähän pätee Timo Soinin osuva sanonta, jonka mukaan sama lakki ei sovi melonin ja päärynän päähän. Työsuhteita syntyisi ja purkautuisi olosuhteiden mukaan niin, että kokonaisuutena tarkastellen kaikki voittaisivat. Mutta mistä löytyy se poliittinen päättäjät, joka olisi valmis uhraamaan uransa muutoksen läpiviemiseen. Saksassa ja Ruotsissa tämä onnistui, joten valmis mallikin olisi olemassa. Työsuhdepolkupyörän verotuksesta budjettiriihi pystyi sopimaan, mutta asiat, joilla on todella merkitystä kansalaisten elämälle, jäivät vielä odottamaan ratkaisua. En väitä, että ongelmaan olisi helppoja vastauksia olemassa, mutta tehokkaampaa toimintaa minulla on mielestäni oikeus vaatia yhteisten asioidemme hoitajilta.

Kovasti olisin ilahtunut, jos asia olisi tämän lehden ilmestymiseen mennessä saanut onnellisen ratkaisunsa.

Viime aikojen poikkeusolot ovat pakottaneet monet etätyöhön. On opittu, että näinhän voi töitä tehdä normaalioloissakin. Varmaa on, että tämän seurauksena työelämä kokee pysyviä muutoksia. Hyvä näin. Mutta yksi asia on koko ajan ottanut kovasti päähän. Viisaat tutkijat ja toimittajat ovat muun muassa televisiossa pohtineet, millä aikataululla kaikki työ siirtyy etänä tehtäväksi. Ainakin minulle on noita keskusteluja seurattani syntynyt käsitys, että liian monilla keskustelijoilla on työelämästä aivan kummallinen käsitys. He ovat siinä käsityksessä, että työpaikalla vain näppäillään tietokonetta. Valtiosa työtehtävistä on vielä kuitenkin ihan muuta. Neuvonkin televisioherroja marssittamaan studioon myös palvelu- ja hoitotyöläisiä sekä teollisuudessa työskenteleviä. Näin annettaisiin nuorisolle realistisempi kuva todellisuudesta. Ja vanhastaan ”oikeaksi työksi” kutsutut tehtävät nousisivat niille kuuluvaan arvoonsa. Tämä voi osoittautua turhaksi toiveeksi, jos ei televisioherra ole sellaisista töistä koskaan kuullut, saati niitä nähnyt.

Pahimmat höyryt ovat nyt päässeet ulos, mutta otan vielä esille pari asiaa, jotka ovat viime aikoina askarruttaneet. Kävin Pohjanmaalla litiumesiintymää katsomassa. Siinä ajaessa tuli mieleeni pohjalaisten mieliharrastus paini. Sattumalta olin edellisenä iltana televisiossa nähnyt luonto-ohjelman, jossa kaksi sarvistaan toisiinsa kiinni juuttunutta alppikaurista otti mittaa toisistaan. Tajusin, että täälähän painin idea varmaan on lähtöisin. Kaksi miestä (ja nykyään tasa-arvon vuoksi myös naista) puskevat toisiaan otsaan, kunnes tuomari päättää, kumpi on parempi puskiija. Itäsuomalaisena ihmettelen, miten pohjalaiset voivat olla niin kovasti fiksuja ja yritteliäitä siitä huolimatta, että sillä tavoin iskevät päitään yhteen.

Toisen askarruttavan asian toi esille ministeri, joka kaipaili lisää kuraattoreita kouluihin. Jäin ihmettelemään, miten on mahdollista, että me vanhemmat sukupolvet olemme onnistuneet rakentamaan maailman onnellisimman maan, vaikka kuraattoreista ei meidän kouluaikamme vielä ollut mitään tietoa. Jossain on vikaa, kun kehitys on tällaiseksi mennyt. Olen varma, että on ihan väärin ulkoistaa vastuuta lasten kasvatuksesta kaiken maailman kuraattoreille virkatyönä ja virka-aikana hoidettavaksi. Väärin on vaatia kaikkien ongelmien ratkaisuksi lisää rahaa valtiolta. Vanhemmille kasvatusvastuu ensisijaisesti kuuluu. Keskittykäämme tähän päämäärään tähtäävän valistuksen levittämiseen. Siihen ei verovarjoja paljon tarvita. Jos yksilön vastuu unohdetaan, ei vastuuta kannata kukaan. Tätä työtä pitää tehdä sydämellä. Pelkällä rahalla ei saada tulosta aikaan.

Lopetan positiivisella uutisella. Maapallo pysyy radallaan ja joulun jälkeen päivä taas pitenee. ▲

\*\*\*\*\*

Montako vihreää poliitikkoa tarvitaan vaihtamaan palanut lamppu? - Ei yhtään. Heille kelpaa vain vaihtoehtoinen ratkaisu.

# Kaivannaisjätteistä

TEKSTI: **HANNA LAMPINEN**

Aika ajoin Suomessa herää keskustelua siitä, kuinka kaivosteollisuus tuottaa suurimman osan Suomessa muodostuvasta jätteestä. Blogissa ja lehtien palstoilla ihmetellään, miten noin 75 % Suomen jätteestä on kaivannaisjätettä. Tämä erottaa Suomen (ja esimerkiksi Ruotsin) monesta EU-maasta. Vertailtaessa jätemääriä muihin EU-maihin ei kuitenkaan verrata kaivosteollisuuden tilaa muissa EU-maissa. Vain muutamissa EU maissa on aktiivisia kaivoksia, Suomen ja Ruotsin lisäksi esimerkiksi Puolassa ja Portugalissa. Suomessa on esimerkiksi EU:n ainoa kromikaivos, mikä on merkittävä tekijä ruostumattoman teräksen tuotannossa koko Euroopan alueella.

Kaivosteollisuuden jätteet muodostuvat suurimmalta osaltaan sivukivestä ja rikastushiekasta. Sivukiveä muodostuu malmin irrottamisesta maasta ja rikastushiekkaa malmin käsittelystä rikastamalla. Käytännössä siis materiaali on paikasta A irrotettua maata tai kiveä, joka prosessoidaan ja siirretään paikkaan B. Matkalla paikasta A paikkaan B materiaali saa kaivannaisjätteen statuksen ja näin ollen päätyy jätetilastoihin.

Kaivannaisjätteet läjitetään niille suunnitelluille läjitysalueille. Kaivannaisjätteen ominaisuudet määrittelevät mm. sen, millainen kaivannaisjätteen läjitysalue tulee olla ja missä läjitysalue sijaitsee. Ympäristöluvuissa määritellään esimerkiksi rikastushiekkaltaiden pohja- ja patorakennemateriaalit sekä sivukivikan pohjamateriaalit. Läjitysalueen rakentamista ja rakentamisen laatua tarkkaillaan mm. riippumattoman laadunvalvojan toimesta. Kaivannaisjätteen tarkempaa luokittelua ja läjitysalueen ominaisuuksia ohjaa Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä 190/2013. Asetuksen mukaan kaivannaisjätteelle tulee luoda myös kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma, jonka mukaan läjitys-aluetta seurataan ja sen vaikutuksia tarkkaillaan.

Kaivannaisjätteitä hyötykäytetään mahdollisuuksien mukaan. Yleisimmät hyötykäyttökohteet sijaitsevat kaivosalueiden sisällä, missä sivukiveä ja rikastushiekkaa käytetään esimerkiksi patorakentamiseen ja kaivostäyttöön maanalaisissa kaivoksissa sekä sivukiveä teiden rakentamiseen. Esimerkiksi Agnico Eagle Finland Oy:n kaivoksella Kittilässä noin neljäsosa vuosittain muodostuvasta rikastushiekasta käytetään maanalaiseen kaivostäyttöön. Nämä hyötykäyttömenetelmät ovat nk. BAT-tekniikkaa (best available technique), eli parasta käyttökelpoista tekniikkaa.

Lisäksi kaivannaisjätealueita maisemoidaan ympäristöluvan ehtojen mukaisesti sitä mukaa kuin se toiminnan kannalta on mahdollista. Maisemointiin ja toiminnan aikaiseen/jälkeiseen sulkemiseen on asetettu vakuudet, jotka Suomen kaivoksilla ovat tällä hetkellä yhteenlaskettuna noin 330 miljoonaa euroa, ja vakuussummat tulevat lähitulevaisuudessa edelleen kasvamaan noin 150 miljoonalla. Kaivoksen sulkeminen on osa suunnittelua toiminnan aloittamisesta lähtien.

Hyötykäytön lisäksi kaivannaisjätteen jäljälkeä pienentävät esimerkiksi erilaiset ratkaisut läjitysalueen pinta-alan pienentämiseksi. Läjitysalueiden korotusratkaisuilla voidaan vähentää uuden maa-alueen tarvetta rikastushiekka-alueen laajentamistarpeessa



Sepeliasema Kevitsan kaivoksella Sodankylässä, missä sivukivestä murskataan sepeliä kaivoksen käyttöön.

siellä, missä se on teknisesti mahdollista. Samoin esimerkiksi rikastushiekan läjittäminen kuivempana vähentää läjitystilavuuden tarvetta. Tällöin hiekan kiintoainepitoisuutta on nostettu huomattavasti ja siten vesimäärää on hiekassa vähennetty. Tämä mahdollistaa hiekan läjittämisen suurempaan kulmaan eli pienempään tilaan.

Hyötykäytön lisäksi huomiota kiinnitetään läjitysalueelle päätyvän kaivannaisjätteen läjitystekniikkaan. Esimerkiksi sijoittamalla erilaatuisia sivukiviä toisiinsa nähden kerroksittain voidaan merkittävästi vähentää happaman valuman muodostumista. Myös tämä on BAT-tekniikkaa, eli parasta käyttökelpoista tekniikkaa.

Rikastushiekkaltaat ovat myös muodostaneet uusia elinpiirejä. Esimerkiksi Siilinjärvellä Yaran kaivoksella läjityskäytöstä poistettu Raasion rikastushiekkallas on jo vuosia houkutelut alueelle useita harvinaisia lintu- ja perhoslajeja, ja paikalle onkin tuotu huoltomaja paikallisen lintuyhdistyksen käyttöön. Alue on erittäin suosittu lintubongareiden ja hyönteistutkijoiden keskuudessa.

Puhuttaessa kaivannaisjätteistä tulisi määrän sijaan keskittyä itse ongelmaan. Eli minkä ongelman kaivannaisjäte muodostaa? Toisaalla ongelmaksi voidaan kokea esimerkiksi läjitysalueen viemä maa-alue, toisaalla ongelmaksi voidaan kokea maisemahaitat. Kun ongelma on tunnistettu, tämän jälkeen voidaan lähteä keskustelemaan sen ratkaisuista. ▲





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

# Kilpailu korona-elvytysrahojen tehokkaasta käytöstä on alkanut –

eri maiden elvytyspaketit liikuttavan samansisältöisiä

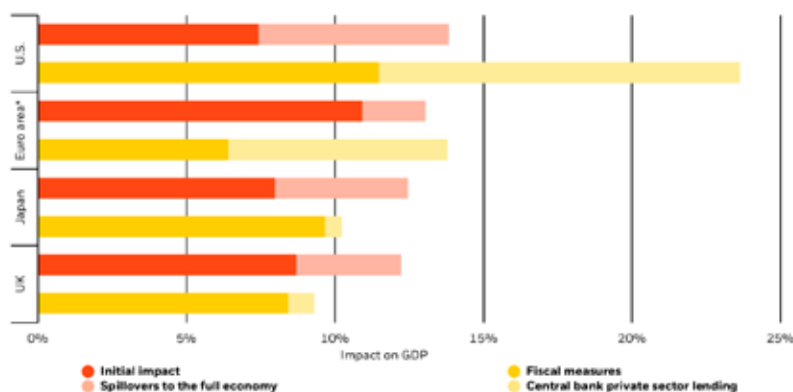
**Koronaviruskriisi ja EU:n sekä muiden maiden elvytyspaketit synnyttävät voittajia ja häviäjiä. EU:n 750 miljardin elvytyspaketti saattaa kuulostaa huikean suurelta, mutta kun se jaetaan 27 jäsenmaan kesken 6 vuoden ajalle, alkaa totuus suurten summien takaa näyttää huomattavasti vaatimattomammalta. Vertailu esim. USA:n ja Japanin paketteihin osoittaa, että olemme itse asiassa väkilukuun nähden liikkeellä varsin vaatimattomalla panostuksella. Kun lisäksi huomioidaan se, että lähes kaikkien EU- ja länsimaiden elvytyspaketit kohdennetaan samoille teemoille eli digitaalinen ja vihreä siirtymä, uusiutuvat energiamuodot, infran parantaminen ja terveyssektori on ensiarvoisen tärkeää pystyä löytämään elvytysrahoituksen toteutukseen sellaisia toimintamalleja, jotka tukevat suomalaisen elinkeinoelämän ja teollisuuden elpymistä nopeammin ja tehokkaammin kuin muiden maiden. Suomella ei ole varaa antaa EU:n ennustusten muita hitaammasta elpymisestä toteutua. Rakenteelliset uudistukset niin varojen hallinnoinnissa kuin yritysten toimintaedellytyksissä on välttämätöntä toteuttaa samaan aikaan, kun elvytysrahoitusta myönnetään.**

Suomi on saamassa EU:n elvytyspaketista omiin uudistuksiinsa ja investointeihin avustuksia noin 2,3 miljardia euroa. Lainojen käytöstä ei ole keskusteltu, mutta on selvää, että ilman yrityksille suunnattua lainarahoitusta Suomen muuntautuminen kilpailukykyisemmäksi ei onnistu. Suomi laatii juuri tällä hetkellä omia suunnitelmiaan val-

tiovarainministeriön vetämänä. Kyseessä ei voi olla tavanomainen valtion budjetoitiprosessi, eikä suunnitelmiin pidä tuoda perinteisiä valtiontalouden jakoperusteita, vaan valtaosa paketista tulee käyttää Suomen kilpailukyvyyn parantamiseksi vauhdittamalla teollisuuden kestävä uudistumista ja digitalisaatiota sekä lisäämällä työllisyyttä

## Koronakriisiin myötä taloutta ylistimuloidaan useilla markkinoilla joka vauhdittaa kysyntää

Estimated virus hit to GDP vs. offsetting policy measures, 2020



Source: Blackrock 28.9.2020.

Source: BlackRock Investment Institute, with data from the Federal Reserve, ECB, BOJ, BOE and Haver Analytics, September 2020. Notes: The chart shows the magnitude of the negative shock (red) and the associated positive policy response (yellow) as percentages of GDP. We use estimated 2020 targets for the U.S. and euro area central bank purchases and lending programs. The euro area includes the ECB's Targeted Longer-Term Refinancing Operations, and the UK includes central bank support for the Term Funding Scheme. The euro area is represented by averages of Germany, France, Italy and Spain.

ja vientiä. Valitsemalla rajallinen määrä isoja teemoja saadaan aikaan paras vaikuttavuus. Toimenpiteiden on tuotava elinkeinoelämälle kilpailuetua ja vauhditettava yksityisiä investointeja, joiden avulla Suomen talous saadaan nopeasti ja kestävästi kasvuun. Näitä toimenpiteitä tukemaan tarvitaan kilpailukykyä parantavia toimintaympäristön muutoksia kuten TKI-investointien verovähennysoikeus, reaaliaikatalous ja siihen liittyvät veroasiat, sähköveron alentaminen EU:n minimiin sekä energiantensiivisen teollisuuden sähköistämisen tuki. Kun saamme teollisuuden pyörät pyörimään ja viennin vetämään, jaettavaa syntyy koko kansantaloudelle monin verroin enemmän kuin pitäytymällä nykyisen tukipolitiikan perinteisiin.

Metallinjalostajat on osana Teknoliateollisuus ry:tä laatinut ehdotuksen elvytyspaketin kohdentamisesta Euroopan komission Suomelle esittämien suositusten mukaisesti.

**Koulutus-, tutkimus- ja innovaatiotoiminta (300 M€)** saatetaan uudelle kestävä kasvun uralle osoittamalla varat hyväksi osoittautuneelle veturiyritysohjelmalle ja luomalla uudenlainen julkisen ja yksityisen sektorin yritysvetoinen kumppanuusmalli.

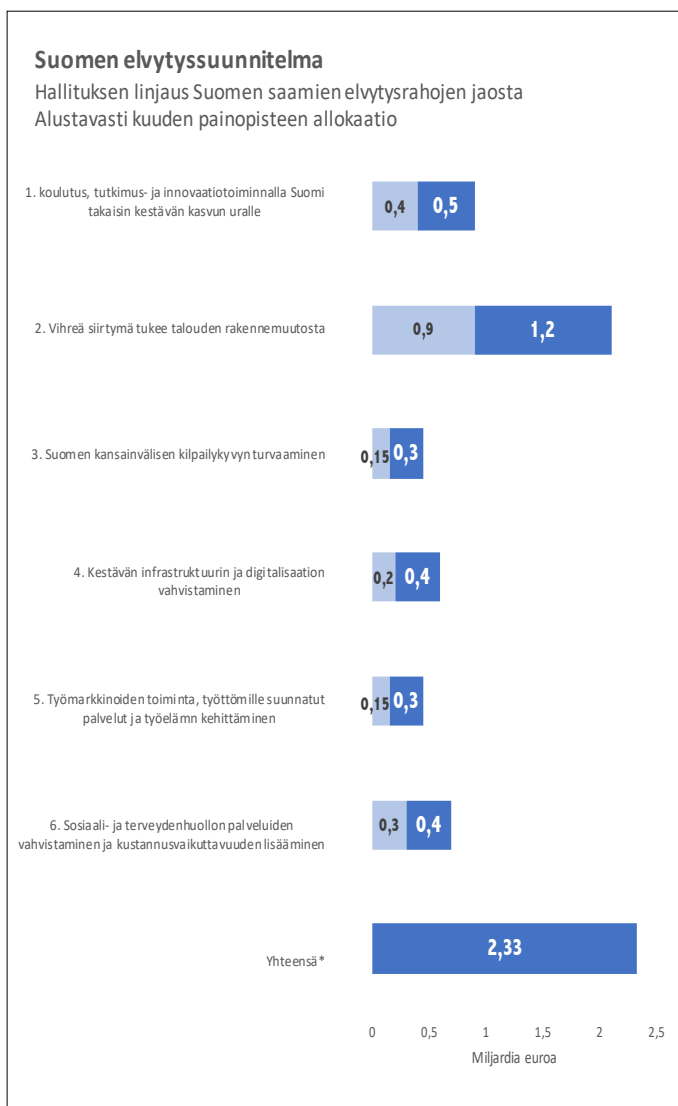
**Vihreän siirtymän rakennemuutospaketti (500 M€)** vähähiilisyystiekarttojen ja kiertotalouden toteutukseen. Osana rakennemuutosta käynnistetään vetytalouden pilotti-, demonstraatio- ja investointihankkeita. Lisäksi otetaan käyttöön teollisen mittakaavan kiertotaloushankkeissa määräraikainen **kiertotalouden investointituki**, jolla rahoitetaan uusien kierrätysteknologioiden (mm. sähkö- ja elektroniikkaromu, mineraalit, kuonien ja sivuvirtojen hyödyntäminen, muovien kemiallinen kierrätys, CCU) kehittämiseksi tarvittavat demonstraatiot ja pilottihankkeet. Siirtymän toteutukseen kuuluvat oleellisesti energiatehokkaat **vihreät datakeskukset**, hajautetut pilvi- ja sumupalvelut sekä uudet materiaalit (grafeenit/nanosirut) ja dynaamisesti konfiguroitavat sirut. Hyödynnetään datakeskusten hukkalämpö. Metallinjalostajien ja meriteollisuuden vähähiilisyys-hankkeet kuten biohiilipelkistyksen ja teräksen kuona- ja sivutuotesulatuksen kehittäminen, uusiutuvat polttoaineet, hybridisaatio sekä sähköistäminen ja automaatio tukevat merkittäväällä tavalla Suomen vientisektorin kilpailukykyyn vahvistamista.

**Pk-yritysten vienninedistämisohjelman (100 M€)** avulla toteutetaan vientitakuiden ja muiden viennin rahoitusinstrumenttien nostaminen kilpailijamaiden tasolle ja vahvistetaan pk-yritysten vientirahoitusta.

**Valmistavan teollisuuden kansallisella teknologiahankkeella (250 M€)** varmistetaan keskeisen vientialamme digiloikka. Uusi valmistusteknologia ja uudet materiaalit mahdollistavat uudet innovaatiot ja kestävä liiketoiminnan mallit ja parantavat tuottavuutta jopa eksponentiaalisesti, mutta vaativat investointeja teknologiaan, osaamiseen ja innovaatiotoimintaan. Osana teknologiahanketta kehitetään myös 5/6G-teknologian hyödyntämistä teollisuudessa tutkimuspanostuksin ja taajuuspolitiikan avulla. Datan ja tekoälyn hyödyntäminen yhdistettynä nopeaan tiedonsiirtoon ja digitaalisten mallien hyödyntämiseen tuovat uusia mahdollisuuksia optimoida prosesseja ja edistää kestävä liiketoimintaa (teollisen datan putkiremontti). Suuntaamalla tukea **pk-yritysten digitalisaation edistämiseen ja kestävä uuden liiketoiminnan investointeihin** rakennetaan toimiva **datatalous**, jossa luodaan mm. toimivat sähköiset identiteetit yrityksille, toimivat OmaData-ratkaisut, luottamuspalvelut ja joustava sähköinen tunnistaminen sekä tekoälyn eettiset periaatteet. Tarkempi kuvaus ehdotetuista digiuudistuksista löytyy Teknoliateollisuuden kotisivuilta.

Suuret väyläinfrainvestoinnit tulisi rahoittaa valtion budjettikehysten puitteissa. Elpymispaketista rahoitettavien täsmäinvestointien tulee tukea parhaalla tavalla elinkeinoelämän kansainvälistä kilpailukykyä. EK:n pitkään tähtäimen visio väyläinvestointien kokonaisuudesta tulee toteuttaa ehdotetusti.

Suomen tavara- ja palveluviennistä noin 60 % suuntautuu muihin EU-maihin, joista Saksa on Suomen suurin kauppakumppani. Suomen talouden elpymisen takia onkin tärkeää varmistaa, että elpymispaketti tukee myös muiden EU-maiden teollisuuden, etenkin autoteollisuuden ja koneenrakennuksen elpymistä. Tästä syystä Suomen tulee pyrkiä vaikuttamaan myös EU:n elvytyspakettien arviointikriteereihin. Samalla kun EU:n arviointikriteereissä tulee pyrkiä korostamaan teollisuuden digivihreän transformaation tukemista, paketista tuettavien julkisten hankintojen tulee olla innovatiivisia, linkaarikestäviä ja avoimia kaikille eurooppalaisille toimijoille/konsortioille. Hankkeiden arviointikriteerien tulee edistää eurooppalaista yhteistyötä ja parhaiden ratkaisujen skaalautumista. ▲



\*Tämän hetkinen arvio Suomen enimmäissaannosta vuosille 2021-2023 yhteensä. Arvio on suuntaa antava japerustuu osin ennusteeseen ja siksi siihen liittyy epävarmuutta. Suomen saanto jakautuu kahteen osaan, joista



Visit  
the new websites



### Wide range of geoservices

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

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



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



### Pyhäsalmen kupari-sinkki-rikkikaivos



Pyhäsalmi Mine

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



material solutions advancing life

www.sibelco.com

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo  
+358102179800





**ILMASTONMUUTOS TORJUTAAN METALLEILLA**  
KOTIMAISIA RAAKA-AINEITA GLOBAALIN TEKNOLOGIAN TARPEISIIN

AA SAKATTI MINING OY

AngloAmerican

LABORATORY SERVICE PROVIDER FOR  
ALL PHASES OF MINING OPERATIONS

Geochemistry  
Fire Assay  
Metals  
Grade control  
Process control  
Waste rock

**eurolins**

Mineral Testing

WWW.EUROFINS.FI

**Teräspalvelukeskus**

**Miilux<sup>®</sup> OY**

Hannu Rantasuo 044 7713 695  
Mikko Harjula 050 4347 030  
Harri "Hemmi" Hutka 050 4302 873  
Juha Huttunen 044 7713 694

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

**Continental**  
The Future in Motion

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

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

ContiTech

## Ilmoittajamme tässä lehdessä:

AA Sakatti Mining	65	Eurofins Mineral Testing	65	Nordkalk Oy Ab	50
Agnico Eagle Finland Oy	2.kansi	FinMeas	4	Norilsk Nickel	6
AGA/Linde	66	Flowrox Oy	3	Normet Group Oy	56
Arctic Drilling Company Oy	6	Forcit Oy	46	Orica	41
Astrock Oy	67	Forcit Consulting	42	Palsatech Oy	64
Aurubis	6	GRM Services Oy	42	Pyhäsalmi Mine Oy	64
Avesco	16	Infrasuunnittelu	49	Sandvik	23
Boliden	3	Jyväskylän Messut	44	Sibelco	64
Brenntag Nordic Oy	43	Oy KATI Ab	6	Sulzer Pumps	26
Champion Door	4	Kokkolan Satama Oy	4	Suomen Rakennuskone	30
ContiTech Finland Oy	65	Malvern Panalytical	51	Suomen TPP Oy	49
Doofer	56	Metso Outotec	takakansi	Tapojärvi	49
Element Group	17	Miilux Oy	65	Walter Ahlströmin säätö	10
Endress+Hauser	11	M.Rauanheimo	50	Weir	33
Epiroc Finland Oy	3.kansi	New Paakkola Oy	4	Yara Suomi	26



Making our world more productive



# Improved efficiency. Reduced emissions.

Environmental technology delivering  
peak heating performance.

[www.linde-gas.fi](http://www.linde-gas.fi)

# Suomalainen fysikaalisen metallurgian perusteos, Miekk-ojan Metallioppi on uudistettu

Professori **Heikki M. Miekk-ojan** Metallioppi on saavuttanut poikkeuksellisen aseman erikoisalansa perusoppikirjana ja käsikirjana. Tarvetta suomenkieliseen oppikirjaan on eritasoisissa oppilaitoksissa sekä teollisuudessa edelleen, vaikka osa yliopistoista onkin siirtynyt maisteriohjelmistaan englanninkieliseen opetukseen. Tarve käsitteiden hallitsemiseen äidinkielellä on kuitenkin edelleen olemassa. Tästä syystä molemmilla osilla on laaja hakemisto, jossa on esitetty suomenkielinen termistö englanninkielisine vastineineen.

Kirjan ansioksi voidaan kiistatta laskea se, että se on pienin muutoksin täyttänyt tehtävänsä yli puolen vuosisadan ajan. Käsillä oleva teos on käynyt läpi uudistusprosessin, jonka toivotaan säilyttävän kirjan edelleen vankkumattomana lähteenä metalliopin opiskelijoille ja tiedon tarvitsijoille. Uudistustyöhön on osallistunut laaja joukko alan asiantuntijoita maamme korkeakouluista ja alan teollisuudesta.

Mittavasta työstä johtuen on kirjan julkaisemisen osalta päädytty ratkaisuun, jossa uudistettu versio ilmestyy kolmes-

sa osassa, joista nyt on valmistunut kaksi. Näistä ensimmäinen osa käsittelee lähinnä metalliopin teoriaa, kidevirheitä, faasitransformaatioita ja metallien korroosioilmiöitä. Toinen osa käsittelee teräksen valmistusta, käsittelyä mikrorakenteen hallitsemiseksi sekä terästen ominaisuuksia. Kolmannessa osassa, jota tätä kirjoittaessa ei ole vielä aloitettu, on tarkoitus paneutua erityisesti värimetallien metallioppiin.

Ensimmäisen osan työstäjinä ja kirjoittajina ovat toimineet professori Simo-Pekka Hannula, diplomi-insinööri Eero Haimi, professori David Porter ja tekniikan tohtori Saara Mehtonen sekä professori Olof Forsén ja tekniikan tohtori, dosentti Jari Aromaa.

Toisen osan työstäjinä ja kirjoittajina ovat olleet professori Lauri Holappa, professori Pasi Peura, professori Pentti Karjalainen, professori Simo-Pekka Hannula, professori Jari Larkiola, tekniikan tohtori Veikko Heikkinen, professori Seppo Kivi-vuori sekä tekniikan tohtori Juho Talonen.

Uudistetun Miekk-ojan Metalliopin varsinaisesta toimitustyöstä ovat vastaan-

neet professori Simo-Pekka Hannula sekä alkuvaiheissa professori Veikko Lindroos sekä diplomi-insinööri Eero Haimi.

Uudistamistyön mahdollisti Teknologia-teollisuuden 100-vuotissäätiön Metallinjalostajien rahaston tuki. ▲

---

## Tiedot

Toim. Simo-Pekka Hannula, Eero Haimi, Veikko Lindroos  
Uudistettu Miekk-ojan Metallioppi  
Osa 1  
B5 sidottu, 248 sivua  
ISBN 978-952-238-225-2

Toim. Simo-Pekka Hannula, Eero Haimi, Veikko Lindroos  
Uudistettu Miekk-ojan Metallioppi  
Osa 2  
B5 sidottu, 272 sivua  
ISBN 978-952-238-244-3

Kustantaja: Teknologiainfo Teknova Oy  
[www.teknologiainfo.net](http://www.teknologiainfo.net)



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

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





Edelliseen lehteen kirjoitin: ”Koronan kanssa on pärjätty Suomessa... Tätä kirjoittaessani on ikävä kyllä selviä merkkejä toisen aallon alkamisesta.”

Niinhan siinä kävi, että se toinen aalto tuli ja on edelleen voimissaan. Saa nähdä, voidaanko Vuorimiespäivät ensi keväänäkään toteuttaa perinteisin menoin. Vuorimiesyhdistyksen hallitus valmistelee parhaillaan ”koronavaihtoehtoja” Vuorimiespäivien ohjelmaksi. Jos niin huonosti käy, että joudutaan poikkeuksellisiin järjestelyihin, niin vuosikokous järjestetään teams-kokouksena kuten viimeksi. Lisäksi jäsenille järjestetään webinaarina pääesitelmät ja jaostojen esitelmät. Yritämme kehittää myös netin kautta hauskaa ”yhdessäoloa”. Myös kasvokkain tapaamisia järjestetään koronarajoitusten puitteissa pienemmällä ryhmällä. Toki vielä on toivoa, että pääsemme järjestämään perinteiset vuorimiespäivien juhlallisuudet. Hallitus päättää toteutustavasta marraskuun lopulla. Päätöksistä tiedotetaan jäsenkirjeillä ja jäsensivuilla heti, kun suunnitelmat hahmottuvat.

Korona on vaikuttanut Vuorimiespäivien lisäksi jaostojen toimintaan. Lähes kaikki tilaisuudet ja retket on jouduttu perumaan tai siirtämään. Niitä on korvattu toiminnalla netissä. Jaostot ovat mm. toteuttaneet webinaareja hyvällä menestyksellä.

Yhteistyömessumme FinnMateria ja Pohjoinen Teollisuus on siirretty vuoteen 2021. Materia-lehti on myös sopeutunut messunumeroiden peruuntumiseen, mutta onneksi kaikki lehden numerot on voitu julkaista hyvällä sisällöllä. Onhan tärkeää, että jäsenet saavat täyspainoisia lehtiä ”etätyöpajoihinsa” koronan keskellä. Ilokseni voin todeta, että myös alan yritykset ovat aktiivisesti mukana ilmoituksillaan Materiassa.

Kaunista syksyn jatkoa! Pysytään terveinä!

**Ari Juva**



## VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2020

### 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@sweco.fi

### RAHASTONHOITAJA/Treasurer

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

### GEOLOGIJAOSTO

FM Leena Rajavuori, pj,  
Leena.Rajavuori@agnicoeagle.com,  
puhelin: 040 350 1127  
FM Hanna Mönkkönen, sihteeri, WSP Finland  
etunimi.sukunimi@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/

Ins. Simo Pyysing, pj,  
040 350 5542 etunimi.sukunimi@mail.weir  
DI Sini Anttila, sihteeri, 040 709 1776  
etunimi.sukunimi@terrafame.com

### METALLURGIJAOSTO/

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

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

# Älä heitä rahojasi ilmaan

United. Inspired.



## Ilma ei ole ilmaista

Serpent-tuuletusjärjestelmät tuottavat juuri oikean määrän ilmaa oikeaan aikaan ja säästävät kustannuksissa. Ne voidaan räätälöidä tarpeen mukaan, ja Ventilation on Demand -automaatio huolehtii siitä, että ilmaa tuotetaan silloin kun sitä tarvitaan.

 **Epiroc**



# Maailma odottaa uusia ratkaisuja

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

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

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