

MATERIA

4-2021 | Elokuu

GEOLOGIA
KAIIVOS
LOUHINTA
RIKASTUS
PROSESSIT
METALLURGIA
MATERIAALIT

YLI 70 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA





AGNICO EAGLE
KITTILÄN KAIVOS

VASTUU HYVÄSTÄ TULEVAISUUDESTA

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

SITOUDEMME LUOMAAN YHDESSÄ VALOISAA HUOMISTA
MYÖS TULEVINA VUOSIKYMMENINÄ.

 @AgnicoEagleFinland  @AgnicoFinland

www.agnicoeagle.fi



32

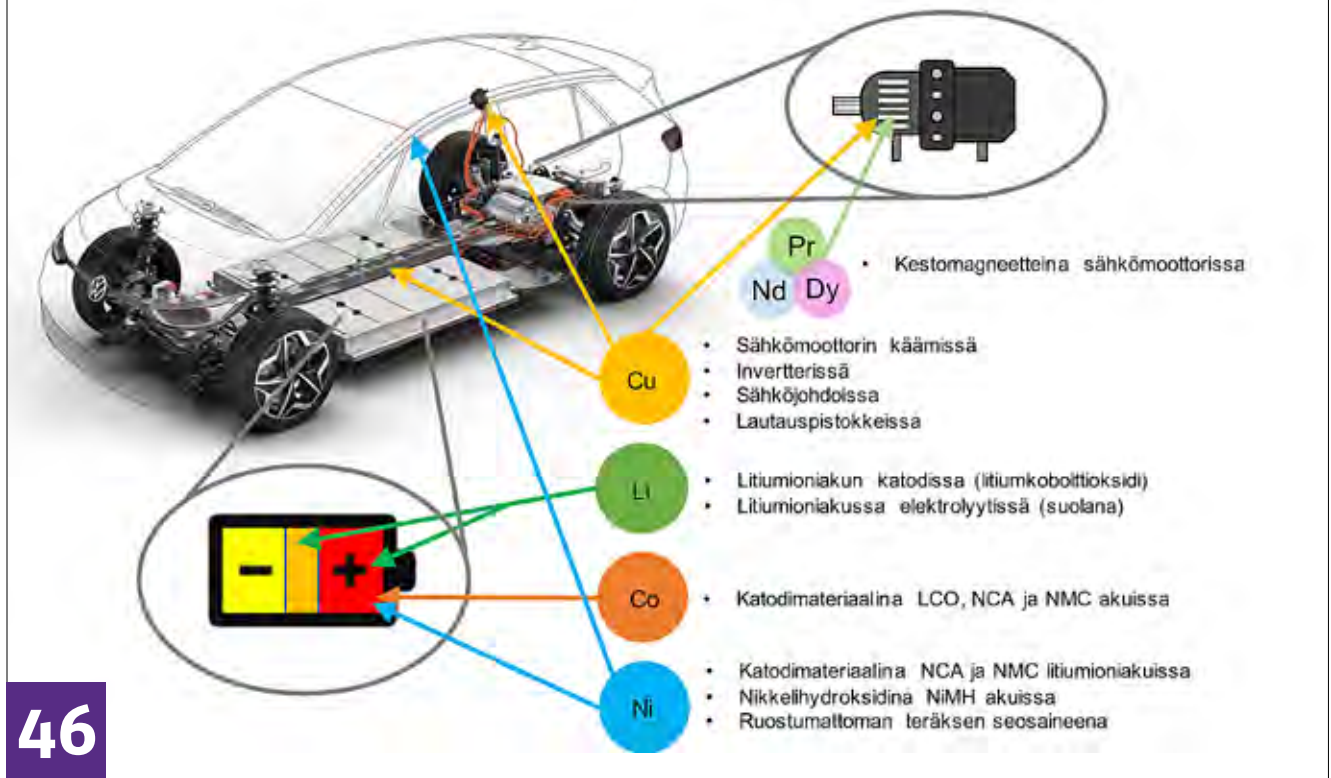
MATERIA 4-2021 | ELOKUU



Syväjatkeen
kairasydänten
tarkastelua maan alla
toukokuussa 2021

35

- 5 Lukijalle **Kari Pienimäki**
- 7 Pääkirjoitus **Kimmo Tiilikainen**: Maamme hyväksi
- 8 **Risto Pennanen**: Vastuullisuusvaateet uudistavat kaivosalaa
- 11 **Miia Mikkonen ja Materia-lehden toimitus**: Mining Finland ry:lle uusi toimitusjohtaja
- 14 **Tuomo Tiainen**: Kestävä sähköinen tulevaisuus, osa 1
- 20 **Tuomo Tiainen**: Kestävä sähköinen tulevaisuus, osa 2
- 29 **Kati Valtonen**: Kuluminen haastaa kaivosolosuhteissa
- 30 **Niko Karjalainen**: Likinäköistä ympäristönsuojelua
- 32 **Harishchandra Singh, Tuomas Alatarvas**: Synchrotron radiation-based advanced steel research: towards novel steels with inclusion research
- 35 **Seppo Tuovinen, Jani Rautio**: Pampalo uudelleen tuotantoon
- 39 **Ari Väisänen**: Kriittisten raaka-aineiden talteenotto uudelle tasolle
- 42 Väitöksiä: **Marjaana Karhu**: Teollisuuden sivuvirroista valmistetut tuotteet voivat olla ominaisuuksiltaan jopa primäärisistä raaka-aineista tehtyjä parempia
- 45 **Pertti Kortejärvi**: Yhteistyöllä enemmän!
- 46 **Patrik Granvik, Lassi Klemettinen, Katri Avarmaa, Ari Jokilaakso, Lotta Toivonen, Nani Pajunen**: Liikkumisen sähköistämässä sekä uusiutuvien energialähteiden hyödyntämässä tarvittavat metallit ja niiden riittävyys



46

- 57 **Saila Savolainen:** Räjähdevoimien vastuullisuus on monen osatekijän summa – tavoitteet saavutetaan yhdessä
- 61 **Tuomo Tiainen:** Olisin keksinyt Arkhimedeen lain – ellei Arkhimedes olisi ehtinyt tehdä sitä vähän aikaisemmin...
- 63 **Leena K. Vanhatalo:** Vuorimiehet helteessä
- 64 **Antsu:** OOPPERAN YSTÄVÄT -ryhmämuotokuva 60 vuotta
- 66 Euroopan ytimessä: **Olli Salmi:** Kaivannaisalan start-upien myynteistä
- 68 **Kristina Karvonen:** NaStA -projektissa elvytetään luonnonkivimarkkinoita
- 71 Kolumni: **Pertti Voutilainen:** Uusi normaali ?
- 72 Pakina **Tuomo Tiainen:** Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut

- 74 Kaivosteollisuus: **Pekka Suomela:** Kiertotalouden innovaatioita tarvitaan lisää
- 75 Metallinjalostajat: **Kimmo Järvinen:** Komission puhtaan teräksen kehitysohjelma lupaa yhdeksän hyvää ja kymmenen kaunista
- 77 DIMECC on-line: **Johannes Karjalainen:** 3D-tulostus mahdollistaa täysin uudenlaisten materiaalien luomisen
- 79 Alansa osaajat
- 79 Ilmoittajamme
- 80 **Ari Juva:** Pääsihteeriltä
- 80 VMY:n toimihenkilöitä



11

FinMeas



PATO- JA YMPÄRISTÖRISKIEN AUTOMATISOITU HALLINTA

- Parantunut pato- ja ympäristöturvallisuus reaaliaikaisen mittatiedon ansiosta
- Automaatio säästää työaikaa kentällä ja mittatietojen raportoinnissa

Tutustu myös
referenssiimme
Kittilän kaivokselta.

www.finmeas.com



ADC
Arctic Drilling Company

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 K10
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







INNOVATING FOR PERFORMANCE

normet
SmartDrive
NORMET.COM

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

Korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betoniteollisuudelle

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

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



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



Knowledge grows

Yara ja ympäristö

Yara toteuttaa tuotannossaan kiertotaloutta hyödyntämällä kierrätettyjä raaka-aineita, sivuvirtoja ja hukkalämpöä.

Tuotannossa vapautuvasta prosessilämmöstä valmistamme sähköä. Ylijäämälämpö toimitetaan Siilinjärven kunnan kaukolämpöverkkoon, ja se kattaa kunnan kaukolämpötarpeesta lähes 100 %.

Fosforihappotuotannon sivutuotteena syntyvää kipsiä käytetään tehokkaana maanparannusaineena sekä vesiensuojelumenetelmänä. Kipsi parantaa maan rakennetta ja sitoo fosforia peltoon kasvien käyttäväksi.

yara.fi @YaraSiilinjärvi

Lomatervehdys, arvoisat lukijat!

Kävin taannoin katsomassa Kaivari21-lentonäytöksen, ensin puistossa maalla ja myöhemmin mereltä vielä varsinaiset lentonäytökset. Aluksi etsiskelin puistosta kuuluisaa Lockheed Martin F-35:ttä ja miltei kävelin vahingossa sitä päin, koska se on niin sairaan näkymätön häivekone. Ihmetellessäni konetta eräs koneen esittelijöistä antoi minulle F-35 lippalakin siniristilipulla. Näytteillä oli helikoptereita, simulaattoreita ja paljon muutakin lentoaiheista materiaalia sekä kaikki vieläpä ilman pääsymaksua. Olin vakuuttunut, että nämä konevalmistajat haluavat toisissaan myydä tuotteitaan meille.

No sitten illemmalla menin katsomaan varsinaista lentelyä Harakan eteläpuolelle, kun Dassault Rafale lentäjä-patonginsyöjä ilmeisesti huomasi minut veneessäni kilpailijan mainoslakki päässä ja päätti pelästytää minut pahanpäiväisesti. Fransmanni lensi ylitseni sellaisella jyrinällä, ylösalaisin, että minun piti syöksyä maihin veneen lattialle sormet korvissani. Minun, joka sentään olen tottunut meluun esimerkiksi bändeissä soittaessani. Siinä oli aitoa filistä, koko vene tärisee enemmän kuin ajaessa ja lentäjän pointti tuli selväksi – pelkkää äänenpainettakin voi käyttää aseena tuollaisiin ”helpompiin” kohteisiin.

Hävittäjävalinnan teko ei ole helppoa. Luulin aiemmin vakuuttavan pelotevaikutuksen olleen tärkein prioriteetti, mutta olin ilmeisesti väärässä. Muun muassa elinkaarikustannukset, kotimaisuusaste, elektronisen sodankäynnin sieto ja hankintavarmuus ovat nousseet keskusteluissa ja argumentoinnissa vahvasti tärkeinä esille. Vastaavasti hiilijalanjäljestä taikka sosiaalisesta toimiluvasta ei ole paljon lausuttu, mitkä taasen ovat vahvasti tämän lehden teemoja.

Lehdessä on mielenkiintoisia juttuja mm. vastuullisesta sijoittamisesta, Tuomon koostama mainio referaatti ASM-webinaarista, sulkeumatutkimuksesta, Pampalon uudelleenavaamisesta, sähköisen liikkumisen tarvitsemista metalleista sekä niiden riittävydestä.

Nautinnollisia lukuhetkiä!

KARI



MATERIA

JULKAISIJA / PUBLISHER Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. 79. vuosikerta ISSN 1459-9694 www.vuorimiesyhdistys.fi | LEVIKKI n. 4000 kpl **MATERIA-LEHTI** kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessitekniikka ja metallurgia sekä materiaalien valmistus ja materiaalitekniikan erilaiset sovellutukset. Lehden alkuosa 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 | **PÄÄTOIMITTAJA / DEPUTY EDITOR IN CHIEF** DI Ari Oikarinen 050 568 9884 ari.e.oikarinen@gmail.com | **TOIMITUSSIHTEERI / MANAGING EDITOR** DI Leena K. Vanhatalo 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi | **ERIKOISTOIMITTAJAT / SPECIALISTS** TkT, prof.(emer.) Tuomo Tiainen 050 439 6630 tuomo.j.tiainen@gmail.com, TkT Topias Siren, 050 354 9582 topias.siren@sweco.fi | **TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD** DI Liisa Haavanlammi pj / Chairman Metso Outotec 040 864 4541 liisa.haavanlammi@mogroup.com, DI Jani Isokääntä SF Tec Ltd. 040 854 8088 jani.isokaanta@svy.fi, Professori (associate) Ari Jokilaakso 050 313 8885 ari.jokilaakso@gmail.fi, TkT Miia Kiviö Aurubis Finland Oy 040 641 6529 m.kivio@aurubis.com, Matti Vaajamo 044 544 9385 matti.vaajamo@gmail.com, DI Pia Voutilainen 040 590 0494 pia.voutilainen@copperalliance.se, Scandinavian Copper Development Ass. | **OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET / CHANGES OF ADDRESS & SUBSCRIPTIONS** Leena K. Vanhatalo 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi, **VMY:n jäsenistö myös verkkosivujen jäsenrekisterin kautta.** | **PAINO JA TAITTO / PRINTING HOUSE** Painotalo Plus Digital Oy, Lahti | **KANSI** Puumailatennuksen SM-kisaan 2021 osallistuneet **KUVA** Leena K. Vanhatalo

Artikkelien aineistopäivä ja Ilmoitustilavaraukset
Article and Booking ads deadline
5/2021 14.9.
6/2021 15.11.

Ilmoitusten aineistopäivä
/Ads delivered
5/2021 28.9.
6/2021 29.11.

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

Vaahdotusrikastamisen, metallien talteenoton, pölyneston ja vedenkäsittelyn ratkaisuja kaivosteollisuuteen

Tarjoamme asiakkaillemme ratkaisukokonaisuuksia, jotka varmistavat sen, että heidän tuotantoprosessinsa toimii myös huomenna. Olemme toimittaneet vedenkäsittelyn sekä pölyneston ratkaisuja asiakkaidemme tarpeisiin jo pitkään, mutta laajennamme nyt tarjontaamme vastaten rikastamoiden kysyntään jatkuvasti kehittyvässä kaivosteollisuudessa.

Haarla Oy ja Innospec

Maailmanlaajuinen erikoiskemikaalien valmistaja Innospec ja Haarla Oy yhdistävät ammattitaitonsa tarjotakseen vaahdotusrikastamisen sekä metallien talteenoton tuotteita ja palveluita kaivosteollisuuden tarpeisiin. Haarla Oy toimii Innospecin virallisena edustajana ja jakelijana pohjoismaissa sekä venäjänkielisissä maissa. Yhteistyö tukee asiakkaidemme tuotantoprosesseja sekä parantaa lopputuotteiden laatua entisestään. Tarjoamme asiakkaillemme vain parhaita mahdollisia raaka-aineita ja teknologioita – the Good Choices.

Varmista rikastamonne tehokkuus kemiallisen metallinjalostuksen ammattilaisten avulla

Haarla tarjoaa asiakkailleen laajan valikoiman Innospecin tuotteita erityisesti vaahdotusrikastamista, metallien talteenottoa ja hydrometallurgiaa varten. Teemme asiakkaidemme kanssa yhteistyössä myös laboratorio- ja tuotekehitystyötä parhaan toimittavan ratkaisun varmistamiseksi.

Valikoimaamme kuuluu vaahdotteita, dispergointiaineita, painajia sekä muita erityiskemioita.

Oli kehityskohteenanne sitten kinetiikka, stabiliteetti, vesiliukoisuus tai talteenotto, reagenssivalikoimastamme löytyy sopiva tuote tarpeisiinne. Laajan asiantuntemuksemme avulla autamme yrityksiä löytämään parhaan mahdollisen kokonaisratkaisun ja varmistamaan sen toiminnan, jotta arvometallit saadaan eroteltua malmista mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Haarla Oy – asiantuntija vierelläsi

Missä on prosesseja, siellä on Haarla. Tarjoamme asiakkaillemme ensiluokkaisia ratkaisuja tuotantoprosessien ja lopputuotteiden laadun parantamiseen. Olemme perheyrittys, jolla on yli 60 vuoden kokemus raaka-aineiden ja ratkaisujen tarjoamisesta eri teollisuusalojen tarpeisiin. Luotettavilta tavarantoimittajiltamme saamamme raaka-aineet, optimoidut logistiikkaratkaisut ja tehokkaat prosessit ovat hyviä valintoja, jotka syntyvät vuosikymmenten kokemuksen myötä.

Lisätietoja Haarlasta osoitteessa
www.haarla.fi

Innospec

Innospec valmistaa ja toimittaa erikoiskemikaaleja maailmanlaajuisesti eri teollisuusalojen tarpeisiin. Jo pitkään öljy-, polttoaine-, maatalous- ja kodinhoitokemikaaleista tunnettu Innospec kasvaa nyt myös kaivosalalla tarjoamalla vaahdotusrikastamisen, metallien erottelun sekä hydrometallurgian tuotteita ja palveluita.

Lisätietoja Innospecistä osoitteessa
www.innospec.com



Jos haluat keskustella mahdollisesta yhteistyöstä kanssamme, ota yhteyttä:

Markus Peräkylä
markus.perakyla@haarla.com
+358 40 723 5262



Olli Pyykkönen
olli.pyykkonen@haarla.com
+358 417 31 1100

Maamme hyväksi

Aloitin työn Geologian tutkimuskeskuksen pääjohtajana kesäkuun alussa. Vaikka GTK valtion tutkimuskeskuksena oli aiemmissakin tehtävissä tullut tutuksi, olen saanut kesällä rautaisannoksen uutta tietoa niin GTK:sta kuin sen toimialastakin. Olemme talo täynnä intoa puhkuvia ja asialleen omistautuneita asiantuntijoita.

Politiikassa 20 vuotta toimineena tunnen yhteiskunnallisen päätöksenteon. Poliitiikan perimmäinen tarkoitus on ratkoa yhteiskunnan ja ihmiskunnan ongelmia. Tutkimuksen yhteiskunnallinen tehtävä on puolestaan tuottaa tietoa ongelmien ratkaisun tueksi. Samaa aikaan monia tutkijoita ajaa eteenpäin tutkimukseen itseisarvona kuuluva uuden löytämisen ja oivaltamisen riemu.

Maailman suuria ongelmia ovat ilmastonmuutos, luonnonvarojen ehtyminen, maankäytön uhka luonnon monimuotoisuudelle ja puhtaan veden saatavuus. Näihin kysymyksiin haetaan ratkaisuja kansainvälisesti, kansallisesti ja paikallisesti.

Oman työni ohjenuorana on aina kulkenut ympäristön ja talouden näkökulmien sovittaminen yhteen ihmisille hyväksyttävällä tavalla. Näkökulmaa taidetaan kutsua myös kestäväksi kehitykseksi. Se on hyvä ohjenuora myös Geologian tutkimuskeskukselle.

GTK:n parin vuoden takainen strategia, jonka laatimiseen henkilöstö osallistui laajasti edellisen pääjohtajan Mika Nykäsen johdolla, on hyvin ajan hermolla. Siinä GTK:n toiminnan tarkoitus kiteytyy sanoihin: Maamme hyväksi. Mitäpä siihen lisäämään. Geologian tutkimuskeskus tuottaakin monipuolisesti tietoa ja tiedosta jalostettuja ratkaisuja kestävämpään kasvuun.

Ilmastonmuutoksen torjunnassa esimerkiksi liikenteen sähköistäminen vaatii valtavan määrän akkuihin tarvittavia mineraaleja ja osaamista niiden jalostamiseen. Myös geotermiseen energiaan kohdistuvat suuret odotukset polttoon perustuvan lämmöntuotannon korvaamisessa.



OTSO ALASKO

Raaka-aineiden hupeneminen ajaa meitä kohti kiertotaloutta. Kiertotalouden ratkaisut ovatkin yksi painopistealueemme. Yhdyskuntasuunnitteluun ja kestäväan rakentamiseen tuotamme tuiki tarpeellista tietoa maaperästä ja kallioperästä. Pohjavesien tutkimus ja toisaalta teollisuuden vesienhallinnan osaaminen varmistavat puhtaan veden riittävyttä myös tulevaisuudessa.

Nämä ovat muutamia esimerkkejä vähemmän tunnetusta osaamisesta, jota GTK:lla on, ja jota pyrimme jalostamaan muille yhteiskunnan toimijoille mahdollisimman hyödylliseen muotoon. Olen varma, että osaa-

mistamme tarvitaan yhä enemmän myös kansainvälisesti.

Myöskään vanhan perustehtävämme eli maan mineraalivarojen kartoituksen ja tuntemuksen tarve ei ole maastamme mihinkään kadonnut. Maankamarassamme on paljon esimerkiksi EU:n kriittisiksi luokittelemia luonnonvaroja.

Kestävän kehityksen maailmassa mitään ei ole varaa heittää hukkaan, vaan taloutta on rakennettava kiertotalouden periaatteille. Silti ihmiskunnan hyvinvoinnin edellyttämän infrastruktuurin rakentamiseen ja teollisuuden hiilineutraaliuden edellyttämiin uudistaviin investointeihin sitoutuu kasvava määrä uusiutumattomia luonnonvaroja. Koko materiaalien käyttöön nojaavan toimialan haaste on tehdä se mahdollisimman materiaalitehokkaasti, energiatehokkaasti ja pienellä ympäristökuormituksella.

Parhaimmillaan talouden uudistaminen kestäväälle polulle tuottaa uutta kestävää liiketoimintaa, kasvua ja työtä. Siis kaikkea sitä, minkä varaan maailman onnellisimman kansakuntamme hyvinvointia on hyvä tulevaisuudessakin rakentaa. Tässä urakassa GTK aikoo olla entistä kokonaisvaltaisemmin mukana. ▲

KIMMO TIILIKAINEN

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUKSEN PÄÄJOHTAJA

Vastuullisuusvaateet uudistavat kaivosalaa

Yhä useamman kaivosyhtiön menestyksen ratkaisee se, mihin suuntaan rahoittajat ja asiakkaat kääntävät peukalonsa vastuullisuuskysymyksissä.

TEKSTI: RISTO PENNANEN

Sveitsiläinen Konwave on lanseerannut maailman ensimmäisenä globaalina rahastoyhtiönä ”Kestävän kultakaivosrahaston”.

Rahaston kohdevalinnat ovat kiinnostavia. Rahasto sijoittaa kaksi kolmasosaa varoistaan yhtiöihin, jotka etsivät, tuottavat tai prosessoivat pääosin kultaa. Lisäksi rahasto sijoittaa vähintään 80 prosenttia varoistaan arvometallisektorin yhtiöihin, jotka valitaan kestävän kehityksen kriteerien avulla.

Erittäin kiinnostavaa on myös se, mihin rahasto ei sijoita. The Konwave Sustainable Gold Equity Fund ei sijoita yhtiöihin, jotka saavat huonot arviot ESG- (environment, social, governance) ja CO₂-reittauksessa. Rahasto ei myöskään sijoita yrityksiin, jotka ovat Norjan valtion sijoitusyhtiön mustalla listalla.

Konwaven kultarahasto on erikoistapaus. Yhä useammat sijoittajat ovat kuitenkin Konwaven tavoin haluttomia investoimaan yhtiöihin, joiden toimintamallit pudottavat riman vastuullisuusarvioissa. Jos sijoittajat arvioivat yhtiössä olevan suuria vastuullisuusriskejä, nousee myös lainarahan hinta.

Rahoitusmaailmaan alkaa siis syntyä yhä yhtenäisempi näkemys vastuullisuuden merkityksestä. ESG-reittaukset avaavat tai sulkevat ovia myös kaivosyhtiöille. Norjan valtion sijoitusyhtiö puolestaan toimii suuren kokonsa ja uskottavuutensa vuoksi vaikuttajana, jonka arvioihin muut luottavat.

Vastuullisuus on kilpailuse

Vastuullisuus kiinnostaa sijoittajien lisäksi myös asiakkaita. Globaalit uutiskanavat pitävät huolen siitä, että ikävät uutiset esimerkiksi alihankintaketjussa leviävät nopeasti toiselle puolelle maapalloa. Siksi maineestaan huolehtivat yritykset joutuvat pohtimaan

yhä tarkemmin, keneltä ne raaka-aineitaan ostavat.

Vastuullisuus on myös mahdollisuus; se voi nousta merkittäväksi kilpailuseeksi globaalissa kisassa, jossa toimijat suhtautuvat ESG-kysymyksiin vaihtelevalla vakavuudella. Tämä voi olla vahvuus etenkin pohjoismaisille toimijoille, jotka ovat jo yhteiskunnan pelisääntöjen takia tottuneet toimimaan vastuullisesti.

Vastuullisuuden merkittävydestä kilpailussa kertoo paljon se, että Kaivosteollisuuden ja Mining Finlandin järjestämä vastuullisuusseminaari veti alkukesällä 130 alan ihmistä. Seminaarissa omasta vastuullisuusstrategiastaan kertoivat Metso Outotecin kehitysjohtaja Piia Karhu ja Terrafamen toimitusjohtaja Joni Lukkaroinen.

Metso Outotecilla vastuullisuuden keskeinen lähtökohta on auttaa ratkaisullaan asiakkaita vähentämään päästöjään ja lisäämään tehokkuuttaan.

Terrafame puolestaan sanoo tarjoavansa akkukemikaaleja planeetan vihreimpiin akkuihin. Yhtiön oma tuotantoprosessi on energiatehokas, nikkelituotannon hiilijalanjälki on selkeästi toimialan pienin ja integroitu tuotantoprosessi mahdollistaa materiaalihokkuuden ja kierrätyksen prosessin sisällä.

Nykyisen ajattelun mukaan sijoittajien ei siis tarvitse valita tuottojen ja vastuullisuuden välillä. Kun vastuullisuuden arvioidaan lisäävän tuottoja, niin sijoittaja voi saada molemmat.

Kaivosalan vihreä ristiriitä

Kaivosala on ristiriitaisessa tilanteessa sikäli, että alalla on elintärkeä rooli ilmastonmuutosta hidastavan teknologian tuottamisessa.

Monien metallien kysyntä kasvaa nopeasti sähköautojen, aurinkopaneelien ja elektroniikan kulutuksen vauhdissa.

Samaan aikaan alaan liittyy imagohaasteita, joiden vuoksi monet haluavat pitää kaivokset poissa naapuristaan.

Viestintäyhtiö Tekirin Sini Harkki toteikin vastuullisuuseminaarissa, että kaivosteollisuudella on paikka olla osana suurta positiivista muutosta, mutta muutos tuo mukanaan entistä vahvemmat paineet toimia vastuullisesti kautta linjan.

Vastuullisuusosaamista tarvitaan yritysten hallituksissa

Pohjoismaisilla yrityksillä on moniin muihin nähden etumatka vastuullisuuskielissä, mutta tuo etu voi kuitenkin kutistua nopeasti. Rahoittajien ja asiakkaiden vaatimukset ovat johtaneet isoihin muutoksiin monen kansainvälisen kaivosyhtiön hallituksessa.

Lähes 600 miljardin dollarin varoja hallitsevan rahastoyhtiön Federated Hermesin sijoituspäällikkö Andy Jones totesi huhtikuussa Reutersille, että ”monen kaivosyhtiön hallituksessa on liian vähän ymmärrystä siihen, että yhtiöt pystyisivät uudistamaan toimintamallejaan parhaiden vaatimusten tasolle.”

Kaivosyhtiöissä onkin tapahtunut samanlaisia muutoksia kuin öljy-yhtiö Exxonissa, jonka hallitukseen nousi kesäkuussa Nesteellä uusiutuvan liiketoiminnan kehittäjänä mainetta niittänyt Kaisa Hietala.

Esimerkiksi brasilialaisen kaivosyhtiö Valen 13 hengen hallitukseen nousi keväällä seitsemän uutta jäsentä, joilla on huomattava kokemus ESG-asioista. Samalla tavoin moni muu kaivosyhtiö on nostanut kuluneen vuoden aikana hallitukseensa tai johtoryhmäänsä ESG-kysymysten asiantuntijoita.

Muutamat yritykset ovat nostaneet vastuullisuuden myös yhdeksi palkkiojärjestelmän osaksi. Se puolestaan edellyttää, että vastuullisuutta mitataan ja siitä raportoidaan avoimesti.

Vastuullisuus on muutakin kuin teknologiaa

Konwaven toimitusjohtaja Erich Meier esitelti rahaston sijoituspolitiikkaa Kaivosteollisuuden vastuullisuuseminaarissa. Rahaston perustelut valinnoille ovat kristallinkirkkaat.

- ESG -kriteereillä ja CO₂-päästöillä mitaten hyvin menestyvät yritykset tuottavat keskimääräistä paremmin.
- Laatuystiöt toimivat pääosin geopolittisesti turvallisissa maissa ja niillä on vähän velkaa, alhaiset tuotantokustannukset ja hyvä johto.
- Hyvän ESG-reittauksen omaavien yhtiöiden osakkeiden hintavaihtelut ovat muita pienempiä ja ne suojaavat muita paremmin markkinariskeiltä.

Konwaven ajattelussa korostuu ESG:n kokonaisvaltaisuus. Ilmastonmuutoksen edessä yhä useammat yritykset ovat tehneet paljon

työtä CO₂-päästöjen vähentämiseksi ja antaneet hyviä näyttöjä ESG:n e-kirjaimen eteen.

Sen sijaan ESG:n s-kirjain eli sosiaalinen vastuu jää monien suomalaisyritysten painotuksissa selvästi ympäristöä pienemmälle painolle. Tätä selittää ainakin osittain se, että pohjoismaissa sosiaalinen vastuullisuus tulee pitkälti jo lainsäädännön kautta niin, että yritykset eivät aina huomaa edes nostaa sitä erikseen esiin.

Eniten kehitettävää kaivosteollisuudella on dialogissa sidosryhmien kanssa, mikä on yksi osa ESG:n sosiaalista pilaria. Kestävän kaivostoiminnan verkosto on tehnyt tärkeää työtä tällä alueella. Kyseessä on keskustelufoorumi, jossa kaivosteollisuus kohtaa muun muassa maanviljelijöiden ja luontoliiton edustajat. Verkoston olemassaololla sinänsä on suuri arvo, koska sen puitteissa osapuolet kohtaavat ja etsivät ratkaisuja haasteisiin.

Verkoston toimintaa esitteli Kaivosteollisuuden ja Mining Finlandin seminaarissa puheenjohtaja Hannele Pokka, joka tiivistä kuusi vuotta toimineen verkoston saavutuksiksi muun muassa monien standardien ja työkalujen kehittämisen.

Verkoston kehittämä kaivosvastuujärjestelmä motivoi jäseniä kehittämään toimintaansa ja parantaa samalla yhtiöiden riskienhallintaa. Kaivosvastuujärjestelmä koostuu yhteisistä toimintaperiaatteista sekä kahdeksasta arviointityökalusta, jotka kattavat kaivostoiminnan koko elinkaaren. Järjestelmä on rakennettu jo viitisen vuotta sitten. Kuluneena keväänä myös malminetsijät ottivat käyttöön vastuullisuusjärjestelmänsä.

Kaikainenlainen raportoinnin ja avoimuuden kehittäminen on kaivosyhtiöille tärkeää, koska se lisää rahoittajien, asiakkaiden ja koko yhteiskunnan luottamusta toimialaa kohtaan. Pokka painottikin esityksessään sitä, että avoin dialogi rakentaa luottamusta kaivosekosysteemissä ja antaa olemassaolon oikeutuksen.

Dialogi painottuu myös Kaivosteollisuuden malminetsijöille lanseeraamissa ohjeissa, jotka kannustavat rajaamaan etsintäalueet aiempaa tarkemmin ja kuuntelemaan paikallisia asukkaita tarkalla korvalla. Näin vastuullisuusajattelu muokkaa kaivosalaa malmin etsinnästä kaivoksen sulkemiseen saakka. ▲

Tervetuloa luomaan aurinkoista tulevaisuutta kanssamme!

Oulun yliopiston teknillinen tiedekunta on luonnonvarojen kestävä hyödyntämisen huippuosaaja. Biomassan, mineraalien ja teräksen prosessointi sekä materiaaliymmärrys kattavat niin tuotantoketjut kuin ympäristövaikutusten minimoinnin ja taloudelliset näkökohdat. Tavoitteemme on olla osa maailman johtavaa tutkimustiedon, kestävien ratkaisujen tuottajien ja kouluttajien joukkoa siinä, miten ihminen voi teknologian avulla hillitä ilmastonmuutosta, edistää kestävä kehitystä ja hyvinvointia.

Tutkimusyhteisöt

- ▶ Teräs
- ▶ Kiertotalous
- ▶ Biotalous
- ▶ Automaatio ja digitalisaatio
- ▶ Ympäristö ja Cleantech
- ▶ Suunnittelu ja tuotteistaminen
- ▶ Geologiset systeemit ja Arktiset mineraalivarat



30,4M€	Liikevaihto
12	Tutkimusyksikköä
7	Tutkimusyhteisöä
9	Tutkinto-ohjelmaa
430	Työntekijää
2400	Tutkinto-opiskelijaa
220	Tohtorikoulutettavaa

Oulu Mining Summit 2021 14th-15th September

OULU MINING SCHOOL UNIVERSITY OF OULU

TEKNILLINEN TIEDEKUNTA
OULUN YLIOPISTO

www.oulu.fi/ttk/



GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä
riskejä kattavalla
3D-mallinnuksella!

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



GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

- Maapinnan ensimetristä yli kilometrin syvyyteen.
- EM, 3D/2D IP, painovoima, magneettinen, lataus-potentiaali, seisminen, vastusluotaus, maatulka, 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 | Antti Kivinen: 040-5394224 | info@grm-services.fi

Liity matkaamme kohti kiertotaloutta

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



Käy katsomassa video:
nordkalk.fi/kiertotalous



Luitko jo
vastuullisuusraporttimme?
nordkalk.fi/vastuullisuus

Nordkalk





Mining Finlandin toimitusjohtaja
Miia Mikkonen

Mining Finlandille uusi toimitusjohtaja

Materia-lehden toimitus haastatteli sähköpostitse uutta toimitusjohtajaa. Ohessa kysymykset ja Miian vastaukset

TEKSTI: **MATERIA-LEHDEN TOIMITUS**

Mitä Mining Finland tekee?

Mining Finland yhdistää suomalaisia kaivos- ja malminetsintäyhtiöitä, kaivosteknologiayrityksiä sekä oppilaitoksia yhteisen brändin alle. Keskeisimpiä tehtäviämme on edustaa jäsenyrityksiä kansainvälisillä markkinoilla ja verkostoitua kansainvälisten toimijoiden kanssa sekä houkutelua investoimaan suomalaiseen kaivosalaan. Mining Finland toimii linkkinä suomalaisten kaivosalan arvoketjuun liittyvien yritysten ja tahojen välillä. Konkreettisina toimina järjestämme verkostoitumistilaisuuksia ja osallistumme yritysten kiinnostuksen mukaan kansainvälisiin kaivosalan tapahtumiin.

Kuinka monta työntekijää?

Olen tällä hetkellä Mining Finlandin ainoa päätoiminen työntekijä, joka vastaa yhdistyksen operatiivisesta toiminnasta. Harry Sandström on mukana Sambian koulutus-hankkeen vetäjänä.

Mistä rahoitus?

Mining Finland on voittoa tavoittelematon yhdistys, jonka pääasiallinen rahoitus tulee jäsenmaksuista. Muuta rahoitusta saamme projekti- ja konsultointitoimeksiannoista.

Minkälaisia uusia yrityksiä kuuluu Mining Finlandiin?

Meille on tullut lähiaikoina uusina yrityksinä digitaalisiin palveluihin keskittyviä yrityksiä, eli softapuoli ja digitalisaatio tekevät vahvasti tuloaan kaivosalalle. Olemme

saaneet rikastusprosessien ja -kemikaalien pariin myös uusia yrityksiä, jotka tarjoavat tehokkaampia puhdistusmenetelmiä prosessi- ja jätevesien puhdistamiseen. Ympäristömonitoroinnin rinnalle on tullut myös laitteita ja menetelmiä, jotka puhdistavat ja ylläpitävät esimerkiksi rikastushiekka-altaita. Moni yritys tarjoaa palveluita myös muille toimialoille, mikä edesauttaa uusien teknologioiden ja menetelmien käyttöönottoa myös kaivosalalla.

PROJEKTIEMME AVULLA PYSTYTÄÄN AUTTAMAAN PIENTEN TOIMIJOIDEN KANSAINVÄLISTYMISMAHDOLLISUUKSIEN SELVITTÄMISTÄ JA UUSIEN MARKKINOIDEN AVAUSTA, KUN VOIDAAN TUTUSTUA KUSTANNUSTEHOKKAASTI UUTEEN MARKKINAAN JA SEN POTENTIAALIIN.

MINING FINLAND

Mitä suomalainen kaivosteollisuus hyötyy Mining Finlandin projekteista?

Mining Finlandin brändiä on tehty tunnetuksi maailmalla jo vuosien ajan ja olemme verkostoituneet alan kansainvälisten verkostojen, kuten kanadalaisen MSTA:n (Mining Suppliers Trade Association Canada), kanssa. Brändi edustaa korkeatasoista osaamista ja edistyksellistä sekä kestävästä kaivostoimintaa. Tämän profiilin avulla on helpompi houkutella investointeja meillä tehtävään malminetsintään ja alan teknologiayrityksiin. Teemme yhteistyötä maabrändin rakentamisessa ja maapromootiossa Business Finlandin, GTK:n ja Suomen Malmijalostuksen kanssa.

Projektiemme avulla pystytään auttamaan pienten toimijoiden kansainvälistymismahdollisuuksien selvittämistä ja uusien markkinoiden avausta, kun voidaan tutustua kustannustehokkaasti uuteen markkinaan ja sen potentiaaliin. Usein hankkeissa syntyy myös yritysten välisiä synergiaetuja ja tiedonvaihtoa, joka on jo sinällään erittäin arvokasta.

Esimerkkejä aiemmasta toiminnasta?

Olemme osallistuneet kansainvälisille messuille yritysdelegatioiden kanssa, kuten esimerkiksi PDAC:in ja London Mines & Money-tapahtumaan. Tapahtumien yhteydessä on järjestetty verkostoitumistilaisuuksia, joihin paikalliset yhteistyökumppanimme ovat kutsuneet omia verkostojaan.

Maapromootiossa ja viestinnässä esitellään Suomen suotuisaa investointiympäristöä korkean malmipotentialin ja kaivosteknologian maana. Lisäksi edistämme T&K-projektien ja muiden yhteistyökumppanien kehityshankkeita, kuten Sambian koulutus- ja kehittämisskeskisyhteistyötä. Sambian hankke rahoitettiin Suomen ulkoministeriön rahoittamasta AGS-rahoituksesta (Accelerated Growth for SMEs) ja tätä jatketaan nyt Finnpartnershipin kanssa. Olemme myös mukana Business Finlandin Global Mining Teamissa, jossa kuulemme tuoreimmat kuulumiset kaivosteollisuuteen ja kaivosteknologiaan liittyvissä liiketoiminta- ja investointiasioissa.

Mitä on nyt kehitteillä?

Meillä on viety aktiivisesti eteenpäin yhteistä markkinoiden avaushanketta Business Fin-

landin Meksikon toimiston kanssa. Sen on tarkoitus startata syyskuussa. Chilessä järjestettävä Expomin pidetään 25.-28.10. Sinne olemme varanneet ständin jo ennen korona-aikaa, joten osallistumme tapahtumaan joko paikan päällä, etänä, tai molemmin tavoin tilanteesta riippuen. Keväällä solmittu yhteistyösopimus kanadalaisen MSTA-yhdistyksen kanssa on edennyt konkreettiseen yhteistyön eteenpäin viemiseen. Olemme esitelleet heidän suuntaansa markkinasta kiinnostuneita jäsenyrityksiä, joille he etsivät potentiaalisia asiakkaita omasta verkostostaan. Näiden lisäksi meillä on aktiivista keskustelua Perun ja Venäjän suuntiin. Odotamme tietenkin kovasti, että korona-pandemia hellittää ja pääsemme osallistumaan tapahtumiin ja järjestämään livetapaamisia.

Minkälaista on Mining Finlandin korona-ajan toiminta, entä mihin tapahtumiin aiotaan osallistua maailman avautuessa?

Korona-ajan toiminta on ollut aktiivista, vaikka toki virtuaalisuus ja maailman avautumisen odottaminen ovat pakottaneet sopeuttamaan toimintaa uusiin kanaviin. Olemme järjestäneet webinaarit Kanadan Team Finlandin kanssa keväällä ja Kaivosteollisuus ry:n kanssa alkukesästä. Olemme ylläpitäneet yhteistyötä Business Finlandin yksiköiden välillä ja rakentaneet mahdollisuuksia virtuaaliseen yhteistyöhön muun muassa Perun Linkminersin kanssa.

Vuonna 2020 perustetut työryhmät viestinnän, koulutuksen ja kaivosympäristön tiimoilta ovat jatkaneet toimintaansa. Viestintäpuolella olemme tehneet yhteistyötä Kaivosteollisuus ry:n kanssa. Koulutustyöryhmän työhön kuuluu jo aiemmin mainitsemani koulutusvientipalvelujen yhteen kokoaminen ja vienti Sambiaan ja ympäristötyöryhmässä haetaan aktiivisesti mahdollisuuksia hankkeiden rakentamiseen.

Miten Mining Finland ottaa kestävä kehityksen huomioon?

Yhdistyksellä ei ole omia erillisiä toimitiloja, vaan työskentelen kotitoimistolta. Nykyään ei juuri enää tarvitse tulostaa mitään, vaan asiat pystyy hoitamaan helposti täysin sähköisesti. Korona-aika on tuonut puhelinpalaverit osaksi normaalia arkea ja tarkoitus on, että vain ehdottomasti välttämättömät

tapaamiset hoidetaan jatkossakin paikan päällä. Tämä vähentää suoraan matkustamista omassa toiminnassamme, mutta myös sidosryhmissämme, kun hekin voivat osallistua palavereihin virtuaalisesti. Sitten joskus, kun matkustaminen on ajankohtaista, pyrimme yhdistämään samalle reissulle useampia tapaamisia ja valitsemaan ympäristön kannalta kestäviä kulkemismuotoja ja suosimaan hotelleissa ekomerkeillä merkityjä paikkoja.

Kerro Miia taustastasi

Olen Oulusta valmistunut aluekehityksen ja -politiikan maantieteilijä. Päädyin kaivosalalle kandidyöni tiimoilta. Ennen kaivosalaa olen työskennellyt matkailualalla myynnin parissa ja assaroinut kuluttajatuotteiden sertifiointilabrassa. Kaivosalan urani alkoi Northlandilta Hannukaisen kaivoshankkeesta kymmenisen vuotta sitten. Työskentelin siellä yhteiskuntasuhteiden ja paikallisen sidosryhmäyhteistyön parissa. Hannukaisen jälkeen tie vei Palsatechille, jossa tein markkinaselvityksen Intian kaivos- ja malminetsintämarkkinasta ja yrityksen tarjoamien palvelujen kysynnästä siellä. Ennen Mining Finlandia työskentelin viitisen vuotta Raman-spektroskopian parissa Timegate Instrumentsilla. Kiersimme maailmaa, levitimme Ramanin ilosanomaa ja etsimme mittalaitteelle markkinaa kaivosalalta. Täydensin osaamistani opiskelemalla töiden ohessa MBA:n International Business Managementista ja toimin aktiivisesti Women in Mining Suomi ry:n viestinnässä. Timegaten aikana olin Mining Finlandin hallituksessa ja olimme mukana yhteisiständeillä. Sen myötä yhdistyksen toiminta oli jo tuttua ja hyppy vetovastuuseen helpompi, kuin jos olisin tullut täysin ulkopuolelta. Taustaltani olen siis aika monipuolinen, mistä on hyötyä nykyisissä hommissa. ▲

ENEMMÄN KAKKUA. VÄHEMMÄN KONEISTUSTA. M-STEEL® 40 VUOTTA.

Kun toimme M-Steel®-perheen teräkset markkinoille vuonna 1981, tarjosimme koneistajille makoisian tilaisuuden: lyhyempiä työstöaikoja ja isomman siivun korkeiden lastuamisnopeuksien kannattavuuseduista, tuplasti lisää kestoaikaa työkaluille sekä tuotannon kattavaa ja luotettavaa automatisointia. Tänään tavoitteitamme ovat myös mahdollisimman kestävä tuotanto ja tinkimättömän tehokkuuden kautta pienemmät ympäristövaikutukset.

Lähetä kuva koneistamastasi vaativasta M-Steel®-kappaleesta – arvomme voittajan, jonka tehtaallemme lähetetään M-Steel®-kaku. Ovako on ollut maaliskuusta 2019 lähtien Sanyo Special Steelin tytäryhtiö ja osa Nippon Steel -konsernia, joka on maailman kolmanneksi suurin teräksenvalmistaja. Lisätietoa löydät sivuiltamme [ovako.com](https://www.ovako.com).

OVAKO





Kuva 1. Akkustrategian 2025 laatimiseen osallistuneet yhteisöt

Kestävä sähköinen tulevaisuus

ASM Finland ry:n webinaari 13.4. ja 20.4.2021

Suomestako kestävästi tuotettujen akkujen suurvalta? 13.4.2021

ASM Finlandin vuotuinen kevätseminaari järjestettiin koronatilanteen vuoksi tänäkin vuonna kahtena webinaarina. Puolen päivän mittaiset webinaarit pidettiin Teams-palaverina viikon väliajalla. Ensimmäisen webinaarin teemana oli: Suomestako kestävästi tuotettujen akkujen suurvalta? ja toisessa oltiin Kestävää tulevaisuutta rakentamassa. Ensimmäiseen webinaariin osallistui enimmillään 47 ja toiseen 37 henkilöä.

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

Webinaarin avannut ASM Finland ry:n hallituksen puheenjohtaja **Erkki Kiiski** esitteli ensin lyhyesti ASM International- järjestön sekä sen suomalaisen chapterin ASM Finland ry:n organisaation ja toiminnan. Käytyään läpi päivän ohjelman Erkki Kiiski antoi puheenvuoron ensimmäiselle esitelmöitsijälle.

Kansallinen akkustrategia ajankohtainen

Työvoima- ja elinkeinoministeriön johtava

asiantuntija **Jyrki Alkio** kertoi esityksessään Suomen akkustrategiasta 2025. Työ- ja elinkeinoministeri Mika Lintilä asetti 24.6.2020 työryhmän valmistelemaan Suomen kansallista akkustrategiaa. Lähtökohtana työlle oli se, että Suomi haluaa vahvistaa rooliaan edelläkävijänä kestävässä akkutuotannossa ja akkujen kierrättämisessä.

Työryhmän puheenjohtajana toimii GTK:n pääjohtaja Mika Nykänen. Työ jaettiin neljään teemaryhmään: 1. Akkujen kiertotalous, 2. Aktiivimateriaalit, prekursorit ja akkukennot, 3. Akkujärjestelmät ja sovellutukset ja 4. Raaka-aineet (primääri ja sekundääri).

Näiden ohella organisaatiossa oli neljä teemaryhmä leikkaavaa horisontaaliryhmää: 1. Osaaminen, koulutus ja tutkimus, 2. Lainsäädäntö, regulaatio ja standardisointi, 3. Kv-yhteistyö, kilpailukyky ja vientipotentiaali sekä 4. Jäljitettävyyden, kestävä kehitys ja vastuullisuus. Työhön osallistuneet yhteisöt on esitetty kuvassa 1. Työ valmistui noin puolessa vuodessa ja strategia julkistettiin 26.1.2021.

Työ tehtiin oikeaoppisena strategia-prosessina; luotiin visio, tehtiin kattava SWOT-analyysi ja arvioitiin sekä Suomen sijoittumista kansainvälisessä vertailussa että suomalaisen akkuarvoketjun kypsytyttä



Kuva 2. Suomi Aasian liikenteen logistisena avainhubina

eri osa-alueilla. Edelleen kartoitettiin Suomen tutkimus- ja testialustat ja määriteltiin akkustrategian fokusalueet. Lopuksi tunnistettiin ns. Must-Win Battlet ja määriteltiin seitsemän strategista tavoitetta ja niiden saavuttamiseen tarvittavat seitsemän strategista toimenpidettä.

Työn kestäessä opittiin, että kyse ei ole pelkästään akuista, vaan laajemmin yhteiskunnan sähköistämisestä. Liikenteen ja sähköautojen lisäksi sähkökäyttöisiin työkooneisiin ja laitteisiin ollaan siirtymässä mm. kaivoksissa, satamissa ja metsissä. Siksi strategiassa puhutaankin akku- ja sähköistämisklusterista, jossa on mukana sekä julkisen että yksityisen puolen toimijoita.

Kaiken ytimessä on kestävyys ja vastuullinen liiketoiminta ja kiertotalousajattelu ohjaa akku- ja sähköistymissektorin toimintaa ja kehittämistä. Strategisina tavoitteina ovat mm. Suomen akku- ja sähköistymissektorin ja sen investointien kasvu sekä kilpailukyvyyn edistäminen toimijoiden yhteistyönä. Suomen akku- ja sähköistymissektorille halutaan maailmanlaajuinen tunnettuus valovoimaisena brändinä ja vastuullisuuden tulee olla olennainen osa sektorin kasvua, uudistumista ja brändiä. Suomen toimijoille tavoitellaan keskeisiä rooleja akku- ja sähköistymisalan uusissa arvoketjuissa. Osaamis- ja yritys-pohjaa laajennetaan ja sektorin kehitystä nopeutetaan digitaalisten ratkaisujen avulla.

Strategiset toimenpiteet tavoitteiden

saavuttamiseksi keskittyvät kansallisen yhteistyön, toimialan osaamisen ja EU- sekä kansainvälisen yhteistyön kehittämiseen. Investointeja houkuttelevan toimintaympäristön luominen, akku- ja sähköistämissektorin vastuullisuuden ja brändin sekä viestinnän ja rahoituksen kehittäminen ovat muut toimenpidealueet.

Kullekin toimenpidealueelle on lisäksi määritetty nopeimmin käynnistettävät konkreettiset toimet. Näistä ensimmäisenä on maaliskuussa 2021 perustettu akku- ja sähköistymissektorin kansallinen yhteistyöelin edistämään strategian toimeenpanoa. Yhteistyöelimestä on viranomaisten, yliopistojen ja alan toimijoiden laaja edustus. Yhteistyöelimen puheenjohtajana toimii alivaltiosihteeri Petri Peltonen työ- ja elinkeinoministeriöstä.

Kansallinen tutkimusohjelma: Smart Mobility and Batteries from Finland

Ohjelmajohtaja **Ilkka Homanen**, Business Finland, esitteli vuonna 2021 käynnistetyn nelivuotisen tutkimusohjelman. Ohjelman tavoitteet liittyvät ilmastonmuutoksen torjuntaan ja hillitsemiseen sekä energia- ja liikkuvuussektorien muutosprosessin tukemiseen. Ohjelman painopisteinä ovat älykkäät, samanaikaisesti useisiin tietolähteisiin kytkeytyneet, vähähiiliset ja kestävät ratkaisut sähköistyksen, liikkuvuuden ja logistiikan tarpeisiin.

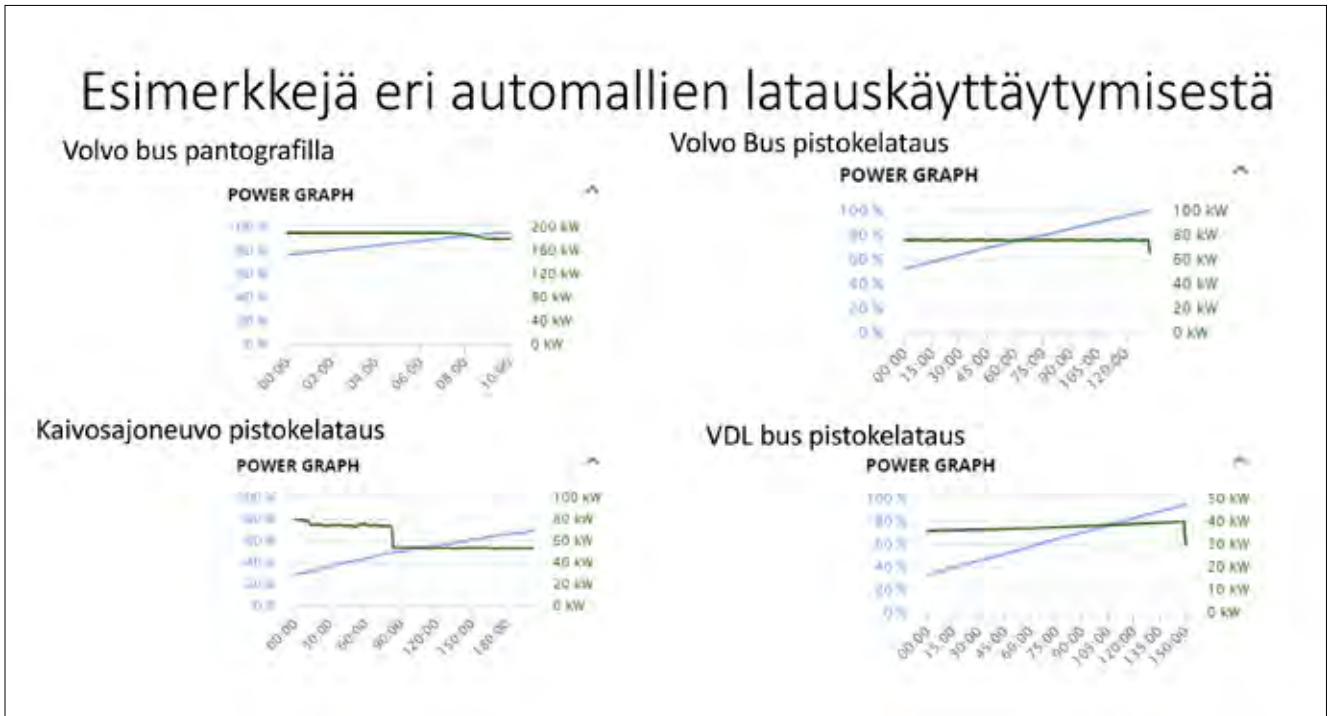
Ohjelmassa on kolme toiminnallista

kokonaisuutta: Smart Mobility Solutions, Smart Logistics ja Batteries & Electrification. Ohjelmaan osallistuu yli 300 yritystä ja tutkimusorganisaatiota. Lisäksi mukana on muita sidosryhmiä.

Smart Mobility Solutions -kokonaisuuden piiriin kuuluvat autonomisesti liikkuviin autoihin, liikkumiseen liittyviin uusiin palveluihin sekä sähköisen liikkumisen ja sen infran kehittämiseen kuuluvat hankkeet. Autonomisesti liikkuviin autoihin liittyvien hankkeiden tavoitteena on tehdä autoista älykkäämpiä ja turvallisempia ja liikenteestä hiilineutraalia.

Uusien teknologioiden kehittymisen myötä perinteinen autoteollisuus on muuttumassa yhä enemmän palveluorientoituneeseen suuntaan ja autojen omistamisen sijasta keskitytään niiden jakamiseen. Sähköisen liikkumisen hankkeet käsittelevät mm sähköisten voimansiirtoketjujen kehittämistä, ajoneuvon sisäisen tiedon tuottamista sekä yhteydenpidon ja tiedon jakamisen teknologioita, jotka mahdollistavat sähköistyneen liikenteen.

Smart Logistics -kokonaisuudessa keskitytään tässä vaiheessa ekosysteemien kehittämiseen. One Sea -osakokonaisuudessa kehitetään autonomista laivaliikennettä, Autoport-osakokonaisuudessa täysautomaattista satamaa ja CaaS-osakokonaisuudessa (Corridor as a Service) kuljetusreitit palveluna. CaaS asemoi Suomen Aasian liikenteen



Kuva 3. Lataustehon ja akun latausasteen välinen riippuvuus eri ajoneuvotyypeissä

teen logistiseksi avainhubiksi, josta avautuvat Lentosilkkitie, Autosilkkitie ja Raidesilkkitie Kaukoidän liikenteelle (kuva 2).

Batteries & Electrification -kokonaisuuden tavoitteena on saada aikaan Suomen kytkeytyminen eurooppalaiseen kestäväan akkuarvoketjuun, jonka volyymiksi arvioidaan 250 Mrd euroa vuonna 2025. Suomen vahvuuksina ko. arvoketjussa ovat raaka-aineiden kestävä tuotanto, kehittyneet alustat komponentti- ja kennotuotantoon, innovatiiviset sovellukset ja laajat ekosysteemit vähähiilisellegiantuotannolle ja sähköiselle liikumiselle sekä edelläkävijyyys akkujen kierrätyksessä.

Suomella on myös paljon osaamista raskaiden työkoneiden sähköistyksessä. Business Finland pyrkii proaktiivisella toiminnalla luomaan uusia markkinointikanavia ja liiketoimintamahdollisuuksia suomalaisille yrityksille eurooppalaisissa akkutuotannon investointi- ja työkoneiden sähköistämishankkeissa.

Lopuksi Ilkka Homanen esitteli EU:n Horisontti Eurooppa -teema-alueen Klusteriin 5 (Ilmasto, Energia, Liikkuvuus) kuuluvia tutkimusohjelmia, jotka ovat relevantteja Suomen kansalliselle tutkimusohjelmalle. Business Finlandin Tom Warras on Suomen kansallinen yhteyshenkilö Klusteri 5:ssä ja hän toimii myös yhteyshenkilönä klusterin Destinaatio 5 (Puhdas liikenne: maa, meri, ilma) ja Destinaatio 6 (Älykäs ja turvallinen

liikenne) alaohjelmissa. Reijo Munther on Klusteri 5:n komiteajäsen ja hän toimii myös yhteyshenkilönä Destinaatio 2 (Akut ja läpimurtoteknologiat) alaohjelmassa.

Asiaa sähköisten ajoneuvojen latauksesta

Kempower Oy:n pääinsinööri **Petri Korhonen** kertoi esityksensä aluksi sähkötoimisten henkilö- ja kuorma-autojen, bussien, työkoneiden ja vesikulkuneuvojen pikalatausjärjestelmiä kehittävästä, valmistavasta ja myyvästä Kempower Oy:stä. Kempower Oy kuuluu Kemppe Group -konserniin ja sen päätoimipaikka on Lahdessa. Tytäryhtiöt ovat Saksassa, Hollannissa ja Norjassa.

Tällä hetkellä yleisimmässä käytössä on kolmentyyppisiä latausmenetelmiä. Type 2 -menetelmässä lataus tapahtuu vaihtovirralla, latausteho on 3,7-22 kW ja latausvirran AC/DC-muunnos hoidetaan auton sisäisellä laturilla. CCS-menetelmässä lataus

tapahtuu tasavirralla ja AC/DC-muunnos tehdään ulkoisella laturilla. Latausteho on välillä 22-350 kW. ChaDeMo-menetelmässä lataus tapahtuu tasavirralla, latausteho on välillä 20-50 kW ja AC/DC-muunnos hoidetaan ulkoisella laturilla. Tällä hetkellä noin 1/7-osa latauksista tehdään ChaDeMo:lla ja 6/7-osaa CCS:llä.

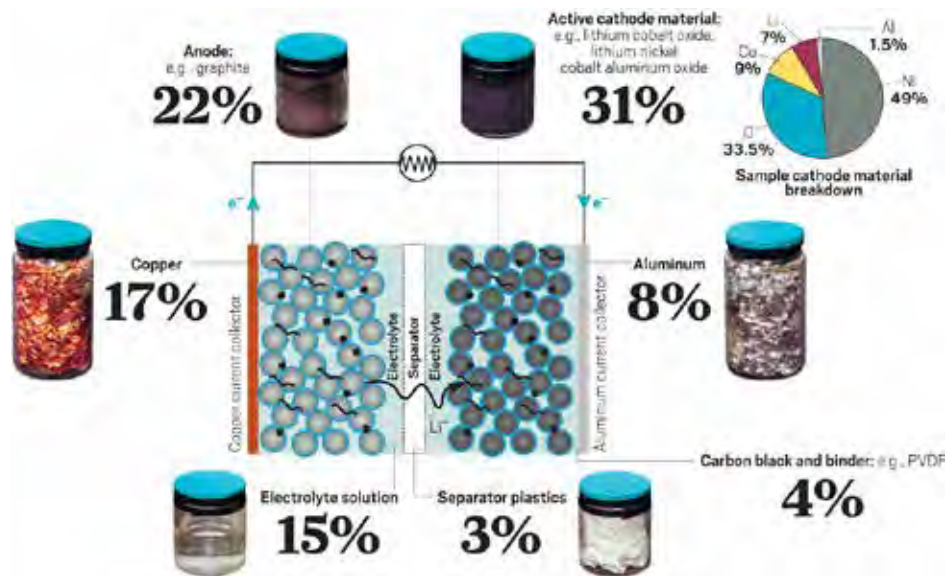
Ladattavat akut perustuvat kaikki litiumkatodiin erilaisilla seosaineilla. Seosaineilla voidaan painottaa akun erilaisia ominaisuuksia; esim. suuren lataustehon kesto, pitkä elinikää jne. Kobolttia pyritään korvaamaan muilla seosaineilla. Laturin kannalta akkukemialla ei ole merkitystä.

Eri automerkkien välillä on eroja lataustehon ja akun latausasteen välisessä riippuvuudessa. Joissakin malleissa latausteho laskee ja toisissa taas nousee akun varausasteen kasvaessa. Busseissa ja työkoneissa latausteho yleensä pysyy lähes vakiona varausasteen kasvaessa (kuva 3). Henkilöautoilla akun varausasteen kasvaessa, lämpötila ja ympäristöolosuhteet vaikuttavat latausnopeuteen ja ilmoitettuja lataustehoja saavutetaan harvoin, talvela tuskin koskaan. Busseilla ja työkoneilla vastaava olosuhteriippuvuus on pienempi.

Tulevaisuudessa lataustehot kasvavat edelleen; henkilöautoilla yleisestä 50 kW:n lataustehosta siirrytään jopa 150 kW:n tehoihin. Monen latauspisteen keskittymät yleistyvät ja suurilla latausvarikoilla, joissa esim. busseja ladataan yöaikaan, puhutaan

**TULEVAISUUDESSA
LATAUSTEHOT KASVAVAT
EDELLEEN; HENKILÖAUTOILLA
YLEISESTÄ 50 KW:N
LATAUSTEHOSTA SIIRRYTÄÄN
JOPA 150 KW:N TEHOIHIN.**

Batteries are a complex mixture of materials



Source: Argonne National Laboratory

Kuva 4. Litium-ioniakun sisältämät materiaalit ja niiden osuudet

jopa useiden megawattien yhteenlasketuista kokonaistehoista. ChaDeMo-latausmenetelmä on katoamassa Euroopan automalleista.

Kaivosalan standardisointi lisääntyy
Kahvitaun jälkeen METSTA:n Ville Saloranta kertoi kaivosalan standardisointitoiminnasta. METSTA eli Metalliteollisuuden standardisointiyhdistys ry aloitti toimintansa vuoden 2007 alussa. Sen edeltäjät ovat tehneet metalliteollisuuden standardisointia jo yli 70 vuotta. METSTA vastaa seitsemän henkilön voimin teknologiateollisuuden (sähkö- ja tietotekniikka poisluettuna) kansallisesta standardisoinnista sekä ISO- ja CEN-työn kansallisesta koordinoinnista.

ISO laatii maailmanlaajuisia ISO-standardia, CEN taas laatii eurooppalaisia EN-standardia ja vahvistaa eräitä ISO-standardia EN-ISO-standardieiksi. SFS puolestaan vahvistaa EN-standardit kansallisiksi SFS-EN-standardieiksi ja julkaisee myös suomalaisia SFS-standardia. Suomessa standardisointivastuu on hajautettu niin, että jokainen toimiala vastaa omista standardeistaan.

Kaivosalalla on useita ISO- ja CEN-järjestöjen teknisiä komiteoita, jotka laativat standardiehdotuksia esim. kaivoksille, niiden sulkemiselle ja maisemoinnille, automatisoiduille kaivosjärjestelmille, kaivuskoneiden ja laitteiden turvallisuudelle, malmeille, mineraaleille ja metalleille sekä kaivosten räjähdysturvallisuudelle. Ville Saloranta kävi esi-

tyksessään lyhyesti läpi näihin aloihin liittyviä joko valmiita tai valmisteilla olevia standardeja ja niiden sisältämiä asioita.

Kaivosalan standardisointiin voi osallistua liittymällä METSTA:n kansallisiin komiteoihin, joissa voi joko osallistua aktiivisesti toimintaan tai seurata tulevia muutoksia. Kansallisia komiteoita on tällä hetkellä kolme: K151 Rakennus- ja kaivuskoneet, K183 Rikasteet ja harvinaiset maametallit ja K305 Räjähdyksenvaaralliset tilat, ATEX, ja jokainen niistä seuraa alueeseensa kuuluvien ISO ja CEN teknisten komiteoiden työtä. METSTA:n asiantuntijoilta saa tarvittaessa apua standardisointiin liittyvissä kysymyksissä ja ongelmissa.

Kierrätysraaka-aineet akkumateriaaleiksi

Fortum Battery Solutions-yksikön Concept and technology development manager **Dr Pasi Kauppinen** esitteli ensin Fortumin, jolla on toimintaa yli 40 maassa ja palveluksessaan maailmanlaajuisesti 19 000 asiantuntijaa. Fortum on Euroopan kolmanneksi suurin CO₂-vapaaan sähkön tuottaja ja edelläkävijä kierrätystaloudessa.

Sähköinen liikkuminen on ainoa tapa saavuttaa EU:n asettamat tavoitteet liikenteen CO₂-päästöjen vähentämisessä. Tämä merkitsee sitä, että litiumioniakkujen tuotannosta tulee merkittävä teollisuuden ala seuraavien kymmenen vuoden kuluessa.

Akkuarvoketjun volyymin ennustetaan kahdeksankertaistuvan vuodesta 2018 vuoteen 2030 mennessä ja sähköautojen markkinan ennustetaan 31-kertaistuvan vuosien 2020 ja 2040 välillä. Euroopan akkutuotannon arvioidaan 2,5-kertaistuvan vuoteen 2030 mennessä.

Kaikki tämä merkitsee sitä, että sekä primääristen akkumetallien tuotannon että akkujen kierrätyksen tulee kasvaa hyvin voimakkaasti tulevina vuosina. EU:n parlamentille ja komissiolle tehdyssä ehdotuksessa esitetään, että 90 % mobility-alueella käytetystä kuparista, koboltista ja nikkelistä ja 35 % litiumista tulisi saada kierrätetyksi vuoteen 2026 mennessä. Ajoneuvo- ja teollisuusakulta tullaan vaatimaan hiilijalanjälkiselvitys ja akkujen tuotannossa tulisi vuonna 2035 käyttää 20 % kierrätettyä sekundaarista koboltia ja 12 % nikkeliä.

Lisäksi on otettava huomioon, että ajoneuvoakut tulevat kierrätykseen varsin hitaasti; ajoneuvokäytön jälkeen niiden käyttö mm. energiavarastoina jatkaa elinikää entisestään. Kaikkiaan on arvioitu, että parhaimmillaankin kierrätys voi tuottaa vain 10 % akkujen tuotannossa tarvittavista raaka-aineista. Primäärituotannon lisäksi uusia raaka-ainelähteitä voidaan löytää mm. teollisuuden sivuvirroista, käytetyistä katalyyteista, käytetyistä akuista sekä ns. off-spec katodimateriaaleista, jotka eivät ilman lisäkasittelyä täytä asetettuja vaatimuksia.

Akun sisältämien materiaalien kirjo on hyvin laaja (kuva 4). Li-ioniakkujen kierrätys alkaa varauksen purkamisella. Samassa yhteydessä arvioidaan akun kelpoisuus energiavarastona toimimiseen ja kelvolliset ohjataan tähän käyttöön. Kierrätykseen tulevat akut puretaan muiden kuin varsinaisten akkumetallien ja muoviosien saamiseksi erilleen. Seuraavassa mekaanisessa käsittelyvaiheessa akkukennot murskataan ja syntyvästä ns. mustasta massasta erotellaan mekaanisesti eri metallit erilleen. Viimeisenä vaiheena on varsinaisten akkumetallien hydrometallurginen käsittely, jossa eri akkumetallit (Ni, Co, Mn ja Li) erotellaan toisistaan ja muutetaan akkutuotannossa käytettäviksi yhdisteiksi.

Suomi haluaa olla kestävien akkumateriaalien johtava tuottaja ja vähentää riippuvuutta aasialaisista, afrikkalaisista ja venäläisistä mineraaleista. Fortumilla on jo lähes valmiina vahva arvoketju litium-ioniakkujen kierrätykseen. Ikaalisten yksikössä tehdään akkujen mekaaniset käsittelyvaiheet ja Harjavallan yksikössä varsinaisten akkumetallien hydrometallurginen kierrätys, jossa Ni, Co ja Mn muutetaan sulfaateikseen. Litiumille on tulossa oma prosessi. Arvoketjussa pystytään käsittelemään 80-90 % kierrätykseen tulevista akuista.

Jatkuvan tutkimus- ja kehitystyön tavoitteena on pysyä jatkuvasti BAT-teknologioiden tason yläpuolella ja taata henkilöstön ja ympäristön kannalta turvallisen, matalan CO₂-tason ja tehokkuudeltaan ylivoimaisen sekä läpinäkyvän kierrätysprosessin toiminta. Akkujen käyttöä pidetään edistetään digitaalisten ratkaisujen ja akkujen uusioikäytön tutkimuksella.

Prosessimallintamisen ja LCA-arvioinnin yhdistämisellä todellista kestävyttä

Aalto-yliopiston professori **Mari Lundström** kertoi esityksessään akkumetallien kierrätyksestä ja ympäristövaikutusten arvioinnista. EU:n päätös puolittaa CO₂-päästöt Pariisin sopimuksen mukaisesti merkitsee metallien tuotannon voimakasta lisääntymistarvetta. Toisaalta hiljattain valmistunut kansallinen akkustrategia edellyttää akkumetallien kierrätyksen voimakasta kasvua.

Suomalainen tutkimusekosysteemi akkumetallien kierrätyksen edistämiseksi on ollut käynnissä vuodesta 2019 lähtien. Mukana akkumetallien elinkaaren kaikki vaiheet kattavassa nelivuotisessa hankkeessa on yhdeksän suuryritystä, 14 pien- ja keskisuurta yritystä, kaksi kaupunkia, neljä yliopistoa ja kaksi tutkimuslaitosta. Hankkeen kokonaisbudjetti on 22 miljoonaa euroa.

Kierrätyksen nykytilanne on se, että litiumin ja harvinaisten maametallien kierrätys on kaikkein vähäisintä, joskin litiumin kohdalla paranemista on tapahtumassa. Toistaiseksi kierrätykseen käytetään enimmäkseen perinteistä sulattoreittia, mutta hydrometallurgiset menetelmät ovat tulossa vahvasti mukaan. Ne mahdollistavat ns. aktiivimateriaalien (Co, Ni, Li ja Mn) tehokkaan talteenoton, kun sulattoreitilla saadaan hyvin talteen vain Co ja Ni. Aktiivimateriaalien hydrometallurgia vaatii pelkistimien ja muiden metallisten materiaalien (Cu, Al ja Fe) taas hapettimien käyttöä liuotusprosessissa.

Muiden akkujen sisältämien materiaalien (katodin sideaineet, anodin grafiitti, huokoisten kalvojen polymeerit, elektrolyttisuolat ja niiden fluori, orgaaniset liuottimet sekä muista akkutyypeistä tulevat kontaminaatioaineet) voidaan erotella ja saada talteen kierrätysprosessien eri vaiheissa. Grafiitti sekä elektrolyytit ja niiden suolat on mahdollista saada erotelluksi esikäsitelyssä.

Sulattokäsittelyssä orgaaniset aineosat poltetaan turvallisesti ja fluorin talteenotto savukaasujen puhdistuksen yhteydessä on mahdollista. Hydrometallurgisessa kierrätyksessä menetetään myös orgaaniset aineosat ja liuotusjätteeseen tai liuokseen jäänyt fluori voi aiheuttaa riskejä. Grafiitin erottamista liuotusjätteestä tutkitaan parhaillaan.

Kierrätysprosessien parantamisessa tulevaisuuden tavoitteita ja tämän päivän tutkimuskohteita ovat akkujen jäännösenergian talteenotto, päämetallien (Cu, Co ja Ni) talteenoton tehostaminen, tällä hetkellä vähän hyödynnettyjen kierrätysmetallien (Li, Mn, Al ja harvinaiset maametallit) sekä muiden materiaalien (grafiitti, fluoriyhdisteet ja polymeerit) tehokas talteenotto ja kierrätysprosessien turvallisuus.

Kierrätysprosessien hiilijalanjälki halutaan myös saada mahdollisimman alhaiseksi, sillä pelkkä kierrätys ei sellaisenaan takaa prosessien ekologista kestävyttä. Tähän tavoitteeseen pyritään kierrätysprosessien mallintamisen ja LCA-analyysin yhdistä-

**KIERRÄTYSPROSESSIN
HIILIJALANJÄLKI
HALUTAAN MYÖS SAADA
MAHDOLLISIMMAN
ALHAISEKSI, SILLÄ PELKKÄ
KIERRÄTYS EI SELLAISENAAN
TAKAA PROSESSIN
EKOLOGISTA KESTÄVYYTTÄ.**

misen kautta. Primäärimetalleista ja niiden prosessoinnista on olemassa paljon tähän soveltuvaa dataa, mutta kierrätysprosesseista ja -metalleista ei sellaista ole. Sen määrittäminen kokeellisen työn kautta on tämän hetken tutkimuksen keskeisimpiä kohteita.

Kun kierrätykseen kuuluvat yksikköprosessit on saatu mallinnetuiksi, voidaan niistä koota koko kierrätysprosessin malli. Mallin avulla voidaan määrittää prosessin massa- ja energiataseet, materiaalivirrat, esiintyvät yhdisteet, jätevirtojen koostumukset jne. ja optimoida prosessin toiminta. Optimoidun mallin avulla voidaan tehdä erilaisia herkkyyso- ja skenaario- ja epävarmuusanalyysyjä. Syöttämällä optimoidulla mallilla saatuja tuloksia LCA-laskentaohjelmiin voidaan esim. määrittää kierrätysprosessin hiilijalanjälki ja verrata sitä vastaavan primäärimateriaalituotannon hiilijalanjälkeen.

Esimerkkinä Mari Lundström esitti prosessin, jossa NiMH-akkujätettä käytetään Li-ioni(LiB)-akkujätteen pelkistimenä rikkihappopohjaisessa hydrometallurgisessa kierrätysprosessissa. Prosessin syötteenä käytettiin NiMH- ja LiB-jätteen seosta suhteessa 0,75:1 eikä muita pelkistimiä lisätty. Prosessin saannoksi saatiin yli 90 % harvinaisten maametallien ja mangaanin, nikkelin sekä kobolttin kohdalla ja yli 85 % litiumin kohdalla, mutta siinä menetetttiin grafiitti ja elektrolyytti.

Ympäristövaikutusten laskennassa määritettiin eri tavoitekomponenttien saanto yhtä syötekiloa kohti ja verrattiin keskenään kierrätysprosessia sekä samat materiaalmäärät tuottaneita primääriprosesseja. Primäärituotantoon verrattuna kierrätysprosessi pienensi ilmaston lämpenemispotentiaalia (Global Warming Potential GWP) 36 %, happamointipotentiaalia 90 %, fosforipäästöjä vesistöihin 77 % ja myrkyllisiä päästöjä 80 %. Saavutetut vähennykset johtuvat pääasiassa primäärinikkelin ja kobolttin tuotannon suuresta ympäristöjalanjäljestä.

Lopuksi Mari Lundström tarkasteli prosessimallintamisen ja LCA-analyysin yhdistämisen liittyviä epävarmuustekijöitä. Johtopäätöksissään hän totesi näiden kahden menetelmän yhdistämisen olevan hyödyllinen työkalu sekä metallurgisten prosessien ympäristövaikutusten minimoinnissa että teknisen suorituskyvyn optimoinnissa.

Kriittisten akkumateriaalien standardisointi ajankohtainen

METSTAN asiantuntija **Frans Nilsen** totesi esityksessään, että Suomen hajautetussa toimintamallissa standardisointivastuu on jaettu kymmenelle SFS:n alaiselle toimiala-

yhteisölle, joista METSTA on yksi. Se vastaa kone- ja metallituoteteollisuuden, metallien jalostuksen, talotekniikan ja energianhallinnan standardisoinnista. Standardit hän määritteli yhteisesti sovituiksi toimintatavoiksi, joiden käyttö lisää turvallisuutta sekä toiminnan ekologisuutta ja taloudellisuutta. Hän kuvasi lyhyesti myös standardien laatijatahot sekä laatimisprosessin.

Litiumin ja harvinaisten maametallien tuotanto on noussut poliittiseksi kysymykseksi akkujen ja elektroniikan kysynnän kasvassa. Kiina on havainnut standardisoinnin hyödyllisyyden kauppapolitiikassa ja pyrkii myös tätä kautta vahvistamaan teollisuutensa asemaa ja kilpailukykyä globaaleilla markkinoilla. Kiinan aloitteesta litiumin standardisointi eriytettiin vuonna 2020 omaksi komiteakseen Ranskan hallinnoimasta kevytmetallikomiteasta ja Kiina sai muodostetun uuden teknisen komitean (ISO/TC 333) sihteeristön hallintaansa. Siten Kiina kontrolloi tällä hetkellä sekä harvinaisten maametallien että litiumin standardisointikomiteoita.

Vastahdotuksena USA ja Australia esittivät uudenlaisen Kriittisten mineraalien

strategisen neuvontakomitean perustamista. Se toimisi horisontaalisena hallinnollisena ja neuvovana elimenä 12 eri komitealle, joiden työtä kriittiset mineraalit koskettavat. Esitys meni läpi ja tällä hetkellä kiinnostuneet maat voivat ilmoittautua mukaan komitean työhön. Suomella olisi puolueettomana neuvottelijana vahva mahdollisuus vaikuttaa tätä kautta kriittisten mineraalien standardisointityöhön.

Koska kaivosteollisuuden tukeminen Euroopassa on poliittisesti vaikea asia, on EU:n työ toistaiseksi keskittynyt lähinnä kriittisten mineraalien tuonnin helpottamiseen Afrikasta. Useat eri Euroopan maat ovat kuitenkin heränneet kriittisten materiaalien tärkeyteen ja standardisoinnin merkitykseen. Ne ovat perustaneet omia kansallisia komiteoitaan, jotka seuraavat ISO/TC 333:n työtä ja pyrkivät vahvojen yhteistyöverkostojen syntymiseen ISO/TC 333:n sisällä.

Tällä hetkellä harvinaisten maametallien standardit (ISO/TC 298) ovat valmistumassa ja litiumin standardisointikomitean strateginen työsuunnitelma on tulossa äänestykseen. Standardisoinnin pääkohteita ovat tuotanto,

kierrätettävyys ja jäljitettävyys. Riskinä on se, että Kiinan hallinnoimissa komiteoissa pyritään työn pohjana käyttämään Kiinan kansallisia standardeja, jotka eivät täytä kansainvälisiä tai eurooppalaisia laatuvaatimuksia.

Tämän vuoksi Euroopan tulisi perustaa CENiin oma litiumiin keskittyvä komitea, jonka kautta alalle voitaisiin luoda vahvat eurooppalaisten yritysten toimintaa ja lainsäädäntöä tukevat EN-standardit. Ne muodostaisivat myös turvaverkon sääntelyn ja valvonnan kannalta heikompia ISO-standardeja vastaan. Toistaiseksi yksikään CENin jäsenmaa ei ole tehnyt aloitetta tällaisen vastinkomitean perustamiseksi.

Päätössanat

Webinaarin päätössanoissaan Erkki Kiiski totesi, että akkumateriaalien kierrätettävyys jätteiden välttämisen ohella on nousemassa avainasemaan alan kestävän kehityksen taakajina. Myös lainsäädäntö on etenemässä ripeästi tällä alalla. Lopuksi hän toivotti osallistujat tervetulleiksi viikon päästä pidettävään webinaarin toiseen osioon. ▲



Rock Physics Finland

Luotettavia petrofysiikan mittauksia modernilla laitteistolla

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

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

Kestävä sähköinen tulevaisuus

ASM Finland ry:n webinaarit 13.4. ja 20.4.2021

Kestävää tulevaisuutta rakentamassa 20.4.2021

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

ASM Finlandin kaksiosaisen webinaarin toinen osa järjestettiin tiistaina 20.4.2021. Tässä webinaarissa keskityttiin kestäväan tuotantoon ja kiertotalouteen. Esityksissä etsittiin myös uusia energian lähteitä, tutkittiin mahdollisuuksia kineettisten energiavarojen hyödyntämiseen ja tarkasteltiin kestäväan kehityksen arviointia ja johtamista.

Webinaarin avannut ASM Finland ry:n hallituksen puheenjohtaja **Erkki Kiiski** totesi, että alan kansainvälinen kattojärjestö ASM International on saavuttanut 108 vuoden iän. Sen suomalainen chapter ASM Finland ry on puolestaan ollut toiminnassa 34 vuotta. Yhtenä toiminnan muotona on kahdesti vuodessa pidettävien seminaarien/webinaarien järjestäminen.

Kestävää valmistusta Suomessa

Business Finlandin (BF) ohjelmajohtajat **Toni Mattila** ja **Marika Ollaranta** esittelivät kaksi käynnissä olevaa BF:n ja yritysten rahoittamaa tutkimus- ja kehitysohjelmaa.

Toni Mattilan johtama Sustainable Manufacturing in Finland -ohjelma on käynnistetty vuonna 2020. Valmistava teollisuus tuottaa 28 % Suomen bruttokansantuotteesta, työllistää 30 % työvoimasta ja kattaa 51 % maamme viennistä. Nelivuotisen ohjelman

tavoitteena on turvata tuotteita kestävästi valmistavan teollisuuden säilyminen omassa maassa mm. tuottavuuden ja kilpailukyyn kasvattamisen kautta.

Taloudellisen ja ympäristöllisen kestävyden saavuttaminen edellyttää muutosta liiketoiminnan käytänteissä, mutta se tarjoaa myös runsaasti uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Oman tuotannon hiilijalanjälkeä on pienennettävä mm. lisäämällä energia- ja materiaalitehokkuutta sekä kierrätystä ja vähentämällä päästöjä. Hiilikädenjälkeä eli tuotteita ja palveluja, joiden avulla asiakkaat pystyvät pienentämään omaa hiilijalanjälkeään, on taas pyrittävä kasvattamaan.

Tuottavuus on kansallisen taloutemme keskeisiä haasteita, varsinkin valmistavassa teollisuudessa. Liiketoiminnan ympäristöllisen eheyden ja taloudellisen kannattavuuden tulee käydä käsi kädessä ja lisäarvon luominen kestävästi tarjoaa mahdollisuuden kansainvälisen kilpailukyyn rakentamiseen.

TARGET MARKETS



Kuva 1. Sustainable Manufacturing in Finland -ohjelman kohdemarkkinat.



Kuva 2. BioCircular-ohjelman kansainvälisen toiminnan jalanjälki

Sustainable Manufacturing on ekologian, ekonomian ja resilienssin muodostama kokonaisuus. Resilienssillä tarkoitetaan hyvää kykyä sopeutua odottamattomiin muutoksiin ja toipua niiden seurauksista. Sen saavuttaminen edellyttää etukäteen tapahtuvaa huolellista hahmottamista, suunnittelua ja toteuttamista. On oltava valmistautunut, valmis toimimaan ja rakennettava avainasiakkaiden, yhteistyökumppanien, rahoittajien ja työntekijöiden luottamus hyvissä ajoin ennen kriisin puhkeamista.

On luotava sekä lyhyen tähtäimen toimintaohjelma kysynnän ja tarjonnan sopeuttamiseksi ja asiakkuuksien ja kumppanuuksien hallitsemiseksi että pitkän tähtäyksen strategisen kehittämisen suunnitelmat. Sustainable Manufacturing -ohjelma pyrkii tuomaan näitä elementtejä suomalaisten yritysten liiketoimintaan. Kohderyhminä ovat kone- ja laiterakennusteollisuus, elektroniikka- ja fotonikkateollisuus sekä älykäs valmistaminen ja tulevaisuuden tehtaisiin tähtäävät ratkaisut.

Ohjelma muodostaa kehyksen uusiin markkinoihin ja liiketoimintamahdollisuuksiin tähtäävälle tutkimukselle, kehitykselle ja innovaatioille. Kohdemarkkinat jakautuvat kuvan 1 osoittamalla tavalla vientiteollisuuden, innovaatioiden ja investointien kesken. Ohjelma on tarkoitettu sekä pienille ja keski-

suurille että suuryrityksille, tutkimuslaitoksille, yliopistoille ja ulkomaisille yrityksille, joita halutaan liittää suomalaisen innovaatioekosysteemiin.

Ohjelmajohtaja Marika Ollaranta esitteli Business Finlandin BioCircular-ohjelman. Lähtökohtana on se, että nykyisellä vauhdilla maapallon kantokyky ylitetään 2,5-4 -kertaisesti. Tästä seuraavat muutostavoitteet, joiden mukaan CO₂-päästöissä tarvitaan 80 %:n ja kulutuksessa 20 %:n vähennys vuoteen 2050 mennessä. Osatekijöinä näiden tavoitteiden saavuttamisessa ovat mm. kiertotalous ja tuotteiden valmistaminen mahdollisimman lähellä kuluttajia. Oman osaamisen ja identiteetin ylläpito on tässä tärkeää.

Ohjelman visiona on, että Suomi on tienäyttäjänä globaalien haasteiden ratkaisuisa ja että suomalaisia bio- ja kiertotalousratkaisuja käytetään globaalisti. Tavoitteena on kehittää kilpailukykyisiä suomalaisia bio- ja kiertotalousratkaisuja ja ekosysteemejä globaalien ilmasto-ongelmien ratkaisemiseksi. Suomalaisten ratkaisujen, verkostojen ja asiantuntemuksen tulee vastata kysyntään ja esille tuleviin mahdollisuuksiin kansainvälisillä markkinoilla.

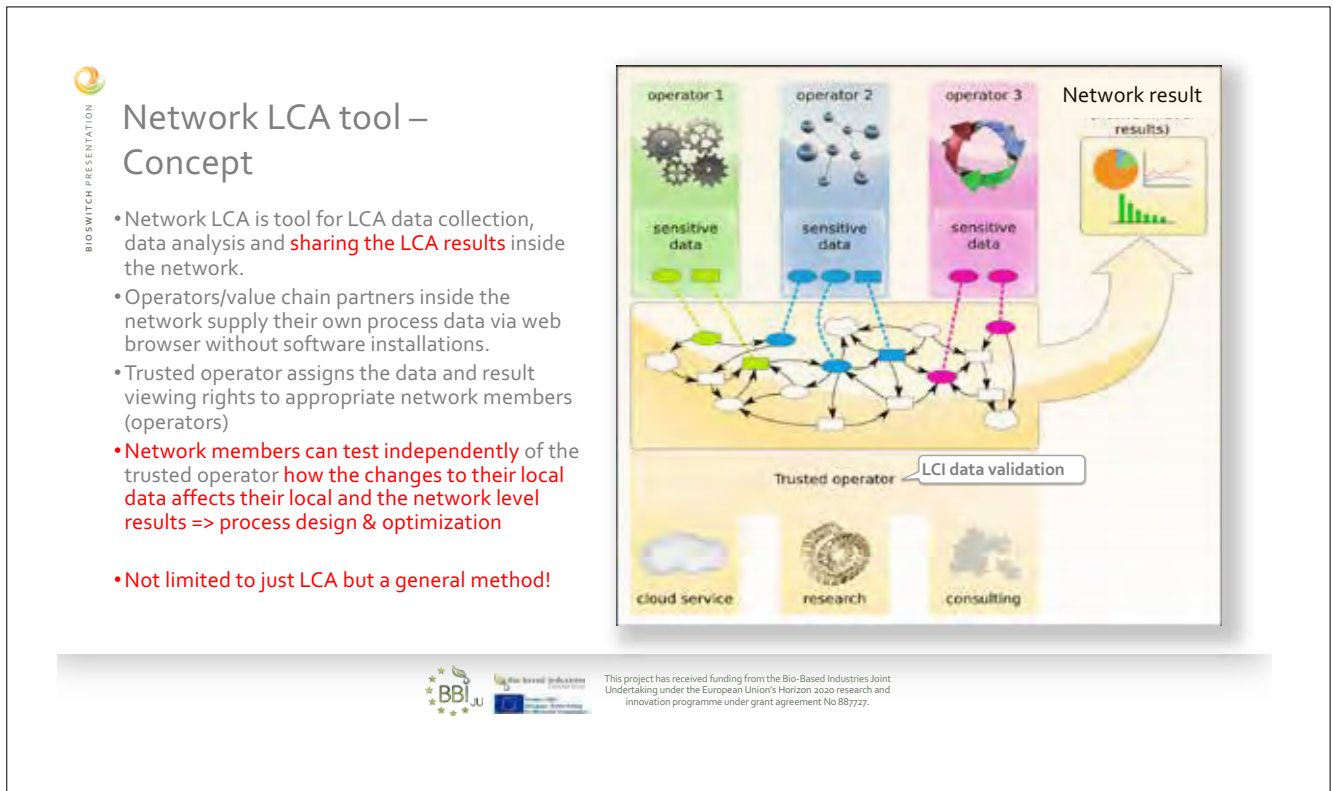
Ohjelman teemoina ovat biopohjaiset ja kiertotalousratkaisut, rakennussektori, tekstiilit ja pakkaukset sekä arvon tuottaminen jätteestä. Ristiinleikkaavina ajureina ovat li-

säarvoa tuottavat uudet liiketoimintamallit ja arvoketjut, kestävyys, jäljitettävyyys sekä ilmastoälykäs ja hiilitasapainotettu liiketoiminta. Materiaalitarjonnassa ovat mukana mm. muoveja korvaavat biopohjaiset materiaalit, tekstiilit ja pakkaukset sekä maatalouden kierrätettävät ravinteet.

Vuonna 2018 käynnistyneessä nelivuotisessa ohjelmassa on vuonna 2021 mukana 150 yritystä vientisektorilla ja 145 yritystä innovaatioprojekteissa. Kaikkiaan ohjelmassa on rahoitettu 215 erilaista projektia ja suunnitellusta 150 M€:n rahoituksesta on käytetty 115 M€. Liiketoimintaekosysteemejä on rakennettu mm. kestävien tekstiilien, pakkausten, biomuovien ja muovien kierrätyksen, biopohjaisten ratkaisujen sekä kiertotalouden lisäarvovirtojen alueille.

Ohjelman kansainvälisen toiminnan jalanjälki, strategiset maat, vientimaat sekä kiertotalouden kehittämisalueet vuonna 2021 on esitetty kuvassa 2. Vientitoimintojen painopiste on EU-alueella, mutta toimintaa on lähes kaikilla mantereilla.

Kiertotalouden edistäminen Norjassa
 Projektijohtaja **Gunnar Kulla**, Eyde Cluster, Norja kertoi esityksessään ”Promoting circular economy solutions in Norwegian Process Industry” Norjan prosessiteollisuutta koskevasta kansallisesta strategiasta Prosess 21.



Kuva 3. Verkoston LCA-arviointityökalun konsepti.

Norjan prosessiteollisuus käsittää kemikaalien, primäärialumiinin ja muiden metallurgisten tuotteiden valmistuksen, selluloosa- ja paperiteollisuuden sekä sementin valmistuksen. Se tuottaa 18 % Norjan tuoteviennistä, käyttää vuositasolla noin 42 TWh uusiutuvaa energiaa eli kolmanneksen Norjan tuotannosta ja tuottaa 20 % (12 Mt) Norjan kasvihuonekaasupäästöistä. Tuotantolaitoksia on sijoittunut pohjoisinta neljänestä lukuun ottamatta koko Norjan valtakunnan pituudelle.

Strategian valmisteluun on tähän mennessä osallistunut yli 1200 henkilöä yli 300 organisaatiosta. Yksityisten yritysten henkilötyöntunteja on kertynyt yli 20 000 ja yliopistojen sekä julkishallinnon henkilötyöntunteja on prosessiin panostettu yli 7 500.

Prosessi 21 -strategian tavoitteena on laatia tiekartta, jonka avulla Norjan prosessiteollisuus voi minimoida päästönsä vuoteen 2050 mennessä. Samalla tavoitteena on turvata yrityksille mahdollisuus kestävään kasvuun tällä aikavälillä. Tiekartassa on neljä pääfokusaluetta: kiertotalous ja prosessikehitys, nollapäästöinen sähkö ja muu energia tuottajilta, hiilen talteenotto ja varastointi tai uusiokäyttö sekä uudet fossiiliton prosessit ja teknologiat.

Strategian valmistelun keskeisenä hankkeena on Norjan prosessiteollisuuden sivu-

virtojen kartoitus. Tavoitteena on määrittää sivuvirtojen volyymit, kemialliset pääkomponentit ja mahdolliset vaaralliset jätteet. Tulosten perusteella toivotaan löydettävän uusia markkinoita ja arvoketjuja toistaiseksi hyödyntämättömille sivuvirroille. Samalla pyritään vähentämään vaarallisten jätteiden määrää ja varastointia. Kartoituksella tuetaan Norjan kansallisen kiertotalousstrategian kehitystyötä.

Vuoden 2020 jälkimmäisellä puoliskolla on saatu olemassa olevat sivuvirrat kartoitetuiksi. Yhteensä 54 yrityksen 245 sivuvirtaa yhteisvolyymitaan 10 Mt/a on käyty läpi ja tuloksista on koottu monipuolisesti hyödynnettävissä oleva tietokanta. Vuoden 2021 ensimmäisellä puoliskolla kehitetään uusia malleja ja suunnitellaan arvoketjuja näiden sivuvirtojen resurssitehokkaammaksi hyödyntämiseksi. Työ tehdään avoimissa innovaatioprosesseissa ja asiantuntijatyöpajoissa. Viimeisenä vaiheena on tehtyjen suunnitelmien täytäntöönpanovaihe sekä saatavien tulosten seuranta ja raportointi.

Verkostojen LCA-analyysi ja kiertotalouspohjainen suunnittelu

Senior Scientist **Sami Majaniemi**, VTT, tarkasteli esityksessään VTT:n kehittämiä työkaluja kiertotalouteen siirtymistä varten. Kiertotalous torjuu suunnittelun kautta

jätteiden ja saasteiden muodostumista, pitää materiaalit ja tuotteet käytössä ja luonnolliset systeemit toiminnassa. Avainasemassa on suunnittelu: lähes kaikki toiminnot joudutaan suunnittelemaan uudelleen kiertotalouden periaatteiden noudattamiseksi. Suunnittelun tulee tähdätä jätteiden torjumiseen, kierrätysmateriaalien käyttöön, tuotteiden eliniän kasvattamiseen, arvon säilyttävään kierrätykseen, optimoituihin ja turvallisiin materiaalitratkaisuihin sekä kiertotalouspohjaisiin liiketoimintamalleihin.

VTT:n kehittämässä kiertotalouspohjaisen suunnittelun mallintamiskonseptissa on luotu alusta, jossa toimeksiantoon liittyvään dataan perustuen luodaan kiertotalouspohjaisen integroidun suunnittelun malleja. Yhdistämällä näihin malleihin toimeksiantoon liittyviä vaatimuksia ja skenaarioita saadaan luoduksi erilaisista osakokonaisuuksista koostuvia asiakaskeskeisiä liiketoimintamalleja.

Kiertotalouspohjaisen integroidun suunnittelun mallit rakennetaan perustuen olemassa oleviin vaikutusten arviointityökaluihin (LCC, LCA, SLCA) sekä laskennallisiin materiaalisuunnittelumalleihin ja järjestelmädynamiikan simulointiympäristöön. VTT ja Lappeenrannan teknillinen yliopisto ovat kehittäneet mm. standardisoituihin työkaluihin perustuvan hiilikädenjäljen määrit-

tämismenettelyn. VTT Modelling Factory on alusta, jonka kautta voidaan jakaa kehitettyjä kiertotalouden malleja.

Kehitetyllä työkalupaketilla voidaan tukea kaikkea standardisoitua toimintaa; hiilijalanjäljen määrittystä, LCC- ja LCA-analyysyjä jne. Lisäksi voidaan tehdä hiilikädenjäljen määrittystä, arvovirtojen kartoitusta ja malhintamista.

Sulca on VTT:n LCA-analyysien laskentamoottori, jonka avulla voidaan määrittää tuotteen koko arvoketjun tai erilaisten yhteistyöverkostojen kädenjälki (arvoketjun tai verkoston LCA-toimivuus ja positiiviset vaikutukset). Verkoston LCA-arviointityökäslun konsepti on esitetty kuvassa 3.

Luotettava operaattori luo järjestelmän, johon osallistujat voivat syöttää oman toimintansa dataa ja josta he saavat verkoston sekä omaa toiminta-alueitaan koskevat tulokset. Näin he voivat tutkia omassa toiminnassaan tapahtuvien muutosten vaikutusta koko verkoston käyttäytymiseen. Kokonaisuus kaikkine osatuloiksineen on vain luotettavan operaattorin nähtävillä.

Valmet Oy ja kestävä kehitys

Head of sustainability **Laura Puustjärvi**, Valmet Oy, kertoi aluksi Valmetista yrityksenä. Valmetilla on markkinoiden laajin tarjonta, joka yhdistää prosessiteknikat, palvelut ja automaation. Vuonna 2020 Valmet investoi 75 M€ tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Yritys on joko markkinajohtaja tai sijoilla 1-3 kaikilla edustamillaan toimialoilla. Globaalisti sillä on noin 100 palvelukeskusta, 43 tuotantoyksikköä, 16 R&D-keskusta ja 14 000 työntekijää ja toimihenkilöä.

Yritys on myös johtavassa asemassa kestävä kehityksen alueella; se on ollut seitsemän peräkkäistä vuotta Dow Jones Sustainability Indexissä ja neljä peräkkäistä vuotta Ethibel Sustainability Index Europessa. Valmet sai A-luokituksen CDP:n ilmasto-ohjelmassa ja Supplier Engagement Leaderboardissa vuonna 2020. Vuonna 2021 Valmet palkittiin S&P Globalin Bronze Class Sustainability Awardilla.

Valmet on tunnistanut kolme megatrendiä, joita se seuraa tarkasti strategisia valintoja tehdessään: resurssitehokas ja puhdas maailma, digitalisaatio ja uudet teknologiat sekä kaupungistuvat, vastuulliset ja globaalit kuluttajat. Vuonna 2020 92 % Valmetin toimittajista on kartoitettu kestävyysriskien osalta, työturvallisuudessa on saatu 32 %:n parannus ja voittoa tuottamattomien organisaatioiden tuki on lisääntynyt 87 %. Hiilidioksidi-intensiteetti on alentunut kahdella prosentilla.

VALTAOSA ELI 95 % HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖJEN PIENENEMISESTÄ ON SAAVUTETTAVISSA ASIAKKAIDEN KÄYTTÄMILLÄ VALMETIN TEKNOLOGIOILLA.

Kestävyteen Valmetilla on 360° tulokulma, joka kattaa kaikki kestävä toiminnan osatekijät. Tulokulma tukee kasvua, kustannustehokkuutta ja riskien minimointia ja niiden kautta myös yrityksen taloudellisia tavoitteita ja kasvua.

Ilmaston muutoksen ja globaalin lämpenemisen torjuminen vauhdittavat yritysten toimenpiteitä hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Valmetin uusi ilmasto-ohjelma Forward to a carbon neutral future tavoittelee kompensatioista eroon pääsemistä hiilineutraaliuden saavuttamisessa ja yritys näkee teknologian keskeisimpänä keinona näiden tavoitteiden saavuttamisessa.

Ohjelmaan sisältyvät kunnianhimoiset hiilidioksidipäästöjen pienentämistavoitteet koko arvoketjussa sisältäen toimitusketjut, omat operatiot sekä Valmetin teknologioiden käytön asiakkaiden toiminnassa. Valtaosa eli 95 % hiilidioksidipäästöjen pienentämisestä on saavutettavissa asiakkaiden käyttämällä Valmetin teknologioilla. Toimitusketjuissa pienentämisestä voidaan saavuttaa noin 4 % ja Valmetin omaan toimintaan liittyen noin prosentin verran.

Vuoteen 2030 mennessä ohjelmalla tavoitellaan 20 % pienentämistä toimitusketjujen hiilidioksidipäästöissä, 80 %:n laskua Valmetin oman toiminnan CO₂-päästöissä ja 20 %:n pienentämistä Valmetin teknologioiden käyttövaiheen päästöissä. Lopullisena tavoitteena on 100 % hiilineutraali toiminta.

Valmetin rooli kiertotaloudessa sisältää resurssitehokkuuden parantamisen ja optimoinnin, joustavan energiatuotannon, kemikaalien ja energian talteenoton, uudelleen käytön ja käyttökohteiden muutokset mahdollistavan suunnittelun, huollon sekä tuotantoteknologian modernisoinnin ja uudet biopohjaiset tuotteet. Laura Puustjärvi esitti konkreettisia esimerkkejä kaikkien näiden käytännön toteuttamisesta.

Yhteenvetona Puustjärvi totesi, että Valmet on globaali kestävä kehityksen johtaja, jolla on vahva suorituskyky ja kestävyysasioiden laaja toteutus ja raportointi. Valmetin teknologiat ja palvelut vastaavat kestävä kehityksen haasteisiin. Valmet on jo ja haluaa

yhä vahvemmin olla kestävä kehityksen tunnustettu teollinen johtaja.

Geoterminen energia uutena energialähteenä

DI **Hannes Haapalahti**, St 1, esitteli Otoniemen rakenteilla olevaa geotermistä pilot-kaukolämpölaitosta. St 1 on Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa toimiva energiayhtiö, jonka liikevaihto vuonna 2019 oli 6,5 Mrd€ ja liikevoitto 114 M€. Työntekijöiden määrä on noin 770.

Arvoketjun kivijalka on tällä hetkellä fossiilisten polttoaineiden myynnissä, mutta yhtiöllä on myös jätteestä etanolia tuottavia biojalostamoja Suomessa ja Ruotsissa sekä tuulivoimaloita Suomen länsirannikolla. Otoniemen geoterminen pilot-laitos on Suomen ensimmäinen. Yhtiön pitkän tähtäimen tavoitteena on olla hiilivapaa energian tuottaja ja se haluaa olla mukana koko arvoketjussa raaka-aineesta asiakkaalle saakka.

Euroopassa on tällä hetkellä toiminnassa yli 327 geotermistä kaukolämpölaitosta. Geotermisen sähköntuotannon toiminnassa oleva kapasiteetti on yli 3,3 GWh ja käytössä oleva lämmön sekä kylmäntuotannon kapasiteetti on yli 5,5 GWh. Suunnitteilla on lisäksi noin 200 uutta geotermistä voimalaitosta.

Suomen kaukolämpötuotannosta 45 % on tällä hetkellä fossiilipohjaista ja 87 % tuotannosta perustuu polttoteknologiaan. Fossiilipohjaisten polttoaineiden osuus on vähenemässä ja korvautumassa biomassalla, jätteillä yms. uusiutuvilla polttoaineilla. EU:n lämmön ja kylmän tuotannosta fossiilisten polttoaineiden osuus on tällä hetkellä 66 %.

Geoterminen energia pienentää lämmöntuotannon hiilidioksidipäästöjä 100 %, jos tarvittava sähkö tuotetaan uusiutuvilla polttoaineilla. Se vähentää myös typen ja rikin oksideja ja hiukkaspäästöjä, on päämäärienergiälähteenä kestävä ja loppumaton, stabiili ja jatkuvasti käytettävissä säästä riippumatta. Geotermisen voimalaitoksen tilantarve on pieni, koska energiavarasto on maan alla. Käyttökustannukset ovat matalat, mutta investointikustannukset korkeat, 70-80 % kokonaiskustannuksista. Geotermisellä energialla voidaan tuottaa lämpöä, kylmää sekä sähköä.

Geotermisen kaukolämpölaitoksen perusajatus on mennä niin syväälle maaperään, ettei sieltä tuotettavan veden lisälämmitystä tarvita. Tähän vaadittava 120 °C:n lämpötila vallitsee noin 5-6 kilometrin syvyydessä. Tähän syvyyteen porataan etukäteen etsittyyn kallioperän rakovyöhykkeeseen osuva reikä (injection hole). Siihen syötetään vettä kovalla paineella (reikä stimuloidaan) ja selvitetään

eri menetelmillä, mihin vesi rakovyöhykkeessä menee. Veden etenemissuuntaan porataan riittävän välimatkan päähän tuotantoreikä, josta injektioreikään syötetty ja kallion rakovyöhykkeessä virratessaan lämmin vesi otetaan lämpölaitokseen.

Otaniemessä on tällä hetkellä porattu na kaksi maailman syvintä geotermistä kaivoa. Injektiokaivo on porattu 6,4 kilometrin syvyyteen ja stimuloitu. Tuotantokaivo on porattu 6,1 kilometrin syvyyteen ja myös stimuloitu. Pohjalla kaivot ovat noin 400 metrin päässä toisistaan. Lämpölaitoksen putkisto- ja laiteasennukset ovat käynnissä ja testiajoihin päästään vuoden 2021 aikana.

Kaivojen porauksen ja stimuloinnin aiheuttamia maankuoren tärähtelyjä ja liikkeitä seurattiin mittavalla seismisellä mitausverkostolla, jotta yhtäältä veden liikkeet kallioperässä saataisiin riittävän luotettavasti selvitettyksi ja toisaalta etukäteen asetettuja suojarajoja ei ylittäisi. Saatujen tulosten perusteella on simuloitu ja mallinnettu sekä veden virtauksia että lämpövaraston suuruutta ja laitoksen odotettavissa olevaa kapasiteettia. Tavoitteena on 40 MW:n jatkuva lämpöteho, mutta lopullinen saavutettu teho riippuu kallion rakovyöhykkeen läpäisevyydestä.

Kineettisen energian varasto akkujen tukena

Chief Sustainability Officer **Meri Lundahl**, Teraloop Oy, kertoi kineettisen energian varastoinnista ja käytöstä akkujen tukena. Aluksi hän totesi, että vuonna 2030 tarvitaan Euroopassa noin 600 GWh:n akkukapasiteetti. Fossiiliriippuvuudesta ei haluta joutua uuteen riippuvuuteen kriittisistä akkumateriaaleista. Helpotusta tilanteeseen voidaan saada kineettisen energian varastoinnin kautta.

Meri Lundahl vertaili akkua ja vauhtipyörään perustuvaa kineettisen energian varastoa toisiinsa. Vauhtipyörään energia varastoidaan yleensä lyhytaikaisesti kineettisenä energiana, laitteisto kestää pitkään ja sietää rajoittamattoman määrän päivittäisiä lataus- ja purkusyklejä jopa 25 vuoden ajan. Se voidaan koota runsaasta ja kierratettävistä materiaaleista. Teraloopin vauhtipyörälle erityistä on energian varastointi nopeasti pyörivään ohueeseen hiilikuitukomposiittista valmistettuun sylinterimäiseen roottoriin. Tällaisen vauhtipyörän etuina Lundahl mainitsi minimaalisen materiaalmäärän, suuren varastointikapasiteetin sekä vähäiset häviöt pienen massan mahdollistaman suuren nopeuden, roottoria ympäröivän tyhjiön, levitaation ja magneettisen laakeroinnin ansiosta sekä hyvän hyötysuhteen (yli 95 %).

AKKU VANHENEEN NOPEAMMIN USEIN TOISTUVIEN LATAUSPURKUSYKLIEN ANSIOSTA JA MODERNI AKKU SISÄLTÄÄ KRIITTISIÄ RAAKA-AINEITA.

Akussa energia varastoidaan sähkökemiallisessa muodossa pitkäaikaisesti. Akku vanhenee nopeammin usein toistuvien lataus-purkusykliänsä ansiosta ja moderni akku sisältää kriittisiä raaka-aineita.

Näin ollen kineettistä energiavarastoa kannattaa käyttää hyvin usein toistuvien nopeiden lataus-purkusykliänsä tilanteissa ja akkua taas silloin, kun energiaa on tarve varastoida esim. pitemmiksi ajoiksi. Käyttämällä näitä kahta energiavarastoa yhdessä siten, että akun yhteydessä on kapasiteetiltaan 10 % akun tehokapasiteetista oleva kineettisen energian varasto voidaan akun käyttöastetta pienentää, sen kennojen latauslämpötilaa laskea ja käyttöikä pidentää jopa 20 %.

Tämän perusajatuksen sovelluskohteina Meri Lundahl esitteli teholtaan 150 kW olevan sähköautojen pikalatausjärjestelmän. Pelkkää akkua käytettäessä akkua joudutaan lataamaan ja purkamaan useita kertoja päivässä, akun käyttöaste on 92,5% ja latauksen yhteydessä kohoava akkukennojen lämpötila lyhentää akun kestoikää. Vauhtipyörä + akku-hybridisysteemissä akku ladataan ja puretaan vain kerran päivässä, akun käyttöaste on 17 % ja akkukennojen lämpötila pysyy matalana, mitkä kaikki yhdessä merkitsevät akun pitempää käyttöikä.

Toisena esimerkkinä oli tuulivoimaloiden yhteydessä käytettävä energian varastointi + taajuussäätöjärjestelmä. Järjestelmää voidaan varata ja purkaa jopa 600 sykliä päivässä ja purkutapahtumien väli voi olla luokkaa 10 sekuntia. Keskimääräinen varausmäärä 4,2 kWh sykliä kohti tarkoittaa sitä, että vauhtipyörän kautta päivässä virtaava energiamäärä on luokkaa 2,52 MWh. Sijoittamalla esim 2 MW:n akkutehon yhteyteen teholtaan 0,1 MW:n vauhtipyörävarasto voidaan akun vuosittainen varauskertojen määrä supistaa kahteensataan neljäänkymmeneen.

Sijoittamalla tuulivoimalapuihostossa esim. 100 MW:n akuston yhteyteen 10 MW:n kineettinen energiavarasto saadaan akuston kestoikä ja sen välittämää energiamäärää kasvatetuksi 20 prosentilla. Samalla järjestelmän hiilijalanjälki pienenee 8,6 % arvosta 70 g CO₂ eq/kWh arvoon 64 g CO₂ eq/kWh.

Järjestelmän käyttöänsä aikana syntyvä hiilijalanjälki pienenee noin 2 200 tonnia CO₂ eq.

Kestävyyden arviointi ja johtaminen tulevaisuudessa

Webinaarin viimeisenä esityksenä VTT:n Principal Scientist **Rafael Popper** käsittelee teemaa Future-Oriented Sustainability Assessment and Management – Towards a Hybrid Framework for Sustainable Innovation. Hän jakoi innovaatiot seitsemään eri tyyppiin: tuote-, palvelu- ja markkinointi-innovaatiot sekä sosiaaliset, organisatoriset, hallinnolliset ja systeemiset innovaatiot. Jokainen tyyppi tarvitsee kestävyysarviointia.

Innovaatiot ovat monisysteemisiä transformaatioita, jotka vaikuttavat samanaikaisesti ympäristöllisiin, taloudellisiin, yhteiskunnallisiin, hallinnollisiin ja infrastruktuurijärjestelmiin. Rafael Popper esitteli tällaisten monisysteemisten muutosten arviointiin ja johtamiseen kehitetyn viisivaiheisen CASI-F-metodologian, jonka kolme ensimmäistä vaihetta sisältävät arviointiin ja kaksi viimeistä vaihetta johtamiseen liittyvät tehtävät ja menetelmät.

Työkaluna CASI-F-metodologiassa ovat ensiksikin CASI-yhteisön jäsenten kokoama CASIPEDIA-innovaatiopankki, josta alan toimijat voivat etsiä eri innovaatiotyyppit yhdistäviä kestävien innovaatioiden (SI) aloitteita ja niihin liittyviä käytänteitä, tuloksia ja toimijoita. Se on kiinteästi kytköksissä muihin CASI-F -työkaluihin.

Toisena työkaluna on Ideas Bank, johon on koottu yli 500 SI-tapausta Euroopasta ja muualta maailmasta. Näistä 202 tapausta on analysoitu tarkemmin SI-innovaatioiden menestymismahdollisuuksiin vaikuttavien kriittisten tekijöiden: esteiden, ajurien, mahdollisuuksien ja uhkien esilletuomiseksi.

Kolmantena työkaluna on Actions Bank, jonka avulla voidaan selvittää tapoja kriittisten tekijöiden hallitsemiseksi strategisella, taktisella ja operatiivisella tasolla ja kehittää toiminnallisia tiekarttoja tärkeimmiksi arvioitujen toimenpiteiden toteuttamiseksi kullakin tasolla. Tämä työkalu tukee SI-aloitteiden järjestelmällistä ja monitasoisen ohjaamisen perustuvaa hallintaa.

Esimerkkinä CASI-F-metodologian ja sen työkalujen käytöstä Popper esitteli tuote-innovaatioihin liittyvän arviointi- ja johtamisen menetelyn. Arviointimenettelyssä (vaiheet 1-3) käytiin läpi kaikkiaan 194 SI-tuote-innovaatiotapausta, joista 38 valittiin kriittisten tekijöiden tarkempaan arviointiin. Tämän tuloksena löydettiin kaikkiaan 274 kriittistä tekijää, jotka analysoitiin ja arvioitiin kunkin valittujen 38 tapauksen kohdalla.

Hallintamenettelyssä (vaiheet 4-5) ehdotettiin toteutettaviksi kaikkiaan 67 eri toimenpidettä käyttäen monitasoiseen ohjaukseen pohjautuvaa hallintatapaa. Näiden toteuttamiseksi laadittiin kuusi eri tiekarttaa, jotka käsittelivät toimenpideohjelman kontekstia, ihmisiä, prosesseja ja vaikuttavuutta sekä esittivät kymmenen tärkeintä johtamisen avaintekijää.

Kestävyyden elinkaariarvioinnin (Life Cycle Sustainability Assessment LCSA) vaikeutena on tällä hetkellä käytävissä olevan moniulotteisen informaation yhdistäminen yhteen koherenttiin toimintakehykseen. Vertailuja joudutaan tekemään perustuen riskitietäisiin kriteereihin. Eräänä etenemismahdollisuutena on LCSA- näkökulmien ja elementtien yhdistäminen CASIPEDIA-tietokantaan eri järjestelmiin syntyvien positiivisten muutosten arvioimiseksi.

Kiertotalouteen siirtyminen lisää kestävyysarvioinnin haasteellisuutta. Tämän eliminoimiseksi tulee taloudellisia prosesseja muuttaa lineaarisista kiertotalouspohjaisiksi. Kaikki kiertotalouden ratkaisut eivät kuitenkaan ole kestäviä. On tarpeen kehittää kvan-

titatiivinen lähestymistapa, joka mahdollistaa kestävyuden ja kiertotalouden monikriteerisen vaihtokaupan dynaamisen arvioinnin. EU-komission tutkimuksen ja innovaatioiden kehysohjelma tulee paneutumaan tähän teemaan tulevaisuudessa.

Yhteenvedossaan Rafael Popper totesi, että tähän saakka tuote-, palvelu- ja sosiaaliset innovaatiot ovat olleet avainrooleissa EU:n ilmastotoimenpiteisiin, resurssitehokkuuteen, ympäristöön ja raaka-aineisiin liittyvien yhteiskunnallisten haasteiden toimenpideohjelmassa SC 5. Myös muiden innovaatiotyyppien (organisatoriset, hallinnolliset, systeemisistä ja markkinointi-innovaatiot) järjestelmällinen kestävyyskartoitus on tarpeen, koska ne voivat johtaa yhtä vaikuttaviin tai vaikuttavampiinkin positiivisiin muutoksiin. Tiekartta kestävien innovaatioiden arviointiin ja johtamiseen ei todellakaan ole suora väylä.

Päätössanat

Webinaarikaksikon päätössanoissaan Erkki Kiiski totesi ensimmäisen webinaaripäivän osoittaneen, että akkurintamalla strategiat

kehittyvät, kierrätysasteet kasvavat, teknologiat paranevat ja puhtaus lisääntyy. Laki muutokset ja standardisointi tuovat alalle stabiilisuutta.

Toisen päivän osalta hän sanoi uskovanansa Business Finlandin ohjelmien johtavan hyödynnettäviin tuloksiin. Norja tähtää kestävyystoimissaan vuoteen 2050. VTT:llä on työkaluja laajoihin LCA-arviointeihin ja kiertotaloussuunnitteluun ja Valmet tähtää globaalisti korkealle kestävästi toimivien yritysten joukossa. Geoterminen energia on erittäin mielenkiintoinen mahdollisuus ja kineettisen energiavaraston käyttö akkupohjaisen varastoinnin tukena on myös uusi kestävyuden kasvua tukeva lähestymistapa. Vaativa työ kestävien innovaatioiden kokonaisvaltaiseksi arvioimiseksi ja johtamiseksi on hyvässä vauhdissa. Lopuksi hän kiitti webinaarin esitelmöijä ja kuulijoita ja toivotti kaikille hyvää koronatonta kevättä ja kesää. ▲



material solutions advancing life

www.sibelco.com

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo
+358102179800

FLOWROX

Proven Performance

Flowroxin torniprässi!

- Suodatuspinta-ala 60–144 m²
- Nopeampi, turvallisempi & fiksumpi
- Helpompi käyttää & huoltaa



SINCE 1977
W
FLOWROX.COM

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

Seuraa meitä:

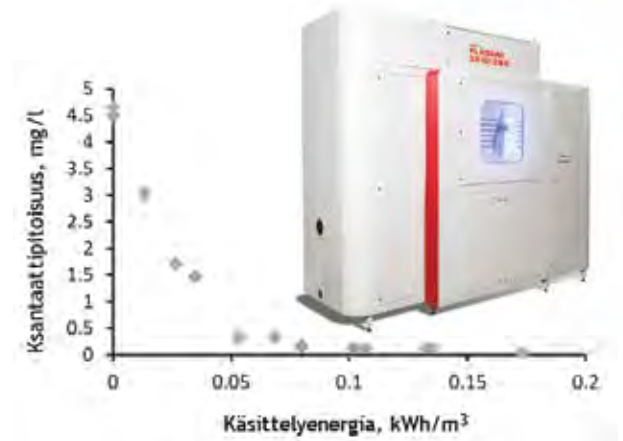


Tulevaisuuden vedenpuhdistustekniikka kemikaalijäämien hajottamiseen

- Tehokas hapetus pienellä energiankulutuksella
- Perustuu sähköllä tuotettuun kylmäplasmaan
- Ei hapetuskemikaaleja
- Tehokas mm. ksantaatti- ja syanaattijäämien hajottamiseen
- Huoltovapaa

Kaupallistimme kylmäplasmaan vedenkäsittelyyn 2019.
Lue lisää tekniikasta verkkosivuiltamme:
flowrox.com/tuotteet

**Haemme kaivosteollisuuden
pilottikohteita 100 - 250 m³/h virtaukselle!**



Ksantaatit hajoavat plasmalla energiatehokkaasti.



Ota yhteyttä!
0201 113 311 / environmental.tech@flowrox.com

Seuraa meitä:



**Teollisuusautomaation suunnitteluun,
kokonaistoimituksiin ja huoltoon erikoistunut
korkean teknologian palvelutalo.**

Tehokkaat Järjestelmäratkaisut

- Järjestelmäriippumattomat automaatoratkaisut
- Taajuusmuuttajahuollot ja -korjaukset
- Kenttälaitehuollot ja kalibroinnit
- Varaosat ja keskusvalmistus

IIoT-ratkaisut: Flowrox Malibu™

- Prosessin etäseuranta selaimella tai puhelimella
- Ilmoitukset laitteiden kunnosta & vikaantumisesta
- Analytiikkatyökalut prosessin optimoiseksi & huollon ennakkointiin
- Automaattiset raportit tuotannosta ja käytettävyydestä



Ota yhteyttä!
0201 113 311 / office@polar-automaatio.fi

www.polar-automaatio.fi
www.flowrox.com

Making our world more productive



Improved efficiency. Reduced emissions.

Environmental technology delivering
peak heating performance.

www.linde-gas.fi

Kuluminen haastaa kaivosolosuhteissa – Hard Rock Tribology seminaari 18.3.2021

TEKSTI: TUTKIMUSYMPÄRISTÖASiantuntija **KATI VALTONEN**, TAMPEREEN YLIOPISTO

Tampere Wear Centerin 12. vuosittainen seminaari järjestettiin poikkeuksellisesti kaikille avoimena webinaarina yhdessä PerforMat-verkoston kanssa ja se keräsi ennätysyleisön. Seminaariin ilmoitettiin 340 henkilöä 37:stä maasta Chilestä Uuteen Seelantiin. Aikaerojen vuoksi kaikki eivät voineet osallistua, joten webinaari videotettiin ja suurin osa esityksistä oli jälkikäteen saatavilla seminaariin ilmoittautuneille.

Hard Rock Tribology -seminaarin teemoina olivat kulumisen testaaminen, kulumishaasteet, tribokorroosio sekä materiaalien käyttäytyminen erityisesti kaivosolosuhteissa. Puhujina seminaarissa olivat kulumisasiantuntijat Kati Valtonen Tampereen yliopistosta, Giselle Ramírez Sandoval Eurecatilta (Espanja), Maksim Antonov Tallinnan teknillisestä yliopistosta ja Elina Huttunen-Saarivirta Teknologian tutkimuskeskus VTT:ltä.

Kitka ja kuluminen ovat energiasyöppöjä etenkin kaivosalalla. Lisäksi kulumisen aiheuttaa tuotantokatkoksia ja energiaa kuluu myös uusien kulumisosien valmistamiseen. Kulumistutkimus mahdollistaa taloudellisemmat, energiaa säästävät materiaalivalinnat vaativiin olosuhteisiin. Kati Valtonen avasi seminaarin kuvaamalla pitkäjänteistä työtä, mitä Tampereen yliopistossa on tehty uudentyyppisten kaivosolosuhteita mallintavien kulumistestilaitteiden kehittämiseen. Olennainen osa menetelmien kehitystä on ollut myös tutkia niiden vastaavuutta teollisuuden käyttökohteiden olosuhteisiin. Hyvin erilaisten mittakaavojen testien vertaaminen kenttätesteihin on mahdollista, kun tulokset normalisoidaan testiparametrien, kuten ajan ja kulumisalueen koon, suhteen. Pelkkä testaus ei kuitenkaan riitä, vaan tulosten tulkintaa tukee olennaisesti kulumispintojen ja muokkautuneen materiaalin mikrorakenteen karakterisointi. Terästen muokkauslujittumisominaisuudet ovatkin merkittävässä roolissa, kun teräksiä valitaan kaivoskäyttöön.

Giselle Ramírez Sandoval korosti esityksessään, kuinka tärkeää kulumistestien onnistumiselle on tunnistaa tärkeimmät kulumis- ja vaurioitumismekanismit ja nii-

hin liittyvät materiaalien mekaaniset ominaisuudet. EURECATilla on tutkittu mm. korkeakromisten valkoisten valurautojen ja kovametallien vaurioitumismekanismeja syklisissä kuormitusolosuhteissa. Pallomaisella painimella pintaa kuormitettiin syklisesti servohydraulisella mekaanisen testauslaitteistolla eri kuormilla 100000 sykliin saakka. Materiaalien pintaväsymiskäyttäytymistä arvioitiin määrittämällä syntyneiden murtumien pituutta ja pinnan muokkautumisastetta. Mielenkiintoinen uusi iskukomenetelmä on ”multi-impact test”, jossa partikkeleita ravistellaan yksiakksiaalisesti suorakaiteen muotoisessa kammiossa. Menetelmää on käytetty pellettien murtumiskäyttäytymisen tutkimiseen, mutta sitä voi hyödyntää myös kulumistutkimuksessa, jolloin kammion vaihdettavat rakenteet toimivat testinäytteinä.

Tallinnan teknillisessä yliopistossa on vuosikausien ajan kehitetty kulumistutkimuslaitteistoja, joiden avulla on pyritty erityisesti vastaamaan niihin tarpeisiin, joita yhä vaativammat tekniikat asettavat esimerkiksi geotermisen energian poraustekniikoissa, tunneloinnissa ja maataloudessa. Maksim Antonov keskittyi esityksessään monipuoliseen MMTS-laitteistoon (multifunctional modular tribosystem), jossa näytettä isketään syklisesti pyörivää sylinteriä vasten. Kontaktikohtaan syötetään jatkuvalla virtauksella tuoretta abrasiivia, jolloin kulumisosuhteet ovat isku-abrasiiviset. MMTS-laitteistoa on käytetty useiden erityyppisten materiaalien tutkimukseen teräksistä timantteihin ja lisäksi laitteistoa voidaan hyödyntää abrasiivien tutkimuksessa.

Kun teollisuusolosuhteissa yhdistyvät sekä kuluminen että korroosio, niin vauriot saattavat olla yllättäviä. Myös tribokorroosion tutkiminen on haastavaa, mutta modernilla pin-on-disc -tribometrilla sen mekanismeja on mahdollista selvittää. Professori Elina Huttunen-Saarivirta esitteli, miten kahdessa erityyppisessä tapauksessa kulumisen ja korroosion osuus muuttui vaurioitumisessa. Kun martensitista terästä tutkittiin simuloitussa jätevesiympäristössä, kulumisen indusoima

HARD ROCK
TRIBOLOGY SEMINAR



KUVA: JONNE RENWALL, TAMPEREEN YLIOPISTO.

Kati Valtonen kiinnittämässä näytettä impeller-tumbler testilaitteistoon

korroosio oli selvästi päämekanismi. Toisaalta kovametallipinnoitteet paperikoneympäristössä vaurioituvat voimakkaammin kulumisen ja korroosion indusoiman kulumisen vaikutuksesta.

Järjestetty seminaari oli ensimmäinen Suomen Akatemian rahoittaman PerforMat-verkoston seminaarisarjasta, jonka seuraava maksuton ”Performance under demanding industrial conditions: stainless steels and coatings” webinaari järjestetään 2.9.2021. Lisätietoja: <https://projects.tuni.fi/performat/>

Seminaariesitykset ovat saatavilla seminaarin verkkosivuilta: [https://research.tuni.fi/twc/seminar/▲](https://research.tuni.fi/twc/seminar/)

Likinäköistä ympäristönsuojelua

Raaka-aineiden korkeat hinnat ja suotuisat näkymät ohjaavat investointeja malminetsintään ja projektikehitykseen sekä parantavat toimivien kaivosten toimintaedellytyksiä ja pidentävät kaivosten elinkaaria. Ilmiö nähdään niin maailmalla kuin Suomessakin. Alan tulevaisuuden tulisi siis näyttää valoisa. Vaan näyttääkö?

TEKSTI: **NIKO KARJALAINEN**, ENVINEER OY

Suomi on geologisesti mielenkiintoinen alue, kun otetaan huomioon kriittisten mineraalien kysyntä nyt ja tulevaisuudessa. Erityisesti nosteessa ovat akkuminaalit sekä vakauden turvasatama – kulta. Suomi on geopolittisesti turvallinen ja vakaa maa. Lisäksi suomalainen toimintaympäristö ja siihen liittyvä sääntely on opittu tuntemaan ennakoitavana ja luotettavana. Suomi on nähty jo pitkään erittäin kiinnostavana ja kilpailukyisenä maana investoida malminetsintään ja kaivostoimintaan, mutta onko asia enää näin?

Konsulttiyhtiö Ernst & Youngin julkaisema lista alan liiketoimintariskeistä ja -mahdollisuuksista on muuttunut koronapandemian seurauksena. Listan taustalla on kattava globaali näkemys alan toimijoilta. Listan kärjessä on yhä ja edelleen, vuodesta toiseen, **lupa toimia**. Kenties monien yllätykseksi esimerkiksi tuottavuus ja kulurakenne eivät ole yhtä tärkeitä. Lupa toimia on käsitteenä laaja. Se ottaa huomioon paikallisen yhteisön hyväksynnän (sosiaalisen hyväksyttävyyden) lisäksi lainsäädännön edellyttämät vaatimukset, joista keskeisimmät ovat kaivosoikeus ja ympäristölupa.

Kaivoshankkeiden ympäristölupamenettelyssä on useita keskeisiä asiakokonaisuuksia, jotka on suunniteltava ja selvitettävä perusteellisesti. Prosessissa on kriittisiä elementtejä, jotka liittyvät kohteen luontaisiin olosuhteisiin kuten geologiaan, hydrologiaan ja luonnon monimuotoisuuteen. Teknisistä asioista esiin nousevat mm. louhintamenetelmään, kaivannaisjätehuoltoon, vesienhallintaan ja sulkemiseen liittyvät kokonaisuudet. Katsottaessa Suomessa viimeisen 10-20 vuoden aikajäniteellä alalla tapahtuneita asioita on selvää, että kaikilla tahoilla on parannet-

tavaa toiminnassaan. Tämä koskee kaivosyhtiöitä, niiden käyttämiä asiantuntijoita (konsultteja) sekä urakoitsijoita ja viranomaisia. Sama koskee myös lainsäätäjää. Edellä mainittujen olosuhteiden ja teknisten asioiden merkitys on hyvin tapauskohtainen, mutta



Niko Karjalainen

Envineer Oy

Kuka: Niko Karjalainen, Envineer Oy:n toimitusjohtaja ja ympäristökonsultti. Hän on toiminut alalla vuodesta 2002 keskittyen kaivoshankkeiden sekä toimivien ja vanhojen kaivosten ympäristönsuojeluun sekä kaivannaisjätehuoltoon liittyviin projekteihin.

Mikä: Envineer Oy on voimakkaasti kasvava ympäristöalan suunnittelu- ja konsulttiyritys, joka työllistää tällä hetkellä 45 asiantuntijaa. Yrityksen toimipisteet sijaitsevat Tampereella, Jyväskylässä, Kuopiossa, Kokkolassa, Oulussa sekä Sodankylässä.

voidaan todeta, että vaatimustaso hakemusten sisällölle ja suunnittelulle toiminnalle on noussut jyrkästi. Tämä on pelkästään hyvä asia ympäristön kannalta ja alan hyväksyttävyyden vuoksi. Merkitys on myös kansantaloudellinen.

Myönteisen lainvoimaisen ympäristölupapäätöksen saamisen esteeksi on hyvin lyhyessä ajassa noussut yksi kriittinen teema. Kyseessä ei ole lainsäädännöllisesti uusi asia, mutta siitä on tullut ajankohtainen muutuneen soveltamisen ja ongelman eteenpäin siirtämisen myötä. Teema pohjautuu EU:n vesipuitteidirektiiviin ja sen soveltamisen muutokseen tuomioistuimen tulkinnan seurauksena. Tästä laajasta kokonaisuudesta juuri nyt pinnalla on erityisesti kansallinen vesienhoidon suunnittelu, jonka merkitys on jyrkässä nousussa. Vesienhoidon suunnittelun huonosti tunnetut lähtökohdat ja osin epärealistiset tavoitteet voivat käytännössä estää ympäristöluvan myöntämisen edellytysten täyttymisen ja siten johtaa hakemuksen hylkäämiseen. Esimerkkejä kertyy koko ajan lisää.

Vesienhoidon suunnittelussa on useita ongelmia puutteellisista tai virheellisistä tilaluokituksista lähtien. Pahimmillaan epärealistiset tilatavoitteet voivat tarkoittaa sitä, että joillekin toiminnoille ei sijainnista johtuen ole mahdollista saada myönteistä ympäristölupapäätöstä, vaikka toiminta suunniteltaisiin ottaen huomioon kaikki parhaat tunnetut ympäristönsuojelulliset tekniikat. Menemättä yksityiskohtiin ja käytäntöihin, jotka ovat sanalla sanoen vielä levällään kuin *Jokisen eväät*, voidaan todeta asian vaativan vakavaa ja rehellistä yhteiskunnallista keskustelua. Lainsäädännön mahdollistamia poikkeuksia on syytä selvittää ja arvioida viipymättä. Itse lainsäädäntöön, jonka vaatimukset osin tule-

vat yhteiseurooppalaisen kehityksen kautta, lienee turha odottaa helpotuksia.

Ympäristötietoisuuden kasvu on globaali ilmiö. Tästä käy hyvänä esimerkkinä viime vuosien kiivas ilmastokeskustelu, joka ohjaa politiikkaa sekä lainsäädäntöä. Maailma etenee kohti ympäristön kannalta vastuullisempaa toimintaa pääasiassa kiristyvien lainsäädännöllisten vaatimusten kautta. Myös sijoittajien rahat alkavat hakeutua vastuullisempien kohteiden suuntaan, mutta pääoman vastuullisuus kasvaa hitaasti. On äärimmäisen hyvä asia, että ympäristönsuojelun vaatimustaso nousee ja yritykset toimivat entistä vastuullisemmin. On myös tärkeää, että tämä suuntaus jatkuu.

On varmaa, että kysyntä kriittisille mineraaleille ei tule vähenemään yhteiskunnan sähköistymisen seurauksena. Ihmisten

kulutustottumukset ja kasvava hyvinvointi lisäävät kulutusta globaalisti. Mineraaliset raaka-aineet ovat osa globaalia markkinaa ja investoinnit ohjautuvat sinne, missä toiminta on mahdollista. Kysymys kuuluukin: Onko Suomella varaa jäädä tämän globaalin kilpailun peränpitäjäksi ja muutoksen ulkopuolelle? Onko vastuullisempaa, että globaali kysyntä tyydytetään muualla, esimerkiksi kolmansissa maissa? Suomi ei ole varmasti ongelman kanssa yksin, ainakin koko Eurooppa on samassa tilanteessa. Liian nopea ympäristönsuojellisten vaatimusten kiristäminen tai harkitsemattomasti toimeenpannut sääntely voivat kääntyä itseään vastaan ja

olla laajemmassa mittakaavassa haitallisia ympäristölle sekä Suomessa että erityisesti globaalisti.

Lopuksi: vastuuta on monenlaista. Päättäminen penssaaseen ja pääomien ohjaaminen pois omalta takapihalta ei ole vastuunkantoa eikä ympäristöteko. Haasteen vastaanottaminen ja mineraalien tuottaminen omassa ympäristössä vastuullisesti sen sijaan on. Asialla on myös merkittävä kansantaloudellinen näkökulma ja faktoihin pohjautuvalle moniulotteiselle yhteiskunnalliselle keskustelulle on tilausta. Likinäköisyydestä on päästävä eroon. ▲

¹Ernst & Youngin julkaisu https://www.ey.com/en_fi/mining-metals/top-10-business-risks-and-opportunities-for-mining-and-metals-in-2021

Vesienhoidon suunnittelu https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesienhuolto/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyö

Comprehensive
selection of
deep drilling
boxes

NORDIC
DRILLING **BOX**

nordicdrillingbox.fi

**AMMATTITAITOISET
KENTTÄPALVELUT
NOPEASTI JA
LUOTETTAVASTI**



Orica Finland Oy

Jussilankatu 6
15680 Lahti

Puhelin: 010 3212 550

Sähköposti: finland@orica.com



orica.com



Fig. 1. Aerial view of the MAXIV laboratory

Synchrotron radiation-based advanced steel research: towards novel steels with inclusion research

TEXT: **HARISHCHANDRA SINGH & TUOMAS ALATARVAS**

At the University of Oulu, fundamental steel research has been carried out in the current profiling area project Genome of Steel. The project is funded by the Academy of Finland to strengthen the strategic research focus area “Creating sustainability through materials and systems” of the University of Oulu. Fundamental research is needed for the understanding and development of lightweight but strong steels, and the theme for the project depicts its targets: physics for strong, tough, and sustainable steel. For example, using lightweight structures in transportation reduces the vehicle weights while allowing heavier loads – ultimately leading to substantially

reduced CO₂ emissions during the vehicle’s life cycle.

Arguably the key player in Finnish metallurgical research is the Centre for Advanced Steels Research (CASR), which executes and coordinates steel research on a national level. Today numerous research groups in Finnish universities are part of CASR and it is natural that cross-disciplinary research is everyday work. As members of CASR, Process Metallurgy Research Unit and Nano and Molecular Systems Research Unit (NANOMO) conduct cross-disciplinary high-level research in non-metallic inclusions in steels by employing state-of-the-art in-house and synchrotron radiation-based spectro-microscopic methods.

Alongside microstructure, relatively large

non-metallic inclusions heavily influence the mechanical properties of the steel, like good and bad knots in wood. Inclusions in steel are non-metallic compounds, most often oxides, sulphides, or nitrides. They may originate from the raw materials or be formed by chemical reactions such as products of deoxidation practice. In addition, covering slags and ceramic refractories may act as sources for non-metallic inclusions. Due to the various origins, the size, shape, and composition of inclusions offer indications of their history and formation steps. As such, the characterization and control of inclusions is highly valuable. As the inclusions are composed of multi-elements and contain light elements advanced methods are extremely desirable.

To advance the steel research the CASR team has benefitted so called synchrotron-based methodologies at the Finnish Research Infrastructure Roadmap facility MAX IV in Lund, Sweden (Fig. 1). Synchrotrons are large scale research infrastructures built for providing radiation (light) for state-of-the-art materials characterization with various techniques. According to physics professor Marko Huttula, synchrotron radiation is a tool with increasing importance in modern materials research, already benefited in fields from mining and wood science to development of CO₂-negative concrete materials and battery technologies. “The era of synchrotron-based steels research is now”, continues professor Huttula.

X-ray absorption spectroscopy coupled with Photoemission electron microscopy (X-PEEM) at the MAXPEEM beamline was recently employed in the analysis of non-metallic inclusions within ultra-high strength steel. The exceptionally high spatial resolution of MAXPEEM offers chemical state level information, not achievable with conventional methods. With international collaboration, the researchers shed light to the formation mechanism of micrometre-scale non-metallic inclusions. The team quantitatively identified inclusions containing boron nitride (BN) and titanium nitride (TiN) (Fig. 2). However, the BN and TiN phases were individually formed without interactions between each other. Instead, BN was found to coexist with calcium containing inclusion phases, contrary to TiN which was not detected in Ca-based inclusions. Taken together, the study unveils the interaction mechanism of a few inclusions with and within the steel matrix. The work demonstrates fundamental research giving valuable information for the precipitate and inclusion engineering.

The current work was published in top level engineering journal Scripta Materialia. The collaborative investigation involved researchers from Process Metallurgy and NANOMO research groups, as well as from the MAX IV laboratory, Sweden and Utrecht University, the Netherlands.

The research tasks related to characterization and control of non-metallic inclusions will continue within Kvantum Institute, a strategic focus institute at the University of Oulu. The research project “Towards carbon-neutral steelmaking through hydrogen-reduction and application of clean steels” – Clean2Steel will address the open questions related to novel characterisation methods and further utilise the international networks for high impact research. ▲

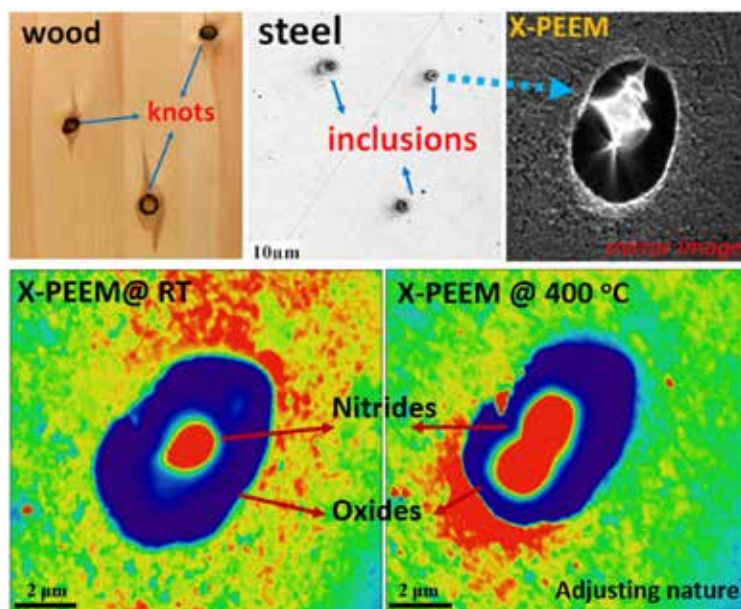


Fig. 2. Inclusions with an analogy to knots in wood are shown with a regular microscope. Imaging with X-PEEM clearly clarifies the importance of using advanced methods.

References

Harishchandra Singh, Tuomas Alatarvas, Andrey A Kistanov, S Assa Aravindh, Shubo Wang, Lin Zhu, Brice Sarpi, Yuran Niu, Alexei Zakharov, F.M.F. de Groot, Marko Huttula, Wei Cao, Timo Fabritius, Unveiling interactions

of non-metallic inclusions within advanced ultra-high-strength steel: A spectro-microscopic determination and first-principles elucidation, *Scr. Mater.* 197, 113791 (2021) DOI: 10.1016/j.scriptamat.2021.113791

Harishchandra Singh is currently a postdoctoral research associate at the Nano and Molecular Systems Research Unit, University of Oulu, Finland with main research interest in different variants of steel, metal-based alloy, oxide, energy production and storage materials with the goal to explain their multifunctionality via advanced synchrotron methods. Singh received Ph.D. in Physical Sciences from Raja Ramanna Centre for Advanced technology, India on synchrotron radiation-based structural and spectroscopic studies. After Ph.D., Dr. Singh joined Stony Brook University/Brookhaven National laboratory, USA as a postdoctoral researcher for the successful development of modulation excitation X-ray absorption Spectroscopy at ISS beamline of NSLS-II synchrotron source.

<https://scholar.google.com/citations?user=dvuqa6AAAAAJ&hl=en>
ORCID: 0000-0001-7754-5648

Tuomas Alatarvas is currently a postdoctoral researcher at Process Metallurgy Research Unit, University of Oulu, Finland. He completed his Master’s degree in 2011, and Doctoral degree in 2018 on Process Engineering. During the doctoral studies, his research tasks have mainly focused on characterization of non-metallic inclusions in steels. Today, the research interests of Dr. Alatarvas include formation, evolution and characterization of non-metallic inclusions in the steelmaking processes, as well as simulation and quality of continuous casting of steel.

<https://www.linkedin.com/in/tuomas-atarvas/>
ORCID: 0000-0002-9518-6682

ERIKOISTUOTTEET TEOLLISUUTEEN PIPELIFELTA

Valmistamme teollisuuden prosessien, kaivosten ja teollisuusrakentamisen erityistarpeisiin räätälöityjä tuotteita.

Olemme kehittäneet valikoiman kaivosteollisuuden erityistarpeisiin soveltuvia tuotteita, kuten räjäytysputket ja erikoispaineluokkiin mitoitettut tuotteet.

Lisätietoja pipelife.fi/teollisuusratkaisut



Pampalo uudelleen tuotantoon

Pampalon kultakaivosta Iloimantsissa ollaan avaamassa uudelleen. Kaivos on ollut ylläpitotilassa yli kahden vuoden ajan. Vinotunnelin syventäminen sekä tuotantokäyminen ovat jo käynnissä ja malmin louhinta sekä rikastamon toiminta ovat alkamassa vuoden 2021 lopulla.

TEKSTI: **SEPPO TUOVINEN**, TOIMITUSJOHTAJA ENDOMINES OY
JANI RAUTIO, PÄÄGEOLOGI, ENDOMINES OY

Sijainti ja geologia

Pampalo sijaitsee Iloimantsin kunnassa Itä-Suomessa noin 10 km päässä Venäjän rajalta. Ajomatkaa Joensuusta tulee noin 120 km. Pampalo on Hatun liuskejaksolla, joka on osa noin 300 kilometrin mittaista arkeista Iloimantsi-Kostamuksha vihreäkivivyöhykettä. Noin 40 kilometriä pitkältä Hatun liuskejaksolta on tähän mennessä paikannettu yhteensä 24 kairaamalla todennettua kultaesiintymää tai -aihetta. Niistä kaksi, Pampalo ja Rämepuro, ovat edenneet kaivostoimintaan asti.

Pampalo on orogeeninen, vahvasti rakenteiden kontrolloima kultaesiintymä. Esiintymää luonnehtii sarja sub-vertikaalisia, lististyneitä ja yhdensuuntaisia linssejä, jotka kaatuvat koilliseen ja ovat yhdensuuntaisia paikallisen liuskeisuuden ja poimuakselin kanssa. Kultamineralisaatio esiintyy intermediaarisessa pyroklastisessa kivilajiyksikössä, joka on metamorfoitunut vihreäkivi- tai alemman amfiboliittifasieksen olosuhteissa.

Historia

Pampalon esiintymä löytyi vuonna 1990 GTK:n alueellisen malminetsintäohjel-

man myötä. Esiintymän oikeudet myytiin vuonna 1994 Outokumpu Mining Oy:lle, joka haki esiintymälle kaivospiirin ja ryhtyi kehittämään projektia. Avolouhoksesta sekä myöhemmin maanalaisista louhoksista louhittiin vuosina 1996–1999 yhteensä 115 000 tonnia malmin pitoisuudella 14,6 g/t kultaa ja vinotunneli jatkettiin tasolle 415 (370 metriä maanpinnan alapuolelle). Outokummun hankkiutuessa eroon kaivostoiminnasta esiintymän oikeudet siirrettiin Polar Mining Oy:lle, joka myöhemmin myytiin australialaiselle Dragon Mining NL:lle. Endomines osti Pampalon kaivosoikeudet Dragon Miningilta vuonna 2006 ja ryhtyi järjestämään kaivoksen avaamiselle rahoitusta ja sen myötä listautui Tukholman pörssiin vuonna 2007. Listautumisvaiheessa esiintymän kooksi arvioitiin 848 000 tonnia pitoisuudella 4,6 g/t kultaa.

Kaivoksen rakentaminen käynnistyi vuonna 2009 rahoituksen varmistuttua. Maanalainen kaivos, rikastamo ja rikastushiekka-altaat valmistuivat vuonna 2010 ja sen myötä tuotanto käynnistyi alkuvuodesta 2011. Yhtäjaksoinen tuotanto jatkui vuoden 2018 lokakuuhun asti, jolloin kaivos asetettiin

ylläpitotilaan. Endomines louhi Pampalosta yhteensä 1 654 000 tonnia malmin pitoisuudella 3,0 g/t kultaa ja alin tuotantotasoli 755.

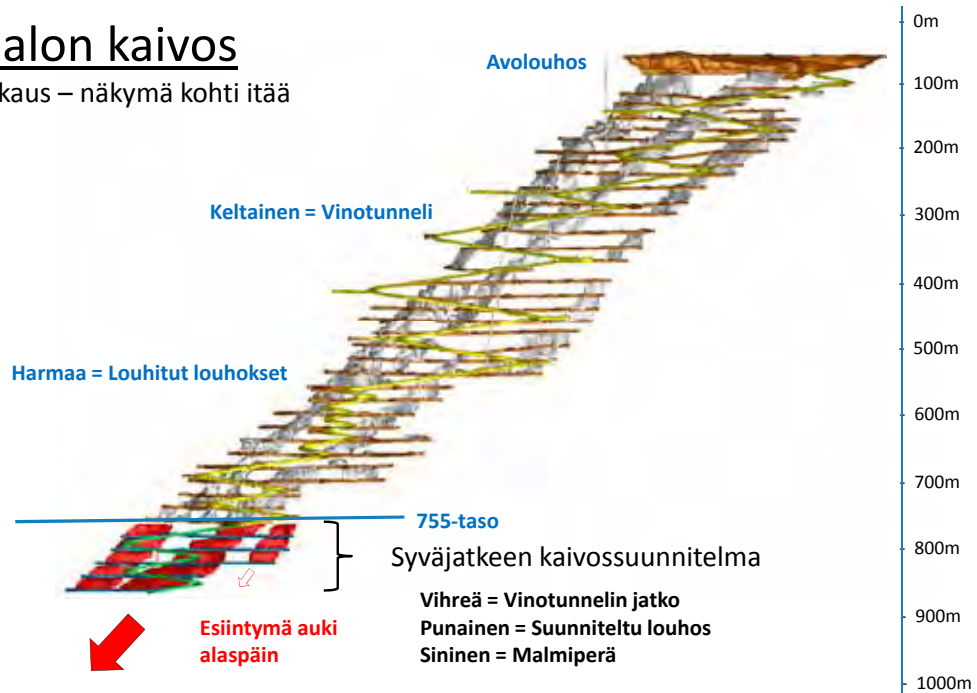
Tilanne, joka johti kaivoksen sulkemiseen

Vuodenvaihteessa 2017–2018 Pampalon kaivos oli tilanteessa, jossa tuotantosuunnitelman mukaiset malmireservit oli louhittu loppuun nykyisen vinotunnelin alueelta, ja tuotannon jatkaminen vaatisi vinotunnelin syventämistä. Kullan maailmanmarkkinahinta oli alhainen, alle \$1300/oz, ja hintaennusteiden mukaan selkeää hinnannousua ei ollut odotettavissa. Vinotunnelin syventäminen tulisi vaatimaan noin 6 M€ investoinnin, eikä tämän arvioitu olevan kannattavaa alle \$1500/oz kullan hinnalla. Tämän vuoksi yhtiön hallitus teki päätöksen kaivoksen tuotannon väliaikaisesta lopettamisesta vuoden 2018 keväällä.

Kaivoksen tuotanto loppui lokakuussa 2018, jolloin viimeiset malmit ajettiin rikastamolla. Henkilöstö pääosin lomautettiin ja liikkuva kalusto myytiin. Kaivoksen vedenpoisto jätettiin päälle, sekä kaikki kaivoksen tarpeelliset toiminnot sellaiseen tilaan, että

Pampalon kaivos

Pituusleikkaus – näkymä kohti itää



niiden uudelleen käyttöönotto olisi helppoa ja nopeaa. Syventämisen kannalta tarpeettomat sähköjärjestelmät purettiin huollon tarpeen minimoimiseksi.

Kaivoksen ylläpitotila

Kaivoksen ja rikastamon tuotannon lopettamisen jälkeen kaivokselle jäi henkilöstöä osa-aikainen sähkömies valvomaan vedenpoistojärjestelmää sekä malminetsintägeologeja. Kaivoksen välttämättömät toiminnot kuten ympäristöntarkkailu ja näytteenotto, patotarkkailu ja valvonta sekä kaivoksen ja kaivosalueen valvontavastuut jaettiin olemassa olevalle organisaatiolle. Nämä henkilöt perehdyttiin tehtäviin ja varmistettiin, että heillä on pätevyudet ja valmiudet hoitaa näitä tehtäviä. Pumpkauksen vaatima sähkö ja palkkakustannukset olivat merkittävimmät kustannukset yhdessä valtuuskustojen lisäksi.

Tuotannon keskeytyksen aikana Endomines teki tarkat kannattavuuslaskelmat olemassa olevan kairaustiedon ja aiemmin toteutuneen kustannustiedon perusteella. Vuoden 2020 loppupuolella kullan hinnan pitkäkestoisemman nousun todennäköisyyden nähtiin vahvistuneen, minkä seurauksena kaivoksen uudelleenavaamista alettiin viedä eteenpäin kullan hinnan ollessa yli \$1700/oz. Pitkän tähtäimen ennusteiden mukaan kullan hinnan arvioitiin pysyvän

investointien kannattavuutta ajatellen riittävällä tasolla.

Kaivoksen uudelleen avaaminen

Kaivoksen uudelleenavaamisen valmistelu aloitettiin tammikuussa 2021 valmistelevalta urakkatarjouspyynnöt vinotunnelien, tasoperien ja ilmastointinousujen louhinnalle. Tarjouskierros oli kattava, ja valintaprosessin jälkeen urakoitsijaksi valittiin Power Mining Oy maaliskuussa 2021. Sujuvan vinotunnelin ajon varmistamiseksi vinotunneliurakkaa edelsi kaivoksen rusnaus- ja tienkunnostusurakka. Varsinainen vinotunnelin ajo alkoi 19.4.2021 tavoitteena ajaa vinotunneliä 100 m kuukaudessa.

Kaivosta syvennetään ensivaiheessa noin 60 m syvyysuunnassa 815-tasolle nykyiseltä 755-tasolta. Vinotunnelin on suunniteltu saavuttavan 815-taso syyskuussa, ja malmiperänajon käynnistyvän lokakuussa. Suunnitelman mukaan ensimmäiset peränajomallit tullaan ajamaan rikastamon läpi vuoden 2021 lopulla. Kaivoksen varsinainen tuotantolouhintaa alkaa vuoden 2022 toisella neljänneksellä, jolloin myös rikastamo siirtyy säännölliseen ajoon. Myös tuotantolouhinnan tulee suorittamaan urakoitsija omalla kalustollaan. Tuotantolouhinnan aloituksen jälkeen vinotunneli tullaan ajamaan 855-tasolle, jolloin kaivoksen kokonaisyyvennys on 100 pystymetriä. Kaivoksen arvioitu tuotantoaika on

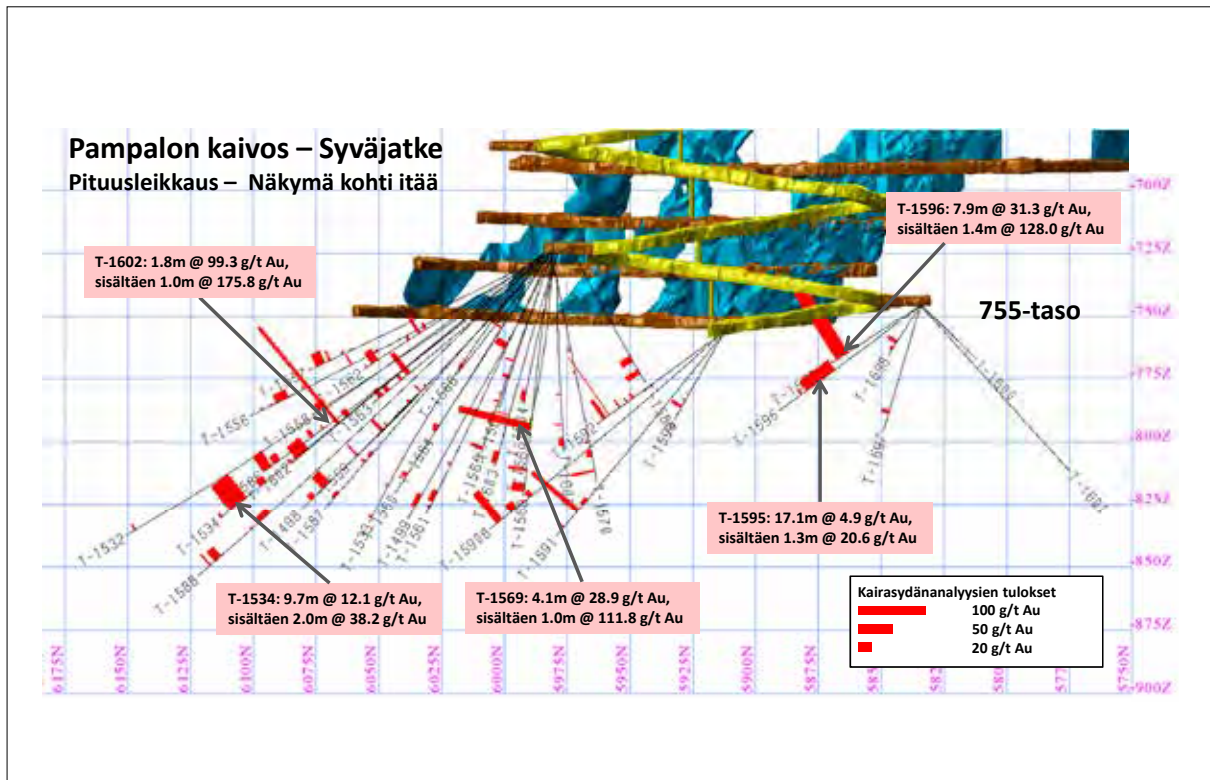
tämänhetkisen tuotantos suunnitelman mukaan noin kolme vuotta.

Kaivoksen nykyinen tilanne ja suunniteltu tuotanto

Tuotanto- ja suunnitteluhenkilöstön rekrytoinnit ovat alkaneet, ja ne tullaan saattamaan päätökseen syksyn 2021 aikana. Kaikki louhintatehtävät on ulkoistettu urakoitsijalle, jolloin Endomines keskittyy tuotannon suunnitteluun ja johtamiseen, geologiaan ja rikastustoimintaan. Tämä toimintamalli varmistaa joustavan toimintatavan ilman investointeja liikkuvaan kalustoon.

Tuotannon aikana maanalainen kaivos tulee tuottamaan kuukausittain noin 12,000–13,000 tonnia kultamalmia rikastettavaksi arvioidulla 3,3 g/t Au keskipitoisuudella. Tuotantoa rajoittava tekijä tulee olemaan maanalainen kaivos, sillä malmilinsien ollessa suhteellisen kapeita tulevat tuotantoperät vaatimaan raskaan lujituksen haastavien kallioperäolosuhteiden vuoksi. Rikastamon kapasiteetti on huomattavasti kaivoksen tuotantomäärää suurempi, ja kairaaminen lisämalmien inventoimiseksi onkin aloitettu.

Louhintamenetelmänä käytetään pengerialouhintaa raakkuutäytöllä 20 metrin tasovälillä. Louhosperät lujitetaan vajjeripulteilla, kuituruiskubetonilla ja kalliositeillä stabiliteetin varmistamiseksi. Louhokset avataan pitkäreikäisyyksillä, ja poraus suoritetaan 64



mm reiällä mahdollisimman tarkan louhinnan varmistamiseksi. Lastaus tapahtuu osittain kauko-ohjauksella, ja malmi kuljetetaan pintaan kuorma-autoilla. Louhosta voidaan avata noin 10–15 metriä maksimissaan, ja se on täytettävä välittömästi louhinnan jälkeen.

Pampalon esiintymän syväjatke

Ennen toiminnan seisahtumista yhtiö kairasi yhteensä 4600 metriä esiintymän syväjatkeelle, tason 755 alapuolelle. Reiät kohdennettiin seuraavalle vertikaaliselle 100 metrille, joka oli suunniteltu louhittavaksi seuraavaksi. Kairauksen tulosten avulla pystyttiin varmentamaan malmin jatkuminen alaspäin ja muodostamaan varantoarvio tonnien ja pitoisuuksien laskemiseen.

Malminetsintä lisävarantojen löytymiselle

Kun kaivoksen uusi vinotunneli on saavuttanut 855-tason, voidaan esiintymää kairata taas tehokkaasti seuraavat 100 vertikaalimetriä alaspäin. Esiintymän jatkuminen vieläkin syvemmälle voidaan tarvittaessa varmistaa pitkillä malminetsintäreiillä, mutta niiden kairaus on haastavaa johtuen lähellä malmia olevista tutkimustunneleista sekä mineralisaation voimakkaasta lineaatiosta. Tähän ei myöskään ole ollut välttämätöntä tarvetta esiintymän hyvän syvyysjatkuvuuden vuoksi. Geologinen rakenne, joka kont-

rolloi kullan esiintymistä Pampalossa, jatkuu todennäköisesti kilometrejä maankuoreen. Tiheä kairausverkko tarvitaan varantoarvion tekemiseen.

Vuonna 2017 suoritetun syväjatkeen, 755–855 tasovälin, kairauksen tulokset olivat poikkeuksellisen hyviä. Parhaimmat lävistyksistä T-1596 ja 1,8 metriä pitoisuudella 99,3 g/t Au reiästä T-1602 indikoivat korkeapitoisten linssien olemassaolosta. Niitä ei ole ollut sitten Outokummun 1990-luvun louhintojen jälkeen lähellä maanpintaa. Kaiken kaikkiaan kairauksen tulokset olivat parhaimpia, mitä Pampalosta on saatu Endominessin aikana.

Pampalon päämalmin lisäksi alueella on myös muita kultaesiintymiä, joita mahdollisesti voidaan hyödyntää tuotannossa tulevaisuudessa. Noin 150 metriä Pampalosta itään on Pampalo Eastin kultaesiintymä, jota yhtiö on louhinut vuosina 2013–2015. Esiintymän pitoisuus on ollut alhainen, noin 1 g/t kulta, mutta avolouhos ja sijainti lähellä rikastamoaa tekevät siitä mielenkiintoisen. Esiintymää on louhittu vasta noin 20 metrin syvyyteen ja se on auki pohjoiseen. Kun Pampalon hierotovyöhykettä seurataan edelleen luoteeseen, tulee vastaan Pampalonlammit- esiintymä noin 500 metrin päässä ja Pampalo NW:n esiintymä noin 1 km päässä.

Kesän 2021 aikana yhtiö on suunnitellut tekevänsä Pampalon tutkimustunneleis-

ta, noin 700 metriä maanpinnan alapuolelta, malminetsintään keskittyvän kairausohjelman, jossa kairataan pitkiä horisontaalisia reikiä pohjoiseen ja itään päin päämalmin ulkopuolelle. Reiillä testataan pohjoispuolella olevan Pampalon antikliini-poimurakenteen malmipotentialia sekä haetaan Pampalo East -rakenteen syväjatkeita. Yhtiön tavoitteena on löytää lisää louhittavia varantoja, joihin olisi mahdollista päästä olemassa olevaa vinotunnelia hyödyntäen ja näin lisätä kaivoksen toiminta-aikaa.

Karjalan kultalinjan potentiaali

Yhtiöllä on yhteensä noin 100 neliökilometriä valtauksia, malminetsintäalueita sekä kaivospiirejä noin 40 kilometrin mittaisella Karjalan kultalinjan alueella. Kultalinjan esiintymistä Pampalon lisäksi vain Rämepurolle on ollut tuotantoa. Kaivos oli toiminnassa vuosina 2014–2016 ja sieltä louhittiin yhteensä 165 000 tonnia malmin pitoisuudella 1,8 g/t kulta. Alueella on nyt noin 70 metriä syvä avolouhos ja esiintymä on auki alaspäin.

Hoskon esiintymä sijaitsee kultalinjan pohjoisosassa noin 10 kilometriä Pampalosta. Esiintymälle on tehty pitkälle meneviä kaivossuunnitelmia ja kannattavuuslaskelmia. Louhintaa ei ole käynnistetty lukuun ottamatta pilottinäytteitä, jotka louhittiin vuosina 1999 ja 2013. Esiintymän tutkimis-

ta tuotantoon saattamiseksi jatketaan edelleen. Hoskossa on erittäin hyvä malminetsintäpotentiaali, paras kairauksista saatu lävistys on yksi metri pitoisuudella 1777 g/t. Lisäksi alueen poikkeuksellisen laaja serisiittimuuttuminen sekä useat kultatapoiset lohkarenäytteet tekevät alueesta mielenkiintoisen.

Muita merkittäviä tuotantopotentiaalia omaavia esiintymiä ovat Muurinsuo ja Korvilansuo kultalinjan eteläpäässä. Muurinsuon esiintymä on kapea ja pystyasentoinen, mutta parhaimmat lävistykset ovat riittäviä jopa maanalaiseen kairavostoimintaan. Korvilansuolla on paljon Endominesin kairaa- reikiä, joissa on merkittäviä kultatäviä. Ne eivät ole mukana nykyisessä varantoarviossa eikä kaikkia esiintymän rajoja ole vielä saatu kairauksissa kiinni. Esiintymän kehittämistä jatketaan edelleen.

Karjalan kultalinjalla on myös useita mielenkiintoisia alkuvaiheen malminetsintäprojekteja. Pääkohteena oleva Kartitsa sijaitsee noin 6 km Hoskosta pohjoiseen. Alueella ei ole aikaisemmin juurikaan tehty malminetsintää, vaikka kullan esiintymistä kontrolloivat pohjois-etelä-suuntaiset hiertovyöhykkeet jatkuvat sinne. Alueelta on löytynyt kultaviitteitä moreenista ja kallioperästä.

Kun huomioon otetaan aikaisempi kullantuotanto, Pampalon uudelleen käynnistyminen, löydetty esiintymät sekä Karjalan kultalinjan malminetsintäpotentiaali, on yhtiöllä kaikki edellytykset pitkäkestoiseen kullantuotantoon alueella. ▲



WIDE RANGE OF GEOSERVICES

Geotechnical and geological services from Palsatech, all from one place.

www.palsatech.fi

PALSATECH

+358 (0)40 5144 505
info@palsatech.fi

POHTO



OIKEAA OSAAMISTA

LIIKETOIMINNAN
JOHTAMISEEN

TUOTANTOON JA
TEOLLISUUTEEN

METALLITEOLLISUUDEN AVOIMET KOULUTUKSET SYKSY 2021

Valssaustekniikka	21.-22.9.2021
Epäpuhtauksien hallinta pyrometallurgisissa prosesseissa	2.-3.11.2021
Teräkset ääriolosuhteissa	18.-19.11.2021
Teräksen peittäus	31.11.-1.12.2021

ILMOITTAUTUMINEN

www.pohto.fi tai asiakaspalvelu@pohto.fi

TOTEUTAMME KOULUTUKSIA MYÖS YRITYSKOHTAISESTI ASIAKASTARPEET HUOMIOIDEN. KYSY TARJOUS!



Vastuullista kaivostoimintaa vuodesta 1962



Pyhäsalmi Mine

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



4D Siepparit kustomoidaan saumattomaksi osaksi asiakkaan prosessia. Weefiner Oy:n teknologiajohtaja Elmeri Lahtinen esittelee ratkaisujen skaalauksessa hyödynnettävää pilottikonttia.

Kriittisten raaka-aineiden talteenotto uudelle tasolle

TEKSTI: **ARI VÄISÄNEN**

Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella kehitetään innovatiivisia talteenottomenetelmiä vastaamaan kriittisiksi luokiteltujen raaka-aineiden tarpeeseen. Euroopan komissio on arvioinut viimeisimmässä listassaan 27 raaka-ainetta EU:n teollisen toiminnan kannalta kriittisiksi.¹ Kriittisyys liittyy keskeisesti riskeihin raaka-aineiden saatavuudessa, hintakehityksessä tai korvattavuudessa. Merkittävin ero viimeisimmässä syksyllä 2020 päivitetystä luettelosta aikaisempiin listauksiin verrattuna oli huoltovarmuuden korostaminen materiaalien saatuuteen liittyen. Erityisesti akkumetallien, joidenkin jalometallien (Platinum Group Metals, PGMs) ja harvinaisten maametallien (Rare Earth Elements, REE) tarpeen oletetaan kasvavan merkittävästi seuraavien vuosikymmenten aikana. International Energy Association ennustaakin, että siirtyminen puhtaampiin energiantuotantomuotoihin, eli ns. vihreä siirtymä johtaa kuparin, nikkelin, kobolttin, litiumin ja harvinaisten maametallien tarpeen huomattavaan kasvuun vuoteen 2040 mennessä.²



Granulamainen ioninvaihtomateriaali ladattuna täyteen palladiumia.

Huoli raaka-aineiden, erityisesti metallien, riittävydestä on johtanut siihen, että Euroopan komissio teki tutkimuksen³ kriittisten raaka-aineiden tulevasta tarpeesta strategisissa teknologioissa kuten uusiutuissa energiantuotantomuodoissa, sähköisessä liikkumisessa sekä puolustus- ja avaruusteknologioissa. Tiettyjen metallien tarvetta lisää se, että samoja metalleja tarvitaan laajasti myös energiantuotannossa, sähkömoottoreissa, robotiikassa, droneissa

ja autonomisissa ajoneuvoissa ja ne mahdollistavat digitalisaation.³ Suosituksissaan komissio esittää toimenpiteitä raaka-aineiden toimittajien monipuolistamiseksi, jotta riippuvuutta mm. Kiinasta voidaan vähentää, ja samanaikaisesti materiaalien kierrätystä ja uudelleenkäyttöä on lisättävä. Materiaalikiertojen tehostaminen on myös yksi avaintekijä Euroopan teollisuuden kilpailukykyyn ja toimintavarmuuden turvaamiseksi.

Ioninvaihdolla metallit talteen

Kiertotalouden tutkimus on Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella keskitetty kriittisten raaka-aineiden talteenottoteknologioiden kehitystyöhön. Kemian perustutkimuksessa kehitetään uusia funktionaalisia materiaaleja, jotka kykenevät metallien selektiiviseen talteenottoon jopa äärimmäisen happamista liuoksista. Ioninvaihto on tunnettua tekniikkaa⁴ ja sitä onkin käytetty laajalti vesien puhdistuksessa ja myös arvo-metallien talteenotossa. Tarkkaan suunniteltujen ja käyttötarkoitukseensa valmistettujen ioninvaihtomateriaalien avulla kyetään liuoksista poimimaan halutut metallit epä-

puhtauksien tai vähemmän arvokkaiden metallien jäädessä edelleen liuokseen. Tekniikan avulla voidaan ottaa liuenneet metallit erittäin tehokkaasti talteen, jolloin pieninä pitoisuuksinakin esiintyvät metallit saadaan hyödynnetyksi. Teollisuuden jätevesissä on useimmiten liuenneena arvokkaita metalleja pitoisuuksina, joita ei ole ollut kannattavaa ottaa talteen, mutta talteenottoteknologioiden kehityksen ja metallien hintojen nousun myötä niiden talteenotto on ajankohtaista. Tekniikassa olennaisessa asemassa on saattaa partikkelimainen ioninvaihtomateriaali, tyyppillisesti granulat, hyvään kontaktiin liuoksessa olevien ionien kanssa. Granulat ovat raemaisia funktionalisoituja polymeereja⁴ tai silikaa⁵. Granulamaisuus voi aiheuttaa merkittäviä prosessisykliä tehoa heikentäviä ongelmia, kuten kanavoitumista, josta seuraa virtaushäiriötä sekä huono kontakti materiaalin ja liuoksen välillä. Materiaalien kesto ja uudelleenkäytettävyyteen liittyy myös haasteita. Kolonneissa myös kana-voituminen on yleensä merkittävä haaste.

Innovatiivinen talteenottoteknologia teollisuuden vesienkäsittelyyn

Vapaiden jauheiden ja granuloiden ongelmia ratkaisemaan Jyväskylässä kehitettiin 3D-tuotukseen perustuva vesienkäsittelyteknologia, jota kaupallistamaan syntyi Weefiner Oy. Ratkaisussa yhdistetään funktionaaliset materiaalit ja lasersintraus, jolloin lopputuloksena saadaan ennennäkemättömän tehokkaita ja kustomoitavia 4D Sieppareita. Näitä 4D Sieppareita voidaan käyttää liukoisten metallien tai ravinteiden talteenottoon teollisuuden prosessi- ja jätevesivirroista. Ratkaisu mahdollistaa tehokkaan talteenoton jopa hyvin matalista pitoisuuksista. Talteenottosyklin jälkeen metallit voidaan pestä siepparista omaksi fraktiokseen, jonka jälkeen sieppari on uudelleenkäytettävissä. Innovatiivinen valmistusteknologia mahdollistaa 4D Siepparien integroinnin hyvin erilaisiin ympäristöihin, sillä sen avulla pystytään vastaamaan esimerkiksi erilaisiin virtaama- tai kokotavoitteisiin.

Weefinerin 4D Sieppari soveltuu eri teollisuuden alojen vesienkäsittelyyn juuri kustomoitavuutensa takia. Valmistusteknologian ansiosta siepparien selektiivisyyttä voidaan helposti muokata vastaamaan juuri kohteena olevan prosessin tarpeisiin. ”Teknologiaa on jo demonstroitu muun muassa jalometallien^{6,7} ja erilaisten haitallisten metallien kuten elohopean⁸, lyijyn, kadmiumin, nikkelin, arseenin ja antimonin poistoon. Lähtökohtaisesti 4D Siepparit voidaan muokata talteenottamaan lähes mitä vain metal-



Kiinteän materiaalin liuotukseen käytettävien happojen käsittely vaatii asianmukaisen suojavaatetuksen. Happohöyryjen muodostuminen voi olla liuotuksen alussa hyvin voimakasta. Kuparin talteenotossa elektrolyysi on todettu erinomaiseksi menetelmäksi.

leja tai ravinteita, kuten sulfaattia, fosfaattia tai nitraattia. Myös talteenottotehokkuutta voidaan säätää prosessin tarpeisiin”, kertoo Weefinerin teknologiajohtaja Elmeri Lahtinen.

Kiertotalouden tutkimusalusta (KITA)

Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella on toiminnassa erityisesti metallien talteenoton tutkimukseen suunniteltu kiertotalouden tutkimusalusta (KITA). KITA hankittiin viime syksynä Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoituksen turvin ja se luo mahdollisuuden testata erilaisia talteenottotekniikoita jatkuvatoimisena kokonaisuutena. Investointia olivat tukemassa myös Jyväskylän kaupunki ja Huoltovarmuuskeskus. Laitteistolla voidaan testata jäte- ja muiden materiaalien liuotusta 0,5 kilon tai metallien talteenottoa liuoksista 6 litran ns. bench scale -mittakaavassa. Liuotusreaktorit, erotin-selkeytin yksiköt, ioninvaihtokolonnit ja elektrolyysilaitteisto ovat erillisinä yksiköinä, mikä mahdollistaa niiden sijoittamisen käyttötärpeen mukaisesti eri kohtiin talteenotto-prosessia. 4D siepparit voidaan myös hyvin yksinkertaisesti integroida tutkimusalustaan, jolloin eri metallit voidaan ottaa talteen optimaalisimmasta kohdasta kehitettävää talteenotto-prosessia. Yhdistämällä eri talteenottotekniikoita saadaan tehostetuksi eri metallien talteenottoa kokonaisuudessaan. Perinteisemmät menetelmät kuten elektrolyysi ja neste-nesteeutto ovat tehokkaita, kun talteen otettavan metallin pitoisuudet ovat suhteellisen korkeita, kun taas 4D siepparit kykenevät ottamaan talteen myös erittäin pienet pitoisuudet, olivatpa ne arvokkaita tai haitallisia metalleja. Metallien selektiivisen erotuksen ja puhtauden lisäksi kemikaalien

kierrätys, energiatehokkuus ja talteenotto-prosessin ympäristöhaittojen minimointi ovat jokaisen kehitettävän prosessitekniisen kokonaisuuden kannalta keskeisessä asemassa. Metallisieppareita hyödyntävän teknologian avulla voidaan tuottaa teollisuudelle tärkeitä ns. high tech -metalleja erilaisista jättemateriaaleista energiatehokkaasti. ▲

Lähdeluettelo

1. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Critical Raw Materials Resiliency: Charting a Path towards greater Security and Sustainability, European Commission, 2020, 1-24.
2. International Energy Association, The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, World Energy Outlook Special Report, 2021, 1-287.
3. Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study, European Commission, 2020, 1-98.
4. Zagorodni, A., Ion Exchange Materials – Properties and Applications, Elsevier, London, 2007, 1-477. <https://www.silicycle.com/products/metal-scavengers>
5. Lahtinen, E., Kivijärvi, L., Rajendhrasrad, T., Väisänen, A., Rissanen, K. and Haukka, M., Selective recovery of gold from electronic waste using 3D-printed scavenger, ACS Omega, 2017, 2, 7299-7304.
6. Lahtinen, E., Hänninen, M.M., Kinnunen, K., Tuononen, H.M., Väisänen, A., Rissanen, K., and Haukka, M., Porous 3D Printed Scavenger Filters for Selective Recovery of Precious Metals from Electronic Waste. Adv. Sustainable Syst. 2018, 2, 1800048.
7. Kulomäki, S., Lahtinen, E., Perämäki, S. and Väisänen, A., Determination of mercury at picogram level in natural waters with inductively coupled plasma mass spectrometry by using 3D printed metal scavengers, Anal. Chim. Acta, 2019, 1092, 24-31.



DIGITAALISIN ASKELIN PAREMPAAN TUOTTAVUUTEEN

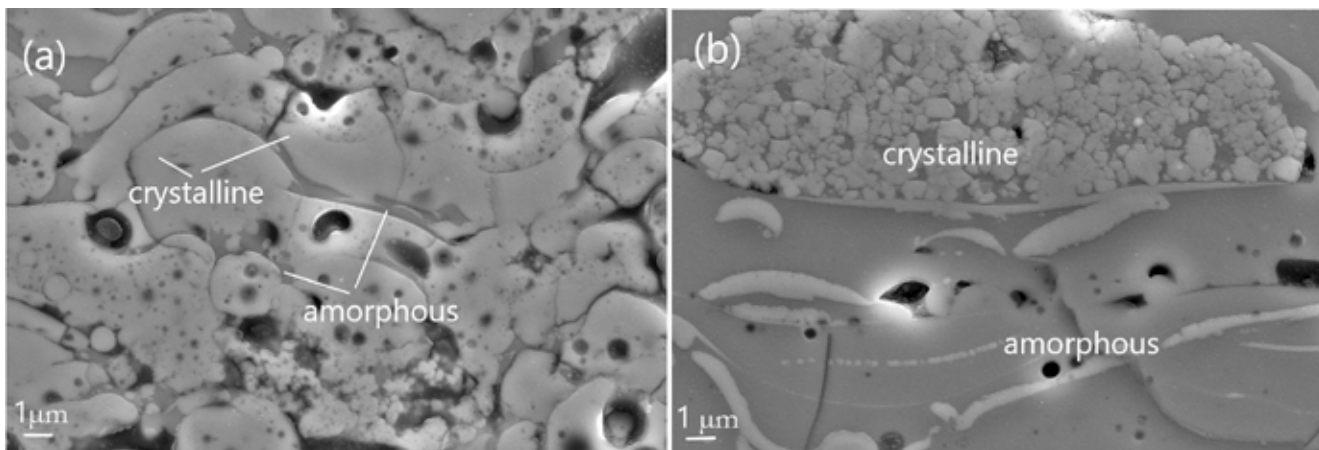
Kaivosautomaation edelläkävijänä tunnemme hyvin digitalisaation mahdollisuudet ja haasteet. Tarjonnassamme on ollut automatisoituja ratkaisuja kaivoksiin jo yli 20 vuotta.

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.

Teollisuuden sivuvirroista valmistetut tuotteet voivat olla ominaisuuksiltaan jopa primäärisistä raaka-aineista tehtyjä parempia

Kaikista käytetyistä raaka-aineista vain 9% kiertää tällä hetkellä takaisin uudelleenkäyttöön. Tuoreessa väitöksessä haettiin ratkaisuja erittäin ajankohtaiseen haasteeseen, mineraalisten sivuvirtojen saattamiseen takaisin raaka-ainekiertoon ja hyötykäyttöön.

KIRJOITTAJA: **MARJAANA KARHU, VTT**



Kuva1. Pyyhkäisyelektronimikroskooppikuvat (a) primäärisistä raaka-aineista valmistetusta $MgAl_2O_4$ -pinnoitteesta (b) sekundäärisistä raaka-aineista valmistetusta pinnoitteesta.

Kasvava kulutus sekä siirtyminen kohti hiilineutraalia energian tuotantoa ja liikennettä kasvattavat raaka-aineiden tarvetta entisestään tulevaisuudessa. Tällä hetkellä mineraalisia materiaaleja tuodaan Eurooppaan jopa toiselta puolelta maapalloa. Lisäksi joidenkin luonnonvarojen osalta sopivat primääriset raaka-ainetarannot hupenevat maapallolta tai keskittyvät tiettyihin maihin, mikä aiheuttaa raaka-aineiden saatavuusongelmia ja hinnanvaihteluita. Samanaikaisesti teollisuus tuottaa Suomessakin paikallisesti valtavat määrät sivuvirtoja. Niistä suuri osa päätyy jätteeksi kuormittamaan ympäristöä. Teollisuuden tuottamat mineraaliset sivuvirrat tulisi saada kiertoon ja hyötykäyttöön mahdollisimman tehokkaasti. Tämä

mahdollistaisi osaltaan maahantuotujen materiaalien korvaamisen ja primääristen raaka-ainetarantojen riittävyyden turvaamisen ja pienentäisi samalla prosessien ja tuotteiden ympäristövaikutuksia.

Kaivosten sivuvirrat muodostavat suurimman osuuden teollisuuden tuottamista sivu- ja jätevirroista maailmanlaajuisesti. Vuosittain kaivosjätettä syntyy kymmeniä tuhansia miljoonia tonneja. Syntyvän jätteen määrä muodostaa jopa yli 70 % maaperästä louhitun aineksen määrästä. Kaivosten sivuvirtojen hyödyntäminen on pääasiassa keskittynyt maanrakennussovelluksiin, jossa niiden uudelleenkäyttöarvo on suhteellisen alhainen, mutta kuitenkin vakiintunut. Tästä huolimatta kaivosten sivuvirrat miel-

letään edelleen suurelta osin jätteeksi, eikä niiden hyödyntämispotentiaalia raaka-aineena tunnisteta.

Sivuvirtojen hyödyntämismahdollisuudet korkean lämpötilan keraamimateriaalien raaka-aineena

Tutkimus keskittyi selvittämään mineraalisten sivuvirtojen hyödyntämistä korkeamman jalostusasteen sovelluksissa, korkean lämpötilan keraamimateriaalien raaka-aineena korvaamassa puhtaiden Eurooppaan tuotujen primääristen raaka-aineiden käyttöä. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia ja lisätä ymmärrystä sivuvirtojen hyötykäytön mahdollisuuksista ja rajoitteista tällä uudella so-

vellusalueella. Tavoitteiden saavuttamiseksi tutkimuksessa keskityttiin siihen, kuinka mineraalisten sivuvirtojen epäpuhtauksia sisältävä koostumus ja rakenne vaikuttavat syntyvien keraamisten materiaalien mikrorakenteeseen sekä sitä kautta saavutettuihin ominaisuuksiin verrattuna vastaaviin primäärisistä raaka-aineista valmistettuihin materiaaleihin. Lisäksi selvitettiin mahdollisuutta sivuvirtojen koostumuksen räätälöintiin yhdistämällä eri virtoja keskenään. Korkean jalostusarvon sovelluskohteita ajatellen lopputuotteiden ominaisuuksien ja käytettävyyden on oltava vähintään samalla tasolla vastaavien primääri- ja sekundaarisista raaka-aineista valmistettuihin materiaaleihin. Lisäksi selvitettiin mahdollisuutta sivuvirtojen koostumuksen räätälöintiin yhdistämällä eri virtoja keskenään. Korkean jalostusarvon sovelluskohteita ajatellen lopputuotteiden ominaisuuksien ja käytettävyyden on oltava vähintään samalla tasolla vastaavien primääri- ja sekundaarisista raaka-aineista valmistettuihin materiaaleihin. Lisäksi selvitettiin mahdollisuutta sivuvirtojen koostumuksen räätälöintiin yhdistämällä eri virtoja keskenään.

Työssä esitettyjen tulosten perusteella mineraalisilla sivuvirroilla on mahdollista korvata puhtaista raaka-aineita korkean lämpötilan keraamisovelluksissa. Sivuvirtapohjaisilla keraamimateriaaleilla saavutetut ominaisuudet olivat suurelta osin vastaavalla tasolla ja joidenkin ominaisuuksien osalta jopa parempia kuin vastaavilla puhtaista raaka-aineista valmistetuilla materiaaleilla. Esimerkiksi yhdistämällä tietynlaista kiviainesta muodostuvaa sivuvirtaa alumiinin anodisointiprosessista syntyvän sivuvirran kanssa pystyttiin valmistamaan lasifaasia sisältäviä keraamipinnoitteita, joiden sähköneristävyyttä oli samaa luokkaa kuin puhtaista raaka-aineista valmistetuilla pinnoitteilla. Keraamipinnoitteiden kulumiskestävyys osoittautui paremmaksi kuin vastaavista puhtaista raaka-aineista valmistetuilla pinnoitteilla, mikä mahdollistaa niiden pidemmän eliniän korkean lämpötilan sovelluskohteissa. Pidempi elinikä tuo sekä ilmastollisia että taloudellisia hyötyjä vähentämällä pinnoitteisiin tarvittavien raaka-ainekulutusta.

Muodostuvien mikrorakenteiden tutkiminen loi pohjaa saavutettujen ominaisuuserojen ymmärtämiselle. Primäärisistä raaka-aineista valmistetuissa pinnoitteissa oli nähtävissä tyypillinen termisesti ruiskutettujen pinnoitteiden lamellaarinen mikrorakenne. Lamellit koostuivat kiteisestä magne-

siumaluminaattispinelli ($MgAl_2O_4$)-faasista ja kiteisten alueiden välissä oli havaittavissa pieniä amorfisia alueita. Sekundäärisistä mineraalisista sivuvirroista valmistetuissa pinnoitteissa havaittiin mikrorakenne, joka koostui amorfisen faasin ympäröimistä erillisistä kiteisistä alueista. Työn tuloksena selvisi, että johtuen tästä erilaisesta mikrorakenteesta myös pinnoitteiden kulumismekanismit olivat erilaiset.

Väitöstyössä esitetyt sivuvirtapohjaisten keraamimateriaalien ominaisuudet toimivat pohjana tietopankille, jota voidaan jatkokäytöksissä hyödyntää sivuvirtapohjaisten materiaalien suunnittelussa. Sivuvirtojen kokonaisvaltaiseen hyödyntämiseen ja kiertojen sulkemiseen on kuitenkin vielä matkaa. Avainasemassa sivuvirtojen hyödyntämisessä ovat sivuvirtojen laadunvaihtelun hallinta ja myös ymmärrys koostumuksen vaikutuksista tuotteiden pitkäaikaiskestävyyteen. Näiden ratkaisemiseksi tarvitsemme vahvaa tutkimuspanostusta, uudenlaisia lähestymistapoja ja laajaa yhteistyötä alan toimijoiden kesken.

Marjaana Karhun väitöskirja ”Utilization of Mineral Side Streams in High Temperature Ceramic Materials” tarkastettiin Tampereen yliopiston tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunnassa perjantaina 4.12.2020. Vastaväittäjinä toimivat professori Timo Fabritius Oulun yliopistosta sekä professori Yiannis Pontikes KU Leuvenista. Kustoksena toimi professori Erkki Levänen Tampereen yliopiston tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunnasta. ▲

Lisätiedot: Marjaana Karhu,
puh. 0405365926, marjaana.karhu@vtt.fi



BIO Marjaana Karhu

Marjaana Karhu työskentelee johtavana tutkijana Teknologian tutkimuskeskus VTT:llä teollisen kiertotalouden ratkaisujen parissa. Hänen tutkimuksensa pyrkii edistämään metallien ja mineraalien kiertotaloutta Suomessa sekä kehittämään kustannustehokkaita ratkaisuja koti suljettuja raaka-ainekiertoja. Marjaana Karhu valmistui Tampereen teknillisestä yliopistosta materiaali-tekniikan diplomi-insinööriksi vuonna 2006. Hänellä on yli 15 vuoden työkokemus VTT:ltä materiaaliteknisestä ja materiaalien prosessoinnista. Hän on toiminut projekti-koordinaattorina sekä työpaketien vetäjänä useissa kansallisissa sekä EU-rahoitteisissa hankkeissa liittyen raaka-aineisiin, kiertotalouteen ja kiertotalouden suunnitteluun.



element

request@element.global

Vaihtoehtoiset varaosat ja kulutusosat Sandvikille, Metsolle, Triolle, Terexille, TelSmithille ja muille merkeille



Säästä jopa
30%
laitteiden
ylläpidosta

Takaamme
OEM -osien
kaltaisen
käyttöiän



www.element.global



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



[Element Global](https://www.youtube.com/ElementGlobal)



[Element Global](https://www.linkedin.com/company/ElementGlobal)



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

Yhteistyöllä enemmän!

TEKSTI: PERTTI KORTEJÄRVI

Suomessa on laajasti huippuosajia ja -yrityksiä maanalaisen toiminnan eri vaiheisiin ja keskeiset toimijat ovat tehneet yhteistyötä vuosikymmenten ajan tiiviisti. Miten me saamme tästä voimavarasta irti enemmän niin kotimaassa kuin myös kansainvälisesti?

Jokaisella toimijalla on luonnollisesti omat tavoitteensa, on kyseessä sitten esimerkiksi yritys, korkeakoulu tai tutkimuslaitos. Aiheet yhteistyölle kumpuavat näistä tavoitteista ja sen kautta ne ovat myös usein yksittäiseen aiheeseen tai teknologiaan liittyviä. Erilaisia projekteja sekä konsortioita luodaan sen mukaan.

Pyhäsalmen kaivoksen uusiokäyttöä on valmisteltu eri tavoin jo pitkään ja Business Finlandin rahoittamassa ja Pyhäjärven Callion hallinnoimassa FireLAB-projektissa selvitetiin laajasti eri toimijoiden näkemyksiä ja tarpeita (28 yritystä ja yhteisöä). Selvityksen keskeisenä tuloksena todettiin, että tuotekehitykseen, testaukseen ja sertifiointiin sekä koulutukseen tarvitaan toimija ja ympäristö, joka mahdollistaa näitä asioita.

Lähtötilanteessa selvitetiin puhtaasti testausympäristöön liittyviä tarpeita. Sen pohjalta johtopäätöksenä on, että testausympäristölle on tarvetta. Suurimmalla osalla toimijoista tarve voi kuitenkin olla satunnaista, yksittäiseen uuteen tuotteeseen, palveluun tai tutkimukseen liittyvää. Tämän vuoksi toimintaympäristön tekemiseen ja ylläpitoon on hyvä koota useita toimijoita, jotta kulut myös hajautuvat ja pienenevät.

Uutena asiana selvityksessä nousi esille tarve aktiiviselle, neutraalille toimijataholle, joka voi toimia yhdistävänä tekijänä eri yritysten, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten sekä myös alan etujärjestöjen ja yhdistysten välillä. Se mahdollistaa uusien aloitteiden ja teemojen aktivoimisen ja eteenpäin viemisen konkreettisesti.

Saatujen selvitystulosten ja keskustelujen pohjalta on perustettu innovaatioklusteri, Pyhäsalmi Cooperation Cluster. Sen perustehtävänä on edistää maanalaisten, vaikeapääsyisten tai suljettujen tilojen toiminnallisuutta sekä siihen liittyvän teknologian,

SAATUJEN SELVITYSTULOSTEN JA KESKUSTELUJEN POHJALTA ON PERUSTETTU INNOVAATIOKLUSTERI, PYHÄSALMI COOPERATION CLUSTER.

rakentamistekniikan, rakentamistuotteiden ja turvallisuuden kehittämistä jäsenten tarpeiden mukaisesti ja tarjota jäsenilleen tähän liittyviä palveluita.

Klusterin tehtävänä on myös tarjota tiloja jäsenilleen vaativiin testaus-, todentamis-, sertifiointi- ja koulutustarpeisiin liittyen joko omana toimintanaan tai yhdessä Pyhäjärven Callion kanssa.

Samalla klusteri toimii aktiivisena hakijana sekä osallistujana kehittämis- ja tutkimusprojekteissa niin kotimaassa kuin kansainvälisestikin. Se pyrkii myös edistämään jäsentensä tulostavoitteita aktiivisella markkinointi- ja vienninedistämistoiminnalla.

Koulutustoiminta jäsenille toteutetaan tarvelähtöisesti yhteistyössä huippuosajien sekä jäsen- ja yhteistyöorganisaatioiden kanssa tai suoraan heidän toteuttamanaan. Esimerkkeinä ovat mm. Oulun Yliopiston Oulu Mining Schoolin toteuttamat tilauskoulutukset ja tutkimukset sekä Underground Rescue Centerin koulutusohjelmat ja räätälöidyt koulutukset.

Pyhäsalmi Cooperation Cluster on voittoa tavoittelematon osuuskunta, jonka toiminnan tavoitteista, sisällöstä ja toteuttamisesta vastaa sen jäsenistö.

Jäsenet voivat toteuttaa omaa testaustaan, jolloin tulokset ovat tietenkin vain omassa käytössä. Klusterin sisällä voidaan toteuttaa myös laajempia kokonaisuuksia, joissa on mukana useita jäseniä. Kokonaisuus voi myös olla Clusterin yhteinen riippuen aihepiiristä tai laajuudesta.

Mitä laajemmin eri toimijoita on mukana, sitä vahvempia olemme kehittämään tietoa, osaamista ja teknologiaa sekä viemään sitä myös kansainvälisille markkinoille ja foorumeille ▲.

Tervetuloa mukaan toimintaan!

Toiminnasta lisätietoa antavat:

Pertti Kortejärvi

Toimitusjohtaja

peritti.kortejarvi@pyhasalmicluster.fi

+358 44 9722 549

Kustaa Valtonen

Hallituksen puheenjohtaja

kustaa@live.com

+358 50 4144300

KOULUTUSTOIMINTA
JÄSENI LLE TOTEUTETAAN
TARVELÄHTÖISESTI
YHTEISTYÖSSÄ
HUIPPUOSAAJIEN
SEKÄ JÄSEN- JA
YHTEISTYÖORGANISAATIOIDEN
KANSSA TAI SUORAAN HEIDÄN
TOTEUTTAMANAAN.

Liikkumisen sähköistämässä sekä uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisessä tarvittavat metallit ja niiden riittävyys

PATRIK GRANVIK, MAISTERIOPISEKELIJA, AALTO-YLIOPISTO, KEMIAN TEKNIIKAN KORKEAKOULU, METALLURGIA
LASSI KLEMETTINEN, TOHTORIOPISEKELIJA, AALTO-YLIOPISTO, KEMIAN TEKNIIKAN KORKEAKOULU, METALLURGIA
KATRI AVARMAA, TUTKIJATOHTORI, DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING AND PRODUCT DESIGN ENGINEERING, SWINBURNE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ARI JOKILAAKSO, PROFESSORI, AALTO-YLIOPISTO, KEMIAN TEKNIIKAN KORKEAKOULU, METALLURGIA
LOTTA TOIVONEN, ASIANTUNTIJA, SUOMEN ITSENÄISYYDEN JUHLARAHASTO SITRA, LUONTOA VAHVISTAVA KIERTOTALOUS
NANI PAJUNEN, JOHTAVA ASIANTUNTIJA, SUOMEN ITSENÄISYYDEN JUHLARAHASTO SITRA, KESTÄVYYSRATKAISUT

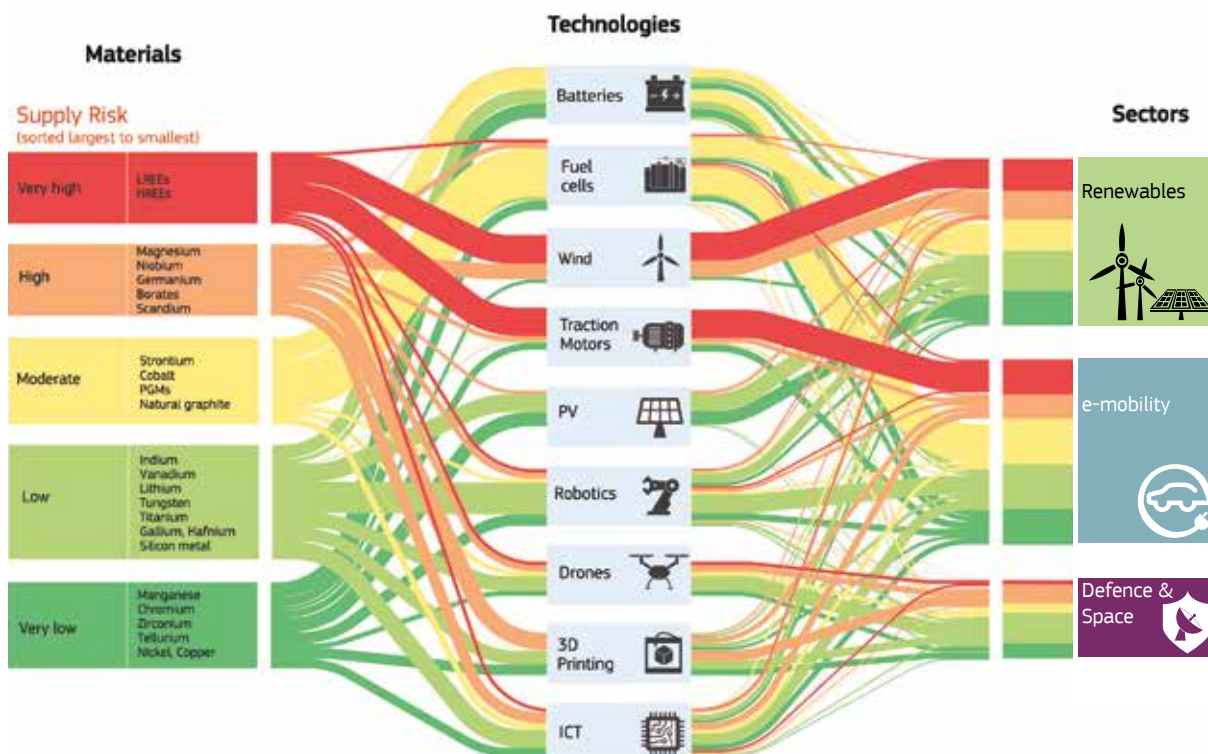
Maapallon kestävyyskriisiin pysäyttäminen vaatii nopeita toimia. Tällä hetkellä ylikulutamme luonnonvaroja ja ilmastonmuutos sekä biodiversiteettikato uhkaavat ennen näkemättömällä tavalla elämäämme maapallolla. Ilmastonmuutokseen on jo laajasti havahduttu. Sen hillitsemiseen etsitään ratkaisua nopealla siirtymällä sähköiseen liikkumiseen ja uusiutuvan energian käyttöön. Liikkumisen sähköistäminen ja sähkön tuottaminen tuuli- ja aurinkovoimalla, kun muutosta

ollaan vielä tekemässä nopealla aikataululla, edellyttävät kuitenkin metallien tuotannon lisäämistä enemmän ja nopeammin kuin on mahdollista. Tarvitaan kokonaisvaltaista tarkastelua kestävä ratkaisun löytämiseksi. Se edellyttää sekä siirtymistä lineaaritaloudesta hiilineutraaliin kiertotalouteen että merkittäviä toimintatapamuutoksia, kuten kulutuksen ja energian käytön vähentämistä. Tämä artikkeli perustuu Aalto-yliopistossa 2021 tehtyyn diplomityöhön, joka liittyy Sitran tekemään työhön ja teettämiin selvityksiin luonnonvarojen käytöstä ja riittävydestä.

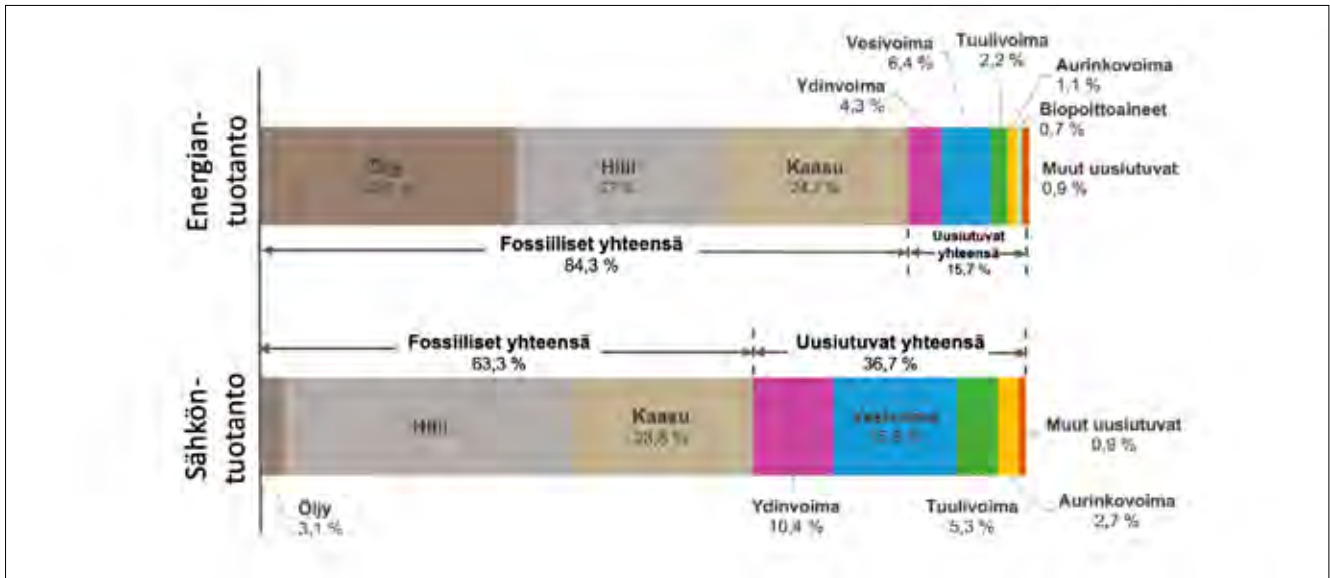
Johdanto

Ekologinen kestävyyskriisi koskettaa meitä kaikkia. Ilmastonmuutos etenee ja luontokato on totta. Ne liittyvät kiinteästi toisiinsa ja ruokkivat toisiaan nopeuttaen ympäristön tilan huonontumista. Kansainvälisen luonnonvarapaneelin arvion mukaan luonnonvarojen käyttöönotto ja prosessointi aiheuttavat noin puolet globaaleista kasvihuonekaasupäästöistä ja 90 prosenttia luonnon monimuotoisuuden hupenemisesta.

Tilanteeseen, ihmisen toiminnan seurauksiin, on havahduttu jo noin viisikym-



Kuva 1. Havainnepiirros EU:n määritelmän mukaisten kriittisten metallien moninaisista käyttökohteista [4].



Kuva 2. Globaalin energian- ja sähköntuotannon osuudet. Tiedot kuvaan: [6-7]

mentä vuotta sitten. Tästä huolimatta maailman talous on jatkanut kasvuaan ja kasvu on perustunut luonnonvarojen ylikulutukseen. Mikäli haluamme ratkaista käsissämme olevan kriisin, meidän tulee vähentää energian käyttöä ja luonnonvarojen kulutusta.

Vuonna 2019 ilmestynyt IPCC:n raportin mukaan maailman hiilidioksidipäästöjen pitää vähentyä 45 % vuoden 2010 tasosta vuoteen 2030 mennessä, ja vuonna 2050 koko maailman tulisi olla hiilineutraali, mikäli haluamme pysäyttää ilmaston lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen. Suurimmat hiilidioksidipäästöt aiheutuvat energiantuotannosta, ja toiseksi suurimmasta osasta on vastuussa liikenne. [1] Saavuttaaksemme Pariisin ilmastopimuksen tavoitteet energiantuotannon ja liikenteen on muutettava perusteellisesti. Myös tottumiimme toimintatapoihin, tapamme liikkua ja käyttää sähköä, on tultava muutoksia.

Julkisuudessa, poliittisissa keskusteluissa ja tutkimuksessa keskitytään usein keinoihin, joilla hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää, ja ongelman ratkaisuksi tarjotaan sähköistävää liikennettä ja energiantuotannossa siirtymistä uusiutuvien energialähteiden käyttöön. Ratkaisu on varmasti oikea, kun tavoitellaan päästöjen vähentämistä. Vähemmälle huomiolle ovat kuitenkin jääneet raportit, laskelmat sekä asiantuntijoiden lausunnot siitä, onko näin laajamittainen energia- ja liikenneteknologian muutos mahdollinen tunnetuilla malmivarannoilla ja toteutettavissa olevilla metallien tuotantokapasiteettien lisäämisillä.

Aalto-yliopistossa toteutettiin Sitran aloitteesta ja rahoituksella selvitys, jossa tutkittiin, kuinka paljon uudet teknologiat

aiheuttavat kysynnän kasvua tietyille metalleille. Ilmastotavoitteita ei ole toistaiseksi juurikaan käsitelty luonnonvarojen käytön ja erityisesti metallien riittävyyden näkökulmasta, mistä syystä tälle selvitykselle on tarvetta. Rahoitettu selvitys on osa Sitran Kestävyysratkaisut-teeman työtä, jonka tavoitteena on vauhdittaa ekologista jälleenrakentamista ja systeemitason muutosta kohti maapallon kantokyvyn rajoissa toteutuvaa elämäntapaa.

Selvityksen kohteiksi rajattiin sähköisen liikenteen osalta sähköauto ja uusiutuvien energialähteiden osalta tuulivoima, osittain myös aurinkovoima. Käsiteltäviksi metalleiksi valittiin kupari, nikkeli, litium, koboltti, teknologiametalleista gallium, indium, seleeni, telluuri sekä harvinaisista maametalleista dysprosium, neodyyymi ja praseodyymi.

Ilmastonmuutos on maailmanlaajuinen ongelma samoin kuin luontokato ja luonnonvarojen riittävyydenkin. Näin myös ratkaisuja pitää etsiä globaalisti. Ekologista kestävyyskriisiä tulee tarkastella yhtenä kokonaisuutena. Tähän tarvitaan systeemijattelua: kun kokonaisuus pystytään hahmottamaan ja ongelmat linkittämään toisiinsa, voidaan myös niiden vuorovaikutussuhteita tutkia ja löytää uusia ratkaisuja, jotka vastaavat kaikkiin kestävyyskriisin osa-alueisiin. On aika ottaa metallien riittävyys mukaan ilmastonmuutoksen torjunnan kokonaisuuteen.

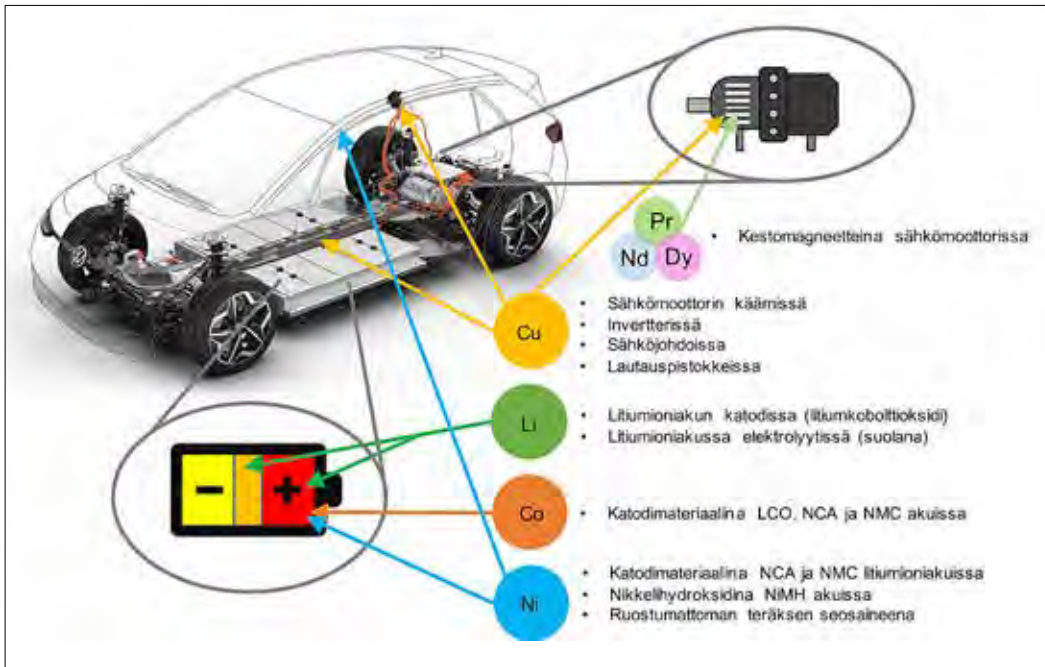
Mineraalisten luonnonvarojen merkitys yhteiskunnassa

Metallien taloudellisen merkityksen kasvuun ja saatavuusriskeihin on jo osittain havahduttu, mutta kokonaiskuvaa ei ole vielä laajalti ymmärretty. Samoista metalleista kilpailevat

useat teollisuussektorit, kuten ICT, automaatio ja aseteknologiat (kuva 1). Esimerkiksi EU on määritellyt jo useamman vuoden ajan listan kriittisistä metalleista, joilla on suuri merkitys yhteiskunnassamme ja joiden saatavuuteen liittyy erilaisia ongelmia. Yksi näistä saatavuusongelmista liittyy metallimalmien maantieteelliseen sijaintiin: esimerkiksi kobolttin ja litiumin tuotanto on hyvin keskittynyt, puhumattakaan harvinaisista maametalleista, joiden tunnetut esiintymät ovat lähinnä Kiinassa. [2, 3]

Yhdeksi ratkaisuksi metallien riittävyyteen tarjotaan usein kierrätystä, mikä varmasti helpottaakin tilannetta tulevaisuudessa. Tällä hetkellä monien kriittisten metallien kierrätys on kuitenkin hyvin vähäistä; metallien keräys sekä kierrätysteknologiat ovat vielä kehitysvaiheessa, koska kriittisiä metalleja runsaasti käytäviä tuotteita ei vielä palaudu kierrätettäviksi. Myös monien kriittisten metallien pitoisuudet laitteissa ovat usein häviävän pieniä, jolloin myöskään niiden talteenotto ei ole ainakaan toistaiseksi taloudellisesti kannattavaa.

Keskeisintä systeemisen muutoksen aikaansaamiselle olisi integroida kiertotalousajattelu materiaalikehitys- ja tuotesuunnitteluvaiheisiin. Elinkaaren alussa tehdään materiaalien kierron kannalta ratkaisevat päätökset. Pitääksemme materiaalit pitkään käytössä ja tehostaaksemme niiden kiertoa uudelleen käyttöön, tulee elinkaaren alussa tehdä niitä valintoja, joilla tämä mahdollistetaan. Tiedon materiaalisekoiteista, tuotteiden komponenteista, käytön aikaisista huoltotoimista ja korjauksista tulee kulkea tuotteen mukana läpi elinkaaren. Näin, kun tuote on



Kuva 3. Tarkasteltavien metallien tarkemmat käyttökohteet sähköautossa. Auton leikkauskuva: Volkswagen ID3 [15].

käyttöikänsä lopussa, materiaalikierrättäjällä on ajantasaista tietoa tuotteesta ja sen sisältämistä materiaaleista. Myös takaisinottojärjestelmiä ja kierrätysteknologioita on kehitettävä entistä tehokkaammiksi. Niiden on oltava myös kannattavaa liiketoimintaa. Tässä tarvitaan yhteiskunnan ohjaustoimia – hiili-neutraalin kiertotalousratkaisun tulee aina olla taloudellisesti kannattavin tapa toimia.

Liikenteen sähköistyminen ja uusiutuva energia

Riittävien päästövähennysten saavuttamiseksi energiantuotannossa on siirryttävä nopeasti kohti uusiutuvia energialähteitä, joista lupaavimmat ovat tuuli- ja aurinkovoima. Näistä on tullut entistä houkuttelevampia vaihtoehtoja teknologioiden kehityksen ja hintojen laskun myötä. Lisäksi useat valtiot ovat luoneet suuria vihreän siirtymän rahoituspaketteja, joiden tarkoituksena on edesauttaa siirtymistä kohti hiili-neutraalia yhteiskuntaa. [5] Vaikka uusiutuvat energialähteet tuottavat jo nyt merkittävän osan sähköstä, ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ei riitä, että korvataan ainoastaan sähköntuotanto uusiutuvilla; lisäksi tulee korvata myös öljy ja kaasu, joita käytetään liikenteessä polttoaineena ja talojen lämmityksessä (kuva 2).

Tällä hetkellä vaikuttaa siltä, että liikenteen sähköistäminen tulee olemaan pääasiallinen ratkaisu liikenteen päästöjen vähentämiseen. Kuluttajat haluavat sähköautoihin tehokkaita akkuja ja kaikki nykyiset myydyimmät sähköautot käyttävät litiumioniakkuja. Näiden akkujen kehitys on ollut nopeaa ja tekniikalla on päästy sekä kapasiteetissa että akkujen hinnassa tasolle, jolla sähkö-

köautoilu on kuluttajan kannalta järkevää. Kenties suurimpana ongelmana litiumioniakuissa, kun puhutaan koko maailman liikenteen sähköistämisestä, on niihin tarvittavien kriittisten metallien määrä ja näiden metallien tuotannon ja varantojen riittävyys. Varannolla tarkoitetaan konkreettisesti todennettua mineraaliesiintymää, jonka lounhintaa on taloudellisesti järkevää. Haasteena luonnonvarojen riittävyyden näkökulmasta ei ole kuitenkaan pelkästään kasvava akkujen määrä, vaan myös autojen sähkömoottoreihin, uusiutuvan energian tuotantoon ja sähköjakeluverkkoihin tarvittavat mineraaliset luonnonvarat.

Sähköautojen kestopagneettimoottoreissa sekä esimerkiksi tuulivoimaloiden generaattoreissa tarvitaan harvinaisia maametalleja, kuten praseodyymia ja neodyymia. Erityisesti nopeasti yleistyvissä uudentyyppisissä vaihteettomissa tuulivoimaloissa harvinaisten maametallien tarve on suuri. Myös aurinkovoimaloiden ohutlevykennojen valmistuksessa tarvitaan monia kriittisiä metalleja. Tuuli- ja aurinkovoimaloiden sähköntuotanto tarvitsee energian varastointia tasaamaan säästä johtuvaa kysynnän ja tarjonnan vaihtelua. Energian varastointiin käytetään myös yhtenä teknologiana litiumioniakkuja, mikä lisää painetta akuissa tarvittavien kriittisten metallien riittävyydelle. [5] Sähköautot sekä uusiutuvilla luonnonvaroilla tuotettu energia tarvitsevat enemmän harvinaisia ja kriittisiä metalleja kuin poltto-moottoriautot tai fossiilinen energiatuotanto.

Tapaustutkimus

Tarkempaan analyysiin otettiin kaksi esi-

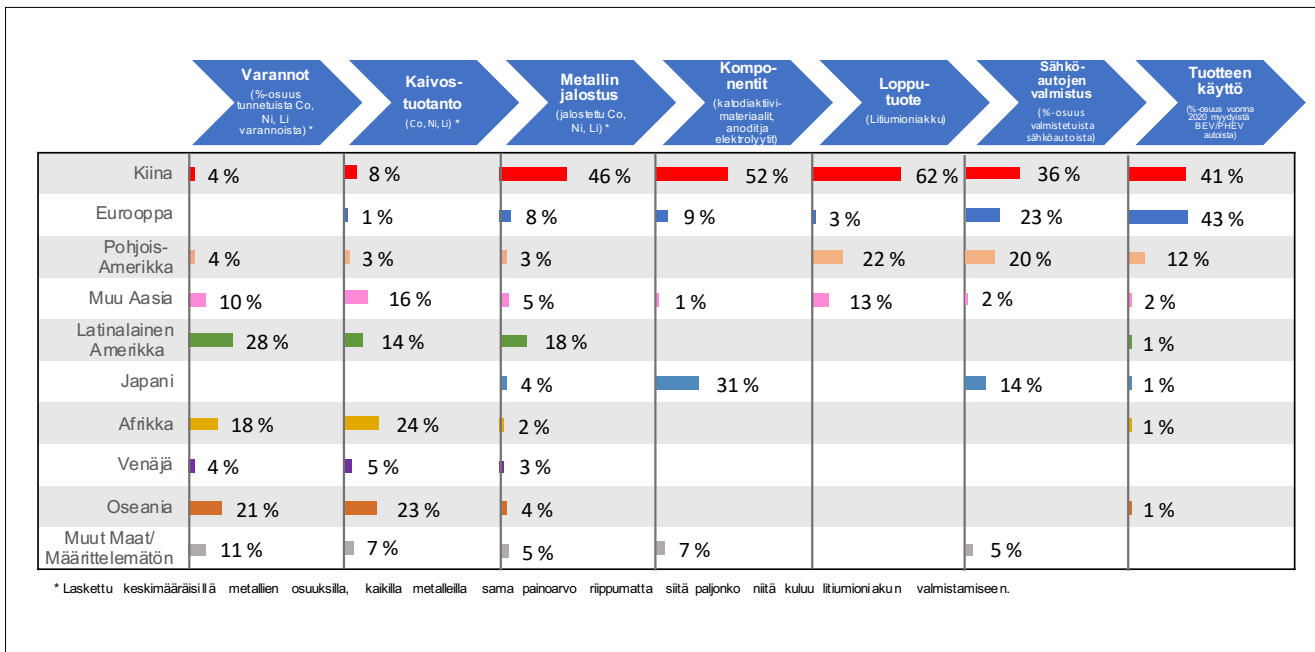
merkkitapausta (sähköauto ja tuulivoimala), joiden avulla selvitettiin metallien käyttöä globaalisti. Tapaustutkimukset käsittelevät tuotteiden elinkaarta metallista lopputuotteeksi, ja tutkimuksessa pyrittiin löytämään vastauksia muun muassa seuraaviin kysymyksiin:

- Mihin ja kuinka paljon metalleja käytetään ko. tapauksessa?
- Mistä raaka-aineet tulevat ja paljonko niitä maailmanlaajuisesti tuotetaan?
- Missä, miten ja kuinka paljon ko. tuotteita valmistetaan? Miten materiaalit kiertävät takaisin käyttöön?
- Missä lopputuotteita eli sähköautoja ja tuulivoimaloita käytetään?

Sähköauto

Maailmassa arvioitiin olevan n. 1,4 miljardia henkilöautoa vuonna 2018 ja vuosittain myydään n. 60–75 miljoonaa uutta autoa [8]. Sähköautojen osuus tästä on vielä hyvin pieni, n. 3 % vuonna 2020, mutta niiden myyntimäärät kasvavat jatkuvasti: vuodesta 2015 lähtien maailmanlaajuisesti vuosittain noin 41 % [9]. Kuvassa 3 on esitelty tarkasteltavien metallien tarkempia käyttökohteita sähköautossa.

Kiinan osuus sähkömoottoreiden raaka-aineiden sekä jalostettujen raaka-aineiden valmistuksessa on suuri, mutta lopputuotteen eli sähkömoottorin valmistuksessa Japanilla on selvästi merkittävin osuus. Akkujen valmistuksessa Kiinan osuus on suurin koko jalostusketjun läpi (kuva 4), mutta kun akkutehtaita perustetaan nopeasti muuallekin, tilanne saattaa muuttua tulevaisuudessa. Kiina kuitenkin hallitsee niin suurta osaa



Kuva 4. Sähköautojen akkujen valmistukseen käytettyjen metallien tuotantomäärät maittain ja jalostusasteittain [16]

raaka-aineista ja jalostuksesta, että se tulee varmasti olemaan johtava akkujen valmistaja vielä pitkään. Vain n. 3 % litiumioniakuisia valmistetaan EU:n alueella, jolloin EU on lähes täysin riippuvainen muista maista akkumateriaalien ja valmiiden akkukennojen suhteen. Tämä on erityisen ongelmallista, kun otetaan huomioon, että EU:ssa valmistetaan toiseksi eniten sähköajoneuvoja ja suuret eurooppalaiset valmistajat ovat siirtymässä vauhdilla sähköautojen valmistukseen. Tilanne on muuttumassa, kun Suomeen ollaan avaamassa EU:n ensimmäistä litiumkaivosta vuoden 2024 lopulla. Tämän lisäksi mm. BASF on rakentamassa akkumateriaalitehdasta Harjavaltaan ja Johnson Matthey katodimateriaalitehdasta Vaasaan. Myös Volkswagen on ilmoittanut suunnitelmistaan kuuden uuden akkutehtaan rakentamisesta EU:n alueelle. [10-14]

Tuulivoimala

IEA esittää juuri ilmestyneessä Net Zero by 2050 [17] -raportissaan tiekartan kohti hiilineutraaliutta. Raportin mukaan vuonna 2050 maailman energiasta 70 % tulisi olla aurinko- ja tuulivoimalla tuotettua. Laskemalla karkeasti, kuinka paljon tuulivoimaloita nykyisten lisäksi tarvitaan, jotta tuulivoiman osuus olisi vaadittu 35 %, saadaan tulokseksi lähes 4 miljoonaa 5 MW:n tuulivoimalaa. Kuvassa 5 esitetään tutkittujen metallien käyttöä tuulivoimalassa.

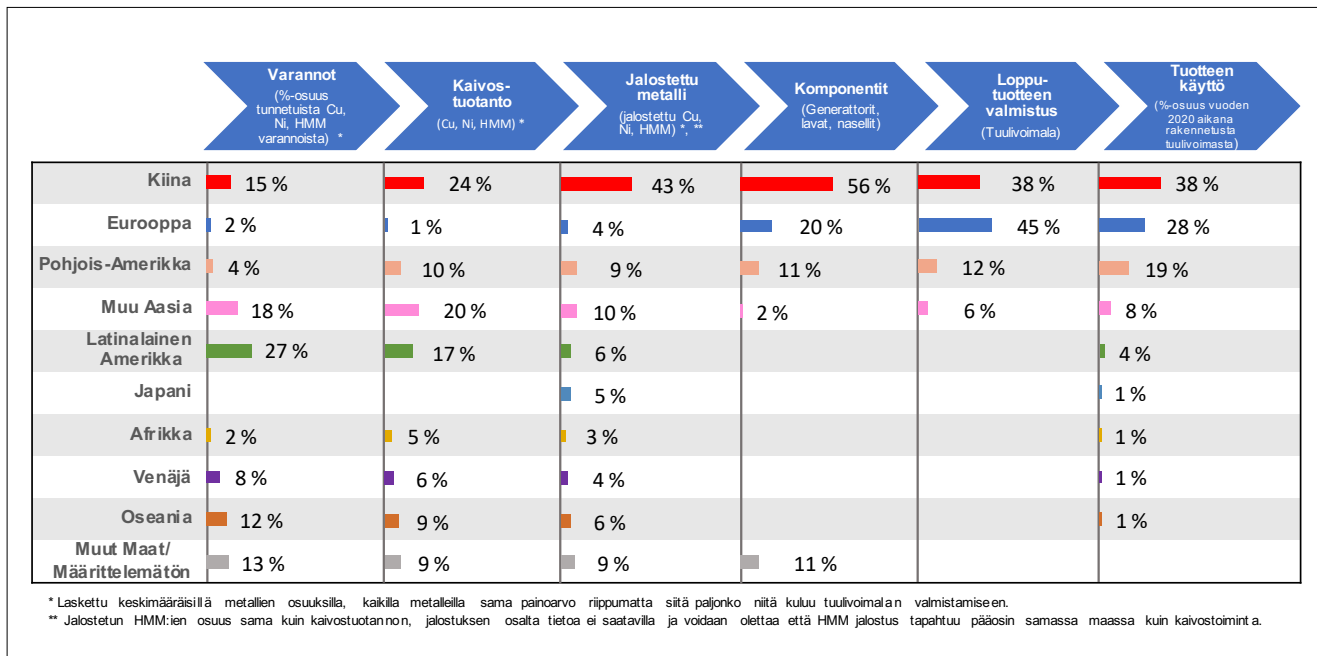
Tuulivoimalat vaativat valtavia määriä harvinaisia maametalleja. Esimerkiksi neo-



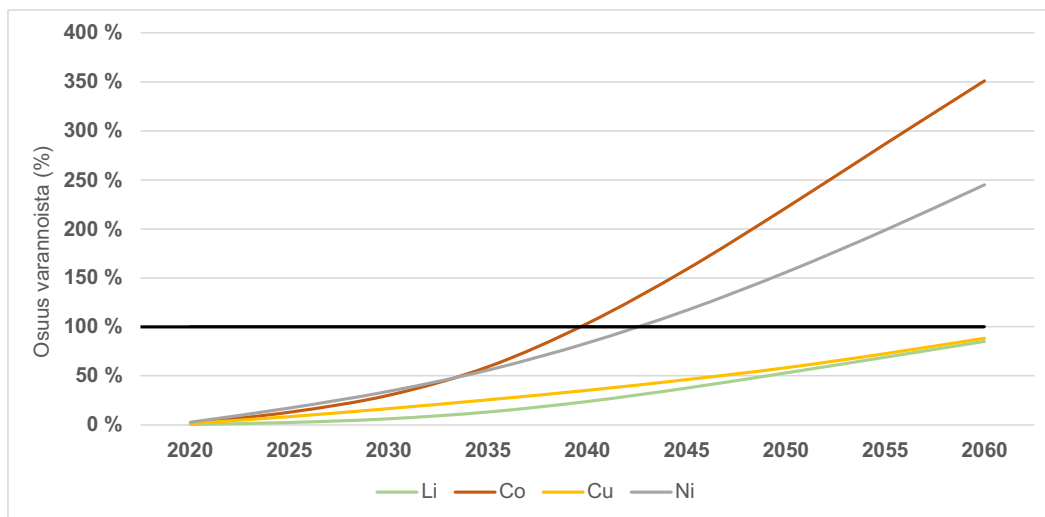
Kuva 5. Metallien käyttökohteita tarkemmin tuulivoimalassa. Nasellin poikkileikkauskuvaa [19]

dyymiin kulutus yhteen 5 MW:n vaihteetomaan voimalaan voi olla noin 900 kg. Harvinaisten maametallien tuotanto on ollut lähes täysin Kiinan hallussa noin 60 %:lla, vaikka viime vuosina kaivoksia on avattu muualakin [18]. Tuulivoimalla tuotetun sähkömäärä on suurin Euroopassa, ja Euroopas-

sa sijaitsevat myös maailman suurimmat tuulivoimaloiden valmistajat. Harvinaisten maametallien saatavuus aiheuttaaakin Euroopalle valtavan toimitusvarmuusriskin. Tuulivoimaloiden valmistukseen tarvittavien metallien tuotantomääriä ja jalostusasteita on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Tuulivoimalan valmistukseen käytettyjen metallien tuotantomäärät maittain ja jalostusasteittain. Suluissa esimerkkejä kyseisen tuotantovaiheen metallista. [16]



Kuva 7. Sähköautojen tärkeimpien metallien kumulatiivisen tuotannon osuus varannoista (100% on tämän hetken tunnettu varanto).

Laskentamenetelmät ja tiedon saatavuus

Tutkimustyössä metallien riittävyttä arvioitiin tekemällä taulukkolaskentaohjelmaan malli, joka laskee kysynnän ja tarjonnan ennusteet perustuen arvioihin liikenteen ja energiantuotannon tulevaisuuden näkymistä kahdella skenaariolla. Matalan kysynnän ennusteet perustuivat IEA:n Stated Policies -skenaarioon [20] ja korkean kysynnän Sustainable Development tai hiilineutraalius-skenaarioon [21]. Muuttujien arvot asetettiin viiden vuoden välein, ja niiden välinen aika laskettiin lineaarisesti. Kaikkien metallien riittävyys laskettiin samalla laskentapohjalla. Koska tutkimuksessa keskityttiin säh-

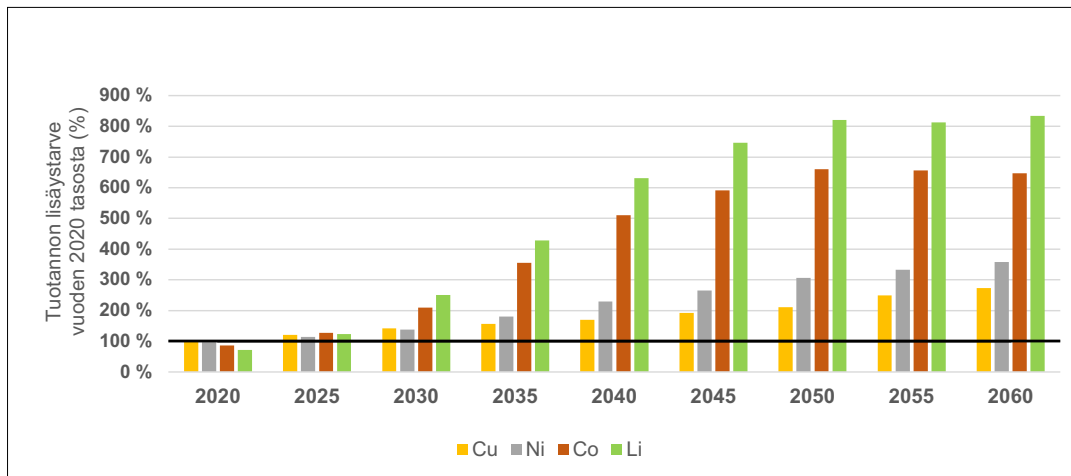
köistävän liikenteen ja uusiutuvien energialähteiden osuuteen valittujen metallien ennustettavissa olevasta kokonaiskysynnästä, laskentamallit tehtiin näille käyttökohteille. Tämän lisäksi muiden käyttökohteiden kysyntä mallinnettiin viiden vuoden välein säädettyväällä lukuarvolla. Energian tuotannossa on erikseen aurinko- ja tuulivoimaan sekä sähkön siirtoon ja varastointiin kuluvat metallien määrät. Mallia validoitiin valitsemalla aloitusvuodeksi 2015, koska vuosien 2015-2020 toteutuneet tiedot ovat jo saatavilla.

Laskentamallista saadaan jokaiselle metallille erikseen ennusteet kysynnälle sekä primääri- että sekundaarituotannolle. Jokaisen

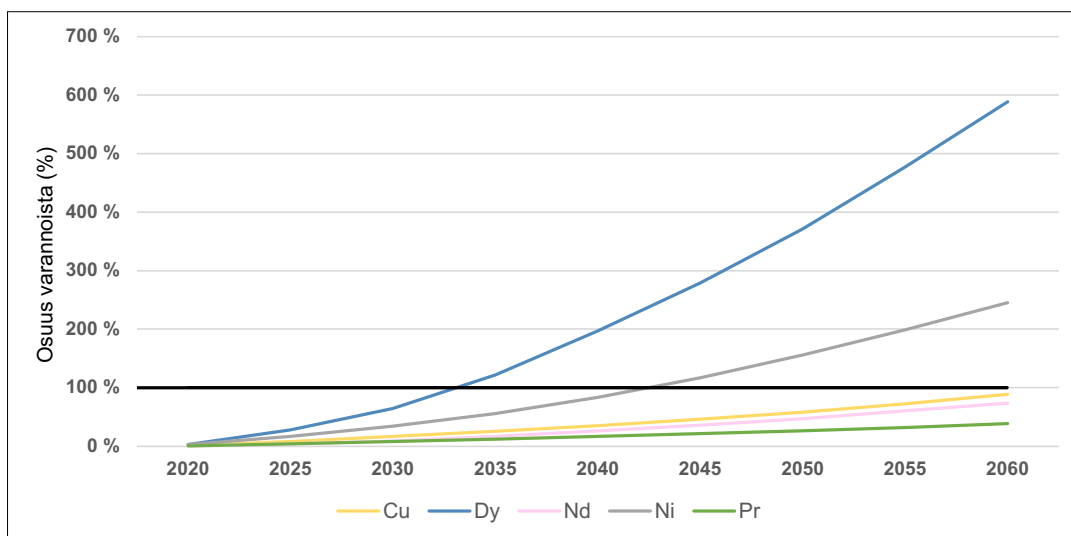
metallin kysynnälle ja kumulatiiviselle kulukselle on piirretty kuvaajat: tässä artikkelissa näytetään näistä vain osa kuvissa 7-13.

Metallien tuotannon ja varantojen riittävyys

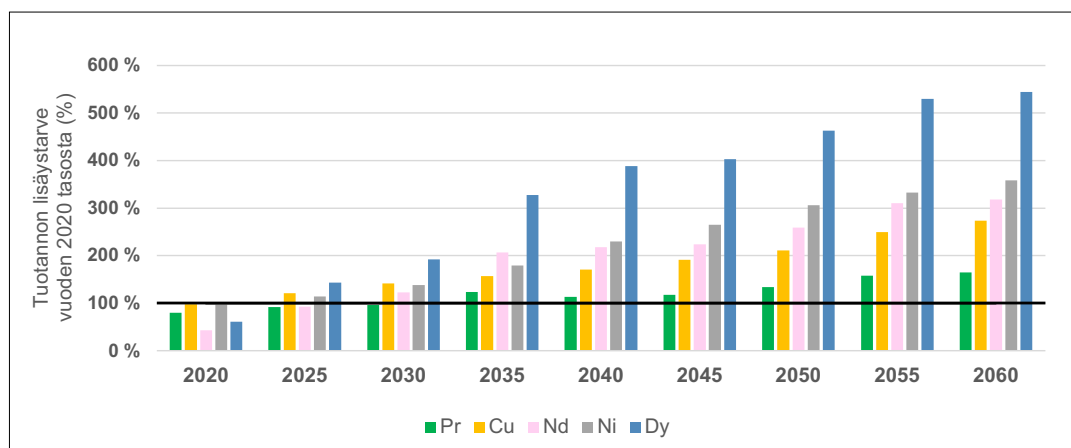
Kuvasta 7 nähdään, että koboltin nyt tunnetut varannot loppuvat ennustetulla kysynnällä 2040-luvulle tultaessa. Myös nikkelin varannot ovat loppumassa 2040-luvun aikana. Kuvasta 8 nähdään puolestaan, kuinka akkumetallien tuotantokapasiteettia tulee nostaa merkittävästi; 2040-luvulle tultaessa pitää nykyistä litiumin tuotantomäärää kasvattaa kuusinkertaiseksi ja koboltin viisinkertaiseksi. Tuulivoimaloissa ja sähkö-



Kuva 8. Akiussa käytettyjen metallien lisäystarve suhteutettuna vuoden 2020 tuotantomäärään (100 % viiva).



Kuva 9. Tärkeimpien tuulivoimaloihin ja sähkömoottoreihin kuuluvien metallien kumulatiivisen tuotannon osuus varannoista (100% on tämän hetken tunnettu varanto).



Kuva 10. Tuulivoimaloissa ja sähkömoottoreissa käytettyjen metallien lisäystarve suhteutettuna vuoden 2020 tuotantomäärään (100 % viiva).

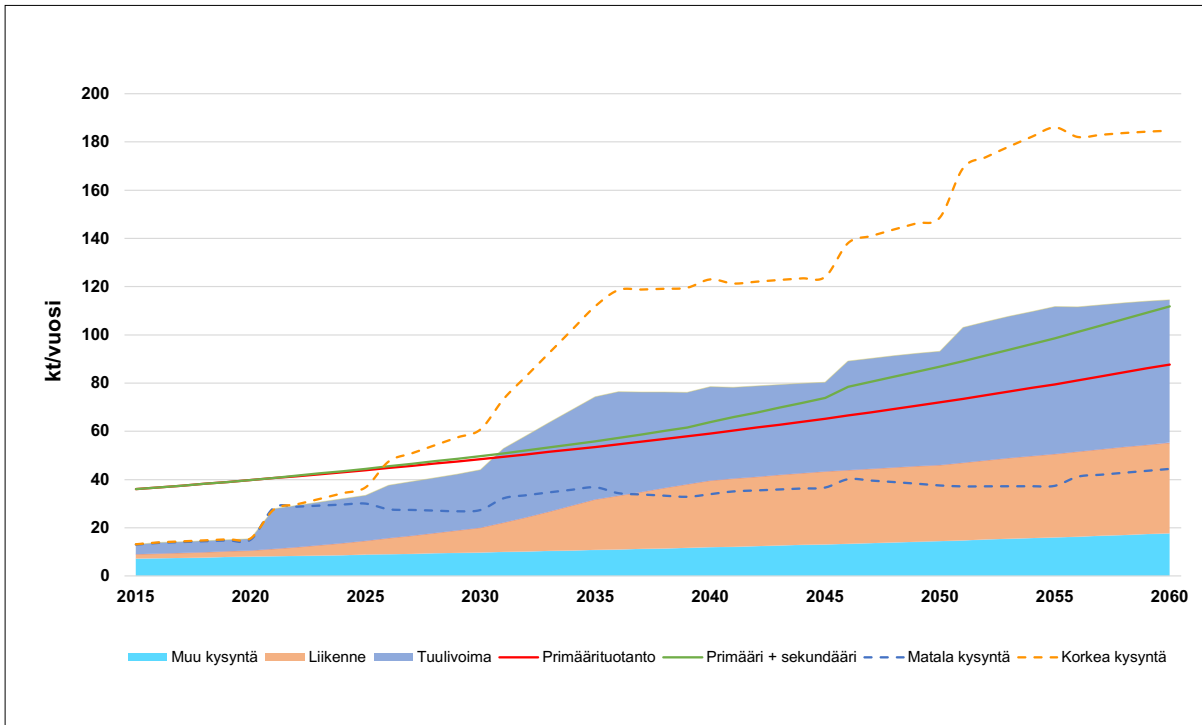
moottoreissa käytetyistä metalleista dysprosiumin varannot ovat kriittisimpiä ja nyt tunnetut varannot ovat loppumaan jo 2030-luvulla (kuva 9). Lisäksi kyseisen ryhmän osalta dysprosiumin tuotantomäärä on niin ikään kriittisin ja sen tulisikin olla viisinkertainen 2050-luvulla nykytasoon verrattuna (kuva 10).

Neodyymin kysyntä tulee kasvamaan merkittävästi ja kysyntä tulee koostumaan lähes kokonaan tuulivoimaloihin ja sähkö-

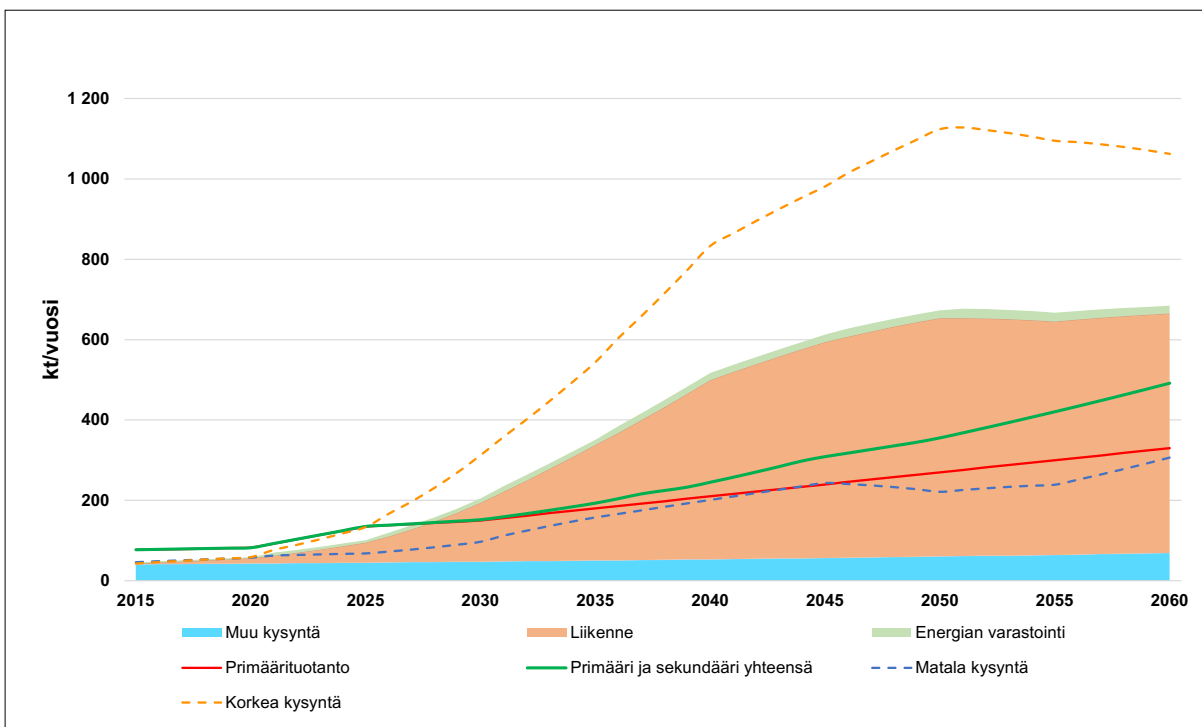
moottoreihin kuluvan metallin tarpeesta (kuva 11). Korkean kysynnän käyrästä nähdään, kuinka hiilineutraalius vaatisi tuotannon merkittävää kasvattamista. Lisäksi kuvasta on nähtävissä, kuinka kysyntä lähtee uudelleen nousuun 2050-luvulle tultaessa. Tämä johtuu siitä, että 2020–2030-luvuilla rakennetut tuulivoimalat tulevat tällöin elinikänsä päähän ja niiden korvaaminen uusilla kasvattaa merkittävästi neodyymin tarvetta. Kuvasta 12 nähdään puolestaan,

että litiumin kysyntä lähtee voimakkaaseen nousuun 2020-luvun aikana ja tasaantuu vasta 2050-luvulle tultaessa. Korkean kysynnän ennusteeseen vastaaminen vaatisi nykyisen tuotannon vähintään kymmenkertaistamista.

Uusiutuviin energialähteisiin ja sähköautoihin kuuluva kupari muodostaa merkittävän osan kuparin kysynnästä tulevaisuudessa. Kuvasta 13 nähdään, ettei kuparin kysyntä tasaannu missään vaiheessa, vaan se kasvaa entisestään koko tarkasteluaikaa. Syynä



Kuva 11. Neodyymin kysyntäennuste.



Kuva 12. Litiumin kysyntäennuste

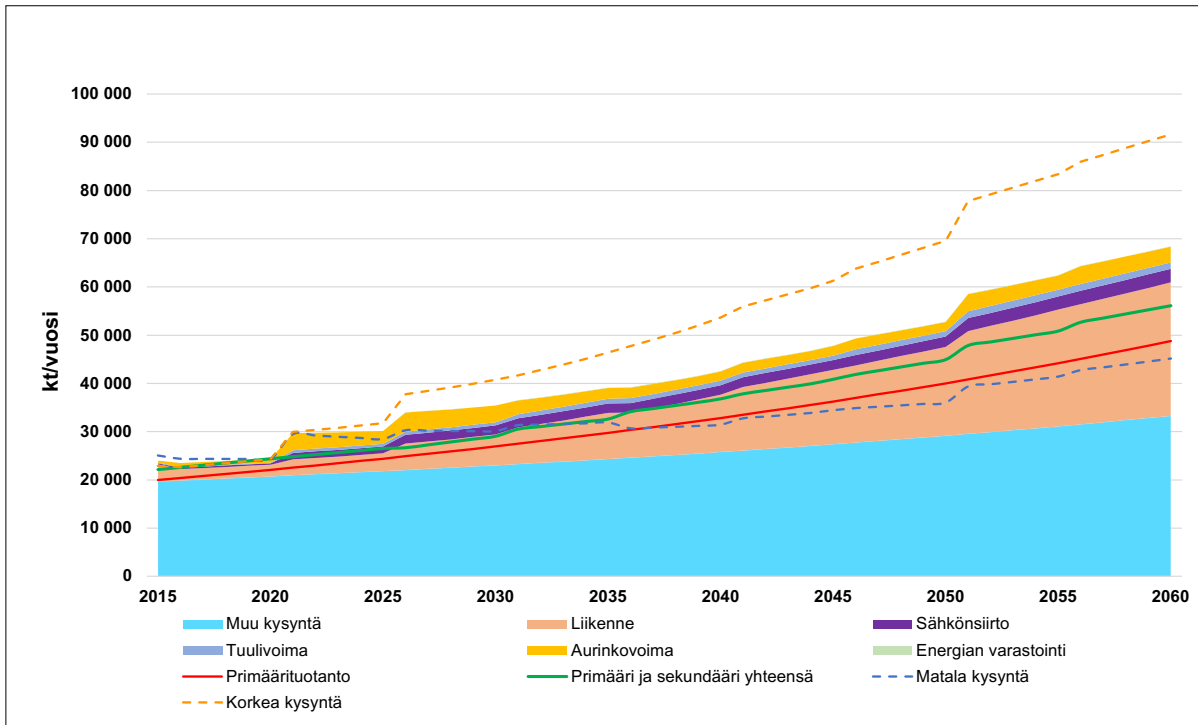
tähän on se, että kupari on hyvin hankalasti korvattavissa ja sähköistyvässä maailmassa sen käyttö tulee siksi lisääntymään.

Mallien mukaan näyttää siltä, että eniten tuotantoa tulee kasvattaa akkumetalleista litiumin ja kobolttin sekä aurinkovoimametalleista telluurin (kuva 14) osalta. Kestomagneetteihin käytetyistä metalleista sekä

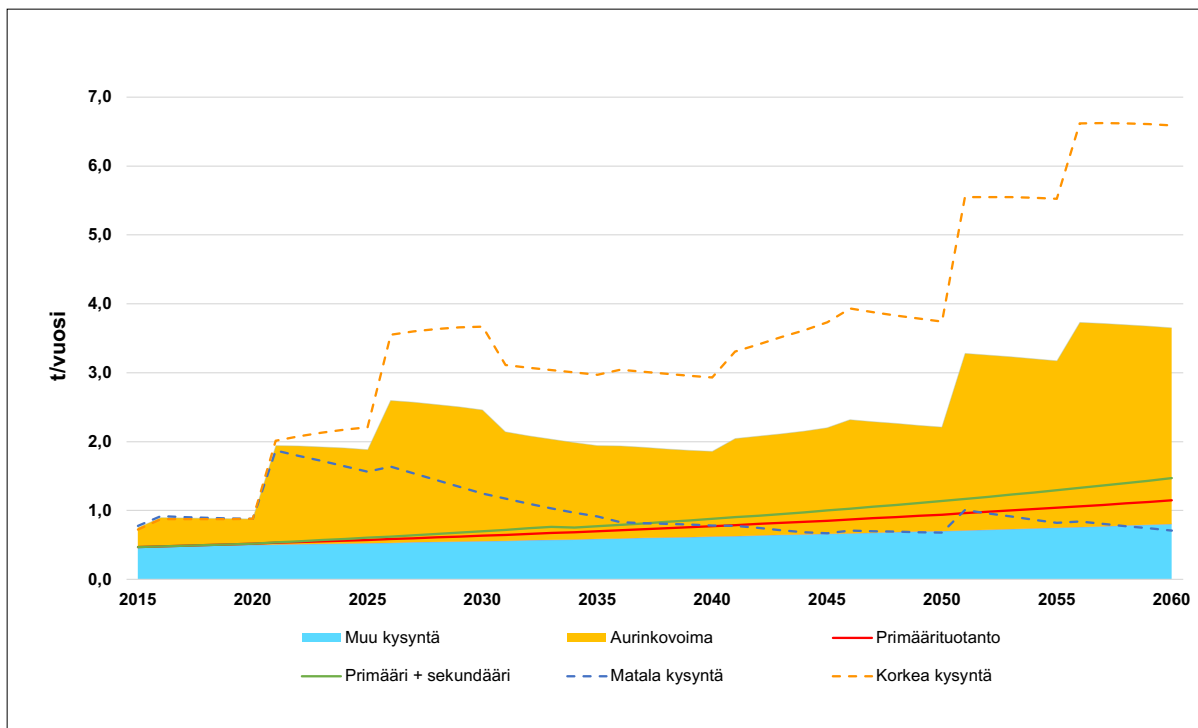
neodyymi että dysprosium vaativat myös merkittävästi lisätuotantoa, jotta kysyntään pystytään vastaamaan.

Kysynnän kasvua voidaan hidastaa teknologian kehittymisen kautta. Aurinkopaneelissa piikennopohjaiset paneelit hallitsevat jo markkinoita (n. 95 % markkinaosuus [22]), eikä niiden valmistus kuluta teknologiametalleja, joten aurinkopaneelissa korvaava teknologia on jo olemassa. Litiumioniakuis-

sa käytettyä kallista ja epäeettisesti tuotettua kobolttia pyritään korvaamaan nikkeli- ja kobolttivapaisiin LFP-akkuihin. Litiumin kysyntään tällä ei kuitenkaan ole merkittävää vaikutusta. Harvinaiset maametallit ja litium ovat kor-



Kuva 13. Kuparin kysyntäennuste.



Kuva 14. Telluurin kysyntäennuste.

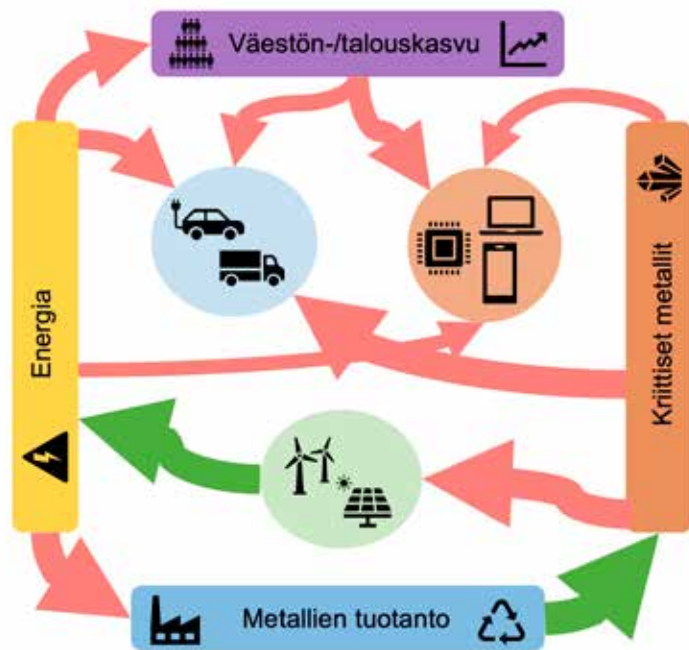
vattavissa, mutta vaihtoehtoiset teknologiat ovat selkeästi huonompia: litiumioniakkujen energiatiheys on teoreettisesti paras ja keskomagneettien tapauksessa moottorin hyötysuhde on selvästi heikompi vaihtoehtoisilla teknologioilla. Harvinaisten maametallien ja litiumin kulutus korreloivat myös keskenään: jos harvinaisten maametallien määrää

sähkömoottoreissa vähennetään, joudutaan vastaavasti käyttämään enemmän litiumia, koska samaan toimintamatkaan tarvitaan enemmän akkukapasiteettia.

Myös kuparin ja nikkelin kysynnän kasvu voi aiheuttaa tuotannolle suuria ongelmia. Kuparin ja nikkelin tapauksessa ei edes riitä, että yksittäinen teknologia vähentäisi niiden

kulutusta merkittävästi, koska niitä käytetään useissa sovelluskohteissa.

Elektroniikan määrän kasvu vaikuttaa metallien kulutukseen suoraan kilpailemalla samoista kriittisistä metalleista, mutta myös epäsuorasti lisäämällä energiankulutusta. Energiankulutuksen kasvu kasvattaa merkittävästi kriittisten metallien kysyntää, koska



Kuva 15. Energian- ja metallinkulutuksen suhde. Punaisella nuolella energian ja metallien kulutus, vihreällä nuolella tuotanto.

uusiuutuvaa energiantuotantoa joudutaan rakentamaan lisää. Energiankulutuksen kääntäminen laskuun tulee olemaan erittäin haastavaa väestön- ja talouskasvun takia.

Lyhyellä aikavälillä tuotantoa on lisättävä, mutta pidemmällä tähtäimellä on myös huomioitava varantojen riittävyys. Varantoja löydetään lisää koko ajan, mutta tuotanto- ja etsintäkustannukset kasvavat samalla. Uusia esiintymiä on lähdetty etsimään jopa merten pohjista mannerlaattojen reuna-alueilla sijaitsevista mangaaninoduleista. Uusien esiintymien käyttöönottamisessa tulee myös ottaa huomioon vaikutukset luonnolle ja luonnon monimuotoisuudelle. Yleensä ympäristövaikutukset kasvavat samassa suhteessa kuin varannon saavutettavuus vaikeutuu.

Sekundäärituotanto on monien metallien kohdalla olematonta: esimerkiksi litiumia ja harvinaisia maametalleja ei kierrätetä juuri lainkaan. Suurin ongelma on, ettei toimivia keräysjärjestelmiä ole eikä metalleja saada tarpeeksi suurina määrinä kiertoon, jotta sekundäärituotanto olisi kannattavaa. Kuitenkin tulevaisuudessa voidaan odottaa määrien kasvavan merkittävästi, kun tuotteita alkaa tulla elinkaarensa päähän. Tällöin kierrätysratkaisujen tulisi olla valmiina. Kierrätysprosessien osalta sähköautojen akuissa on ollut jonkin verran kehitystä, kun nikkeliä ja kobolttia lisäksi myös litiumia on alettu saada talteen. Merkittävä potentiaalinen kierrätysmateriaalin lähde on elektroniikkaromu, josta olisi talteen otettavissa muun

muussa kupari ja neodyymi. Lisää aikaa toimivien ja taloudellisesti kannattavien kierrätysprosessien kehittämiseksi voidaan saada, jos tuotteiden elinkaarta pystytään pidentämään. Tämän vuoksi tuotteiden kestävyys, korjattavuus ja kierrätettävyyteen on panostettava ja vaikutettava myös lainsäädännöllisin keinoin. Aalto-yliopistossa on äskettäin saatu laboratoriomittakaavan avulla onnistumaan täydellinen ennallistaminen, joka teolliseen mittakaavaan kehitettynä tulee olemaan suuri apu akkumetallien riittävyydelle [23].

Johtopäätökset

Liikenteen sähköistäminen lisää muun muassa kuparin, nikkelin ja kobolttin tarvetta. Vaikutus on moninkertainen, kun metallien tuotannon vaatima energia on tuotettava ilman päästöjä esimerkiksi tuulivoimalla. Metallien tuotanto on energiaintensiivistä ja tuotannossa käytetään tällä hetkellä paljon fossiilista energiaa. Sähköistymiseen nojaavien hiilineutraaliustavoitteiden tuoma metallien tarve on niin suuri, ettei tuotantokapasiteetin moninkertaistaminen ole mahdollista riittävän nopeasti. Uusiutuvan energian tuotanto luo metallien tarpeen, joka puolestaan kasvattaa uusiutuvan energian tarvetta ja syntyy kierre, johon metallien tuotantokapasiteetit eivät riitä. Tämä itseään vahvistava kierre (kuva 15) voisi johtaa siihen, että osa metallien raaka-aineista loppuisi jo 2030-luvun aikana. [24]

Selvitystyön tulosten perusteella näyttää siltä, ettei ainakaan nykyteknologioilla ole mahdollista siirtyä uusiutuvien energialähteiden käyttöön tai sähköistää liikennettä siinä määrin kuin kunnianhimoisimmat ja hiilineutraaliuteen tähtäävät ohjelmat vaativat. Näiden tavoitteiden toteutuminen vaatisi merkittävää metallien primääri- ja sekundäärituotantokapasiteetin kasvattamista sekä nopeaa uusien teknologioiden kehittämistä ja käyttöönottoa. Tämän lisäksi energiankulutus tulisi saada laskemaan ja tuotteiden kulutustottumusten pitäisi muuttua (käytetään vähemmän, pidempään ja kierrätetään). Ihmiskunnan kasvun ja kehittyvien maiden keskiluokkaistumisen vuoksi nämä muutokset eivät välttämättä onnistu, ja näin ollen tulisi vähintäänkin laatia varasuunnitelma tai erilaisia metallien riittävyyden huomioon ottavia tiekarttoja haluttuun lopputulokseen pääsemiseksi.

Hyvällä suunnittelulla ja resurssien optimoinnilla on mahdollista saavuttaa tai ainakin päästä lähemmäksi suunniteltuja muutoksia. Tämä vaatii kuitenkin sen, että metallien riittävyys nostetaan kestävyystavoitteissa korkeammalle ja ratkaisuja arvioidaan sen perusteella. Tavoiteltuun lopputulokseen pääsemiseksi on selvää, ettei uusiutuvan energian tuotantoa tai päästötöntä liikennettä voida rakentaa yhden teknologian varaan, vaan tarvitaan useampia ratkaisuja, jotta metallien tuotantokapasiteetti ja varannot riittäisivät. Tämän vuoksi on erityisen tärkeää tiedostaa ongelmakohdat ja suunnitella hyvissä ajoin, missä suhteessa erilaisia teknologioita käytetään niin, ettei metallien kysyntä ylitä tuotantokapasiteettia moninkertaisesti. Siirtymäaikana on optimoitava eri käyttötarpeet ja ehkä jopa pystyttävä priorisoimaan ilmastonmuutoksen tarpeet esimerkiksi viihde-elektronikan edelle. Yksittäisiä teknologioita ja niiden tarvitsemia raaka-aineita ei voi siis tarkastella ilman, että ne kytketään osaksi isoa systeemiä kokonaisuutta. Aiheesta tarvitaan myös lisää tutkimusta ja tiedon saatavuutta on parannettava.

Huomiota tulisi myös kiinnittää metallien saatavuuden turvaamiseen. Useiden kriittisten metallien tuotanto on hyvin maantieteellisesti keskittynyttä ja paikallisella luonnonmullistuksella tai poliittisella konfliktilla voi olla suuri vaikutus lopputuotteen valmistukseen. Monien kriittisten metallien tuotannossa on myös vakavia ympäristö- ja ihmisoikeusongelmia. Kaivostoiminnalle pitäisi pystyä asettamaan sitovia globaaleja sääädöksiä ja valvomaan niiden noudattamista paremmin.

Kestävyyskriisin ratkaisuisa pitää jatkossa ottaa huomioon kaikki kriisin ulottu-

vuudet, ilmastonmuutoksen hillintä, luonnon monimuotoisuuden turvaaminen ja luonnonvarojen ylikulutuksen pysäyttäminen. Teollisissa ratkaisuisa se tarkoittaa systeemitason muutosta, missä kaikki arvoketjun osa-alueet ja toimijat ovat mukana. Kestävyy kriisi on globaali ja myös ratkaisujen pitää olla globaaleja. ▲

Viitteet

- [1] Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner H.O., Roberts D et al. (eds.). IPCC, 2018: Summary for Policymakers. in: Global Warming of 1.5°C. an IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. 2018.
- [2] Vesa J. Kriittiset Metallit Ja Huoltovarmuus. Selvitys kriittisten metallien käytöstä ja kierrätyksestä suomalaisessa ja Suomessa toimivassa teollisuudessa. Huoltovarmuuskeskus, 2017.
- [3] Blengini Gian Andrea; and LATUNUSSA, Cynthia E. European Commission, Study on the EU's List of Critical Materials - Final Report. European Commission, 2020.
- [4] European Commission. Critical Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU - a Foresight Study. 2020.
- [5] Carrara S, Alves Dias P, Plazzotta B, Claudiu P. Raw Materials Demand for Wind and Solar PV Technologies in the Transition Towards a Decarbonised Energy System. Publications Office of the European Union, Jan 01, 2020. DOI: 10.2760/160859
- [6] bp Statistical Review of World Energy 2020, 69th Edition. Saatavilla: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf> (ladattu 1.6.2021)
- [7] Ritchie H. Our World in Data: Energy Mix. Julkaisu 2020. Saatavilla: <https://ourworldindata.org/electricity-mix> (avattu 1.6.2021)
- [8] Chesterton A. 'How Many Cars are there in the World?' Julkaistu 6.8.2018. Saatavilla: <https://www.carsguide.com.au/car-advice/how-many-cars-are-there-in-the-world-70629> (avattu 2.6.2021)
- [9] Crider J. 'EVs are Taking Over the World.' Julkaistu 1.3.2020. Saatavilla: <https://cleantechnica.com/2020/03/01/evs-are-taking-over-the-world/> (avattu 2.6.2021)
- [10] Toivonen J. Euroopan Isoin Litiumkaivos Lähellä Toteutumista Kaustiselle – Kaivosyhtiö Keliberille 40 Miljoonan Euron Rahoitus Eteläafrikkalaiselta Kaivosjätiltä. Julkaistu 23.2.2021. Saatavilla: <https://yle.fi/uutiset/3-11804699> (avattu 2.6.2021)
- [11] Kainulainen J. Volkswagen Suunnittelee Rakentavansa Kuusi Akkutehdasta Eurooppaan. Julkaistu 16.3.2021. Saatavilla: <https://www.kauppaalehti.fi/uutiset/volkswagen-suunnittelee-rakentavansa-kuusi-akkutehdasta-eurooppaan/4ffc07bd-cb2b-40f9-afa3-2acb359ad033> (avattu 2.6.2021)
- [12] Sajari P. Merkittävä Avaus Suomelle Sähköautoissa: Saksalainen Suuryhtiö Rakentaa Akkukemikaalien Tehtaan Harjavaltaan. Julkaistu 22.10. 2018 Saatavilla: <https://www.hs.fi/talous/art-2000005872473.html> (avattu 2.6.2021)
- [13] Desjardins J. China Leading the Charge for Lithium-Ion Megafactories. Julkaistu 17.2.2017 Saatavilla: <https://www.visualcapitalist.com/china-leading-charge-lithium-ion-megafactories/> (avattu 2.6.2021)
- [14] Varjonen T. Vaasan Kaupunki Ja Johnson Matthey Allekirjoittivat Aiesopimuksen Akkutehdashankkeesta – ”Hieno Päivä Vaasalle Ja Suomelle”. Julkaistu 19.4.2021 Saatavilla: <https://yle.fi/uutiset/3-11888172> (avattu 2.6.2021)
- [15] Leikkauskuva Volkswagen ID3 -sähköautosta. Saatavilla: <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/bilder/alben/id-3-id-3-stromverbrauch-in-kwh-100-km-nefz-15-4-14-5-kombiniert-co2-emission-in-g-km-0-effizienzklasse-a-2915> (ladattu 1.6.2021)
- [16] Granvik P. Liikkumisen sähköistämässä sekä uusiutuvien energialähteiden hyödyntämässä tarvittavat luonnonvarat ja niiden riittävyys. Diplomityö, Aalto Yliopisto, 2021.
- [17] IEA, Net Zero by 2050, IEA, Paris Saatavilla: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> (ladattu 1.6.2021)
- [18] U.S. Geological Survey. Mineral commodity summaries 2021: U.S. Geological Survey, 200 p. Saatavilla: <https://doi.org/10.3133/mcs2021> (ladattu 1.6.2021)
- [19] Office of Energy Efficiency & Renewable Energy: Advanced Wind Turbine Drivetrain Trends and Opportunities. Saatavilla: <https://www.energy.gov/eere/articles/advanced-wind-turbine-drivetrain-trends-and-opportunities> (ladattu 1.6.2021)
- [20] IEA, World Energy Outlook 2019, IEA, Pariisi 2019, 809 s. Saatavilla: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>
- [21] IEA. Average annual renewables capacity additions in the Sustainable Development Scenario and Net Zero Emissions by 2050 case, 2010-2030. Saatavilla: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/average-annual-renewables-capacity-additions-in-the-sustainable-development-scenario-and-net-zero-emissions-by-2050-case-2010-2030>, (avattu: 28.4.2021).
- [22] Photovoltaics Report. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. Julkaistu syyskuu 2020. Saatavilla: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf> (ladattu 1.6.2021)
- [23] Kallista romua. Julkaistu 28.5.2021. Saatavilla: <https://www.hs.fi/visio/art-2000007997794.html> (avattu 8.6.2021)
- [24] Ympäristödialogeja: Ari Jokilaakso. Minä Väitän: Ilmastonmuutos on torjuttava metallien ehdoilla. Saatavilla: <https://www.nessling.fi/ymparistodialogeja/mina-vaitan-ilmastonmuutos-on-torjuttava-metallien-riittavyiden-ehdoilla> (avattu 1.6.2021)



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

www.astrock.com

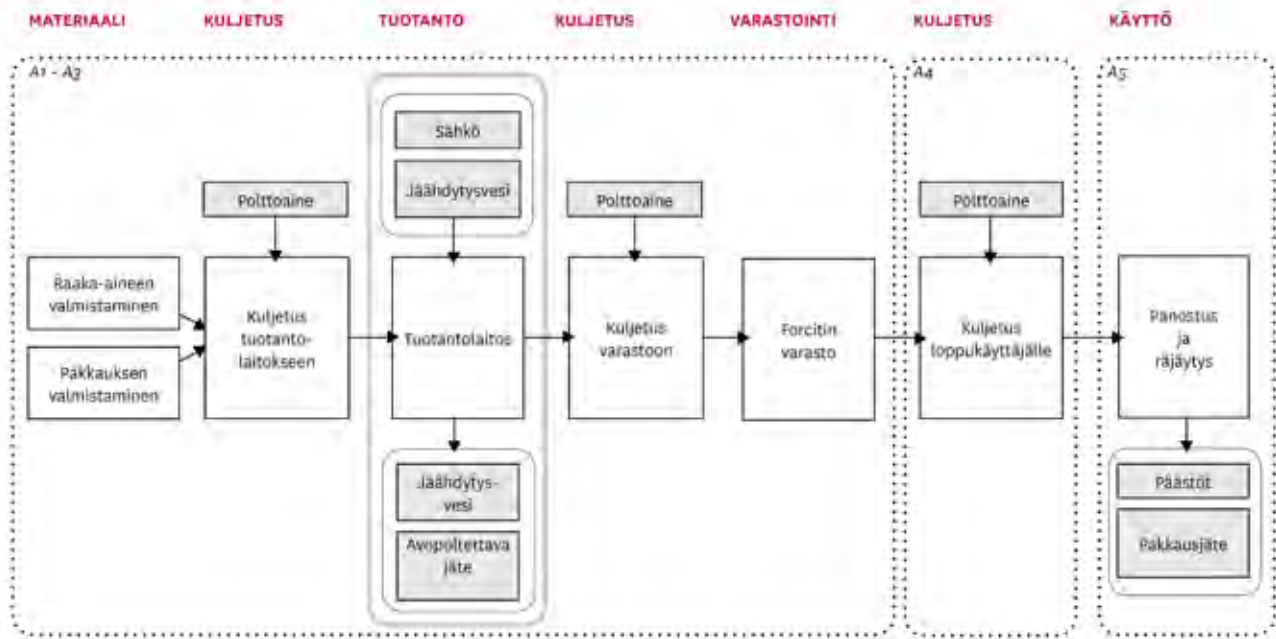


BLASTING SERVICES

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



LCA-laskennassa ympäristövaikutukset on jaettu viiteen eri moduuliin (A1-A5). Ohessa esimerkki yhdestä tuotteesta (Kemix A)

Räjähdetoimijan vastuullisuus on monen osatekijän summa – tavoitteet saavutetaan yhdessä

TEKSTI: **SAILA SAVOLAINEN**
HSEQ MANAGER
OY FORCIT AB

Mitä vastuullisuus tarkoittaa, miten se määritellään ja miten vastuullisuutta kehitetään? Nämä ovat kysymyksiä, joita on pohdittu useissa yrityksissä ja yhteisöissä jo muutamien vuosien ajan. Viime kuukausina vastuullisuuden ympärillä pyörinyt keskustelu on noussut entistä aktiivisemmaksi ja tärkeäksi. Näin on käynyt myös meillä Forcitissa, suomalaisomisteisessa räjähdealan yrityksessä, missä vastuullisuuden painoarvot ovat vaikuttaneet pitkään mm. Hangon merialueiden päästöjen hallinnassa ja merialueiden suojelussa samoin kuin myös monissa muissa isoissa investoinneissamme ja tuotevalinnoissa viime vuosikymmeninä. Tietoisuus ympäristöasioiden merkittävytydestä on kuitenkin korostunut

etenkin Norjan tytäryhtiömme kautta. Siellä räjähdetoimitussopimukseen on alettu edellyttää myös virallisia ympäristöselosteita ja CO₂-laskentaa. Turvallisuudesta, ympäristöasioista, kestävästä kehityksestä ja vastuullisuudesta on huolehdittava hyvin, jos aikoo olla kilpailukykyinen toimija myös tulevaisuudessa.

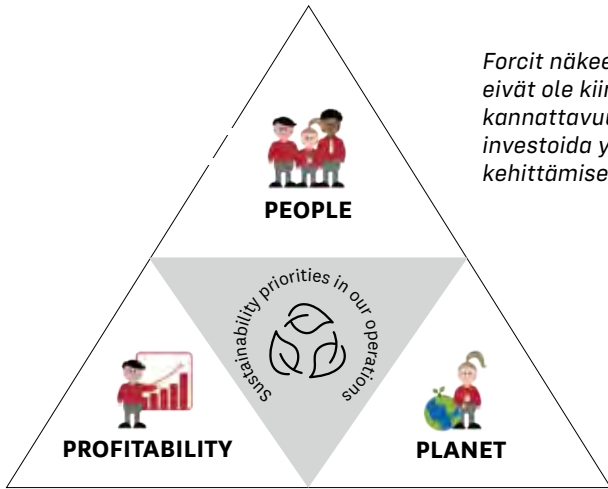
Elinkaariarviointi

Forcitin yhteensä 11:lle itse valmistamalle tuotteelle on tehty elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) sekä ympäristöselosteet (Environmental Product Declaration, EPD), jotka on verifioitu ja julkaistu EPD Norge:n toimesta. Tuotekohtainen ympäristöseloste (EPD) on yhteenvedo kaikista tuotteen ja sen raaka-aineiden tuotannon, käyttökohteeseen toimituksen ja räjäytyksen aiheuttamista päästöistä. Nämä tiedot osoittavat asiakkaillemme tuotannon ja valmistuksen avoimuuden. Ne auttavat heitä arvioimaan toimittajaketjun ympäristövaikutuksia

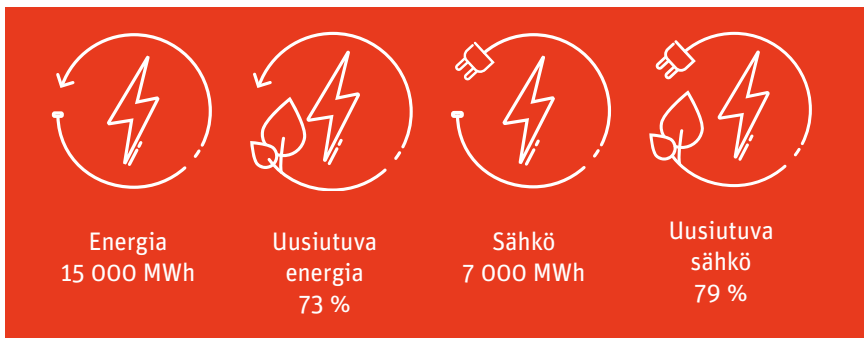
laajemmin ja siten tekemään kestävästä kehityksen periaatteiden mukaisia hankintoja. Myös joidenkin jälleenmyymiemme syytysvälineiden selosteet on julkaistu. Tämä työ tulee myöhemmin mahdollistamaan elinkaariarvioinnin viemisen jopa räjäytyskohtaiselle tasolle.

Faktat selville

Uusiutuvan energian osuus käyttämästämme energiasta on korkealla tasolla jo tänä päivänä ja se on selvästi suurempi kuin kemian teollisuudessa yleensä. Olemme siirtyneet uusiutuvan energian hyödyntämiseen kaikissa sellaisissa toimipisteissä, joissa päätämme itsenäisesti käyttämämme energian alkuperän. Norjassa toiminnassamme käytetty energia on jo nyt 100 % uusiutuvaa, ja sähköautojen käyttöä tullaan lisäämään. Olemme viime vuosina onnistuneet lisäämään uusiutuvan energian osuutta toiminnassamme 12 prosenttiyksikön verran. Nykyisin meidän tehtaillamme, varastoillamme ja asemillam-



Forcit näkee vastuullisuuden monialaisena kokonaisuutena, jonka rajapinnat eivät ole kiinteitä. Turvallisuus vaikuttaa sekä ympäristöpäästöihin että kannattavuuteen, ja kannattavalla yrityksellä on mahdollisuus edelleen investoida ympäristökuormitusta vähentäviin tekniikoihin ja turvallisuuden kehittämiseen.



keistääksemme tuotteitamme kuljetuksia käyttökohteisiin. Laskelmiemme mukaan noin 5 % tuotteen ympäristövaikutuksista muodostuu juuri kuljetuksissa. Olemme myös seuranneet kuorma-autokalustomme CO₂-päästöjä ja havainneet kuormakoon vaikutuksen päästöihin varsin konkreettisesti. Forcit-konsernissa on merkittävä määrä kumipyöräkalustoa (yli 150 yksikköä), jota uusimme suunnitelmallisesti ja hallitusti, jolloin myös vähäpäästöisempien EURO 6 -luokan moottoreiden osuus kalustossamme kasvaa. Tämän lisäksi tulemme tekemään ajotavan ja tyhjäkäynnin valvontaa laajemmin erillisen seurantaohjelmiston avulla. Ajamamme kilometrimäärät ovat merkittäviä, kun laskemme koko konsernin liikennöinnin ja raaka-ainetoimitukset, jotka pääasiassa tu-

me käytetystä kokonaisenergiasta 73 % ja sähköstä 79 % on tuotettu fossiilittomalla uusiutuvalla energialla.

Olemme viimeisten vuosikymmenten aikana investoineet useisiin asemiin ollaksemme lähempänä asiakkaitamme ja jär-

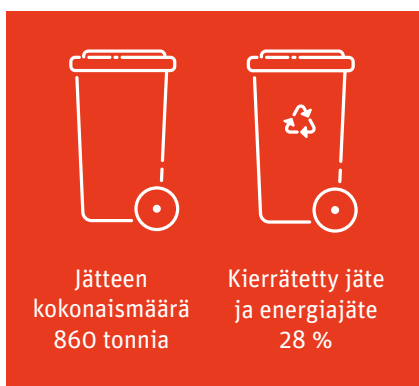
levat maantiekuljetuksina. Tarkennamme jatkossa toimittajien raportointivaatimuksia, jotta saamme enemmän analysoitavaa osaksi toiminnan kehittämistä ja toimittajavalintaa.

Räjähdehteissa tuotannon jätemäärät ovat olleet vuosien ajan laskevia. Tähän olemme päässeet kiinnittämällä erityisesti huomiota tuotannon häiriötilanteisiin, niiden dokumentointiin ja juurisyyden analysointiin. Tätä on tukenut vahva panoksemme laadunvalvontaan ja raaka-aineiden edistyneeseen eräkohtaiseen seurantaan, jolloin vaikutus on näkynyt juuri toivotussa paikassa eli jätteiden syntymisen osa-alueella. Panostus laadun seurantaan on tarkoittanut käytännössä uusia analysointilaitteistoja, henkilöresursseja, laboratoriotiloja sekä raaka-aineiden ja prosessien kriittistä laaturiskianalyysiä. Tuotantoon suhteutettuna jätemäärän minimointi on onnistunut hyvin, ja viime vuoden lukemat olivat 20 % alhaisempia edelliseen vuoteen verrattuna. Hyvästä kehityksestä huolimatta räjähdäjätteen vähentäminen on tärkeimpiä tavoitteitamme, ja siihen pureudumme syntyperällä selvittämällä sekä poltolle vaihtoehtoisia käsittelymenetelmiä ja kiertotalouden vaihtoehtoja arvioimalla. Asiakaskohteissa jätteitä syntyy pakkausmateriaaleista, jotka ovat laadullisesti korkealuokkaisia pahveja tai kalvomuuveja, ja myös niiden hyötykäyttöön tulisi kiinnittää huomiota. Räjähdetuotannossa näiden jättejakeiden kierrätysaste on saatu korkealle tasolle.

Hangossa tuotannossa syntyy ns. typpivettä sekä laimeita rikki- ja typpihappoja (yhteensä yli 6000 tn/v), mitkä olemme onnistuneet osin uusiokäyttämään ja loppujen osalta käyttökohteet ovat löytyneet muista suomalaisista teollisuuslaitoksista. Vastaavia kiertotalouteen liittyviä hankkeita tulisikin nostaa esiin laajemmin, jotta sivuvirtojen tarjonta ja tarpeet löytäisivät toisensa eivätkä materiaalit päätyisi jätteeksi.

Koko konserni mukana yhteisessä tavoitteessa

Myös oma tuotekehitysorganisaatiomme elää ajan hengessä mukana pyrkien ottamaan huomioon tuotteen ympäristövaikutukset koko elinkaaren aikana ja hakemaan uusia materiaali- ja raaka-ainevaihtoehtoja.



Tästä yhtenä lupaavana hankkeena voidaan nostaa esiin tytötön räjähdde, joka vähentäisi vesistöihin kohdistuvia vaikutuksia. ICT-ratkaisut tulevat olemaan merkittävässä roolissa myös räjäytysten ympäristövaikutusten pienentämisessä ja arvioinnissa, kun suunniteltuohjelmistojen sekä mittauslaitteistojen käyttö yleistyy. Näillä saadaan optimoiduksi tarvittavat räjähdemäärät ja minimoiduksi päästöjä. Ohjelmistoja hyödyntäen voidaan räjäytysten optimoinnissa ottaa huomioon päästöihin liittyviä parametrejä ja samalla tarjota automaattista raportointia ympäristövaikutuksista. Myös investointien hallinnassa on siirrytty malliin, jossa arvioimme EU:n asettamien suuntaviivojen mukaisesti jokaisen investoinnin vihreyden ja sen soveltuvuuden hiilidioksidipäästöjen vähentämistavoitteeseen.

Tavoite on asetettu

Tavoitteenamme on olla hiilineutraali oman tuotantomme osalta viimeistään vuonna 2035. Pyrimme minimoimaan hiilijalanjälkemme eli negatiiviset ympäristövaikutuksemme. Samalla pyrimme löytämään sellaisia ratkaisuja, jotka edesauttaisivat asiakkaitamme, infra- ja kaivosalaa, saavuttamaan omat

vastuullisuustavoitteensa. Jo tällä hetkellä voimme mainita, että olemme edistämässä kestävä kehityksen projekteja monissa infra-alan hankkeissa (metrot, raitiotielinjat) sekä akkumetalleja tuottavissa kaivos-hankkeissa. Tästä liitännäisvaikutuksesta voimme puhua hiilikädenjälkenä, mitä luonnollisesti haluamme lisätä. Strateginen tavoitteemme pohjoismaisena toimijana on olla alamme johtaja vastuullisuudessa.

Forciti Consultingin toimiala on kokonaisuudessaan vahvasti mukana räjäytysten ympäristöön, omaisuuteen ja ihmisiin kohdistuvien vaikutusten minimoinnissa. Erilaisten mittaus- ja asiantuntijapalveluiden kokonaisuus kohdentuu periaatekolmiomme kaikkiin osa-alueisiin; se lisää turvallisuutta, minimoi ja auttaa hallitsemaan ympäristövaikutuksia sekä lisää louhinnan kustannustehokkuutta. On kuitenkin selvää, että fokusoidumme myös hiilidioksidipäästöjen minimointiin sekä oman työmme että louhintatyön kannalta katsottuna.

Miten tavoitteeseen päästään?

Kunnianhimoiset strategiset tavoitteemme vaativat innovaatioita, vahvaa työpanosta ja muutoksia monellakin osa-alueella. Tarkoituksena on kehittää räjähdysainetuotantoa ja -palveluita siten, että siitä hyötyvät pohjoismaiset infra-alan toimijat ja metallien tuottajat pienentyneiden hiilidioksidipäästövaikutusten myötä. Olemme mukana metallien ja mineraalien jalostusketjussa, ja siten ympäristövaikutuksemme kulkevat kaivos- ja louhintateollisuuden kautta pitkälle kuluttajatuotteisiin. Toivomme avointa yhteistyötä ja kehityshankkeita kiertotalouden lisäämiseksi ja räjähteiden käytön tehostamiseksi. Tulevina vuosina vastuullisuusstrategiamme ohjaa meitä ennakoivaan yhteistyöhön alihankkijoidemme eli lähinnä ammoniumnitraattitoimittajien ja logistiikkayhtiöiden kanssa. Ammoniumnitraatilla on merkittävä

vaikutus niin hiilidioksidipäästöihimme kuin myös kannattavuuteemme, koska sen raaka-aineisuus tuotteissamme on suuri.

Koostimme vastuullisuustyön yhdeksi raportiksi Forciti Sustainability -In short. Raportissa on nostettu esiin käytännön esimerkkejä hankkeista, joissa olemme mielestämme näyttäneet hyvää esimerkkiä turvallisuuden tai ympäristön huomioon ottamisesta. Työmme jatkuu yritystason hiilijalanjäljen laskeamisella. Se tulee kertomaan meille entistä syvällisemmin, mihin seikkoihin meidän tulee keskittyä hiilijalanjäljen minimoinnissa. Vastuullisuustoimistamme ja painopistealueistamme voit tutkia tarkempia yksityiskohtia itse raportista verkkosivuiltamme >> forcitgroup.com. ▲

Painopistealueet:

- ENERGIAN JA VEDEN KULUTUS**
Energianlähteet ja energiantuotanto
- JÄTE**
Jätteen vähentäminen tuotannossa
- KULJETUKSET**
Ajetut matkat, polttoaine ja sähköistys
- TUOTANNON KEHITYS**
Muovien, PVC:n ja polttoaineiden käytön vähentäminen
- INNOVAATIO**
Digitalisaatio, uudet teknologiat, älykkäämmät ratkaisut
- YHTEISTYÖ**
Alihankkijoidemme kannustaminen kehittymään ja keskittymään hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen omassa tuotannossa

Martin luo uusia kontakteja ja ideoita. Hän tarvitsee metalleja onnistuakseen.

Viestintävälineet ja liikenne tuovat ihmisiä lähemmäksi toisiaan ja helpottavat verkostoitumista, ajatustenvaihtoa ja uusien ideoiden syntymistä. Juniin, busseihin ja mobiililaitteisiin tarvitaan kuparia ja sinkkiä, joita käytetään esimerkiksi sähköjohtoissa ja teräsrakenteissa. Martin on tärkeä linkki verkostossa – aivan kuten meidän metallimme.



KESTÄVYYS, KORKEA LAATU, LUOTETTAVUUS

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

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



LOUHINTA



RAKENTAMINEN



KAIVOSTOIMINTA



SUOMESSA SUUNNITELTU JA VALMISTETTU.



Olisin keksinyt Arkhimedeeseen lain – ellei Arkhimedes olisi ehtinyt tehdä sitä vähän aikaisemmin...

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

Kaikki sai alkunsa siitä, kun tapani mukaan keittelin aamuateriaksi kaurapuuroa ja sekoitin sitä pontevasti vispilällä. Tiedättehän, sellaisella käsikäyttöisellä, jossa on kahva ja ruostumaton teräslankavarssi. Varren pää on käännetty kaksoisU:n muotoiselle mutkalle ja taivutettu kulmaan varteen nähden. Mutkaan on pujotettu niin ikään ruostumattomasta teräslangasta kierretty harva jousi, joka lisää vispilän sekoitusteho.

Puuron tultua mielestäni valmiiksi karistelin vispilästä ylimääräiset puuromöykät takaisin kattilaan naputtelemalla vispilän vartta kattilan reunaan. Puurokattilaan laitoin kannen puuron hauduttamiseksi. Vispilän sijoitin tiskialtaaseen odottamaan myöhempää aamiaisastioiden pesua. Keitin aamukahvit sillä

välillä, kun puuro hautui kannen alla. Kaiken tämän ohella luin tapani mukaan aamulehteä, jonka olin ensi töikseni noutanut laatikosta.

Syötyäni aamupuuron marjojen kera asetin tyhjän lautasen niin ikään tiskialtaaseen tiskiä odottamaan. Laitoin vispilän varsiosa pystyssä lautasen pohjalle tarkoitukseni upottaa puuron tahrima vispiläosa veteen, jotta se ei kuivuisi ja olisi helpompi myöhemmin tiskata. Jotta varsinainen vispiläosa ei nousisi ylös vedestä vinon varren kallistuessa kahvan painamana, laitoin sen päälle aterialla käyttämäni lusikan painoksi lusikkapesän avoin puoli ylöspäin. Kaksi karpästä yhdellä iskulla eli lusikka ja vispilä pysyivät siten molemmat tuoreina tiskiä varten.

Lusikka painoi vispiläosan kiinni lautasen pohjaan, jolloin vispilän varsi jäi töröttämään pystyssä, mutta vinossa asennossa. Laskin hanasta vettä lautasen pohjalle. Veden pinnan noustessa vispilän varsi liikahti yhtäkkiä enemmän vinoon ja jäi nojaamaan tiskialtaan reunaa vasten. Ensimmäinen noteerannut syrjäsilmiällä huomaamaani tapahtumaa lainkaan, mutta sitten rupesin miettimään, mitä olin oikeasti nähnyt.

Tein uuden kokeen: tyhjensin lautasen ja asetin vispilä-lusikkayhdistelmän samaan asentoon kuin edellisen kerran lähtötilanteessa. Laskin taas vettä lautasen pohjalle niin, ettei se virrannut suoraan lusikkaan, vaan sen pinta nousi hiljalleen lusikan alla. Ja katso, sama ilmiö toistui uudelleen. En vielä kukaan uskonut näkemääni, vaan toistin kokeen kolmannen kerran samoin tuloksin.

Mietittyäni hetken oivalsin, että lusikan alla nousevan veden täytyi nostaa lusikkaa ylöspäin. Vispilän päällä olevan lusikan painon keventyessä varren kahvan paino pystyi kääntämään varren nojalleen tiskialtaan reunaa vasten, jolloin vispiläosan päällä oleva lusikka vastaavasti liikahti ylös- ja sivullepäin. Kun toistin kokeen niin, että vesi virtasi heti alusta lähtien lusikkapesään ja täytti sen ennen kuin ylivuodon ansiosta alhaalta päin

nouseva vesi upotti lusikan kokonaan veteen, ei asetelma liikkunut minnekään.

Lopputulema oli selvä. Kappaleeseen kohdistuu vedessä noste, joka on kappaleen syrjäyttämän vesimäärän suuruinen. Arkhimedeeseen laki tuli etsimättä mieleen, kun mietin havaintoani ja siihen liittyntä koesarjaa. Olen varma, että ellei Arkhimedes tai kukaan muukaan olisi tuota lakia keksinyt ennen omia havaintojani, olisin sen viimeistään tämän koesarjan perusteella pystynyt päättelemään.

Opetus on tämä: Kannattaa aina miettiä, mistä arkipäiväisetkin, odottamattomat tai tavallisuudesta poikkeavat havainnot johtuvat ja mitä ne saattavat merkitä. Ellei Isaac Newton olisi jäänyt pohtimaan päähänsä pudonnutta omenaa tai Luigi Galvani olisi ihmetellyt sammakonreisien nytkähtelyä niitä pannulla paistaessaan, saattaisi nykypäivän maailma olla kokonaan toisen näköinen. Eivätäkään laivatkaan ehkä seilaisi ilman Arkhimedestä nykyiseen tapansa.▲

Oppimistesti (Kari Pienimäki): Jos veneestä heitetään kivenmurikka järveen ja se uppoaa pinnan alle, niin:

- 1) nouseeko järven pinta?
- 2) laskeeko järven pinta?
- 3) pysyykö järven pinta ennallaan?

Vastaus:
2) järven pinta laskee.
Veneessä oleva murikka syrjäyttää kiven painon verran vettä. Eli kolmen kilon murikka nostaa järven pintaa kolmen litran verran.
Järven pinta laskee, koska järven pinta nousee vain litran verran, ja järven pinta nousee vain litran verran, ja järven pinta nousee vain litran verran.





Geofysiikan, geohydrologian ja kalliomekaniikan mittaukset ja palvelut

Malminetsintä

Kaivostoiminta

Kalliorakentaminen

Ympäristögeofysiikka

Geovisor Oy
+358 40 539 9727
geovisor.fi



CONVEYOR
MAINTENANCE
SPECIALIST

KULJETINHUOLLON AMMATTILAINEN

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

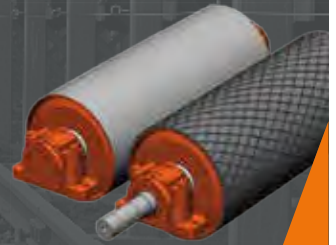
TARJOAMME

- > Kuljetinrullat
- > Rullatelineet
- > Kuljetinrummut

Lisätiedot

Huolto 040 809 8853
Komponentit 0400 516 844

www.newpaakkola.com



Recognized pioneer
in eco-friendly
exploration & drilling

Safe Discovery Award –
Innovation
granted by Anglo
American Plc.

ISO 14001 Environmental
Management System
since 2004

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

Patented water
recirculation system

Oy Kati Ab Kalajoki
Sievintie 286 | 85160 Rautio | Finland
www.oykatiab.com



Welcome to the Port of Kokkola

www.portofkokkola.fi



PORT OF
KOKKOLA

Vuorimiehet helteessä

TEKSTI JA KUVAT **LEENA K. VANHATALO**



Voittajan tyylinäyte

Seitsemännet puumailatenniksen SM-kilpailut pelattiin helteisissä oloissa Kuopiossa heinäkuun ensimmäisenä perjantaina lukuisten vuorimiesten voimin. Tänä vuonna pelaajien määrä oli kasvanut, joten finaalipeliä karsintaa käytiin kolmessa lohossa. Vauhdikkaita pelejä katsomaan oli saapunut ennätysyleisö ja Valtavirta sponsoroi ja huolehti sekä pelaajien että katsojien nesteytyksen kohdilleen. Muita tilaisuuden sponsoreita olivat E. Hartikainen, Sandvik, Tapojärvi Avesco ja Genelec. Tiukkojen tilanteiden jälkeen vuoden 2021 SM-puumailatenniksen voitti Poorang Vosough. Useampi tunti helteisillä Väinölänniemen kentillä vaihtui myöhemmin gaalaillalaiseksi ulkoravintolassa. Jälkipelit vielä pelattiin ja jäädään vain odottamaan, kuka seuraavan puumailatennisvoiton mahtaa viedä. Lehden kansikuvassa pelaajat: Ylärivillä vasemmalta oikealle Kimmo Ulvelin, Ville Leikas, Pasi Vornanen. Keskimmäinen rivi: Mikko Airaksinen, Juhani Tiikkaja, Sakari Mononen. Edessä Poorang Vosough ja Jyrki Pulsa. ▲



Tasaisissa peleissä nähtiin vauhdikkaita tilanteita.

Myös yleisöä muistettiin palkintojen jaon yhteydessä.





Ryhmäkuva joululounaalta 19.6.2021. Vasemmalta: Vesa, Henri, Valtsu, Raimo, Masa, Antsu. Istumakuvassa olivat mukana myös Timo ja Antti.

OOPERAN YSTÄVÄT -ryhmämuotokuva 60 vuotta

TEKSTI: ANTSU

Hilpeällä 1950-luvulla aloitettiin, kaikki kahdeksan vuoriteekkaria. Pikkudiplomivaiheeseen mennessä nähtiin, että ammattiaineet piti omaksua käytännönläheisesti ja verkottumalla.

Timo järjesti kurssille ensimmäisen ekskursion kesätyöpaikkansa jälkeen. Ylöjärven kaivoksen johtaja otti vastaan yhden kurssin oman opintoretken. Talo piti hyvää huolta aktiivisesta pienryhmästä, bussillinen opiskelijoita olisi saanut erilaisen, lyhyemmän vastaanoton. Paluu tehtiin lautainaan Pyynikin Panimon - ja Pohjanmaan kautta. Vielä otettiin valokuva Hämeensillan patsasneitoja (veistänyt Jussi Mäntynen) halaten. Sieltä lounaalle Siilinkariin, joka oli

maitobaari ainakin siihen aikaan. Kahviin päästyä oli perustettu - metsästyssseuran sijaan - 'Oopperan Ystävät' (OoYy).

Nimi tuli Billy Wilderin elokuvasta *Some Like it Hot*, takana 50 menestysviikkoa ensi-iltateattereissa. Valtakunnallinen mafiakokous oli varannut floridalaisen hotellin kokonaan 'Italialaisen Oopperan Ystäville'

Opintojen makuun päästyä retkikenttää piti laajentaa Euroopan suuntaan:

Teekkarien Autokerhon Kleinbussilla katsastettiin Keski-Ruotsin kaivokset, Sandviken ja Atlas Copco. Uudesta mentiin vielä junalla Pohjois-Ruotsiin, siellä tutkittiin LKAB:n kaivos- ja jalostustuotanto.

Killan Keski-Euroopan ekskursion jatkeeksi mentiin junalla reittiä Pariisi -Lontoo - Camborne, jossa katsottiin School of Mines, Geevor Tin Mine sekä Holman Brothers'in tehtaata.

Hotellin aamupalalla meidät yllätti Heikki Aulanko, tuolloin VMY:n varainhoitaja ja mm. nykyisen tekn.tri Elli Miettisen isoisä. Heikki kutsuttiin ekskursion kaatajaisiin syksyllä. Tapahtuma alkoi tietysti Polilla: pimennetyin juhlasalin ainoa pöytä oli ka-

tettu yhdeksälle ja valaistu karbidilampulla. Heikki suostui illan jatkoilla OoYy:n kunniajäseneksi.

Samoina talvikausina tapahtui pääkaupungissa muuta:

Ylioppilaskunta äänesti edustajistoon Oopperan Ystävien jäsenen. Vaalimainokset Wanhalla Polilla kertoivat mm.:

"Korkeakoulu Korkeasaareen, Valtsu Valtuustoon; Oopperan Ystävä, vähäiset viikset ja kahdeksan kulmaa."

Samassa Lönnrotinkadun talossa oli Klubiravintolan Pokkamonttu ja sen jyrävä pyöreä pöytä ja kattovalaisin, 'Melskan Henki'. Näkyvät molemmissa valokuvissa.

Niihin aikoihin Oopperan Ystävien Balettijaosto kävi 'Kierroksilla', mm. yliopiston osakuntien Kerroksissa. Kerran ravintola Kaisaniemessä olivat Ateneumin oppilaskunnan naamiaisbileet. Sieltä Balettijaosto löysi oikean taiteilijan, OIL on CANVAS. Häneltä tilattiin teos Oopperan Ystävät Wanhalla Polilla Pokkamontussa.

Ennen museointia teos kiersi vuosittain jäsenten kotona, aluksi autotalleissa, sitten sisätiloissakin. Perheenemännät pitivät teosta

ensin vitsinä. Sen ensijulkistuskin oli jäynä: keskeneräinen maalaus esiteltiin killan Wappulounaalla ilman kolmea päätä. Taiteilija täydensi päät toukokuussa.

Maalauksen vuosikierto venyi; eräskin jäsen piti sitä kotonaan vuosikymmenen. Siellä kuvaa käytiin kumartamassa ainakin Vuorimieskillan Wappulounaan jatkeeksi. Seuraavaksi TKK:n Vuoriteollisuusosasto myönsi taululle 'kaapin paikan' Vuorilafkan lounasravintolan kaksoisovella, metallurgiveili Lasse Holapan ollessa killan oltermannina.

Uuden vuosituhannen koittaessa Vuorimiehentie 2 joutui AALTO-myrskyn kouriin. Rakennuskin saneerattiin mm. akkumetallien tutkimista varten.

60-luvulla Teekkarimuseo pelasti satamakaupungista Otaniemeen Pokkamontunkin kaluston, mm. sen jyrkän pyöreän pöydän kattovalaisimineen. Uuden vuosituhannen puolella AALTO-yliopiston Ylioppilaskunnan Museotoimikunta sai vihjeen ja otti vastaan lahjoituksena taideteoksen.

OoYy:n vuosikalenterista:

Oopperan Ystävien vakio-ohjelmanumero



FOTO ANTTSU

AALTO-yliopiston Ylioppilaskunnan Museotoimikunta ulkoiluttaa Muotokuva 19.06.2021 Hietalahdentorin poikki. Museotoimikunnalla päällään OoYyn vuoden 1961 kurssihaalari.

kesäjuhilla oli yleensä saunan jälkeen Ballettijaoston kuviokellunta.

Vuosikierron tapahtumista on edelleen jäljellä mm. joululounas Hietalahden SALVEssa. Ryhmäkuva on joululounaalta 2020, joka pidettiin myöhässä ja avec-tapahtumana kesällä 2021.

OoYy / Oopperan Ystävät jatkavat edelleen toimintaa perustajajäsenten vahvuudella 6/8. Materia on suonut meille - ja 60-luvun Tosikoille - palstatilaa kahdella vuosisadalla. Yhteistyötä tehtiin mm. Teemu Kerpun väitöksessä, johon OoYystä tuli vastaväittäjäksi tekn.tri Raimo Vuolio. ▲

Turvaamassa tulevaisuuden rakentamista

Autamme yrityksiä huomioimaan ja pienentämään ympäristövaikutuksia kaiken kokoisissa hankkeissa. Nyt tarjontaan on lisätty myös painuma- ja reikäsuoruuksimittaukset sekä melumallinnukset.

Yli 120 louhinnan ja ympäristövaikutusten asiantuntijaa palveluksessanne kaikkialla Pohjoismaissa.

Lue lisää osoitteesta

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

 **FORCIT**
CONSULTING



Kaivannaisalan start-upien myyteistä

TEKSTI: **OLLI SALMI**, EIT RAW MATERIALS

Kesän aikana media raportoi runsaasti suomalaisten start-upien onnistuneista rahoituskierroksista. Pääomasijoituksia kerättiin HS Vision mukaan ensimmäisellä vuosipuoliskolla yli miljardi, mikä on saman verran kuin koko vuonna 2020. Uutisoinnissa vilisevät alustatalouden ja muut IT-alan firmat: yksi suurimmista nousijoista on näitä kahta yhdistelevä Wolt, joka keräsi ravintolabisnekselleen 440 miljoonan rahoituksen.

Jos investointisykli on todella hypähtänyt kasvuvaiheeseen, tarkoittaa tämä hyviä asioita myös kaivannaisalalle. Nopeasti kasvavien pienyritysten listoilta ei kuitenkaan sektorimme firmoja tahdo löytyä, puhumattakaan ns. yksisarvisista eli yli miljardin arvoisista start-ypeista (poislukien siis itse kaivos, joka monen mielestä onkin se ainoa oikea alan start-up). Onko todella niin, että kaivos- ja mineraaliala olisi poikkeuksellisen vaikea uusille yrityksille? Totta kai alalla on omat lainalaisuutensa, jotka rajaavat pelikenttää verrattuna vaikkapa peliteollisuuden tai fin techiin. Samalla kuitenkin alalla tuntuu olevan sitkeästi eläviä myyttejä, jotka vaikeuttavat rahan liikkumista investoijilta kasvuyrityksiin. Seuraavassa oma kolmen kärkeni start-up -kentän väittämistä, jotka olisi hyvä jo onnistua selättämään.

1) Kaivosala on niin konservatiivinen, että sinne on vaikea myydä uusia innovaatioita.

On aivan totta, että kaivannaisala on pääomavaltainen ja vahvasti reguloitu, mikä vähentää riskinottohalukkuutta ja kokeilukulttuurin kehittymistä. Samaan aikaan juuri turvallisuuden ja toimintavarmuuteen liittyviä innovaatioita syntyy nyt kiihtyvällä tahdilla start-ypeissa. EIT RawMaterialsin portfolioissa olevista noin 150 start-upista kolmannes keskittyy kaivosalalle ja näistä valtaosa kehittää turvallisuuden, tuotannon tehokkuuden tai ympäristön laadun parantamiseen liittyviä teknologioita. Esimerkkinä sveitsiläinen Cyanoguard, joka tarjoaa kehittyntä syanidianalytiikkaa kultakaivosten päästömittauksiin ja prosessinohjaukseen. Innovaationsa ja kolmen miljoonan Sveitsin frangin investoinnin turvin Cyanoguard myy nyt tuotteitaan kaivoksille Latinalaisessa Amerikassa ja Etelä-Afrikassa.

2) Suomalaiset pääoma- ja riskisijoittajat eivät investoi kaivannaisalaan

Sijoittajan näkökulmasta kaivosteknologiabisneksen skaalautuminen on vaikeaa. Potentiaalisia asiakkaita on lukumääräisesti vähän, toiminta on työvoimaintensiivistä ja konsultointia tarvitaan paljon. Tämä väittämä pätee perinteisiin kaivos- ja prosessiteknologioihin, muttei niin-

kään digitaalisiin ratkaisuihin. Kaivostoiminta tuottaa päivittäin valtavan informaatiota porauksesta, louhinnasta, murskauksesta, mineraaliprosessoinnista ja toimintaympäristöstään. Tämän ”big datan” muuttaminen toimintaa ohjaavaksi tiedoksi toimii sitä paremmin, mitä enemmän dataa on käytettävissä. Suomalainen start-up Rovjok tähtää juuri tähän valtavaan datamäärään. Yrityksen kehittämä työkalu yhdistää ja tulkitsee tuotanto- ja talousdataa koko mineraaliarvoketjun kattavasti ja tuottaa reaaliaikaista tietoa liiketoiminnan päätöksenteon tueksi. Tällaiset digitaaliset työkalut skaalautuvat tehokkaasti myös globaaleihin asiakkuuksiin. Rovjok kasvatti liiketoimintaansa viime vuonna 60 prosentilla.

Toki uudet teknologiat vaativat edelleen kaivoksilla tehtävää pitkäkestoista validointia, ja tähän ei digitalisaatiokaan auta. Tällaiset teknologiayritykset tarvitsevat huomattavasti enemmän seed-rahoitusta, johon esimerkiksi voi Suomessa hakea terveys- ja rahoitusaloilta sekä vasta perustetun ilmatorahaston toiminnasta.

3) Teollisuus hankkii koko prosessinsa nimekkäältä ja luotettavalta toimijalta

Väite pitää osittain paikkansa, erityisesti kaivoksen rakentamisen ja jalostuksen perusprosessin osalta. Jokainen kaivos on kuitenkin omanlaisensa, ja jatkuvaa parantamista löytyy. Akkumetallien kasvavan kysynnän vuoksi mineraaliprosessin loppupää alkaa muistuttaa yhä enemmän kemianteollisuutta, ja tähän saumaan osuvat eurooppalaiset teknologiatoimittajat ovat harvassa. Yhtenä hyvänä esimerkkinä toimii saksalainen DMT-taustainen Talpa Solutions, joka on luomassa menestystarinaa yli 5 M€ rahoituksen turvin. Yrityksen pääasiakkaina ovat kaivuskoneiden valmistajat ja käyttäjät, joille tarjotaan tuotekehitystä varten uutta käyttäjäpohjaista tietoa koneiden todellisesta toimintaympäristöstä. Slovenialainen start-up Ekolive puolestaan tarjoaa bioliuotusratkaisuja vanhojen kaivosalueiden puhdistamiseen ja uudelleenkäyttöön.

Kun tiimi ja go to market -strategia ovat kohdallaan, ei kaivannaisala enää näyttäydykään start-upille vaikeana tai epäkiinnostavana liiketoiminta-alueena. Vaikka bränditunnettuus ja pitkä referenssilista puuttuisivatkin, voi skaalautumista hakea yhteistyössä muiden samassa tilanteessa olevien kanssa. Kaivosteollisuudelle kohdennetun start-up -tapahtumat luotetun kolmannen tahon toimijan kanssa avaavat ovia uusille yrittäjille. Mining Finlandin järjestämä start-up-vientikonsepti on erinomainen esimerkki tällaisesta yhteistoiminnasta. ▲

FLOWROX

Proven Performance

Täysautomaattinen Kammiosuodatin

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



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

Seuraa meitä:



Co-funded by the
European Union

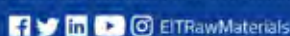


Join EIT RawMaterials
BALTIC SEA
STAKEHOLDER DAY

Critical and strategic materials
for energy and mobility

30 September 2021
eitrm.eu/stakeholderday

eitrawmaterials.eu



Nordic
Copper

Nordic
Standard

Maailman
parasta kuparia,
tehty Porissa.

Aurubis Finland Oy
Aurubis.fi
Nordiccopper.com





Kuva 1. Virolahden punainen rapakivigraniitti eli pyterliitti. Tyypillinen pyterliitti sisältää lähes pyöreitä, 1-4 cm:n kokoisia kalimaasälpähajarakeita eli ovoideja, joista puuttuu ohut plagioklaasikehä. Kolikon halkaisija on noin 2 cm.

NaStA -projektissa elvytetään luonnonkivimarkkinoita

TEKSTI: KRISTINA KARVONEN, GTK

Rakennetaan kuin lisäkin kirkkoa, on tuttu sanonta meille suomalaisille. Kuinka moni tietää, että kyseisen kirkon pilarit ovat virolahtelaista punaista rapakivigraniittia? Pietarin historiallisen keskustan kuuluisissa rakennuksissa on käytetty paljon suomalaista kiveä, jota on tuotu erityisesti Kaakkois-Suomesta. Virolahden seudulta kiveä on viety Pietarin alueelle arviolta yli miljoona kuutiometriä.

Pietarin historiallinen keskusta on UNESCO:n maailmanperintökohde, jota tullaan restauroimaan tulevaisuudessa. Venäjän

taholta on ilmennyt halukkuutta käyttää alkuperäistä kiveä restauroitavissa kohteissa. Tämä ja pyrkimys elvyttää luonnonkiviteollisuutta olivat lähtölaukaus Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) koordinoimalle NaStA -projektille.

Monipuolinen projekti

Kolmivuotisessa NaStA-projektissa kerätään tiedot Pietarin kaupunkirakenteissa käytetyistä kivistä sekä restaurointiin tarvittavista kivistä ja määritetään niiden ottoalueet. Projektissa kehitetään myös menetelmiä alkuperäisten kiven ottopaikkojen tunnistami-

seksi. Lisäksi tutkitaan käsittelymenetelmiä, joilla uusi kivenpinta saadaan näyttämään vanhalta ja historialliseen kaupunkiympäristöön paremmin soveltuvalta. Projektissa selvitetään myös kiven kuljetusten logistiikka ja luodaan kaupallinen toimintamalli. Tällä pyritään elvyttämään luonnonkivimarkkinoita ja rajan yli tapahtuvaa kaupankäyntiä sekä tekemään tunnetuksi luonnonkiven perintöä.

Historiaa

Suomessa elettiin luonnonkivilouhimoiden kulta-aikaa 1800-luvulta aina 1900-luvun



Kuva 2. Louhittujen kivien varastokasa Virolahden Hämeenkyllän vanhassa louhimossa

alkuun. Rannikolla sijaitsi useita kymmeniä luonnonkivilouhimoita. Graniittia louhittiin rakennusten kivijalkoihin, Nevan ja Pietarin kanavien rantamuureihin ja Kronstadtin linnoituksiin.

Virolahden alueelta on louhittu kiveä jo 1700-luvulta lähtien. Alueella sijaitsi useita kivilouhimoita. Erityisen haluttua oli kauniin punainen rapakivigraniitti, mitä louhittiin Virolahden Pyterlahden louhokselta. Sieltä ovat peräisin Iisakin kirkon 48 suurta, 12,5 metriä korkeaa pylvästä sekä keisari Aleksanteri I:n muistomerkin jalustaksi tehty 25,6 metriä korkea maailman suurin monoliitti. Pylväitä louhittiin Virolahdella 1800-luvun alkupuoliskolla ja töissä oli parhaimmillaan useita satoja miehiä. Kiven vienti Pyterlahdesta Pietariin kasvoi vuosikymmenestä toiseen, kunnes loppui 1910-luvulla ensimmäiseen maailmansotaan. Tähän loppui myös Pyterlahden louhimon toiminta.

Kuunis ja kestävä vientituote

Rapakivigraniitti on nimestään luolimatta kestävä ja hyvä luonnonkivi. Rapakivigraniitille luonteenomaisia ovat noin 1 – 4 cm:n läpimittaiset pyöreähköt alkalimaasälpä-hajarakheet eli ovoidit, joita ympäröi harmahtava plagioklaasimaasälpäkehä. Tätä

kutsutaan rapakivirakenteeksi. Viborgiitissa rapakivirakenne on hyvin kehittynyt. Pyterliitissä taas ovoidien plagioklaasireunukset puuttuvat kokonaan tai suurimmaksi osaksi. Virolahden punainen rapakivigraniitti on pyterliittiä ja saanut nimensä Pyterlahden kylän mukaan.

Nykyään graniitin tärkeimmät louhinta-alueet sijaitsevat Kaakkois- ja Lounais-Suomen rapakivialueilla sekä Keski-Suomessa. Kaakkois-Suomen alueella on useita luonnonkivilouhimoita, joissa louhitaan ruskeaa ja punaista rapakivigraniittia. Suomalainen kivi on arvostettua ulkomailla, ja sitä käytetään rakentamiseen ja sisustamiseen. Tärkeimpiä vientimaita ovat Kiina, Saksa, Ranska, Ruotsi, Italia, Belgia, Tanska, Venäjä ja Puola. Kotimaan kysyntä on ollut vakaata ja jopa pienessä kasvussa. Suomessa on havaittavissa suuntaus, joka suosii kotimaisen kiven käyttöä. Tähän vaikuttaa osaltaan pyrkimys hiilineutraalisuuteen. Kiven tuonti esimerkiksi Kiinasta aiheuttaa huomattavasti suuremman hiilijalanjäljen kuin kotimaisen kiven käyttö. Myös kotimaisen kiven laatuun voi luottaa.

”NaStA -projektilla halutaan elvyttää luonnonkivimarkkinoita. Kiveä tarvitaan Pietarin historiallisen keskustan restaurointikohteisiin, mutta kiveä voitaisiin lähteä vie-

mään Venäjälle enemmänkin”, kertoo projekti-koordinaattori, erikoistutkija **Paavo Härmä** GTK:sta. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Xamk selvittää kiven kuljetusten logistiikkaa ja luo kaupallisen toimintamallin, joka edesauttaa luonnonkivimarkkinoita.

NaStA -projektissa kartoitetaan vanhat rapakivigraniittilouhokset Kaakkois-Suomessa ja Venäjällä Suomen rajan läheisyydessä. Samalla myös etsitään uusia kivenottopaikkoja, sillä vanhat louhimot sijaitsevat nykyisin asutuksen tai kesämökkien läheisyydessä eivätkä enää sovellu kivenottoon.

”Tänä kesänä teemme muun muassa kairauksia ja näytteenottoa vanhoja louhimoalueita korvaavien uusien ottoalueiden tutkimuksissa”, Härmä kertoo.

Kiven tunnistusmenetelmiä on myös kehitetty yhteistyössä Lappeenrannan-Lahden teknillisen yliopiston (LUT) kanssa. Kehitteillä on kiveä rikkomaton menetelmä, jolla pystytään identifioimaan kiven pinnasta mittaamalla sen alkuperä, löytämään kyseisen kiven ottopaikka ja tätä kautta löytämään soveltuva kivi restaurointia varten.

Pintakäsittelyllä sopivaksi

Vanhan rakennuksen kivipinta näyttää erilaiselta kuin vasta työstetyn kiven pinta. LUT



Kuva 3. Iisakin kirkon (1818–1858) pylväitä. Pylväiden kivi on Virolahden punaista rapakivigraniittia.



Kuva 4. Neva-joen rantavallit ja penkereet on pääosin tehty Virolahden punaisesta pyterliitistä.

utkii NaStA -projektissa, miten kiven pinta saadaan näyttämään vanhalta ja siten soveltumaan käytettäväksi restaurointikohteessa.

Ensimmäisenä vuonna kokeiltiin erilaisia happokäsittelyjä, väriaineita sekä kiven kuumennusta. Kuumennuksesta on saatu lupaavia tuloksia. Kun kiveä kuumennetaan sopivassa lämpötilassa tietyn aikaa, on sen pintaan saatu vanhan kiven patinaa. ”Tulokset näyttävät lupaavilta ja tutkimusta jatketaan”, toteaa Härmä.

Luonnonkivien perintöä

Projektin tavoitteena on myös tehdä luonnonkivien perintöä tutuksi. Tätä varten tehdään turistioppaita, joissa kerrotaan muun muassa kiven käytöstä historiallisissa kohteissa. Osa näistä on aiemmin kirjoitettujen oppaiden uudelleen kirjoitettuja versioita, joita on täydennetty erityisesti kivitietoudella. Kaupunkioppaita tehdään Venäjällä muun muassa Pietarista ja Viipurista sekä Suomessa kaupungeista, joissa on käytetty

rakentamisessa runsaasti kiveä kuten Kotkasta, Lappeenrannasta ja Imatralta.

Vanhat louhosalueet sijaitsevat usein kauniilla paikoilla meren rannalla. Vanhat louhintakohteet kuten Pyterlahden Hevoniemi Virolahdella ovatkin heräämässä uudelleen henkiin retkeilykohteina. Virolahden kunta rakentaa alueelle uusia opastauluja muun muassa yhteistyössä Geologian tutkimuskeskuksen kanssa. ▲



CBC 2014-2020
SOUTH-EAST FINLAND - RUSSIA



Funded by the European Union,
the Russian Federation and the
Republic of Finland.



Saint Petersburg
State University
www.spbu.ru



GTK:n koordinoima kolmivuotinen NaStA-projekti (History and future of natural stones in architecture – bridge between South East Finland and Russia (Support for stone industry and cross border market chains, i.e., geology, production, applications, and traditions)) on Venäjän ja Suomen välinen ENI CBC eli Euroopan Unionin ulkorajayhteistyöohjelman projekti. Tukirahoituksesta Euroopan Unioni kattaa puolet ja toisesta puolesta vastaavat yhtä suurin osuuksien Suomen ja Venäjän valtiot. NastA-projektin toteuttamiseen osallistuvat Suomesta Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Xamk sekä Pietarista yhtiöt Geostrom ja SC Mineral sekä Pietarin valtion yliopisto.



PERTTI VOUTILAINEN

Uusi normaali ?

Korona-pandemian kurimuksessa on arvuuteltu, minkälainen tulevaisuus meitä odottaa tämän hirvittävän taudin jälkeen. Jääkö pysyviä jälkiä? Opimmeko jotakin, mikä voisi olla hyödyksi myöhemmin? Joku keksi nimetä tulevat olot uudeksi normaaliksi. Tämä pitää sisälleen sen oletuksen, että entiseen ei ole paluuta. Kukaan ei kuitenkaan tiedä totuutta. Siksi minäkin lisäsin kysymysmerkin otsikon perään.

Kansainvälisessä vertailussa maamme on selviytynyt hyvin. Sekä inhimilliset että taloudelliset menetykset ovat olleet lievempiä kuin melkein missä tahansa muualla. Mutta ehkä vieläkin paremmin olisimme menestyneet, jos katastrofivalmiutemme olisi ollut parempi. Liian paljon aikaa kului lainsäädäntömme sopeuttamiseen, jotta välttämättömiin toimiin voitiin ryhtyä. Tästä pitää ottaa opiksi. Valitetavasti tämä pandemia tuskin on viimeinen kriisi. Parempi valmius on luotava tulevien ongelmien kohtaamiseen. Siinä on haaste poliittiselle päätöksenteolle.

Tavallisen kunnan kansalaisen on ollut vaikea käsittää, miksi yöllinen juopottelu, tanssi ja laulaminen kapakassa on nähty niin tärkeiksi, että päätöksen tekeminen niiden rajoittamisesta oli ääretömän vaikeaa. Menikö siinä pienen vähemmistön etu kansan suuren enemmistön edun edelle? En väheksy ravintolan omistajien menetyksiä, mutta niitä lievitti valtion maksama korvaus. Jos jollakulla on pakottava tarve juoda viinaa aamuyön tunteina, varatkoon sitä varten oman pullonsa. Toki ymmärrän, että laulamista kerrostaloissa on puolen yön jälkeen syytä välttää. Tämä politiikka sopisi vahvistaa pysyväksi myös koronan mentyä.

Positiivinen asia on, että etätyö on monissa tapauksissa nykytekniikan ansiosta todettu toimivaksi. Sama pätee opiskeluun. Etätyö mahdollistaa asumisen muualla kuin työpaikkakunnalla. Älkäämme kuitenkaan erehtykö luulemaan, että kaikki työ voidaan hoitaa etänä. Valtaosa suorittavasta työstä edellyttää tekijänsä läsnäoloa. Pandemian ajan digiloikka on joka tapauksessa hyvin tärkeä rakennuspalikka uuden normaalin synnyssä. Se auttaa tuottavuuden nostossa, mikä on hyvin hieno uutinen. Elvytysrahojen kohteena se on tärkeämpi kuin moni muu kehitystä vaativa asia.

Nyt iloitaan siitä, että talouden kehitysennusteet ovat lupaavia. Hyville odotuksille on pohjana se, että pandemian aikana patoutunut kysyntä olojen vakiintuessa purkaantuu kaupanteoksi. Ennustetut korkeat kasvuluvut ovat osittain seurausta myös siitä, että vertailukohtana on viime vuosi, jolloin monella alalla kasvua ei ollut juuri ollenkaan. Suuri kasvusykäys voi olla lyhytaikainen, mistä syystä talouden suunnittelussa on syytä olla varovainen. Ja entistäkin tärkeämpää on panna talouden rakenteet kuntoon ja pitää kilpailukyvyistä huolta. Älkäämme siis innostuko liikaa. Edellä sanottu pitää sisällään oletuksen, että inhottava virus on löyty. Tosiasia kuitenkin on, että vaikka taistelu kehittyneessä maailmassa näyttää kääntyvän voitoksi, globaali sota jatkuu. Vaara vaanii ja pakottaa meidät hyväk-

symään rajoituksia vielä pitkään. Mutta ottakaamme ilo irti elämästä aina, kun se on mahdollista.

Uutiset Arkadianmäeltä kertoivat, että sote-hanke lopultakin toteutuu. Asia on monimutkainen, enkä osaa arvioida, onko ratkaisu suomalaisille hyvä vai huono. Itse kuulun häviäjiin, koska olin julkisesti arvioinut, että hanke kaatuu jälleen talvella 2023, kun eduskuntavaalit taas ovat edessä. Pieleen meni se veikkaus. Sotea sorvattiin yli 10 vuotta. Maailma luotiin aikanaan viikossa, joten alaspäin on tehokkuus tuohon aikaan verrattuna pahasti kehittynyt. Iisakin kirkon tapaus sentään säilytti kärkipaikkansa hitaimpien hankkeiden luettelossa.

Elokapiinan touhut tuomitsisin kovin sanoin, jos palstatilaa olisi enemmän käytettävissä. Saman kohtalon kokisi eduskunnassa nähty näytelmä päätösten viivästyttämiseksi elvytysrahoista päätettäessä. Mihin onkaan maailma menossa, kun tällainen käytös sallitaan. Naurunalaiseksi toki saa itsensä tehdä, mutta kunnan kansalaisten elämää ei saisi liikaa vaikeuttaa. Ratkaisu voisi löytyä tekoälystä, joka pitäisi kansanedustajien yliipitkät puheet yöaikaan. Kuulijoita ei istuntosalissa tarvittaisi, ja puheiden laatu varmasti paranisi.

Kuntavaalit tulivat ja menivät. Paljon puhuttiin. Ja politiikan tutkijat pääsivät televisioon. Nolo tulos oli, että äänestysintona oli kovin vaisua. Utsjoella tosin yli 80 % kansalaisista kävi vaaliurnilla, mutta Vantaalla ei päästy edes 50 prosenttiin. Kansa on pohjoisessa fiksumpaa kuin etelässä. Jollain tavalla äänestyksen jättäminen väliin pitäisi tehdä hävettäväksi. En ehkä saa yleistä hyväksyntää ehdotukselle, että kunnan ilmoitustaululla julkaistaisiin niiden kansalaisten nimet, jotka jättivät äänioikeutensa käyttämättä. Tehoton tämä keino kuitenkin saattaisi olla, koska kovin harvat kunnan ilmoitustaulua käyvät lukemassa.

Tavalliseen tapaan puoluepamput selittivät tappioita erilaisilla poikkeustekijöillä ja oikeasti kuulostivat voittajilta. Oma oppi tuntui edelleen olevan ainut oikea ja parempi kuin kenenkään kilpailijan tarjous. Minun analyysini on yksinkertaisempi. Häviäjät olivat taivaanrannan erilaiset maalarit ja maailmanparantajat. Voittajat olivat realistit, jotka uskalsivat kertoa, että tavoitteita ei saavuteta pelkillä ideologisilla julkilausumilla. Päätöksiä ja tekoja siihen tarvitaan. Kyllä kansa tietää. Tämä tieto rohkaisee heittäytymään optimistiksi. Uudesta normaalista voidaan rakentaa entistä parempi. Enemmän nöyryyttä ja toinen toisensa kuuntelemista ja kunnioittamista tarvitaan. Ehkäpä pandemian kokemukset auttavat ymmärtämään yhteistyön tarpeellisuutta riitelyn sijasta. ▲

Avioparilla oli keskinäisiä riitoja, joita he päättivät sovittelulla neuvonantajien avustuksella. ”Onko tilanne niin vakava, että olette harkinneet eroa”, kysyi sovittelija. ”Ei nyt sentään, mutta monta kertaa on mieli tehnyt tappaa”, vastasi aviomies.

Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut

Osa 16: Hipsun vaikea tehtävä

Hipsu oli tähänastisen historiansa vaikeimman tehtävän edessä. Hipsu oli nähnyt, että talven hyytävässä kylmyydessä sen kotinaan pitämä rauta-hiiliatomien yhteisö ei kyennyt minkäänlaiseen muodonmuutokseen, vaan halkesi pienestäkin kopautuksesta siististi kahteen osaan sileitä, tasomaisia murtopintoja pitkin. Toisaalta kesän lämmössä sama yhteisö näytti kestävän suurempiakin iskuja pysyen ehjänä ja korkeintaan muuttaen paikallisesti muotoaan iskun voimakkuuden mukaan.

Hipsu oli pystynyt päätelemään, että lämpötila oli suurin tekijä tuon muutoksen taustalla. Se oli havainnut, että harvemmin pinoutuneessa rauta-hiiliatomien yhteisössä muodonmuutoksen synnyttämien ja sitä ylläpitävien dislokaatioiksi itseään kutsuvien olioiden liike vaikeutui merkittävästi lämpötilan laskiessa. Nyt Hipsua kiinnosti tietää, missä lämpötilassa tuo liike loppui kokonaan ja rauta-hii-



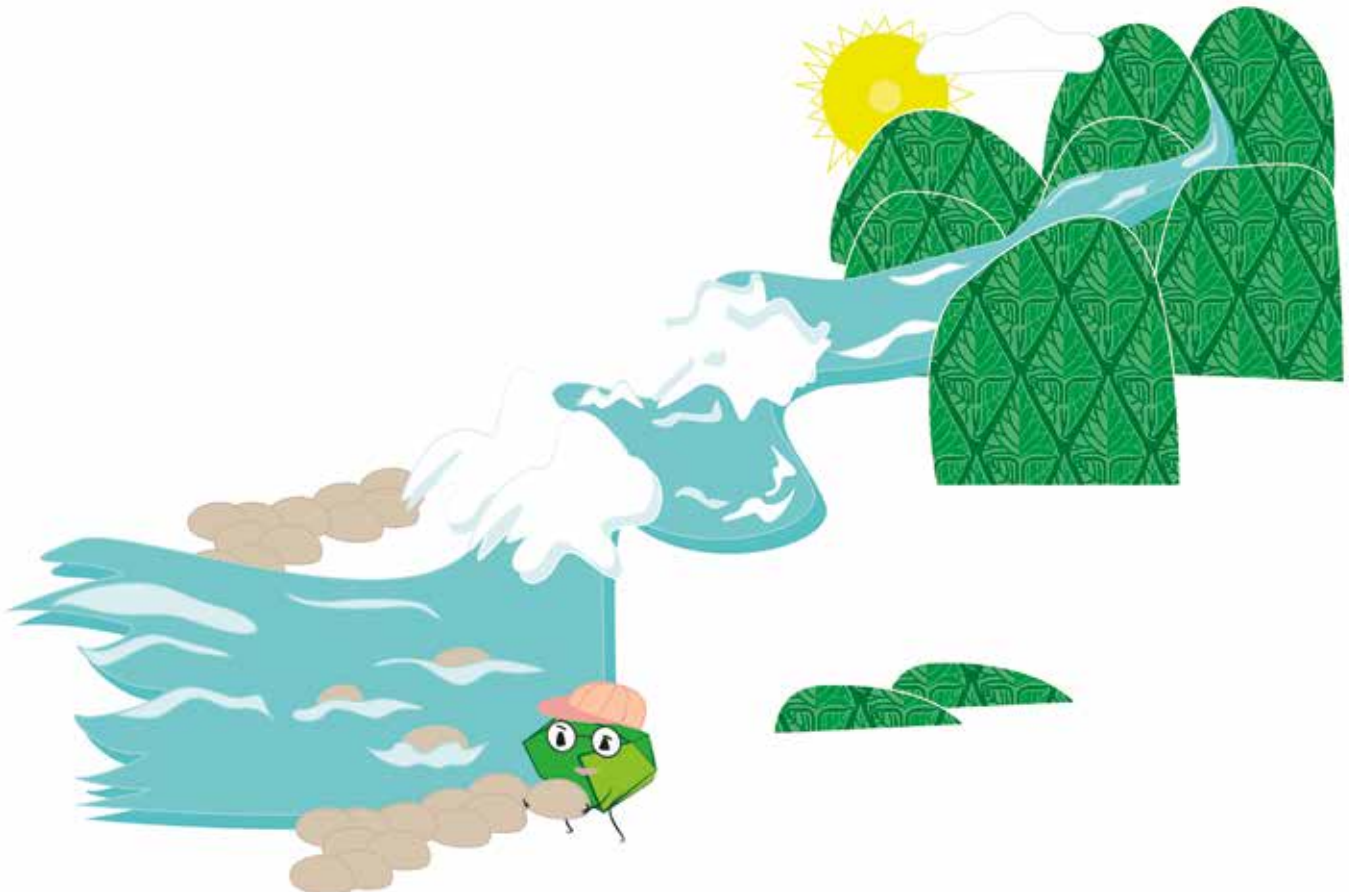
liatomien yhteisö muuttui haperaksi. Se mietti päänsä puhki, miten se saisi tuon lämpötilan selvitettyksi.

Ankaran pohdinnan jälkeen Hipsu päätteli, että se tarvitsi useita eri lämpötiloissa tehtyjä kokeita asian selvittämiseksi. Lämpötilan ääripäät olivat jo selvillä, mutta niiden väliin piti saada lisää kokeita ääripäiden välisissä lämpötiloissa. Hipsu oivalsi myös, että olenaista oli nimenomaan yhteisön, ei ympäristön lämpötila ja siksi yhteisön piti olla riittävän pitkään kussakin lämpötilassa ennen kokeen

käynnistämistä. Tästä Hipsu tuli johtopäätökseen, että kokeet oli parasta suorittaa kevättalvella, kun lämpötila vähitellen palasi talvikauden reissultaan ja kohosi kohti kesän korkeimpia lukemia.

Vielä ankaramman ajatustyön jälkeen Hipsulle selvisi, että jos se halusi saada selville pelkästään lämpötilan vaikutuksen yhteisön muodonmuutuskäyttäytymiseen, piti kaikki

SOFI PERIKANGAS SOFIISTUDIO.COM



Hipsu löysi etsimänsä kivet kohdasta, jossa energiakukkuloilta virtaava joki kohisi koskena alas tasangolle rauhoittuakseen siellä leveäksi virraksi.

muu kokeessa saada pysymään vakiona. Yhteisön koon eli rauta- ja hiiliatomien lukumäärän ja järjestäytymisen piti olla sama kokeesta toiseen. Saattaisi olla edullista, että jokaisessa yhteisössä olisi myös samanlainen järjestäytymisen vika, koska Hipsu oli huomannut matalan lämpötilan murtumisen alkavan juuri tuollaisesta viasta.

Samoin yhteisöön kohdistuvan iskun voimakkuuden piti pysyä joka kokeessa samana ja kohdistua yhteisöön samalla tavalla vikaan nähden. Siinäpä Hipsulle riitti pohtimista!

Koska Hipsu tiesi, että yhteisöjen muodostaminen oli mahdollista vain kesän ja syksyn aikana lämpötilan ollessa riittävän korkea, piti kokeisiin osallistuvia samanlaisia yhteisöjä olla yhtä monta kuin oli tutkittavia lämpötiloja. Ne piti myös muodostaa jo kokeita edeltävänä syksynä, kun atomien liikkumiskyky vielä riitti tehtävän toteuttamiseen. Sitten yhteisöjen piti odottaa koevuoroaan yli talven seuraavaan kevääseen aina siihen saakka, kunnes lämpötila oli kohonnut yhteisölle valittuun koepisteeseen.

Iskun vakioiminen tuotti Hipsulle eniten päänvaivaa. Lopulta se muisti, että yhteisön edellisenä talvena halkaissut isku oli todennäköisesti syntynyt tasapainomaan laitamilla olevan energiakukkulan rinteeltä alas talvimyrskyn puhaltamana vierineen jääkimpaleen osuessa yhteisöön. Se päätteli, että jos jotenkin saisi aina samankokoisen kimpaleen, oli se sitten jätää tai kiveä, putoamaan samalta korkeudelta yhteisön päälle, olisi isku kutakuinkin vakio.

Niinpä Hipsu lähti etsimään sopivaa rinnettä tasapainomaata ympäröivien energiakukkuloiden laidoilta. Ennen pitkää se löysikin jyrkän, käytännössä pystysuoran kalliorinteen, jonka alustan se muisti pysyvän talvellakin lumesta ja jäästä puhtaana tasapainomaata kiertävien tuulien ansiosta. Rinne kääntyi yläreunaltaan tasangoksi niin, että pudotus jyrkänteen reunalta oli yhtä korkea melko pitkällä matkalla. Myös rinteen alusta oli riittävän leveästi tasainen niin, että rinteen alle sopisi rinnakkain tarvittava määrä yhteisöjä koesarjaa varten.

Seuraavaksi Hipsu käytti hyväksi erikoistaitoaan, jota se oli viimeksi hyödyntänyt pitkällä matkoillaan kohti tasapainomaata. Se kasvatti kokoaan niin, että se kykeni kulkemaan laajemmalla alueella tasapainomaassa ja sen ympärillä ja etsimään kiviä, jotka olisivat kooltaan ja muodoltaan samanlaisia. Tarvittavan kiven koon arviointi tuotti taas päänvaivaa; iskun pitäisi olla riittävä halkaisemaan yhteisö matalissa lämpötiloissa, mutta taas korkeammissa lämpötiloissa isku ei saisi rusentaa koko yhteisöä alleen.

Hipsu löysi etsimänsä kivet kohdasta, jossa energiakukkuloilta virtaava joki kohisi koskena alas tasangolle rauhoitukseen siellä leveäksi virraksi. Vesi oli aikojen saatossa pyöritellyt ja hionut uomassaan olevia kiviä niin, että rannalta

löytyi helposti riittävä määrä pyöreitä samankokoisia pultteja. Aikansa kiven kokoa pohdittuaan Hipsu päätti luottaa intuitioonsa ja valitsi mielestään sopivimman kokoiset yhtä suuret kivet kosken rannoilta. Se kantoi kivet yksitellen jyrkänteen päälle ja asetteli ne valitsemilleen paikoille siistiin riviin lähelle jyrkänteen reunaa kuitenkin niin, etteivät ne lähtisi vahingossa tai tuulen puhaltamina putoamaan alas.

Sitten olikin jo aika palata tasapainomaahan ja pienentää koko takaisin muiden atomien kanssa tapahtuvan yhteydenpidon edellyttämälle tasolle. Seuraavana tehtävänä oli näet koota koesarjan tarvitsemat yhteisöt ja saada ne järjestäytymään Hipsun haluamalla tavalla jyrkänteen alle. Tässä tehtävässä Hipsu joutui käyttämään koko neuvottelutaitonsa saadakseen riittävän määrän atomeja suostumaan tuumiinsa ja muodostamaan tarvittavan määrän täsmälleen samanlaisia yhteisöjä haluamilleen paikoille jyrkänteen alle.

Monet, varsinkin rauta-atomit sanoivat, etteivät ne olleet ikinä kuulleet mitään niin hullua ja lähtivät saman tien tiehensä. Lopulta Hipsu keksi selittää asiasta enemmän kiinnostuneille, että tavoitteena oli löytää se lämpötila, jonka yläpuolella yhteisöt olisivat koossa pysymisen kannalta turvassa ja jonka alapuolella yhteisöjen tulisi varoa kaikenlaisia kolhuja ehjänä säilyäkseen. Tämä naula veti, ja lopulta Hipsu sai aikaan sopimukset riittävän yhteisöjen määrän muodostamiseksi Hipsun koekentälle jyrkänteen alle ennen talvikylmien tuloa.

Hipsu sopi vielä lämpötilan kanssa sen, missä lämpötilassa kukin koe suoritettaisiin ja miten Hipsu saisi tiedon siitä, milloin oli kunkin kokeen aika. Sovitut lämpötilat ja tiedonantotavat merkittiin muistiin ja lämpötila lähti valmistautumaan pitkälle talviajan matkalleen kohti lämpimiä maita.

Syksy tuli, ja kaikki alkoi olla Hipsun koesarjan kannalta kunnossa. Viimeisetkin yhteisöt muodostuivat paikoilleen juuri ennen yöpakkasten tuloa. Joitakin epäluuloisimpia Hipsu joutui vielä rauhoittelemaan kertomalla, että koe olisi täysin turvallinen. Eiväthän atomit kolhuja sinänsä pelänneet, mutta muutamat olivat huolissaan yhteisön tilasta ja kyvystä muodostua uudelleen kokeen jälkeen.

Viimeisenä toimitaan Hipsu suurensi kokonsa ja nousi jyrkänteen laelle odottamaan talven tuloa. Tunteakseen olonsa kotoisemmaksi ja torjuakseen yksinäisyyttä se oli koonnut ympärilleen pienen tuttavien yhteisön, jonka se kantoi mukanaan valitsemaansa talvehtimispaikkaan. Hipsu pienensi taas kokonsa ja asettui mukavasti talvehtimaan yhteisönsä mukana. Sitä myöten kaikki oli valmista ja tasapainomaa rauhoittui talven alle odottamaan kevään tuloa ja Hipsun uutta ja jännittävää koesarjaa. Miten noissa kokeissa sitten kävi, siitä kerrotaan seuraavassa tarinassa. ▲



PEKKA SUOMELA
TOIMINNANJOHTAJA
KAIVOSTEOLLISUUS RY

Kiertotalouden innovaatioita tarvitaan lisää

Kiertotalous on mineraaliklusterille vanha ilmiö, sillä valtaosa metalliromusta käydetään uudelleen. Uusille innovaatioille on silti yhä tilaa.

Rajallisia luonnonvaroja on välttämätöntä käyttää entistä tehokkaammin. Tähän pakottaa jo se, että etenkin monien metallien kysyntä tulee kasvamaan vääjäämättä. Kasvua ovat tähän asti vetäneet globaali väestönkasvu ja monien kehittyvien maiden vaurastuminen. Nyt kolmanneksi kasvumoottoriksi on noussut vihreä teknologia, joka vaatii suuria investointeja.

Kiertotalous on moderni käsite, mutta kierrätyksen osalta se on mineraaliklusterille tuttua kauraa. Jo raaka-aineen alkulähteillä eli kaivoksilla tuotannon sivuvirtoja käytetään esimerkiksi maanrakentamiseen ja kaivos-täyttöön. Myös vesien ja energian kierrätys on tehostunut entisestään.

Romumetalleista kierrätetään Suomessa jo valtaosa, ja esimerkiksi Kuusakoski Oy:llä on jo sadan vuoden kokemus metallien kierrätyksestä. Outokummun valmistamasta teräksestä puolestaan noin 90 prosenttia on kierrätysmateriaalia.

Suomessa on reagoitu nopeasti myös uusiin tilaisuuksiin. Sähköautojen kysyntäaaltoa on seurannut mittava akkukemikaaliliiketoiminnan kehitys. Samalla on kehittymässä uutta liiketoimintaa akkujen kierrätyksestä, johon muun muassa Fortum on investoimassa voimakkaasti.

Uusille ideoille on tilaa

Vaikka kiertotalous etenee mineraaliklusterissa hyvällä vauhdilla, voi vauhtia lisätä edelleen. Suuret yritykset näyttävät edenneen nopeasti, koska niillä on suurimmat mahdollisuudet investoida sekä ratkaisujen kehittämiseen että niiden toteuttamiseen. Sen sijaan pienet yritykset ovat olleet hitaampia esimerkiksi tuotannon sivuvirtojen hyödyntämisessä.

Vahvan kiertotalousekosysteemin kehittämiseen tarvitaan myös pk-yrityksiä. Pienet voivat olla ketteriä innovaattoreita muun muassa digitaalisten ratkaisujen kehittämisessä. Samoin uuden-

laiset ekosysteemit kaipaavat kykyä katsoa toimialan rajojen yli.

Siksi on hienoa nähdä, että esimerkiksi Kemian Digipoloksen ja Kiertotalouskeskuksen kautta on noussut esiin useita kiertotalouden liiketoimintamalleja kehittäviä hankkeita myös kaivosalalle. Yhteistä hankkeissa on muun muassa se, että niissä törmäytetään eri kokoisia yrityksiä toisiinsa. Samoin hankkeissa on tärkeä kansainvälinen ulottuvuus. Tällaiset hankkeet avaavat etenkin pienille yrityksille monia ovia, joiden läpi olisi muuten vaikea kulkea.

Ekosysteemien haasteena on toki yrityksen yleinen haaste – uusia ideoita on vaikea muuttaa kannattavaksi liiketoiminnaksi. Vanhat tottumukset voivat hidastaa tai estää kokonaan uusien liiketoimintamallien kehittymisen. Tänäpäin tuntuu oudolta ajatella, että joku ostaisi vaikkapa metallia palveluna.

Yhtä oudolta tuntui kuitenkin muutama vuosi sitten ajatus, että ihminen ostaa polkupyörän palveluna – nyt on aivan normaalia napata kaupunkipyörä kadun kulmasta, ajaa sillä määränpäähän ja jättää pyörä toiseen telineeseen.

Mistä asiakkaat ovat valmiita maksamaan?

Kiertotalous on oikea suunta, mutta haasteita voi syntyä siinä vaiheessa, kun sitä edistetään voimakkaalla poliittisella ohjauksella. Asiakkaat eivät ole välttämättä valmiita maksamaan lisähintaa kiertotalouden ratkaisuihin, vaikka suhtautuisivat niihin periaatteessa myönteisesti. Silloin Suomessa tai jopa EU-tasolla tehdyt poliittiset päätökset hyvän asian edistämiseksi saattavat syödä kilpailukykyä globaalissa kisassa.

Usein kuulee sanottavan, että tiukat poliittiset vaatimukset antavat kilpailuetua, koska yritykset joutuvat sopeutumaan niihin muita aikaisemmin. Näin voi joissain tapauksissa olla. Yhtä hyvin voi kuitenkin käydä niinkin, että ensimmäiset eivät sopeutukaan, vaan kaatuvat kilpailukyvyyn menettäneinä. ▲

**KIERTOTALOUS ON
MODERNI KÄSITE, MUTTA
KIERRÄTYKSEN OSALTA SE
ON MINERAALIKLUSTERILLE
TUTTUA KAURAA.**



KIMMO JÄRVINEN
TOIMITUSJOHTAJA
METALLINJALOSTAJAT RY

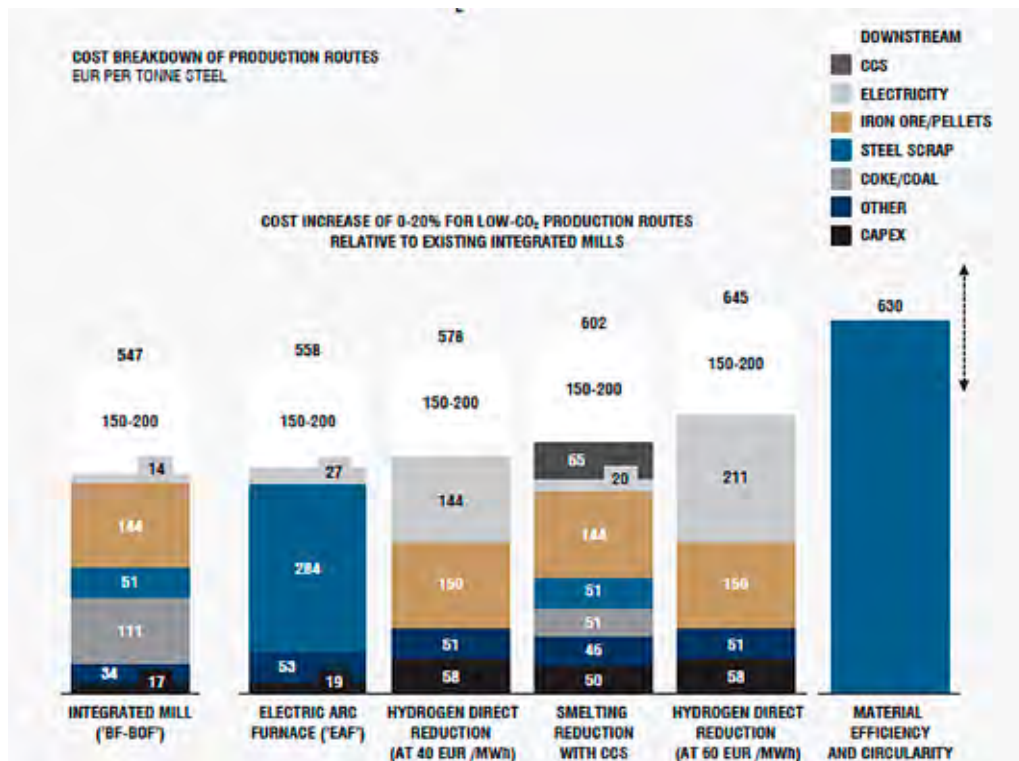
Komission puhtaan teräksen kehitysohjelma lupaa yhdeksän hyvää ja kymmenen kaunista

Koronakriisin seurauksena komissio päivitti uutta teollisuusstrategiaansa toukokuussa 2021 sisämarkkinoiden häiriönsietokyvyn vahvistamiseksi ja EU:n johtoaseman varmistamiseksi rinnakkaisissa siirtymissä. Päivitys tehtiin strategiaan, joka oli julkaistu juuri koronakriisin alkaessa maaliskuussa 2020. Lokakuussa 2020 Eurooppa-neuvosto muistutti, että kunnianhimoiselle EU:n teollisuuspolitiikalle on tarvetta, jotta EU:n teollisuudesta saadaan kestävämpi, vihreämpi, globaalisti kilpailukykyisempi ja palautumisky-

kyisempi. EU katsoo, että Euroopan teollisuus on avainasemassa siirryttäessä kohti ilmastoneutraaliutta ja digitaalista johtajuutta. Tavoitteena on, että EU:n teollisuudesta tulee muutoksen, innovoinnin ja kasvun moottori ja mahdollistaja.

Strategisella riippumattomuudella tarkoitetaan sitä, että vähennetään EU:n riippuvuutta muista esimerkiksi kriittisten raaka-aineiden ja teknologioiden, elintarvikkeiden, infrastruktuurin ja turvallisuuden aloilla. Tämä antaa mahdollisuuden myös kehittää markkinoita, tuotteita, palveluja ja

>



KUVA: COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT SWD(2021) 353, BRUSSELS 5.5.2021, TOWARDS COMPETITIVE AND CLEAN EUROPEAN STEEL

EU:n kilpailukykyä. 70 vuotta EU:n perustamisen jälkeen Euroopan strateginen riippumattomuus on sukupolvemme ykkösvaive. Euroopalle tämä on uuden vuosisadan todellinen alku.

Terästeollisuus huomioidaan strategiassa aikaisempaa selvemmin

Komissio on tehnyt teollisuusstrategioita aikaisemminkin. Itse asiassa strategioita on tullut lähes kahden vuoden välein eli 2010 ”An integrated Industrial Policy”, 2012 ”A stronger European Industry”, 2014 ”A European Industrial Renaissance”, 2017 ”A Renewed EU Industrial Policy Strategy” ja 2020 ”A New Industrial Strategy for Europe”. Ehkä merkittävin ero aikaisempiin strategioihin on se, että tällä kertaa strategia sisältää erikseen terästeollisuuden kehittämiseksi tuotetun työpaperin ”Towards competitive and clean European Steel”. Työpaperi sisältää hengästyttävän luettelon kaikista niistä säätelytoimista, joilla komissio tukee terästeollisuuden digivihreää siirtymää.

Eurooppalaisen terästeollisuuden haaste on samanaikainen tarve kehittää ja investoida uuteen vähähiiliseen tuotantoteknologiaan sekä pystyä pitämään tuotantotoiminta kilpailukykyisenä EU:n ulkopuolelta tulevaa, hiilijalanjäljeltään moninkertaista halpatuontia vastaan. EU:n teollisuusstrategiassa todetaan, että EU haluaa olla maailman johtava toimija siirryttäessä kohti ilmastoneutraaliutta ja digitaalisuutta. Raportissa lainataan EU:n terästeollisuuden arviota siitä, että se tarvitsee 165 TWh puhdasta sähköä ja 5,5 miljoonaa tonnia puhdasta vetyä vuosittain tuottaakseen nykyisen teräsmäärän päästöttömästi. Lisäksi vihreän teräksen valmistuskustannukset ovat 110-320 € kalliimmat tonnia kohden kuin perinteisen hiiliteräksen tuotantokustannukset.

Mikäli terästeollisuus voisi siirtää vihreän teräksen valmistuskustannuslisan teräksen myyntihintoihin, se nostaisi autonvalmistuksen hintaa keskimäärin 300 € per auto ja pyykinpesukoneen hintaa 20 € per pesukone. Tämä ei kuitenkaan ole toistaiseksi ollut mahdollista, koska esim. Kiinassa ja Indonesiassa valmistetun hiiliteräksen hintaetu on merkittävä, kuten työpaperin kuvaajasta 4 ilmenee. EU:lla ei myöskään ole ollut käytössään työkaluja ottaa huomioon korkeampaa hiilijalanjälkeä tuonnissa. Tuontituotteet vastaavatkin jo 26 % koko EU:n kysynnästä. Tästä syystä on ensiarvoisen tärkeää, että EU osallistuu aktiivisesti terästeollisuuden ylikapasiteetin purkamisesta neuvottelevien foorumeiden toimintaan (G7, Pariisin ilmastopöytäkirja ja GFSEC), mikä on pitkällä tähtäimellä paras tapaa välttää kaupankäynnin ongelmat. Edellisten lisäksi uutena ulottuvuutena kauppapoliittiseen keskusteluun ollaan tuomassa sosiaalinen ulottuvuus, jonka toteutus hakee parhaillaan muotoaan EU-instituutioiden keskusteluissa.

Yllä mainitun ylimääräisen kustannuksen kattamiseksi ja vihreän teräksen kehittämisen mahdollistamiseksi komission työpaperissa mainitaan useita vähähiilirahoitukseen liittyviä instrumentteja: EU:n elpymisrahoitus, Horisontti Eurooppa, Euroopan hiili- ja terästeollisuuden tutkimusrahasto, Innovaatiotrahasto, InvestEU, kestävän rahoituksen regulaatio (taxonomy), IPCEI ja valtiontukisäätelyn muutokset.

Luonnollisesti lähes kaiken komission Fit For 55 -pakettiin liittyvän säätelyn listataan olevan avainasemassa vähähiiliteknologian kehittämiseksi: päästökauppadirektiivi, kilpailukykyisen ja puhtaan energian tuottaminen, kestäviä tuotteita koskeva aloite (SPI), hiilitulli (CBAM), standardisointi, teollisuuden päästödirektiivi, rakennustuoteasetus sekä laki julkisista hankinnoista. ▲

Myös Suomi päivittää teollisuusstrategiaansa

Pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelmassa korostetaan, että Suomen investointiympäristö on houkutteleva sekä todetaan, että teollisuuden kilpailukykyistä pidetään huolta. Elinkeinoministeri Mika Lintilä asetti 11.11.2020 työryhmän laatimaan uusiutuvan teollisuuden strategian, josta Sanna Marinin hallitus sopi talousarvioneuvottelujen yhteydessä. Hallituskaudet ylittävän strategian tavoitteeksi asetettiin, että viennin kasvu luo tilaa kotimaisen kysynnän ja työllisyyden kestäväälle kasvulle. Strategia sovitetaan yhteen mm. hallituksen hiilineutraaliustiekartan ja teollisuuden vähähiilitekiekarttojen toimeenpanon kanssa ja valmistellaan laajassa yhteistyössä sidosryhmien kanssa. Työryhmä sai tehtävänsä valmiiksi – ”Uudistuvan teollisuuden strategia” – vision, tavoitteiden ja toimenpide-ehdotusten osalta keväällä. Työhön liittyi myös laajempi selvitys taustateksteineen. Työryhmän raportti löytyy linkin takaa:

<https://tem.fi/-/uudistuvan-teollisuuden-strategia-suomen-tarjottava-teollisuudelle-kilpailukykyinen-ja-ennustettava-toimintaymparisto>

3D-tulostus mahdollistaa täysin uudenlaisten materiaalien luomisen

Ennen kysyttiin, kestäkö 3D-tulostettu komponentti kohteessa. Kohta kysytään, uskallammeko käyttää perinteisesti valmistettua komponenttia vai käytämmekö 3D-tulostettua.

TEKSTI: **JOHANNES KARJALAINEN**

FAMEN EKOSYSTEEMIJOHTAJA (FAME3D.FI), JOHANNES.KARJALAINEN@DIMECC.COM , 040 549 0943

Metallien pikavalmistus eli 3D-tulostusteknologia kehitettiin 1990-luvun alussa. Tällöin hankalia muotoja sisältäviä kappaleiden aihioita voitiin 3D-tulostaa, mutta lopullinen kappale sisälsi vielä sintraamisen jälkeen huokoisuutta. Teknologia on kehittynyt vähitellen. 2000-luvun alkupuolella kehitettiin ensimmäiset kaupalliset metallitulostimet, joilla pystyttiin tulostamaan suoraan tiivistä materiaalia, eikä erillistä sintrausvaihetta enää tarvittu. Silloin otettiin ensimmäisiä haparoivia askeleita nykyiseen metallien tulostamiseen, mutta tulostetun materiaalin laadussa oli vielä huomattavasti parantamisen varaa. Kehitys on kuitenkin mennyt huimaa vauhtia eteenpäin, ja lähtökohtaisena oletuksena voidaan nykyisin pitää, että 3D-tulostettu materiaali oikein tulostettuna on täysin tiivistä. 100 %:n tiiveyttä on tietenkin mahdotonta saavuttaa millään teknologialla, mutta tulostettujen kappaleiden kohdalla puhutaan yli 99,99 %:n tiiveyksistä.

Tulostettuja metalleja on tutkittu laajasti, samalla kun niiden ominaisuudet ovat kehittyneet. Jo jonkin aikaa on ollut tiedossa, että hyvälaatuinen 3D-tulostettu materiaali voi omata huomattavasti korkeammat myötö- ja murtorajat kuin perinteinen vastine tulostetulle materiaalille. Staattiset ominaisuudet vetävät siis vertoja tai ovat parempia kuin perinteisillä materiaaleilla, mutta oikeat koneen osat altistuvat tyypillisesti väsyttävälle kuormitukselle, jota vastaan kappaleet täytyy mitoittaa. Väsyminen on 3D-tulostettujen komponenttien kannalta haastava ilmiö, sillä kappaleiden pinta on tyypillisesti karhea, mikä mahdollistaa särön kasvamisen pinnalta ja toisaalta pienikin huokoisuus kappaleessa tuhoaa väsymiskestävyyden.

Edelläkävijäyritykset ja -yliopistot ovat alkaneet tutkia, mitä tapahtuu, jos nykyiseen huipputason tulostamiseen yhdistetään pin-



KUVA J. SETOLA/EOS.

3D-tulostetun alumiini F357:n mikrorakenne.

takäsittely. Tulokset ovat mielenkiintoisia. Kaikkien odotusten vastaisesti 3D-tulostetut materiaalit näyttävät ohittavan perinteisesti valmistetut (esim. tae/levy/tanko) vastineensa sekä staattisten että väsymisominaisuuksien suhteen.

Miten tämä on mahdollista? Virheetöntä materiaalia 3D-tulostuksella on mahdotonta tehdä, mutta sama pätee myös kaikkiin muihin teknologioihin. 3D-tulostetut materiaalit yltyvät jo yli 99,99 %:n tiiveyteen eli ovat käytännössä täysin tiiviitä perinteisessä mielessä. Tämän perusteella tulosten pitäisi olla samalla tasolla kuin perinteisten samankemiallisen koostumuksen omaavien materiaalien, mutta jostain syystä 3D-tulostettu-

jen materiaalien mekaaniset ominaisuudet näyttävät saavuttavan huomattavasti korkeampia arvoja.

Syy tähän eroon löytyy materiaaliopin perusteista, mutta ensin täytyy ymmärtää prosessin peruseräite. Jauhepetitulosprosessissa materiaalia valmistetaan levittämällä muutaman kymmenen mikrometrin kerros metallijauhetta tulostusalustalle, minkä jälkeen jauhe sulatetaan suojakaasulla täytetyssä kammiossa skannaamalla haluttu kappaleen poikkileikkaus kuitulaserilla. Tyypillisesti joidenkin kymmenien mikrometrin halkaisijalla varustettu laserin kohduspiste liikkuu tulostusalustalla ”värittäen” koko poikkipinta-alan. Näin ensimmäinen

muutaman kymmenen mikrometrin kerros käytännössä hitsaantuu kiinni paksuun metalliseen tulostusalustaan. Ensimmäisen kerroksen päälle levitetään seuraava ohut kerros jauhetta ja laser sulattaa halutun poikkileikkauksen kiinni edelliseen kerrokseen. Prosessia toistetaan tyypillisesti tuhansia kertoja, kunnes lopputuloksena on haluttu kappaleen geometria.

Laserin liikkussa ja sulattaessa metallijauhetta tarvittava määrä energiaa jauheen sulattamiseen kohdistetaan tiettyyn pisteeseen hyvin lyhyessä ajassa. Laser liikkuu noin 1000 mm/s, joten lämmönlähde on käytännössä välittömästi poissa sulatetun pisteen luota. Sulatetun materiaalin massa on häviävän pieni, minkä vuoksi lämpö johtuu ympäröivään kiinteään materiaaliin tai suoraan metalliseen tulostusalustaan äärimmäisen nopeasti. 3D-tulostusprosessissa onkin mitattu materiaalin jäähtymisnopeuksia, jotka voivat olla luokkaa 1 000 000 astetta sekunnissa, mikä on aivan omaa kertaluokkaansa muihin valmistusprosesseihin verrattuna. Tämä erikoinen prosessi muodostaa 3D-tulostetuille

materiaaleille hyvin uniikin mikrorakenteen, joka on äärimmäisen hienorakeinen. Mikrorakenteen muuttuessa hienojakoisemmaksi väsymiskestävyyden pitäisi myös parantua, mikä näyttää pitävän paikkansa myös 3D-tulostettujen materiaalien kohdalla.

Uudenlainen valmistusprosessi aiheuttaa myös omat haasteensa. Materiaalin valmistusprosessissa läpikäymä lämpötilasykli aiheuttaa helposti ei-hitsattavien materiaalien rakenteeseen mikrohalkeamia raerajoille. Nikkeliseoksista esimerkiksi IN718 ja IN939 on saatu jo tuotetetuksi standardiprosesseiksi, mutta hitsattavuuden kannalta haasteellisemmat materiaalit kuten IN738 ja CM247LC aiheuttavat vielä haasteita valmistukselle. Toisaalta uusi prosessi mahdollistaa myös täysin uusien materiaalien luomisen 3D-tulostusprosessille. Nykyiset materiaalit ja niihin sovellettavat lämpökäsittelyt ovat suurelta osin perinteisestä teollisuudesta kopioituja. 3D-tulostusta varten voidaan luoda prosessille optimaalisia materiaaleja tai vanhoille materiaaleille parempia lämpökäsittelyjä, joilla saavutetaan paremmat ominaisuudet

kuin perinteisillä vastaavilla materiaaleilla.

3D-tulostus avaa uusia ovia yrityksille kehittämään entistä parempia tuotteita jopa äärimmäisen haastaviin kohteisiin, missä tarvitaan maksimaalista suorituskykyä ja kestävyyttä. Asetelma on siis muuttumassa päällelleen – ennen kysyttiin, kestäkö 3D-tulostettu komponentti kohteessa, mutta kohta kysytään, uskallammeko käyttää perinteisesti valmistettua komponenttia vai pitääkö käyttää 3D-tulostettua.

Kehitettävää on vielä paljon, mutta mahdollisuudet ovat valtavat. Monet suomalaiset yritykset ovat heränneet 3D-tulostuksen tarjoamiin uusiin mahdollisuuksiin ja lähteneet yhdessä FAME-ekosysteemin (Finnish Additive Manufacturing Ecosystem) puitteissa selvittämään materiaaliominaisuuksia ja niiden soveltamista käytäntöön. Ekosysteemisä yritykset miettivät yhdessä parhaita tapoja ottaa kaikki hyödyt irti 3D-tulostamisesta liiketoiminnan kehittämiseksi ja tulevaisuuden tuotteiden luomiseksi, oli kyseessä sitten mikä tahansa vaihe arvoketjussa raaka-aineen louhinnasta loppukomponentin sertifiointiin.▲

Uutisia!
WEDA D70

WEDA D70 on sähköinen uppopumppu. Ensimmäinen tuotevalikoimassamme, johon lisäsimme uudenlaista teknologiaa – Wear Deflector. Tämä tarjoaa poikkeuksellisen suorituskyvyn, jonka ansiota rakennus- ja teollisuustyömaat voivat pumpata vettä luotettavammin ja paremmalla tuottavuudella. Wear Deflectorin ytimessä on innovatiivinen hydraulinen rakenne, joka tarjoaa korkean tehokkuuden pumpulle. Älykäs muotoilu antaa erittäin hyvän kestävyuden pumpulle ja tarjoaa vaativissakin olosuhteissa pitkän käyttöiän, johtaen alhaisempiin kokonaiskustannuksiin.

www.atlascopco.fi

Atlas Copco

Uudenlaista teknologiaa!

Ilmastonmuutos
torjutaan metalleilla

Globaalia huipputeknologiaa
kotimaisista raaka-aineista




LABORATORY SERVICE PROVIDER FOR
ALL PHASES OF MINING OPERATIONS

Geochemistry
Fire Assay
Metals
Grade control
Process control
Waste rock
Mineral Testing



www.eurofins.fi

Teräspalvelukeskus
Miilux[®] Oy

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

www.miilux.fi



**Kuljetinhinnat ja tarvikkeet.
Asennus- ja huoltopalvelut.**

www.contitech.fi

ContiTech

Teknoliateollisuuden 100-vuotissäätiön
Metallinjalostajien rahaston tarkoituksena on edistää metallien valmistuksen koko jalostusketjun kattavaa teknologian ja liiketoiminnan tieteellistä tutkimusta ja opiskelua yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa.



Teknoliateollisuuden
100-vuotissäätiö

Vuoden 2022 apurahojen haku-aika on 1.9.–30.9.2021.
Hakuilmoitus julkaistaan rahaston kotisivuilla 1.9.2021
(<http://tech-finland100.fi/>). Lisätietoja antaa asiamies Juho Talonen, 040 595 1181, [juho.talonen\(at\)teknoliateollisuus.fi](mailto:juho.talonen(at)teknoliateollisuus.fi)

Ilmoittajamme tässä lehdessä

AA Sakatti Mining	79	Flowrox Oy	26, 27, 67	Oulun Yliopisto	9
Agnico Eagle Finland Oy	2.kansi	Forcit Oy	56	Orica	31
Arctic Drilling Company Oy	3	Forcit Consulting	65	Ovako	13
Astrock Oy	55	Geovisor	62	Pipelife Finland	34
Aurubis	67	GRM Services Oy	10	Palsatech Oy	38
Atlas Copco	78	Haarla	6	Pohto	38
Boliden	60	Oy KATI Ab	62	Pyhäsalmi Mine Oy	38
Brenntag Nordic Oy	80	Kokkolan Satama Oy	62	Rock Physics Finland	19
ContiTech Finland Oy	79	Linde Gas	28	Sandvik	41
Doofoor	60	Metallinjalostajien rahasto	79	Sibelco	25
EIT Raw Materials	67	Miilux	79	Suomen TPP (Masino)	4
Element Group	44	New Paakkola Oy	62	Weir	takakansi
Epiroc Finland Oy	3.kansi	Nordkalk Oy Ab	10	Yara	4
Eurofins Mineral Testing	79	Nordic Drilling Box	31		
Finmeas	3	Normet Group	3		

Pääsihteeriltä

Korona-aikaa elämme edelleen. Tätä kirjoittaessani kuulen päivän tartuntaluvut, mitkä ovat korkeammat kuin koskaan.

Vuosi sitten kirjoitin näin:

”Niinhän siinä kävi, että se toinen aalto tuli ja on edelleen voimissaan. Saa nähdä, voidaanko Vuorimiespäivät ensi keväänäkään (2021) toteuttaa perinteisin menoin”.

Jos vuosi sitten oli toinen aalto alkamassa, niin nyt taitaa olla jo neljäs menossa. Valitettavasti vieläkään ei uskalla hehkuttaa, että vihdoinkin päästään tapaamaan kasvokkain Vuorimiespäivillä 2022. VMY:n hallitus kokoontuu syyskuussa; toivottavasti silloin nähdään jo valoisampia näkymiä koronan osalta ja voidaan tehdä suunnitelmat sen mukaan.

Vuosi sitten kirjoitin myös näin: ”Yhteistyömessumme FinnMateria ja Pohjoinen Teollisuus on siirretty vuoteen 2021”. Sittenmin ne siirrettiin toisenkin kerran eli molemmat ovat vuonna 2022. Toivottavasti ovat!

No, kaiken koronakurjuuden lomassa olemme saaneet nauttia poikkeuksellisen kauniista ja lämpimästä kesästä. Se on varmasti piristänyt meitä kaikkia ja antaa uutta potkua tulevaan syksyyn ja talveen... riippumatta siitä, aletaanko järjestellä perinteisiä vai virtuaalisia Vuorimiespäiviä tai ehkäpä jotain niiden yhdistelmää.

Yhdistyksen jäsen, olethan muistanut maksaa jäsenmaksusi ja tarkistaa tietosi ajantasaisuuden jäsenrekisterissä? Ainajäsen, olethan vastannut sinulle lähetettyyn kirjeeseen?

Kaunista syksyn jatkoa! Pysytään terveinä!

Toisenkin rokotuksen saanut
pääsihteeri-**ARI**



VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2021

PUHEENJOHTAJA

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

FM Hanna Mönkkönen, sihteeri, 040 7410 868
Hanna_Monkkonen@golder.fi

VARAPUHEENJOHTAJA

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

KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO

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

PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

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

RIKASTUS- JA PROSESSIAOSTO/

Ins. Simo Pyysing, pj,
040 350 5542 etunimi.sukunimi@mail.weir
DI Paula Vehmaanperä, sihteeri, 050 3511 781
etunimi.vehmaanpera@lut.fi

WEBMASTER

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

METALLURGIJAOSTO/

TkT Ville-Valtteri Visuri, pj, 050 4125 642
etunimi.sukunimi@outokumpu.com
TkT Iina Vaajamo, sihteeri, 050 5363 143
etunimi.sukunimi@mogroup.com

GEOLOGIJAOSTO

FM Jussi Annanolli, pj, 40 484 7860
jussi.annanolli@riotinto.com,

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

BRENNTAG

Kaivosteollisuuden raaka-aineet



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

Kaivosteollisuudessa Pohjoismaissa hyödynnäme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

PÄÄTUOTTEET

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

PALVELUT

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

YHTEYSTIEDOT

Brenntag Nordic Oy

Mikko Kähäri

Puhelin 040 708 7006

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

nordic.com

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

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

Laaja
poraualue

Alhainen
polttoaineen
kulutus

Suuri
tunkeutumis-
nopeus

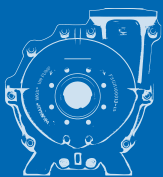
United. Inspired.

Hiilä SmartROC CL7

SmartROC CL on varustettu Epirocin ainutlaatuisella COPROD-tekniikalla, jonka ansiosta mitä tahansa kivikasus voidaan porata hallitusti ja tarkasti – ja lisäksi on erittäin suora reitti. SmartROC CL on tunnettu laajasta poraustalueesta, suuresta tunkeutumisnopeudesta ja alhaisesta polttoaineen kulutuksesta.



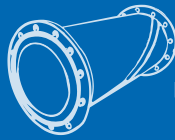
Six industry-leading products.



Warman®
slurry pumps



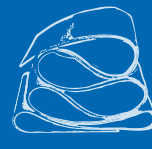
Cavex®
hydrocyclones



Linatex®
hoses



Enduron®
screens



Linatex®
rubber



Isogate®
valves



One
reliable
solution.

Our compact, expertly engineered sand wash plants are built using our world-class process equipment, all made with abrasion-resistant material throughout. This equals maximum recovery of saleable sand.

Add to this the support of our service network, giving you complete access to wear parts, dedicated project engineers and aftersales teams at over 170 locations across the globe...

You do the maths.

Learn more at sandwashplant.weir - finland.minerals@mail.weir

WEHR
Minerals



AGNICO EAGLE
KITTILÄN KAIVOS

VASTUU HYVÄSTÄ TULEVAISUUDESTA

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

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

 @AgnicoEagleFinland  @AgnicoFinland

www.agnicoeagle.fi