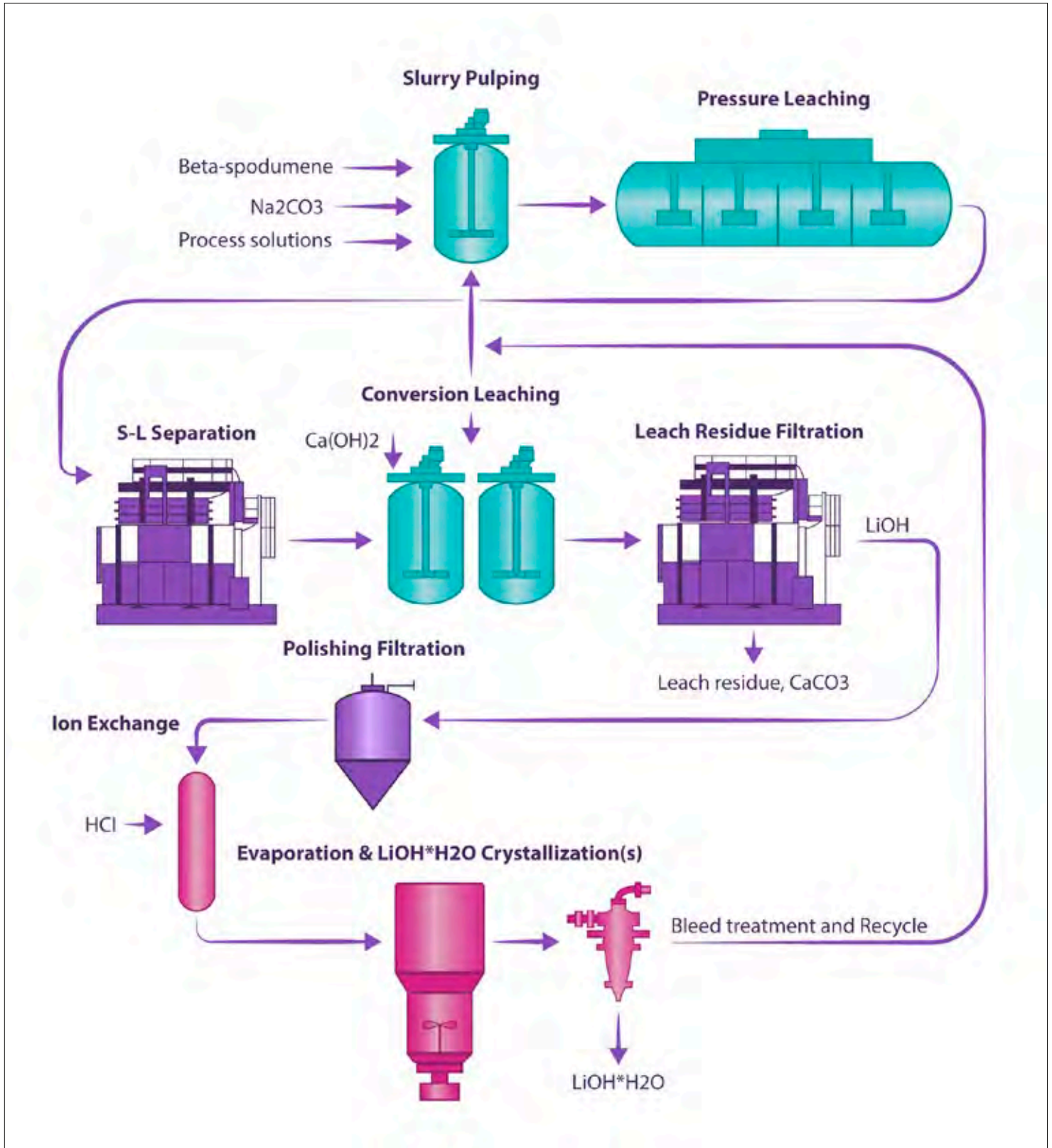


MATERIA

GEOLOGIA
KAIVOS
LOUHINTA
RIKASTUS
PROSESSIT
METALLURGIA
MATERIAALIT

5-2020 | Joulukuu

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



64

MATERIA 5–2020 | JOULUKUU



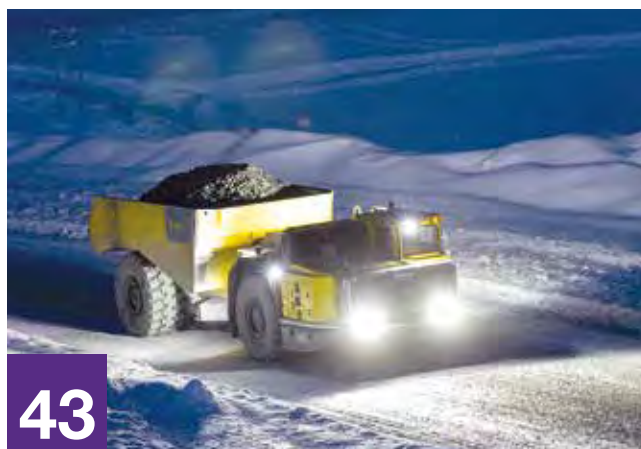
62

- 3 Vuorimiespäivien info
- 5 Lukijalle **Ari Oikarinen**
- 7 Pääkirjoitus **Ulla Lassi**: Akkuarvoketjuja rakentamassa
- 8 **Tuomo Tiainen**: Akun olemuksesta
- 10 **Pekka Peljo**: Yleiskatsaus akkuihin ja paristoihin
- 11 **Kristina Karvonen**: Akkustrategialla kohti kestäväää kasvua ja uusia ratkaisuja
- 14 **Ilkka Homanen**: Akkutoimiala nosteessa vahvan energia- ja sähköistymismurroksen siivittämänä
- 16 **Ilkka V. Kojo, Tuomas Van Der Meer, Mari Lundström, Pertti Kauranen**: Euroopan akkutuotkimus nyt
- 19 **Markus Ekberg**: Hautalammen koboltti-nikkeli-kuparikaivoshanke – akkumetallega Outokummusta
- 23 **Manu Myllymäki, Pentti Grönholm, Sami Heikkinen, Ville Vähäkangas, Pekka Tanskanen, Katri Kukkonen**: Litiumin arvoketju spodumeeni-pegmatitiitista akkulaatuiseksi litiumhydroksidiksi kasvavan akkutuotannon tarpeisiin
- 27 **Tor Stendahl**: BASF:n Harjavallan akkumateriaalitehdas käyttää uusiutuvaa energiaa ja paikallisesti hankittuja raaka-aineita
- 30 **Piritta Salonen**: Mineraleista potkua akkuarvoketjun kehittämiseen
- 32 **Janne Palosaari**: Akkuteollisuus tarjoaa mahdollisuuden – Quo Vadis vuoriammatilainen?



39

- 39 **Mikko Valtee:** Kaivosteollisuuden sähköistyminen
- 43 **Anna-Mari Tikander:** Kohti dieselvapaata kaivosta
- 44 **Samu Kukkonen:** Sähköistyvät työkoneet kaivosteollisuudessa
- 47 **Rikard Mäki, Jonas Ranggård:** Trolley electrification of haul trucks in Aitik and Kevitsa mines
- 53 **Pertti Kortejärvi:** Sähkökäyttöisten koneiden turvallisuus maanalaisissa tiloissa
- 55 **Pyry-Mikko Hannula, Alexander Chernyaev, Sipi Seisko, Mari Lundström:** The research on recycling of Lithium-ion batteries in Aalto University
- 59 **Päivi Kinnunen, Ville Miettinen:** Akkumetallit talteen kestävästi
- 62 **Laura Syrjälä:** Akkumetallien kierrätys on hiottu teolliseen mittakaavaan
- 64 **Veera Argillander, Sini Larsen, Tomi Keskinen:** Eurooppa näyttää suuntaa kestäväälle akkuteollisuudelle
- 67 **Esther Takaluoma:** KAKKU – Kainuun akkukemikaalit ja -metallit -seminaari
- 69 Uutisia alalta: **Olli Salmi:** EIT RawMaterials koordinoimaan tärkeää eurooppalaista aloitetta
- 71 DIMECC on-line: **Kaisa Kaukovirta:** Uusi FAME-ekosysteemi kirii Suomen maailman kärkeen 3D-tulostuksessa
- 73 Kolumni **Pertti Voutilainen:** Jos valehtelet, valehtele kunnolla
- 74 Pakina **Tuomo Tiainen:** Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut
- 76 Metallinjalostajat: **Kimmo Järvinen:** There is a new sheriff in town
- 77 Kaivosteollisuus: **Kimmo Collander:** Kaivostoimintaa ja malminetsintää entistäkin kestävämmiin
- 78 VMY:n toimihenkilöitä 2020
- 79 Alansa osaajat
- 79 Ilmoittajamme tässä lehdessä
- 80 **Ari Juva:** Pääsihteeritä



43



MAAILMAN ENSIMMÄISET VIRTUAALISET VUORIMIESPÄIVÄT 26.3.2021

**Koronaepidemian takia ensi kevään Vuorimiespäivät pidetään virtuaalisina 26.3.2021.
Älä huolestu! Niistä tehdään paitsi maailman ensimmäiset, myös maailman parhaat
virtuaaliset Vuorimiespäivät!**

Edessä on iso haaste, mutta uskomme, että pystymme tarjoamaan kaikille jäsenille mahdollisuuden olla "täysillä mukana". Yhtä riehakkaasti kuin tavanomaisilla Vuorimiespäivillä ja enemmänkin! Tapahtumaan on helppo osallistua joko "kotisohvalta" tai kaverien kanssa "etäkatsojina" käsin. Ruoat ja juomat hankitte itse, mutta niihinkin saatte vinkit ja neuvot etukäteen.

Päivän ohjelmasta vastaa VMY ja illan ohjelmasta isäntäyrittäjä ABB. Päivän ja illan ohjelmien väliin varataan aikaa niin, että halukkaat pääsevät siirtymään illanviettopaikkaansa. Päivän ohjelmaan sisältyvät yhdistyksen vuosikokous, puheenjohtajan katsaus ja pääesitelmät kuten perinteisesti Vuorimiespäivillä. Jaostojen esitelmät pidetään peräkkäin, joten niihin voi osallistua kaikkiin eikä vain oman jaostonsa esitelmään. Jaostojen vuosikokoukset pidetään kaikki neljä samaan aikaan.

Ohjelma lähetetään studiosta, mikä on yhtä hieno kuin TV:stä tutut studiot. Koet seuraavasi TV-ohjelmaa, mikä on juuri sinulle räätälöity! Studioon ei voida ottaa

"hyvät ystävät
juhla voi alkaa...!"



muita kuin ne, joilla on keskeinen rooli kokouksen, esitelmien tai ohjelman tuottamisessa. Ennalta sovitut etäkatsojat voivat kuitenkin osallistua ohjelman tuottamiseen omalla panoksellaan.

Suunnittelu on vielä alkuvaiheessaan, joten ei paljasteta enempää! Tulet saamaan infoa ja ohjeistusta eri tavoin. VMY:n kotisivulle tehdään infokanava, mikä ennen Vuorimiespäiviä muuttuu "kiihdytyskaistaksi Vuorimiespäiville". Myös perinteinen "kutsuhaitari" postitetaan helmikuun alkupuolella. Ilmoittautumista suositellaan etukäteen, mutta ilman sitäkin pääsee mukaan. Osallistuminen on jäsenille ilmaista! ABB ja VMY huolehtivat tällä kertaa virtuaalisuuden kustannuksista.

**Varaa päivä kalenteriisi!
Nyt pääset Vuorimiespäiville ilman
matkustamista ja hotellivaroituksia!**





Hyvää uutta vuotta pohjantähden alle

Juhlassa ja arjessa voima löytyy suomalaisesta maaperästä.

yara.fi @YaraSiilinjärvi



Maailman
parasta kuparia,
tehty Porissa.

Aurubis Finland
Kuparitie, P.O.Box 60
28101 Pori
Aurubis.com/finland



Recognized pioneer
in eco-friendly
exploration & drilling

Safe Discovery Award –
Innovation
granted by Anglo
American Plc.

ISO 14001 Environmental
Management System
since 2004

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

Patented water
recirculation system

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



Tervehdys, arvoisa lukija, ja hyvää vuodenvaihdetta! Sinulla on käsissäsi **MATERIA**-lehden akkuteemanumero, joka on varsin tuhti pakkaus suomalaisesta akkuteknologiasta. Lähdemme liikkeelle raaka-aineista ja etenemme itse akkuihin ja sovelluksiin päätyen lopulta aina kierrätykseen asti. Kristina Karvonen on kirjoittanut kansallisesta akkustrategiasta, sen tarkoituksesta ja tavoitteista. Meillä Suomessa on tämän alan osaamista huikea määrä ja myös enenevässä määrin alan valmistusteknistä teollisuutta. Maassamme on akkukemikaalien tuotantoa ja tietotaitoa, kaivosalan akkukäyttöisten sovellusten valmistusta ja kierrätysosaamista.

Vielä on varmaan liian aikaista sanoa, että Norjalla oli öljy, mutta Suomella tulee olemaan akkuklusteri. Osana kestävästä kehityksestä ja uusiutumattomien luonnonvarojen käytön vähentämisestä me olemme kuitenkin varmasti merkitykseltämme Euroopassa kokoamme suurempia. Juuri nyt akkuteknologian alueelle tehdään paljon investointeja ja se on painopistealueena myös valtiovallan puolella monellakin tapaa. Akkuja ja sähköistymistä halutaan lisätä, ja samalla uutta kaivoslakia koetetaan saada aikaiseksi.

Aiheeseen sopivasti on toimittajamme Tuomo hieman pureutunut akkuihin noin yleensä. Mitä ne ovat ja mistä ne oikein tulevat? Mikä on akun perimmäinen olemus? Viihdyttävä juttu, joka ehdottomasti kannattaa lukea tiukan asian lomassa.

Ensi vuodesta on vielä vaikea sanoa mitään varmaa. Suunnitelmissa on, että vuoden aikana järjestettäisiin paritkin alan messut, joissa Vuorimiesyhdistys on osallisena. Niiden tiimoilta ilmestyisivät myös **MATERIA**-lehdestä messunumerot. Kaiken toteutuessa niin kuin nyt on suunniteltu saattaa ensi vuonna ilmestyä jopa kuusi numeroa. Niissä riittää luettavaa.

En malta olla vielä mainitsematta, että Vuorimiespäivät 2021 tekee ulostulon lehdessä. Luvassa ovat varmasti ainutlaatuiset ja tuotannossaan mullistavat Vuorimiespäivät. Tuskin maltan pysyä tuolissani. Melkein voisoin väittää, että odotan seuraavia Vuorimiespäiviä enemmän kuin koronarokotusta. Molemmat tulevat varmasti.

Hyvää Uutta Vuotta!
FRISCO

MATERIA

JULKAISIJA / PUBLISHER Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. 78. vuosikerta ISSN 1459-9694 www.vuorimiesyhdistys.fi | LEVIKKI n. 4000 kpl **MATERIA-LEHTI** kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessiteknikka ja metallurgia sekä materiaalien valmistus ja materiaalitieteiden erilaiset sovellutukset. 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, DI **Hannele Vuorimies** 040 187 6060 Metso Outotec etunimi.sukunimi@mogroup.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** SFTec 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. DI **An-nina Mattsson**, 0400 538 452, anninak.mattsson@gmail.com | **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** Sofi Perikangas Litiumhydroksidin valmistus

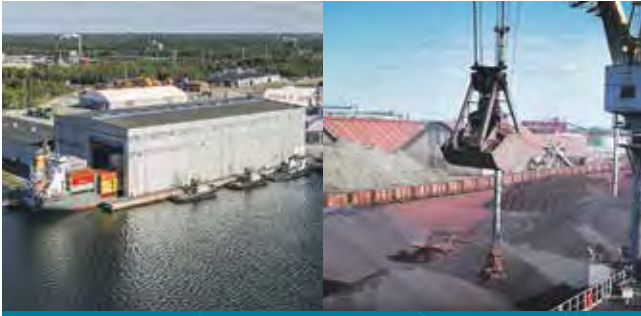
Artikkelien aineistopäivä ja Ilmoitustilavaraukset
Article and Booking ads deadline

1/2021	2.2.
2/2021	16.3.
3/2021	13.4.
4/2021	24.6.
5/2021	14.9.
6/2021	15.11.

Ilmoitusten aineistopäivä
/Ads delivered

1/2021	16.2.
2/2021	26.3.
3/2021	27.4.
4/2021	10.8.
5/2021	28.9.
6/2021	29.11.

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



Welcome to the Port of Kokkola

www.portofkokkola.fi



**PORT OF
KOKKOLA**



Vastuullisesti
litiumia Euroopasta

 **KELIBER**
www.keliber.fi

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



28,5M€	Liikevaihto
12	Tutkimusyksikköä
7	Tutkimusyhteisöä
9	Tutkinto-ohjelmaa
400	Työntekijää
2357	Tutkinto-opiskelijaa
197	Tohtorikoulutettavaa



**TEKNILLINEN
TIEDEKUNTA**

**OULUN
YLIOPISTO**

www oulu.fi/ttk/

Akkuarvoketjuja rakentamassa

Globaali sähköistymisen trendi etenee vauhdilla. Matkapuhelimien ja lämpäreiden ohella akkuteknologiaa on tuotu viime vuosina yhä enemmän osaksi sähköisiä ajoneuvoja ja työkaluja. Euroopan Unionissa asiaan herättiin verraten myöhään, mutta ryminällä. Erilaisia akkuminaaleihin ja akkuarvoketjuun liittyviä yhteistyöverkostoja on rakennettu nopeaan tahtiin. Näistä uusimpana mainittakoon perusteilla oleva BEPA (Batteries European Partnership) -verkosto. Akkuarvoketjussa Aasian maat (ensin Japani, sittemmin Etelä-Korea ja Kiina) ovat toimineet pitkään liiketoiminnan vetureina, mutta myös EU:ssa teollinen liiketoiminta akkuarvoketjussa vahvistuu. EU:n sisällä on jo rakenteilla ja suunnitteilla useampia akkutehtaita, jotka pääosin sijoittuvat Keski-Eurooppaan. Lisäksi akkuminaalien jalostukseen ja akkukemikaalien valmistukseen keskittyviä laitoksia on useita. Viime aikoina erityisesti naapurimaamme Ruotsi ja Norja ja siellä toimivat yritykset ovat olleet aktiivisia toimijoita akkuarvoketjussa. Merkittävin tähän liittyvä investointi on Northvoltin Skellefteään rakenteilla oleva 32 GWh:n litiumioniakkutehdas.

Suomessa toimivilla yrityksillä on jo nykyisellään erityisesti akkuarvoketjun alkupäässä merkittävää liiketoimintaa akkuminaalien ja -kemikaalien jalostuksessa sekä useita potentiaalisia investointihankkeita ja -suunnitelmia. Näistä keskeisiä ovat Terrafamen investointi akkuraaka-aineiden valmistukseen sekä Harjavallan ja Kokkolan alueen teolliset metallinjalostukseen ja akkuprekursorituotantoon liittyvät aktiviteetit. Potentiaalinen investointihanke on myös Keliberin spodumeenin jalostukseen liittyvä litiumkaivoshanke ja siihen liittyvä kemiantehdaskanke Kokkolan teollisuusalueella. Toteutuessaan tehdas olisi Euroopan ensimmäinen litiumprekursorin tuotantolaitos. Erityisen ilahduttavaa on myös nähtävissä oleva Suomen vahvan metsäteollisuuden integroituminen osaksi akkuarvoketjua Stora Enson pilot-hankkeen etenemisen myötä. Toivottavasti lähivuosina Suomessa toimivilla yrityksillä on myös nykyistä merkittävämpi asema akkumateriaalien kierrätyksessä, vaikka sekundäärimateriaalit eivät yksistään riitä kattamaan edes nykyistä akkumateriaalien kysyntää. Tulevaisuudessakin tarvitsemme siis vastuullista ja kes-



tävyyden kriteerit täyttävää akkuminaalien kaivos- ja rikastustoimintaa.

Akkuarvoketjun teollisen toiminnan vahvistuminen EU:ssa avaa paljon uusia mahdollisuuksia myös Suomessa toimiville yrityksille ja toimijoille, kunhan vain olemme riittävän nopeita ja ketteriä toimimaan. Useat Suomessa toimivat yritykset ja julkiset toimijat ovat jo onnistuneet pääsemään mukaan EU:ssa rakenteilla olevien akkutehtaiden alihankintaketjuihin. Akkuarvoketjun vahvistuessa kohtaamme myös useita uusia haasteita.

Akkuminaalien kysynnän kasvu edellyttää raaka-aineiden hyvää saatavuutta ja erityisesti se haastaa vastuullisen tuotannon vaiheita aina kestävästä raaka-ainetuotannosta vastuulliseen ja ympäristöystävälliseen jalostukseen, akkujen valmistukseen ja materiaalien optimoituun kierrätykseen saakka. Tämä mahdollistaa erityisesti akkuminaalirikkaalle Suomelle vahvan kilpailuasetelman ja jopa pidempien arvoketjujen rakentumisen Suomeen.

Akkuarvoketju ja uudet teolliset työpaikat luovat haasteita myös uusien osaajien kouluttamiselle. Tässä erityisesti uusien osaajien rekrytoiminen Suomeen tulee olemaan erityisen keskeisessä roolissa, jotta Suomessa toimivat yritykset pärjäävät globaalissa kilpailussa. Osaamista Suomesta kyllä löytyy, niin teollisuudesta kuin julkiselta puoleltakin, mutta valitettavasti osaamisemme on kapea-alaista ja osaajien määrä on vähäinen. Kansalliset satsaukset ovat myös vähäisiä muihin maihin verrattuna eikä riskirahoitusta ja investointipääomia ole saatavilla.

Itselläni on ollut mahdollisuus seurata läheltä akkuarvoketjun rakentumista jo lähes viidentoista vuoden ajan, jo paljon ennen ”akkubuumin” alkua. Hieman huolestuneena seuran sitä, pysyvätkö Suomi ja Suomessa toimivat yritykset nyt EU:n nopean kehityksen matkassa. Olemmeko mukana keskeisissä akkuarvoketjun yritysverkostoissa ja saammeko sitä kautta varmistetuksi Suomessa toimiville yrityksille merkittäviä rooleja? Olemmeko riittävän ketteriä ja nopeita hankkimaan riskirahoitusta ja käynnistämään kansallisesti merkittäviä investointihankkeitamme?

ULLA LASSI
Professori, Oulun yliopisto

Akun olemuksesta

Sanaa akku on viime aikoina viljelty tiuhaan sekä kirjoitetussa että puhutussa kielessä. Yhä useammat arkipäivän toimet ja työt siirtyvät akkukäyttöisten laitteiden avulla tehtäviksi. Mitä nuo akut sitten itse asiassa ovat? Mikä on akun perimmäinen olemus?

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

Akku -nimitys periytyy latinan kielen sanasta *accumulare*, joka merkitsee kasaamista. Alkuperäisessä merkityksessään akku olisi siis kasa jotakin. Tätä merkitystä on kuitenkin vaikea yhdistää esimerkiksi kännykän hyvin pienikokoiseen akkuun. On vaikeaa ajatella, että akussa olisi kasalla jotakin, joka pitää kännykän käynnissä.

Jos sen sijaan sana kasa mielletään enemmän varastoksi, päästään jo vähän lähemmäksi akun olemusta. Mitä akun edustamaan varastoon sitten voitaisiin kasata? Maassamme on esimerkiksi tullut ilmaston lämpenemisen myötä tavaksi kasata talven lunta varastoon kesäkauden yli, jotta hiihto- tai laskettelukausi voitaisiin käynnistää tulevana syksynä aikaisemmin. Tällainen lumikasa ei kuitenkaan ole käyttökelpoinen esimerkiksi sähköauton voiman lähteenä eikä sitä oikein voi ajatella akkuna siinä mielessä kuin akulla nykyään yleensä tarkoitetaan.

Edelleen lähemmäksi akun olemusta päästään, kun varastoitavaksi kohteeksi valitaan energia. Energiaa voidaan varastoida hyvin monessa muodossa. Sitä mukaa myös akun käsite voidaan laajentaa huomattavasti laveammaksi kuin miksi se nykypäivänä yleensä mielletään.

Yleensä ajatellaan, että akkuun varastoidaan sähköä. Pohjimmaltaan on kuitenkin kyse siitä, että akkuun varastoidaan sähkövirran avulla toteutettuun palautuvaan sähkökemialliseen reaktioon sitoutunutta energiaa. Se voidaan vapauttaa sähkövirtana käänteisessä sähkökemiallisessa reaktiossa. Kaikki nykyiset sähköä varastoivat akut kuuluvat tähän ryhmään.

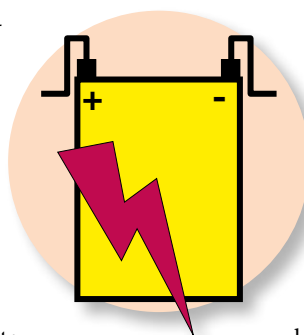
Kemiallista energiaa voidaan varastoida akkua vastaavaan laitteeseen myös sen komponenttien sähkökemiallisen potentiaalin

erona, joka purkautuu sähkövirtana potentiaaliero tasoittavan sähkökemiallisen reaktion myötä. Tällainen reaktio ei ole palautuva eli laite lakkaa antamasta sähkövirtaa potentiaalierojen tasoittuessa eikä sitä voi ladata uudestaan. Erotuksena akusta tällaista laitetta kutsutaan paristoksi.

Akkukäsitteen laajentaminen käsittämään energian varastoinnin muuttaa merkittävästi myös koko akkukonseptin olemusta. Sähkökemiallisen energian lisäksi energiaa voidaan varastoida mm. lämmön, kylmyyden, paineen, puhtaan kemiallisen energian ja ydinenergian muodossa. Sitä voidaan myös varastoida kineettisenä energiana, painovoimaenergiana ja jopa fyysisenä tai henkisenä energiana.

Lämpöenergian tapauksessa lämpöakku voidaan pitää esimerkiksi suuria maanalaisia vesisäiliöitä, joihin kesäaikana varastoidaan auringon lämpöä talviaikana käytettäväksi. Itse asiassa koko maapallo voidaan pitää lämpöakkuksi, johon varastoitunutta auringon lämpöenergiaa puretaan muun muassa erilaisissa maalämpölaitoksissa.

Maapallo on suuri lämpöakku myös sen sisäosiin varastoituneen, pallomme muodostumisajoilta peräisin olevan lämmön ansiosta. Tuo lämpövarasto on kuitenkin niin syvällä kiinteän kuoren alla, että sen laajempaan hyödyntämiseen ei ole vielä toistaiseksi päästy. Kuoren heikoista kohdista maan pinnalle satunnaisesti purkautuvat tulivuoret tai heikkoihin kohtiin muodostuneet kuumat lähteet antavat ymmärtää, miten valtava lämpöakku jalkojemme alla oikeasti piilee.



Yllä kuvattu lumikasa voisi olla esimerkki kylmäakusta. Kutakuinkin jokaisesta taloudesta löytyvä pakastin on myös eräänlainen kylmäakku, jota käytetään säilyttämään lämmön vaikutuksesta pilaantuvia elintarvikkeita. Paineakkuja käytetään paineilma- ja hydraulikkajärjestelmissä varastoimaan energiaa kaasun tai nesteen paineen muodossa.

Erilaiset poltto- ja räjähdysaineet ovat esimerkkejä puhtaan kemiallisen energian akuista. Ydinenergia on kemiallisen energian eräs muoto, jossa energia on sitoutunut aineen atomien sisäisiin sidoksiin. Samoin faasimuutosenergiaa, jonka ansiosta vesi jäätyessään halkaisee kallion tai jonka vapauttamaa lämpöä käytetään esimerkiksi äärimmäiseen kylmyyteen tarkoitetuissa asusteissa, voidaan pitää kemiallisen energian yhtenä muotona. Näihin sovellettavaa akkukäsitettä on jo vähän vaikeampi hahmottaa.

Vauhtipyörä on tyypillisin esimerkki kineettisen energian varastointiin perustuvasta akusta. Vesitornit ja vesivoimalaitosten yläpuoliset vesialtaat ovat esimerkkejä painovoima-akuista. Edellisiä ladataan useimmiten sähköenergiaa käyttävillä pumpuilla. Jälkimmäiset latautuvat auringon lämpöenergialla. Se saa veden höyrystymään ja nousemaan ilmaan, josta se sitten sataa alas myös yläville seuduille. Tämän myötä akkukäsite saa taas uusia ulottuvuuksia.

Urheilijan lihaksisto on esimerkki fyysisen energian akusta. Sitä voidaan kutsua vaikkapa voima-akuksi. Akku ladataan harjoitusten ja harjoitteiden avulla ja puretaan kilpailutilanteessa viimeistä voimanriippettä

myöten voiton saavuttamiseksi. Henkisen energian akulle nimen antaminen on ongelmallisempaa. Hyvin usein me sanomme kuitenkin lataavamme akkujamme rauhoittuesamme esimerkiksi loma-aikana arjen aherruksesta.

Valo on yksi auringon meille antaman energian muoto. Valon energiaa voidaan nykyään muuttaa suoraan sähköenergiaksi, joka voidaan ladata akkuihin. Luonto on kuitenkin jo vuosimiljoonien ellei peräti miljardien ajan muuttanut valon energiaa viherkasvien välityksellä myös kemialliseksi energiaksi ja varastoinut sitä ympäristöömme. Tätä kemiallista energiaa hyödynnämme yhä edelleen fossiilisten polttoaineiden muodossa. Ja hupsista, taas akun käsite laajenee uuteen ulottuvuuteen.

Akun käsittäminen energiavarastoksi laajentaa sen olemuksen kattamaan monia uusia alueita. Samalla se herättää helposti kysymyksen energian olemuksesta. Mitä energia on? Mistä se tulee? Aineen ja energian välinen yhteys on jo aikoja sitten osoitettu, mutta mitä se käytännössä tarkoittaa? Miten puretaan ja otetaan käyttöön kiven sisältämä energia? Onko kaikki johdettavissa painovoimasta eli gravitaatiosta? Vai onko kyse pienimpien alkeishiukkasten levottomuudesta ja värähtelystä? Mistä se taas on peräisin?

Voi olla, että näitä asioita tutkineilla tiedemiehillä on jo olemassa valmiit vastaukset näihin kysymyksiin. Kuitenkin ne ovat vielä kansan kielellä selittämättä. Kunnes näitä vastauksia saadaan, lienee parasta pitäytyä akkukäsitteen perinteisessä ja yleisimmässä merkityksessä. Akku on laite, johon voidaan varastoida ja josta voidaan ottaa ulos sähköä. ▲



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

CERTIFIKAT LEDNINGSSYSTEM
DNV-GL
ISO 9001 = ISO 14001
OHSAS 18001

FLOWROX

Proven Performance

Älykäs suodatusratkaisu hydrometallurgisiin prosesseihin:

- Turvallinen ja siisti toimintaympäristö
- Täysautomaattinen toiminta
- Kattava itsediagnostiikka
- IIoT-ominaisuudet vakiona
- Vähäinen huoltotarve



Smart Filter Press™



Ota yhteyttä niin esittelemme laitteen ominaisuuksia ja kartoitetaan tarpeesi!



Pääkonttori
Lappeenranta
sales@flowrox.com
020 111 3311

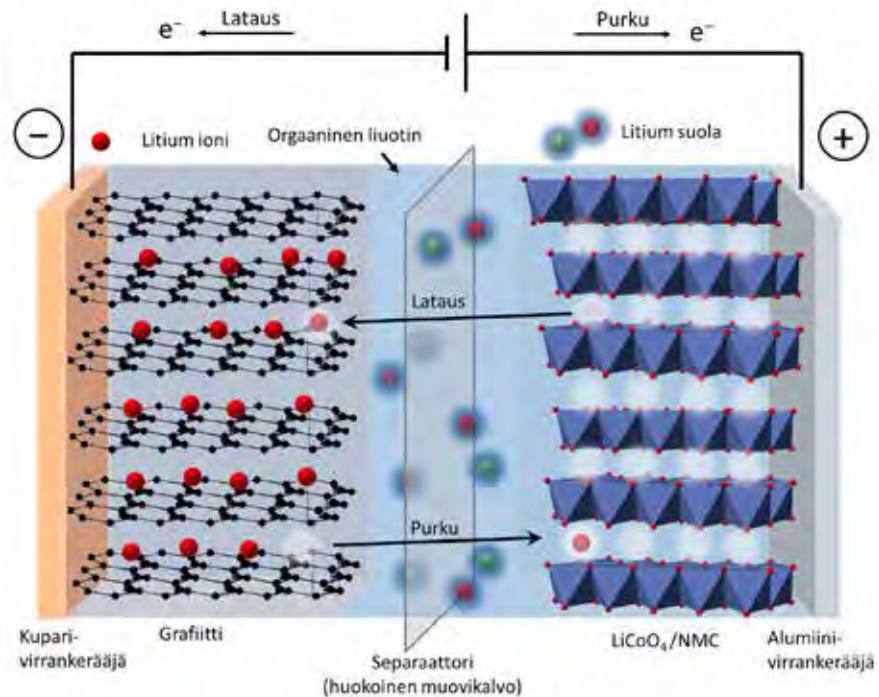
Pumppuhuolto
Kouvola
sales.service@flowrox.com
020 787 1570

Polar-Automaatio
Tornio
office@polar-automaatio.fi
016 459 0500

Seuraa meitä:



Litium-ioniakun toimintaperiaate. Akkua purettaessa grafiittikerrosten välissä olevat Li-ionit siirtyvät oksidimateriaalin kerrosten väliin. Uusissa akuissa kobolttioksidi (LiCoO_4) on korvattu nikkeli-mangaanikoboltti (NMC) oksidilla koboltin määrän vähentämiseksi.



Yleiskatsaus akkuihin ja paristoihin

TEKSTI JA KUVAT: **PEKKA PELJO**, AKKUMATERIAALIEN JA TEKNOLOGIAN APULAISPROFESSORI, TURUN YLIOPISTO

Paristot ovat yhdestä tai useammasta sähköparista koostuvia laitteita, jotka varastoivat energiaa kemiallisessa muodossa. Paristoja käytettäessä niihin varastoitu kemiallinen energia muuttuu sähköenergiaksi. Paristot jaetaan yleisesti kertakäyttöisiin primääriparistoihin ja uudelleen ladattaviin akkuihin. Paristo muodostuu vähintään kolmesta osasta: negatiivisesta elektrodista, positiivisesta elektrodista ja sähköä ionisesti johtavasta suolaliuoksesta eli elektrolyytistä.

Paristojen historia ulottuu vuoteen 1800, jolloin Alessandro Volta esitteli Voltan patsaan. Se koostui päällekkäin pinotuista sinkki- ja kuparikiekoista, joiden välissä oli suolaliuoksessa kostutettu kangas. Tässä paristossa sähköparin muodostivat negatiivisena napana toimiva sinkkikiekkko ja positiivisena napana toimiva kuparikiekkko. Kostutettu kangas esti oikosulun, ja suolaliuos päästi sähkövirran kulkemaan navasta toiseen. Voltan patsas oli ensimmäinen versio monelle koululaiselle tutusta ”sitruunaparistosta”, jossa sitruunaan (tai perunaan tai johonkin muuhun hedelmään) työnnetään sinkitty naula ja kuparinaula.

Erilaisia paristoja on kehitetty viimeisten 220 vuoden aikana vaihtelemalla pariston kolmen eri osan materiaalia. Esimerkik-

si vuonna 1866 Georges Leclanché vaihtoi positiivisen elektrodin mangaanidioksidin ja hiilijauheen sekoitukseksi. Tämä kemia on edelleen käytössä alkaliparistoissa eli tavallisissa sormiparistoissa, tosin eri elektrolyytillä. Käytetyistä alkaliparistoista suomalainen Tracegrow muuten valmistaa lannoitetta, koska sinkki ja mangaani ovat kasveille tärkeitä hivenaineita.

Gaston Planté kehitti ensimmäisen ladattavan pariston, lyijyakun, vuonna 1859. Siinä negatiivisena elektrodina on lyijy, positiivisena elektrodina lyijydioksidi, ja elektrolyytinä rikkihappo. Akkua purettaessa

Pekka Peljo valmistui kemian tekniikan DI:ksi TKK:lta v. 2009 ja tekniikan tohtoriksi Aalto-yliopistosta vuonna 2013. Hän toimi post-doc tutkijana Ecole Polytechnique Federale de Lausannessa Sveitsissä 2013-2018, palasi Aalto-yliopistoon Akatemiaturkijana 2018 ja aloitti syyskuussa 2020 materiaali- ja tekniikan apulaisprofessorina Turun yliopiston uudessa tekniikan laajennuksessa. Prof. Peljon tutkimus keskittyy etsimään uusia akkumateriaaleja uusiutuvan energian varastointiin. Hän on saanut mm. arvostetun ERC StG -rahoituksen, ja koordinoi kahta Eurooppalaista Horizon2020 tutkimushanketta.

molemmille elektrodeille saostuu niukka-liukoinen lyijysulfaattikerros, ja ladattaessa lyijysulfaatti muuttuu takaisin lyijyksi ja lyijydioksidiksi. Yhä nykyäänkin useimmat autot käynnistyvät tällä yli 100-vuotiaalla tekniikalla, tosin elektrolyyttiä on geelitetty ja rakennetta optimoitu.

Kemiaa vaihtelemalla paristoja ja akkuja on kehitetty eri tarkoituksiin sopiviksi. Kehitystä on vauhdittanut kannettavan elektronikan yleistymisen, ja sovelluskohteita on sydämentahdistimista kännyköihin, sähköautoihin, ja runkoverkon energiavarastoihin. Suuri merkitys on ollut myös 1990-luvun alussa kaupallistetulla litium-ioni-akulla, josta Stanley Whittingham, John Goodenough ja Akira Yoshino saivat kemian Nobelin vuonna 2019.

Litium-ioniakussa negatiivinen elektrodi on grafiittia ja positiivisena elektrodina käytetään kerrosrakenteista oksidia. Elektrolyytinä käytetään litiumsuolaa orgaanisessa liuotimessa. Eri tarkoituksiin on kehitetty useita kymmeniä eri elektrodimateriaaleja, ja uusin tutkimus keskittyy muun muassa litiumin korvaamiseen yleisemmällä natriumilla sekä kiinteän elektrolyytin kehittämiseen palovaaran poistamiseksi. Oma lukunsa ovat uusiutuvan energian varastointiin tarkoitettut virtausakut, joita kehitämme Turun yliopistossa. ▲

Akkustrategialla kohti kestäväää kasvua ja uusia ratkaisuja

TEKSTI: KRISTINA KARVONEN, GTK

”Kansallisen akkustrategian tavoitteena on laatia ehdotuksia, joiden avulla klusterin yritykset ja tutkimuslaitokset voisivat menestyä Suomessa kovassa kansainvälisessä kilpailussa. Samalla haemme keinoja edistää vähäpäästöisen liikenteen kasvua, akkujen kiertotalouden vahvistamista ja akkuklusterin tutkimus- ja kehitystyön vahvistumista”, kertoo akkustrategiatyöryhmän puheenjohtaja, Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) pääjohtaja Mika Nykänen.

Akkujen kysynnän voimakas kasvu on niin maailmalla kuin Suomessakin tunnistettu megatrendiksi. Suomessa on vahvaa osaamista sekä edellytykset panostaa akkualan tutkimukseen, kehitykseen ja teollisiin investointeihin. Suomen maankamarassa on myös merkittävä määrä akkuihin tarvittavia mineraaleja. Kyseessä on monisyinen kokonaisuus. Jotta Suomi voisi nousta akkualan keskiöön tarvitaan yhteinen näkemys ja suuntaviivat sekä kiinteää yhteistyötä niin tutkimuksen, yrityskentän kuin julkishallinnonkin välillä.

Pitkän valmistelun tulos

Tarve kansalliselle akkustrategialle on ollut esillä useamman vuoden ajan. Tarve yhteisen strategian luomiseksi tunnistettiin työ- ja elinkeinoministeriössä (TEM) ja strategiatyötä varten ministeri **Mika Lintilä** asetti 24.6.2020 työryhmän. Strategian laatimiseen osallistettiin ympäristöministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö ja valtiovarainministeriö.

”Pidän hyvin tervetulleena ja tärkeänä ministeri Lintilän päätöstä akkustrategian luomiseksi ja valtioneuvoston tukea strategiatyölle”, kertoo Nykänen.

Kansallinen akkustrategia rakentuu Euroopan unionin akkustrategialle, jonka tavoite on innovatiivisen, kilpailukyisen ja

kestävän akkuteollisuuden synnyttäminen Eurooppaan. Se edesauttaisi myös ilmastotavoitteiden saavuttamista. Akkustrategia liittyy siten myös Euroopan komission vihreän kehityksen ohjelmaan eli Green Dealin, jonka tavoitteena on mm. vähentää huomattavasti päästöjä ja investoida huippututkimukseen. Akkustrategiassa haetaan keinoja edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä esimerkiksi materiaalisuunnittelun ja kierrätyksen avulla.

”Näenkin erittäin ilahduttavana, että Valtioneuvoston linjauksessa tunnistettiin primääriin raaka-ainehuollon rinnalla myös kiertotalouden rajapinta akkuekosysteemisä”, toteaa Nykänen.

Monipuolista osaamista

Akkustrategiatyöryhmä muodostettiin siten, että edustettuina ovat mahdollisimman laajasti eri teollisuusalat ja osaamisalueet. Tavoitteena oli muodostaa mahdollisimman tasapainoiset työryhmät, joissa on osaamista ja näkemystä.

Akkuekosysteemi on laaja ja sillä on useita rajapintoja mm. teknologiaan ja koneirytyksiin.

”Kasvupotentiaalia on Suomessa paljon. Raaka-aineiden ja materiaalien rinnalla puhumme digitaalisuudesta ja digitalisoinnista, liikenteen alustoista, erilaisista tekoöyälustoista ja teknologioiden kehittämisestä. Myös kiertotalous nähdään tärkeänä osana kokonaisuutta”, toteaa Nykänen.

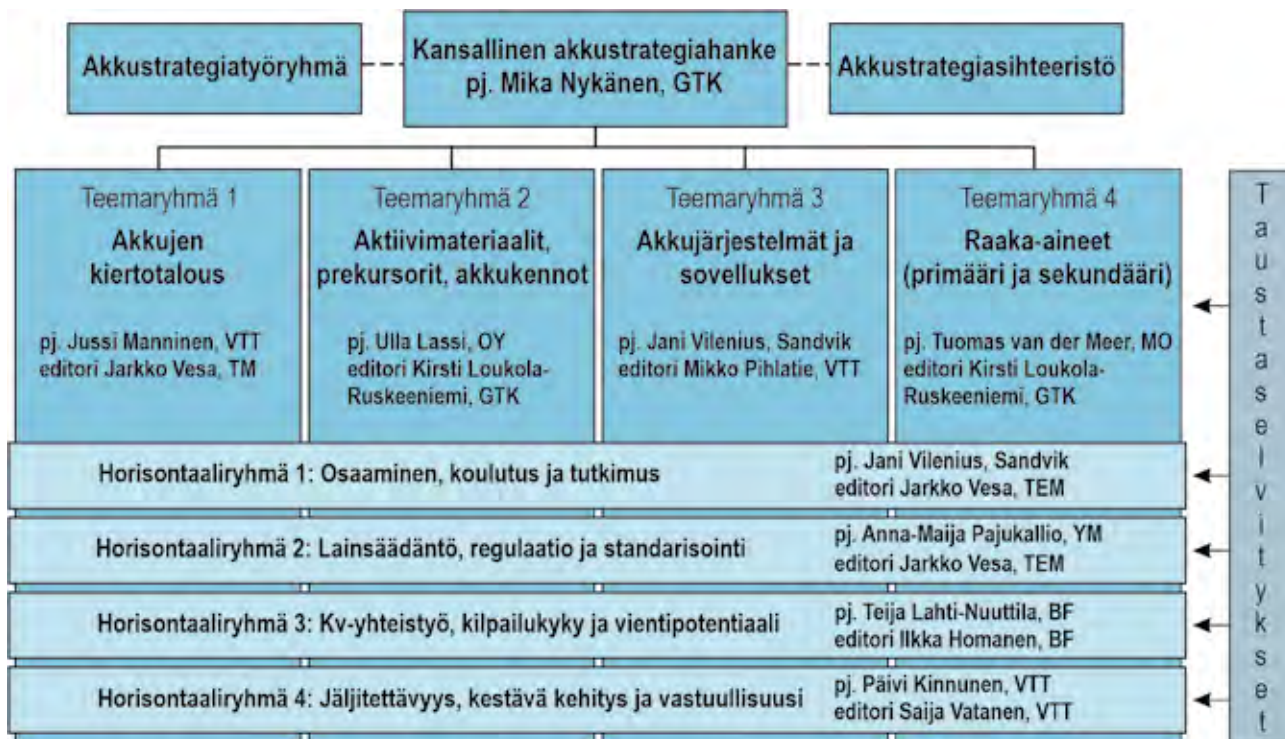


Akkustrategiatyöryhmän puheenjohtajana toimii GTK:n pääjohtaja Mika Nykänen.



Professori Kirsti Loukola-Ruskeeniemi on tiiviisti mukana akkustrategiatyöryhmän työskentelyssä.

Suomen mineraaliklusterissa on huippuosaamista sekä yrityksiä, jotka tekevät korkeatasoista kehitystyötä. Myös akkuklusterissa on mukana useita erikokoisia yrityksiä, joilla on osaamista ja kunnianhimoisia ta-



Kansallisen akkustrategiahankeen organisointi

voitteita niin kasvulle kuin teknologian ja osaamisen kehittämisllekin.

Kansallisen akkustrategian työstämisessä hyödynnetään Suomessa tehtyä ja parhailaan käynnissä olevaa akkualan tutkimus- ja kehitystyötä. Esimerkkeinä voidaan mainita Business Finlandin koordinoima Batteries from Finland -ohjelma sekä tutkimushankkeista Aalto-yliopiston koordinoima BATCircle, jossa tutkitaan mm. akkujen kierrätyksen tehostamista sekä VTT:n ja GTK:n BATTRACE, joka paneutuu akkumineraalien jäljitettävyys ja tuotantoprosessien optimointiin. Tutkimuslaitosten ja yliopistojen tietotaito ja panos on erittäin tärkeää akkustrategiatyössä.

Mukana laaja joukko asiantuntijoita

Akkustrategiatyöhön perustettiin kahdeksan työryhmää, joihin kutsuttiin eri alojen osaajia. Mukana on ollut yli 70 asiantuntijaa tutkimuslaitoksista, yliopistoista, ministeriöistä ja yrityksistä.

Työ on ollut intensiivistä. Työryhmät ovat kokoontuneet viikoittain yhteen tai useampaan työpajaan, joiden lisäksi on ollut työryhmien yhteisiä kokouksia ja kansainvälisten ja kotimaisten asiantuntijoiden luentoja.

”Erittäin ilahduttavaa on ollut korkea motivaatio ja sitoutuminen. Monet tutkimuslaitosten, yliopistojen ja yritysten edustajat ovat käyttäneet työaikansa lähes täysimääräisesti strategiatyöhön muutaman kuukauden ajan”, toteaa strategiatyössä tiiviisti mukana oleva professori **Kirsti Loukola-Ruskeeniemi** GTK:sta.

Kuten useiden strategiatyöhön osallistuneiden tahojen, niin myös GTK:n panos on ollut merkittävä. Puheenjohtajuuden ja sihteeristötyöskentelyn lisäksi useita GTK:n asiantuntijoita on ollut mukana eri työryhmissä. GTK on myös luovuttanut aineistoja strategiatyöryhmien käyttöön.

Työryhmissä pureuduttiin eri osa-alueisiin. Neljässä teemaryhmässä käsiteltiin akkujen kiertotaloutta, aktiivimateriaaleja, prekursoreja, akkukennoja, akkujärjestelmiä ja sovellutuksia sekä primäärisiä ja sekundäärisiä raaka-aineita.

Teemaryhmien aiheita läpileikkaavissa neljässä horisontaaliryhmässä paneuduttiin osaamiseen, koulutukseen ja tutkimukseen, lainsäädäntöön, regulaatioon ja standarisointiin, kansainväliseen yhteistyöhön, kilpailukykyyn ja vientipotentiaaliin sekä jäljitettävyys, kestävään kehitykseen ja vastuullisuuteen.

Akkuekosysteemin eri osa-alueisiin liittyvä koulutus, osaaminen ja huippututkimus nähtiin tärkeiksi.

”Akkualan koulutusta ja osaamista on Suomessa, mutta huippuosaaminen on nykyisin liian kapeilla hartioilla. On tärkeää, että koulutukseen ja tutkimukseen panostetaan ja alalle saadaan lisää osaajia. Vain näin pysymme mukana kovenevassa kilpailussa”, toteaa Nykänen.

”Strategian valmistelulle on asetettu tiukka aikataulu, mutta siinä on pysytty. Lokakuun lopussa teemaryhmät ja horisontaaliryhmät saivat loppuraporttinsa valmiiksi. Työtä jatkettiin marras- ja joulukuussa muun muassa konkreettisten toimenpide-ehdotusten työstämisellä”, kertoo Loukola-Ruskeeniemi.

Akkustrategia luovutetaan ministeri Lintilälle tammikuun lopussa 2021.

Työ jatkuu

Strategian toimeenpano on usein haastavin vaihe. Sen vuoksi akkustrategiassa on pyritty koostamaan konkreettisia toimenpide-ehdotuksia. Tällä pyritään varmistamaan, että työ akkustrategian toteuttamiseksi jatkuu nopealla aikataululla ja vastuutahot voivat viedä sitä eteenpäin. ▲



BLASTING SERVICES

FOR NORDIC CONDITIONS

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

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



Akkutoimiala nosteessa vahvan energia- ja sähköistymismurroksen siivittämänä

TEKSTI: **ILKKA HOMANEN**, BUSINESS FINLAND

Business Finland aloitti erityisen panostuksen akkutoimialaan jo yli kaksi vuotta sitten Batteries from Finland -kokonaisuuden avulla. Batteries from Finland tukee akkutoimialan ekosysteemien ja verkostojen rakentumista kotimaassa sekä muodostuneiden kokonaisuuksien kytkeytymistä kansainvälisiin verkostoihin.

Batteries from Finland -toiminnan tavoitteena on viennin kasvu. Lisäksi investointien houkuttelua Suomeen koko akkuarvoketjun alueella sekä kansainväliseen kasvuun tähtäävää inno-

vaatiotoimintaa edistetään aktiivisesti.

Markkinoiden näkökulmasta Batteries from Finland -kokonaisuudella on vahva painotus Euroopan markkinaan, jossa Suomi on jo nyt merkittävä toimija muodostettaessa eurooppalaista akkuarvoketjua.

Eurooppa edustaa erittäin voimakkaassa kasvuvaiheessa olevaa markkinaa, jossa muodostetaan suomalaisten yritysten kannalta todella mielenkiintoisia yhteistyörakenteita sähköistymisen murroksen edetessä. Lisäksi Euroopassa on menossa

useita merkittäviä kansainvälisiä investointeja akkukapasiteetin lisäämiseksi. Niihin suomalaisilla yrityksillä on erinomaisia mahdollisuuksia tarjota kilpailukykyisiä ratkaisujaan.

Batteries from Finland -toiminta on ollut aktiivista, monipuolista ja saavuttanut hyviä tuloksia. Nyt toimenpiteitä tehostetaan entisestään: Covid-19 ei ole runnellut akkutoimialaa yhtä pahasti kuin monia muita aloja, mutta pandemialla on toki ollut vaikutuksensa. Toipuminen vaatii määrätietoista ponnistelua, jotta saamme sekä vanhoja että uusia asiakkaita keskusteluun ja kaupalliseen kanssakäymiseen suomalaisen yritysten kanssa.

Uusia asiakkaita haetaan aktiivisesti

Tavoitteena on löytää uusia potentiaaleja ja asiakkaita ja sitä kautta luoda kaupallisia mahdollisuuksia suomalaisille akkutoimialan yrityksille. Kohdemarkkinat ovat pääosin valitut maat ja akkutoimialan sektorit Euroopassa ja Pohjoismaissa. Batteries from Finland kokoaa suomalaisia yrityksiä ja

tarjoamia vieden ”Suomi-tiimin” palveluja kohdemaihin järjestämällä muun muassa ostajatapaamisia ja matchmaking-tilaisuuksia.

Toimenpiteiden osalta ollaankin jo liikkeellä. Saksan osalta Business Finland järjesti virtuaalisen ministeridelegaation, jossa akkutoimialalla oli oma seminaari. Seminaarissa kuultiin sekä saksalaisia että suomalaisia puheenvuoroja akkuteollisuuden kehittymisestä ja näkymistä Euroopassa. Seminaari oli onnistunut ja se keräsi relevantteja tahoja runsaasti linjoille. Seuraavat toimet ovat tarkemmin valittuihin sektoreihin fokuoituja toimenpiteitä, esimerkiksi konkreettiset markkinakohtaiset ekosysteemien selvittämiset ja sen jälkeen kohdenetut yritysten virtuaalisten tapaamisten järjestämiset. Tämä työ jatkuu pitkälle vuoteen 2021.

Suomi on vahva tekijä akkualalla

Eurooppa sähköistyy ja sen seurauksena tarvitaan akkuarvoketjun toimijoita useista vertikaaleista. Business Finland ja Batteries

from Finland näkevät Suomen vahvuuksina markkinoiden suhteen muun muassa akkumateriaalien jalostuksen ja kierrätyksen kestäväällä tavalla, monimuotoiset sovellukset sähköistymisessä ja erityisesti liikkuvien työkonien osalta sekä lisääntyvässä määrin teknologiat eurooppalaisille akkuteollisuuden tuotantolaitoksille. Näiden varaan on hyvä lähteä konkretisoimaan suunnitelmia vuodelle 2021.

Tervetuloa mukaan Batteries from Finland -toimintaan!

Batteries from Finland kutsuu toimintaansa mukaan kiinnostuneet osapuolet koko arvoketjun alueelta. Toivomme kaikilta kiinnostuneilta tahoilta yhteydenottoa Batteries from Finlandin suuntaan – suunnitellaan ja toteutetaan yhdessä vaikuttava ja kasvua synnyttävä kokonaisuus!▲

Yhteydenotot:

Ilkka Homanen, ilkka.homanen (at) businessfinland.fi, puh. 044 577 4430

<https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/ohjelmat/batteries-from-finland>



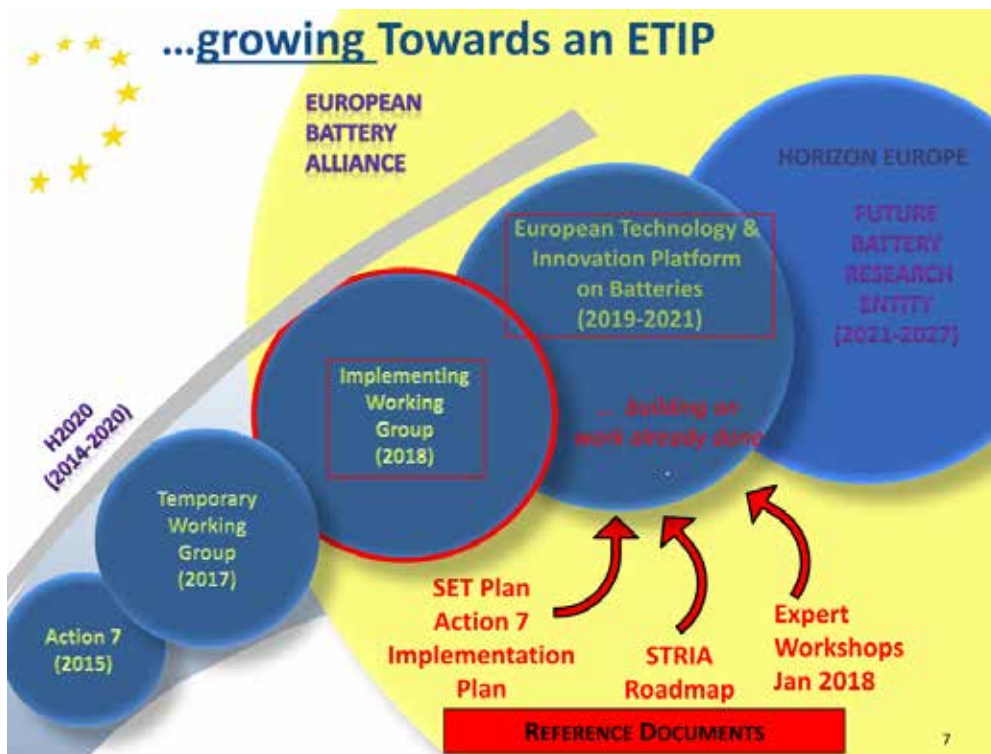
normet
SmartDrive
NORMET.COM

INNOVATING FOR PERFORMANCE

**TEHOKASTA BETONIRUIKUTUSTA
ILMAN PAIKALLISIA PÄÄSTÖJÄ**

SmartDrive tuoteperheellä korkea tuotavuus alentuneilla kustannuksilla

-  Ei paikallisia päästöjä
Puhtaampi ilma
-  Suurempi nopeus & korkeampi suorituskyky
-  Parantunut turvallisuus
Vähemmän melua
-  Parantunut energiatehokkuus
Alemmat käyttökustannukset



Kuva 1: SET Plan:ista Horizon Eurooppaan

Euroopan akkututkimus nyt

ILKKA V. KOJO, TUOMAS VAN DER MEER
 METSO OUTOTEC
MARI LUNDSTRÖM, PERTTI KAURANEN
 AALTO YLIOPISTO

Johdanto

Tätä kirjoitettaessa uutisoitiin Suomen tavoitteena olevan, että vuonna 2030 autokannasta jopa 700 000 autoa olisi sähköisesti kulkevia. Se on huomattavasti suurempi tavoite kuin aikaisemmin on esitetty. Koko Euroopan Unionin (EU) tavoitteena vuoteen 2030 mennessä oli vuonna 2018, että noin kolmannes autoista olisi joko sähköisesti tai vedyllä kulkevia [ELE1]. Samalla auton valmistajien on pakotteiden vaatimana varmistettava, että koko heidän valmistamansa autokannan keskimääräisesti laskettu CO_{2eq}-emissio laskee merkittävästi. Tiukentuneiden vaatimusten saavuttamiseksi EU on tehnyt merkittäviä avauksia, joiden tarkoituksena on tukea alan teollisuutta kilpailukykyisä säilyttämisessä ja riittävän omavaraisuuden varmistamisessa mm. sähköautojen akkujen ja niiden materiaalien suhteen. Tässä artikkelissa esitetään pikainen katsaus eurooppalaiseen akkututkimukseen ja sen kehitykseen sekä

vedetään yhteen tutkimuksen ja uusien avauksien nykynäkymät.

SET Plan:ista European Batteries Partnership:iin

Euroopan Unionin strateginen energiateknologiasuunnitelma (Strategic Energy Technology Plan, SET Plan) aloitti jo vuonna 2008 energiateknologiapolitiikan muokkaamisen. [SET]. Tavoitteena on koordinoida vähähiilistä tutkimusta ja kehitystä EU:ssa ja liitännäismaissa. Yksi SET Plan:in avaintoimenpiteistä koskee sähköistä liikkuvuutta ja globaalisti kilpailukykyistä akkuteollisuutta (Action 7) [SET2]. Energian varastointiratkaisut tulevat tarvitsemaan akkuja, joilla on paremmat ominaisuudet (mm. energiatiheys, pidentynyt käyttöikä, pienemmät kustannukset, suurempi kapasiteetti) ja jotka voidaan skaalata kilpailukykyisesti teolliseen valmistukseen. Vuonna 2015 asetettu kehityskaaritavoite on esitetty kuvassa 1.

SET Plan Action 7 Implementation Working Group (IWG) koostui vuonna 2018 lähinnä jäsenvaltioiden nimeämistä virkamiehistä ja tutkimuslaitosten edustajista, ja varsinkin raaka-aine- ja kierrätystyöryhmässä teollisuuden osallistujista oli selvä puute.

Suomessa oli vuonna 2018 kehitteillä oma kansallinen akkuekosysteemin tutkimushanke *BATCircle*, joka sittemmin käynnistyi vuonna 2019 kuuden tutkimusorganisaation, 23 yrityksen ja kahden kaupungin yhteistyönä yli 20 miljoonan euron kokonaisbudjetilla. SET Planin komission edustajille esiteltiin ko. hanketta ja Suomelta pyydettiin vetoapua raaka-aineisiin ja kierrätykseen liittyvän työryhmän vetämisessä. Asia esiteltiin Metallinjalostajat ry:n hallitukselle ja sovittiin, että Outotec ottaa työryhmän vetovastuun yhdessä Aalto-yliopiston kanssa. Tehtävään seuloutunut troikka TkT Ilkka V. Kajo, prof. Mari Lundström ja TkT Pertti Kauranen totesivat, että noudatetaan kahta peruseriaatetta:

1) Pidetään yllä nopeaa vauhtia (Elzbieta Bienkowska: “If Europe wants to lead and compete with other big industrial players around the world, we **need to hurry up**.” sekä Maroš Šefčovič: “We are now building a whole competitive value chain in Europe, with sustainable battery manufacturing at its core. **And we are doing this at light speed**.”) ja

2) Yhdessä tekemisellä tuloksiin (Maroš Šefčovič : “We need to work much more



Kuva 2: Yhdessä tekemistä Otaniemessä ja Milanossa 2019

together, not a single actor, not a single country can manage this alone”).

Pian järjestettiin työkokouksia ensin Otaniemessä tammikuussa 2019 ja myöhemmin jo Batteries Europe teknologia- ja innovaatioalustan (European Technology and Innovation Platform, ETIP) alla keuhkuissa 2019 Milanossa. Näihin kahteen tilaisuuteen osallistui 85 henkilöä 46 organisaatiosta ja 12 EU maasta. Huomattavaa oli akkuteollisuuden ja eri akkuarvoketjun toimijoiden aktiivinen osallistuminen. Näiden kahden rupeaman perusteella laadittu raportti muodosti sitten pohjan ETIP Batteries European työryhmän WG2: Raaka-aineet sekä kierrätys, työlle. Työryhmän vetäjäksi kutsuttiin Ilkka V. Kojo vahvistettuna Aalto-yliopiston Mari Lundströmillä sekä EIT RawMaterialsin Tkt Olli Salmella ja European Batteries Recycling Associationin (EBRA) Alain Vassartilla.

Työ jatkui edelleen ETIP-työryhmässä, valitettavasti virtuaalokokouksissa, sillä COVID-19 esti ”normaalit” kokoontumiset. Työryhmässä on mukana noin 30 teollista yritystä sekä noin 30 tutkimuslaitosta ja yliopistoa komission edustajien seurattuna tarkasti työn edistymistä. Työryhmän ensimmäinen teknologiatiekartta valmistui jo maaliskuussa 2020 (mutta on edelleen komission hyväksyntäkierröksellä). Toinen merkittävä tuotos oli raaka-aine- ja kierrätysosio ETIP Batteries European strategiseen tutkimusagendaan (SRA), joka sekkin on vielä tätä artikkelia kirjoitettaessa komissiossa hyväksyttävänä.

Kuten kuvassa 1 on esitetty, tavoitteena ETIP:in jälkeen oli Horizon Europe -puiteohjelmaan liittyvä yksikkö, joka ottaisi

vastuun Horizon European tutkimusrahoitushakujen valmistelusta ja koordinoinnista. Tämä Public Private Partnership saanee nimekseen Batteries European Partnership Association (BEPA) ja se tullaan perustamaan joulukuussa 2020. BEPA:n valmisteleviin vaiheisiin kutsuttiin ns. varjojohdoryhmään Tuomas van der Meer (Metso Outotec & ETIP hallituksen (Governing Board) jäsen) sekä ETIP WG2 puheenjohtaja Ilkka V. Kojo vastuualueinaan strategisen tutkimus- ja innovaatioagendan (SRIA) kirjoittaminen ja Horizon Europe 2021-22 akkuraaka-aineisiin ja -kierrätykseen liittyvien tutkimusrahoitushakukutsujen määrittäminen. Alustavan jäsenvaltioille esitetyn rahoitushakudokumentin yhdeksästätoista akkuja koskevasta kutsusta neljä kohdistuu raaka-aineisiin ja kierrätykseen ja yksi siihen läheisesti liittyvään akkuarvoketjun kestävyteen.

Eurooppalaisen akkututkimuksen ekosysteemi nyt

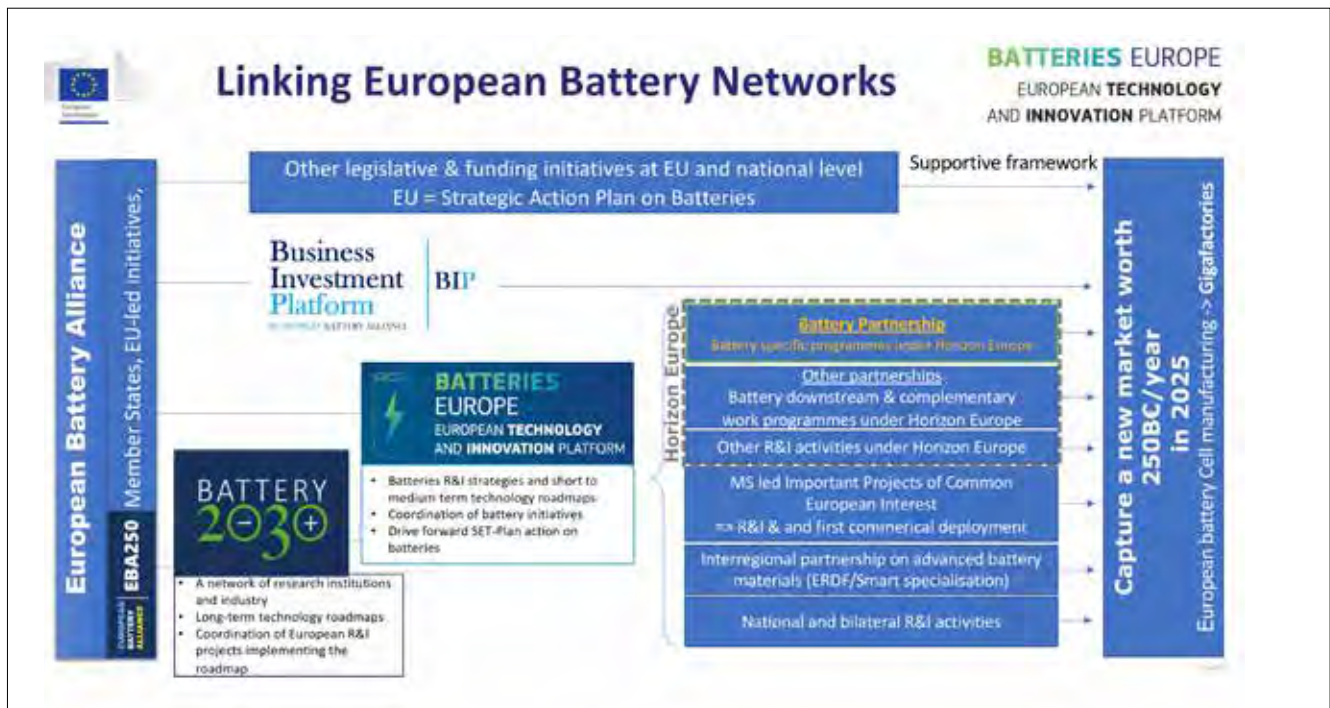
Vuonna 2017 perustettiin European Battery Alliance (EBA, EBA250) tavoitteenaan varmistaa vahva ja kilpailukykyinen eurooppalainen akkuteollisuus. EBA kattaa yli 400 teollista ja tutkimuspartneria koko jalostusketjun alueelta, kaivosteollisuudesta aina kierrätykseen asti [EBA1]. EBA250:n tavoitteena on yksinkertaisesti 250 miljardin euron akkuliiketoiminnan synnyttäminen Euroopaan. Tavoitteiden saavuttamiseksi EBA ja EIT InnoEnergy käynnistivät Business Investment Platformin (BIP), jonka tavoitteena on helpottaa uusien investointien tekemistä akkuteollisuuteen [BIP]. Erityisesti tavoitteena olivat

teknologiakeskeisyys ja tuotantoprosessit, että kilpailukyky saavutetaan kattamalla koko arvoketju.

Pitkän tähtäimen akkututkimusta tukemaan EU avasi BATTERY 2030+ lippulaivahankkeen [BAT] joulukuussa 2018. Hanke sai vuonna 2020 40,5 miljoonan euron EU-jatkotuen (”+”) kolmeksi vuodeksi. Hankkeessa on kuusi pitkän tähtäimen projektia. Suomesta tähän osallistuvat aktiivisemmin Aalto-yliopisto, Oulun yliopisto sekä VTT HIDDEN-projektin koordinaattorina.

Vuonna 2019 avattiin virallisesti European Technology and Innovation Platform (ETIP) – Batteries Europe tavoitteena kehittää ja tukea Euroopan akkututkimusta ja innovaatioekosysteemiä sekä laatia ja ylläpitää akkututkimuksen pitkän tähtäimen strategia- ja tutkimusaiheita. Tämä yhteisö on toiminut pro bono -periaatteella, eli osallistujat vastaavat itse kustannuksistaan ja vain toimintaa tukevalla sihteeristöllä on pieni ylläpitobudjetti tällä hetkellä vuoden 2021 loppuun asti. Huomattakoon, että ETIP:illä ei ole omia EU-rahoitusmekanismeja, mutta tulevien EU-rahoitteisten hankkeiden (Horizon Europe) suuntaavat perustuvat varsinkin raaka-aineiden ja kierrätyksen osalta pääosin tässä organisaatiossa tehtyyn työhön.

EU:n tutkimuksen ja kehityksen Horizon 2020 -puiteohjelmaa seuraava seitsemän vuoden ja noin 100 miljardin euron Horizon Europe -puiteohjelma on käynnistymässä 2021 [HE]. Akkututkimusprojektit tullaan pääsääntöisesti toteuttamaan Cluster 5 (’Climate, Energy and Mobility’) -kokonaisuudessa, jonka työohjelman akkuosion määrittämiseksi ja koordinoinnin



Kuva 3: Euroopan akkututkimuksen ekosysteemi

tukemiseksi tullaan perustamaan joulukuussa 2020 European Batteries Partnership Association (BEPA). BEPA:n visiona on kehittää maailman paras akkuekosysteemi Eurooppaan tukemaan kilpailukykyistä, kestävä ja kiertotalouteen perustuvaa eurooppalaista akkuarvoketjua.

Edellä esitettyjen EU-rahoitteisten hankkeiden lisäksi on käynnistymässä kaksi akkuun liittyvää eurooppalaista IPCEI-projektia (Project of Common European Interest), joiden rahoitus tulee jäsenvaltioilta, ja jotka keskittyvät akkuteollisuuteen liittyviin suurempiin investointeihin. IPCEI-mekanismilla joustetaan valtiontukisääöksistä strategisesti tärkeäksi katsotuilla aloilla. Tavoitteena on, että jäsenvaltiot rahoittavat projekteja noin 3,2 miljardilla eurolla ja yksityinen rahoitus tulisi olemaan jopa viisi miljardia euroa. Suomalainen teollisuus on myös ottamassa osaa näihin projekteihin.

Lisäksi on tärkeää muistaa, että myös EIT RawMaterials osallistuu akkumateriaaleihin liittyvien hankkeiden toteuttamiseen. Suomella on myös tässä keskeinen rooli, sillä Baltic Sea Innovation Hub sijaitsee Espoossa johtajanaan TkT Olli Salmi.

Edellä kuvattu akkututkimukseen liittyvä kokonaisuus on esitetty kuvassa 3.

Tästä eteenpäin

Suomessa on valmistumassa vuoden vaihteessa ministeri Mika Lintilän nimeämän kansallisen akkustrategiatyöryhmän ny-

kynäkemys akkualan tilasta ja tulevaisuuden näkymistä. Suomessa akkuun liittyvä teknillinen sekä kierrätettävyydetutkimus jatkuu valmisteilla olevan BATCircle2:n alla vahvasti seuraavinakin vuosina. Suomalaiselle teollisuudelle ja tutkimukselle tulee avautumaan myös uusia mahdollisuuksia tuleviin Horizon Europe -hakuihin liittyvien hankkeiden myötä. On kuitenkin muistettava, että edellä mainitut EU-hankkeet eivät ole ainoita EU-hankkeita, joissa on mahdollisuus tehdä yhteistyötä ja joista on mahdollista saada rahoitusta projekteille, vaan Euroopassa sekä jäsenvaltioissa avautuu jatkuvasti muitakin mahdollisuuksia tutkimushankkeiden piirissä. Lisäksi on syytä panostaa entistä vahvemmin yllä mainittujen hankkeiden (ETIP Batteries Europe, European Batteries Partnership Association, IPCEI etc.) edelleen muotoutumiseen. Nyt ei saa jäädä (tuleen) maa-kaamaan, vauhti tulee vain kiihtymään ja terve kansallinen itsetunto yhdistettynä yhteistyöhön on todella tehokas tapa saada aikaiseksi tuloksia.

Kirjoittajat kiittävät saamastaan tuesta työnantajiaan sekä Työ- ja elinkeinoministeriötä ja Business Finlandia. Ilman heidän avaamiaan kontakteja työ olisi ollut huomattavasti hankalampaa. ▲

Referenssit

- [BAT+] Battery 2030+, <https://battery2030.eu/>
- [BIP] Business Investment Platform, <https://www.eba250.com/tag/eba250-business-investment-platform/>
- [EBA1] European Battery Alliance, EBA250, <https://www.eba250.com/>
- [ELE] EU agrees on 37.5 % CO2 reduction for cars by 2030. Electrive.com <https://www.electrive.com/2018/12/18/eu-agrees-on-37-5-co2-reduction-for-cars-by-2030/>
- [ETIP] https://ec.europa.eu/energy/topics/technology-and-innovation/batteries-europe_en
- [HE] https://ec.europa.eu/info/horizon-europe_en#proposal
- [PPP] Draft proposal for a European Partnership under Horizon Europe. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_he-partnerships-european-industrial-battery-value-chain.pdf
- [SET] SET Plan https://ec.europa.eu/energy/topics/technology-and-innovation/strategic-energy-technology-plan_en
- [SET2] https://setis.ec.europa.eu/system/files/Integrated_Roadmap_Energy_Union_Integrated_SET-Plan_10_actions.pdf



Näkymä Outokummun keskustasta projektialuetta kohti

Uutta kaivostoimintaa:

Hautalammen koboltti-nikkeli-kuparikaivoshanke – akkumetalleja Outokummusta

Suomalaisen modernin kaivosteollisuuden syntysijoille Outokumpuun puuhataan uutta kaivoshanketta uusin ajatuksin. Asialla on FinnCobalt Oy, kolmen suomalaisen kaivosveteraanin Vesa-Jussi Penttilä, Jarkko Ralli ja Markus Ekberg hanke, jossa jo pitkään tunnettu kuparimalmin CoNi-paralleeli on tarkoitus valjastaa akkumetallien tuotantoon. Hanketta on viety eteenpäin yksityisellä rahoituksella ja Business Finlandin lainalla. Keväällä 2020 mukaan rahoittajaksi tuli ruotsalainen Eurobattery Minerals AB ja hanke sai lisää vauhtia.

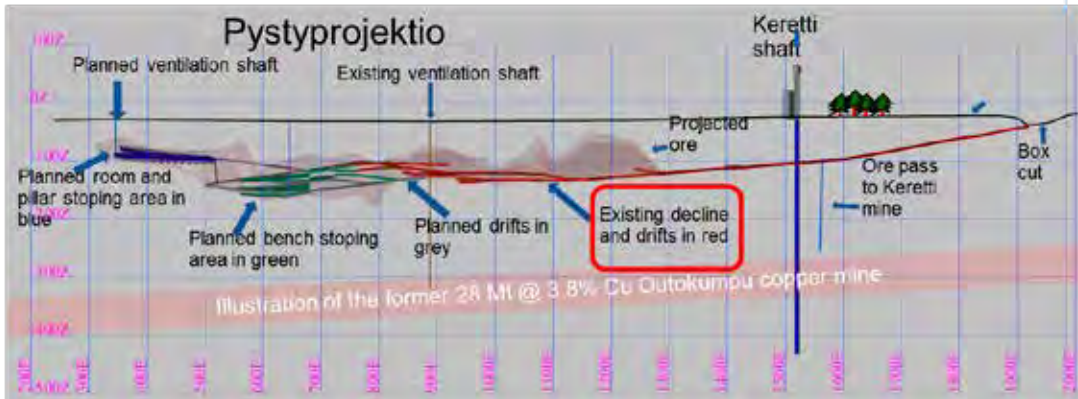
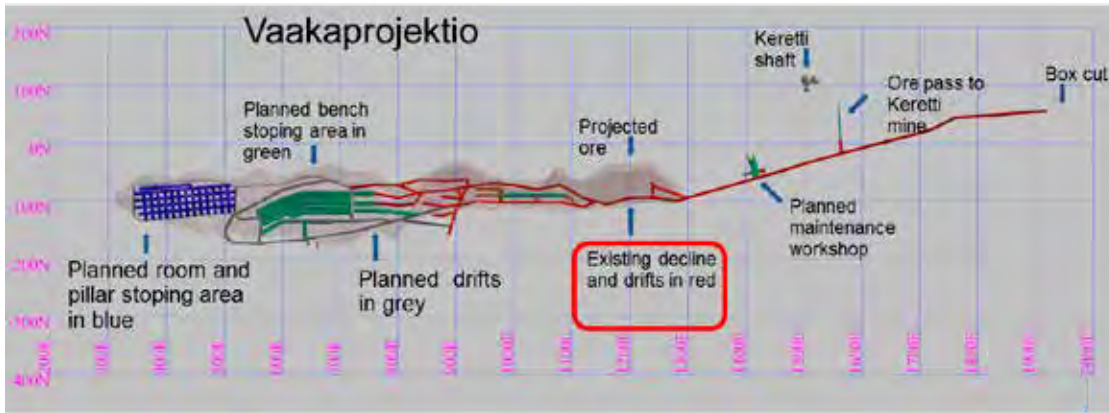
TEKSTI: **MARKUS EKBERG**

Hautalammen monimetalli-esiintymä on tiedetty ja tunnettu jo Outokummun kuparikaivoksen alkuajoilta. Esiintymä on kuparimalmin kulkua noudattava lähes vaakasuora laatta kalliopinnan ja kuparimalmin välissä. Ensimmäinen ns. Trusted-

tunneli lävisti malmin jo 1920-luvulla ja esiintymän jatkeita tavattiin lähes kaikissa kuparimalmiin maanpinnalta kairatuissa rei'issä. Pitoisuudet olivat kuitenkin selvästi huonommat kuin päämalmin vajaa 4 % kuparia.

Monimetallinen, silloisen ajattelun mukaan köyhä pirotemalmi Cu n.0,3 %,

Ni n.0,4 % ja Co n.0,1 % alkoi kuitenkin herättää kiinnostusta 1980-luvulla, kun Keretin (eli Outokummun) kuparikaivoksen malmivarat alkoivat loppua. Yhtiö kairasi-kin parhaaseen osaan esiintymää n. 10 000 metriä, teki vinotunnelin ja muita kaivoksen valmistavia töitä ja oli valmis aloittamaan varsinaisen tuotannon. Hanke kuitenkin >



Alustava kaivossuunnitelma.

keskeytyi v 1986, kun Kongosta alkoi tulla kobolttia markkinoille ja kobolttin hinta romahti. Hautalammen kaivos lopetettiin ja ensimmäisen louhosräjäytyksen malmitkin jätettiin louhokseen. Samassa rytkäksä yhtiö lopetti Kokkolassa toimineen kobolttipiasuton. Onneksi kuitenkin kobolttitehdas jäi ja jatkoi Kongosta tuotetun raaka-aineen varassa.

Vanhoin ja uusin ajatuksin eteenpäin

Kuparikaivoksenkin toiminta loppui Outokummussa v. 1989 ja alue maisemoitiin pääosin golfkentäksi. Erinäisten vaiheiden jälkeen Outokumpu Oy lunasti alueen takaisin yhtiölle ja golf-kenttä jäi eräänlaiseksi syytinkiläiseksi. Hautalammen malmi pysyi kuitenkin kaivosmiesten mielessä ja v 2007 FinnNickel Oy osti alueen ja esiintymän.

FinnNickel omisti myös noin 40 kilo-

metrin päässä sijaitsevan Luikonlahden rikastamon ja ajatuksena oli louhia malmi ja kuljettaa se rikastettavaksi Luikonlahteen. Esiintymään kairattiin n. 11 000 metriä, tehtiin rikastuskokeet GTK Mintecin laboratoriossa ja kannattavuustarkastelu saatiin valmiiksi. Ajatuksena tuolloin oli, että rikasteet myydään normaalin pyrometallurgiseen prosessiin, jolloin valitettavasti kobolttin saanto jää varsin pieneksi.

Hanke kaatui kuitenkin yleismaailmallisen rahoituskriisin seurauksiin ja uudeksi omistajaksi tuli Vulcan Resources Australiasta. Vulcan pystyi hyödyntämään pakettiin kuulunutta Luikonlahden rikastamo omistuksessaan olevan Kylylahden malmin rikastukseen.

Vielä kerran, pojat !

Vulcan Resources (myöhemmin Altona) oli päättänyt vetäytyä Suomesta ja myynyt

Kylylahti-Luikonlahti-kombinaatin Bolide-nille. Outokummun alue ja Hautalammen esiintymä oli ainut jäljelle jäänyt yhtiön kohde Suomessa.

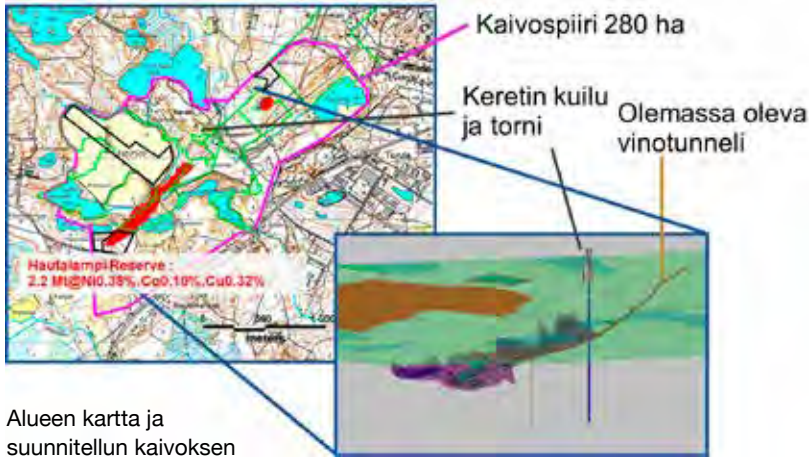
Tässä tilanteessa v. 2016-2017 ensin Vesa-Jussi Penttilä ja Jarkko Ralli ja sittemmin myös Markus Ekberg näkivät tilaisuuden ottaa hanke omistukseen ja viedä kehitystä eteenpäin.

Edellisestä yrityksestä noin kymmenen vuotta aiemmin metallien markkinatilanne ja tekniikka olivat muuttuneet huomattavasti. Sähköautot olivat tekemässä tuloaan ja näköpiirissä oli kobolttin niukkuus ja siitä aiheutuva hinnan kohoaminen. Mahdollisuus koboltti-nikkelirikasteen liuottamiseen ja koboltti-nikkelikemikaalien

Hautalammen kaivoshanke lukuina

Mineraalivaranto:	3.2 Mt @ 0,43 % Ni, 0,35 % Cu, 0,12 % Co
Malmivarat:	2.2 Mt @ 0,38 % Ni, 0,32 % Cu, 0,10 % Co
Suunniteltu vuosilouhinta:	0,35 - 0,4 Mt /vuosi
Työpaikkoja:	150 henkeä





Alueen kartta ja suunnitellun kaivoksen 3d-malli

suoraan tuottamiseen oli myös verrattain uutta. Tällä menetelmällä päästäisiin eroon sulattoprosessin kobolttitappioista ja saataisiin selvästi parannetuksi hankkeen kannattavuutta.

Jatkokehitys

Ajatus hankkeen eteenpäinviennistä oli selkeä. Ajatukset piti enää kääntää toteutukseksi.

Esiintymä ja maa-alue olivat pääosiltaan hankeyhtiön hallussa. Omarahoituksella ja Business Finlandin lainalla tehtiin n. 1 200 metrin kairausohjelma, jolla saatiin riittävästi materiaalia rikastetuotantoon ja rikasteen liuotuskokeisiin. Rikastuskokeet tehtiin GTK Mintecin laitoksella Outokummussa ja tuotetusta n. 40 kg:n koboltti-nikkelirikasteesta tehtiin liuotuskokeet Outotec Oyj:n Porin tutkimuskeskuksessa.

Kokeet menivät ennakoitusti ja vahvistivat sen, että Hautalammen malmista ja sen koboltti-nikkelirikasteesta on mahdollista tuottaa akkuteollisuuden käyttämiä koboltti-nikkelikemikaaleja. Lisäksi malmista pystytään tuottamaan hyvälaatuista kuparirikastetta.

Ei kaivoshanketta ilman rahoitusta

Hankkeen rahoitus oli prosessikokeiden loppumiseen saakka hoidettu omarahoituksena ja Business Finlandin lainalla. Seuraava vaihe on malmivarojen lisääminen ja hankkeen Feasibility Study.

Suomesta ei hankkeeseen kuitenkaan löytynyt tarvittavaa n. 2-3 M€ riskirahoitusta useista kymmenistä kontakteista huolimatta.

Muutama ulkomainen vakavasti otettava neuvottelukumppani löytyi, ja lopulta toukokuussa 2020 saatiin ruotsalaisen Eurobattery Minerals AB:n kanssa neuvo-

telluksi paketti, jonka mukaan Eurobattery rahoittaa yhtiötä jatkossa ja saa samalla vaiheittain oikeuden ostaa Hautalammen hankkeen omistajayhtiön sen nykyisiltä omistajilta.

Eteenpäin

Jatkorahoituksen ratkettua aloitettiin Hautalammella kairaukset heinäkuussa 2020. Ensimmäisessä vaiheessa kairattiin n. 4 000 metriä ja tätä kirjoitettaessa (marraskuu 2020) suunnitellaan kairauksen seuraavaa vaihetta. Tavoitteena on kasvattaa malmivarat minimissään kymmenen vuoden toiminta-aikaa varten.

Ympäristövaikutusten arviointi on käynnissä ja saadaan valmiiksi keväällä. Seuraava vaihe on ympäristöluvan hakeminen. Mikäli hanke etenee lopulliseen toteutukseen, rakennetaan nykyisen Keratin tornin tietämillä uusi rikastamo ja mahdollisesti myös koboltti-nikkelirikasteen liuotuslaitos.▲



Markus Ekberg

Kirjoittaja on geologi ja FinnCobalt Oy:n toimitusjohtaja. FinnCobalt Oy kehittää Outokummun entisellä kaivosalueella sijaitsevaa Hautalammen mineralisatiota tavoitteena vastuullinen ja jäljitettävä akkumetallien tuotanto.

Miksi sähköauto?

Liikenteen päästöt on puolitettava kymmenessä vuodessa – mutta miten?

Parhaillaan keskustellaan julkisesti siitä, kuinka liikenteen hiilidioksidipäästöt puolitetaan vuoteen 2030 mennessä. Sähköautot saattavat hyvinkin olla oikea vastaus. Hallituksen työryhmän mukaan tavoitteena tulisi olla 700 000 sähköautoa vuonna 2030.

Täyssähköautoja kuitenkin vastustetaan monella eri perusteella. Seuraavassa väitteitä ja faktoja mietittäviksi:

1. Sähköautoa varten joudutaan louhimaan lisää metalleja. Kyllä, akkua varten tarvitaan noin 50–100 kg varsinaisia ”akkumetalleja”, jotka ovat 90–95 prosenttisesti kierrätettävissä.
2. Entäpä polttokenno eli vetyauto - vety on puhdasta polttaa? Kyllä, mutta tosiasiaa vety ei ole puhdas energiamuoto, vaan energian siirto- ja jakeluväline. Tällä hetkellä vety tuotetaan öljyteollisuuden (ja kaasuteollisuuden) sivutuotteena eli vedyn käyttö liikenteessä ei vähentäisi öljyteollisuutta. Vetyautossa tarvitaan myös raskaat tankit, minä vuoksi vetyauto on painavampi kuin täyssähköauto, eli metalleja tarvitaan enemmän. Ajatus on, että tulevaisuudessa (tuuli)sähköllä hajotetaan vettä ja tuotetaan vetyä, joka jaetaan ja kuljetetaan autojen käyttöön. Tätä varten pitää suunnitella ja rakentaa paineistettu jakeluverkko. Autoissa paineistettu vety muutetaan polttokennossa sähköksi ja johdetaan sähkömoottoreihin. Pakokaasupäästöjä ei synny. Hyötysuhde tässä ketjussa on noin 30 %.
3. Jos sähkö jaetaan olemassa olevassa sähköverkossa täyssähköautoihin, hyötysuhde koko ketjussa on 77 %. Nykyinen sähköverkko kestää pienin muutoksin, jos verkkoa käytetään älykkäästi.
4. Entäpä pienikulutuksinen bensiini-auto, kulutus esimerkiksi 4 l/100 km ja auton elinikä 300 000 km? Auto kuluttaa eliniän aikana 12 000 litraa uusiutumattomaa bensiiniä. Kun tätä verrataan sähköauton akkujen vaatimaan 100 kilogrammaan kierrätettäviä akkumetalleja, kumpi on parempi? Jos sähköllä taas yritetään tehdä nykyisiä polttoaineita korvaavia polttoaineita, hyötysuhde on vain 13 %.



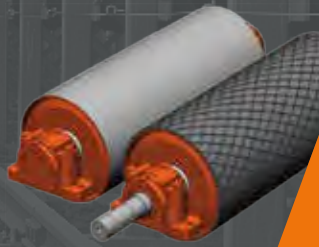
CONVEYOR
MAINTENANCE
SPECIALIST

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

Visit
the new websites



Wide range of geoservices

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

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

 **PALSATECH**

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



OIKEAA OSAAMISTA

LIIKETOIMINNAN
JOHTAMISEEN

TUOTANTOON JA
TEOLLISUUTEEN

METALLITEOLLISUUDEN AVOIMET KOULUTUKSET 2021

KEVÄT	Kierrätys, ympäristö ja sekundääri-aineet	23.-24.2.
	Teräksen mekaaninen leikkaus ja oikaisu	30.-31.3.
	Teräksen aihoiden valmistus	8.-9.6.
SYKSY	Valssaustekniikka	9.-10.9.
	Teräksen peittäminen	9.-10.11.
	Teräsketäjäolosuhteissa	18.-19.11.

ILMOITTAUTUMINEN

www.pohto.fi tai asiakaspalvelu@pohto.fi

TOTEUTAMME KOULUTUKSIA MYÖS
YRITYSKOHTAISESTI ASIAKASTARPEET
HUOMIOIDEN. KYSY TARJOUS!



Pyhäsalmen kupari-sinkki-rikkikaivos



Pyhäsalmen Mine

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



Keliberin kairasydännäytteitä karkearakeisesta spodumeenipegmatiitista

Litiumin arvoketju spodumeenipegmatiitista akkulaatuiseksi litiumhydroksidiksi kasvavan akkutuotannon tarpeisiin

TEKSTI: **MANU MYLLYMÄKI**, OPERATIIVINEN JOHTAJA
PENTTI GRÖNHOLM, PÄÄGEOLOGI
SAMI HEIKKINEN, KEMIANTEHTAAN PÄÄLLIKKÖ
VILLE VÄHÄKANGAS, RIKASTAMON PÄÄLLIKKÖ
PEKKA TANSKANEN, TUTKIMUS- JA KEHITYSPÄÄLLIKKÖ
KATRI KUKKONEN, VIESTINTÄPÄÄLLIKKÖ

Kaivannaisteollisuuden maa- ja alkalimetallit ovat olleet osa arkeamme jo pitkään. Litiumhydroksidia, Keliberin lopputuotetta voidaan käyttää muun muassa sähköajoneuvojen, kännyköiden ja muiden akkukäyttöisten laitteiden akkujen valmistamiseen sekä uusiutuvaan energiatuotantoon ja energian varastointiin. Litiumhydroksidia tarvitaan erityisesti litiumioniakkujen katodiaktiivimateriaalin valmistukseen litiumioniakkujen

uusimmissa kehitysversioissa, ns. korkean nikkeli-pitoisuuden NCM-akuissa. Vuonna 2020 Euroopan komissio nosti litiumin ensimmäistä kertaa kriittisten raaka-aineiden listalle, mikä lisäsi entisestään litiumin kysyntää kasvavilla litiumakkumarkkinoilla.

Keliber on integroitu kaivos- ja litium-kemikaaliyhtiö, jonka tavoitteena on tuottaa akkulaatuista litiumhydroksidia vastuullisesti ja kustannustehokkaasti. Keliberin integroitu prosessi sisältää malmin louhinnan, murskauksen, malmin optisen lajittelun,

rikastuksen vaahdottamalla ja spodumeenirikasteen jalostamisen litiumhydroksidiksi omassa tuotantolaitoksessa.

Vihertävää malmia Keski-Pohjanmaan kallioperästä

Keliber on keskittynyt teknis-taloudellisissa tutkimuksissaan viiteen esiintymään: Syväjärvi, Rapasaari, Länttä, Outovesi ja Emmes, joiden yhteenlasketuksi malmimääräksi on arvioitu 9,37 miljoonaa tonnia vuonna 2019. Tämänhetkinen oma malmimäärä riittää >

yli 13 vuoden tuotantoon ja lisämalmipotentiaali on huomattava.

Pyrokseenimineraaliryhmään kuuluvaa spodumeenia ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$) esiintyy tyypillisesti pegmatiiteissa, jotka ovat karkearakeisia juonikivilajeja. Spodumeenipegmatiitin muita päämineraaleja ovat albiitti, kvartsi, kalimaasälpä ja muskoviitti. Maasälpä, kvartsin ja spodumeenin kiteet ovat karkeimmillaan kymmenien senttimetrien kokoisia. Spodumeenimalmi eroaa muista malmeista lähes olemattoman raskasmetallipitoisuuden ansiosta. Tämä selittyy valtaosin alhaisella rikkipitoisuudella, mikä on tyypillistä felsisille pegmatiiteille.

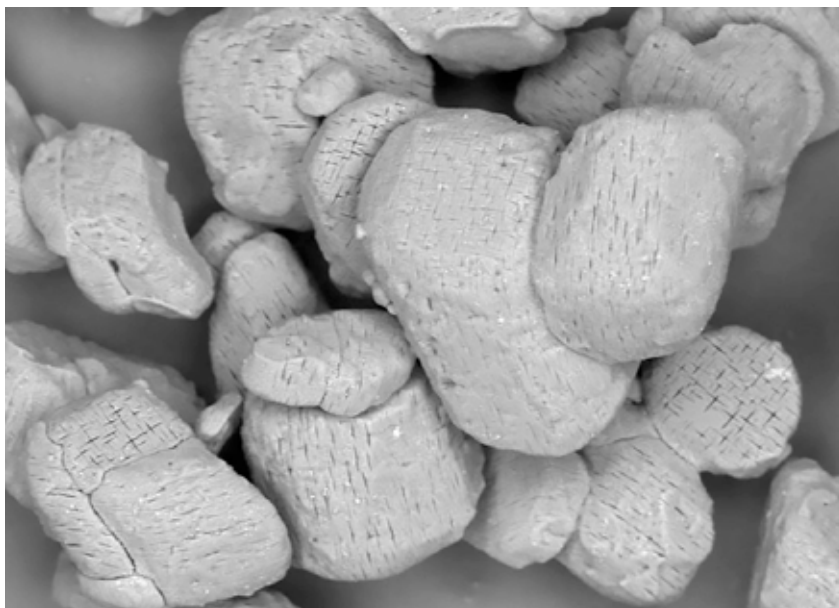
Louhintaa tullaan tekemään pääosin avolouhintana. Avolouhinnassa louhintamenetelmänä on pengerialouhintana, jossa louhinta etenee tasoittain ylhäältä alaspäin. Louhittu malmi kuljetetaan jalostettavaksi rikastamolle suurimpien esiintymien välitörmään läheisyyteen ja sivukivet kuljetetaan läjitysalueelle. Sivukivialueiden maisemointi aloitetaan soveltuvin osin jo operatiivisen toiminnan aikana.

Rikastamon prosessi tehokkuuden perustana

Rikastamon prosessia on kehitetty pitkäjänteisesti yhdessä GTK Mintecin kanssa useissa eri koeohjelmissa aina 2000-luvun alusta alkaen. Rikastamon suunnittelun perustana ovat olleet Syväjärven malmin pilot-koeajot vuosina 2016 ja 2019-2020. Rikastamon suunnittelukumppaneina ovat olleet Outotec rikastamon perussuunnittelussa sekä Afry rikastushiekka-altaiden suunnittelussa.

Louhittu malmi kuljetetaan kaivoksilta rikastettavaksi Päivänevan rikastamolle. Päivänevan tuotantoalueella rikastusprosessi alkaa kolmivaiheisella murskauksella ja malmin optisella lajittelulla. Malmin lajittelussa tummaa sivukiveä poistetaan paineilman avulla vaaleasta malmikivestä. Tällä saavutetaan korkeampi syötteen pitoisuus ja säästöä myös käyttökustannuksissa, kun sivukiveä ei tarvitse prosessoida. Korkeampi syötteen pitoisuus nostaa litiumin saantia merkittävästi vaahdotuksessa, sillä tummalla sivukivellä on vaahdotusta haittaavia ominaisuuksia.

Vaahdotuspiiri sisältää kaksivaiheisen liejunpoiston, prefloat-vaahdotuksen, esivaahdotuksen ja kertaesivaahdotuksen. Rikastamon litiumoksidin kokonaissaanti on 90 prosentin luokkaa laboratorio- ja pilot-mittakaavaisten rikastuskokeiden perusteella. Vastaavasti yli 20 % rikastamon



Keliber onnistui tuottamaan akkulaatuista litiumhydroksidimonohydraattia tammikuussa 2020 päättyneessä jatkuvatoimisessa pilotissa.



malmin syötön materiaalmäärästä päätyy vaahdotusrikasteeseen, loput noin 80 % päätyy rikastushiekka-altaalle.

Liejunpoistovaiheiden ylitte pumpataan rikastushiekka-altaaseen yhdessä esivaahdotuksen rikastushiekan kanssa. Selkeytynyt vesi johdetaan prosessivesialtaaseen ja edelleen rikastamon prosessiin. Prefloat-vaahdotus toimii käänteisvaah-

dotuksena eli vaiheen rikaste poistetaan ja jäte pumpataan edelleen toisen vaiheen liejunpoistoon. Prefloat-rikaste sisältää kaliummineraaleja, apatiittia, kiillemineraaleja ja muita silikaattimineraaleja. Esivaahdotuksen rikaste pumpataan nelivaiheiseen kertaesivaahdotukseen. Esivaahdotuksen jäte on lopullinen rikastushiekka ja se pumpataan rikastushiekka-altaaseen. Vaahdotuksessa käytetään rikkihappoa ja lipeää lietteen pH-säätöön. Muita käytettäviä kemikaaleja ovat rasvahappokokooja ja emulgaattori sekä vedenpoistossa flokkulantti.

Vedenpoiston jälkeen spodumeenirikaste kuljetetaan Kokkolan suurteollisuusalueelle (KIP), jossa se jalostetaan edelleen litiumhydroksidiksi.

Kemiantehtaan happo- ja sulfaattivapaa soodaliuotusprosessi

Suurin spodumeenirikasteen tuottajamaa on tällä hetkellä Australia, mutta spodumeenirikastetta valmistetaan myös Euroopassa ja useita uusia hankkeita sen valmistamiseksi on meneillään. Pääosa maailmalla tuotetusta spodumeenirikasteesta hyödynnetään nykyisin Kiinassa, jossa litiumkemikaaleja valmistetaan rikkihappoliuotusprosessilla.

Keliber vastaa vastuullisesti tuotetun litiumhydroksidin kysyntään rakentamalla Kokkolan suurteollisuusalueelle litiumhydroksidin tuotantolaitoksen. Kokkolan litiumhydroksiditehtaassa valmistus tapahtuu soodaliuotusprosessilla. Soodaprosessin



Keliberin tavoitteena on tuottaa vastuullisesti litiumhydroksidia kasvavan akku tuotannon tarpeisiin.

etuna on se, että sivuvirtana syntyvä analiimihiekka on kiertotaloudessa hyödynnettävissä myös Kokkolan lähialueilla, kun taas rikkihappoliuotuksen jätteistä kipsisakka ja natriumsulfaatti olisivat huomattavasti vaikeammin hyödynnettävissä.

Keliberin suunnittelema litium-kemiantehdas rakentuu tunnettuihin teknologioihin, joita edustavat muun muassa pyrometallurgisissa prosesseissa usein käytettävä rumpu-uuni ja hydrometallurgisen prosessin osalta soodapaineliuotus ja konversioprosessi laitteineen. Litiumhydroksidin kiteytyslaitos toteutetaan tunnettua energiatehokasta pakkokiertoahvidutus- ja kiteytysteknologiaa hyväksikäyttäen akkulaatuisen litiumhydroksidimonohydraatin tuottamiseksi. Prosessi yhdistää nämä tunnetut ja testatut teknologiat kokonaisuudeksi, joka mahdollistaa koko prosessin toteuttamisen alkalisissa olosuhteissa. Näissä olosuhteissa rikasteen mineraaleista liuotus kohdennetaan nimenomaisesti litiumiin ilman, että prosessille, lopputuotteelle tai ympäristölle haitallisia alkuaineita saatetaan liukoiseen muotoon. Tämä mahdollistaa myös prosessin vesikiertojen sisäisen kierrätyksen, jolloin materiaali- ja energiatehokkuus eli kokonaisresurssitehokkuus on maksimaalista.

Suunnitteilla olevalla Keliberin kemianlaitoksella on myös mahdollista käsitellä muualta tuotua rikastetta erinomaisten kuljetusyhteyksien ja valmiin tehdasinfraktuurin ansiosta. Kokkolan suurteollisuusalueelta on saatavilla tuotannon tarvitsemia käyttöhyödykkeitä kuten höyryä, eri vesilaatua ja kemikaaleja.

Litiumiakin tullaan kierrättämään

Litiumioniakkujen kierrätys on maailmalla voimakkaan tutkimus- ja kehitystoiminnan kohteena. Kierrätystoiminnan teolliset prosessit pyritään saamaan käyttövalmiiksi ennen kuin sähköautoista alkaa vapautua akkuja teollisesti hyödynnettäviä määriä. Kierrätyksen päätyminen vie pitkän ajan. Kun akun käyttökapasiteetti laskee 70-80

%:n tasolle alkuperäisestä, alkaa sen käyttö sähköautoissa olla tiensä päässä. Toisaalta on mahdollista, että isot sähköautokäytöstä poistuvat akkupaketit saavat ennen kierrätyksen päätymistä vielä toisen käyttövaiheen sähkön varastointisovelluksissa, jolloin aika akun valmistuksesta kierrätykseen päätymiseen voi hyvinkin kaksinkertaistua.

Toistaiseksi litiumioniakkukierrätyksen prosessikehityksessä pääpaino on ollut arvokkaimpien metallien eli kuparin, nikkelin ja kobolttin talteenotossa. On kuitenkin odotettavissa, että litiumin kierrätykseen tullaan panostamaan materiaalin rajallisuuden vuoksi. Kierrätyksen arvioidaan tuottavan enimmilläänkin vain osan akkuteollisuuden tarvitsemista tärkeimmistä raaka-aineista, joten se ei vähennä kaivostoiminnan merkitystä välttämättömänä akkuarvoketjun raaka-ainetuottajana.

Keliber tekee laajaa tutkimus- ja kehitysyhteistyötä julkisten toimijoiden (GTK, VTT, yliopistot) ja yritysten kanssa kestävän, vastuullisen ja jäljitettävän litiumioniakkuarvoketjun kehittämiseksi. Keliber on tällä hetkellä mukana useissa Business Finland -rahoitteisissa co-innovation-hankkeissa (BATcircle, BATTRACE ja Decarbonate) sekä EIT RM -rahoitteisissa konsortiohankkeissa (Libres ja Morecovery), joissa keskiössä on joko litiumioniakkukierrätys tai kiertotalous laajemmin. Keliber on lisäksi yksi niistä suomalaisista yhtiöistä, jotka ovat mukana eurooppalaisessa kestävän litiumioniakkuarvoketjun kehittämiseen panostavassa IPCEI-konsortiossa (Important Project of Common European Interest).

Litiumioniakkujen kierrätystutkimuksessa yhtiötä kiinnostavat erityisesti kierrätyksestä saatavat litiumjakeet ja niiden hyödyntämiskenaariot sekundääriseen litiumraaka-aineena. Sekundäärisiä litiumjakeita voidaan lähtökohtaisesti käyttää joko integroituna primääriraaka-ainetta hyödyntävään prosessiin tai erillisessä tuotantolinjassa. Keliberin oma kehitystyö on tähän mennessä tuottanut kaksi uutta konseptia kierrätysraaka-aineen käyttöön

litiumhydroksidin valmistuksessa. Kierrätysmateriaalien hyötykäyttö ja kiertotalous ovat keskiössä yhtiön lähitulevaisuuden tutkimus- ja kehitysstrategiassa.

Ennustettu alan kustannustehokkaimmaksi 2025

Keliber on jatkanut pitkäjänteisesti liiketoimintamallin kehittämistä. Suurimpina muutoksina mainittakoon kemiantehdään siirtopäätös Kaustiselta Kokkolan suurteollisuusalueelle, lopputuotteen muuttaminen litiumkarbonaatista litiumhydroksidiksi, suunnitellun tuotantokapasiteetin nosto lisääntyneiden malmivarantojen seurauksena sekä rikastamon toimintojen siirtäminen päämalmiesiintymien viereen Kaustisen Päivänevalle. Muutosten seurauksena Keliberin liiketoimintamalli on kehittynyt ja projektiin kannattavuus on parantunut huomattavasti.

Yhtiö on toteuttanut merkittävän pilotointiohjelman, jolla on osoitettu valittujen tuotantoteknologioiden toimintavarmuus. Pilotointi alkoi vuonna 2016 toteutetulla Syväjärven malmin koelouhinnalla, jossa louhittua malmia käytettiin vuoden 2019 aikana suoritetussa rikastuspilotissa GTK:lla. Rikastuspilotissa tuotettu rikaste lämpökäsiteltiin jatkuvatoimisessa rumpu-uunissa FLSmidth:llä, mitä seurasi Metso Outotecillä toteutettu jatkuvatoiminen hydrometallurginen pilotti, joka saatiin onnistuneesti päätökseen vuoden 2020 tammikuussa. Pilotointiohjelma onnistui kaikilta osin hyvin - prosessin saantoprosentti oli jopa odotettua parempi ja prosessi tuotti erittäin puhdasta akkulaatuista lopputuotetta. Pilotointien aikana prosesseja hiottiin edelleen kohti lopullista tuotantoprosessin toteutusmallia. Pilotointiprosessin opit ja tulokset ovat olleet tärkeitä lähtötietoina eri tuotantoalueiden perussuunnittelulle.

Näiden muutosten ja kehityksen myötä Keliberin ennustetaan olevan kustannustehokkain akkulaatuisen litiumhydroksidin tuottaja kasvavilla akkumarkkinoilla vuonna 2025. ▲

WE INNOVATE. OTHERS IMITATE.

Brief

Deliver up to 30% additional capacity.

Turbulence Reduction

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

Greater Separation Efficiency

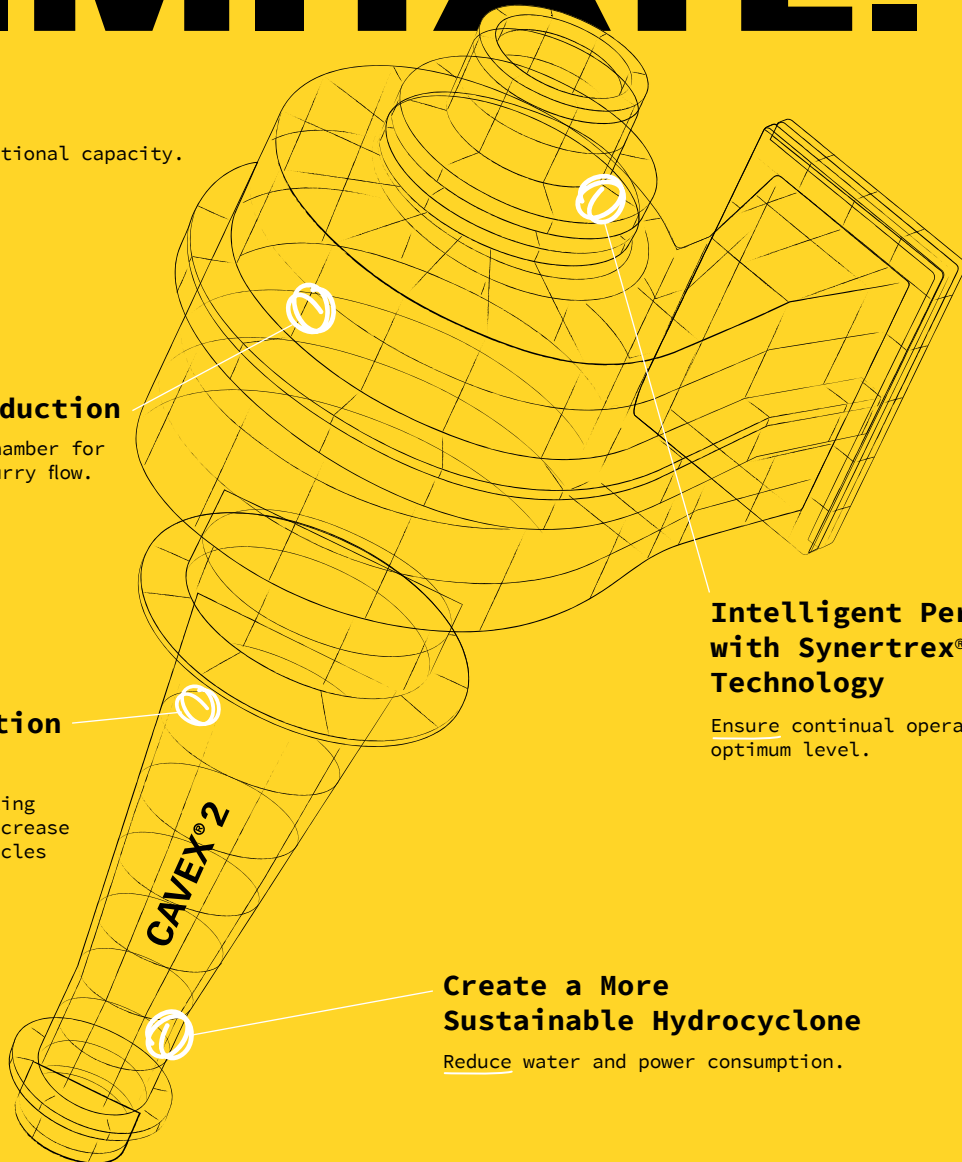
Reduce the fines reporting to the underflow and decrease misplaced coarse particles to the overflow.

Intelligent Performance with Synertrex® IIoT Technology

Ensure continual operation at an optimum level.

Create a More Sustainable Hydrocyclone

Reduce water and power consumption.



Up to 30% More Volumetric Capacity

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

Apply for a trial at cavex2.weir

WEIR
Minerals

www.global.weir



Ilmakuva Harjavallan tehtaan työmaalta

BASF:n Harjavallan akkumateriaalitehdas käyttää uusiutuvaa energiaa ja paikallisesti hankittuja raaka-aineita

BASF rakennuttaa ensimmäistä eurooppalaista akkumateriaalitehdastaan Harjavallassa. Uusi tuotantolaitos valmistaa katodiaktiivisten materiaalien esiasetta (PCAM). Tehtaan alustava kapasiteetti riittää noin 400 000 sähköajoneuvon valmistukseen vuodessa.

TEKSTI: TOR STENDAHL

Katodiaktiivinen materiaali on olennaisen tärkeä komponentti edistyneiden sähköajoneuvojen litium-ioniakuissa ja määrittää akun suorituskyvyn, kustannukset, turvallisuuden ja kestävyuden. Katodiaktiivisten materiaalien ominaisuudet mahdollistavat nopeuden, kiihtyvyyden ja voiman keski-kokoisista autoista maastureihin ja rekoista linja-autoihin.

Tuotantolaitoksen on määrä aloittaa toimintansa vuonna 2022. BASF rakentaa myös toista tehdasta Saksan Schwarzheiden, missä Harjavallassa tuotetut esiasteet jatkojalostetaan katodiaktiivisiksi materi-

aaleiksi. Schwarzheiden tehdas on suunniteltu modulaariseksi, minkä ansiosta sen tuotantokapasiteettia voidaan kasvattaa nopeasti vastaamaan Euroopan kasvavan sähköautomarkkinan tarpeisiin.

“Näiden kahden uuden tehtaan ansiosta voimme valmistaa korkealaatuisia akkumateriaaleja lähellä kennovalmistajia ja sähköautojen valmistajia Euroopassa. Tämä on tärkeä askel kohti BASF:lle kuin koko eurooppalaiselle akku- ja sähköajoneuvoteollisuudelle”, sanoo BASF:n Suomen maajohtaja Tor Stendahl.

Tehtaat ovat osa BASF:n monivaiheista investointisuunnitelmaa, joka tähtää eurooppalaisen sähköajoneuvojen arvoketjun

edistämiseen ja vahvistaa samalla BASF:n johtavaa asemaa sähköisen liikunnan akkumateriaalien tuotannossa eri puolilla maailmaa. BASF:llä on jo akkumateriaalien pilotointi- ja tuotantolaitoksia Saksan Ludwigshafenissa, Japanin Onodassa ja Kitakyushussa sekä Yhdysvaltain Elyriassa, Beachwoodissa ja Battle Creekissä. Yhtiö tulee olemaan ensimmäinen katodiaktiivisten materiaalien tuottaja, jolla on paikallista tuotantokapasiteettia tämän päivän kolmella päämarkkinalla – Aasiassa, Yhdysvalloissa ja Euroopassa.

Samaan aikaan BASF:n tutkimusosasto pyrkii määrätietoisesti nostamaan katodiaktiivisten materiaalien tehokkuuden >



Havainnekuva Schwarzheiden tulevasta tehtaasta

uudelle tasolle ja tukemaan näin meneillään olevaa sähköisen liikkuvuuden evoluutiota. Innovaatioidensa avulla BASF haluaa tuottaa markkinoiden energiatiheimpiä katodiaktiivisia materiaaleja. Työn tuloksena tullaan vuoteen 2025 mennessä näkemään keskikokoisia sähköautoja, joiden akun käyttöikä ja todellinen toimintamatkka on kaksinkertainen nykyiseen verrattuna (300:sta 600 kilometriin yhdellä latauksella),

akun koko ja hinta on puolet nykyisestä ja latausaika vain 15 minuuttia.

BASF:n innovaatiot auttavat tekemään sähköisistä ajoneuvoista käytännöllisen vaihtoehdon jokaiselle.

Harjavallan tehtaan rakentaminen käynnistyi perustustöillä keväällä 2020 ja on parhaillaan meneillään. Ennen rakentamista BASF kävi läpi YVA-prosessin (Ympäristövaikutusten arviointi), jonka avulla

kartoitettiin mahdollisia ympäristövaikutuksia sekä tapoja pitää ne mahdollisimman vähäisinä. BASF sai Harjavallan tehtaalle kemikaaliluvan heinäkuussa 2020 ja ympäristöluvan elokuussa 2020.

Uusiutuvaa energiaa ja paikallisia raaka-aineita

Harjavallan tehdas tulee käyttämään uusiutuvaa energiaa, mukaan lukien vesivoi-

Olemme luomassa tulevaisuuden sähköistä liikennettä:

Korkean suorituskyvyn akkumateriaaleja sähköisille ajoneuvoille

Sähköautoissa käytetään valtaosin litiumioniakkuja. Katodiaktiivinen materiaali on yksi näiden akkujen keskeisimmistä komponenteista. Materiaali määrittelee akun tehokkuuden, luotettavuuden, kustannuksen, kestävyyyden sekä sen koon. Katodiaktiivisen materiaalin ominaisuudet mahdollistavat nopeuden, kiihtyvyyden sekä voiman – aina keskikokoisista autoista maastureihin ja kuorma-autoista linja-autoihin.





Muokkaamalla katodimateriaalin partikkeleiden kokoa ja pintaa voidaan vaikuttaa tulevaisuuden akkujen ominaisuuksiin kuten latausnopeuteen ja ajoetäisyyteen.

maa, tuulivoimaa ja biomassaa. Tästä syystä tehdään hiilijalanjälki tulee olemaan poikkeuksellisen pieni. Tuotantolaitos hankkii raaka-aineensa, koboltin ja nikkelin, Nor-nickel Harjavallan metallinjalostamolta Harjavallasta. Paikallisen hankinnan ansiosta raaka-aineen saanti on varmempaa ja kuljetuksia tarvitaan vähemmän.

Tehtaan rakentaminen tuo alueelle liiketoimintaa ja työpaikkoja. BASF luo yli 100 uutta työpaikkaa useissa eri tehtävissä kuten tuotannossa, teknisessä suunnittelussa ja logistiikassa. Avainhenkilöiden rekrytointi on jo aloitettu, mutta suuressa mittakaavassa rekrytointi tapahtuu vuoden 2021 alkupuolella. BASF työskentelee myös yhdessä paikallisten kumppaneiden kanssa. Niiden palveluja käytetään esimerkiksi huollossa, vartioinnissa, logistiikassa ja ruokapalveluissa. Energiayhtiö STEP Oy huolehtii uuden tehtaan kaasun-, sähkön- ja vedensaannista. Yhteistyö ja vuoropuhelu suomalaisten asiantuntijoiden ja paikallisyhteisön kanssa on ollut BASF:lle erittäin hyödyllistä tehtaan suunnittelun ja rakentamisen aikana. Harjavallan kaupunki jopa nimensi tehtaalte johtavan kadun Akkukaduksi.

”BASF teki sopimuksen globaalin insinööri-toimisto Worleyn kanssa voidakseen hyödyntää yhtiön kokemusta laajamittaisista hankkeista. Suomalaista näkökulmaa kuitenkin tarvitaan, jotta tehtaasta saadaan tarkoituksenmukainen. Meidän oli kuunneltava ja opittava paljon, sillä suomalaisilla yhtiöillä on tärkeää kokemusta sääolosuhteista, paikallisesta lainsäädännöstä ja hyvistä paikallisista käytännöistä”, sanoo

Aleksei Volkov, joka vastaa BASF:llä akkumateriaalien tuotantolaitosten kehityksestä.

BASF:n tavoitteena on luoda lisäarvoa pitkällä aikavälillä niin yhtiölle itselleen kuin myös ympäristölle ja yhteiskunnalle. Siksi turvallisuus ja ympäristöstä huolehtiminen ovatkin tärkeitä näkökohtia, jotka on otettu huomioon uuden tehtaan suunnittelussa yhteistyössä ympäristölupaprosessista vastaavien viranomaisten kanssa. Kaikki BASF:n tehtaat noudattavat korkean tason turvallisuus- ja ympäristöstandardia.

Rakentamassa eurooppalaista akkuarvoketjua

BASF tekee hankkeessa yhteistyötä Business Finlandin kanssa, joka on innovaatio-rahastukseen sekä kaupan, matkailun ja investointien edistämiseen keskittyvä julkinen organisaatio. Business Finland rahoittaa akkuarvoketjun innovaatioita ja kehitystä koskevaa IPCEI-hanketta (important project of common European interest eli Euroopan yhteistä etua koskeva tärkeä hanke). Invest in Finland, josta on osa Business Finlandia, auttaa ulkomaisia yhtiöitä löytämään liiketoimintamahdollisuuksia Suomesta.

Suomessa toimii myös aktiivinen, noin 100 toimijan verkosto ohjelmassa nimeltä Batteries from Finland (Akkuja Suomesta). Se pyrkii houkuttelemaan kansainvälistä liiketoimintaa akkusektorilla ja tekemään Suomesta globaalien johtajien akkujen kierrätyksessä. Ohjelma nostaa esiin suomalaista asiantuntemusta koko arvoketjussa sekä Suomen luonnollisia mineraaliluonnon-

varoja, joita akkutuotannossa tarvitaan.

”Harjavallan tehdas tulee olemaan osa kasvavaa akkuihin liittyvän asiantuntemuksen ekosysteemiä Suomessa sekä laajemmin Euroopassa. Tästä osaamisen ja eteenpäin ajavan voiman kertymästä syntyy vahva pohja innovoinnille ja kehitykselle, ja se nostaa Euroopan toimialan kärkeen. Olemme ylpeitä siitä, että saamme olla osana ympäristöystävällistä liikkumista tukevaa yhteistyötä”, sanoo Harjavallan tehtaan site manager Tomi Oja.

Liikenteen sähköistyminen on EU:lle tärkeä tavoite unionin pyrkiessä vähentämään hiilidioksidipäästöjä ja torjumaan ilmastonmuutosta. Kun Eurooppa siirtyy pois fossiilista polttoaineista kohti sähköisiä kulkuneuvoja, akkujen tuotannosta ja kehityksestä tulee entistä kiireellisempää. COVID-19-pandemia on osoittanut, millaisia kuljetusvaikeuksia voi syntyä, kun tavaraa tuodaan toiselta puolelta maailmaa, ja onkin tullut selväksi, että akkutuotantoa on oltava myös täällä Euroopassa. EU:n komissio pyrkii luomaan täysin eurooppalaisen akkujen arvoketjun, ja BASF:n uusi tehdas on yksi askel matkalla kohti tavoitetta.

Suomessa BASF:llä on toimistot Helsingissä ja Tampereella, paperinpäällystyskemikaaleja valmistava tehdas Haminassa, rakennuskemikaalien ja maalien tuotantoa sekä logistiikkatoimintoja Riihimäellä ja pintakäsittelyaineita valmistava Chemetall-yksikkö Tampereella. Yhtiö työllistää lähes 120 000 ihmistä maailmanlaajuisesti. ▲



Eräs tärkeä keino leikata liikenteen päästöjä on liikenteen sähköistäminen siirtymällä polttomoottoriautoista sähköautoihin.

Mineraaleista potkua akkuarvoketjun kehittämiseen

TEKSTI: **PIRITTA SALONEN**, HEAD OF PROCESS TECHNOLOGY, SUOMEN MALMIJALOSTUS OY

Ilmastonmuutoksen mukanaan tuomat ongelmat ovat nousseet yhä tärkeämmiksi huomion kohteiksi, joiden eteen on tehtävä paljon töitä. Liikenteen päästöillä on suuri merkitys tässä kehityksessä. Eräs tärkeä keino leikata liikenteen päästöjä on liikenteen sähköistäminen siirtymällä polttomoottoriautoista sähköautoihin. Hiilidioksidipäästöjen ohella tällä voidaan vähentää myös liikenteen pienhiukkaspäästöjä.

Meillä Suomen Malmijalostuksessa on tavoitteena kehittää kestävää litiumioniakkujen arvoketjua Suomeen kotimaisen ja eurooppalaisen yhteistyön avulla. Litiumioniakut nähdään yhtenä tärkeimpänä keinoena vähentää hiilidioksidipäästöjä.

Ilmastotavoitteet ja sähköistyvä liikenne ovat lisänneet litiumioniakkujen kysyntää maailmanlaajuisesti. Kiina johtaa edelleen litiumioniakkujen toimitusketjua. Suomi ja Eurooppa ovat jo aloittaneet siirtymisensä sähköiseen autoliikenteeseen. Uusiutuvan

energian tarve on myös kasvanut, ja sitä kautta energian varastointiin tarvittavien ratkaisujen käyttöönotto on hyvässä vauhdissa. Lisääntyvän kennotuotannon vuoksi niiden raaka-aineina käytetyistä akkumineraaleista on tullut selkeästi tärkeämpiä.

Kriittiset akkumineraalit ovat Suomen vahvuus

Euroopan komissio on listannut kriittisiä mineraaliraaka-aineita, joihin nyt on lisätty uutena muun muassa litium. Komissio on myös huomionnut nikkelin tärkeyden, ja se on nyt tarkan seurannan listalla, mistä raaka-aineet ovat aiemminkin nousseet kriittisten raaka-aineiden luetteloon. Näiden mineraalien kysyntäennusteet viittaavat myös siihen, että haasteita saattaa tulla sähköautojen akkujen ja energian varastointiratkaisujen raaka-ainesaatavuudessa.

Litiumin kysynnän on ennustettu jopa 18-kertaistuvan vuoteen 2030 mennessä verrattuna siihen, kuinka paljon sitä tällä

hetkellä toimitetaan koko EU:n alueelle. Myös nikkeliä, mangaania ja alumiinia on ennustettu tarvittavan nykytilanteeseen verrattuna noin kymmenkertainen määrä, mikäli ilmaston lämpeneminen halutaan pysäyttää alle kahteen celsiusasteeseen esteelliseen aikaan verrattuna.

Meillä Suomessa on poikkeuksellisen hyvät lähtökohdat kehittää vastuullisesti toimivaa kaivosalaa ja akkuarvoketjua. Kallioperässämme on sähköautojen akuisa käytettyjä metalleja kuten nikkeliä, kobolttia, litiumia ja kuparia. Näitä ei löydy juurikaan muiden Euroopan maiden maaperästä, ja tämä vahvistaa Suomen kaivosteollisuuden toimintaedellytyksiä. Meillä on jo vakiintunut asema kaivosmaana, ja uusia malmiesiintymiä tutkitaan koko ajan.

Autovalmistajat ja kuluttajat ovat heränneet vaatimaan raaka-aineiden jäljitettävyyttä ja vastuullista tuottamista. Myös raaka-aineiden tuotannon työturvallisuus- ja ympäristöasioiden huomioon ottaminen



Terrafamen akkukemikaalien kaupallinen tuotanto käynnistyy vuoden 2021 alkupuolella.

on kuluttajille entistä tärkeämpää. Metallien jäljittämiseen ei ole toistaiseksi yhtenevää menetelmää tai hyväksytyjä kriteerejä. Jäljittävyydellä voidaan tuoda esiin Suomen vahvuuksia turvallisessa ja vastuullisessa tuotannossa sekä lisätä kilpailukykyämme raaka-ainemarkkinoilla.

Akkuteollisuus tuo työtä monelle osa-alueelle

Uudet katodimateriaalit ovat jo lisänneet akkualan tutkimusta Suomessa. Meillä on siihen hyvät lähtökohdat vuosikymmenten ajan harjoitetun metallurgisen teollisuuden kautta. Lisäksi kiertotalous ja akkumateriaalien kierrätys ovat nousemassa tärkeään

rooliin tukemaan raaka-aineiden hankintaa akkuteollisuuden tarpeisiin. Monien tarpeellisten akuissa käytettävien raaka-aineiden lisäksi Suomesta löytyy paljon teknologia-, jalostus- ja kierrätysosaamista, jonka hyödyntäminen tämän uudenlaisen teollisuuden käyttöön luo uusia työpaikkoja alalle sekä mahdollistaa hankkeiden toteutuksen.

Esimerkiksi nikkelipohjaisten katodimateriaalien tuotanto on käynnistymässä Suomessa jo lähitulevaisuudessa. Projektit sisältävät useita suunnitteluvaiheita, joiden aikana tehtaiden tekninen toteutus ja rakentaminen suunnitellaan yksityiskohtaisesti. Kun tehtaiden suunnitteluun otetaan



Suuret tehdasinvestoinnit luovat työpaikkoja niin suunnittelu- ja rakennusvaiheessa kuin tuotannon aikanakin.

mukaan eri tahojen ammattilaiset, voidaan suunnitella ja rakentaa turvallinen laitos, joka luo työtä niin rakentamisen aikana kuin tuotantovaiheessakin.

Teknisen toteutuksen lisäksi hankkeisiin liittyy myös useita muita selvityksiä ja lupien hakemista. Ensimmäisissä vaiheissa tehtävä ympäristövaikutusten arviointi auttaa tunnistamaan parhaan mahdollisen sijoituspaikan ja menetelmät, jotka mahdollistavat haitallisten ympäristövaikutusten minimoimisen. Akkuarvoketjun eri vaiheiden tehtävät ovat erityyppisiä, ja niiden ympäristövaikutukset vaihtelevat prosessointivaiheen ja sijoituspaikan mukaan.

Suunnitteluvaiheessa yhteistyö sijoituspaikkakuntien ja paikallisten palvelutoimijoiden kanssa on erittäin tärkeää, jotta voidaan suunnitella kestävä ratkaisu niin tehtaan tekniseen toteutukseen, tontin suunnitteluun kuin hyödykkeiden hankintaan. Tärkeäksi nousee myös se, että varaudutaan tulevien työtehtävien vaatimiin koulutuksiin ja kehitetään koulutustarjontaa paikallisesti tukemaan tätä teollisuudenalaa. Suomessa on jo perustettu useita eri koulutusasteiden akkuarvoketjua tukevia koulutuslinjoja, mutta vielä on varmistettava se, että riittävän osaavaa työvoimaa on saatavilla, kun tehdasinvestoinnit etenevät.

Minimoidaan investointeja hidastavat tekijät

Ilmastonmuutoksen vastaiseen taisteluun meillä on Suomessa hyvät edellytykset raaka-aineiden ja osaamisen ansiosta. Itsensäselvyyksiä akkuarvoketjun investoinnit Suomeen eivät silti ole. Kilpailu eri maiden välillä on tiukkaa, ja meidän tulee perustella kilpailuetumme usealta kannalta. Uusiutuvan energian käyttö ja vakaa sähköverkko ovat esimerkkejä näistä kilpailueduista.

Mutta vaikka teollisuus, tutkimuslaitokset ja kaupungit tekevät jo hyvää yhteistyötä, täytyy Suomen tukea vielä vahvemmin sitä, että investointeja rajoittavat haasteet saadaan minimoiduksi. Pitkät, vuosia kestävä lupaprosessit hidastavat hankkeiden läpivientä, mikä nähdään riskinä kovassa aikataulupaineessa eteneville kansainvälisille investoinneille. Niiden saaminen Suomeen edellyttää valtiolta ja kaikilta akkuarvoketjun kehittämiseen liittyviltä osapuolilta vahvaa sitoutumista ja kykyä toimia entistä tehokkaammin. Meidän täytyy luoda tästä tehokkaasta ja korkealaatuisesta teollisuusinvestointien suunnittelusta ja luvituksista itsellemme kilpailuetu. ▲

Akkuteollisuus tarjoaa mahdollisuuden

– Quo Vadis vuoriammattilainen?

Sähköisen liikenteen kasvu on teollinen murros, jossa Suomelle on avautunut suuria mahdollisuuksia. Alan vahvistuminen edellyttää paljon innovaatioita, vastuullisuutta sekä koordinoitua yhteistyötä. Olisiko osajien oikea aika tarttua haasteisiin?

TEKSTI JA KUVAT: **JANNE PALOSAARI**

Kiinalainen haluaa sähköauton, jolla voi yhdellä latauksella ajaa tuhat kilometriä. Hän ei tarvitse pitkää toimintasädeä voidakseen ajaa yhtäjaksoisen reissun Helsingistä Sotkamon Tuhkakylälle ja takaisin. Tuhannen kilometrin toimintasäde on tärkeä, koska se rajaa sähköauton lataustarpeen yhteen kertaan viikossa, mikä taas mahdollistaa latausinfrastruktuurin skaalattavuuden Kiinan suurkaupungeissa.

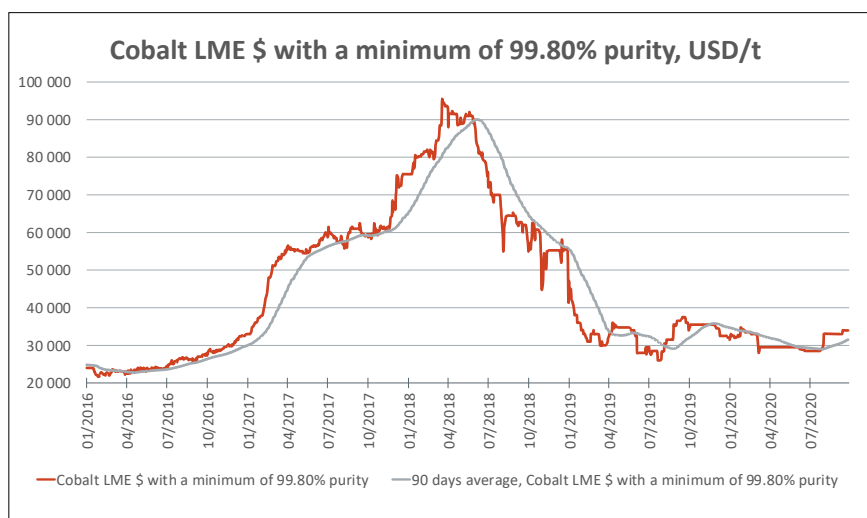
Kun Kiinan valtio muutti sähköautojen tukijärjestelmää vuonna 2019 mahdollistaakseen harppauksen pidempiin toimintäsäteisiin, poistuivat valtiontuet lähes täysin pääosalta tuolloin tuotannossa olleilta sähköautomalleilta. Tukijärjestelmän muuttuessa yhdelläkään Kiinan kotimaisista toimijoista ei ollut tuotantomallia, joka olisi ollut oikeutettu täysin sähköauton valtiontukiin.

Kiinalaisittain toteutettu ohjaus johti luonnollisesti koko toimitusketjun äkkipysäykseen. Näistä käänneistä huolimatta itselleni ei jäänyt epäilystäkään, etteivätkö kiinalaiset toimijat pystyisi saavuttamaan heille asetettuja teknisiä tavoitteita.

Terrafamalla näkymiä liikenteen sähköistymiseen on jännittävää seurata, sillä jo vuonna 2017 yhtiö teki päätöksen kaivoksen nikkeli- ja kobolttituotannon konvertoimisesta kokonaisuudessaan akkumikaalimarkkinoille käytettäväksi nikkeli- ja kobolttisulfaattituotteiksi. 240 miljoonan euron investointi valmistuu ensi vuoden alussa.

Lisää nikkeliä!

Liikenne sähköistyy Kiinan lisäksi muualakin. Yhdysvaltalaisen media-yhtiö Bloom-



Kuva 1. Kobolttin hintakuvaaja

bergin mukaan esimerkiksi Kalifornian osavaltio kieltää uusien polttomoottoriautojen myynnin vuoteen 2035 mennessä. Samoin monet valtiot ohjaavat kansalaisia sähköiseen liikenteeseen taloudellisilla kannustimilla ja rajoituksilla.

Liikenteen sähköistyminen tulee kasvattamaan keskeisten akkumateriaalien markkinoita. Tesla Motors Inc.:n toimitusjohtaja Elon Musk lupasi heinäkuussa pitkiä sopimuksia yhtiölle, jotka tuottavat nikkeliä tehokkaasti ja ympäristöystävällisesti. ”Please, get nickel”, vaati Musk kaivostoimijoilta.

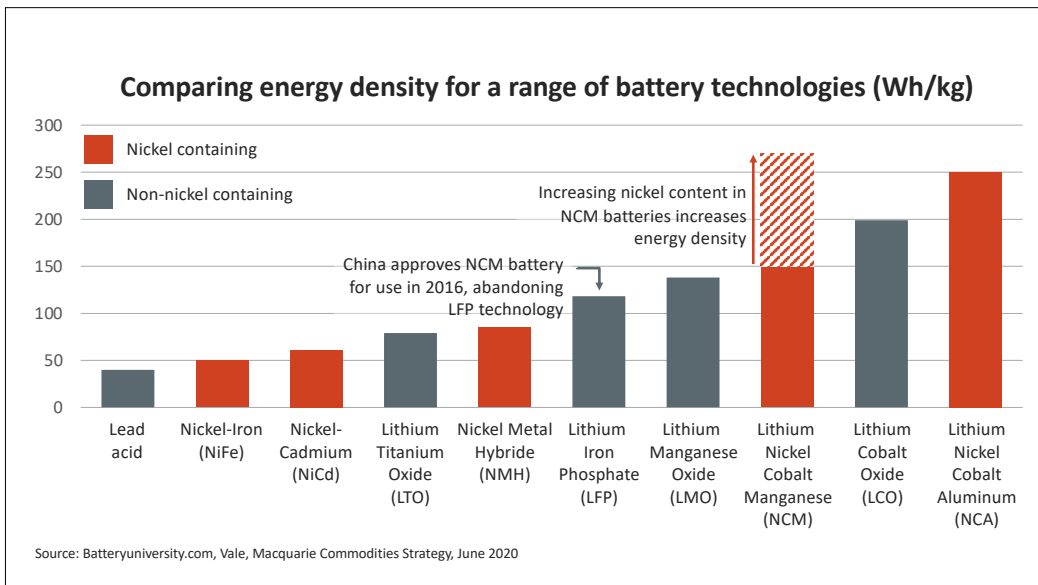
Huutoon on vastannut joukko Uuden mantereen junioriyhtiöitä, joita osakemarkkinat ovat palkinneet yli 60 prosentin markkina-arvon vaihteluilla - ylös ja alas. Moni muukin kuluttajakauppa käyvä yritys on Teslan tavoin aktivoitunut varmistamaan

kriittisten raaka-aineiden saatavuutta tuotteisiinsa. Näiden yhtiöiden toimet hyödykemarkkinoilla eivät tosin ainakaan vuoden 2018 kobolttiryntäyksen valossa johda välttämättä teollisuuden kehittämiseen tai millään mittarilla mairitteleviin tuloksiin.

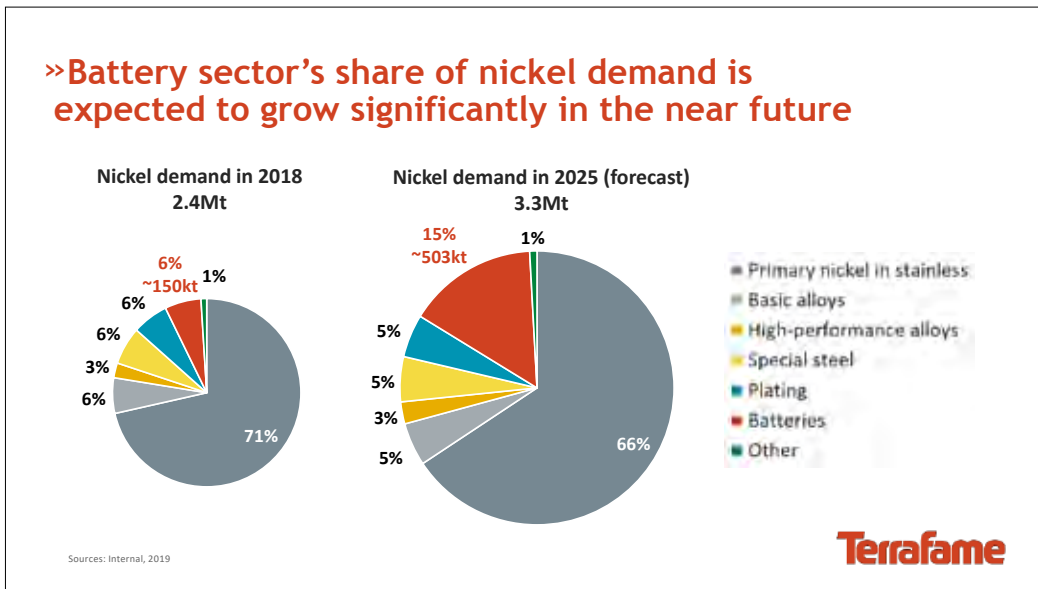
Kaikkien arvoketjun toimijoiden ryhtyessä varmistamaan raaka-aineita ketjun yli syntyy helposti virheellisiä käsityksiä hyödykkeen tarpeen todellisista määristä.

Uskoa teollisuuden kehittämiseen pitää löytyä pidemmällä tähtäimellä. Kaikki arvoketjun toimijat toivovat varmasti maailmaan lisää kriittisten raaka-aineiden alkutuotantoa ja selkeitä teknologiavaihtoja tulevaisuuden standardien pohjaksi mahdollisimman nopeasti. Toimitusjohtaja Muskin vaatiessa markkinoille lisää nikkelin primäärituotantoa Tesla yhtiönä

Kuva 2.
Akkutekniologioiden
energiatiheys



Kuva 3.
Akkusektorin osuus
nikkelin kysynnästä



ilmoitti nikkeli vapaan LFP-akuteknologian hyödyntämisestä Kiinan markkinoille tuotettavissa Model 3 halpismalleissaan. Eurooppalainen autoteollisuus sen sijaan pohjaa teknologiakehityksen vahvasti korkeanikkelisten NCM-tekniologioiden hyödyntämiseen. Niillä saavutetaan selkeästi parempi virrantiheys ja vastaavasti sähköautojen pidempi toimintamatka.

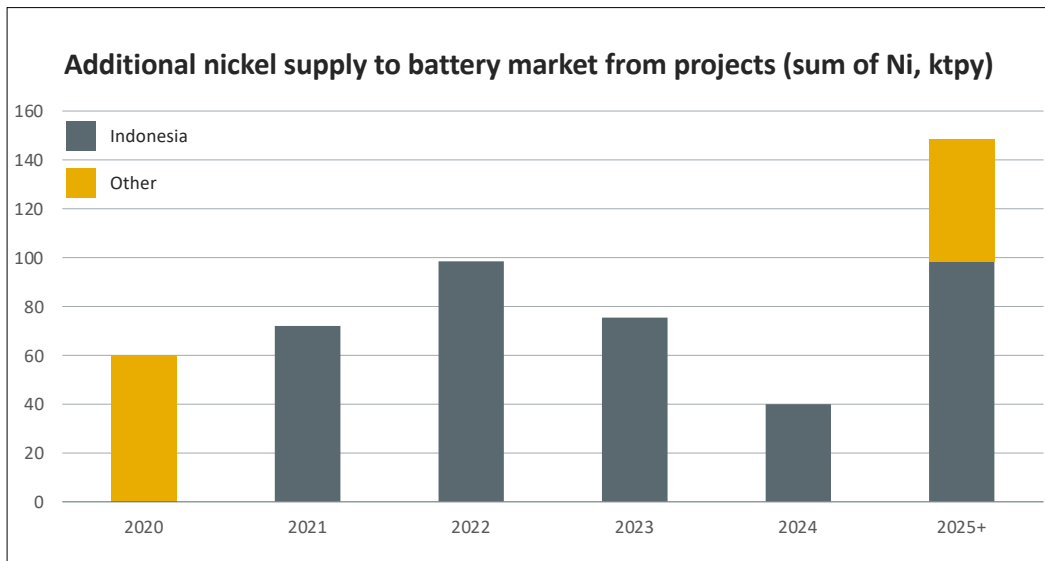
Vaatus vastuullisuudesta tarjoaa mahdollisuuden

Elon Muskin toiveissa oleellista ei ole pelkästään edullisesti tuotetun raaka-aineen kysyntäennuste. Yhtä paljon kannattaa kiinnittää huomiota siihen, miten kuluttajille myyvät yhtiöt kuuluttavat tehokkuutta ja ympäristövastuutaan. Akkutuotannon tarve vastaa tällä hetkellä noin viittä prosenttia

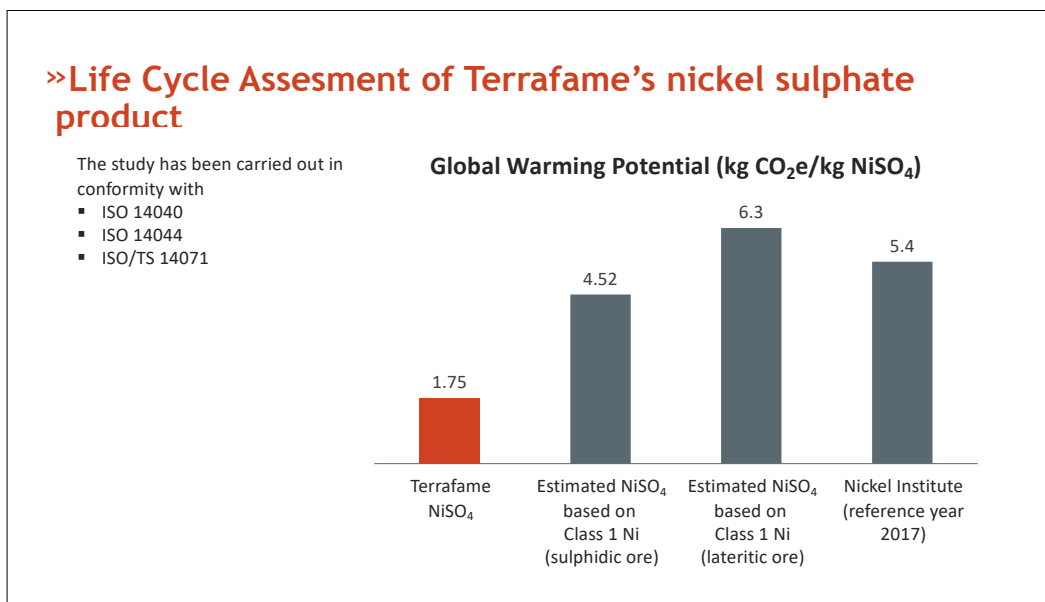
Pioneerihenkeä kehiin

Liikenteen sähköistyminen tarjoaa Suomessa toimiville yritykselle mahdollisuuden hyötyä yhdestä autoteollisuuden megatrendistä. Autoteollisuus näkee toimintaympäristönsä muuttuvan sekä sähköistymisen että myös autonomisen ajamisen ja autojen yhteiskäytön myötä. Mahdollisuuksien hyödyntäminen vaatii kuitenkin paljon oikeita päätöksiä ja kosolti raivaajihenkeä.

Esimerkiksi Terrafamen koko vuosituotanto vastaa noin miljoonan sähköauton tarvetta. Tämä on merkittävä, mutta se ei ratkaise autotehtailijan globaalia haastetta löytää ratkaisu yli 20 miljoonan sähköauton vastuulliseen tuotantoon. Kun autoteollisuuden arvoketjut muuttuvat, myös osaamispiiri jakeantuu uudelleen. Tähän saakka suuret autotehtaat ovat valmistaneet ison osan polttomoottoreista itse ja omistavat myös immateriaalioikeudet. On mielenkiintoista nähdä, miten tilanne muuttuu lähivuosina.



Kuva 4. Projektit kasvattavat nikkelin tarjontaa akkumarkkinoille



Kuva 5. Terrafamen nikkelisulfaattituotteen elinkaarianalyysi.

globaalista nikkelin kysynnästä ja vaikuttaa toistaiseksi vain vähän nikkelimarkkinoihin. Ennusteiden mukaan nikkelin käyttö Li-Ion-akuissa kuitenkin kolminkertaistuu viidessä vuodessa nykyisestä 150 000 tonnista. Kuluvana koronavuonna nikkelimarkkinan koko vaikuttaisi jäävän noin 2,3 miljoonaan tonniin.

Muskin toive tehokkuudesta ja ympäristöystävällisyydestä on merkittävä, koska seitsemän yhdeksästä akkumarkkinoille tähtäävästä nikkeliProjektista sijaitsee Indonesiassa. Maan energiantuotanto on muiden Aasian valtioiden tapaan erittäin riippuvainen hiilestä. Koska hiilijalanjäljen pienentäminen on koko liikenteen sähköistykseen ajava voima, tulee sähköautovalmistajalle olemaan haasteellista viestiä asiakkailleen kivihiilen polttoon perustuvan alkutuotan-

”Ei rasvaa, ei vettä, vaan tippa bensaa”- hybridiautojen outo aika

Vuorineuvostason kulkuneuvoja nikkaroiva Rolls-Royce ilmoitti hiljattain, että se aikoo valmistaa täyssähköauton. Samassa yhteydessä yhtiö ilmoitti myös, ettei mallistoon ole suunnitteilla lainkaan lataushybridejä.

The drivetrain in an ICE vehicle contains 2,000+ moving parts typically, whereas the drivetrain in an EV contains around 20.

Poltto moottoriauton voimalinjassa on noin 2 000 liikkuvaa osaa. Sähköauton voimalinja vaatii liikkuvia osia ehkä parikymmentä. On varsin vähän hyviä perusteluita sille, että molemmat teknologiat yhdistetään mekaaniseen voimalinjaan. Sekä VTT:n että Tampereen teknillisen yliopiston taannoisessa tutkimuksessa [<https://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/3999467/Trafi+vertaili+Hybridiautolla+kalleimmat+kilometrit>] hybridiauto osoittautui selkeästi kalleimmaksi vaihtoehdoksi ja täyssähköauto edullisimmaksi. Näiden väliin jäivät polttomoottorilla toimivat autot sekä kaasuauto.



Kuva 6. Terrafamen liiketoimintamalli. Kun alkutuotanto ja akkukemikaalitehdas sijaitsevat samalla teollisuusalueella, materiaalivirrat voidaan optimoida niin, että hiilijalanjälki jää mahdollisimman pieneksi.

»Terrafame's sustainability systems	
Current systems and policies	Code of conduct
	Sustainability policy
	Finnish Towards Sustainable Mining Standard
	Current certified management system: ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
New systems	In its governance, the company takes into account, as appropriate, the requirements of the current Finnish Corporate Governance Code drawn up by the Securities Market Association. Deviations relate to the fact that the company's securities are not publicly traded.
	UN Global Compact commitment 2020
	Responsible Care self-assessment during 2020
	External TFS Audit at the beginning of 2021, the audit shows compliance with ISO 26001 requirements
	The conditions for joining the Responsible Care programme for the chemical industry will be explored.

Kuva 7. Terrafamen vastuullisuusjärjestelmät

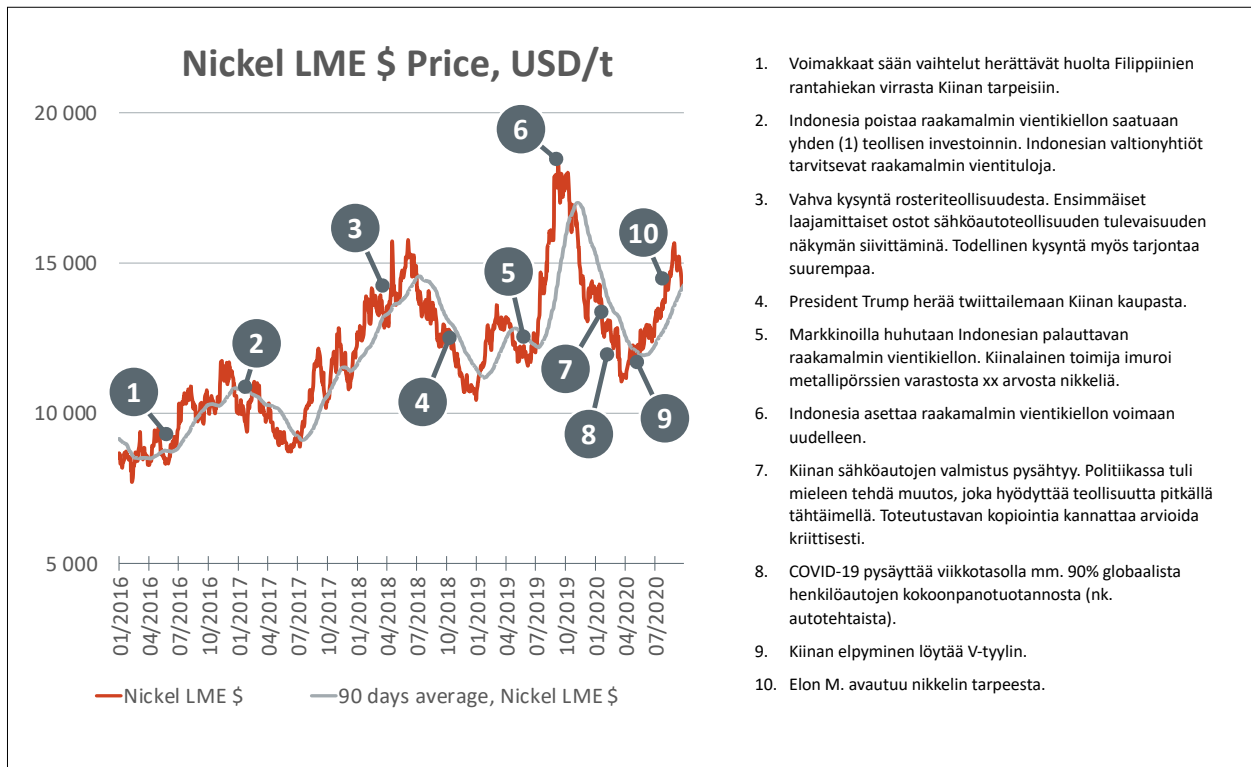
non tukemisesta. Yhtä vaikeaa voi toki olla löytää hyväksyttäviä perusteluita sille, että sähköautoistumisen mahdollistavan alkutuotannon sivutuotteena syntyviä fraktioita loppusijoitettaisiin valtamerten syvänteisiin (DSTP - deep sea tailings placement) yhtään nykyistä laajemmassa mittakaavassa.

Hiilijalanjäljellä mitattuna Terrafame globaalisti paalupaikalla

Hiilijalanjäljellä mitattuna Terrafame pystyy tuottamaan akkukemikaalit glo-

baalisti pienimmällä hiilijalanjäljellä. Bioliuotukseen perustuvan erotusmenetelmän ansiosta Terrafame säästää malmin vaahdotushienouteen saakka tapahtuvaan jauhatukseen kaivoksilla perinteisesti kuluvaan energian. Lisäksi paineliuotukseen perustuva akkukemikaalitehdas alkupää mahdollistaa metallurgisten korkealämpötilaprosessien välttämisen. Tämän perusprosessin varaan on hyvä rakentaa ajatuksia täysin eurooppalaisesta, kestävästi toteutetusta jalostusketjusta.

Terrafamen hallituksen päättäessä akkukemikaalitehdasinvestoinnista vuonna 2017 globaali nikkelisulfaattimarkkina oli kooltaan noin 115 000 tonnia nikkeliä. Yhtiön ilmoitus konvertoida koko kaivoksen 35 000 tonnin vuosituotanto tähän markkinaan oli vahva viesti alan toimijoille - muiden tuottajien tehtäväksi jää joustaa markkinoiden kapasiteettivaatimusten mukaan kehityksen edetessä. Terrafamen bioliuotusmenetelmän viiden vuoden liuotusaika varmistaa, ettei Terrafame tule



Kuva 8. Nikkelin hintakehitys

ohjaamaan tuotantoon markkinaheilunnan perusteella. Suomessa tuotetut akkukemikaalit tulevat olemaan nikkelisulfaatti-markkinoiden perusta tulevaisuudessa.

Jos perinteisillä prosesseilla maailmalla tuotettu nikkelisulfaatti korvautuu Terrafamen tuotannolla, vähenevät vuosittaiset hiilidioksidipäästöt 0,62 miljoonaa tonnia CO₂-ekvivalenttisyyskiloa. Tämä vastaa bensiinikäyttöisen polttomoottoriauton hiilijalanjälkeä 3 400 000 kilometrin matkalla, mikä matkana on noin 85 000 kertaa maailman ympäri.

Pienen hiilijalanjäljen bioliuotusprosessin lisäksi Terrafamen hiilidioksidipäästöjä vähentää se, että kyseessä on ainoa laatuun oleva integraatti, jossa alkutuotanto ja akkukemikaalitehdas sijaitsevat samalla teollisuusalueella. Tällöin materiaalivirtojen optimointi voidaan järjestää ilman kuljetuksista aiheutuvaa hiilijalanjälkeä. Tämä järjestely varmistaa myös tuotettujen akkukemikaalien 100-prosenttisen jäljitettävyyden. Vaatimukset tulevat kasvamaan ja myös muiden jalostusketjujen on pystyttävä vastaamaan toiminnan läpinäkyvyyteen tulevaisuudessa.

Hyvät toimintaedellytykset vielä paremmiksi

Kotimaan teollinen infrastruktuuri ja sähköistetty rataverkko luovat akkuklusterin

Terrafamen 2020-luvun näköm

- Akkukemikaalitehtaan tuotanto käynnistyy Sotkamossa alkuvuonna 2021.
- Tehtaasta tulee Euroopan yksi suurimmista akkukemikaalituotantolinjoista suoraan Euroopan suurimman nikkeli-kaivoksen jatkoksi.
- Tuotantokapasiteetti on n. 170 000 tonnia nikkelisulfaattia ja 7 400 tonnia kobolttisulfaattia vuodessa.
- Investoinnin arvo on n. 240 miljoonaa euroa.
- Tuhkakylälle työllistyy suoraan noin 1 500 henkeä.

syntymiselle hyvät edellytykset. Vuoriamattilaisten osaaminen joukoissamme on tunnetusti maailman huipputasoa. Vaikka toimintaedellytykset ovat hyvät, löytyy myös kehitettävää.

Alan ekosysteemi kaipaa lisää aktiivisia toimijoita. Nykyisten akkumateriaalien arvoketjussa toimivien yhtiöiden yhteinen intressi on, että maahamme syntyy laajasti verkostoituneita alihankkijoita ja työh-

teenliittymiä vientitoimijoiden kumppaneiksi.

Vuorimiesyhdistyksen ammattitaitoisille jäsenille on varmuudella paljon mahdollisuuksia sekä alan yritysten palkkalistoilla että kokonaan uuden liiketoiminnan rakentajina. Varsinkin nuorempien kannattaa seurata akkuklusterin tarjoamia mahdollisuuksia tulevaisuudessa tarkalla silmällä.

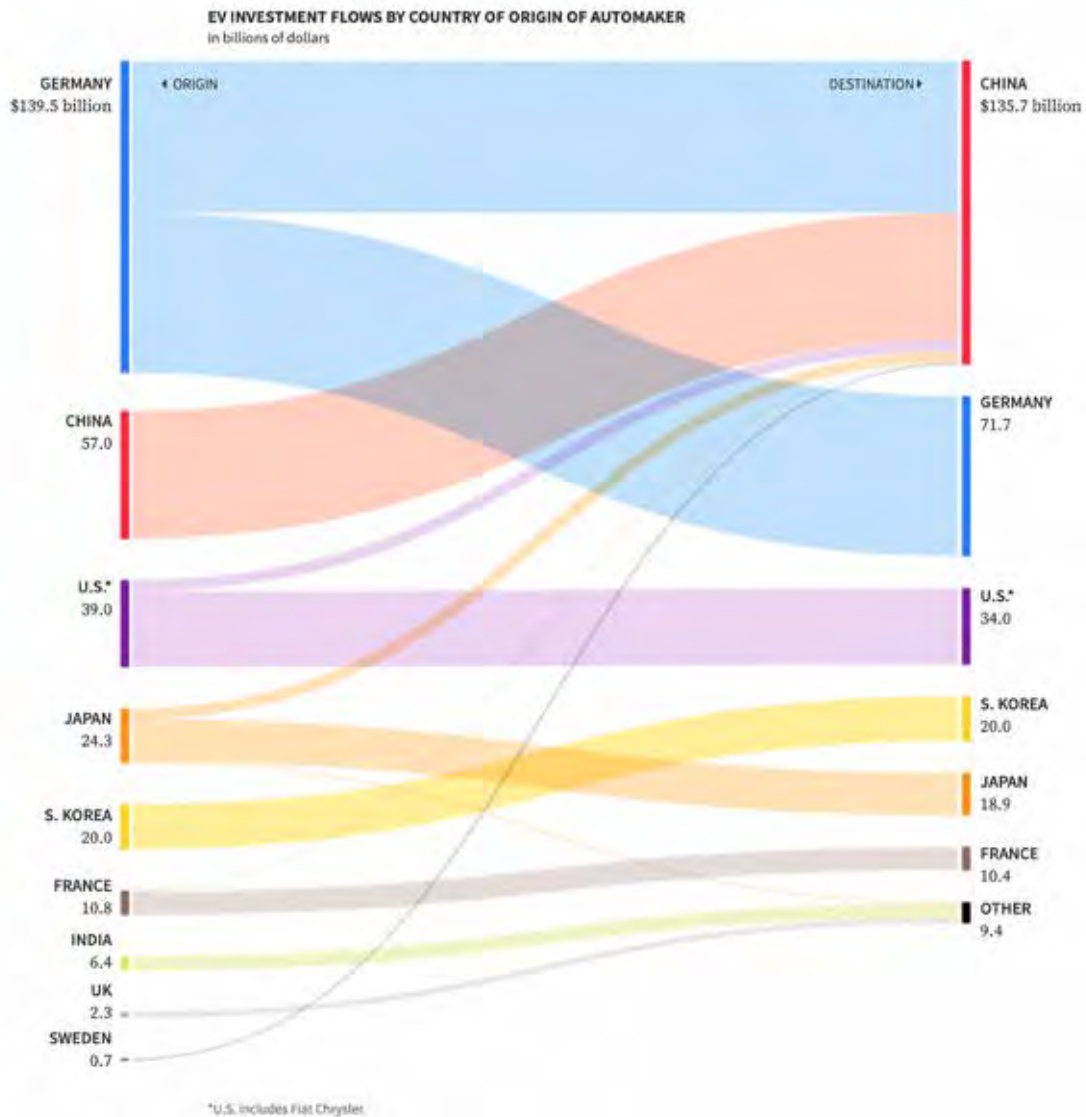
Kaikkien uuden liiketoiminnan rakentajien on hiottava toimintansa globaalille tasolle. Koko alihankintaketjun on osaltaan pystyttävä vastaamaan kansainvälisten asiakasyritysten vastuullisuusodotuksiin. Monen pienemmistä toimijoista on korkea aika nostaa rimaa nykyisestä! Turvallisuus- ja ympäristönäkökohtien huomioon ottaminen aidosti kaikessa tekemisessä sekä vastuullisuus-, laatu- ja johtamisjärjestelmien kehittäminen ovat perusedellytyksiä.

Ei myöskään riitä, että pidättäydymme yhteistuumin lapsityövoiman käytöstä ja maksamme kaikkien palkat ajallaan. Globaalin hankintaorganisaation auditoinnin sattuessa kohdalle nämä asiat pitää pystyä myös järjestelmällisesti todentamaan. Löytyvätkö työnantajaltasi todisteet siitä, ettei lähin esimies vaadi osaa alaistensa palkasta hyvän miehen lisänä itselleen?

Lisäksi alan yritysten on tiedostettava, että vain kustannustehokkuudella pystytään globaalissa kilpailussa mukana. Kuten

Investment in electric vehicles

Global automakers are planning an unprecedented level of spending to develop and procure batteries and electric vehicles over the next five to 10 years, with a significant portion of their budgets targeted at China, according to a Reuters analysis of public data released by those companies.



Methodology: Reuters analyzed investment and procurement budgets made public over the past two years by 29 automakers which are based primarily in the United States, China, Japan, South Korea, India, Germany and France. The figures do not reflect planned investments and purchases that have not yet been publicized. Actual spending by vehicle manufacturers on research and development, engineering, production tooling and procurement likely will be much higher. The analysis does not include related spending by automotive suppliers, technology companies and large corporations in other industries, from energy and aerospace to electronics and telecommunications.

Source: Reuters analysis
P. Lienert, C. Chan 09/01/2019

*Includes Fiat Chrysler.
REUTERS

Kuva 9. Investoinnit sähköautoihin

Globaalisti eri toimijoiden julkistetut investoinnit sähköautojen kehitykseen ja tuotantoon nousivat jo vuoden 2018 jälkeen yli 300 miljardin Yhdysvaltain dollariin. Kuten kaikessa, puolet näistä investointipanostuksista suuntautuu Kiinaan. Puolet Kiinan investoinneista on eurooppalaista alkuperää. Euroopan autoteollisuus on hyötynyt merkittävästi Kiinan valtion tukemasta kehityksestä liikenteen sähköistämiseksi. On mielenkiintoista nähdä, mitä tapahtuu, kun eurooppalaiset autonvalmistajat palaavat kotimarkkinoilleen luomaan eurooppalaisen version 2.0 sähköautotuotannosta.

kaiken hyödyketuotannon, myös akkujen arvoketjussa toimijoiden kannattavuuden ratkaisevat globaalit markkinat, jotka rea-

goivat nopeasti yllättäviin maailmanpolitiikan muutoksiin. Riippumatta kaikesta teknologisesta osaamisesta ja pieteetillä hoi-

detuista prosesseista seuraavan kvartaalin tulosnotkahduksen voi aiheuttaa jopa yksittäinen aamutuimaan kirjoitettu twiitti. ▲



DIGITAALISIN ASKELIN PAREMPAAN TUOTTAVUUTEEN

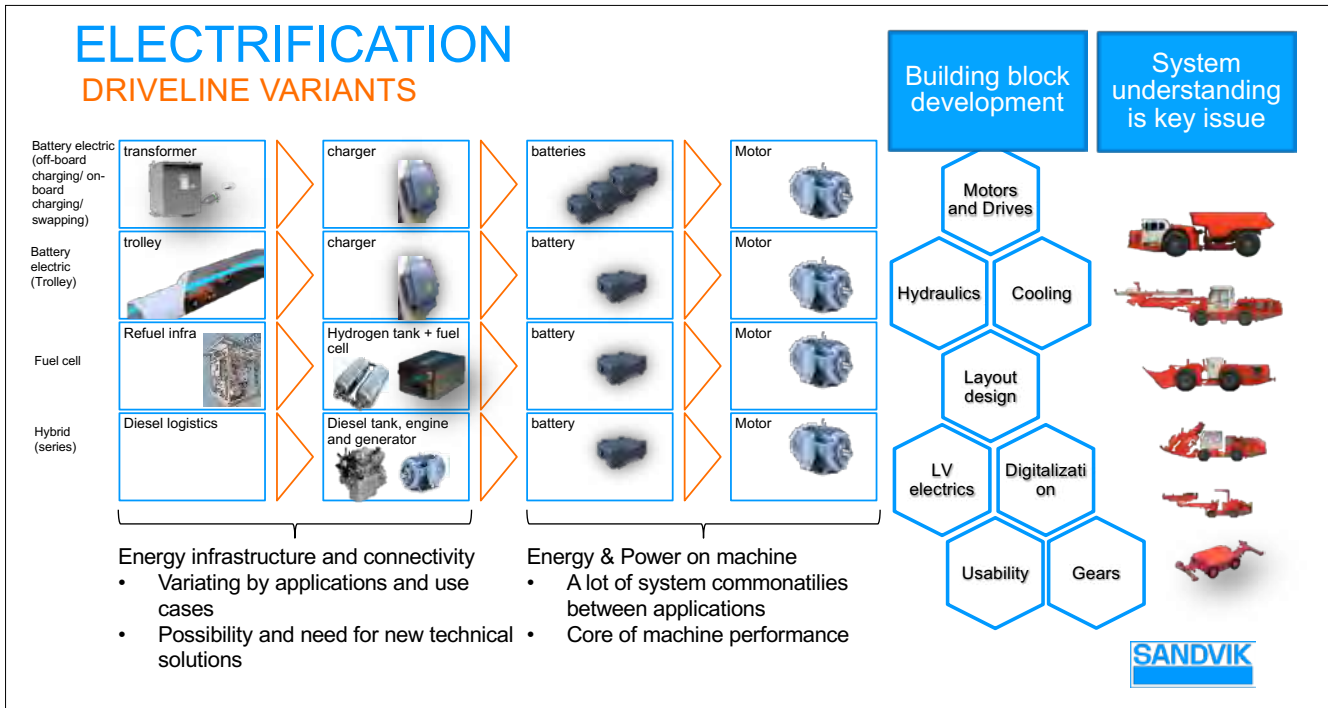
Kaivosautomaation edelläkävijänä tunnemme hyvin digitalisaation mahdollisuudet ja haasteet. Tarjonnassamme on ollut automatisoituja ratkaisuja kaivoksiin jo yli 20 vuotta.

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



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





Kuva1: Sähköistyvien koneiden järjestelmävaihtoehtoja

Kaivosteollisuuden sähköistyminen

TEKSTI: MIKKO VALTEE

Päästöjen vähentämisen tavoitteet ja työntekijöiden turvallisuuden lisääminen ovat johtaneet lisääntyneeseen sähköistymiseen maanalaisessa kaivostoiminnassa. Myös Suomen hallitus on asettanut kunnianhimoiset biotalous- sekä energia- ja ilmastotavoitteet vuoteen 2030 asti. Sekä Suomessa että kansainvälisesti suunta on kohti kestävä, hajautettua ja jopa räätälöityä teollisuus- ja energiataloutta. Hyvinvoinnin ja teollisuuden kilpailukyyn kannalta on tärkeää, että Suomen ja muiden maiden luonnonvarat käytetään tulevaisuudessa korkean lisäarvon tuotteisiin.

Sandvik on kehittänyt jo usean vuoden ajan maanalaisiin poraus-, lastaus- ja kuljetuslaitteisiin akkuteknologiaa, joka toimii turvallisesti myös maan alla. Kaivoksilla sähköistyminen tarjoaa kustannussäästöjä muun muassa polttoainekustannuksista. Maan alla toimiville kaivoksille investoinnit

sähköisiin koneisiin tarjoavat mahdollisuuden vähentää myös kaivosten ilmanvaihtoa, joka on kaivoksille suuri kuluerä.

Ilmanvaihto voi aiheuttaa jopa 60 prosenttia kaivoksen kustannuksista. Kun laitteet toimivat sähköllä, ilmanvaihdon tarve jopa puolittuu. Sandvik keskittyy kehittämään ratkaisuja, joiden avulla kaivosteol-

lius voi siirtyä sujuvasti energiatehokkaaseen ja sähkökäyttöiseen aikakauteen. Hybridinen ekosysteemi avaa ennennäkemättömiä mahdollisuuksia sekä isoille kaivosyhtiöille että meille suomalaisille teknologian tuottajina.

Työkoneiden sähköistyminen on globaali trendi

Sähköistyminen on teknologinen trendi, joka näkyy nykyään lähes kaikkialla. Se näkyy monilla teollisuudenaloilla, mutta jokapäiväisessä elämässä näkyvimmin kuluttajatuotteissa, kuten akkukäyttöisten laitteiden lisääntymisessä ja autoilun sähköistymisessä. Kaivosteollisuus ei ole tästä kehityksestä mikään poikkeus, toisaalta varmasti jonkinlainen erityistapaus. Kaivosalalla pitkän aikajänteen visio sähköistyvästä ja automatisoituvasta tuotantolaitoksesta on ollut olemassa varsin pitkään. Sähköistymisen kehittyminen viime vuosina on antanut lähtölaukauksen teknologian käyttöönottoon myös kaivoksissa entistä



Kuva 2: Sähköinen 14 tonnin lastari teknologiademonstraattori Sandvikin testikaivoksessa

laajemmin, ja enää on kysymys vain muutoksen nopeudesta.

Sähköisissä järjestelmissä on tyypillisesti muutama etu verrattuna muihin energijärjestelmiin ja tapoihin tuottaa mekaanista tehoa. Sähköiset toimilaitteet, tyypillisesti moottorit, tuottavat kokonsa nähden tehoa ja vääntöä tehokkaasti. Sähköisten toimilaitteiden säätö on luonteeltaan erittäin tarkkaa. Sähköisissä järjestelmissä on myös tyypillisesti sisäänrakennettua ohjaamiseen vaadittavaa älykkyyttä, mikä toisaalta mahdollistaa datan saannin ja sen käyttämisen koneen tai prosessin ohjaamiseen. Edellä mainittujen geneeristen hyötyjen lisäksi paikallinen päästöttömyys tekee sähköistymisestä todella potentiaalisen teknologian kaivosteollisuuteen.

Nykyisin sähköistetyissä liikkuvissa työkonneissa hyödynnetään akkuja joko avustavana tai ainoana energijärjestelmänä. Energijärjestelmän teknisen toteutuksen ja valinnan määrittää louhintamenetelmän työsyklin vaatima energiamäärä, ei tehontarve. Toinen keskeinen liikkuvien työkonneiden sähköistymisen mahdollistava teknologinen alue on tehoelektroniikka, jolla tehdään osajärjestelmien yhteen liittäminen ja koko järjestelmän säätö.

Kaivuskoneiden sähköistyminen

Kaivosteollisuudessa sähköistymisen visio on ollut jo pitkään olemassa. Maanalaisessa

kaivoksessa sähköiset järjestelmät ovat olleet vuosikymmeniä keskeisessä osassa, ja laitteistot sekä liikkuvat työkonneet ovat liittyneet kaivoksen sähköverkkoon tuotannon aikana. Kaivokset ovat suljettuja ympäristöjä, joissa turvallisuuskulttuuri on korkealla tasolla, jolloin päästöjen vähentäminen on merkittävä etu. Ilmanvaihto voi aiheuttaa jopa 60 prosenttia kaivoksen kustannuksista. Kun laitteet toimivat sähköllä, ilmanvaihdon tarve jopa puolittuu. Nämä kaikki muodostavat hyvän lähtökohdan ryhtyä viemään sähköistymistä pidemmälle. Seuraava suuri kysymys on entistä useamman liikkuvan työkonneen sähköistäminen, käytännössä dieselmoottoreilla toimivien voimalinjojen korvaaminen sähköisellä voimalinjalla.

Mikä sitten on estänyt vision toteutumista? Mobiilien työkonneiden muutoksen vaatima teknologia ei ole vielä pitkään ollut kaupallisesti saatavilla. Mitä teknologinen muutos sitten käytännössä koneiden järjestelmissä ja toimintaperiaatteissa tarkoittaa? Prosessin tuottavuuden kannalta koneet ovat vakiintuneet tiettyyn fyysiseen kokoluokkaan, joten päällisin puolin ne tuskin tulevat lyhyellä aikajänteellä paljoo muuttumaan. Voimalinjan tasoon voidaan tehdä teknisiä muutoksia kokoluokasta riippumatta. Merkittäviä muutoksia tapahtuu koneen tehossa, käytettävyydessä ja ohjattavuudessa. Toimintatavat ja työsyklit arvioidaan uudelleen.

Koneiden voimalinjat ovat olleet vuosikymmeniä samanlaisia ja niiden suorituskäykyä ja käyttäytymistä ovat ohjanneet niiden pääkomponentit; dieselmoottori, vaihteistot, momentinmuuntimet, hydrostaattit, deifferentiaalit jne. Näillä komponenteilla on rajoituksensa, hitautensa, energiatehokkuutensa ja hyvin tiedostetut hyvät ja huonot puolensa. Saattaa olla, että sähköistetyssä koneessa ei näitä komponentteja ole ollenkaan. Koneen tapa toimia muuttuu, ja se on enemmän mahdollisuus kuin uhka.

Sähkömoottorit, tehoelektroniikka, akut ja alennusvaihteet ovat oleellinen osa sähköistettyjä voimalinjoja, joiden tuomista eduista kaivos- ja louhintateollisuus hyötyy. Sähkömoottoreiden etu on suuri vääntömomentti heti nollanopeudesta alkaen. Tämän vuoksi päästään eroon esimerkiksi kytkimistä ja momentinmuuntimista. Toisaalta kaivosolosuhteet ovat luonteeltaan vääntömomenttia vaativia, vaikka tehoakin tarvitaan. Tyypillisiä ovat suhteellisen raskaiden koneiden hitaat ajonopeudet paikoin huonoilla alustoilla, missä sähköisen voimalinjan ohjaustarkkuus korostuu. Hyvin ohjattu sähköinen voimalinja ei karkaa alamäkeen eikä hypi esteen yli ahtaassa tunnelissa, vaan etenee sulavasti kuskin ohjeiden mukaan.

Louhintamenetelmän työsykli ja työpa määrittävät sähköisen järjestelmän teknisen toteutustavan. Keskustelu on paljon vastaavaa kuin auto- tai bussiliikenteessä. Autoilijat miettivät, kuinka pitkälle pääsee plug-in hybridiauton akun energiamäärällä. Jos työmatka on 10 km suuntaansa, niin akulla pääsee, mutta jos päivittäinen ajomatka on 100 km, niin painotus akun ja polttomoottorin suhteen voi olla ihan eri. Onko paras latausstrategia bussille ladata yön yli varikolla, päätepuskilla, kun kuskilla on kahvitauko vai joka pysäkillä muutamia sekunteja?

Puhutaan sitten autoista, busseista tai liikkuvista työkonneista, niin lähes aina näissä moderneissa järjestelmissä voimalinja on puhtaasti sähköinen. Sähköisellä voimalinjalla tarkoitetaan sitä, että sähkömoottori on pääasiallinen voimanlähde, joka renkaita pyörittää. Järjestelmässä energianlähde eli se, miten sähkö voimalinjalle tuotetaan, vaihtelee. Akkusähköisessä järjestelmässä energia ladataan suoraan akkuun. Hybridijärjestelmät polttomoottorilla tai polttokennolla ovat tapoja tankata järjestelmään polttoainetta ja muuntaa se sähköksi. Hybridijärjestelmissä tasapaino energialähteen ja



Kuva 3: Seitsemän tonnin lastari, kaivosautomaation hytityn sähköistetty teknologiademonstraattori Sandvikin testikaivoksessa

energiavaraston (sähköinen akku) välillä vaikuttaa käytettävyyteen.

Eri järjestelmävariaatioiden sopivuus ja mitoitus koneiden työsykleihin on avainkysymys teknologioiden saamiseksi käyttöön kaivosalalla. Jos nykyään dieselvoimalinjalla käytettävä kone on joka paikan höylä kaikkiin työsykleihin, niin jatkossa sähköisillä voimalinjoilla eri varianteilla on selkeämmin omat rajoitteensa, erityisesti työn vaatiman energian siirtämisen ja varastoinnin suhteen. Tätäkin piirrettä toki tekninen kehittyminen erityisesti akkujen osalta helpottaa, mutta järjestelmien erot on hyvä tiedostaa.

Sähköistyminen vaatii muutoksia monella tasolla

Yksittäinen kone tulee siis sähköistettynä olemaan tuottavampi kuin nykyään, kunhan sen energiantarve täytetään. Tyypillisiä kysymyksiä asiakkaiden kanssa ovat muun muassa seuraavat: kuinka suunnitella latauslaitteiden käytön ajoitus, kuinka optimoida työtehtäviä verkon tehonkäytön suhteen tai kuinka suunnitella tulevaisuuden sähköistetyin kaivoksen sähköverkko? Tämän kaltaiset kysymykset tulevat ratkaisemaan sähköistymisessä ja sähköistettyjen koneiden varianttien valinnassa enemmän kuin yksittäinen kone.

Näitä asioita on ratkaistu käytännön järjestelmissä maailmanlaajuisestikin vasta suhteellisen vähän, mutta apua tarjoavat nykyaikaiset mallinnuksen ja pelillistämisen

menetelmät. On eri asia tehdä yksi toimiva kone kuin toimiva sähköistetty tuotantoyritys työsyklineen, liikennesääntöineen ja energiansiirron rajoituksineen. Peliteknologioiden ja mallinnuksen avulla järjestelmän tekninen suorituskyky ja tuottavuus pystytään simuloimaan päätöksenteon tueksi.

Modernin sähköistymisen käytännön esimerkkejä

Jotta aihe ei jäisi teoreettiseksi väittämiksi, niin raotetaan tulevaisuuden verhoa käyttäen paria teknologian kehitystä ja useiden teknologioiden yhdistämistä todentavaa käytännön esimerkkiä.

Sandvikilla on ollut tarjonnassaan sähköinen 14 tonnin lastauslaite jo 80-luvulta lähtien. Lastarin energiansyöttö on toteutettu kaapelikelalla, joka tarjoaa suorituskykyisen tavan siirtää energiaa sähköverkosta koneelle, mutta rajoittaa luonnollisesti koneen käyttöasteen noin 400 metriin. Konetyyppejä on myyty satoja ja se on suosittu sorrosmenetelmää hyödyntävissä kaivoksissa.

Asiakastarpeesta lähtenyt kehitystyö avasi keskustelun voimalinjan ratkaisusta ja suorituskyvyn nostamisesta vaikeissa sykleissä. Teknologiaprojekti toteutettiin läheisessä yhteistyössä asiakkaan kanssa. Lähtökohtana oli suorituskyky erityisen jyrkän rampin ajossa ja siirreltävyyden kaivoksessa ilman kaapelisyöttöä. Teknisenä ratkaisuna asiakastarpeeseen oli pari keskeistä järjestelmämuutosta. Järjestelmästä poistettiin

momentinmuuntaja ja vaihdelaatikko. Ne korvattiin tehokkaalla sähkömoottorilla, jolla on suora mekaaninen kytkentä voimalinjaan. Toinen merkittävä muutos oli asentaa koneen päälle akkuvarasto, joka mahdollistaa paitsi ajamisen ilman kaapelikytkentää, myös korkeammat hetkelliset tehot pelkkään kaapelisyöttöön verrattuna.

Järjestelmämuutokset vastasivat suorituskyvyn suhteen asiakastarpeisiin hyvin. Niiden lisäksi sähköistämisen tuomalla koneen hallittavuuden lisäämisellä saatiin käytettävyyteen tuoduksi monia etuja. Esimerkiksi sähköisen voimalinjan tarjoama kiihtyvyyden on jopa liian raju tarpeeseen nähden. Koneen liikkeiden ja voimalinjan käytön asetukset voidaankin tallentaa käyttäjäkohtaisesti, käyttäjän toiveiden mukaisesti. Kone on saanut koekäyttäjiltään paljon kiitosta hyvästä käytettävyydestään. Toinen etu liittyy hallittavuuteen ja koneen älykkästä voimalinjasta saatavan datan käyttöön. Tarkan moottorihjauksen ansiosta kone aistii entistä paremmin ajotilanteen ja tätä käytetään esimerkiksi kauhan täytön aikana pyörän luiston estämiseen.

Toinen käytännön esimerkki liittyy erityisesti teknologioiden parhaiden puolien yhdistämiseen eli sähköistymisen sekä digitalisaation ja automaation toisiaan tukevaan kehittämiseen. Syyskuussa 2020 Sandvik järjesti virtuaalisen teknologiatapahtuman, jossa esiteltiin tulevaa kaivosautomaatiota demonstroiva konseptikone. Tuossa koneessa on yhdistetty digitalisaation ja tulevaisuuden kaivosautomaation ratkaisut sähköisen voimalinjan hyviin puoliin, tarkkuuteen ja hallittavuuteen. Kone on, kuten todettu, konseptikone eikä siten vielä myynnissä. Se on kuitenkin kone, jota testataan Tampereella Sandvikin testikaivoksessa. Siellä koneen toiminta ja suorituskyky sekä sen useat osajärjestelmät ja toiminnallisuudet ovat asiakkaille demonstroitavissa.

Sähköistyvät modernit järjestelmät tulevat lisääntymään kaivosteollisuudessa. Sähköistettyjen järjestelmien lisääntyminen vaatii sekä uusien ratkaisujen tuomista koneenvalmistajilta että paljon keskustelua ja toimintatapojen muutosta koko kaivosalalla. Muutos on suurempi kuin koneen korvaaminen toisella. Myös pitkään käytössä olleet toimintatavat ja suunnitteluperiaatteet pitää mitoitaa uudelleen. Ei ole silti epäilystäkään, etteikö kaikki tuo työ ja muutos olisi vaivan arvoista. Niiden ansiosta tulevaisuus on energiatehokkaampi, tuottavampi ja puhtaampi. ▲

FINNMATERIA

5.-6.5.2021

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

Pohjoismaiden suurin kattavasti vuoriklusteriin keskittyvä messutapahtuma

90% kävijöistä suosittelee

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

**NÄYTEILLEASETTAJAKSI ALAN
HUIPPUTAPAHTUMAAN?**

**VARAA PAIKKASI
FINNMATERIA.FI**

KATSO LISÄÄ



YHTEISTYÖSSÄ



Vuorimiesyhdistys
Bergsmannaföreningen ry

MATERIA
LEHTI

**PAVIL
JONKI**

Jyväskylän

MESSUT

Kohti dieselvapaata kaivosta

Akkukäyttöisillä maanalaisilla kaivoslaitteilla on monia etuja verrattuna diesellaitteisiin, jotka soveltuvat verrattain huonosti työskentelyyn suljetussa tilassa maan alla. Tänä vuonna päättynyt SIMS-projekti osoitti, että akkulaiteteknologiassa on menty isoilla harppauksilla eteenpäin.

TEKSTI: ANNA-MARI TIKANDER

Epirocin toisen sukupolven akkukäyttöisten kaivoslaitteiden testaus kaivosympäristössä oli osa Euroopan Unionin rahoittamaa, vuosina 2017–2020 toteutettua SIMS-projektia (Sustainable Intelligent Mining Systems), jonka tarkoituksena oli luoda älykkäitä ja ympäristöä säästäviä järjestelmiä kaivosteollisuuteen. Projektissa oli mukana useita kaivosyhtiöitä, laite- ja järjestelmävalmistajia sekä yliopistoja: Epiroc Rock Drills AB, ABB AB, Agnico Eagle Finland, Boliden, Ericsson AB, iGW, K+S, KGHM CUPRUM, LKAB, Luleå University of Technology, Mobilaris ja RWTH Aachen University.

Kittilän kaivos tarjosi testauspaikaksi aidon tuotantoympäristön ja testattavien laitteiden käyttäjiksi ammattitaitoiset operaattorit. Epiroc toimitti testattavat akkulaitteet: kaksipuomisen Boomer E2C-peränajolaitteen, ST14-lastauslaitteen ja MT42-kaivosdumpperin. Testausympäristöön sisältyivät myös akkujen lataaminen ja vaihto, sähkönjakelu akkukäyttöisiin laitteisiin sekä akkukäyttöisten laitteiden kokonaistaloudelliset ja ympäristöön liittyvät vaikutukset. Tarkoituksena oli ymmärtää, miten teknologian kehittyminen voi edistää kaivoksen kustannustehokkuutta ilmanvaihdon kannalta ja parantaa operaattoreiden työympäristön laatua melun, ilmanlaadun, lämpötilan ja tärinän osalta.

”Projektissa oli tietysti omat haasteensa, mutta siinä saavutettiin valtavasti hienoja kokemuksia ja uutta tietoutta”, kertoo SIMS:in projektipäällikkö Jan Gustafsson.

”Projektin tavoitteet saavutettiin, ja kaivosteollisuus on siirtynyt sen myötä yhä kestävämpään suuntaan.”

Akkulaiteteknologian pääajurit

Akkulaiteteknologian käyttöönottoa vauhdittavat Jan Gustafssonin mukaan seuraavat kolme päätekijää: ”Yksi on dieselpäästöjä ja typen oksideja koskeva, tiukentuva lainsäädäntö. Yhtä tärkeä tekijä on kuitenkin kaivosyhtiöiden halukkuus vastata yleismaailmallisiin ilmastohaasteisiin. Lisäksi kaivokset menevät yhä syvemmälle, mikä aiheuttaa korkeampia tuuletus- ja kuljetuskustannuksia.”

SIMS-testissä oli mukana myös akkutoimittaja Northvolt, joka toimi Epirocin tiimin tukena kenttätiestien aikana. ”Laitteet toimivat odotetusti ja saimme paljon kokemusta. Akkujen lataaminen toimi hyvin, ja kaivoksen olemassa olevan sähköverkon kapasiteetti riitti latauspisteiden tarpeisiin”, kertaa Jan Gustafsson.

Uudet pultituslaitteet Kittilän kaivokseen

Marraskuussa Kittilän kaivokseen toimitettiin kaivoksen ensimmäiset omat akkukäyttöiset laitteet. Kaivoksen investointisuunnitelman mukaisesti ensimmäisiksi akkukäyttöisiksi laitteiksi valikoituivat pultituslaitteet. Tärkeinä ajureina päätöksen takana olivat laitteiden vihreys ja mahdollisuus luoda parempaa työympäristöä.

Ensimmäiset viestit akkukäyttöisistä pultituslaitteista ovat tuotantopäällikkö Jari Kolehmaisen mukaan hyvin positiivisia:

Lisätietoa SIMS-projektista:
www.simsmining.eu

”Koneiden suorituskyky on vähintäänkin samalla tasolla kuin polttomoottorikoneiden. Tuottavuus on parantunut laitteiden kehityksen myötä.”

Akkukäyttöisillä laitteilla monia etuja

Koko Kittilän kaivoksen henkilökunta on innolla mukana viemässä uutta tekniikkaa eteenpäin. Operaattoreiden työhyvinvointi on parantunut selvästi, kun pakokaasut, lämpö, tärinä ja melu ovat vähentyneet. Esimerkiksi pultituslaitetta siirretään useita kertoja työvuoron aikana, ja aiemmin se on aina tarkoittanut dieselmootoreiden käynnistämistä ja pakokaasupilven pölähtämistä.

Kunnossapidon kannalta laitteista puuttuu merkittävä komponentti (dieselmoottori), ja sen myötä ovat öljyjen ja suodattimien vaihdot jääneet pois. Myös paloturvallisuuden kannalta akkukäyttöiset laitteet merkitsevät askelta eteenpäin, kun polttomoottorin kuumat pinnat ja liikkuvat öljyt puuttuvat.

Ilman laatu paranee pala palalta, kun polttomoottorilaitteita korvataan akkukäyttöisillä laitteilla.

”Eryityisesti lastaus- ja kuljetuspuolella ilman laadun muutos on selkeä”, kertoo Jari Kolehmaisen. ”Tulevaisuudessa haluamme pienentää hiilijalanjälkeä ja siirtyä kohti päästötöntä tekniikkaa sekä mennä eteenpäin työhyvinvoinnissa. SIMS-projekti osoitti, että akkulaiteteknologiassa on menty isoilla harppauksilla eteenpäin”. Dieselvapaa kaivos kuulostaa Jari Kolehmaisen mukaan hyvinkin mahdolliselta jopa lähitulevaisuudessa.

Kaikki SIMS-projektin osapuolet ovat olleet yhtä mieltä kaivosyhtiöiden, laite- ja järjestelmätoimittajien sekä yliopistojen välisen yhteistyön hedelmällisyydestä – ja sitä myös tarvitaan. Uusien teknologioiden käyttöönotto edellyttää avoimuutta ja yhteistyötä. ▲

INNOVATING FOR
PERFORMANCE

normet
SmartDrive



normet.com/smartdrive

Sähköistyvät työkoneet kaivosteollisuudessa

Työkoneet sähköistyvät, mutta kuinka ne eroavat sähköautoista, mitä turvallisuusnäkökohtia niihin liittyy ja mitä sähköistyvät ajoneuvot tarkoittavat kaivosteollisuudelle?

TEKSTI: **SAMU KUKKONEN**
TECHNOLOGY DIRECTOR
NORMET OY

Akkukäyttöisiä täyssähköisiä kaivostyökoneita on tullut markkinoille useilta eri toimijoilta viimeisten vuosien aikana. Ne mahdollistavat energiatehokkaan päästöttömän toiminnan maanalaisissa kaivoksissa ja tunneleissa parantaen työskentely-ympäristöä. Välittömien polttoainekulusta säästämisen lisäksi täyssähköinen kaivostoiminta mahdollistaa tuuletuksen pienentämisen, mikä entisestään säästää kustannuksissa. Edut ovat selvät, ja kaivosteollisuus ympäri maailmaa onkin siirtymässä kokeiluista kohti täysimittai-

sempia täyssähköisiä operaatioita. Myös Normet on mukana tässä muutoksessa ja akkukäyttöisiä Normet SmartDrive -työkoneita onkin saatavilla jo monessa eri luokassa (Kuva yllä).

Perustekniikaltaan akkukäyttöiset kaivostyökoneet ovat käytännössä vastaavia kuin kuluttajille tutut sähköautot. Akkukäyttöinen kaivostyökone siinä, missä sähköautokin, rakentuu vähintään neljästä peruskomponentista: (kestomagneetti-) sähkömoottorista, taajuusmuuttajasta, akusta sekä akun latausjärjestelmästä. Komponentit ovat toimintaperiaatteeltaan saman-

kaltaisia sähköautojen ja kaivostyökoneiden välillä, mutta merkittävimmät erot löytyvät esimerkiksi turvallisuusvaatimuksista, komponenttien mitoituksista sekä teknisistä ratkaisuista, joilla komponentit saadaan kestävästi kaivosteollisuuden vaativat käyttöolosuhteet. Vaikka peruskomponentit ovat samankaltaisia, käytännön ratkaisut eroavat valmistajien kesken toisistaan.

Turvallisuuden osalta keskeisessä asemassa on täyssähköisen koneen energian lähde: akku, joka on tänä päivänä lähes poikkeuksetta Li-ion tyyppinen. On hyvä kuitenkin ymmärtää, että Li-ion -akku on



yleistermi, joka pitää sisällään monta erilaista kemialla, joilla Li-ion -akku voidaan toteuttaa. Sähköautoissa on muodostunut tärkeäksi maksimaalinen toimintasäde ja kustannustehokkuus, mikä johtaa tietyn tyyppiin materiaalivalintoihin (kemialla). Kaivostyökoneissa sen sijaan turvallisuuden maksimointi on tärkeintä ja samantyyppisten akkujen käyttäminen kuin sähköautoissa ei välttämättä tule kyseeseen. Materiaalivalinnat voidaan optimoida painottamaan turvallisuutta ja lisäksi myös akun sisäisillä rakenteilla ja ratkaisulla voidaan vaikuttaa turvallisuuteen. Nämä materiaalivalinnat määrittävät loppukädessä Li-ion -akkukennojen herkkyyden ulkoiselle väärinkäytölle. Väärinkäytön mahdollisuutta ja väärinkäytön seurauksia on puolestaan mahdollista pienentää erilaisilla turvaratkaisuilla ja rakenteilla. Näistä mainitsemisen arvoisin on muun muassa akun hallintajärjestelmä, joka monitoroi akun jokaista kennoa ja varmistaa, että ne pysyvät aina turvallisella käyttöalueella. Kännykkäsi akussa on myös tällainen järjestelmä. Ulkoisia vaurioita vastaan on puolestaan mahdollista suojautua akun oikeaoppisella sijoituksella ja mekaanisilla rakenteilla.

On olemassa paljon erilaisia ja usein valmistajakohtaisia teknisiä ratkaisuja, millä akkukäyttöisten työkoneiden turvallisuus pystytään nostamaan korkealle tasolle. Tästä huolimatta akkukäyttöisillä koneilla ja laitteilla, kuten kaikilla muillakin koneilla ja laitteilla, on olemassa jäännösriski. Tämä jäännösriski on otettava huomioon muun muassa pelastautumissuunnitelmissa, pelastautumislaitteiden valinnassa, henkilökunnan koulutuksessa ja niin edespäin. Kokonaisuudessaan laitteiden riskiprofiilit muuttuvat siirryttäessä akkukäyttöisiin laitteisiin. Akku tuo riskianalyysiin omat kohtansa kuten uudentyypiset vaatimukset palon sammuttamiselle ja uudelleensyttymisriskin. Toisaalta akkukäyttöisistä työkoneista puuttuvat merkittävimmät lämmönlähteet kuten pakoputkisto ja turbo. Nämä ovatkin osoittautuneet esimerkiksi Australian Uuden Etelä-Walesin osavaltion tutkimuksissa merkittävimiksi tulipalon syttymispaikoiksi liikkuvissa kaivoslaitteissa [1]. Siirryttäessä polttomoottorikäyttöisistä työkoneista akkukäyttöisiin työkoneisiin koneiden riskiprofiili muuttuu, ja tämän muuttuneen riskiprofiilin vaikutukset päivittäiseen työhön ja suunnitelmiin on otettava huomioon kokonaisuutena.

Sähköistyivistä kaivostyökoneista on välittömiä hyötyjä kaivosteollisuudelle, mutta kokonaisuudessaan sähköistyvät ajoneuvot, mukaan lukien autot, luovat aivan uudenlaisia kysyntää raaka-aineille ja tätä kautta kaivosteollisuudelle. Esimerkiksi sähköautoissa käytetyissä akuissa on litiumin lisäksi merkittäviä määriä muun muassa nikkeliä, kobolttia ja mangaania. Kestomagneettimoottoreissa käytetään puolestaan harvinaista neodyymiä vahvan kestomagneetin aikaansaamiseksi. Sähköjohtimet ovat puolestaan kuparia. Andrew Leyland arvioi esityksessään [2] litiumin kysynnän kasvavan nykyisestä noin 300 000 tonnista 930 000 tonniin vuoteen 2025 ja 2 100 000 tonniin vuoteen 2030 mennessä. Kobolttin kysynnän odotetaan puolestaan kasvavan nykyisestä 120 000 tonnista 230 000 tonniin vuonna 2025 ja 385 000 tonniin vuoteen 2030 mennessä. Kaivosteollisuudella tulee taten olemaan merkittävä rooli ajoneuvojen sähköistämisen mahdollistajana. Kaivosteollisuus onkin osa aikamme kenties merkittäväntä ilmastotekoa; siirtymistä polttomoottoreista akkukäyttöisiin autoihin, koneisiin ja laitteisiin. ▲

[1] Analysis Report, In-service fires on mobile plant, NSW Resources Regulator, September 2017, (https://resourcesandgeoscience.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/738341/In-service-fires-on-mobile-plant.pdf)

[2] Raw Materials Post 2025: Where Will They Come From?, Andrew Leyland, Benchmark Mineral Intelligence, AABC Europe, Wiesbaden, 16 January 2020

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 sähköjohdoissa ja teräsrakenteissa. Martin on tärkeä linkki verkostossa – aivan kuten meidän metallimme.



Samat ammattilaiset, uusi nimi ja entistä laajempi palvelualue

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

Yhdessä voimme tarjota alamme laajimman valikoiman palveluita ja asiantuntemusta ympäristövaikutuksista.

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



Trolley electrification of haul trucks in Aitik and Kevitsa mines

TEKSTI: RIKARD MÄKI AND JONAS RANGGÅRD
BOLIDEN MINES, TECHNOLOGY

Abstract

In September 2018 Boliden commissioned a pilot on trolley assist in the Aitik mine together with Caterpillar, ABB, Omexom, Zeppelin and Chalmers University. A 700 meters long overhead line infrastructure was built for powering the diesel electric trucks using pantographs. The project was partly funded by the Swedish Energy Agency. It has attracted significant international interest, with many inquiries about the project from other parts of the world.

The pilot has been a success, showing that it is possible to lower CO₂-emissions while increasing productivity. Boliden has therefore decided to proceed with a trolley expansion project in both Aitik and Kevitsa mines. This is an enabler to achieve a diesel free hauling cycle using on board energy storage systems and dynamic charging.

Background

Greenhouse gas emissions and consequent climate change have become one of the most critical challenges to solve for the mining industry. While it is widely understood that access to raw materials such as base metals is critical for the transition of the society into a sustainable future, it remains a challenge to prove that mining is a natural part of the solution.

Boliden Mines have identified the dependence on fossil fuels in the mining operations as a risk from both environmental and financial perspectives. In addition, Sweden has adopted legislation enforcing net zero emissions of greenhouse gases from fossil fuels [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/klimatlag-2017720_sfs-2017-720].

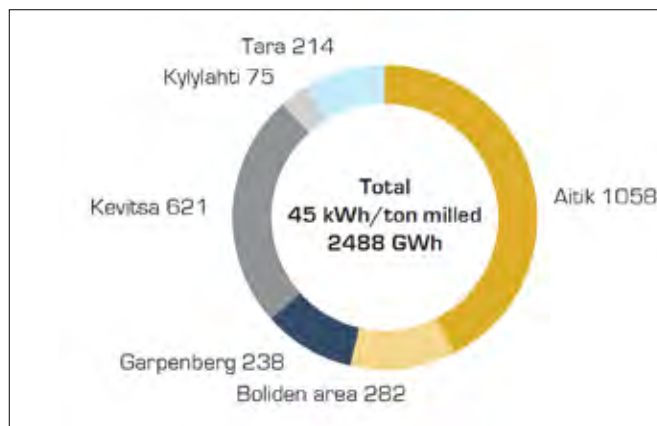


Figure 1; Energy consumption in Boliden's mine areas

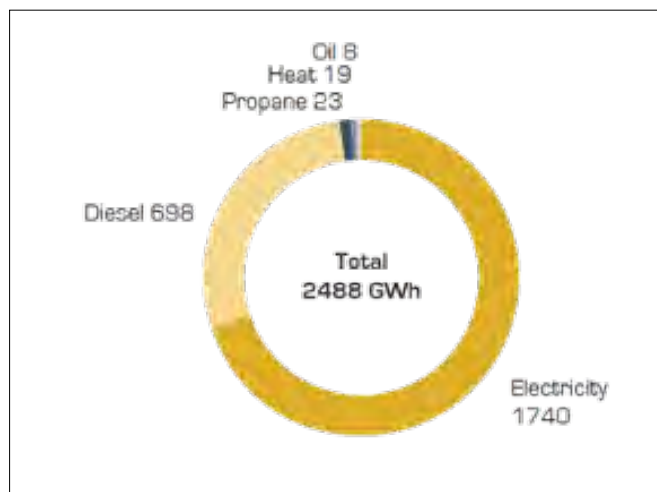


Figure 2; Energy sources for Boliden Mines

Results from studies of energy consumption at Boliden Mines have shown that the open pit mining operations are the largest energy consumers, Figure 1. Note that the open pit mines, Kevitsa in Finland and Aitik in Sweden are producing higher tonnage than the underground operations.

Consequently on energy per ton basis the picture would be very different.

The energy sources for Boliden Mines are shown in Figure 2. Already today electricity is the main energy source. Favorable energy mix in Sweden and reasonable mix in Finland means that the resulting

greenhouse gas emissions related to electricity are low. The energy generated from diesel combustion is the clearly dominating source of emissions to address.

The major part of diesel consumption comes from the material transport in the open pit mines, specifically from the haul truck fleet in Aitik and Kevitsa. Renewable diesel is not seen as a realistic solution to the problem. Supply constraints, fuel costs and associated emissions from the fuel production process are questions to be solved for this.

Relatively high diesel prices and low electricity prices in Scandinavia benefit the business case of electrification. On top of this the Swedish government decided in 2019 to remove the tax reduction on diesel used in mining operations. This resulted in a drastic increase of diesel costs in the Swedish mines.

Based on the above facts, electrification of the haul truck fleet has been identified as the preferred solution for Boliden Mines.

Technical solution

The technical solution chosen is the electrification of haul trucks using overhead contact wires similar to technology used in railway applications. Similar solutions have been used for many decades, but with varying success [https://hutnyak.com/Trolley/trolleyhistory.html]. Trolley systems are also in operation in mines in Africa. [https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:f239d4ee-c330-4fa0-be6b-ddbb4dce1ab5/version:1560765047/brochure-simine-truck-en.pdf].

The new system described in this article is the first one operating under arctic conditions and optimized for deep pit operation, i.e., the trolley lane will not need to be dedicated to trolley truck traffic only.

Haul Trucks

The haul trucks used are four Caterpillar 795F AC, see Table 1 for machine data.

The standard truck is equipped with an AC electric drive system, Figure 3. The trolley modification feeds external power into the inverter cabinet and the existing DC

Weights – Approximate		
Gross Machine Operating Weight (GMW)	570,678 kg	1,257,000 lb
Chassis Weight	202,270 kg	445,524 lb
Body Weight Range	38,500-54,500 kg	84,900-120,000 lb

- GMW depends on tire selection. Consult your tire manufacturer for maximum loaded top speed.
- Chassis weight with 100% fuel, hoist, body mounting group, rims and tires.
- Body weight varies depending on how body is equipped.

Operating Specifications		
Nominal Payload Capacity	313 tonnes	345 tons
Top Speed – Loaded	64 km/h	40 mph
Steer Angle	34 degrees	
Turning Diameter – Front	34 m	112 ft
Turning Circle Clearance Diameter	38.7 m	127 ft

• Refer to the Cat® Mining Truck 10/10/20 Overload Policy (AEX00250) for maximum gross machine weight limitations.

Final Drives		
Total Reduction Ratio	35:1	

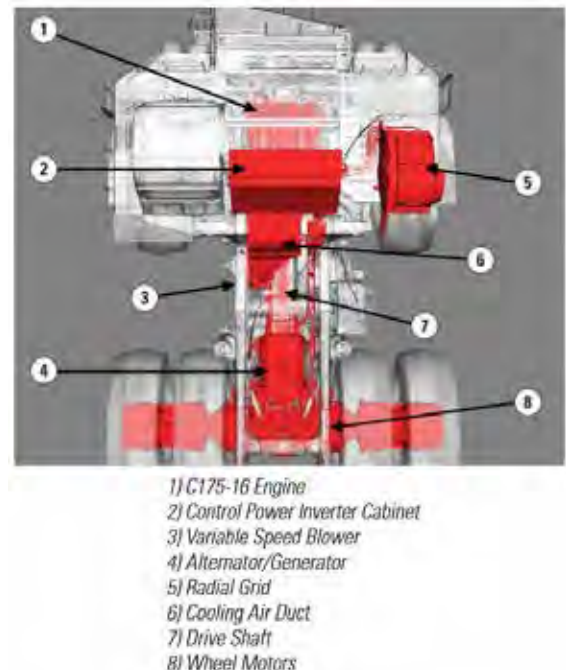
Engine		
Engine Model	Cat C175-16	
Gross Power – SAE J1995	2536 kW	3,400 hp
Bore	175 mm	6.9 in
Stroke	220 mm	8.7 in
Displacement	85 L	5,187 in ³

- Power ratings apply at 1,800 rpm when tested under the specified condition for the specified standard.
- Ratings based on SAE J1995 standard air conditions of 25° C (77° F) and 99 kPa (29.61 Hg) dry barometer. Power based on fuel having API gravity of 35 at 16° C (60° F) and an LHV of 42,780 kJ/kg (18,390 Btu/lb) when engine used at 30° C (86° F).
- No engine derating required up to 3,203 m (10,500 ft) altitude.
- Compliant with U.S. Environmental Protection Agency Tier 2 emission standards.

AC Drive System		
Generator/Alternator	Brushless, remote mounted, dual bearing	
Controls	IGBT Inverter Technology, air cooled, pressurized cabinet with filtration	
Wheel Motor	Rear axle mounted Cat AC induction	
Cooling System	Variable speed, hydraulic cooling system	

Table 1: Machine data for Caterpillar 795F AC

Figure 3: Cat® AC Electric Drive



link at 2600V. The wheel motors are dimensioned to withstand continuous retarding at 4.75MW (6,365hp) while the diesel engine is limited to 2.54MW (3,400hp). This means that the speed on grade is limited by available installed power. External power feed to the drive system removes this limitation and allows for the full use of the installed wheel motor capacity (4.5MW external power feed), resulting in close to double speed on grade as compared to the reference machines.

Figure 4 shows a trolley converted Cat 795F AC truck with the pantograph structure in front of the machine and pantographs on top of the structure. The body canopy has also been modified for visibility and rock-fall protection.

The Cat Trolley System is developed as a full vertical integration of design and manufacturing. The integrated drivetrain optimizes performance and serviceability. The truck trolley attachments are all fully integrated with the truck systems and



Figure 4: Trolley modified Cat 795F AC in Aitik

controls, so as the operator connects to the trolley system, the power hand-over from diesel to electricity is automatic and places the diesel engine in a high-idle state feeding power to auxiliary systems and being ready to resume duty at the end of the lane. A quick-drop feature provides an additional layer of infrastructure protection, meaning that the pantograph is automatically lowered, if for any reason the operator should divert from the trolley lane.

Overhead power lines

The infrastructure has many similarities with the common railway technology. It basically consists of the same components with poles, foundations and contact wires that are connected to the catenary wire by dropper wires. The major difference is the size of the system and the fact that it is a DC solution meaning that there are two contact wires hanging 9,6 meters above the ground separated by 4 meters. To avoid

rocks overshooting 9,6 meters there is a height measuring system before the trolley line indicating whether the truck is O.K. to continue driving under the line or not. The entire system is isolated and monitored by an earth fault detection system. It was decided that the pilot would be suitable to be built on a waste rock ramp where it was possible to add an extra lane while evaluating the technology.

Rectifier station

The main components of the rectifier station are the 5,3 MVA transformer and the 12 pulse diode rectifiers. The entire system is rated duty class 5, meaning that it can be overloaded for shorter periods of time to enable two trucks to be connected to the line simultaneously when needed. The DC voltage of the line is 2700 V.

Control and monitoring system

The entire system is integrated into the ABB 800xA system on site monitoring electrical data, truck passages, height measurement system etc. This makes it easy to reveal the status of the system and to follow up any deviations.

Consortium

In order to develop the solution a project consortium was formed. Omexom (previous Eitech) assumed the main responsibility >

Figure 5: Trolley lane in Aitik mine leading up to the waste dump. Main pit is in the background.





Figure 6: Overview of the system in the control screen.

for designing and building the trolley lane with overhead contact wires and poles.

Caterpillar designed and manufactured the trolley system on the trucks.

Zeppelin (previous Pon Equipment AB) is the dealer for Caterpillar in the region and has installed the trolley kits in the vehicles. ABB has designed and delivered the rectifier station feeding power to the trolley system.

Chalmers University has employed a postgraduate research student working on theoretical studies for the inclusion of energy storage systems on the trucks.

Boliden has developed the infrastructure around the trolley lane and trained technical staff and operators. Boliden had the main responsibility for the final certification of the complete system.

The Swedish Energy Agency has provided financial support for the pilot project.

Challenges to manage

During the planning, commissioning and operation of the trolley system several challenges must have been managed. The following chapters present some of the major topics.

Safety

All installations need to be safe and be perceived as safe by all staff in the mine. Safety has been managed through risk assessments, work with local safety resources, design of signs, design for operator visibility and through training programs for operators and mine staff.

Mine planning considerations

Correct location of trolley lanes in the mine operational area is critical. The investment in infrastructure is significant and relo-

cation of a trolley lane is also a big effort. Ramps with sufficient life-span to provide a good return on investment need to be identified. The electrified ramps must also be planned with high tonnage to support the investment. The location is also constrained by the risk of debris from blasting, so a sufficient distance between the start of the trolley lane and the production area needs to be maintained. To get the full potential of the trolley system, trolley optimization must be included in the long-term life of mine plans and pit design.

Road width requirements have been a critical factor in the project. Most or all previous trolley installations have dedicated a lane for the trolley system. In a deep open pit that approach would kill any business case due to the increased need for waste removal. Therefore, the system has been designed to enable the installation on a standard 2-lane ramp design with sufficient room for a shovel to go up the ramp in the open lane. No dedicated trolley lane will be needed.

Mixed fleet management

The fact that the trolley system does not run on a dedicated road network allows the diesel trucks to be on the same ramp. In the worst case they can slow down the trolley trucks, if traffic flows are not managed properly. Loaders, graders and other auxiliary equipment must also be handled.

Aitik mine does currently run Cat MineStar as the dispatch system in the mine. The dispatch system optimization does not yet fully account for the trolley capability of equipment. To fully realize the potential of the electrified truck fleet this optimization needs further development.

Another constraint to manage is the different voltage used on the DC-bus by different truck manufacturers in the industry. In Boliden's operations the current AC truck fleet runs on internal voltages of 2 600V DC and 1 850V DC, inhibiting the use of the same trolley lane without special solutions being developed. Some potential solutions for this being explored are, e.g., on-board DC/DC converters, offset overhead power wires, and trolley lane voltage control from dispatch.

Ramp maintenance considerations

Haul road quality requirements under the trolley lane are stricter than on normal ramps. The target elevation and slope need to be even to keep the height to the overhead wires constant.

During the winter snow and gravel build-up is also a challenge. The haul road elevation changes during a winter can be close to 1 meter.

To manage the road conformity a high precision machine guidance system (Cat Terrain) has been installed to the motor grader maintaining the road. Equipment with machine guidance systems were also used during the initial ramp construction.

Reliability considerations

System availability and utilization are critical for the business case of the trolley system. Poor reliability also poses a risk in the fact that the usage of the system might suffer, if the mine production team loses trust in the system.

Maintenance costs for infrastructure and vehicle installations need to be understood as long-term items, but during the pilot tests the maintenance needs have been very small. Over time the maintenance costs for the diesel engines are expected to come down since the average fuel burning is reduced.

Arctic climate considerations

Cold climate, lack of daylight and snow form the winter conditions in Aitik mine. The road maintenance aspects have already been mentioned. Icing problems were a concern, but they have not created any difficulties during the first winter in operation.

The dynamic behaviour of the trolley system in cold weather has necessitated some design updates with hydraulic oil recirculation. The system has worked well after updating.



Figure 7; Trolley trucks for Kevitsa will be based on Komatsu 830E-5 with 220ton capacity.

Night-time visibility has been managed by optimization of light source placement on the trolley lane and on the trucks.

Results from pilot test

Overall, the system and component engineering and fabrication have been successful with a great team effort to build and commission the system. Most important results are listed below.

- Speed benefit for the trolley trucks was verified as 30 km/h instead of 16 km/h
- This saves 70 seconds per trip
- Solid drivetrain performance
- Fuel consumption reduction was measured to be 25 litre fuel per run
- Good availability
- Fewer winter related issues than expected
- Positive operator feedback on operation and noise levels in the cab

Next step for trolley building in Boliden's open pit mines

As a result of the successful pilot Boliden's management has decided to proceed with a trolley expansion plan for both Aitik and Kevitsa mines.

In Aitik a further three kilometers of electric trolley line will now be built at the mine, and another ten trucks will be converted to run on electricity. Overall, the system will be able to reduce greenhouse gas emissions from transportation during the mine's life span by 15%.

In Kevitsa, 13 mine trucks are being converted to run on electricity and electric trolley lines with the total length of 1,8 kilometers will be built. The investment will enable a reduction in greenhouse gas emissions during the life span of the mine by 9%. The implementation in Kevitsa will

initially run on one of the ramps up to the waste dump, and then it will be further extended into the main pit. The project will be carried out together with Komatsu and Suomen Rakennuskone Oy and it will result in the modification of the Komatsu 830E-5 haul truck fleet, Figure 7.

The two systems are being deployed in several stages until 2022. It is estimated that Boliden will reduce diesel consumption by 5 500 cubic meters per year when the investment is completed. In addition, there will be productivity gains as the electrically powered trucks can operate at a higher speed.

Future potential

Trolley system implemented in the mine opens the possibility for dynamic charging of battery-operated electric haul trucks.

One concept being explored as a part of the project is the next generation of mining equipment. This concept builds on a system, where:

- The diesel engine is replaced with a battery pack
- The battery is charging while driving up-hill on the trolley line
- Flat haul driving is managed using electricity from the battery on waste dump or to crusher
- Recharging the battery is done using retardation when going down in the pit (energy regeneration)
- Flat haul driving at the bottom of the pit is done on battery to shovel and back to trolley line

Simulations of such a system using actual data from the pilot project and realistic performance numbers for energy storage systems from different manufacturers in-

dicating that the solution would be able to manage the mine production without any diesel being consumed. While this is a few years ahead in time, discussions on how to make this a reality are in progress with the industry.

Acknowledgements

Financial support from the Swedish Energy Agency is greatly acknowledged.

A fun piece of trivia: the overhead lines that provide electric power to the trucks are mainly made from copper mined in Aitik. ▲

Making our world more productive



Improved efficiency. Reduced emissions.

Environmental technology delivering
peak heating performance.

www.linde-gas.fi



Kuva 1. Normet SmartDrive testikäytössä Pyhäsalmen CALLION tiloissa

Sähkökäyttöisten koneiden turvallisuus maanalaisissa tiloissa

TEKSTI: **PERTTI KORTEJÄRVI**
SIHTEERI, KAIVOSTURVALLISUUDEN NEUVOTTELUKUNTA

Hybridi- ja täyssähköisten ajoneuvojen ja työkonoiden määrä maanalaisissa tiloissa on vielä pieni. Samoin kuin muuallakin niiden määrä tulee kuitenkin lisääntymään.

Hyöty sähkökäyttöisistä ajoneuvoista ja työkoneista on selkeä ja kestävä kehityksen periaatteiden mukainen. Polttoaineen kulutuksen ja pakokaasujen määrän pieneminen ovat ehkä näkyvimpiä muutoksia.

Haasteeksi konekannan uusiutumisessa on nostettu esille sähkön hinta ja erityisesti sähköverotuksen vaikutus. Konekannan uusiutuminen on myös turvallisuusnäkökulmasta positiivinen kehityssuunta, koska uudet koneet ovat ominaisuuksiltaan ergonomisempia, hiljaisempia ja toimintavarmempia.

Tässä yhteydessä on hyvä tuoda esille valmistajien yhteistyö ja koneiden testaus ennen käyttöönottoa. Tämä yhteistyö toimii Suomessa monella tasolla niin eri-

laisissa testiympäristöissä kuin käytännön pilotoinnissakin esimerkiksi kaivoksissa ja maanalaisissa rakennuskohteissa.

Tätä yhteistyötä ovat omalta osaltaan edistäneet Kaivosteollisuus ry:n alla toimiva Kaivosturvallisuuden neuvottelukunta sekä rakentamisen puolella Infra ry:n louhintajaosto. Tästä yhteistyöstä ja kehittämisestä ovat myös hyvinä esimerkkeinä Pyhäsalmen kaivoksen uusiokäyttöä organisoivan Callion yhteydessä toteutettavat erilaiset kehittämisprojektit ja testausympäristöt (kuva 1).

Sähkökäyttöisten koneiden turvallisuudessa huomioon otettavaa

Sähkökäyttöisten työkonoiden ja ajoneuvojen onnettomuuksia on raportoitu maailmanlaajuisesti vähän. Osittain tämä selittyy sillä, että niitä on vielä vähän käytössä ja ne ovat suhteellisen uusia ja siten ominaisuuksiltaan hyvin turvallisia. Raportoidut onnettomuudet ovat liittyneet kolareihin, joissa akkujen suojarakenteet ovat rikkou-

tuneet, latausjärjestelmässä tai -pistokkeissa olleisiin vikoihin ja jarruissa tai laakereissa olleisiin vikoihin, joiden takia renkaat ovat syttyneet ja sytyttäneet ajoneuvon (Saastamoinen 2019).

Näihin raportoituun syttymissyihin voidaan kolaria lukuun ottamatta vaikuttaa koneiden asianmukaisella ennakkohuollolla, vikojen korjaamisella sekä esimerkiksi operaattorin ajoon lähtötarkastuksilla, koneen oikealla käytötavalla sekä ajoneuvon lopputarkastuksella, joka pitää sisällään latausjärjestelmän sekä ajoneuvon renkaiden ja niiden yhteydessä olevien osien tarkastuksen esimerkiksi lämpötilojen nousua seuraamalla.

Koneiden kunnan ylläpito ja huolto muuttuvat toisaalta polttomoottoreiden poistuessa yksinkertaisemmiksi, mutta myös erikoisosaamista vaativiksi, jotta koneet pysyvät valmistajan edellyttämässä toimintakunnossa. Valmistajien ja käyttäjien yhteistyöllä saadaan huolto- ja tarkastus-

käytännöistä kehitetyksi sujuvia ja kaikkien osapuolten toteuttavissa olevia ainakin perushuoltojen osalta. Operaattoreiden opastukseen koskien koneen oikeaa käyttötapaa ja reagointia ongelmatilanteissa on myös tärkeää panostaa.

Varautuminen onnettomuustilanteisiin maanalaisissa tiloissa

Akkujen suojarakenteen rikkoutuminen ja syttyminen tai muuten ajoneuvossa tapahtuva palo, joka voi siirtyä myös akkuihin, aiheuttaa pelastustoiminnan kannalta erittäin haastavan tilanteen. Akkupalo on luonteeltaan kemikaalipalo ja se voi raportoitujen palojen perusteella kestää useita tunteja. Toinen haaste muodostuu kemiallisesta reaktiosta, joka jatkuu niin kauan kuin ainesosia on jäljellä. Vaikka palo saadaan sammumaan, se syttyy uudestaan niin kauan kuin kemiallinen reaktio jatkuu. Yhtenä huomioon otettavana asiana sammuttamisessa on myös akuissa oleva varaus, joka voi aiheuttaa henkilörisikin vedellä sammuttaessa.

Palotilanteessa avoimissa tiloissa on havaittu hyväksi tavaksi upottaa ajoneuvo vesikonttiin, jossa reaktio voi jatkua hallitusti, syttymistä ei tapahdu ja savua ei muodostu. Myrkylliset sammutusvedet ovat myös hallinnassa.

Maanalaisissa tai vastaavissa rajatuissa tiloissa (esim. parkkihallit) haasteen aiheuttaa tilojen koko ja pääasiassa korkeus, joka estää ajoneuvon nostamisen konttiin. Toisen haasteen aiheuttaa työkoneiden koko, jonka vuoksi niitä on hyvin vaikeaa siirtää.

Asiaa on ideoitu, ja esille on noussut mahdollisuus vetää hetkellisesti sammutettu ajoneuvo konttiin ja sen jälkeen täyttää kontti vedellä. Työkoneiden osalta tämä ei ole mahdollinen ratkaisu, mutta yhtenä ajatuksena on noussut esille akuston irrottaminen ja veto konttiin. Näistä ei kuitenkaan vielä ole olemassa olevaa ratkaisua.

Varautumiskeinot palotilanteen varalta

Käyttäjien tulee tehdä normaali riskien arviointi ja määrittellä ennaltaehkäisevät toimenpiteet sähkökäyttöisen työkoneen tai ajoneuvon syttymiselle. Samalla määrittellään varautuminen mahdolliseen onnettomuustilanteeseen.

Hallintakeinoina ja varautumisena eri toimijoilla ovat nousseet esille latauspisteiden järjestelyt ja sijoittelu siten, että palotilanteessa savukaasujen leviämistä voidaan rajata ja ohjata poistoilmanvaihtoon. Kei-

nona on myös ajoneuvojen vikaantuessa niiden ajaminen tai siirtäminen vastaavaan turvalliseen paikkaan, mikäli mahdollista.

Siirrettävät paloseinät, puhaltimet tai muut vastaavat ratkaisut savukaasujen ohjaamiseksi ovat myös mahdollisia hallintakeinoja. Onnettomuuden tai vikaantumisen jälkeen työkonetta tai ajoneuvoa ei ole välttämättä mahdollista siirtää.

Maanalaisissa ja suljetuissa tiloissa sattuvissa palotilanteissa tärkeimpiä toimenpiteitä ovat savukaasujen leviämisen estäminen mahdollisuuksien mukaan, tiloissa olevien henkilöiden hälyttäminen ja suojaan pääsyn varmistaminen. Nämä käytännöt ovat jo olemassa olevia, mutta niiden arvioinnissa on otettava huomioon kemikaalipalon kesto, joka saattaa edellyttää suojapaikkojen toiminta-ajan lisäämistä.

Huomiota on myös hyvä kiinnittää käytöstä poistettujen tai vikaantuneiden akkujen poistamiseen maanalaisista tiloista. Niiden asianmukainen säilyttäminen maan päällä ennen noutoa on myös syytä varmistaa.

Yleisin riskien hallintakeino on kuitenkin kaikissa arvioinneissa ollut työkoneiden ja ajoneuvojen sekä niiden latausjärjestelmien toimintakunnon ylläpito sekä operaattoreiden opastaminen koneiden oikeaan käyttöön. Samat hallintakeinot ovat tällä hetkellä hyvin pitkälle käytössä myös poltomoottorikäyttöisten koneiden osalta.

Turvallinen toiminta edellyttää myös sähkökäyttöisten työkoneiden ja ajoneuvojen kohdalla suunnitelmallisuutta, resursseja, osaamisen kehittämistä sekä jokaisen tahtoa toimia oikealla tavalla.

Sähkökäyttöiset työkoneet ja ajoneuvot parantavat selkeästi työn ja työympäristön turvallisuutta. Kun niiden käyttö ja ylläpito suunnitellaan oikein, saadaan niistä aiheutuvat riskit pidetyksi hyvin hallinnassa. ▲

Viitteet:

Saastamoinen, Mikko, 2019. Operating models in emergency situations. Esitys KTN-GRAM-KO-seminaarissa Helsingissä 4.12.2019.

A! Aalto-yliopisto
Kemian tekniikan
korkeakoulu

Hakuilmoitus

Toimitusjohtaja Tapani Järvisen ympäristöteknologiarahasto

Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu julistaa haettavaksi Tapani Järvisen ympäristöteknologiarahastosta **8.500 euron** suuruisen apurahan.

Apuraha myönnetään ansioituneelle ympäristöteknologian osaajalle tutkimus- ja kehitystyöhön. Apurahan tarkoituksena on edistää teollisuuden ympäristöteknologian tutkimusta ja tutkimustulosten hyödyntämistä teknologiatuotteina ja -palveluina.

Vapaamuotoinen hakemus toimitetaan rahaston asiamiehelle **viimeistään 31.3.2021 klo 16:00** ensisijaisesti sähköpostilla (pdf-tiedostoina) osoitteeseen pirjo.muukkonen@aalto.fi viestiin viitteeksi Tj. Järvisen rahasto tai postitse osoitteella Aalto-yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, Pirjo Muukkonen, PL 16100, 00076 Aalto ja kuoreen merkintä Tj. Järvisen rahasto.

Hakemuksesta tulee käydä ilmi hakijan henkilötiedot ja apurahan käyttösuunnitelma (tutkimussuunnitelma max 2xA4) ja sen liitteenä tulee olla hakijan CV julkaisuluetteloinen.

Lisätietoja antaa rahaston asiamies talouspäällikkö Pirjo Muukkonen, puh. 050-344 2645, pirjo.muukkonen@aalto.fi.

PL 16100 / 00076 AALTO / Kemistintie 1, 02150 ESPOO
(09) 4511 / chem.aalto.fi



The research on recycling of Lithium-ion batteries in Aalto University

AUTHORS: **PYRY-MIKKO HANNULA, ALEXANDER CHERNYAEV, SIPI SEISKO, MARI LUNDSTRÖM**
PHOTOS: **VALERIA AZOVSKAYA**

BATCircle ecosystem

The BATCircle ecosystem, led by Aalto University, is an about 22 M€ Business Finland-funded flagship project which started in Spring 2019 and will continue until April 2021. The consortium consists of 6 research organizations (Aalto University, LUT University, University of Eastern Finland, University of Oulu, GTK and VTT) as well as of 23 companies working in the Finnish battery metals value chain. The main focus of BATCircle is on the essential raw materials of lithium ion batteries, including Li, Ni, Co, Mn and graphite. The project covers their exploration, mining, refining, recycling and application as active materials as well as the research on business potential and emerging business ecosystem around the battery value chain.

The project is also directly involved in the EU-level through the work done in

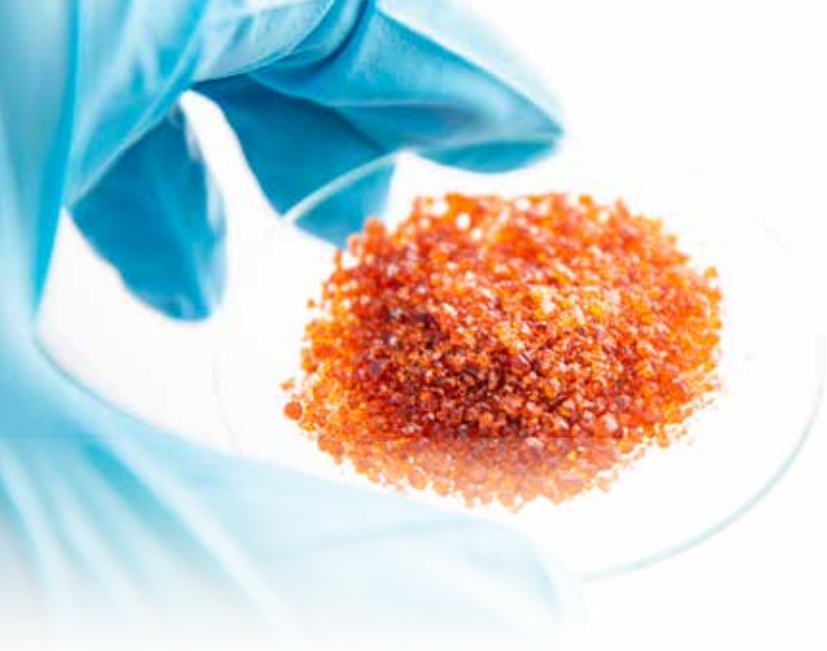
Batteries Europe working group 2 “Raw materials and recycling”, which is coordinated by Outotec and Aalto. Research activities have been running despite the corona situation and the open research of BATCircle has already produced around 40 peer-reviewed journal papers and theses. Aalto University is strongly represented in the consortium and has participated in all areas of research in the consortium. Currently we are building together with research organizations and companies an extended “BATCircle2.0”- ecosystem, which is based on the strong research foundation of the ongoing BATCircle ecosystem and is expected to kick-off in 2021.

Battery recycling activities at Aalto University

The research group of Hydrometallurgy and Corrosion is leading the waste battery recycling

work carried out in BATCircle. Multiple researchers in the group are working on improving the hydrometallurgical recycling of battery waste to improve recoveries of metals and to decrease the use of chemicals as well as on investigating the environmental impacts of different recycling routes. Due to the potentially hazardous nature of lithium-ion battery (LIB) waste, a special laboratory space “LIB-lab” with a dedicated ventilation has been established at Aalto University to support the research carried out in the ecosystem. This infrastructure allows the researchers to safely handle and perform experiments on battery waste while wearing personal safety equipment, such as full body overalls, motorized ventilation and rubber shoes.

The authentic waste batteries for the research purposes are obtained from industrial partners in Finland and Europe. >



These recycling companies provide the material as mechanically pretreated and the material of interest can then be further prepared by sieving the crushed material to remove coarse fractions, consisting mainly of plastics, casing and current collector foil fragments. For Li-ion battery concentrates, the underflow fraction (consisting of particles smaller than 2 mm) is composed of the lithium metal (Co, Ni, Mn) oxide, graphite, some remaining plastics, copper and aluminum foils, as well as wiring. This underflow fraction is the most used raw material in experimental research of waste LIB recycling.

Leaching studies in the core of research

At the research group of Hydrometallurgy and Corrosion, we have recently investigated the leaching phenomena of the active material using also synthetic materials such as LCO (LiCoO_2) and novel NMC ($\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$), while the main focus is on industrially produced waste battery concentrates, rich in LCO, NMC and nickel-metal hydride (NiMH) battery chemistries. Most of our leaching studies have focused on sulfuric acid leaching, since this media is also widely used by the Finnish hydrometallurgical base metal industry. This could potentially allow easier integration of battery recycling process products, side or waste streams to the existing processes.

Our specific interest area lies in the effect of different reducing agents. Leaching of cobalt, nickel and manganese out of the active materials (LCO, NMC) requires the use of reductant, hydrogen peroxide being the most commonly suggested reducing agent for industrial operations (Or et al., 2020) largely driven by the popularity of

electric vehicles (EVs). However, recently we have found that actually also the bigger size fractions of the LIB battery waste (rich in copper and aluminum) or even NiMH battery waste as such can alternatively provide the reducing power needed for the battery waste leaching (Liu et al., 2019; Peng et al., 2019).

Aluminum and copper current collectors as well as iron are generally viewed as impurities in recycling. Therefore, their removal from the waste is typically conducted by sieving. However, in our research group potential benefits of these elements in leaching were discovered (Peng et al., 2019; Porvali et al., 2020). It was experimentally demonstrated that these elements can act as reducing agents towards the active material, such as LiCoO_2 and $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$ even for the industrially produced battery concentrate. Furthermore, these metallic elements originating from spent batteries themselves can compete in efficiency with H_2O_2 . The disadvantage of H_2O_2 is that it is not only reductant for LiCoO_2 types of chemistries, but simultaneously also a strong oxidant for the less noble elements such as Cu and Al. This dualistic behavior increases its chemical consumption as well as the related carbon footprint.

Our research has shown that to enhance the leaching without the addition of H_2O_2 , only 3,35 g of Cu with 1,06 g/l of Fe added to the leaching reactor would be sufficient to fully dissolve 10 g of LiCoO_2 (Porvali et al., 2020). Additionally, our visiting post-doc researcher (Liu et al., 2019) demonstrated that metal extraction in Li-ion battery leaching could also be enhanced by feeding NiMH battery waste instead of a reductant. The added NiMH battery waste can act as a reductant in Li-ion battery leaching,

and Li-ion battery waste is consequently an oxidant for rare earth metals in NiMH battery waste leaching. The efficacy of organic reducing agents, such as glucose and ascorbic acid (Aaltonen et al., 2017; Peng et al., 2018) and even waste tea biomass (Chen et al., 2019), has also been studied in our Li-ion battery waste studies.

Extraction of leached metals

The leached solution from LIBs is of interest to the hydrometallurgical industry, because it is rich in dissolved metals, i.e., Fe, Al, Cu, Ni, Co, Mn and Li. Some of these metals (Cu, Ni, Co) are currently well recovered. However, the recovery of Fe, Al, Mn and Li is still not sufficiently conducted from the battery waste in industrial operations. In our research group, we have investigated also solution purification aiming to remove and/or recover valuable battery metals so that they can be re-used to make new batteries (Peng et al., 2020b).

With chemical precipitation or solvent extraction, Fe and Al impurities can be separated from Ni, Co, Mn and potentially Cu (Agarwal et al., 2019; Peng et al., 2020a). Lithium is then the last metal left in the solution after the removal and recovery of the others and can be recovered. The final products in the battery recycling processes are typically precipitated/crystallized as metal sulphates, phosphates, carbonates or hydroxides, depending on the process and the desired product. Highly pure metal salts are further used as the starting chemical in the battery precursor production.

LCA studies are essential

Life cycle assessment (LCA) of recycling processes is a research area which is of increasing importance in the future. It



is essential to assess the environmental impacts of technological innovations and development-stage processes prior to up-scaling the processes into industrial scale, in order to reduce the environmental impact of future recycling solutions.

The LCA is created based on the literature and experimentally produced data, which allows to determine process streams and chemical consumption in each stage of a recycling process. The special competence in Aalto is in simulation-based process modelling, allowing holistic evaluation of the impact of novel processes and process modifications on the environmental measures. This valuable information, containing factors such as global warming potential, acidification potential and water footprint, is then used to assess and compare the environmental footprint of alternative recycling processes. The emissions of a recycling plant are also directly related to the geographical area where the plant is located, due to the differences in CO₂ emissions of electricity production.

The future of battery recycling research

In recent years the Li-ion battery chemistries have evolved towards reduced use of Co due to ethical, economic and technological reasons. Therefore, the trend has been shifting from LiCoO₂ towards LiNi_xMn_yCo_zO₂ with Ni being the major element. In the past years, the focus in LIB recycling has also started to shift towards research on the industrially collected and produced concentrates based on the nickel rich (NMC) oxides. As the NMC-based batteries are becoming the main focus in research, the economics of recycling will

also change as the amount of the most valuable element, cobalt, decreases in end-of-life battery material.

The decrease of the materials value may challenge the conventional recycling business models in future and therefore also not only technical but also economical circularity of different battery materials need to be in focus in future. Research in this field is increasingly important as future recycling processes need to be not only economically feasible, but they must also consider safety and sustainability of the processes as Europe begins electrifying its automotive fleet under the European Green deal. ▲

References

- Aaltonen, M., Peng, C., Wilson, B., Lundström, M., 2017. Leaching of Metals from Spent Lithium-Ion Batteries. *Recycling* 2, 20. <https://doi.org/10.3390/recycling2040020>
- Agarwal, V., Khalid, M.K., Porvali, A., Wilson, B.P., Lundström, M., 2019. Recycling of spent NiMH batteries: Integration of battery leach solution into primary Ni production using solvent extraction. *Sustain. Mater. Technol.* <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2019.e00121>
- Chen, Y., Chang, D., Liu, N., Hu, F., Peng, C., Zhou, X., He, J., Jie, Y., Wang, H., Wilson, B.P., Lundström, M., 2019. Biomass-Assisted Reductive Leaching in H₂SO₄ Medium for the Recovery of Valuable Metals from Spent Mixed-Type Lithium-Ion Batteries. *JOM* 71, 4465–4472. <https://doi.org/10.1007/s11837-019-03775-3>
- Liu, F., Peng, C., Porvali, A., Wang, Z., Wilson, B.P., Lundström, M., 2019. Synergistic Recovery of Valuable Metals from Spent Nickel–Metal Hydride Batteries and Lithium-Ion Batteries. *ACS Sustain. Chem. Eng.* <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b02863>
- Or, T., Gourley, S.W.D., Kaliyappan, K., Yu, A., Chen, Z., 2020. Recycling of mixed cathode lithium-ion batteries for electric vehicles: Current status and future outlook. *Carbon Energy* 2, 6–43. <https://doi.org/10.1002/cey2.29>
- Peng, C., Chang, C., Wang, Z., Wilson, B.P., Liu, F., Lundström, M., 2020a. Recovery of High-Purity MnO₂ from the Acid Leaching Solution of Spent Li-Ion Batteries. *JOM* 72, 790–799. <https://doi.org/10.1007/s11837-019-03785-1>
- Peng, C., Hamuyuni, J., Wilson, B.P., Lundström, M., 2018. Selective reductive leaching of cobalt and lithium from industrially crushed waste Li-ion batteries in sulfuric acid system. *Waste Manag.* <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.02.052>
- Peng, C., Lahtinen, K., Medina, E., Kauranen, P., Karppinen, M., Kallio, T., Wilson, B.P., Lundström, M., 2020b. Role of impurity copper in Li-ion battery recycling to Li-CoO₂ cathode materials. *J. Power Sources* 450, 227630. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2019.227630>
- Peng, C., Liu, F., Aji, A.T., Wilson, B.P., Lundström, M., 2019. Extraction of Li and Co from industrially produced Li-ion battery waste – Using the reductive power of waste itself. *Waste Manag.* <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.048>
- Porvali, A., Chernyaev, A., Shukla, S., Lundström, M., 2020. Lithium ion battery active material dissolution kinetics in Fe(II)/Fe(III) catalyzed Cu-H₂SO₄ leaching system. *Sep. Purif. Technol.* 236, 116305. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.116305>



GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä
riskejä kattavalla
3D-mallinnuksella!

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



GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

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



KALLIOMEKANIIKAN ASENNUKSET JA MITTAUKSET

Monitorointi

- Reaaliaikaiset mittaussysteemit - niin maan päällä kuin alla.

Jännitystilamittaukset

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

FROM MINE TO MINE



Oletko jo käynyt lukemassa vastuullisuusraporttimme?
nordkalk.fi/vastuullisuus

For more information, please contact:

Satu Penttinen, phone +358 (0)20 753 7478

www.nordkalk.com





Akkumetallit talteen kestävästi

VTT:n metallien talteenoton tutkimuspilotti”.

TEKSTI: PÄIVI KINNUNEN, TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT
VILLE MIETTINEN, TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT

Akkumetallit ovat kriittisiä raaka-aineita

Yhteiskunnan sähköistyessä akkumetalleja tarvitaan entistä enemmän. EU julkaisee kolmen vuoden välein kriittisten raaka-aineiden listan, ja viimeisin päivitys julkaistiin tänä vuonna (Euroopan komissio, 2020). Raaka-aine luokitellaan kriittiseksi, kun se on taloudellisesti merkittävä ja tuotanto on keskittynyt vain muutamaani maihin aiheuttaen mahdollisia saatavuusriskejä. Esimerkiksi ensimmäistä kertaa listalle nousseen litiumin tarpeen ennustetaan nousevan Euroopassa seuraavissa 10 vuodessa lähes 20-kertaiseksi ja vuoteen 2050 mennessä 60-kertaiseksi. Koboltti pysyi kriittisenä raaka-aineena komission listalla. Vaikka nikkeli ei ole ainakaan vielä mukana kriittisten raaka-aineiden listalla, seuraa komissio aktiivisesti myös nikkelin tilannetta akkumetallien kasvavasta kysynnästä johtuen.

Uudet tuotantotavat

Akkumetalleja, kuten nikkeliä ja kobolttia, on tuotettu sulatoissa ja hydrometallurgisissa prosesseissa malmityypistä riippuen. Perinteiset prosessit saattavat sisältää useita liuotus-, saostus-, uutto- ja uudelleenliuotusvaiheita. Puhtausvaatimukset akkume-

talleille ovat kuitenkin huomattavasti korkeammat kuin esimerkiksi ruostumattoman teräksen valmistuksessa. Käyttötarkoituksella on suuri vaikutus prosessin valintaan ja lopputuotteen puhtausvaatimuksiin. Perinteisten prosessien yleisin lopputuote on puhdas metalli, kun taas akkujen tuotannon raaka-aineiksi käytetään metallisuoloja kuten nikkeli- ja kobolttisulfaatteja.

Uudet vaatimukset ajavat metalliteollisuutta myös uusiin, paremmin akkumateriaalien tuotantoon sopiviin ratkaisuihin. Yksi vaihtoehto prosessin tehostamiseen on ioninvaihto, jota voidaan käyttää saostuksen ja uudelleenliuotuksen sijasta. Ioninvaihdossa liuoksen kationit tai anionit vaihdetaan ioninvaihtohartsin sisältämiin anioneihin tai kationeihin. Ioninvaihdon avulla akkumetallien tuotantoprosesseja voidaan yksinkertaistaa ja samalla tehdä niistä sekä taloudellisesti kannattavampia että myös ympäristön kannalta parempia. Lisää haastetta akkumetallien tuotantoon tuo hyvien akkumetallimalmioiden väheneminen. Tämä pakottaa kaivosfirmoja hyödyntämään yhä köyhempiä ja vaikeammin prosessoitavia malmeja. Business Finlandin rahoittamassa 1.5.2020 alkaneessa BATTRACE-hankkeessa VTT kehittää uu-

den tyyppisiä prosessiratkaisuja köyhille ja vaikeasti jalostettaville malmioille sekä optimoi olemassa olevia akkumetallien talteenottoprosesseja.

Akkumetallit talteen jätevirroista

Suurin osa akkujen metalleista voidaan ottaa käytön jälkeen talteen kierrätysprosesseissa. Vaikka tällä hetkellä kierrätettävien akkujen määrä on vielä varsin vähäinen, nousee kierrätysakkujen määrä tulevaisuudessa ja tarjoaa merkittävän akkumetallien lähteen. Sähköautojen akkujen kierrätysaste on nykyään noin 50 %, mutta uudet teknologiat mahdollistavat kierrätysasteen noston yli 80 prosenttiin. Ennen kobolttin, nikkelin ja mangaanin hydrometallurgista liuotusta ja talteenottoa voidaan mekaanisella käsittelyllä erottaa erilaisia jakeita, kuten muoveja ja kuparia.

Varsinaisen akkukierrätyksen lisäksi akkumetalleja on mahdollista ottaa talteen erilaisista jätevirroista, jotka ovat metallien kysynnän ja hintojen noustessa nousseet kiinnostaviksi vaihtoehtoiksi metallien tuotantoon. Vanhojen rikastushiekkojen metallipitoisuudet saattavat joissain tapauksissa olla korkeammat kuin uusien malmioiden. Lisäksi materiaali on jo murskattu ja

jauhettu, jolloin partikkelikoko on yleensä metallien talteenottoa varten valmiiksi riittävän pientä.

VTT:llä kehitettiin menetelmiä metallien talteenottoon kaivosteollisuuden jätteistä Suomen Akatemian rahoittamassa EcoTail-hankkeessa "Rikastushiekkojen hyödyntäminen kiertotaloudessa". Potentiaalisimmaksi materiaalilähteeksi pilottikoeksiin valikoitui kobolttipitoinen rikastushiekka, josta saatiin bioliuotusmenetelmällä liuotetuksi lähes 90 % koboltista (Mäkinen ym., 2020). VTT on jatkanut menetelmän kehitystä ja pilotoinut koboltin talteenottoa rikastushiekoista bioliuotuksella yhteistyössä teollisuuden kanssa EU:n rahoittamassa NEMO-hankkeessa (www.h2020-nemo.eu). Samalla kun arvokkaat metallit otetaan talteen, parannetaan loppusijoitettavan materiaalin ympäristöominaisuuksia.

Olemme myös haastatelleet suomalaisia kaivosteollisuuden edustajia ja sidosryhmiä rikastushiekkojen hyödyntämisen mahdollisuuksista, haasteista ja pullonkauloista (Kinnunen ja Kaksonen, 2019). Haastattelujen perusteella rikastushiekkojen hyödyntämisessä on liiketoimintamahdollisuuksia erityisesti pitkällä aikavälillä, vaikka liiketoimintapotentiaali onkin tähän mennessä jäänyt pääosin hyödyntämättä. Kiertotalousajattelu, teknologinen prosessikehitys, instituutiot, taloudelliset mahdollisuudet ja ympäristönäkökulmat tunnistettiin rikastushiekkojen hyödyntämisen ajureiksi. Kehitystarpeita olivat muun muassa uusien arvoketjujen tarve sekä prosessointitekniologioiden kehittäminen edelleen.

Prosessivaihtoehtoja voi olla useita

Monet metallien talteenottomenetelmien yksikköprosesseista ovat saman tyyppisiä riippumatta siitä, otetaanko metalleja talteen malmeista vai jäte- ja sivuvirroista. Kaivostuotanto sekä jätevirtojen kierrätys ovat vuosikymmenien aikana lähentyneet toisiaan (Spooren et al. 2020). Rikkaiden malmien ohella tarkastellaan entistä enemmän myös köyhiä lähteitä eli sellaisia malmeja ja metallinjalostuksen jätteitä, joissa haluttuja metalleja on totuttua vähemmän. Olemassa olevia sekä uusia kehitettäviä teknologioita voidaan yhdistellä uudella tavalla materiaalista riippuen ja sopivia prosessivaihtoehtoja voi myös olla useita.

Tänä vuonna päättyneessä VTT:n koordinoimassa METGROW+-projektissa

(www.metgrowplus.eu) löysimme keinoja muun muassa tärkeiden akkumetallien, koboltin ja nikkelin, talteenottoon köyhistä malmeista ja jätevirroista ympäristövaikutukset halliten. Hankkeessa kehitetty työkalu mahdollisten prosessivaihtoehtojen arvioimiseen on käytettävissä ilmaiseksi osoitteessa <https://app.metgrowplus.eu/Calculator>. Käyttäjä voi painottaa erilaisia prosessivaihtoehtoja vaikuttavista tekijöistä ja arvioida, miten painotetut tekijät vaikuttavat esimerkiksi valitun prosessin talouteen, ympäristövaikutuksiin tai jätemäärään.

Akkumetallien talteenotossa voidaan myös yhdistää kierrätysmateriaalivirtoja primäärituotannon prosessivirtoihin. Tällöin laajennetaan raaka-aineiden saatavuutta ja hyödynnetään jo olemassa olevaa infrastruktuuria. Integroimisen edellytyksenä on, että kierrätysmateriaali esikäsitellään sopivaan muotoon, jotta olemassa oleva prosessi ei häiriinny. On odotettavissa, että tulevaisuudessa primäärituotantoa ja kierrätystä integroivat menetelmät tulevat yleistymään.

Akkumetalleja voidaan tuottaa vastuullisesti

Akkujen tuotannon ympäristövaikutukset painottuvat raaka-aineiden tuotantoon (Recharge, 2018). Siten akkumetallien tuotannolla on suuri vaikutus akkujen tuotannon hiilijalanjälkeen sekä energian, mineraalisten ja metallisten resurssien käyttöön. Koska Suomessa käytetty energia on pitkälti uusiutuvaa, on akkumetallien tuotannon hiilijalanjälki selvästi pienempi kuin uusiutumattomasta energiasta käytävissä maissa. Tänä vuonna julkaistussa elinkaarianalyysissä ulkopuolinen taho arvioi Terrafamen nikkelsulfaatin tuotannon hiilijalanjäljen noin 60 % matalammaksi kuin keskimääräisellä nikkelsulfaattituotannolla. Akkumetallien tuotantotapoja kehittämällä ja uusiutuvan energian käytöllä on siten mahdollista merkittävästi vähentää ympäristövaikutuksia.

Hiilijalanjäljen lisäksi paikallisella tasolla merkittäviä ympäristöasioita ovat erityisesti vesi ja jäte. Useat kaivokset pyrkivätkin kierrättämään mahdollisimman paljon vettä prosesseissaan. Suomesta on mukana useampia organisaatioita VTT:n koordinoimassa ITERAMS-hankkeessa (www.iterams.eu), jossa tavoitteena on sulkea mineraalien vaahdotuksen vesikierron. Jätevesillä ja kaivosjätteillä on usein lähtö-

kohtaisesti ajateltu olevan vain negatiivinen arvo. Vesiin ja jätteisiin liittyvät ympäristöhaasteet on kuitenkin mahdollista muuttaa liiketoimintamahdollisuuksiksi. Suljettuihin vesikiertoihin kertyy kuitenkin erilaisia aineita kuten kemikaaleja, mikä voi heikentää prosessien tehokkuutta. Sen vuoksi tarvitaan vedenkäsittelyä, jonka avulla kierrätysvettä voidaan käsitellä juuri sen verran kuin on tarpeellista. Kun vesikierron ovat suljettuja, vettä saadaan takaisin myös rikastushiekkajätteestä. Rikastushiekasta tehtyjä geopolymeerejä voidaan käyttää esimerkiksi vettä ja happea läpäisemättöminä maakerroksina rikastushiekka-alueilla sekä kaivostäytössä.

Akkumetallien talteenottoprosesseja malmeista ja erilaisista jätemateriaaleista voidaan kehittää edelleen vesi, jäte ja energia huomioiden. Loppukäyttäjät, kuten auto-teollisuus ja kuluttajat, vaativat tuotannolta entistä enemmän vastuullisuutta, mikä on suomalaisten akkumetalliarvoketjujen toimijoiden etu. ▲

Viitteet

- Euroopan komissio. 2020. Kriittisiin raaka-aineisiin liittyvä häiriönsietokyky: miten lisätä toimitusvarmuutta ja kestävyyttä. COM(2020) 474 final. Bryssel 3.9.2020
- Mäkinen J., Salo M., Khoshkhou M., Sundkvist J.-E., Kinnunen P. 2020. Bioleaching of cobalt from sulfide mining tailings; a mini-pilot study. *Hydrometallurgy*. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2020.105418>
- Kinnunen P. and Kaksonen A. 2019. Towards circular economy in mining: Opportunities and bottlenecks for tailings valorization. *Journal of Cleaner Production* 228: 153-160.
- Spooren J., Binnemans K., Björkmalm J., Breemers K., Dams Y., Folens K., González-Moya M., Horckmans L., Komnitsas K., Kurylak W., Lopez M., Mäkinen J., Onisei S., Peys A., Pietek G., Pontikes Y., Snellings R., Tripiana M., Varia J., Willquist K., Yurramendi L. and Kinnunen P. 2020. Near-zero-waste processing of low-grade, complex primary and secondary ores: challenges and opportunities. *Resources, Conservation & Recycling* 160: 104919.
- Recharge. The Advanced Rechargeable & Lithium Batteries Association. 2018. PEFCE - Product Environmental footprint category rules for high specific energy rechargeable batteries for mobile applications. February 2018.

WHEN SAFETY MATTERS



NPED

**NON PRIMARY
EXPLOSIVES
DETONATORS**

**FOR INCREASED
SAFETY AND A
BETTER WORKING
ENVIRONMENT**

Orica Finland Oy

Jussilankatu 6
15680 Lahti

Puhelin: 010 3212 550
Sähköposti: finland@orica.com





Akkumetallien kierrätys on hiottu teolliseen mittakaavaan

Yhteiskunnan sähköistyminen lisää tulevaisuudessa merkittävästi tarvetta akuille. Huipputekniikkaa hyödyntäviä älylaitteita ja työkaluja käytetään yhä enemmän ja ympäristörasitusta pyritään vähentämään muun muassa lisäämällä sähköistä liikumista ja siirtymällä uusiutuviin energiantuotantomenetelmiin. Nämä kaikki tarvitsevat akkuja toimiakseen – ja akut taas metalleja toimiakseen.

TEKSTI: LAURA SYRJÄLÄ

Kestävällä tavalla tuotetut akkumateriaalit ovat tärkeä kilpailutekijä akkujen valmistajille. Kierrätettyjä raaka-aineita käyttämällä voidaan merkittävästi pienentää valmistetavan akun hiilijalanjälkeä ja siksi akkujen kierrätys nähdään keskeisenä tukena kaitteollisuudesta saataville raaka-aineille.

Fortum on jo vuosien ajan rakentanut valmiuksia tuoda markkinoille kestävällä pohjalla tuotettuja akkumetalleja. Yhtiö on rakentanut muun muassa ratkaisuja

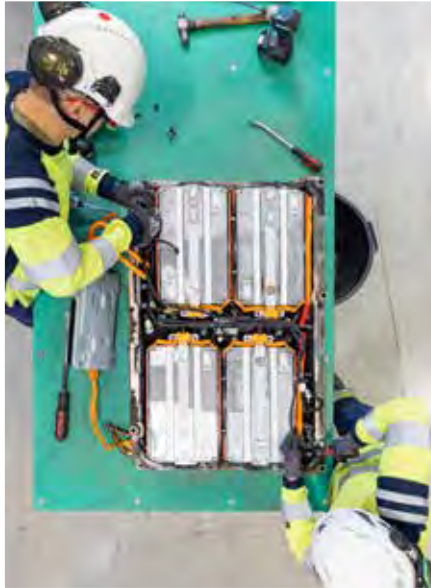
käytettyjen akkujen ja paristojen keräykseen, turvalliseen kuljetukseen ja käsittelyyn. Osana tätä kehitystä Fortum hankki alkuvuodesta 2020 Harjavallassa toimivan Crisolteqin omistukseensa. Crisolteqillä on yli kymmenen vuoden kokemus metallien talteenotosta erinäisistä sekundäärilähteistä ja niiden jatkojalostamisesta puhtaiksi metallisuoloiksi.

Fortum operoi Harjavallassa muun muassa litiumioniakkujen kierrätysprosessia, jonka myötä yli 95 % akuissa olevista katodimetalteista, nikkelistä, koboltista,

mangaanista ja litiumista saadaan talteen. Ne jatkojalostetaan ja kierrätetään takaisin akkuihin.

– Ratkaisun avulla akuille saadaan tehokas kierrätysaste ja matala hiilidioksidijalanjälki. Voimme palauttaa suurimman osan metalleista takaisin litiumioniakkuihin ja saamme siten arvokkaat metallit kiertoon, kertoo Fortumin akkuliiketoiminnan kaupallinen johtaja **Jaakko Savolainen**.

Kansainvälisen energijärjestön IEA:n ennusteen mukaan sähköautojen määrä tulee kasvamaan nykyisestä kolmesta mil-



joonasta 125 miljoonaan vuoteen 2030 mennessä. Litiumioniakkujen kierrätysmarkkinan arvo globaalisti oli noin 1,3 miljardia euroa vuonna 2019, mutta sen odotetaan nousevan yli 20 miljardiin euroon tulevina vuosina.

– On kriittistä, että akut kierrätetään Euroopassa eikä anneta arvokkaiden kierrätysraaka-aineiden valua esimerkiksi Euroopan ulkopuolelle kierrätettäväksi, taustoittaa Savolainen.

Suomella on erinomaiset mahdollisuudet olla merkittävä toimija kestävästi valmistettujen akkumateriaalien valmistuksessa niin primäärisissä kuin sekundäärisissäkin raaka-aineissa. Fortumin ratkaisu palauttaa akussa olevat arvokkaat katodimateriaalit kiertoon lähes 100-prosenttisesti. Akkumetallien valmistus sekundäärisistä raaka-aineista palauttaa metallit korkealaatuisina tuotteina kiertoon ja pienentää sähköauton akkujen ympäristörasitusta vähentämällä kobolttin, nikkelin, mangaanin sekä litiumin primäärilouhinnan tarvetta. Uusien kaivosten avaaminen on pitkä ja työläs prosessi, eikä louhinta ole riittävä tapa kasvattaa akkumetallien tarjontaa.

– Fortumilla on nyt merkittävä asema akkujen arvoketjussa, sillä tarjoamme sähköautojen latauspalveluita, käytämme energiantuotannossa isoja akkujärjestelmiä ja kehitämme niin akkujen jätehuoltoja kuin materiaalien uudelleenkäyttöäkin

Akkumetallien jalostuksen sekundääriset raaka-aineet:

- teollisuuden sivuvirrat ja jätteet
- käytöstä poistetut paristot
- käytöstä poistetut sähköauton akut
- käytöstä poistetut katalyytit

sekä akkuihin liittyviä erilaisia digitaalisia sovelluksia, kertoo Savolainen.

Litiumioniakut ovat tärkeä raaka-ainevirta Fortumille. Akkukemikaalien valmistus sekundäärisistä raaka-aineista on monivaiheinen prosessi. Se huipentuu Harjavallassa toimivaan hydrometallurgiseen prosessiin, jota on hiottu teolliseen mittakaavaan.

Ennen sitä akkujen kierrätykseen kuuluu seuraavia vaiheita: käytöstä poistetut akut tehdään ensin turvallisiksi purkamalla niistä jännite. Sen jälkeen akut testataan uusiokäyttöön soveltuvuuden osalta. Tämän jälkeen akut puretaan soveltuvaan kokoluokkaan aina merikonttien kokoisista akuista sähköpyörien akkuihin, jotta akut soveltuvat jatkokäsittelyyn. Lopuksi akut murskataan ja jäljelle jää ns. musta massa, joka jatkokäsitellään Harjavallan hydrometallurgisessa prosessissa.

Suomi on niitä harvoja maita, joissa akkuminaaleja löytyy myös maaperästä. Niitä louhitaan ja jalostetaan jo uusiksi raaka-aineiksi.

– Harjavaltaan rakentuva akkujen kierrätysklusteri on luontevaa jatkoa tälle ja edellytys vähäpäästöisille akkuraaka-aineille, jatkaa Savolainen.

– Olemme akkukemikaalien jalostuksessa jo pitkällä ja saamme valmistetuksi huippulaadukasta raaka-ainetta. Sekundääriset lähteet eli kierrätyksestä saatavat materiaalit ja muut sivuvirrat ovat jalostuksen kannalta kriittisimmät.

Fortumilla työskentelee akkuliiketoiminnan parissa lähes 50 henkilöä ja Harjavaltaan on rakentumassa akkujen kierrätysklusteri, joka tukee Euroopassa kasvavaa sähköautoilua ja siihen liittyvää akkumateriaalien kierrätystarvetta.

Fortum tarjoaa akkujen arvoketjussa toimiville yrityksille kokonaisvaltaisen closed-loop -palvelun, jolla vähennetään sähköautojen hiilijalanjälkeä.

– Pidämme tärkeänä kehittää arvoketjua ja yhteistyötä eri toimijoiden välillä, jatkaa Savolainen.

Fortumin tavoitteena on aina ollut, että suurin osa akun materiaaleista voitaisiin käyttää uusien akkujen raaka-aineena, tai että talteen otetuille aineille löytyy joku muu hyötykäyttö. Kierrätyksen lisäksi akun koko elinkaaren tulee olla kestävä.

– Kehitämme kierrätyksen teknologiaa edelleen ja osana sitä haluamme parantaa läpinäkyvyyttä ja jäljitettävyyttä. Mitä enemmän saamme akkuja kierrätykseen, sitä varmemmin saamme jalostetuksi akkukemikaaleja, kertoo Savolainen.

Tulevaisuudessa on entistä tärkeämpää, että akkujen valmistuksessa käytetään kierrätettyjä materiaaleja, jotta sähköautoilun ympäristöystävällisyys toteutuu. Jotkut akkukemikaalien valmistajat toivovat jo nyt, että tulevaisuudessa vähintään 50 % akkumetalleista saadaan kierrätyksestä ja markkina kasvaa räjähdysmäisesti esimerkiksi Norjassa, jossa jo yli 50 % uusien autojen rekisteröinneistä tehdään sähköautoille.

– Suomella on kaikki edellytykset profiloitua akkujen osaamiskeskukseksi. Tämä onnistuu vain yhteisellä, jossa rakennetaan toimivia ekosysteemejä ja arvoketjuja eri toimijoiden välillä niin Suomessa kuin ulkomailla, päättää Savolainen.▲



NORTHVOLT

Eurooppa näyttää suuntaa kestäväälle akkuteollisuudelle

Liikenteen sähköistyminen kiihdyttää Euroopan akkuteollisuutta. Avainasemassa on koko arvoketjun hallitseminen raaka-aineista lopputuotteeseen, toteaa Tomi Keskinen Swecolta. Sweco on mukana myös Northvolt Ett -hankkeessa, joka vie akkujen kestävä tuotantoa eteenpäin.

TEKSTI: VEERA ARGILLANDER, SINI LARSEN, TOMI KESKINEN

Liikenne sähköistyy hurjaa vauhtia. Akkuteknologian kehitys ja valmistusmäärien kasvu laskevat sähköautojen hintoja. Kehitystä vauhdittavat myös EU:n päästörajoitteet. Kun vuonna 2016 maailmassa oli käytössä vain runsaat kolme miljoonaa sähköautoa, vuonna 2030 niitä on energijärjestö IEA:n arvion mukaan 125 miljoonaa. Konsulttiyhtiö McKinsey ennustaa, että vuonna 2040 kaikista myydyistä ajoneuvoista 70 prosenttia kulkee sähköllä. Henkilöautoista sähköisiä on jopa kuusi kymmenestä, ennustaa Bloomberg.

Sähköautobuumin ansiosta akkuteollisuus on nyt kaikkien huulilla. Pieni Skellefteån kunta Pohjois-Ruotsissa on astunut liikenteen murroksen eturintamaan. Oulun korkeudella, Perämeren toisella puolella sijaitsevan kunnan liepeille nousee Euroopan suurin akkuja valmistava tehdas Northvolt Ett.

Euroopassa kasvu halutaan toteuttaa kestävästi, ja maanosa pyrkii sähköautoistumaan vastuullisesti. Northvolt on euroop-

palaisen akkuteollisuuden mallioppilas. Sen missio on tuottaa maailman vihreimpiä litiumakkuja mahdollisimman pienellä hiilijalanjäljellä.

Ottaako Eurooppa kotivoiton vai viekö Aasia Euroopan akkumarkkinat?

Jopa 80 prosenttia maailman akuista valmistetaan tällä hetkellä Aasiassa, ja markkinaa hallitsevat Kiina, Japani ja Etelä-Korea. Eurooppalaisten osuus tuotannosta on prosentin luokkaa.

Ovi on kuitenkin auki myös Eurooppaan, jonne aasialaisyrietykset rakentavat jo akkutehtaita varmistaakseen globaalin valta-asemansa. Ratkaako kisa Euroopan akkumarkkinoista Aasialle vai Euroopalle?

– Akkuteollisuus tulee Eurooppaan, mutta on vielä avoin kysymys, kenelle se päättyy. Onko arvoketju kokonaan eurooppalaisten yhtiöiden hallussa, vai onko toimiala riippuvainen aasialaisista satelliittitehtaista, joiden tutkimus ja tuotekehitys sekä koneet ja laitteet tulevat Aasiasta, pohtii

Northvolt Ett -projektin hankejohtaja **Tomas Gille**.

Euroopassa on herätty siihen, että jalka on ututettava markkinarakoon nyt. Eurooppalaisilla toimijoilla – autotehtailla, poliittisilla päättäjillä ja potentiaalisilla akkujen valmistajilla – on strateginen ja taloudellinen kannuste varmistaa paikallinen akkujen tuotanto, sillä EU on suunnannut akkuteollisuuden kehittämiseen tulevan vuosikymmenen aikana yli 8 miljardia euroa. Gillen mukaan EU investoi vuonna 2019 ensimmäistä kertaa sähköautojen tuotantoketjuun enemmän rahaa kuin Kiina.

EU:n tavoite on luoda Eurooppaan innovatiivinen, kilpailukykyinen ja kestävä akkuteollisuus. Vaikka kilpailu esimerkiksi akkutehtaiden sijoituspaikoista on kovaa myös maanosan sisällä, yhteinen tahtotila on, että akut Euroopan tarpeisiin valmistetaan Euroopassa.

– Avainasemassa on koko arvoketjun hallitseminen raaka-aineista lopputuotteeseen, toteaa Swecon kemian- ja kaivosteollisuuden liiketoimintajohtaja **Tomi Keski-**



nen. Teollista suunnittelua tekevä Sweco on toiminut viimeisen viiden vuoden ajan tiiviisti akkuteknologiateollisuuden parissa.

Akkuarvoketju alkaa kaivokselta ja päättyy lopputuotteeseen, kuten autoon, josta se tavoitellussa kierrätetään takaisin johonkin prosessin vaiheeseen. Akun tuotantoketjussa syntyviä tuotteita tai välituotteita ovat raaka-aineet, kennot, moduulit ja akkupaketit. Lisäarvo tehdään ennen kaikkea raaka-aineiden jatkojalostuksen ketjussa.

– Akku on sähköauton kallein osa. Auton arvosta noin 40 prosenttia tulee akusta. Ero siinä, onko tuotanto kokonaan tai vain osin Euroopassa, on siis dramaattinen sekä työpaikkojen että sijoittajien näkökulmasta, sanoo Gille.

Gillen mukaan Euroopan akkuteollisuus on kehittynyt valtavasti viimeisten kolmen vuoden aikana ja suunta on oikea. Akkujen valmistajilla, jotka kykenevät houkuttelemaan pääomaa ja osajia sekä skaalaamaan tuotantonsa nopeasti, on edessä valtavat mahdollisuudet tulevan vuosikymmenen aikana.

Vastuullisuus painaa vaakakupissa

Eurooppalaiset autonvalmistajat haluavat akkujen valmistuksen lähelle eurooppalaisia tehtaita taloudellisista syistä, mutta vaakakupissa painavat myös vastuullisuus sekä eettiset ja ekologiset kysymykset. Litiunioniakkujen kritiikki kohdistuu useimmiten kaivosteollisuuden kestävytyteen. Tomi Keskinen muistuttaa, että vastuullisuuden näkökulmasta on olennaista kysyä, missä ja miten akut valmistetaan. On maita, joissa kriittisiä akkumateriaaleja, kuten kobolttia

ja litiumia, tuotetaan hyvin kyseenalaisin keinoin.

– Autotehtaat haluavat tietää, mistä materiaalit ovat peräisin. Hankintasopimuksia ei haluta enää tehdä lapsityövoimalla Kongossa kaivetusta koboltista, Keskinen tiivistää.

Maailman koboltista 60 prosenttia tulee tällä hetkellä Kongon demokraattisesta tasavallasta, kun taas 10 prosenttia tulee Suomesta, Terrafamen kaivokselta. Suomi onkin ainoa eurooppalainen kobolttin tuottaja. Litiumia taas tulee paljon esimerkiksi Chilestä, jossa sitä tuotetaan pohjaveden avulla, mikä kuluttaa muutenkin kuivilla alueilla tarvittavaa vettä.

Raaka-aineiden hankinnan ja tuotannon lisäksi iso kysymys on se, miten koko arvoketjussa tarvittava energia tuotetaan. Sähköautoja on kritisoitu juuri akkutuotannon kokonaispäästöjen takia. Reilu kolmasosa sähköauton koko tuotantoketjun päästöistä tulee akusta. Sekä metallintuotanto että akun valmistus ovat energiaintensiivisiä. EU:n asettamiin päästötavoitteisiin ei yhtäältä päästä sähköistämättä liikennettä, mutta niitä ei myöskään saavuteta, mikäli sähköautojen valmistamiseen tarvittava energia tuotetaan pääosin fossiilisista lähteistä. Northvolt tuottaakin tulevaisuudessa akkuja 100-prosenttisesti uusiutuvalla energialla, jotta niillä on mahdollisimman pieni hiilijalanjälki. Esimerkiksi Kiinassa suuri osa akkujen valmistukseen tarvittavasta energiasta tuotetaan hiilivoimalla.

Koko Northvoltin akkutuotanto perustuu kestäviin arvoihin sitoutumiseen.

– Kestävä ketju alkaa raaka-aineiden eettisestä hankinnasta ja jatkuu läpi ketjun,

jonka jokaisessa vaiheessa tulee varmistaa mahdollisimman pieni hiilijalanjälki, Gille sanoo.

Liikenteen sähköistymiseen ja hiilidioksidineutraaliuteen tähtäävät projektit ovat myös Swecolle strategisesti tärkeitä.

– Kestävän kehityksen strategiassamme Northvolt on keskeinen projekti. Haluamme olla mukana kestävässä eurooppalaisen akkuteollisuuden rakentamisessa ja sen kärkihankkeissa, Keskinen sanoo.

Hän muistuttaa, että kaivostoiminnan säätelystä on tärkeää puhua myös Suomessa. Ei ole kuitenkaan eettistä lykätä akkumateriaalien ja akkujen tuotantoa heikommalla säätelyllä maihin. Metallin tuotannon vastuullisuus on Suomelle merkittävä kilpailuetu.

Allianssihankeessa on mukana paljon suomalaista osaamista

Northvoltin akkutehdas Skellefteåssa leivittäytyy sadan hehtaarin alueelle. Tehdas on Euroopan ensimmäinen niin sanottu gigafactory-tehdas. Swecon vastuulla on katomateriaalitehtaan projektin johtaminen ja kokonaissuunnittelu: teknisen turvallisuuden kokonaisuus, prosessisuunnittelu, laitesuunnittelu, teräsrakenteet ja sähkö- ja automaatio-suunnittelu.

– Meillä on hyvin vahvaa osaamista isojen teollisuusprojektien johtamisesta ja suunnittelusta, sanoo Swecon suunnittelujohtaja Sini Larsen.

Larsen kertoo, että Swecolla on seurattu energiasektorin murrosta ja akkuteollisuuden kasvua tiiviisti. Akkuhankkeet ovat lisääntyneet Euroopassa viime vuosien aikana räjähdysmäisesti, mutta teollisuus on mantereella melko uutta verrattuna esimerkiksi Aasiaan.

Northvolt tuottaa kennojen kokoonpanon lisäksi myös aktiivimateriaalia. Sweco voi hyödyntää projektissa osaamistaan muilta teollisuuden aloilta.

– Meillä on useiden vuosien kokemus hydrometallurgisista ja kemian prosesseista, minkä ansiosta akkuteollisuuden materiaalit ja akkukemikaaliprosessit ovat meille tuttuja ja nykyään myös ydinasiamistamme, Larsen sanoo.

Sweco on ollut mukana myös suomalaisissa akkuteknologian hankkeissa, joista suurimpia ovat Terrafame ja Keliber. Suomen rooli akkuarvoketjussa on tällä hetkellä vahva erityisesti akkuminaalien jalostuksessa. Allianssimallilla toteutettavassa Northvoltissa on mukana myös paljon suomalaista osaamista. Swecon lisäksi allianssissa ovat mukana sähköistämistä, automaatiosta ja laitetöimiuksistä vastaava ABB sekä kokkolalainen Fineweld, joka vastaa teräsrakenteista, putkistoista ja asennuksista.

Larsenin mukaan allianssi on teollisuushankkeissa vielä hyvin harvinainen toteutusmuoto. Sweco onkin tuonut Northvoltin projektiin osaamista myös allianssi-hankemuodosta.

– Swecolla on julkisen puolen hankkeista vahvaa kokemusta työskentelystä allianssimallilla, jossa urakoitsijat otetaan mukaan hankkeeseen jo suunnitteluvaiheessa. Northvolt Ett on ensimmäinen teollisuuspuolen allianssityyppinen hanke, jossa olemme mukana, Larsen sanoo.

Myös urakoitsijan näkökulmasta allianssi on projektissa toimiva toteutusmuoto, kertoo kokkolalaisen Fineweldin toimitusjohtaja **Matti Laitinen**. Northvolt on Fineweldille merkittävä projekti etenkin sen valtavan mittaluokan ansiosta.

– On ollut antoisaa päästä projektiin mukaan jo suunnitteluvaiheessa pohtimaan

parhaita ratkaisuja yhdessä tilaajan kanssa, Laitinen sanoo.

Suurelle teollisuushankkeelle poikkeuksellista on ollut myös modulaarisuus: komponentit tehdään valmiiksi omalla tehtaalla, eikä mennä kohteeseen tekemään niitä. Laitisen mukaan modulaarisuus tekee työstä kustannustehokkaampaa ja turvallisempaa, kun työmaalla tehtäviä tunteja pystytään leikkaamaan ja siirtämään tehtaalle.

Läpikotaisin kestävä tuotantoprosessi

Akkujen kaupallinen tuotanto on tarkoitus aloittaa Skellefteässä vuoden 2021 aikana. Tulevaisuudessa tuotantokapasiteettia on mahdollista kasvattaa jopa 40 gigawattituntiin, Tomas Gille kertoo. Northvoltilta on jo tilattu akkuja 13 miljardilla dollarilla.

Tuotantokapasiteetin kasvattamisen ohella yksi hankkeen suurimmista tavoitteista on akkujen kierrätyksen ratkaiseminen.

– Haluamme varmistaa, että tuotantoprosessi on läpikotaisin kestävä, mikä tarkoittaa, että materiaalien on palattava tuotantoon, Gille sanoo.

Kierrätys ei ole ratkaistava kysymys vain Northvoltin tehtaalla, vaan globaalisti koko akkuteollisuudessa. Vaikka sähköautojen akut palautuisivat 100-prosenttisesti kiertoon, siitä huolimatta Suomen, Euroopan ja koko maailman sähköautoistuminen tarvitsee primääriraaka-aineita ja kaivos-toimintaa.

– On selvää, että kierrätettävät määrät eivät tällä hetkellä tai vielä lähitulevaisuudessa riitä tyydyttämään materiaalien tarvetta, tiivistää Keskinen.

Sähköautojen akkuja tulee suuremmis- sa määrin kiertoon arviolta 2030-luvulla. Vielä silloinkaan kierrätyksestä saatavat materiaalit eivät riitä täyttämään niiden tarvetta. Akkujen kierrätys on vielä aivan lapsenkengissä, mutta maailmalle ja myös Eurooppaan on suunnitteilla useita kierrätyslaitoksia.

Myös suomalaisessa kaivosteollisuudessa siirrytään jatkuvasti entistä ympäristöystävällisempiin louhinta- ja jalostusprosesseihin sekä vähähiilisempään tuotantoon. Kuten **Pekka Vauramo** Materia-lehden numerossa 1/2020 kirjoitti, koko ala on uudelleenmäärittelyn edessä. Sähköistäminen on yksi tehokkaimmista tavoista torjua ilmastonmuutosta, ja siihen tarvitaan kasvavia määriä metalleja. Arvokkaiden luonnonvarojen niukkuus edellyttää niiden aiempaa vastuullisempaa prosessointia.▲

Sweco on rakennetun ympäristön ja teollisuuden asiantuntija, joka suunnittelee tulevaisuuden kaupunkeja ja kestävämpää yhteiskuntaa. Työmme tuloksena syntyy terveellisiä ja turvallisia rakennuksia, tehokasta infrastruktuuria sekä kestäviä energia- ja vesihuollon ratkaisuja. Yhteensä 17 500 työntekijäämme tarjoavat asiakkaillemme juuri oikeanlaista osaamista kaikenkokoisiin hankkeisiin. Toteutamme vuosittain projekteja 70 maassa ympäri maailman. Sweco on Euroopan johtava suunnittelun ja konsultoinnin asiantuntijayritys, jonka liikevaihto on 1,9 Mrd euroa. Sweco on listattu Tukholman pörssiin (Nasdaq). www.sweco.fi

KAKKU – Kainuun akkukemikaalit ja -metallit -seminaari

TEKSTI: ESTHER TAKALUOMA,
KAJAANIN AMMATTIKORKEAKOULU

Kainuu on keskeinen tekijä akkujen arvoketjussa sen merkittävien luonnonvarojen ja kaivosten sijainnin vuoksi. Terrafamen rakentamisvaiheessa oleva akkukemikaalitehdas on tunnetuin ja tärkein projekti tällä hetkellä. Siinä nikkelin ja koboltin sulfidirikasteesta valmistetaan metallien sulfaatteja. Kuitenkin Kainuu on lähinnä akkujen raaka-aineiden toimittaja, vaikka ensimmäinen askel jalostusasteen nostamiseen onkin tehty.

Kainuun Liitto on rahoittanut Kajaanin Ammattikorkeakoulussa (KAMK) toteutettavan ”Kainuun Akkukemikaaliosaamisen ja -verkostojen kehittäminen”, KAKKU, hankkeen. Hankkeen aikana kehitettiin selektiivistä kuparin ja koboltin talteenottoa happamista kaivosvesistä, mutta vielä tärkeämpänä asiana perustettiin alueellinen työryhmä Kainuun akkukemikaaleihin liittyvän strategian hahmottamiseksi. Hanke loppuu tämän vuoden lopussa ja huipennuksena pidettiin 13.11.2020 seminaari Vuokatin Sokos hotellissa. Ajankohtaa oli siirretty huhtikuusta marraskuuhun Covid-19 -taudin aiheuttamien rajoitteiden vuoksi. Lokakuun lopussa AVI antoi suosituksen, jonka mukaan yleisötilaisuuksia saa järjestää Kainuussa rauhallisen tartuntatilanteen vuoksi, mikäli tilaisuuksissa pidetään yllä korkeaa hygieniatasoa. Seminaariin oli mahdollista osallistua myös Zoom -kokousalustan välityksellä.

Seminaarin aikana kuultiin kaivosten ja Suomen Malmijalostus Oy:n näkemykset tilanteesta. Myös viranomaiset, mm. TEM kertoivat omista näkökulmistaan. Terrafame ja Sotkamo Silver kertoivat akkukemikaaleihin liittyvistä toimistaan. Vaikka Keliber ei olekaan kainuulainen kaivos, sen rooli Suomen akkuklusterissa on niin merkittävä, että sen puheenvuoro Kainuun seminaarissa oli hyvin perusteltu. Suurempien tutkimuslaitosten edustajat, Oulun yliopistosta vararehtori Arto Maaninen ja professori

Ulla Lassi sekä Jyväskylän yliopistosta professori Ari Väisänen, kertoivat viimeisimmät uutiset akuista ja myös akkumateriaalien kierrätyksen tutkimuksesta.

Lisäksi pidettiin erittäin tärkeänä, että pienet yritykset pääsevät kertomaan oman tarinansa tutkimuksesta yritystoimintaan asti. Tommi Karjalainen, Akkuser Nivala, ja Lasse Rautio, Tracegrow Kärsämäki, pitivät mielenkiintoiset esitykset akkujen kierrätyksestä ja kiertotaloudesta eli muuttamisesta jätteestä tuotteeksi. Tracegrown tapauksessa kyse oli innovatiivisesta ideasta tuottaa kierrätettävistä akuista lannoiteliuoksia. Business Finland ja Kainuun ELY-keskus kertoivat hyvien liiketoimintaideoiden rahoitusmahdollisuuksista. Näiden esimerkkien ja tietojen avulla haluttiin houkutella uusia pieniä innovatiivisia yrityksiä Kainuuseen. Yhteensä pidettiin 17 puheenvuoroa hyvin tiiviissä aikataulussa. Kahdeksan puhujaa oli paikan päällä ja yhdeksän puhujaa osallistui Zoomin kautta etänä.

Kaikkineen paikan päällä oli 30 osallistujaa sekä etänä parhaimmillaan 40 kuulijaa, mikä yllätti järjestäjät positiivisesti. Akkuklusterin koettiin kiinnostavan monia, ja perinteisen kaivosseminaarin peruuttamisen

vuoksi kaivattiin selvästi myös uutta tietoa alueellisten kaivosten suunnitelmista. Koronasta johtuvien etätöiden ja matkustuskieltojen vuoksi seminaarissa näkyi selvästi se, että ihmisillä on tarve tavata kollegoita kasvotusten. Vaikka Zoom-tekniikka toimi seminaarin aikana hienosti, ja me kaikki olemme nyt kevään ja kesän aikana oppineet järjestämään etäkokouksia, niin kaipaamme kuitenkin lähikontakteja ja kahvikeskustelua. Hybriditapahtuman järjestäminen oli siis oikea tapa toteuttaa seminaari.

Keskustelun keskiössä olivat litiumin kierrätys, mikä on yhä tutkimuksen aiheena myös Suomen akkuklusterin BatCircle-hankkeessa. Vaihtoehtoiset energiaratkaisut kuten vetytalous olivat vahvasti esillä. Luonnollisesti Kainuun kemikaalien jalostusasteen nostaminen samoin kuin startup yritysten mahdollisuudet Kainuussa nousivat keskusteluissa esille. Täällä on hyvät alustat ja hyvät koulutusmahdollisuudet mm. KAMKin uuden prosessitekniikan koulutuksen ja esimiestyömoduulien ansiosta sekä hyvä akkuverkosto. Onkin varmaa, että Kainuun asema Suomen akkuklusterissa tulee kasvamaan entistä tärkeämmäksi. ▲



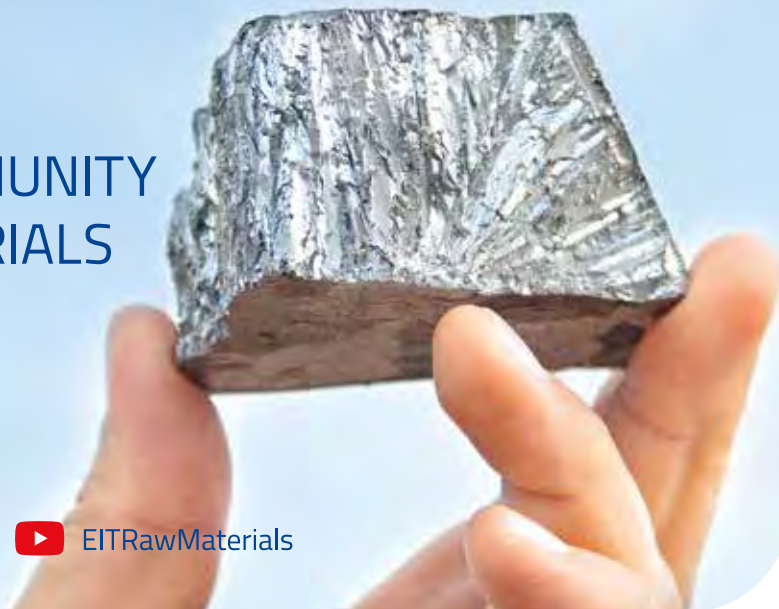


RawMaterials
Connecting matters

EIT RawMaterials is supported by the EIT,
a body of the European Union



**WORLD'S LARGEST
INNOVATION COMMUNITY
IN THE RAW MATERIALS
SECTOR**



eitrawmaterials.eu



EITRawMaterials

RF VALVES Advanced technology and inspired design to meet tough conditions

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

www.rfvalve.com

Korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betoniteollisuudelle

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

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



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

Suomella tärkeä rooli uudessa Euroopan raaka-aineallianssissa EIT RawMaterials koordinoimaan tärkeää eurooppalaista aloitetta

TEKSTI: **OLLI SALMI**

MANAGING DIRECTOR, EIT RAWMATERIALS INNOVATION HUB BALTIC SEA
olli.salmi@eitrawmaterials.eu, puh. 040 732 1491

▲ Metallit ja mineraalit ovat nykyaikaisen ja ilmastoälykkään yhteiskunnan tärkeimpiä rakennuspalikoita. Koronapandemian myötä olemme saaneet kipeän osoituksen siitä, että maailmanlaajuiset toimitusketjut voivat katketa helposti, ja että suuri riippuvuus yksittäisistä maista saatavista tuotteista ja raaka-aineista voi olla riski. Parantaakseen EU:n kasvua, kilpailukykyä ja raaka-aineiden saatavuutta Euroopan komissio perusti syyskuun lopussa raaka-aineallianssin (European Raw Materials Alliance, ERMA).

30 miljardin euron investointipanos

ERMA:n tavoitteena on tuoda sektorille 30 miljardin euron investointipanos seuraavien 10 vuoden aikana. Toiminnan keskiössä ovat vähähiilisisä teknologioissa, digitalisaatiossa sekä lisääntyvässä automaatiassa tarvittavat kriittiset ja strategiset raaka-aineet – kaivostuominnasta jalostuksen ja tuotesuunnittelun kautta kierrätykseen asti.

Investointitoiminnan lisäksi ERMA määrittää yhdessä sidosryhmiensä kanssa raaka-aineiden hankintaan, tuotantoon ja käyttöön liittyviä teknologisia ja

regulatiivisia esteitä, jotta näiden perusteella voidaan esittää toimenpidesuosituksia Euroopan komissiolle ja muille päätöksentekojärjestelmille.

Alkuun allianssi keskittyy kahteen keskeiseen arvoketjuun: 1) harvinaiset maametallit ja kestopagneetit, sekä 2) energian varastointi ja konversio. Harvinaisten maametallien osalta ERMA tukee esimerkiksi erotustekniikoiden ja muiden innovatiivisten prosessiteknologioiden käyttöönottoa sekä tuotantokapasiteetin kasvattamista. Alavirtaan katsoessa uusia tuotantoratkaisuja haetaan kestopagneettien suunnitteluun, valmistukseen ja kierrätykseen.

Lähes 350 organisaatiota jo liittynyt ERMA:n jäseneksi

Energian varastoinnin ja konversioon osalta ERMA tukee mm. akkutehtaisiin ja polttokennojen kehittämiseen tarvittavien korkean jalostusasteen materiaalien tuotantoa. Eurooppalaisen akkuarvoketjun kapasiteettia halutaan lisätä sekä kaivostuominnan ja rikastuksen että jatkojalostettujen akkumateriaalien ja muiden energian varastointiin ja konversioon

käytettävien materiaalien osalta. Investointikohteiden joukossa on sekä uusia teollisuuslaitoksia että vanhoja perusrannettavia laitoksia.

Joulukuuhun 2020 mennessä ERMA:n jäseneksi on liittynyt jo lähes 350 organisaatiota, joista teollisuusyrityksiä on yli 60%. Suomalaisille toimijoille ERMA tarjoaa erinomaisen mahdollisuuden kasvattaa liiketoimintaansa keskeisillä kriittisten ja strategisten raaka-aineiden alueilla, sekä vaikuttaa tulevaisuuden eurooppalaisen raaka-ainepolitiikkaan. Suomessa viime vuosina kestävännäköisyyden eteen tehtyä työtä voidaan nyt vahvistaa edelleen merkittävien investointihankkeiden muodossa. ▲

EIT RawMaterials koordinoi ERMAa
ERMA on avoin allianssi, ja sen toiminnasta vastaa EIT RawMaterials
EIT RawMaterials on maailman suurin raaka-ainesektorin osaamis- ja innovaatioyhteisö.
www.erma.eu



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

www.astrock.com



**FUTURE[®]
MINE&MINERAL
2021**

JANUARY 25-26 2021 STOCKHOLM SWEDEN

**WELCOME TO THE FUTURE MINE
AND MINERAL CONFERENCE**



FMM STHLM GOES VIRTUAL

A conference that brings together representatives from the Nordic region working with Mineral Exploration and Mining.

The programme-presentations and panel-discussions will be broadcasted live from our studio at Old Central Post Office Building Vasagatan in Stockholm.

Updated program at:

[FUTUREMINEANDMINERAL.COM](https://futuremineandmineral.com)

TIME FOR CHANGE

FEATURED SESSIONS

- Nordic policy issues
- Strategic Exploration
- Infrastructure
- Battery minerals
- New technologies
- Mining and indigenous rights
- Metals from secondary sources



Old Central Post Office Building
Vasagatan 28, Stockholm, Sweden

PARTNERS





Metallista tulostetaan jo sarjatuotantoa.

Uusi FAME-ekosysteemi kirii Suomen maailman kärkeen 3D-tulostuksessa

TEKSTI **KAISA KAUKOVIRTA**

DIMECC on käynnistänyt 3D-tulostusta lisäävän ja alan suomalaiset toimijat kokoavan teollisen ekosysteemin. FAME-ekosysteemi (Finnish Additive Manufacturing Ecosystem) luo Vaasaan Smart Technology Hubiin kaikille avoimen 3D-tulostuksen kokeilukeskuksen, Lappeenrantaan modulaarisen 3D-tulostuskoulutuksen insinööritasosta tohtoritasolle saakka sekä nostaa Suomen maailman johtavien maiden tasolle 3D-tulostuksen hyödyntämisessä, myynnissä ja osaamisessa.

”FAME mahdollistaa esimerkiksi sen, että voimme ottaa omiin tiloihimme ja laitteistojamme kanssamme jakamaan kaikenkokoiset yritykset. Avaamme ihmisten kokemusmaailmat yritysrajojen yli, jaamme avoimesti tietoa siitä, miten tulosteet ja niihin liittyvät tekniset ratkaisut toimivat ja vahvistamme näin uuteen teknologiakeskukseemme, Vaasan Smart Technology Hubiin, rakentuvaa osaamiskeskittymää. Tämä voi laajentaa liiketoimintaamme, tuottaa parempaa vaarasapalvelua asiakkaillemme sekä johtaa

tarvittaessa tuotteiden uudelleensuunnitteluun”, kertoo Wärtsilä Finland Oy:n Smart Technology Hubin partneritoiminnan kehittämisestä vastaava projektipäällikkö **Kenneth Widell**.

FAME-ekosysteemin avaintoimijoita ovat alojensa johtavat yritykset 3D Formtech, 3D-Step, AirFaas, Andritz, CITEC, DBE Core, Delva, Elomatic, EOS Finland, Etteplan, Huld, Lillbacka Powerco, MiniFactory, Nordic Industries, Origo Engineering, Patria, Raute, Salon Metalelektrö, Valmet, Vossi ja Wärtsilä.

Ekosysteemissä yritykset yhdistävät voimansa ja jakavat kokemuksensa, kehitysresurssit, kokeilujen kulut ja osan laitteistaan sekä luovat 3D-tulostukselle infrastruktuurin, johon kuka tahansa tällä teknologialla liiketoimintaansa kehittävä ja laajentava toimija voi kiinnittyä.

”3D-tulostuksen lisääminen on keino palauttaa tuotantoa Suomeen, ja etenemme metallien tulostuksessa jo sarjavalmistukseen. Meille pienenä yrityksenä FAME avaa tehokkaasti maailman markkinaa ja osaamista”, toteaa hämeenlinnalaisen Delva Oy:n toimitusjohtaja **Jarmo Kastell**.

Testaus- ja tulostuskeskuksia

FAME valitsi ensimmäisessä järjestäytymiskokouksessaan puheenjohtajakseen Etteplanin 3D-tulostuksesta vastaavan **Tero Hämeenahon** ja varapuheenjohtajaksi Patrian johtajan **Sakari Pasasen**.

”On suuri kunnia päästä johtamaan tätä organisaation rajat ylittävää systemisen muutoksen ekosysteemiä. Olen useita vuosia tehnyt töitä ainetta lisäävän valmistuksen parissa ja pääsen nyt toteuttamaan yhdessä lukuisten yritysten kanssa toimenpiteitä 3D-tulostuksen teollistamiseksi”, >

toteaa puheenjohtaja Tero Hämeenaho. Etteplan teki vuonna 2019 Business Finlandin toimeksiannosta selvityksen, jossa todettiin sekä suomalaisyritysten liian hidas herääminen 3D-tulostukseen että tarve saada neutraali, yksityistä sektoria edustava taho johtamaan ja fasilitoimaan alan kehittymistä. ”FAME on vastaus näihin molempiin pullonkauloihin. Pullonkaulat poistuvat avaamalla ne”, jatkaa Hämeenaho.

”Päätimme aloittaa käytännöllisesti ja konkreettisesti. Käytämme osan ekosysteemin varoista jäsenten yhteiskäyttöisen 3D-tulostusosaamisen rakentamiseen. Ensimmäisen kokeillaan pienimuotoisesti ja tuodaan tällä tavalla suuryritykset ja palveluntarjoajat yhteen. Myöhemmin rakennetaan isompia ja erikoistuneita testaus- ja tulostuskeskuksia eri puolille Suomea. FAME johtaa tutkimushankkeita, yhteiskäyttöistä 3D-tulostusinfrastruktuuria, yritysten yhteistarjoamaa ulkomaille ja koulutusmuutoksia. Kaikkea ei voi tehdä heti ja jostakin on aloitettava, joten priorisointimme on nyt tulostaa porukalla. Tekemällä oppii, ei liian pitkään suunnittelemaalla”, kertoo FAME:n varapuheenjohtaja Sakari Pasanen.

Avoim ekosysteemi

FAME tuo yhteen johtavat laitevalmistajat, materiaalityöntekijät, suunnittelu- ja tulostusosaajat sekä valmistusteknologiaansa 3D-tulostuksen suuntaan kääntävät koneenrakentajat. Ekosysteemin käynnistymisen ja toiminnan rahoittavat jäsenyritykset sekä työ- ja elinkeinoministeriö.

”Tällä avoimella ja yrityslähtöisellä ekosysteemillä on selkeitä liittymäpintoja hallituksen politiikkatavoitteisiin ja talouden elvytykseen. Yritysten ja tutkimusorganisaatioiden yhteistyöllä kehitetään ja hyödynnetään uutta teknologiaa, minkä pohjalta syntyy investointeja, uudenlaista liiketoimintaa ja uusia työpaikkoja. Pidemmällä aikavälillä tämä edistää myös vihreää taloutta ja digitalisaation laajamittaista hyödyntämistä teollisuudessa”, kuvaa työ- ja elinkeinoministeriön kehittämisspäällikkö **Petri Räsänen**.

Muutoksia koulutukseen

”Suomalainen teollisuus ottaa FAME-synergioilla kilpailijamaiden etumatkan nyt kii-reesti kiinni ja hankkii maailmalta vahvan markkinaosuuden, koska on käynyt selväksi,

että tulostusvolyymit teollisuudessa kasvavat räjähdysmäisesti”, korostaa DIMECCin toimitusjohtaja **Harri Kulmala**.

FAME-ekosysteemin yritysten tavoitteena on saavuttaa viisi prosenttia maailman 3D-tulostuksen markkinavolyymista vuoteen 2030 mennessä. Tämä edellyttää merkittäviä muutoksia siihen, miten 3D-tulostus nähdään mahdollisuutena ja vaihtoehtona nykyisille valmistusmenetelmille. FAME:n eräs keskeisistä tavoitteista onkin vaikuttaa koulutukseen sekä valmistuvien suunnittelijoiden asenteisiin siten, että 3D-tulostus otetaan mekaanisessa suunnittelussa tasavertaiseksi lähtökohdaksi valamisen tai koneistamisen rinnalle.

”Luomme uutta ajattelua modulaarisen koulutuksen kautta. 3D-tulostukseen liittyvä koulutus laajenee ja monipuolistuu sekä insinööri-, DI- että tohtoritasolla. Aiomme tarjota opiskelijoille aiempaa joustavamman tavan erikoistua opinnoissaan 3D-tulostukseen”, toteaa LUT-yliopiston koulutuksesta vastaava vararehtori **Jaana Sandström**. ”FAME tuo aikanaan Lappeenrannan ja Lahden kampuksillemme uutta osaamista, projekteja ja laitteistoa.” ▲

EHDOTTOMASTI PARASTA EX7

Luotettavat ja kestävät Hitachi 7- sarjan kaivoskoneet on suunniteltu entistä

- ympäristöystävällisemmäksi
- tuottavamaksi
- turvallisemmaksi

Koneissa huippuluokan käyttäjämukavuus sekä huollettavuus.

Kysy lisää myyjältäsi: www.rotator.fi

HITACHI

Reliable solutions

HITACHI EX3600-7 KAIVUKONE

Työpaino 367 tonnia
Teho 1500 kW
Kauhakoko 22 m3
Saatavilla myös sähköisenä

ROTATOR

www.rotator.fi



PERTTI VOUTILAINEN

Jos valehtelet, valehtele kunnolla

Kaksi isoa asiaa ovat olleet ylitse muiden viimeaikaisessa keskustelussa. Koronan kanssa on tuskailtu ja Amerikan vaaleja on äimistely. Näistä jälkimmäinen saatiin lopultakin pakettiin.

Trumpin strategia perustui itsensä hyväksi valehteluun. Kun homma ei onnistunut, voidaan kysyä, mikä meni pieleen. Mielestäni opetus on, että jos ryhtyy valehtelemaan, kannattaa valehdella kunnolla. Olisi pitänyt ottaa oppia Pohjois-Koreasta, missä nykyinen diktaattori junailtiin valtaan kymmenen vuotta sitten. Hänen sukunsa sanottiin polveutuvan suoraan Paektun vuorella asuneesta Korean kansan myyttisestä isästä Tangunista, joka oli puoliksi karhu, puoliksi ihminen. Siis taivaallista alkuperää. Johtajakandidaatti oli varhaiskypsä. Jo kolmivuotiaana hän ampui rikki hehkulampun 100 metrin etäisyydeltä ja pystyi osumaan maaliin 10 kertaa 10 sekunnissa. Hän oli vasta 25 vuotias, mutta saavuttanut jo täyden kenraalin arvon. Sotilasakatemiassa opiskellessaan hän oli osoittanut tietävänsä sotilasasioista kaiken mahdollisen, mistä seurasi, että hänet ylennettiin oppilaasta opettajaksi, ja kenraalit istutettiin koulun penkkiin. Kulttuuripuolella iso ansio oli absoluuttinen sävelkorva. Sitä, joka ehdokkaasta muuta puhui, saattoi odottaa kuolemantuomio. Tässäpä Trumpille mallia uuteen yritykseen neljän vuoden päästä.

Korona jäi riesaksemme pitkäksi aikaa. Rokotteen kehitystyö on ollut nopeaa, ja optimistit uskovat paluun normaaliin elämään voivan tapahtua ihan lähiaikoina. Varoituksen sana on kuitenkin paikallaan. Syntyvät vauriot ovat niin vakavat, että niiden korjaamiseen menee vuosia. Ja varoitimet jokapäiväisessä elämässämme ovat pitkään välttämättömiä. Aikataulun suhteen on paras olla asettumatta ennustajaksi. Viime kevättalvella uskoin, että pahin on ohi juhannukseen mennessä. Onneksi en puhunut vuosiluvusta mitään. Tästä nykyvitsauksesta tulee muuten mieleen, kuinka Suomen Kommunistinen Puolue SKP 1980-luvulla päätti ryhtyä kapitalistiksi. Perustettiin Corona-Invest Oy-niminen sijoitusyhtiö, jonka tekemät busineksat johtivat koko puolueen konkurssiin 1990-luvun alussa. Monet riemuitsivat, mutta monet itkivätkin.

Kuka ja miten maksaa jättisuuret koronavelat? Ennustan, että tästä kysymyksestä nousee Euroopassa jonakin päivänä suuri kiista. Inflaation hoidettavaksi ne voidaan jättää, mutta ihmiset siinä köyhtyvät, eikä se ole miellyttävää. Mieleen tästä tulee tilanne Amerikassa yli 200 vuotta sitten, kun sisällissodan jälkeen järjestettiin liittovaltion hallintoa. Osavaltiot olivat pahasti velkaantuneita, eikä niiden uskottu selviävän ahdingostaan. Lääkkeen ongelmaan esitti USA:n ensimmäinen valtiovarainministeri Alexander Hamilton, joka oli vahvan keskusvallan kannattaja. Hän ajoi läpi päätöksen, jonka mukaan osavaltioiden velat otettiin liittovaltion vastattaviksi.

Ihme olisi, jos ei tätä ehdotettaisi myös Euroopan ratkaisuksi. Ja tiedämme koronaelvytyspaketista käytävän keskustelun pohjalta, että tällainen liittovaltion edistäminen ei kaikille kelpaa, joten entistä pahempi riita siitä syntyy. Isojen kriisien ratkaisut kuitenkin näyttävät aina vievän Eurooppaa integraation suuntaan. Saamme siis tottua siihen, että kiivas poliittinen keskustelu asiasta jatkuu Suomessakin. Alexander Hamiltonilla muuten oli surkea loppu. Hän oli osallisena useissa seksiskandaaleissa ja kuoli vuonna 1804 kaksintaistelussa. Siihen tyssäsi hänen tiensä kohti presidentin virkaa.

Meillä Suomessa on jälleen herännyt henkiin vanha tuttu irtistelyn aihe Sote. Ministeri kertoi televisiossa, että uusimmassa esityksessä kustannusten säästötaivoite on hylätty ja ehdotus keskittyy tasa-arvon saavuttamiseen. Rohkenen uudistaa ehdotukseni muutaman vuoden takaa. Lopetetaan työterveyshuolto ja kielletään yksityiset terveysfirmat. Silloin kaikilla on yhtä huono tilanne, ja tasa-arvo toteutuu.

Kriittiset asenteet kaivostoimintaa kohtaan eivät ota laantuakseen. Taisi olla ministeri, joka otti kantaa kaivosten omistukseen ja väitti, että ulkomaiset yritykset vievät kansallisomaisuuttamme ”melkein ilmaiseksi” mukanaan muille maille. Olen tästä asiasta ennenkin kirjoittanut, mutta haluan uudistaa opetukseni erityisesti harhautuneelle ministerille. Kaivostoimintaa maassamme harjoittavat suomalaiset yritykset, joista monella tosin on ulkomainen omistus pohja. Yhtiöt toimivat omistajista riippumatta suomalaisten lakien ja normien mukaisesti. Tuotantonsa ne myyvät markkinahintaan joko Suomeen tai ulkomaille. Ja vastineeksi ne saavat suomalaisen yhtiön rahaa, joilla maksetaan palkat, verot ja muut kulut. Mikä tässä on melkein ilmaista? Suomalaiset sijoittajat ovat kovasti tervetulleita investoimaan tähän toimintaan samoilla ehdoilla kuin ulkomaalaisetkin. Muutakin opastusta olisin valmis antamaan, mutta palstatila ei nyt siihen riitä.

Pohjoisen Suomen kaivoksilta kuuluu koronapandemiasta huolimatta hyviä uutisia. Monia tärkeitä investointeja on meneillään. Erityisen iloinen olen siitä, että Terrafame on pääsemässä tuotannon käynnistysvaiheeseen akkumateriaaliprojektissaan. Tämä on erinomainen esimerkki siitä, että kaivostoimintamme kuuluu korkean teknologian osajiin ja osaa tarttua ajan haasteisiin.

Anteeksi pyydän, että näitä vanhoja asioita kerrasta kertaan jauhan. Mutta kun hyvin vähän ymmärrän vaikkapa European Green Dealista tai transseksuaalisesta feminismistä, jätän nämä muotiaiheet muiden hoitoon.

Toivotan lukijoilleni virusvapaata uutta vuotta – kullekin omalla hyvinvointialueellaan.

Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut

Osa 13: Järjestys palautuu

Pienen pieni hiiliatomi Hipsu oli kaksijakoisissa tunnelmissa. Yhtäältä se tunsu suurta ylpeyttä siitä, että oli edellisen kokeen yhteydessä oivaltanut metallirakenteen muodonmuutoksen ja lujuuden välisen yhteyden ja sitä myöten sisäistänyt myös lujuuden kasvattamisen eli lujuuttamisen periaatteen. Toisaalta se tunsu suurta harmistumista siitä kaoottisesta tilasta, johon sen kodikseen mieltämä rauta-hiiliatomien yhteisö oli kokeen seurauksena jämähtänyt.

Hipsun yritys karkottaa dislokaatiot rakenteesta paineen avulla oli surkeasti epäonnistunut ja niiden määrä oli vain lisääntynyt. Nyt dislokaatioita maata röhnötti kaikkialla ja rakenne oli paitsi hirveän sotkuinen, myös suuressa ahdistuksen tilassa. Mikään ei liikkunut ja kaikki vain makasivat paikoillaan. Vaikka Hipsulla ei ollutkaan silmiä selässään, se oli tuntevinaan lähinaapurien pahansuopia katseita ja kuulevinaan voimistuvaa tyytymättömyyden kitinää sieltä ja täältä.

Mitä tehdä? Hipsu mietti ankarasti. Paineesta ei selvästikään ollut apua, koska rakenne ei sitä yksinkertaisesti enempää sietänyt. Hipsu muisti kyllä, että lämpötilalla oli dislokaatioiden liikettä helpottava vaikutus. Se pohti mielessään, olisiko tätä kautta mahdollista saada dislokaatiot itse hakeutumaan pienemmän ahdistuksen tilaan. Samalla rakenteeseen voisi ehkä palautua edes osa sen alkuperäisestä järjestyksestä. Hipsun mielessä käväisi jopa synkeä toive siitä, että dislokaatiot vapautumisen hurmassa intoutuisivat syömään toisiaan.

Tuumasta toimeen. Hipsu kutsui lämpötilan vielä keran paikalle ja pyysi sitä kohoamaan hitaasti alueelle, jossa aikaisemmin oli nähnyt dislokaatioiden pystyvän liikehtimään itseksensä. Lämpötilan nousun myötä Hipsu näkikin joidenkin dislokaatioiden ikään kuin heräävän horroksestaan jo varsin matalissa lämpötiloissa. Ne liikahtelivat tunnustellen, kohottelivat itseään, venyttelivät ja alkoivat sitten vetäytyä mahdollisimman suoriksi liikettään hidastavien kohtien välissä.

Hipsu oli yllättynyt siitä, että tällaista alkoi tapahtua jo varsin matalissa lämpötiloissa aikaisempiin kokemuksiin verrattuna. Se päätteli, että dislokaatioiden runsaudesta johutuva suuri ahdistus pakotti ne etsimään kaikki mahdolliset keinot olonsa helpottamiseksi. Lämpötilan edelleen noustessa dislokaatioiden liikehdintä vilkastui ja jotkut niistä alkoivat jo oikenenemisen lisäksi päästä irti liikettään estävistä kohdista. Yhteisössä alkoi myös tuntua ensimmäisiä pieniä merkkejä ahdistuksen lievenemisestä.



Esteistään vapautuneet ja suoriksi oienneet dislokaatiot alkoivat lämpötilan edelleen noustessa ryhmittyä yhdensuuntaisiksi päällekkäin olevilla liukutasoilla. Yhdensuuntaiset dislokaatiot muodostivat yhteisöön ikään kuin valjeja tai seinämiä, joihin liittyi yhä uusia dislokaatioita lämpötilan edelleen noustessa ja yhä suurempien dislokaatiomäärien vapautuessa liikkumaan. Yhä uusia erisuuntaisia seinämiä muodostui rakenteeseen ja Hipsu huomasi, että seinämän kohdalla liukutasojen suunta alkoi muuttua sitä enemmän, mitä enemmän dislokaatioita seinämään liittyi.

Vaikka Hipsu ei ymmärtänyt syytä dislokaatioiden moiseen käytökseen, se ei voinut olla tuntematta rakenteesta vaikuttavan ahdistuksen helpottumista. Se näki myös, että seinämien väliset alueet alkoivat vähitellen puhdistua dislokaatioista, kun yhä suuremmat määrät liittyivät syntyviin seinämiin. Vaikka dislokaatiot eivät Hipsun synkimmän toiveen mukaisesti intoutuneetkaan syömään toisiaan, niin niistä puhdistuneiden alueiden määrä yhteisössä kasvoi kasvavistaan.

Lopulta lämpötila pystyi vapauttamaan kaikki dislokaatiot pidäkkeistään. Vapaat dislokaatiot ryntäsivät riemuissaan syntyneisiin seinämiin. Seurauksena seinämiin liittyvä liukutasojen suunnan muutos kasvoi niin suureksi, että rakenne ikään kuin lohkesi pitkin seinämää ja seinämän paikalle syntyi tavallinen raeraja. Seinämän dislokaatiot katosivat raerajan harvempaan pinousjärjestykseen. Samalla kaikki dislokaatioihin ja liukutasojen suunnan muutokseen seinämällä liittynyt ahdistus katosi rakenteesta. Yhteisössä rauta- ja hiiliatomien lisäksi olevat vieraat atomit vaelsivat mahdollisuuksiensa mukaan raerajojen harvemmin pinoutuneille alueille.

Prosessi eteni lähes yhdessä humauksessa läpi koko yhteisön. Lopputuloksena yhteisön rakenne oli pilkkoutunut pienemmiksi rakeiksi. Vieraat atomit löytyivät pääasiassa raerajoilta. Dislokaatiot olivat kadonneet raerajoille ja rakeiden sisustat olivat täysin puhtaat dislokaatioista. Niissä vallitsi yhteisön alkuperäinen pinousjärjestys ja kaikki rakenteen ahdistukset olivat kadonneet raerajojen muodostumisen myötä.

Lämpötilan edelleen noustessa Hipsu huomasi, että raerajat alkoivat liikehtiiä ja näytti siltä, että ympäristöään suuremmat rakeet alkoivat tämän seurauksena kasvaa pienempien naapuriensa kustannuksella. Prosessi eteni alussa varsin hitaasti, mutta näytti vauhdittuvan lämpötilan kasvun myötä. Hipsu päätteli, että aikaa myöten myös raerajat

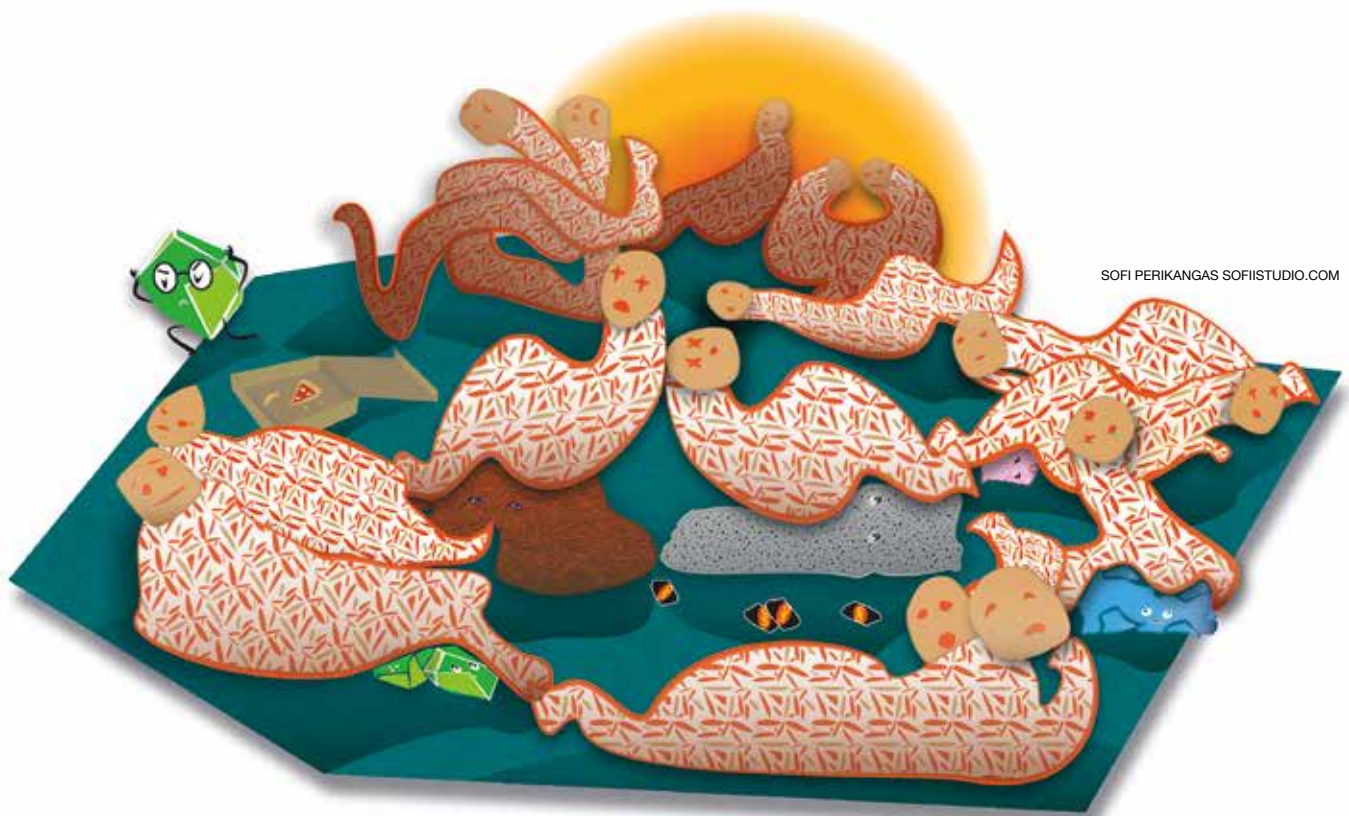
alkaisivat poistua rakenteesta ja yhteisö palaisi täydellisesti rakenteeltaan alkuperäistä vastaavaksi.

Se päätteli myös, että tämä kestäisi varsin kauan tai vaatisi korkeita lämpötiloja eikä siitä alkuperäisen tavoitteen eli järjestyksen palauttamisen ja ahdistuksen poistamisen kannalta olisi enää suurta hyötyä. Hipsu ei myöskään halunnut viedä lämpötilaa niin korkeaksi, että rauta-hiiliatomien muodostaman yhteisön rakenteesta tapahtuisi edellisissä kokeissa havaittuja pinousjärjestyksen muutoksia. Siksi Hipsu päätti lopettaa kokeen, kiitti lämpötilaa ja päästi sen menemään matkoihinsa.

Hipsu oli riemuissaan. Vaikka dislokaatiot eivät olleetkaan intoutuneet syömään toisiaan, olivat raerajat hoitaneet tämän tehtävän ja poistaneet dislokaatiot rakenteesta. Vaikka yhteisö oli edelleen edellisessä kokeessa syntyneessä litteässä muodossaan, sen sisällä vallitsi rauha ja levollisuus. Kaikki muodonmuutokseen ja valtaviin dislokaatiomääriin liittynyt ahdistus oli poissa ja yhteisö oli varsin lähellä lopullista tasapainotilaansa. Sitä myöten yhteisö oli valmis vaikka uuteen muodonmuutokseen.

Vasta myöhempien vaiheidensa yhteydessä Hipsu tuli tietämään, että se oli saanut yhteisössään aikaan muokatun metallirakenteen *elpymis-* eli *rekristallaatioprosessin*. Se oli myös nähnyt tai ainakin ennakoanut prosessin kaikki kolme vaihetta, *toipumisen*, *primäärisen rekristallaation* ja *rakeenkasvun*. Niiden myötä muokkauksessa lujittuneen yhteisön rakenne ja ominaisuudet palautuivat lähes alkuperäistä muokkaamatonta tilaa vastaaviksi.

Hipsu lepäili yhteisössään ja tunsu taas olevansa sen hyväksytty jäsen. Aikaa myöten sen utelias ja vähän levotonkin mieli alkoi kuitenkin kaivata taas jotakin uutta. Se oli mielestään käyttänyt kaikki saatavillaan olevat tutkimusmahdollisuudet omassa rauta-hiiliatomien yhteisössään ja myös muiden metallien maailmassa ja tunsu olevansa jollain tavalla valmis siirtymään kohti jotain kokonaan uutta. Toistaiseksi se kuitenkin tunsu olonsa tässä yhteisössä riittävän hyväksi ja päätti odottaa, mitä tulevaisuus tuo tullessaan.▲



SOFI PERIKANGAS SOFIISTUDIO.COM

“Hipsun yritys karkottaa dislokaatiot rakenteesta paineen avulla oli surkeasti epäonnistunut ja niiden määrä oli vain lisääntynyt.”



KIMMO JÄRVINEN
TOIMITUSJOHTAJA
METALLINJALOSTAJAT RY
P. 043 825 7642

There is a new sheriff in town

Euroopan uuden kauppapolitiikan ylin valvoja lupaa reilumpaa kaupankäyntiä myös metalleille

Euroopan komissio nimitti ranskalaisen Denis Redonnet'n kauppapolitiikan pääosaston (TRADE) varapääjohtajan virkaan 24 heinäkuuta. Redonnetin tehtävä on uusi, EU:n kauppasopimusten noudattamista ja täytäntöönpanoa valvovan korkeimman viranomaisen (Chief Trade Enforcement Officer (CTEO)) tehtävä.

Kauppasopimusten valvojan viran perustaminen on myös osa uuden komission pyrkimystä uudistaa EU:n kauppapolitiikkaa. Kauppasopimusten valvojan tehtävänä on myös auttaa EU:ssa toimivia viejiä luomaan enemmän lisäarvoa vientimarkkinoilla ja vahvistaa samalla kestävä kehitystä koskevien sitoumusten täytäntöönpanoa erityisesti ilmasto-ohjelman ja työntekijöiden oikeuksien osalta.

Varapääjohtaja linjasi omaa tehtävänsä ja EU:n uutta kauppapolitiikkaa 24 marraskuuta komission järjestämässä kansalaisyhteiskuntadialogissa (Civil Society Dialogue). Samassa yhteydessä kauppapoliittinen pääosasto julkaisi komission kertomuksen Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle EU:n kauppasopimusten täytäntöönpanosta.

Redonnet:n mukaan kaupan pääosastolla on meneillään merkittäviä uudelleenjärjestelyjä. Näillä järjestelyillä organisoidaan pääosaston työn prioriteetit uudelleen, jotta EU pystyy paremmin vastaamaan maailmankaupan viimeaikaisiin muutoksiin. Tarkoituksena on parantaa kauppasopimusten täytäntöönpanoa, EU:n yritysten vientimarkkinoille pääsyä, tukea pk-yritysten vientiponnisteluja sekä kehittää komission kauppalaainsäädäntöä, kaupankäynnin teknologiaa ja turvallisuutta. Uudistuksella on lisäksi tarkoitus parantaa yhteistoimintaa myös muiden komission pääosastojen, parlamentin, jäsenvaltioiden viranomaisten ja sidosryhmien kanssa, jotta kauppapoliittiset ongelmat pystytään ratkaisemaan aikaisempaa tehokkaammin.

Tätä tarkoitusta varten komissio esitteli myös uusia työkaluja yrityksille vientiponnistelujen helpottamiseksi kuten Access2Markets-portaalin, alkuperäsääntöjen itsearviointityökalun (ROSA) ja uuden valitusjärjestelmän kaupan esteiden poistamiseksi sekä kes-

tävän kehityksen mukaisen kaupan rikkomusten torjumiseksi. Nämä työkalut auttavat kansainvälisen kaupan sidosryhmiä saamaan tietoa ja ottamaan mahdollisia ongelmia esille kaupankäynnissä kolmansien maiden kanssa. Uudet työkalut ovat osa komission uutta vahvistettua kauppapoliittista työkalupakkia. Lisäksi riitojen ratkaisumenettelyihin suunnitellaan järjestelmätason muutoksia, mukaan lukien ehdotus välineeksi, jonka avulla EU voi reagoida kolmansien maiden koersiivisiin kauppatoimiin sekä monenkeskisen investointituomioistuimen perustaminen ja vahvistetun EU:n kauppasopimusten täytäntöönpanoasetuksen antaminen.

On keskeisen tärkeää, että unionilla on käytössään asianmukaiset välineet, joilla voidaan varmistaa, että kansainvälisten kauppasopimusten mukaisia unionin oikeuksia ei poljeta taloudellisten etujen nimissä. Tämä koskee erityisesti tilanteita, joissa kolmannet maat ottavat käyttöön kauppaa rajoittavia toimenpiteitä, jotka vähentävät unionin talouden toimijoille kansainvälisten kauppasopimusten mukaisesti kuuluvia etuja. Unionin on voitava reagoida nopeasti ja joustavasti niiden menettelyjen ja määräaikaisten puitteissa, jotka on asetettu sen tekemissä kansainvälisissä kauppasopimuksissa.

Tätä prioriteettia sovelletaan sekä markkinoille pääsyn edistämiseen että kestävä kehityksen kysymyksiin kuten ihmisoikeudet, työntekijöiden oikeudet, ympäristönsuojelu ja strateginen yhteistyö kansainvälisten kauppakumppaneidemme kanssa. Esimerkiksi Etelä-Korean ja Kanadan kanssa solmittuihin kauppasopimuksiin on otettu mukaan kaupan kestävä kehityksen mukaisuuden määrittelyt (Trade and Sustainable Development (TSD)). Komissio katsoo, että yllä mainituilla toimilla pystytään poistamaan kaupan esteitä, puuttumaan sisämarkkinoiden vääristymiin sekä luomaan uusia investointeja ja vientimahdollisuuksia pk-yrityksille.

Metallinjalostajat katsovat, että yllä esitetyt uudet työkalut, erityisesti alkuperäsääntöjen itsearviointityökalu ja TSD-määrittelyt ovat Suomen vientiteollisuuden kannalta hyviä uutisia. Ne auttavat vastaamaan kansainvälisen kaupan protektionistisiin haasteisiin ja luomaan lisääntyvää kysyntää vähähiilisysteknologiaa kehittäville yrityksille. ▲



KIMMO COLLANDER
KESTÄVÄN KAIVOSTOIMINNAN
VERKOSTON PÄÄSIHTEERI

Kaivostoimintaa ja malminetsintää entistäkin kestävämmän

Kestävän kaivostoiminnan verkosto on kaivosalan yhtiöiden ja alan sidosryhmien yhteistyöfoorumi. Verkoston tavoitteena on jakaa tietoja ja kokemuksia sekä kehittää kotimaisten kaivosten toimintatapoja entistä vastuullisemmiksi. Verkosto perustettiin vuonna 2014.

Verkosto on laatinut vastuullisuusstandardin. Tämän kaivosvastuujärjestelmän rungon muodostavat arviointikriteerit, joiden avulla yhtiöt arvioivat omia toimintojaan.

Kaivosvastuujärjestelmä perustuu MACin (Mining Association of Canada) kymmenisen vuotta sitten luomalle TSM-järjestelmälle (Towards Sustainable Mining). TSM on tällä hetkellä käytössä Kanadan ja Suomen lisäksi Espanjassa, Argentiinassa, Botswanassa, Filippiineillä ja Brasiliassa. Lisää jäseniä on tulossa lähikuukausina.

Suomen version sisältö eroaa muutamilta osiltaan kanadalaisesta. Toisin kuin Kanadassa meillä toimintaa johtaa erillinen, Hannele Pokan johtama Kestävän kaivostoiminnan verkosto, johon kuuluvat sidosryhmjäsenet ovat olleet mukana kehittämässä työkaluja. Työkalujen sisällöt ovat vaatineet konsensuksen, jossa on ollut mukana niin Kaivosteollisuus kuin SLL, WWF ja Paliskuntain yhdistyskin. Yhteiskuntavastuuraportointi on ollut käytössä verkoston alusta asti.

Kaivosvastuujärjestelmän kahdeksan arviointityökalua kattavat kaivostoiminnan koko elinkaaren, esimerkiksi luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen, sidosryhmäyhteistyön, energiatehokkuuden ja kaivoksen sulkemiseen valmistautumisen. Jokainen työkalu sisältää useita kymmeniä arviointikohteita. Yhtiön taso määräytyy arvioinnin tuloksen perusteella johonkin viidestä kategoriasta. Niistä matalin, C, kattaa lakisääteiset vaatimukset. Korkeammat tasot (B, A, AA ja AAA) vaativat erityistä työtä ja sitoutumista. Kaivoksen taso määräytyy aina matalimman tuloksen mukaan. Esimerkiksi tason A voi saavuttaa vain, jos kaikki tulokset ovat tasolla A tai sitä korkeammalla.

Kaivosyhtiö tekee ensin itsearvioinnin. Ulkopuolinen taho todentaa tulokset joka kolmas vuosi.

Kaivosvastuujärjestelmän ovat ottaneet kokonaisuudessaan käyttöön Agnico Eagle Finland Oy (Kittilä), Boliden Kevitsa Mining Oy (Sodankylä), Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivos (Kemi), Terrafame Oy (Sotkamo), Pyhäsalmi Oy (Pyhäjärvi) ja Yara Suomi Oy (Siilinjärvi).

Kaivosteollisuus on hyväksynyt sääntömuutoksen, joka velvoittaa jäsenyhtiöitä sitoutumaan Kestävän kaivostoiminnan verkoston toimintaperiaatteisiin. Yhtiöt ottavat käyttöön Kaivosverkoston kaivosvastuujärjestelmän vaiheittain vuodesta 2021 alkaen.

Itsearvioinnit: Sidoryhmätyö kunnossa, vesienhallinnassa itsekriittisyyttä

Vuoden 2020 itsearviointien mukaan parhaimmasta kunnossa kaivoksilla ovat sidoryhmäyhteistyö ja työterveys. Niissä puolet yhtiöistä pääsi A-tasolle. Luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen, rikastushiekan hallinta, energiatehokkuus ja kasvihuonekaasupäästöjen hallinta sekä kaivoksen sulkeminen muodostivat keskiryhmän, jossa kolmannes kaivoksista oli A-tasolla. Eniten kehitettävää itsearviointien perusteella näyttää olevan vesienhallinnassa. Siellä ainoastaan yksi yhtiö arvioi itsensä A-tasolle.

Sertifioitujen todentajien työt alkavat vuoden 2021 alussa. Kaivoskohtaisten tulosten julkaisu tapahtuu viimeistään 2021 syksyllä.

Ensi vuonna vastuujärjestelmä laajentuu malminetsintään ja odotamme, että Suomessa toimintaa harjoittavat malminetsintäyhtiöt ottavat käyttöön vastuullisuustyökalut.

TSM-perhe, johtava vastuullisuusjärjestelmä

Liikkumisen sähköistäminen on tärkeä osa ilmastomuutoksen vastaista taistelua. Kuluttajat osaavat vaatia, että myös kulkuneuvojen tuotanto on vastuullista raaka-aineista asti. Sähköautojen valmistajat ovatkin kiristämässä vaatimuksiaan omille hankintaketjuilleen. Tähän kysyntään vastaavat vastuullisuusstandardit yhdessä toimivien jäljitettävyyssjärjestelmien kanssa. Yhtä lailla vastuullista tuotantoa ja jäljitettävyyttä tulisi vaatia korumetalleilta.

TSM-perhe on nousemassa kansainvälisesti laajimmaksi vastuullisuusstandardiksi. Se ei kuitenkaan ole ainut toimija. Toivoa sopii, ettei kilpailevia järjestelmiä ilmaantuisi liikaa hämmentämään kenttää. Tärkeää on, että toiminta kannustaa kaivoksia ja malminetsintää kehittämään toimintaansa ja ottamaan kaikki sidoryhmänsä huomioon. Järjestelmässä tulee olla tiukat yhteiset periaatteet, mutta myös paikallisille erityispiirteille on annettava tilaa.

Kestävän kaivostoiminnan verkostolla on kaksi painopistettä vuodelle 2021. Ensimmäiseksi: haluamme kaikkien Suomessa toimintaa harjoittavien kaivosten ja malminetsintäyhtiöiden ottavan käyttöön vastuullisuustyökalut. Toiseksi: kiivaaksi käyneessä kaivoskeskustelussa verkosto tarjoaa yhteisön ja alustan pragmaattiselle keskustelulle vastuullisesta kaivostoiminnasta. Kehitämme kannatusjäsenoimintaamme ja toivotamme kaikki aiheesta kiinnostuneet tervetulleiksi mukaan! ▲



**PAIKALLINEN TOIMIJA
VAHVASTI LAPISTA**

WWW.TAPOJARVI.COM

**KIERTOTALOUDEN
EDELLÄKÄVIJÄ**



TAPOJÄRVI



**UUORIMIESYHDISTYKSEN
TOIMIHENKILÖITÄ 2020**

PUHEENJOHTAJA

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

VARAPUHEENJOHTAJA

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

PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

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

WEBMASTER

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

RAHASTONHOITAJA/Treasurer

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

GEOLOGIJAOSTO

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

KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO

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

RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/

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

METALLURGIJAOSTO/

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

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



ILMASTONMUUTOS TORJUTAAN METALLEILLA
KOTIMAISIA RAAKA-AINEITA GLOBAALIN TEKNOLOGIAN TARPEISIIN

AA SAKATTI MINING OY

AngloAmerican

LABORATORY SERVICE PROVIDER FOR
ALL PHASES OF MINING OPERATIONS

Geochemistry
Fire Assay
Metals
Grade control
Process control
Waste rock

eurolins

Mineral Testing

WWW.EUROLINS.FI

Teräspalvelukeskus

Miilux® OY

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

www.miilux.fi

Continental
The Future in Motion

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

www.contitech.fi

ContiTech

Ilmoittajamme tässä lehdessä:

Aalto Yliopisto	54	Linde	52
AA Sakatti Mining	79	Metso Outotec	takakansi
Agnico Eagle Finland Oy	2.kansi	Miilux Oy	79
Arctic Drilling Company Oy	9	New Paakkola Oy	22
Astroock Oy	69	Nordic Publishing	70
Aurubis	4	Nordkalk Oy Ab	58
Boliden	46	Normet Group Oy	15
Brenntag Nordic Oy	80	Orica	61
ContiTech Finland Oy	79	Oulun Yliopisto	6
EIT Raw Materials	68	Palsatech Oy	22
Epiroc Finland Oy	3.kansi	POHTO	22
Eurofins Mineral Testing	79	Pyhäsalmi Mine Oy	22
Flowrox Oy	9	RF Valves	68
Forcit Oy	13	Rotator	72
Forcit Consulting	46	Sandvik	38
GRM Services Oy	58	Suomen TPP Oy	68
Jyväskylän Messut	42	Tapojärvi + Hannukainen	78
Oy KATI Ab	4	Weir	26
Keliber	6	Yara Suomi	4
Kokkolan Satama Oy	6		

Niinhan siinä kävi, että se koronan toinen aalto tuli ja jatkuu keväälläkin. Vaikka rokotukset saataisiinkin alkuvuodesta käyntiin, niin ensi kevään Vuorimiespäivät on pakko toteuttaa poikkeuksellisella tavalla eli virtuaalisesti. Luvassa ovat ”kaikkien aikojen ensimmäiset ja myös parhaat virtuaaliset Vuorimiespäivät”. Tilanne on esitelty lehden alussa.

Itse olen tietysti pääsihteerin ominaisuudessa täysillä mukana suunnittelussa. Olen päässyt aika hyvin sisään tuon virtuaalisen tilaisuuden toteuttamisen mahdollisuuksiin ja uskon jo vakaasti, että luvassa on upea tapahtuma, mistä kaikki osallistujat saavat miellyttävän ja mieleenpainuvan kokemuksen!

Varaa siis 26.3.2021 koko päivä tähän saadaksesi siitä kaiken irti. Päivällä on luvassa painavaa asiaa ja illalla hauskaa ohjelmaa. Parhaan onnistumisen koet varmaan, jos voit viettää vuorimiespäivää koronan sallimissa puitteissa muutaman vuorimieskaverin kanssa yhdessä. Kannustankin luomaan ”etäkatsomoita”, missä voi yhdessä seurata ohjelmaa ja kokkailla ja viettää iltaa sekä halutessaan myös osallistua yhteiseen ohjelmaan etäkatsomosta käsin.

Suunnittelu on vielä alkuvaiheessaan, joten tässä vaiheessa ei paljasteta enempää! Tulet saamaan infoa ja ohjeistusta eri tavoin. VMY:n kotisivulle tehdään infokanava, mikä ennen Vuorimiespäiviä muuttuu ”kiihdytyskaistaksi Vuorimiespäiville”. Myös perinteinen paperinen ”kutsuhaitari” lähetetään helmikuun alkupuolella. Ilmoittautumista suositellaan etukäteen, mutta ilman sitäkin pääsee mukaan. Osallistuminen on jäsenille ilmaista! ABB ja VMY huolehtivat tällä kertaa virtuaalitalaisuuden kustannuksista.

Kerrankin pääset Vuorimiespäiville ilman matkustamista ja hotellivarauksia!

Pysytään terveinä!

Ari Juva



Tasavallan Presidentti on myöntänyt Kemiran toimitusjohtaja **Jari Rosendalille** vuorineuvoksen arvonimen 11.12.2020. Jari Rosendal toimi Vuorimiesyhdistyksen hallituksen puheenjohtajana vuosina 2017-2019.

BRENNTAG

Kaivosteollisuuden raaka-aineet



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

Kaivosteollisuudessa Pohjoismaissa hyödynnämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

PÄÄTUOTTEET

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

PALVELUT

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

YHTEYSTIEDOT

Brenntag Nordic Oy
 Mikko Kähäri
 Puhelin 040 708 7006
mikko.kahari@brenntag-nordic.com
<http://www.brenntag-nordic.com/fi/>

Tuottavuus ylös - kustannukset alas



United. Inspired.

COP CARE -huoltosopimus

Unohda suunnittelemattomat tuotantokatkokset ja kalliit korjaukset. COP CARE on huoltosopimus kallioporakoneille, ja se takaa täyden suorituskyvyn ja enemmän porametrejä joka päivä.

COP CARE auttaa maksimoimaan porauslaitteesi käytettävyyssasteen työmaalla.



Maailma odottaa uusia ratkaisuja

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

Metso Outotec on kestäväää kehitystä edistävien teknologioiden sekä kokonaisvaltaisten ratkaisujen ja palvelujen edelläkävijä.

mogroup.com