

# MATERIA

3-2024 | Heinäkuu

GEOLOGIA  
KAIIVOS  
LOUHINTA  
RIKASTUS  
PROSESSIT  
METALLURGIA  
MATERIAALIT

YLI 80 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA



# Teemme tulevaisuuden yhdessä.

Haluamme toimia vastuullisesti ympäristön, työntekijöittemme ja koko Lapin hyväksi. Rakennamme Kittilässä kestäväää tulevaisuutta. Tulevaisuus tarvitsee yhteistyötä ja innovointia. Tule mukaan.



14

# MATERIA

3 - 2024 | HEINÄKUU



66

- 5 Lukijalle: **Ari Oikarinen**: Hyvä lukija
- 7 Pääkirjoitus: **Pia Vilenius**: Vastuullinen akkualan ekosysteemi tuo Suomeen työpaikkoja ja hyvinvointia
- 8 **Wei Cao, Marko Huttula, Ulla Lassi, Zouhair El Assal, Yousra El Jemli, Veera Juntunen, Filipp Temerov, Shubo Wang**: Vaihtoehtoiset puhtaan ja energiatehokkaan vedyn tuotantomenetelmät
- 10 **Yrjö Majanne**: Vihreää siirtymää ja vetytaloutta Tampereen yliopistossa
- 12 **Mika Järvinen**: Aalto-yliopisto panostaa vetyyn ja tuulivoimaan
- 14 **Petteri Laaksonen**: Synteettiset polttoaineet avaavat Suomelle valtavan vientimahdollisuuden
- 17 **Tuomo Tiainen**: Uusiutuvaa polttoainetta raskaalle kaukoliikenteelle
- 20 **Santtu Sainio**: Vihreän energian edelläkävijä
- 21 **Terhi Hietämäki**: Green North Energy:n kehittämällä vety- ja ammoniakkilaitoskonseptilla taataan Suomen omavaraisuus ammoniakkin tuotannossa
- 22 **Tuomo Tiainen**: Sähkö mukaan kaukolämpölaitoksen polttoainevalikoimaan
- 25 **Minna Näsman**: Vetytalouteen siirrytään jakamalla vaikutukset reilusti
- 29 **Tuomo Tiainen**: Vetytalous on mahdollisuuksien maailma
- 34 **Mika Peltola**: Hiekka-akku vauhdittaa tuuli- ja aurinko-energian kasvua
- 36 **Erkki Kuronen**: Vuolukivimursketta lämmönvarastointiin
- 38 **Sakari Nokela**: Pyhäjärven uusiutuvan energian konsortio – alueella kehitetään kolmea suurta projektia



- 39 **Markus Puoskari:** Pyhäsalmen kaivoksen rikastehiekkaltaista aurinkosähköä
- 40 **Katri Kauppila:** Liikenteen sähköistäminen alkaa mineraaleista
- 43 **Tuomo Tiainen:** Kaikki irti akkukenoista
- 46 **Tommi Sappinen:** Suomalainen konevalmistaja Avant on nyt myös akkutehdas
- 49 Uutisia alalta: Hytrade alentaa vihreän vedyn tuotantokustannuksia
- 50 **Johanna Valio, Leena Nolvi, Timo Santanokki:** Laserspektroskopian ja tekoälyn hyödyntäminen alkuaineanalyyseissä
- 53 **Paula Pohjanperä:** Laakson yhteissairaalan kalliorakennustyöt
- 55 **Tuula Sivonen:** Kansallisena tavoitteena kaivosten sivuvirtojen hyötykäytön lisääminen
- 59 **Iina Vaajamo, Jani Jansson, Suvi Rannantie, Visa Saari:** Metallurgijaoston Kevätseminaari 2024: Tekoäly ja digitaaliset sovellukset päivittäisen työn tukena metallien jalostuksessa
- 61 **Leena K. Vanhatalo, Lasse Moilanen:** Pohjoinen Teollisuus -messut Oulussa
- 62 Lukijalta: Uusi palsta Materia-lehteen
- 63 Historian havinaa: **Tuomo Tiainen**
- 64 **Jarmo Lilja, Leena K. Vanhatalo:** VMY:n hallituksen vierailu SSAB Raahan terästehtaalla
- 66 Uutisia alalta: **Henrik Mesimäki, Mika Alasuutari, Mika Kulju:** Palsatech avaa uudet malminetsintä- ja kaivospalvelukeskukset Ruotsiin ja Serbiaan
- 67 DIMECC on-line: **Kaisa Kaukovirta:** Metallien 3D-tulostuksen hiukkasaltistumista tutkitaan
- 68 Kaivosteollisuus: **Pekka Suomela:** Suomessa ymmärretään omavaraisuuden tärkeys
- 69 Kolumni: **Pertti Voutilainen:** Mihin unohtui maailmanloppu?
- 70 Pakina: **Tuomo Tiainen:** Mitä vanhan metallurgin, Hipsu Hiilen ja alkuaine vanadiinin jälkeen?
- 71 Metallinjalostajat: **Saku Vuori:** Energia ja kilpailukyky
- 72 Pääsihteeriltä: **Ted Nuorivaara**
- 72 Toimihenkilöt

## Ilmoittajamme tässä lehdessä

AA Sakatti Mining Oy	3
A-insinöörit	45
Agnico Eagle Finland Oy	2. kansi
Arctic Drilling Company Oy Ltd	37
Astrock Oy	19
Aurubis Finland Oy	28
Boliden	37
Brenntag Nordic Oy	72
Epiroc Finland Oy AB	takakansi
Erimek Oy	28
Eurofins Mineral Testing Oy	3
FinMeas Oy	28
GRM-services Oy	16
Hannukainen Mining Oy/ Tapojärvi Oy	4
Impomet Oy	3,19
Jyväskylän Messut Oy	42
KATI	28
Metallinjalostajien rahasto	27
Miilux Oy	16
Nordkalk Oy Ab	24
Orica Finland Oy	3
Palsatech Oy	3
Roxia Oy	6
Sandvik Mining and Construction Finland Oy	48
Sibelco Nordic Oy Ab	24
SRK Consulting	3
Suomen Maa-autot Oy	6
Suomen TPP Oy	66
Tikomet Oy	47
Umicore Finland Oy	52
Valmet Flow Control Oy	19
Weir Minerals Finland Oy	takakansi



# LANGATON RATKAISU RÄJÄYTYSÖIHIN

## MAAILMAN ENSIMMÄINEN AIDOSTI LANGATON SYTYTYSJÄRJESTELMÄ



Lisää  
turvallisuutta



Paranna  
malminsaantia



Kasvata  
tuottavuutta



Pienennä  
käyttökustannuksia

WebGen™ on täysin langattomaan räjäytysjärjestelmään perustuva räjäytyspalvelu, joka poistaa nalli- ja pintahidastejohtimet räjäytyskentistä.

WebGen™ kommunikoi kallon, ilman sekä veden läpi; sytyttää räjäytykset luotettavasti ja turvallisesti poistaen ihmiset räjäytysten vaaravyöhykkeiltä. Tämä toimialaa mullistava teknologia mahdollistaa uusia louhintamenetelmiä ja räjäytystekniikoita, joiden avulla voidaan lisätä merkittävästi tuottavuutta ja pienentää käyttökustannuksia. Saadaksesi lisätietoa WebGen™-järjestelmästä ja siitä kuinka se voi parantaa päivittäistä toimintaanne, ota yhteyttä paikalliseen Orican edustajaan tai vieraille osoitteessa [orica.com/wireless](http://orica.com/wireless)

WebGen 200 Pro



## Kattavat kenttäpalvelut malminetsinnän tarpeisiin

- Kairauspaikkojen valmistelu maastossa
- Kivinäytteiden varastointi ja kuljetus
- Puuston poisto ja väylien rakentaminen
- Näytteiden sahaus ja loggaus
- Kairauksen valvonta ja tukitoiminnot
- Sertifioitu ympäristönäytteenotto

Lue lisää [www.palsatech.fi](http://www.palsatech.fi)

**PALSATECH**

Ota yhteyttä:  
[info@palsatech.fi](mailto:info@palsatech.fi)  
040 180 5324

**srk consulting**

## Exploration through operations to closure

- Mineral Exploration Services
- Geology and Mineral Resources
- Scoping to Feasibility Studies
- Reserves Statements
- Mine Design and Planning
- Mining Geotechnics and Modelling
- Operations support
- Due Diligence and Audits
- Mineral Processing Support
- Mine Waste and Tailings Management (GISTM)
- Water Management, Modelling and Stewardship
- ESG Strategy Services
- Engineering of Decarbonisation

SRK Consulting Finland Oy  
+358 (0) 401965214  
[info@srknordic.com](mailto:info@srknordic.com)

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

1,700 PROFESSIONALS | 45 OFFICES | 6 CONTINENTS

**AngloAmerican**

Re-imagining mining  
to improve people's lives.

[finland.angloamerican.com](http://finland.angloamerican.com)

[@AngloAmericanFI](https://www.facebook.com/AngloAmericanFI) [@Finland - Anglo American](https://www.linkedin.com/company/anglo-american)

Laboratory services  
for exploration  
and mining

**eurofins**

**Labtium**

[WWW.EUROFINS.FI](http://WWW.EUROFINS.FI)

[MYYNТИ@EUROFINS.FI](mailto:MYYNТИ@EUROFINS.FI)

## Extreme Wear Protection

**impoinvest**

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



**Paremmiin.  
Tehokkaammin.  
Kehittyneemmin.  
Valikoidummin.**



Tapojärvi on suomalainen perheyrittys, jonka palvelut tehtaissa ja kaivoksissa vähentävät ilmaston kuormitusta ja säästävät luonnon neitseellisiä materiaaleja. Työ toteutetaan aina vastuullisuus ja turvallisuus edellä.

**Cr**  
**Au**  
**Cu**  
**Ni**  
**Pt**  
**P**  
**Fe**  
**Pd**  
**Zn**



**Kestävä.  
Kotimainen.  
Välttämätön.**

**500**  
rakennusaikaista  
työpaikkaa



**300**  
vakituista  
työpaikkaa



**300 M€**  
alkuinvestointi  
Liikevaihto 200-500M€/a



**Fe**  
**Cu**  
**Au**

**Kestävä, kotimainen, välttämätön**  
[www.hannukainenmining.fi](http://www.hannukainenmining.fi)

**Hannukainen**  
**MINING**

# MATERIA

## JULKAISIJA / PUBLISHER

Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y.  
82. 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 materiaalitekniikan erilaiset sovellutukset. Osa lehden artikkeleista painottuu alan ja yritysten ajankohtaisiin asioihin. Tiede & tekniikka -osa keskittyy tutkimuksen ja kehitystyön tuloksiin. Materia magazine covers all areas of technology in the mining and metallurgical field, from geology and geophysics to mining process technology, metallurgy, manufacturing and various materials technology applications. Part of the magazine focuses on what's happening in the field and the companies involved while the R&D section concentrates on the results of research and development.

## PÄÄTOIMITTAJA / 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 Sini Anttila Northvolt AB 040 709 1776  
sini.anttila@northvolt.com

## TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD

DI Mari Halonen pj / 040 869 0417  
mari.halonen@forcit.fi  
TkT Miia Kiviö Aurubis Finland Oy 040 641 6529  
m.kivio@aurubis.com  
DI Mauri Kostiainen 040 963 8798  
mauri.kostiainen@lux.fi  
DI Jannis Mikkola 040 747 9670  
jannis.mikkola@sitowise.com  
FM Anna-Riikka Pehkonen-Ollila 050 528 0771  
anna-riikka.pehkonen-ollila@ains.fi  
DI Tommi Sappinen 040 776 8470  
tommi.sappinen@gmail.com  
DI Arto Suokas 040 091 8850  
arto.suokas@gmail.com  
FM Maria Vanhatalo BASF Battery Materials  
Finland Oy 040 414 4040 maria.vanhatalo@jci.fi  
Apul. prof. Ville-Valtteri Visuri 050 412 5642  
Ville-Valtteri.Visuri@oulu.fi  
DI Pia Voutilainen 040 590 0494  
pia.voutilainen@cupori.com  
Scandinavian Copper Development Ass.

## OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET / CHANGES OF ADDRESS & SUBSCRIPTIONS

Leena K. Vanhatalo 050 383 4163  
leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi

**VMY:n jäsenistö myös verkkosivujen  
jäsenrekisterin kautta.**

## PAINO/ PRINTING HOUSE Punamusta

**TAITTO** Merja Minkkinen, Punamusta, Sisältö-  
ja suunnittelupalvelut

**KANSI** Energia

**KUVA** Sofi Perikangas

## Hyvä lukija

Kun tämä lehti on sinun käsissäsi, pitäisi Suomen kesän olla kukeimmillaan. Itse kirjoitan tätä palstaa kesämökillä – onneksi on etätyö. Aurinkoa toivottavasti on sopivasti, mutta vettäkin satelee sen verran ettei kuivuus uhkaa. Tästä saadaankin osuva aasinsilta lehden teemaan: **ENERGIA**. Polttava puheenaie niin monella tasolla.

Kesällä on helppo nauttia aurinkoenergiasta ihan empiirisesti, mutta mitä energiakentällä tapahtuu tällä hetkellä ja mitä kuplii pinnan alla? Vuoriteollisuus on ainakin osittain hyvin energiaintensiivinen ala, ja turvattu vakaa energian saanti on sille tärkeää. Viime vuodet ovat osoittaneet energian, erityisesti sähkön, vakaan ja ennustettavan tuotannon merkityksellisyyden ihan tavalliselle kuluttajallekin.

Tässä lehdessä energiaan pureudutaan erityisesti uuden ja uusiutuvan energian tuotannon kautta. Toki vanhaakaan ei pidä unohtaa. Energian tulisi olla ympäristöystävällisesti tuotettua, tuotannon vakaata ja hinnan kohtuullista. Aika vaikea yhtälö. Tuulivoima ja aurinkovoima ovat Suomessa hyvin vaikeasti ennustettavia tuotantomuotoja. Esimerkiksi tuulivoiman tuotanto vaihteli vuonna 2023 välillä -3 MWh/h ja 5 452 MWh/h keskiarvon ollessa 1 380 MWh/h (lähde <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/tuulivoiman-tuotanto/>). Samaan aikaan sähkön hinta vaihteli negatiivisesta lähemmäs lukemaa 300 €/MWh (energia.fi). Vesivoimaloita varten käytössä oleva reserviveden määrä oli välillä alhaalla vähäisten sateiden vuoksi. Ydinvoimaloissakin oli seisokkeja. Kun tähän vielä lisätään muiden pohjoismaiden sähköntuotannon tila ja siirtoverkon rajoitukset, on haaste monimutkainen.

Meidän tulisi kehittää kykyä varastoida energiaa kustannustehokkaasti ja helposti käytettävissä olevaksi. Lehdessä käsitellään energian varastointia, tuotantoa ja siihen liittyvää kierrätystä. Painopiste on erityisesti vedyssä. Miten vetyä voidaan tuottaa ja miten sitä voidaan varastoida? Yleisesti vihreästä siirtymästä ja vetytaloudesta puhutaan Yrjö Majanteen artikkelissa Tampereen yliopiston hankkeista. Samoin esitellään LUT-yliopiston tutkimushankkeita ja tehdään katsaus Tampereen Vetyvoorumiin.

Kiinnostava esimerkki ovat Green North Energyn Porin ja Kemmin kaupunkien kanssa suunnittelemat vihreän ammoniakkin tuotantolaitokset. P2X taas avaa vetylaitosta Harjavaltaan ja Nordic Ren-Gas kertoo e-metaanin tuotannosta. Ei unohdeta muitakaan energiantuotantomuotoja. Tuomo on haastatellut Tampereen Energian energiainfo-työryhmän johtajaa Jukka Jorosta heidän kaukolämmöntuotannostaan sähköllä ja lämpövaraston käytöstä tässä yhteydessä. Lämpövarastointi on ajatuksena myös Nordic Night Energyn hiekka-akussa.

Muutakin sisältöä lehdessä luonnollisesti on. Lukekaapa Tuula Sivosen artikkeli kaivosten sivuvirtojen hyötykäytön lisäämisestä.

Toivotan lukijoille mitä mainiointa kesää. Nyt on aika nauttia ja levätä. ▲

## FRISCO

Artikkelien aineistopäivä ja Ilmoitustilavaraukset  
Article and Booking ads deadline  
4/2024 9.9.  
5/2024 11.11.

Ilmestymispäivä/  
Published  
18.10.  
20.12.

Ilmoitusmyynti / Ad Marketing  
DI Satu Honkanen, Tmi SatUp  
040 560 2926  
satulhonkanen@gmail.com





## Tornisuodattimien kuntotarkastukset

- Huollot ja kuntotarkastukset vuosien ammattitaidolla
- Uudelleenkehitettyt varaosat
- Prosessioptimoinnit ja käyttökoulutukset

Ota yhteyttä:

Roope Kupias, Asiakastukipäällikkö, Huollot & Varaosat

roope.kupias@roxia.com

puh. 040-860 4720



+358 201 113 311

info@roxia.com

www.roxia.com

**//////SMA**

*"Siirrämme kallioita."*

*Lastaukset  
Kuljetukset  
Rusnaukset*

*Suomen Maa-autot Oy  
Knuutilanraitti 190  
62300 Härmä*

**//////SMA ////SMA ////SMA ////SMA ////SMA ////SMA ////SMA ////SMA**

Toimitusjohtaja  
Mika Kalliokoski  
040 066 3496

mika.kalliokoski@suomenmaa-autot.fi

Kuljetuspäällikkö  
Jere Kalliokoski  
050 066 3496

jere.kalliokoski@suomenmaa-autot.fi





## Vastuullinen akkualan ekosysteemi tuo Suomeen työpaikkoja ja hyvinvointia

Akkuteollisuus on Suomessa nopeasti kasvava ja kehittyvä uusi vientiteollisuuden toimiala, jonka avulla on mahdollisuus tuoda Suomeen uutta hyvinvointia ja työpaikkoja. Investointien saaminen ei kuitenkaan ole itsestään selvää, sillä samoista investoinneista kilpaillaan globaalisti, ja kilpailu on kovaa. Siksi meidän tuleekin tehdä kaikki mahdollinen, jotta investointien sijainniksi päätetään Suomi, eivätkä esimerkiksi muut Euroopan maat. Kilpailemme investoinneista myös USA:n kanssa, sillä liittovaltio on tukenut sinne tehtäviä investointeja varsin avokätisesti.

Nyt tekeillä oleva mineraalistrategia on tässä hyvänä apuna, kunhan strategia viedään käytäntöön, eikä sitä jätetä pelkäksi juhlapuheeksi. Vuoden lopussa valmistuvassa strategiassa käydään läpi koko arvoketju mineraalien louhinnasta kiertotalouteen saakka. Keskeisessä roolissa strategiassa ovat vastuullisuus ja toiminnan sosiaalinen hyväksyttävyyks. Teollisuuden hankkeiden kotiuttamista Suomeen auttavat myös tekeillä oleva teollisuusstrategia ja mietinnässä oleva suurten investointien verohelpotus, kunhan ne tehdään taiten sidosryhmiä ja erityisesti yrityksiä kuunnellen.

Investoinnit houkuttelevat uusia investointeja erityisesti akku-toimialalla, jossa kokonaisen arvoketjun syntyminen samaan maahan nähdään vastuullisuuteen liittyvänä tekona, kun koko ketju on läpinäkyvä. Lähellä toisiaan sijaitsevat tuotantolaitokset vähentävät myös hiilidioksidipäästöjä kuljetusten vähentyessä. Suomella on muitakin investointien kannalta tärkeitä etuja, kuten edullinen päästötön energia. Energiantuotannosta jo 94 % on päästötöntä.

On selvää, että vihreän siirtymän toteuttaminen tarvitsee suuria määriä metalleja ja muita raaka-aineita, joista osa on kriittisiä ja strategisia. Juuri julkaistu EU:n kriittisten raaka-aineiden asetus pyrkii lisäämään Euroopan raaka-aineiden omavaraisuutta. Katset tulevat kääntymään Suomeen, sillä meillä on näitä tarvittavia raaka-aineita enemmän kuin muilla Euroopan mailla. Tässä vastuulli-

suus ja hankkeiden sosiaalinen hyväksyttävyyks nousevat tärkeään asemaan, sillä ilman niitä ei uusia kaivoshankkeita saada toteutetuksi ja varantoja hyödynnettyksi. Kaivosteollisuus – samoin kuin akkuteollisuus ja metallien jalostus – toimivat Suomessa selkeästi kilpailijamaitaan pienemmällä hiilijalanjäljellä ja vastuullisemmin. Tämä pitää vain saada kommunikoiduksi tärkeille sidosryhmille, jotta turhilta, hankkeita pitkittävilta valituksilta vältytään. Meidän pitää luottaa myös Suomessa erinomaisesti toimiviin ympäristöviranomaisiin.

Suomeen on rakenteilla vastuullisesti toimiva akkujen arvoketjukokonaisuus tai pikemminkin ekosysteemi, johon kuuluvat myös monet muut toimialat. Sen olennaisena osana on myös tutkimus- ja tuotekehitystoiminta. Mahdollisuudet ovat valtavat: puhutaan miljardien investoinneista ja kymmenistä tuhansista työpaikoista. Näitä meille tarvitaan kipeästi.

Hankkeiden nopea eteneminen on tärkeää, jotta päästään asetettuihin kunnianhimoisiin ilmastotavoitteisiin. Sähköistymisellä on tässä olennainen rooli, ja akkuja tarvitaan liikenteen ja työkaluiden sähköistämiseen sekä uusiutuvan sähkön varastointiin. On arvioitu, että ilmastotavoitteisiin pääsemiseksi vuoteen 2050 mennessä energiantuotannon pitää maailmanlaajuisesti olla 80-prosenttisesti uusiutuvaa, nyt sen osuus on noin 20 %. Tavoitteet ovat kovat ja niihin pääseminen vaikeaa. Vaihtoehtoja ei kuitenkaan ole, joten yhtiö on ratkaistava tavalla tai toisella. Uusiutuvan energian huono puoli on sen sääherkkyys, ja siksi tarvitaan laajamittaista energian varastointia. Tällä on vaikutus myös energian hintaan ja sen pysymiseen tasaisena, mikä on edellytys uusien teollisten investointien saamiselle muillakin toimialoilla. ▲

**PIA VILENIUS**  
CEO, AKKUTEOLLISUUS RY

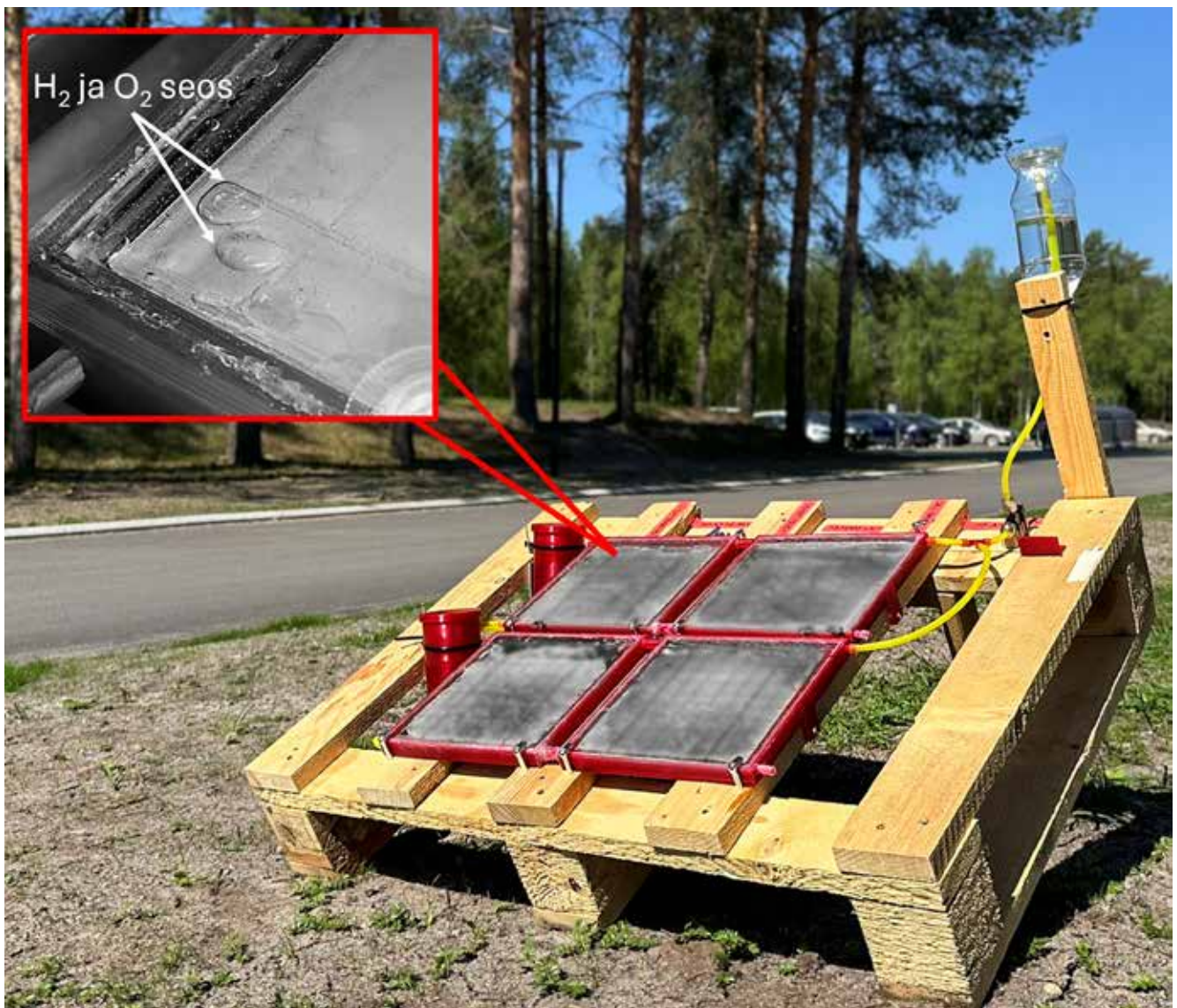
# Vaihtoehtoiset puhtaan ja energiatehokkaan vedyn tuotantomenetelmät

**P**uhtaan vedyn tuotannossa perinteisen vesielektrolyysin rinnalle tarvitaan uusia ratkaisuja sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Elektrolyysivedyn haasteina ovat kuitenkin korkeat tuotantokustannukset ja siitä aiheutuva korkea vedyn hinta. Lisäksi

elektrolyysiin liittyy mm. vihreän sähkön tuotannon haasteita: tehon äärimmäinen vaihtelevuus ja potentiaaliset pitkät tuulettomat ajanjaksot. Lisäksi katalyyttimateriaalien kestävyys ja saatavuus vaativat myös tutkimusta ja tuotekehitystä skaalautuvuuden saavuttamiseksi. Globaalissa perspektiivissä

myös riittävän puhtaan veden saatavuus saattaa muodostua edullisen laajamittaisen vedyntuotannon haasteeksi.

Oulun yliopiston vedyntuotannon tutkimus keskittyy erityisesti ns. vaihtoehtoihin puhtaisiin ja energiatehokkaisiin menetelmiin. Tutkimusta tehdään osana Suomen



Auringonvalolla tuotettu vety näkyy isoina kuplina aurinkovetyreaktorin sisällä.



Akatemian rahoittamaa H2FUTURE-profilatiorahanketta sekä lukuisissa Strategisen tutkimuksen, Suomen Akatemian, Business Finlandin ja EU:n rahoittamissa projekteissa.

Termokatalyyttinen hajottaminen on TRL (Technology Readiness Level) -luokituksen tasojen 6-7 mukainen menetelmä. Siinä (bio)metaani hajotetaan vedyksi ja kiinteäksi hiileksi, joka on myös arvotuote. Valokatalyyttinen vedyn tuotanto on puolestaan lähitulevaisuuden menetelmä, joka tarjoaa mahdollisuuden niin kutsutun aurinkovedyn tuotantoon suoralla vesimolekyylin rikkomisprosessilla auringonvalon avulla, käytännössä sähkövapaasti.

### Metaanipyrolyysi

Metaanipohjaisia vedyntuotantomenetelmiä tunnetaan useita, esim. höyryreformointi (steam methane reforming), metaanin osittaishapetus (methane partial oxidation) ja metaanipyrolyysi (methane pyrolysis). Näistä höyryreformointi on ns. ”state-of-the-art” teknologia, jota käytetään mm. vedyn tuotantoon ammoniakkituotannon yhteydessä. Höyryreformoinnin haasteena ovat kuitenkin korkeat hiilidioksidipäästöt (noin 8,8 kg CO<sub>2</sub> tuotettua vetykiloa kohden). Tämän vuoksi päästöttömät metaanipohjaiset vedyntuotantoratkaist ovat tarpeen.

Eräs vaihtoehtoinen tuotantomenetelmä on metaanipyrolyysi, jossa metaani pilkotaan termisesti tai katalyyttin läsnä ollessa vedyksi ja kiinteäksi hiileksi. Menetelmässä energiankulutus on höyryreformoinnin tapaan alhainen, noin 35 kJ/mol vetyä. Metaanipyrolyysin parhaita puolia on metaanin hiilen muuntaminen kiinteäksi hiileksi, joten se ei vapaudu ilmakehään. Kyseessä on siis hiilen sidontaan perustuva menetelmä (decarbonizing). Katalyyttisesti toteutettuna metaanipyrolyysi voidaan tehdä suhteellisen alhaisessa lämpötilassa. Suomessa kehitetään myös Oulun yliopiston innovaatioon perustuvaa metaanipyrolyysilaitosta Hycamiten toimesta. Parhaillaan Kokkolan teollisuuspuistoon nousee pilottilaitos, jonka tuotantokapasiteetti on 2000 kg vetyä/vuosi. Katalyyttinen metaanipyrolyysi ei prosessina tuota CO<sub>2</sub>-päästöjä lainkaan, ja sen elinkaaripäästöt asettuvat ns. vihreän vedyn luokkaan. Biometaania käytettäessä se on jopa hiilinegatiivinen.

Metaanipyrolyysissä vedyn ohella muodostuvan kiinteän hiilen rakennetta voidaan katalyyttin valinnalla muokata, ja hiili saattaa olla jopa vetyä merkittävämpi lopputuote. Muodostuvan hiilen määrä on noin kolminkertainen muodostuvaan vetyyn

nähdessä. Oma innovaationsa on prosessissa käytettävä katalyytti. Se on metallinjalostuksen yhteydessä muodostuvista sivutuotteista tehty halpa, jalometallivapaa materiaali. Katalyyttin avulla voidaan paitsi alentaa reaktion tarvitsemää aktivoitumisenergiaa, myös pienentää reaktiolämpötilaa merkittävästi. Tämä mahdollistaa merkittävät säästöt energiakustannuksissa.

### Aurinkovety: puhdasta vetyä suoraan auringonvalosta

Vedyn tuotanto suoran valokatalyyttisen prosessin avulla on menetelmä, jossa valokvanttien avulla viritettyjen elektronien ja prosessissa syntyvien elektroniukkujen avulla voidaan jakaa vesimolekyylin (H<sub>2</sub>O) hapeksi (O<sub>2</sub>) ja vedyksi (H<sub>2</sub>). Prosessi on samankaltainen kuin vedyn elektrolyytissä tuotannossa, jossa vastaavasti hyödynnetään sähköä vesimolekyylin pilkkomiseen. Valokatalyyttinen prosessi on kuitenkin potentiaalisesti suoraviivaisempi ja kustannustehokkaampi lähestymistapa vedyn tuotantoon, sillä sitä varten ei tarvitse rakentaa valtavaa uusiutuvan sähkön infrastruktuuria.

Valokatalyytiin pohjautuva aurinkovety on erittäin lupaava ratkaisu, joka kuitenkin vaatii huomattavasti jatkokehitystyötä (TRL-taso on tällä hetkellä 1-2). Suurimpina haasteina ovat tuotannon tehokkuus sekä skaalattavuus. Tällä hetkellä valokatalyyttinen prosessi ei ole hyötysuhteeltaan tarpeeksi tehokas, ja reaktoriskaalaus on vasta kehittyneenä. Katalyyttimateriaalit kehittyvät kuitenkin erittäin nopeasti suuremman kvanttitehokkuuden saavuttamiseksi. Esimerkiksi paikallista magneettikenttää hyödyntämällä on saavutettu ennennäkemätön 11,9 % aurinko-vety-hyötysuhde hiukkasmaisilla valokatalyyteillä. Indium-galliumnitridipohjaisilla (InGaN) valokatalyyteillä on saavutettu 9,2 % hyötysuhde käyttämällä puhdasta vettä ja keskittynyttä auringonvaloa. Tämä osoittaa menetelmän toimivuuden ja tehokkuuden vedyn tuottamisessa luonnollisesti auringonvalosta ja vedestä. Yhdysvaltojen energiaministeriön DOE asettama käytännön sovellusten tavoite on 10 %.

Oulun yliopiston tutkijat ovat saavuttaneet merkittävää edistystä tällä saralla. Tutkijat ovat luoneet ”ulottuvuudellisesti para-

doksaalisia” materiaaleja, joissa yhdistetään tasomaisia kaksikulotteisia puolijohdemateriaaleja vieläkin pienempien rakenteiden, kuten lankamaisten yksikulotteisten nanoputkien tai erittäin pienten ”nollakulotteisten” nanopisteiden kanssa. Nämä materiaalit eli taidokkaasti rakennetut ns. heterorakenteet ovat osoittaneet merkittäviä parannuksia kyvyssä tuottaa aurinkovetyä verrattuna perinteisiin katalyytteihin. Esimerkiksi ZnIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub>/Ni(dmgH)<sub>2</sub> -pohjaisilla valokatalyyteillä on saavutettu huomattava 36,3 mmol/g/h vedyn tuotto prosentti UV-Vis valossa ja korkean näennäisen kvanttitehokkuuden (AQE) arvo 20,45%. Tämä osoittaa potentiaalain kehittää tehokkaita valokatalyyttejä vedyn tuotantoon luonnollisessa auringonvalossa ja puhtaassa vedessä.

Tehokkuuden kasvattamiseksi kehitetään skaalattavia valokatalyyttisiä kalvoja. Kalvot ovat ohuita kaksikulotteisia arkkeja, joihin on kiinnitetty tehokkaita valokatalyyttisiä heterorakenteita. Niillä on useita etuja ja juhemaisiin katalyytteihin verrattuna: ne ovat kestävämpiä, edullisempia sekä helpommin sovellettavissa jatkokäyttöä varten. Lisäksi niiden suurempi pinta-ala maksimoi vuorovaikutusta katalyyttin, auringonvalon ja veden välillä, mikä tarkoittaa entistä tehokkaampaa vedyn tuotantoa. Valokatalyyttiset kalvot ovat päässeet jo testikäyttöön 3D tuotetuissa laboratorioreaktoreissa. (Kuva 1).

### Tiellä nopeaan ja kestäväan vetysiirtymään

Vetysiirtymällä ja vedyllä on suuri rooli tulevaisuuden päästöttömässä energiataloudessa. Oulun yliopiston tutkijat uskovat kehitettävien vaihtoehtoisten, puhtaiden ja energiatehokkaiden vedyntuotantomenetelmien tarjoavan mahdollisuuden nopeaan ja kestäväan vetysiirtymään. ▲

#### KIRJOITTAJAT:

PROFESSORIT: WEI CAO, MARKO HUTTULA, ULLA LASSI  
TUTKIJAT: ZOUHAIR EL ASSAL, YOUSRA EL JEMLI, VEERA JUNTUNEN, FILIPP TEMEROV, SHUBO WANG  
OULUN YLIOPISTON KESTÄVÄN KEMIAN TUTKIMUSYKSIKÖ SEKÄ NANO- JA MOLEKYYLISYSTEEMIEN TUTKIMUSYKSIKÖ



# Vihreää siirtymää ja vetytaloutta Tampereen yliopistossa

Sähkön tuotanto, teollisuuden prosessilämmön tuotanto ja liikenne tuottavat lähes kaksi kolmasosaa maailman kasvihuonekaasupäästöistä. Vihreässä siirtymässä tästä energiasta niin suuri osa kuin mahdollista pyritään sähköistämään uusiutuvasti tuotetulla sähköllä. Niillä aloilla ja alueilla, joissa suora sähköistäminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista, fossiilitaloudesta irtaantuminen tulee tapahtumaan vihreän vedyn ja siitä jalostettujen hiilivapaiden tai hiilineutraalien Power-to-X (PtX) -tuotteiden avulla.

## PtX-talouden pitkä arvoketju

PtX talouden arvoketju koostuu uusiutuvasta sähköntuotannosta, elektrolyysereillä tapahtuvasta vedyn tuotannosta, vedyn jatkojalostuksesta erilaisiksi PtX-tuotteiksi ja näiden tuotteiden hyödyntämisestä erilaisilla markkinoilla polttoaineina, kemian teollisuuden raaka-aineina, elintarviketeollisuudessa ja lääketieteellisyydessä.

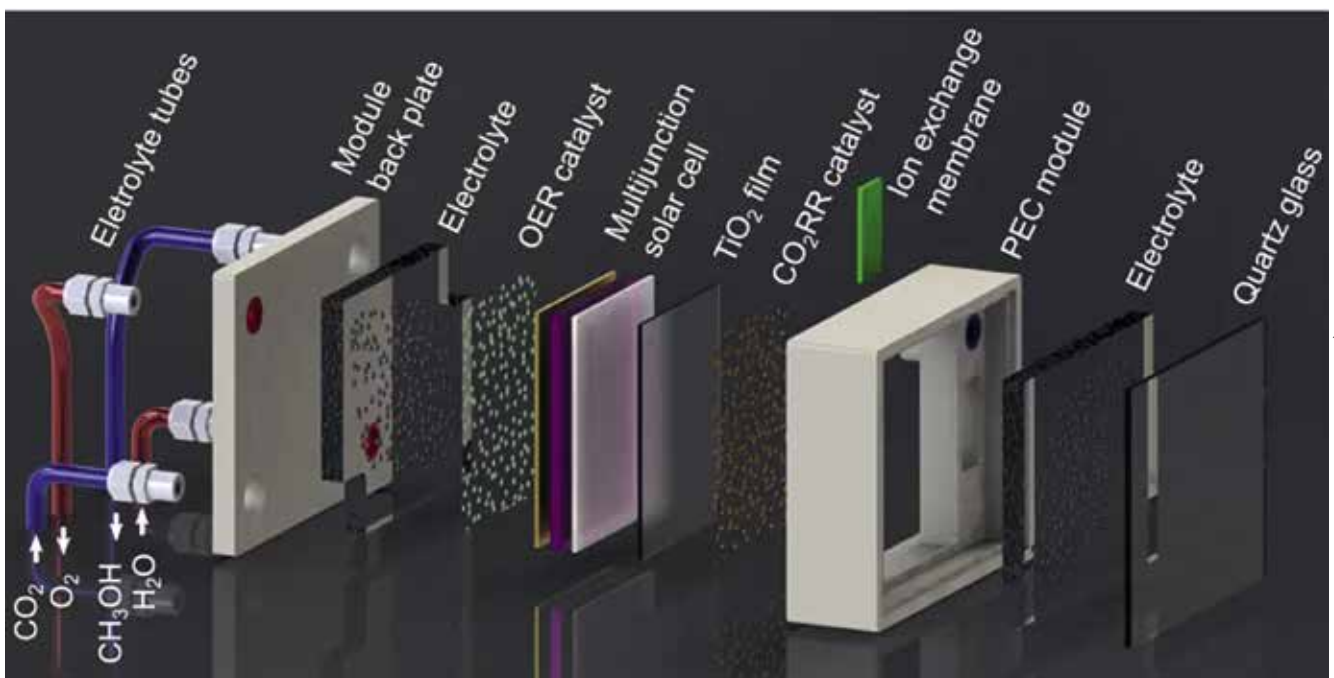
PtX-talouteen siirtymisessä on monia ongelmia liittyen muutoksen valtavaan mit-

taluuokkaan ja sen vaikutuksiin koko yhteiskuntaan ja olemassa olevaan infrastruktuuriin. PtX-talous tulee muuttamaan koko energiajärjestelmän rakenteen ja toiminnan.

Vedyn käyttöön liittyy myös paljon teknisiä ongelmia sen ominaisuuksien vuoksi. Vety on helposti syttyvää ja pienen molekyylikonsa vuoksi se vuotaa helposti käytössä olevien materiaalien ja rakenteiden läpi. Lisäksi se aiheuttaa metallien, erityisesti lujien terästen haurastumista. Pienen energiatihedden vuok-

si sitä pitää kuljettaa ja varastoida korkeassa paineessa. Sen nesteytymislämpötila on myös hyvin matala,  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Vedyn tuottamista, hyödyntämistä ja PtX-taloutta tutkitaan maailmalla paljon. Myös Tampereen yliopisto osallistuu tähän tutkimukseen laaja-alaisesti. Nykyinen Tampereen yliopisto syntyi vuonna 2019, kun silloiset Tampereen teknillinen yliopisto ja Tampereen yliopisto yhdistyivät. Vihreän siirtymän vaikutus on suuri sekä yhteiskun-



KUVA: <https://www.tuni.fi/en/research/arch/liquid-sun>

Professori Mika Valdenin tutkimusryhmän valosähkökemiallinen kenno hiilivetyjen syntetisoimiseksi hiilidioksidista ja vedestä.



nallisesti että teknisesti, ja Tampereen yliopiston vahvuudet näillä osa-alueilla tekevät siitä merkittävän toimijan aiheen tutkimuksessa.

Tampereen yliopistossa tehdään tutkimusta PtX-talouden arvoketjun eri osa-alueilla. Keskeisiä tutkimusalueita ovat lisääntyvän vaihtelevan sähköntuotannon ja elektrolyysillä tapahtuvan vedyntuotannon yhteisvaikutukset sähköverkon toimintaan, vedyn tuotantoon liittyvät teknologiat, vedystä ja hiilidioksidista tehtävien synteettisten hiilivetyjen tuotantoteknologiat, vedyn käyttöön liittyvät materiaalikysymykset, uudenlaiset energiemarkkinat ja PtX-talouden geopolitiikka.

### Sähköenergiajärjestelmien tasapaino ylläpito tärkeää

Sähköenergiajärjestelmien ja PtX-tuotannon systeemissä tutkimuksessa selvitetään, miten voimakkaasti lisääntyvä sähkön ja vedyn tuotanto vaikuttavat sähkön siirtokapasiteetin tarpeeseen sekä tuotannon ja kulutuksen tasapainon ylläpitämiseen sähköverkossa. Tasapainon ylläpidossa energiavarastoilla sekä sähkö- ja lämpöverkkojen välisillä sektorikytkennöillä on keskeinen merkitys. Uusiutuvaa sähköä tuottavat tuuli- ja aurinkovoimalat sijaitsevat hajallaan eri puolilla maata, ja sen takia vedyn ja jatkojalosteiden tuotantopaikkojen sijoittaminen lähelle sähköntuotantoa tai vaihtoehtoisesti PtX-tuotteiden loppukäyttöpaikkoja vaikuttaa siihen, kuinka paljon ja missä muodossa energiaa on siirrettävä ympäri maata. Myös synteettisten hiilivetyjen tuotannossa tarvittavan hiilidioksidin lähteet, lähinnä puunjalostustehtaat ja isot kaukolämpölaitokset, tuovat lisää liikkuvia osia tähän kokonaisuuteen.

Näitä systeemisiä vaikutuksia tutkitaan tutkimusryhmässä tehdyillä dynaamisilla energiajärjestelmämalleilla. Malleilla simuloidaan kokonaisjärjestelmän toimintaa ja eri sektoreiden välisiä vuorovaikutuksia tunti tunnilta ja tutkitaan, miten sähkön ja vedyn tuotannon kapasiteetit, vaihtelevan sähköntuotannon tuotantoprofiilit ja yksiköiden sijoittelu eri puolille maata vaikuttavat siirtoverkkojen ja muun systeemin toimintaan. Tätä tutkimusta vetävät sähkötekniikan professori **Sami Repo** ja automaatiotekniikan professori **Matti Vilkkö**.

### Elektrolyysereiden joustava käyttö olennaista

Vedyn ja PtX-tuotteiden tuotantoon liittyvässä tutkimuksessa aiheina ovat elektrolyysereissä käytettävien katalyyttien ja rakenteiden vaikutukset elektrolyysiproses-

sin hyötysuhteeseen, toiminnan joustavuuteen sekä vaihtelevan käytön vaikutukset laitteiden odotettavissa olevaan elinikään. Joustavalla käytöllä on keskeinen rooli elektrolyysin toiminnassa ja koko PtX-talouden tulevaisuudessa, koska sähköjärjestelmässä olevan uusiutuvan sähköntuotannon vaihtelu on kyettävä tasapainottamaan elektrolyysereiden joustavalla sähkön kulutuksella. Mikäli tämä ei ole mahdollista, koko PtX-talous voidaan unohtaa. Tätä tutkimusta yliopistolla vetää apulaisprofessori **Imran Asghar**.

### Vaihtoehtoisia vedyn ja hiilivetyjen tuotantomenetelmiä

Tampereen yliopistossa tutkitaan myös sähköä käytävälle elektrolyysille vaihtoehtoisia vedyn ja PtX-tuotteiden tuotantomenetelmiä. Järjestelmänäkökulmasta olisi erittäin hyödyllistä, jos tarvittava vety voitaisiin tuottaa kuormittamatta sähköenergiajärjestelmää. Fysiikan laitoksen pintatieteiden tutkimusryhmässä tutkitaan suoraa valosähkökemiallista veden ja hiilidioksidin syntetisoimista erilaisiksi hiilivedyiksi. Kyseessä on keinotekoinen fotosynteesireaktio.

Prosessin ensimmäisessä vaiheessa vesi hajotetaan valosähköisesti vedyksi ja hapeksi, ja tämän jälkeen pintakemiallisten reaktioiden avulla hiilidioksidi muutetaan hiilimonoksidiksi. Sen jälkeen hiilimonoksidi ja vety reagoivat räätälöityjen elektrodimateriaalien pinnoilla erilaisiksi hiilivedyiksi. Tällä tekniikalla koko PtX-tuotantoketju integroidaan yhteen laitteeseen. Tutkimusta johtaa professori **Mika Valden**.

Toinen Tampereen yliopistossa tutkittava vaihtoehtoinen hiilineutraaleiden hiilivetyjen tuotantomenetelmä ovat bioreaktorit, joissa tuotetaan hiilineutraalia biometaanina. Biometaanin tuotantoa saadaan tehostetuksi vedyn avulla, kun sopivassa toimintaympäristössä biomassan hajottamisessa syntyvä hiilidioksidi muutetaan jatkoprosessoinnissa metaaniksi. Tätä tutkimusta yliopistossa vetää bio- ja kiertotalouden professori **Marika Kokko**.

### Materiaalit avainasemassa

Tärkeässä roolissa PtX-talouden rakentamisessa ovat materiaalit. Olemassa olevat maakaasukaasuverkot ja -varastot, niihin liittyvät laitteet sekä maakaasua käyttävät koneet eivät sellaisinaan sovellu vedyn käsitteilyyn ja käyttöön polttoaineena. Vety vuotaa läpi maakaasulla käytetyistä materiaaleista ja rakenteista aiheuttaen häviöitä ja räjähdysvaaran. Lisäksi tunkeutuessaan metallin rakenteisiin vety aiheuttaa rakenteen haurastumista ja sitkeyden menetyksen.

Tästä syystä vetysovelluksissa on tunnettuva materiaalien ominaisuudet ja käytettävä oikeanlaisia materiaaleja oikeissa paikoissa. Tampereen yliopistossa materiaalien soveltuvuutta vedylle ja erilaisten polymeerien käyttöä materiaalien pinnoittamisessa vedyn kestäväksi tutkitaan Materiaalitieteiden ja ympäristötekniikan yksikössä. Materiaalien kehitystä ja analysointia johtaa professori **Mikko Hokka** ja polymeeritutkimusta apulaisprofessori **Essi Sarlin**.

### Maailmantalouden ja geopolitiikan tutkimus mukana

PtX-taloudella tulee olemaan suuri merkitys maailman taloudelle ja geopolitiisille suhteille. Energiapolitiikan tutkimusryhmä tekee tutkimusta energiaturroksen liittyvistä poliittisista riskeistä ja siitä, miten energiapolitiikalla voidaan tukea siirtymistä vihreään vetyyn osana käynnissä olevaa maailmanlaajuista sähköistymistrendiä. Tutkimusryhmää johtaa kansainvälisen politiikan professori **Pami Aalto**.

### Vetyryhmä koordinoi toimintaa

Keväällä 2024 Tampereen yliopiston ja ammattikorkeakoulun tutkijat perustivat vetytutkimusryhmän, jonka tehtävä on jakaa korkeakoulu yhteisön sisällä tietoa erilaisista vetyyn liittyvistä aktiviteeteista. Ryhmässä jaetaan tietoa esimerkiksi tutkimuslaitteiden hankinnoista ja mietitään, miten resurssejamme voitaisiin hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti erilaisissa uusissa hankkeissa ja niiden hakuprosesseissa. Vetyryhmää vetävät kumppanuuspäällikkö **Kai Hämäläinen** yliopiston Tutkimus- ja innovaatiopalveluista sekä projektipäällikkö **Yrjö Majanne** Automaatiotekniikan yksiköstä.

Tarkemmat tiedot hankkeista ja henkilöiden yhteystiedot ovat saatavissa yliopiston verkkosivuilta <https://www.tuni.fi/fi>.

TEKSTI: YRJÖ MAJANNE



Projektipäällikkö Yrjö Majanne

YRJÖ MAJANNE



Kuva 1. Virtuaalimatkustusta Piiparinmäen tuulivoimalaitokseen

# Aalto-yliopisto panostaa vetyyn ja tuulivoimaan

Aalto-yliopisto panostaa tutkimuksessa ja opetuksessa voimakkaasti kasvavan uusiutuvan energian rakentamisen mukanaan tuomiin mahdollisuuksiin ja haasteisiin. Tutkimuksen painopiste on laajamittaisen arktisen maa- ja merituulivoiman, energiajärjestelmien ja vetytalouden yhdistämisessä. Kehitämme parhaillaan tuulivoima- ja vetytekniikan opetusta, ja esimerkiksi keväästä 2023 lähtien opiskelijat ovat päässeet vierailemaan yhteen Suomen suurimmista tuulivoimalaitoksista virtuaalitodellisuuden (VR) avulla. Opetuksessa painotetaan ekologisesti ja sosiaalisesti kestäviä kokonaisratkaisuja.

**T**uulivoima- ja energia-alalla ollaan tällä hetkellä reippaassa myötätuulessa. On ollut mielenkiintoista seurata alan kehitystä jo 1990-luvun alusta lähtien. Esimerkkinä olen kertonut Aallon energiatekniikan opiskelijoilleni omista kokemuksistani 1990-luvulta, DI-opintojeni ajalta. Tuolloin tuulivoima oli vielä täysin marginaalinen sähkön tuotantomuoto, ja opetuksessa tälle aiheelle oli omistettu yksi tunnin luento. Kun aloitin Aallossa professorina vuonna 2012, tuulivoiman osuus Suomen sähköntuotannosta oli vielä alle yhden prosentin.

Nyt, reilut 10 vuotta myöhemmin vuonna 2024 tuulivoimaa on 7 GW. Viime vuonna yli 18 % Suomen sähkönkulutuksesta katettiin tuulivoimalla, ja vuoden 2023 aikana asennetun tuulivoiman määrällinen kasvu oli 23 %. Suurimmat merelle tarkoitetut kaupalliset turbiinit ovat teholtaan n. 15 MW ja suunnit-

telmissä on jo 25–50 MW kokoisia jättiläisiä. Tähän pääseminen on vaatinut valtavaa panostusta ja pitkäjänteistä tutkimusta ja kehitystyötä eri aloilla, liittyen esimerkiksi lapojen materiaalien ja laitoksen tehoelektroniikan kehitykseen sekä virtaustekniisiin ratkaisuihin.

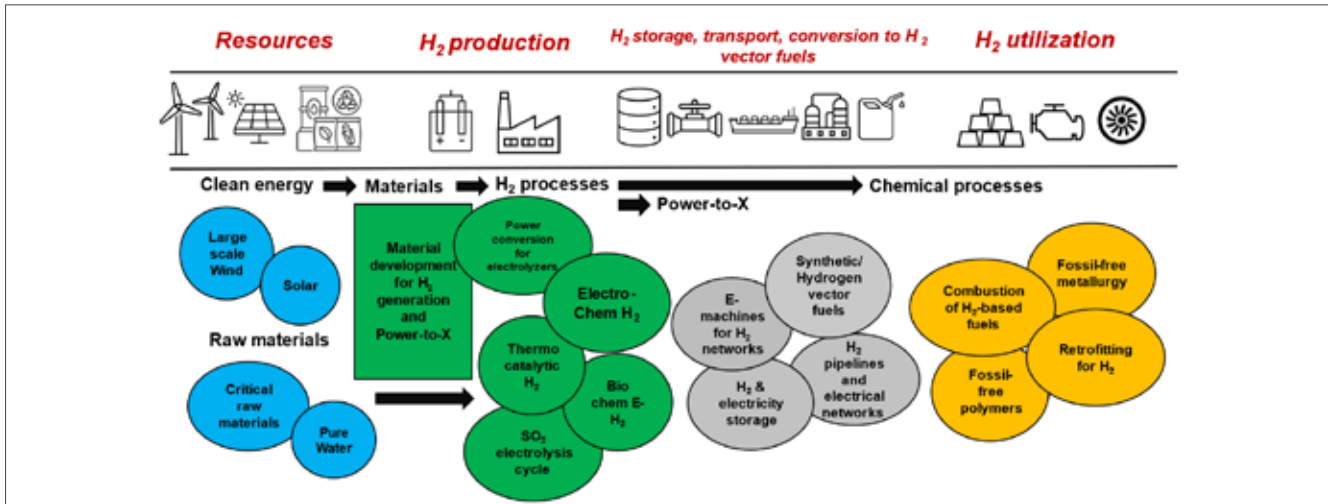
Suomeen suunnitellun tuulivoiman määräästä ja vetytalouden vaikutuksista energiajärjestelmäämme on monia skenaarioita. Valtioneuvosto esimerkiksi tarkastelee selvityksessään<sup>1)</sup> eri vaihtoehtoja tulevaisuudelle. Niistä kunnianhimoisimman mukaan Suomeen tarvittaisiin 53 GW uutta tuulivoimaa vuoteen 2050 mennessä vuoden 2020 kapasiteetin lisäksi. Tämän kapasiteetin mahdollistaminen Suomen olosuhteissa vaatisi suuria investointeja, hankekehitystä, tuotekehitystä ja erityisesti kumulatiivisten luontovaikutusten parempaa ymmärtämistä.

Tarvitsemme lisätietoa esimerkiksi Itämerelle tulevien suurten merituulivoimaloiden rakenteista ja perusratkaisuista, meri-

jään ja lapojen jäätyminen vaikutuksista sekä siitä, miten tuulivoiman vaihteleva tuotanto tulee ottaa huomioon koko energiajärjestelmää uudelleen rakennettaessa. Arktiselle alueelle rakennettavista merituulivoimaloista ei ole vielä tarpeeksi kokemusta.

Hyvin karkeasti arvioituna 10 MW kooksiin turbiineihin perustuvan 53 GW suuruisen asennetun tehon tarvitsema pinta-ala olisi noin 12 000 km<sup>2</sup> (4,6 MW/km<sup>2</sup>). Vertailun vuoksi Suomen viljelty peltopinta-ala on 23 000 km<sup>2</sup>, Perämeren pinta-ala on 36 800 km<sup>2</sup> ja Suomenlahden pinta-ala on 30 000 km<sup>2</sup>. 53 GW vastaisi vuotuista 180–200 TWh sähköntuotantoa (sähkön ja lämmön kulutus oli yhteensä 377 TWh vuonna 2021). Tuulivoiman voimakas lisääminen on siis haaste voimaloiden sopivalle sijoittelulle. Paitsi että tuuliolosuhteet vaihtelevat, tuulivoiman rakentamisessa pitää pystyä ottamaan kasvavissa määrin huomioon sen vaikutukset luontoon ja ihmisiin.





Kuva 2. Katsaus Aallon vetytaloutta tukevaan tutkimukseen

Aallossa on meneillään useita tuulivoimaloiden tekniikkaan liittyviä tutkimushankkeita. Yliopistossa on myös alaan liittyvä Suomen Akatemian huippuyksikkö. Yhtenä esimerkkinä kehitämme yhteistyössä alan teollisuuden kanssa verkon puolen vaihtosuuntaajille uusia säätoimenetelmiä, joilla tuulivoimala saadaan käyttäytymään sähköverkon näkökulmasta perinteisen tahtigeneraattorin tavoin. Toisena esimerkkinä Suomen Akatemian rahoittamassa WindySea-hankkeessa on tavoitteena tuottaa perusteet merituulivoimaluonnon digitaaliselle kaksoselle. Sitä voidaan käyttää tulevaisuuden kylmien merialueiden olosuhteiden ja jääolojen ennustamiseen ja toisaalta tuulivoimaluonnon rakenteiden suunnitteluun ja optimointiin.

Power2X-tekniologiaan ja energian varastointiin liittyen Aallossa on myös monia hankkeita. Aalto sai vuoden 2023 alussa Suomen Akatemian Profi7-rahoitusta yhteensä 18,9 M€ hankkeeseen, josta yli kolmasosa käytetään vetytalouden ja laajamittaisen arktisen merituulivoiman yhdistämisen haasteiden ratkomiseen. Viimeisten kahden vuoden aikana tuulivoimaan liittyvien opinnäytetöiden määrä on kasvanut huomattavasti, ja useita opiskelijoitamme on siirtynyt tuulivoima-alan palvelukseen.

Opetuksessa on myös selkeä suunta siihen, että pyrimme lisäämään tuulivoiman ja vetytalouden tarpeisiin vastaavia kursseja. Esimerkiksi keväällä 2023 alkoi uusi kurssi ”Hydrogen technologies”, ja syksystä 2024 alkaen meillä on uusi kurssi tuulivoimalaitoksen suunnittelusta. Opetamme kattavasti tuulivoimalan sähkömekaanisen energianmuunnosjärjestelmän toimintaperiaatteita, mallinnusta ja suunnittelumenetelmiä. Yhden mielenkiintoisen opetuksen kehityshankkeen ansiosta opiskelijat pääsevät vuodesta 2023

lähtien vierailemaan yhteen Suomen suurimmista tuulipuistoista virtuaalimallin avulla (kuva 1).

Vetyyn liittyen Aaltoon perustettiin vetyinnovaatiokeskus syyskuussa 2023. Tämän tarkoituksena on koota Aallossa vetyyn ja vetytalouteen liittyvä tutkimus yhden sateenvarjon alle niin, että tieto kulkee tehokkaasti sekä Aallon sisällä että yhteistyökumppaneidemme suuntaan. Johtoryhmän muodostavat professorit **Mika Järvinen** (ENG, johtaja), **Tanja Kallio** (CHEM, H<sub>2</sub> tohtorikoulu), **Marko Hinkkanen** (ELEC, tutkimusinfra) sekä keskuksen koordinaattorina toimiva **Sam Cross**.

Keskus on järjestänyt useita suosittuja tilaisuuksia kuten ”Hydrogen Breakfast” -seminaareja. Tämän vuoden syyskuksi keskus valmistelee Dipolissa 2.–3.10.2024 pidettävää kansainvälistä seminaaria. Innovaatiokeskus osallistui COP28-ilmastokokoukseen Dubaissa 2023 ja esitteli laajasti alan haasteita sekä Aallossa tehtävää vetytutkimusta. Aalto myös käynnisti H<sub>2</sub>-aiheeseen oman tohtorikoulunsa, jonka ensimmäiset tutkijat aloittavat syksyllä 2024.

Aallon vetyyn liittyvä tutkimus kattaa koko arvoketjun. Se sisältää uusiutuvan sähkön tuotannon tuuli- ja aurinkovoimalla ja materiaalitutkimuksen sekä luonnonvaroihin että kierrätykseen liittyen. Mukana on laajaa kokeellista ja laskennallista (prosessimallinnus-, CFD laskenta) tutkimusta liittyen sekä veden elektrolyysin eri tekniologioihin että vedyn erilaisiin varastointi- ja siirtotarkoituksiin. Tutkimuksemme paneutuu myös P2X-kemikaalien tuotantoon ja vedyn ja sen johdannaisien kuten metanolin ja ammoniakkin käyttöön polttomoottoreissa (kuva 2). Teemme myös systeemi- ja taloustason tutkimusta vetytalouteen liittyen.



Professori Mika Järvinen

Aalto myös rekrytoi useita uusia professoreita näiden teemojen alueille. Muun muassa ”Renewable energy carriers” ja ”Sustainable Large-Scale Implementation of Wind Power”-paikat ovat rekrytointiprosessissa.

Yhtenä suurena kokoavana hankkeena viimeistelemme uutta oppikirjaa (toimittajina Mika Järvinen ja Hanna Paulomäki) uusiutuvasta energiasta, mukaan lukien tuulivoima ja energian varastointiratkaisut, myös vety. Kirjassa tarkastellaan lisäksi sitä, kuinka käynnissä oleva siirtymä uusiutuvaan energiaan pitäisi toteuttaa niin, että ratkoessamme ilmastonmuutosta emme päädy lisäämään luontokatoa ja kestämatöntä maankäyttöä. Kirjan julkaisee Springer Nature, ja se ilmestyy vuonna 2024. Kirjaa rahoittaa Tiina ja Antti Herlinin Säätiö, ja mukana on noin 30 kirjoittajaa suomalaisista ja kansainvälisistä korkeakouluista ja tutkimuslaitoksista. ▲

<sup>1)</sup>Vetytalous – mahdollisuudet ja rajoitteet (2022) Leena Sivill, Marika Bröckl, Nikita Semkin, Antti Ruismäki, Henriikka Pilpola, Olli Laukkanen, Hannele Lehtinen, Saana Takamäki, Petri Vasara, Jenni Patronen Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:21, Valtioneuvoston kanslia

TEKSTI: MIKA JÄRVINEN,  
PROFESSORI, AALTO YLIOPISTON  
VETYINNOVAATIOKESKUKSEN JOHTAJA



LUT-YLIOPISTO

# Synteettiset polttoaineet avaavat Suomelle valtavan vientimahdollisuuden

LUT-yliopisto on tehnyt vuosien ajan tieteellisiä selvityksiä vetytalouden strategisista mahdollisuuksista Suomessa. Lisäksi LUT julkaisee tänä vuonna toisen energiaselontekonsa sekä rakentaa Lappeenrannan kampukselle power-to-x-laboratoriota.

LUT-yliopisto on profiloitunut voimakkaasti varsinkin vihreän siirtymän sekä uusien, vetyyn pohjautuvien power-to-x (P2X) -prosessien tutkimuksessa. LUT on selvittänyt esimerkiksi Itä- ja Kaakkois-Suomen mahdollisuuksia vihreään sähköistymiseen ja vetytalouteen. Näkökulmana oli uusiutuvan sähkön ja vedyn merkitys alueen teollisille investoinneille ja taloudellisille vaikutuksille, bioperäisten hiilidioksidipäästöjen hyödyntäminen power-to-x (P2X) -tuotannossa

sekä siitä syntyvä hyvinvointi perustuen päästöttömään sähköenergiaan ja infrastruktuureihin.

”Nyt mietitään paljon sitä, miten hiilineutraalisuus saavutetaan. Vieläkin tärkeämpää olisi kuitenkin selvittää, miten saisimme hiilineutraaliudesta mahdollisimman paljon hyvinvointia ja kasvua irti”, LUT-yliopiston tutkimusjohtaja **Petteri Laaksonen** sanoo.

LUTin asiantuntijoiden mukaan Itä- ja Kaakkois-Suomessa tuotettu sähkö olisi avain alueen teollisuuden merkittävään kasvuun.

Investointi rajavalvontaan liittyvien tutkaongelmien ratkaisemiseen maksaisi itsensä monin kerroin takaisin.

”Tutkaongelman ratkaisun kustannukset ovat vain murto-osa sen tuomista mahdollisuuksista. Jos tämä lukko aukaistaan, uusia teollisuuden mahdollisuuksia tulee vyöryen. Samalla koko Suomen energiaomavaraisuus ja sähköverkon tasapaino paranevat merkittävästi”, Laaksonen sanoo.

Itä- ja Kaakkois-Suomessa on myös paljon metsäteollisuutta. LUT on selvittänyt,



ALOITUSKUVA

Muukonkankaan tuulivoimalat



miten olemassa olevaa infrastruktuuria voidaan hyödyntää biokaasun ja synteettisen metaanin sekä mahdollisesti vedyn jakelussa.

Itä- ja Kaakkois-Suomen lisäksi LUT-yliopisto on kartoittanut Perämeren alueen power-to-x-tuotannon edellytyksiä sekä Ahvenanmaan merialueiden tuulivoimapotentiaalia. Selvityksen mukaan Perämeren alueella on hyvät mahdollisuudet kehittyä hiilineutraalin teräksen, polttoaineiden ja kemikaalien teollisuuskeskittymäksi, mutta kehitys edellyttää tuulivoimakapasiteetin merkittävää kasvua. Ahvenanmaan merituulipuiston tuotto voisi selvityksen mukaan vastata lähes puolta Suomen nykyisestä sähköntuotannosta.

### **P2X-laboratorio ja synteettisen metanolin pilottilaitos Lappeenrantaan**

LUT tutkii power-to-x-teknologiaa (P2X), jonka perusideana on muuttaa sähköä toiseen energiamuotoon: kaasuksi, nesteeksi tai tarvittaessa takaisin sähköksi. Lappeenrannan kampukselle rakennetaan parhaillaan P2X-laboratoriota Business Finlandin neljän miljoonan euron rahoituksella. Uuden laboratorion on määrä valmistua vuoden 2025 loppuun mennessä.

Uudessa power-to-x-laboratoriossa tutkitaan vedestä ja hiilidioksidista valmistettavia synteettisiä sähköpolttoaineita ja -kemikaaleja, joilla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita. Laboratorion aiotaan hankkia koelaitteita veden elektrolyysin, hiilidioksidikaappauksen ja polttoainesynteesin tutkimukseen sekä digitaalisia työkaluja erilaisten ratkaisujen mallintamiseen. Toteutuksessa kiinnitetään erityistä huomiota tutkimusyhteistyön vahvistamiseen.

P2X-teknologia voi auttaa ratkaisemaan teollisuuden ja liikenteen hiilidioksidipäästöongelmat, koska tuotannon raaka-aineet saadaan ilmasta sen sijaan, että ilmaan tuotettaisiin päästöjä. P2X-prosessilla voidaan tuottaa esimerkiksi synteettistä bensiiniä, kerosiiniä ja dieseliä. Prosessin raaka-aineita ovat sellutehtaan biopohjainen hiilidioksidi tai sementin valmistuksesta talteen otettu hiilidioksidi ja uusiutuvalla sähköllä, esimerkiksi tuulivoimalla, vedestä elektrolyysiprosessilla tuotettu vety.

Lappeenrantaan suunnitellaan myös Suomen ensimmäistä synteettisen metanolin pilottilaitosta LUTin ja St1:n yhteistyönä. Pilottilaitos on tarkoitus rakentaa nykyisen Finn-Sementin tehtaan yhteyteen. Teknologian taustalla on LUT-yliopiston P2X-tutkimus.



Petteri Laaksonen

### **Suomi voisi tuottaa 10 prosenttia Euroopan energiasta**

LUT-yliopiston tutkimusjohtaja Petteri Laaksonen mukaan synteettisten polttoaineiden ja kemikaalien laajamittainen valmistus avaisi Suomelle merkittävän vientimahdollisuuden. Hän painottaa sitä, että eurooppalainen teollisuus on uudelleensijoittumassa Suomeen ja muihin pohjoismaihin edullisen sähkön perässä.

”Teollisuus siirtyy entisiltä edullisen maa-kaasun alueilta maihin, joissa uusiutuvaa sähköä tuotetaan edullisesti. Samaan aikaan kaikki yhteiskunnassa sähköistyy, ja se muutos vaatii noin 3–4-kertaisen määrän sähköä nykyiseen verrattuna”, Laaksonen sanoo.

Harvaanasuttu Suomi on Euroopan teollisuuden uudelleensijoittumisessa voittajien puolella. Pohjoismaiden kilpailuetuna on tyhjä maapinta-ala, jolle voidaan rakentaa edullisesti uutta tuotantoa, kun taas muu Eurooppa on rakennettu jo lähes täyteen.

Laaksonen mukaan uusiutuvan sähkön tuotantopotentiaali on reilusti yli 1 000 terawattituntia, kun taas Suomen vuosittainen sähköntuotanto oli 80 terawattituntia vuonna 2023. LUTin energiamallinnuksen perusteella Suomi voisi tulevaisuudessa tuottaa 10 prosenttia kaikesta Euroopan energiasta tuuli- ja aurinkovoimalla.

”Suomessa tuotetaan uusiutuvaa sähköä pian viisi kertaa enemmän kuin sähköä kokonaisuudessaan tällä hetkellä. Sen mahdollisuuden hyödyntäminen on tärkeää ja Suomelle suuri mahdollisuus.”

Suomessa tuotettua sähköä ja vetyä ei kannata viedä ulkomaille, vaan niitä kannattaa jatkojalostaa paikallisesti. Siksi Suomeen on tulossa Laaksonen varovaisen arvion mukaan usean sadan miljardin arvosta uusia investointeja sekä satoja tuhansia pysyviä teollisia työpaikkoja. Suomessa tuotetaan

jatkossa entistäkin enemmän muun muassa metanolia ja ammoniakkia ja niistä jalostettuja kemianteollisuuden tuotteita.

Jotta Suomen mahdollisuudet voivat toteutua käytännössä, tarvitaan lisää uusiutuvan energian investointeja sekä sähkön jatkojalostukseen kannustavaa regulaatiota. Tarvittava teknologia on jo olemassa, mutta tutkimuslaitoksilla on tärkeä rooli EU:n regulaatioon vaikuttamisessa. EU käsittelee esimerkiksi uutta regulaatiota, jonka toteutuessa laiva- ja lentoliikenteen bensiiniin tulisi jatkossa sekoittaa power-to-x-teknologialla tuotettua polttoainetta. ▲

TEKSTI: JANINA JOKIMIES

Artikkelin sisältö perustuu useisiin LUT-yliopiston energijärjestelmien tiedekunnassa tehtyihin tutkimuksiin. South East Finland Hydrogen Valley -hanketta sekä Perämeren P2X-selvityshanketta johtivat professori **Tero Tynjälä**, professori **Jukka Lassila** ja tutkijatohtori **Hannu Karjunen**.

Euroopan sähkön mallinnustulos (10 000 TWh) on puolestaan professori **Christian Breyerin** tutkimuksen tulosta. Suomen sähköntuotannon potentiaali mallinnettiin Hygcel-hankkeessa, jonka päätekijöitä ovat tutkijatohtori Hannu Karjunen ja professori Jukka Lassila.

#### **Lisätietoja:**

Petteri Laaksonen, tutkimusjohtaja, LUT-yliopisto, petteri.laaksonen@lut.fi, +358 40 508 8498

## **LUT-yliopisto**

- Tekniikan, talouden ja yhteiskuntatieteet yhdistävä kansainvälinen tiedeyliopisto.
- Kampukset sijaitsevat Lappeenrannassa ja Lahdessa, alueyksiköt puolestaan Kouvolassa ja Mikkeliissä.
- LUTin energiatutkimuksen vahvuusalueita ovat muun muassa vetytalous ja power-to-x-teknologia, tehoelektronikka ja suurnopeustekniikka sekä älykkäät sähköverkot ja energijärjestelmän IoT-ratkaisut.
- Tutkijat kehittävät energiaratkaisuja tiiviissä yhteistyössä yritysten kanssa.
- LUT-yliopisto julkaisee joka toinen vuosi energiaselonteon, joka kuvaa Suomen energijärjestelmän tilaa, haasteita ja kehitysmahdollisuuksia.



# GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä  
riskejä kattavalla  
3D-mallinnuksella!

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



## GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

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



## KALLIOMEKANIIKAN ASENNUKSET JA MITTAUKSET

### Monitorointi

- Reaaliaikaiset mittaussj järjestelmät – niin maan päällä kuin alla.

### Jännitystilamittaukset

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



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

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



## Miilux® Mining Service

Valmistamme kaivoskoneiden kauhoja ja lavoja sekä tarjoamme niille täyden huoltopalvelun ympäri vuoden.

- HARD FROM EDGE TO EDGE - [www.miilux.fi](http://www.miilux.fi)



No limits innovation





# Uusiutuva polttoainetta raskaalle kaukoliikenteelle

## Nordic Ren-Gas Oy tuottaa fossiilitonta e-metaania ja e-LNG:tä maa- ja meriliikenteen tarpeisiin

Projektikehitysyhtiö Nordic Ren-Gas Oy:n tavoitteena on tuottaa uusiutuvalla sähköllä tehdystä vihreästä vedystä sekä vieressä olevan lämpölaitoksen savukaasuista talteen otetusta hiilidioksidista uusiutuva metaania ja siitä nesteyttämällä saatavaa e-LNG:tä.

### Meneillään hankkeita ympäri Suomea

Yhtiöllä on maassamme käynnissä kaikkiaan kuusi tällaista Power to Gas (P2G)-hanketta. Hankkeet sijaitsevat Porissa, Keravalla, Lahdessa, Tampereella, Kotkassa ja Mikkelissä. Yksittäisistä hankkeista pisimmällä on Tampereen Tarastenjärven hanke, jonka ensimmäisen vaiheen investointipäätös tehdään vielä tänä vuonna, kertoo yhtiön hankekehitysjohdaja **Lauri Puro**.

### Miksi hanke juuri Tarastenjärvelle?

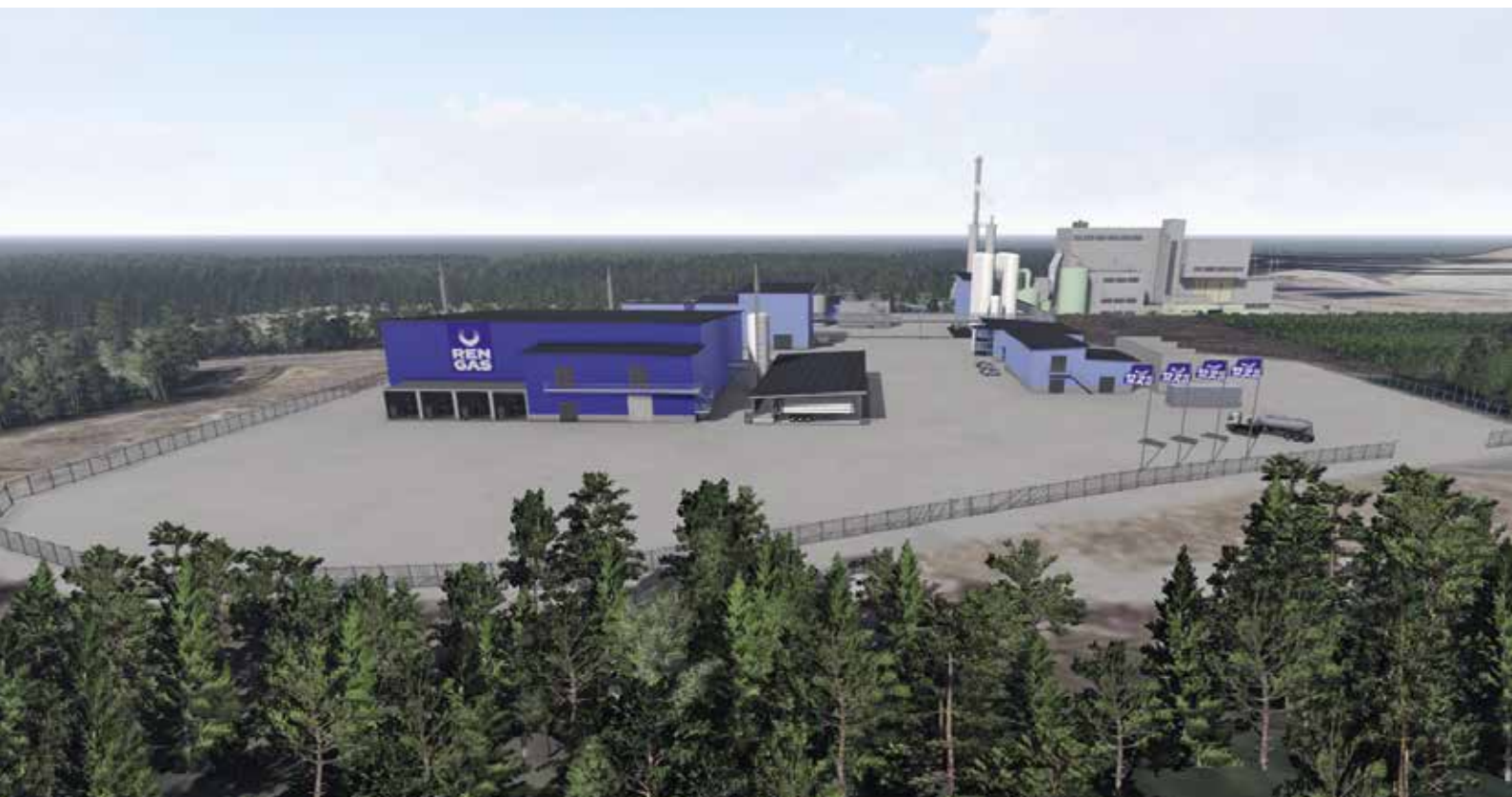
Fossiilitoman e-metaanin ja e-LNG:n tuotantoon tarvitaan vettä, uusiutuvaa sähköä ja hiilidioksidia. Vesi saadaan Tarastenjärvellä jo olevasta kaupungin vesijohtoverkosta, ja sen puhdistamiseen vetyelektrolyysin tarpeisiin riittää suhteellisen yksinkertainen prosessi ja laitteisto.

Uusiutuvan sähkön saanti varmistetaan pitkäaikaisilla sopimuksilla. Maassamme meneillään olevat mittavat tuulivoimahankkeet

parantavat entisestään uusiutuvan sähkön toimitusvarmuutta.

Hiilidioksidin saatavuuden puolestaan varmistaa Tarastenjärvellä toimiva, Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n ja Tampereen Energia Oy:n omistama Tammervoiman hyötyvoimalaitos, joka tuottaa Tampereelta ja sen ympäristökunnista kerätystä sekajätteestä sähköä ja kaukolämpöä kaupungin lämmittämiseen.

Alueella on siten myös valmis kaukolämpöverkko, johon Ren-Gas Oy:n P2G-laitok-



Havainnekuva Tammervoiman Tarastenjärven hyötyvoimalaitoksen viereen sijoittuvasta Nordic Ren-Gas Oy:n P2G-laitoksesta (siniset rakennukset)

sen prosesseissa syntyvä hukkalämpö voidaan syöttää. P2G-laitos onkin suunniteltu sijoitettavaksi hyötyvoimalaitoksen viereen synergian mahdollisimman tehokasta hyödyntämistä silmällä pitäen.

Ensimmäisessä vaiheessa rakennettavaksi on suunniteltu 50 MW elektrolyyseriteho ja 20 MW metaaniteho. Tällöin P2G-laitos käyttäisi noin 20 % hyötyvoimalaitoksen savukaasuista hiilidioksidin talteenottoon. Lopullinen laitokselle suunniteltu elektrolyyseriteho on 150 MW. Laajennusvaraa jää hiilidioksidin ja muiden raaka-aineiden suhteen vielä senkin jälkeen.

### Prosessissa ei juuri ole sivuvirtoja

Hiilidioksidin talteenotto toteutetaan ns. absorptiokolonnissa, jonka läpi jo hyötyvoimalaitoksella epäpuhtauksista (hiilivedyt, typen ja rikin oksidit jne.) puhdistettu savukaasu johdetaan. Savukaasun hiilidioksidi sitoutuu kolonnissa kemialliseen liuotinväliaineeseen. Lämmittämällä liuotinväliainetta saadaan hiilidioksidi talteen lähes puhtaana kaasuna, ja väliaine kierrätetään jäädytettynä takaisin kolonniin.

P2G-laitoksen päätuotteet ovat e-metaani sekä lämpö, jonka hyödyntämismahdollisuus kaukolämpönä on olennaisen tärkeä laitoksen energiatehokkuuden kannalta. Ainoa varsinainen sivuvirta on vetyelektrolyysissä syntyvä happi, jonka hyödyntämismahdollisuuksia tutkitaan edelleen.

Vedyn ja hiilidioksidin metanoinnissa menetelmästä riippumatta syntyvä vesi otetaan talteen, puhdistetaan ja kierrätetään takaisin prosessiin. Laitos pyritään rakentamaan mahdollisimman pitkälle suljettujen kiertojen varaan.

### Kokonaishyötysuhde riippuu hukkalämmön käytöstä

E- metaanin tuotannon kokonaishyötysuhde eli prosessissa tuotetun metaanin energiasisällön suhde prosessiin tuotuun sähköenergiaan riippuu ratkaisevasti prosessissa syntyvän hukkalämmön talteenotosta ja käytöstä. Elektrolyysiprosessin hyötysuhde on luokkaa 60-70 %, ja suurin osa syntyvästä energiahäviöstä muuttuu lämmöksi. Lisäksi hukkalämpöä muodostuu jonkin verran vedyn metanoinnissa.

Jos kaikki prosessissa muodostuva hukkalämpö saadaan täysimääräisesti hyödynnettyksi esim. kaukolämpönä, nousee e-metaanin tuotantoprosessin kokonaishyötysuhde luokkaan 85-90 %. Samalla kaukolämpöverkossa uusiutuvan, ei-polttoprosessiin perustuvan kaukolämmön määrä lisääntyy. Tämän

vuoksi e-metaanin tuotantohankkeet sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan kaukolämpölaitosten läheisyyteen.

### Uusiutuvan polttoaineen vaatimukset täyttyvät

EU:lla on hyvin tarkat ja yksityiskohtaiset säädökset siitä, mitkä polttoaineet voidaan luokitella uusiutuviksi. Esimerkiksi e-polttoaineiden tuotantoon käytetyn sähkön tulee olla oikeasti uusiutuvaa ja vedyn vihreää. Regulaatio on hiukan erilaista bio- ja e-polttoaineille.

Tarastenjärven P2G-laitoksen päätuotteet täyttävät kaikki regulaation uusiutuville polttoaineille asettamat vaatimukset. Siten laitos tukee merkittävästi myös Tampereen Energiaa sen kaukolämmön tuotannon hiilineutraaliustavoitteen saavuttamisessa.

Ilmastonmuutoksen torjuntaan tarvitaan kaikkia päästövähennyskeinoja. Myös biopolttoaineita eri muodoissaan tarvitaan jatkossa yhä enemmän. E-polttoaineet tukevat päästövähennystavoitteita. Ne tarjoavat myös vaihtoehtoa, jota voidaan skaalata hyvinkin merkittävästi ilman tiettyjä biopolttoaineisiin liittyviä saatavuusrajoitteita.

### Ominaisuudet fossiilisia vastaavia

Tuotettu e-metaani voidaan syöttää kaasuverkkoon ja siirtää sen kautta myytäväksi asiakkaille. Se soveltuu sellaisenaan maakaasua ja biokaasua käyttävään kalustoon. Tarastenjärvellä tuotettava e-metaani nesteytetään, jolloin sitä voivat käyttää myös LNG:itä jo käytävä raskas kalusto sekä LNG:llä operoivat laivat.

Ominaisuuksiltaan e-LNG vastaa täysin fossiilista LNG:tä esim. polttoaineen kulutuksen ja moottoritehojen suhteen. Kustannuksiltaan e-polttoaineet ovat toistaiseksi fossiilisiin verrattuna korkeampia, mutta skaalautuvuus suurempiin tuotantovolyymeihin sekä fossiilisia polttoaineita koskeva regulaatio auttavat tasoittamaan tätä eroa.

### Viidennes maamme raskaan liikenteen polttoaineen kulutuksesta

Kun Nordic Ren-Gasin kaikki kuusi hanketta ovat tuotannossa 2030-luvun taitteessa, yhtiön tuottamien uusiutuvien e-polttoaineiden energiasisällön arvioidaan olevan luokkaa 2,5 TWh vuodessa. Kun maamme raskaan liikenteen vuotuinen energiankulutus on jonkin verran yli 10 TWh, kattavat tuotetut e-polttoaineet yli 20 % maamme raskaan kaukoliikenteen tarpeesta.

Maassamme on kuitenkin vielä 2030-lu-

vullakin paljon kattamatonta e-polttoaineiden tarvetta. Meillä on toisaalta jo nyt runsaasti ja tulevaisuudessa yhä enemmän puhdasta sähköä ja myös runsaasti bioperäistä hiilidioksidia. Näiden varaan me voimme rakentaa aitoa kilpailukykyä ja luoda pohjaa myös e-polttoaineiden viennille tulevaisuudessa.

### Hyödyt kaupungille, maakunnalle ja koko Suomelle

Nordic Ren-Gasin Tarastenjärven hanke tuo välitöntä hyötyä Tampereen kaupungille kaukolämmön ja työpaikkojen muodossa. Samalla se vauhdittaa Tampereen Energian taivalta kohti hiilineutraalin kaukolämmön tuottamista.

Hankkeen heijastusvaikutukset ulottuvat myös laajemmalle Pirkanmaan maakuntaan. Tuulivoiman lisäämishankkeiden vauhdittamisen ja vetytalouden osaamisen lisääntymisen vaikutukset ulottuvat koko maakunnan alueelle ja Ren-Gasin muiden hankkeiden myötä koko Suomeen. Ne auttavat maatamme luomaan itselleen vetytalouden edelläkävijän aseman ja vahvistamaan sitä pitkälle tulevaisuuteen.

### Kiitokset yhteistyökumppaneille

Lopuksi Lauri Puro esitti parhaat kiitokset kaikille hankkeen yhteistyökumppaneille ja viranomaistahoille. Luvitusprosessit ovat sujuneet harvinaisen nopeasti ja kitkattomasti, ja kaiken kaikkiaan hanketta on ollut ilo viedä eteenpäin. ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN  
KUVAT: NORDIC REN-GAS OY



Hankekehitysjohtaja Lauri Puro



Virtauksensäätöratkaisut kaivos- ja metalliteollisuuteen

## Kun luotettavuus ja toimintavarmuus ratkaisevat

Tuo uutta virtaa liiketoimintaasi alan johtavilla venttiili- ja pumppuratkaisuilla: Flowrox™, Neles™, Jamesbury™ ja Neles Easyflow™. Hyödynnä kymmenien vuosien kokemuksemme.



Lue lisää osoitteesta  
[valmet.com/flowcontrol](http://valmet.com/flowcontrol)

**Valmet**  
FORWARD

## Extreme Wear Protection

Hard Overlay Welding  
Wear Plates  
Ceramics  
Polyurethane



Pipes and Tubes  
Silos and Cyclones  
Conveyors  
Dumpers



**impoinvest**

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

**impomet**

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

# ASTROCK

GEOPHYSICAL CONSULTING AND CONTRACTING



Havainnekuva P2X Solutionsin ensimmäisestä vetyhankkeesta Harjavaltaan

## P2X Solutions:

# Vihreän energian edelläkävijä

Vuonna 2020 perustettu P2X Solutions kurottaa kohti vihreää tulevaisuutta vankumattomalla päättävyydellä. Yhtiö suuntaa toimitusjohtajansa Herkko Plitin johtamana kohti suurta roolia tulevaisuuden vetytaloudessa. Tavoitteena on rakentaa kahdeksassa vuodessa merkittävä vetyketju, joka tuottaisi vihreää vetyä tuhannen megawatin edestä. Tämän toteutuminen vaatii massiivisia investointeja.

Vihreä vety syntyy elektrolyysissä, jossa uusiutuvasti tuotettu sähköenergia hajottaa veden hapeksi ja vedyksi. Tämä prosessi

tuottaa myös hukkalämpöä, jota P2X Solutions aikoo hyödyntää tehokkaasti. Yritys pyrkii luomaan synergiaa ja kiertotaloutta tuotannon eri vaiheissa, esimerkiksi yhdistämällä vedyn hiilidioksiidiin synteettisten polttoaineiden valmistusprosesseissa. Tätä kuvaa myös yrityksen nimi P2X, joka on kyseisen vetyprosessin puhkielessä käytetty termi (englanniksi Power-to-X), vapaasti suomennettuna sähköstä miksi vain.

P2X:n ensimmäinen 20 MW:n vetylaitos Harjavallassa aloittaa tuotannon syksyllä 2024. Harjavallan elektrolyysilaitos on

edelläkävijäprojekti, joka osoittaa yrityksen sitoutumisen päästöttömän energian tuotantoon. Muita hankekehitysprojekteja P2X vie eteenpäin mm. Joensuussa ja Oulussa. Nämä hankkeet kehitetään yhdessä paikallisten energia-yhtiöiden kanssa, ja esimerkiksi Joensuussa Savon Voima hyödyntäisi P2X:n hukkalämpöä. Osaltaan tämä vähentäisi kaupungin kaukolämpöverkon riippuvuutta perinteisistä energialähteistä. Samaa suunnittelee myös Oulun Energia Oulussa.

Vaikka Suomessa on käynnissä useita vetyprojekteja, lopulliset investointipäätökset ja lupaprosessit ovat vielä kesken. Valtiolla ja EU:lla on tärkeä rooli vetytalouden tukemisessa ja investointien mahdollistamisessa. Vetytaloudessa on valtava potentiaali, mutta myös globaali kilpailu kiristyy sekä Yhdysvaltain vahvan panostuksen että myös Euroopan sisäisen kilpailun myötä.

P2X Solutions ei ole pelkästään energia-yhtiö. Se edustaa uudenlaista ajattelua, jossa teknologia, liiketoimintastrategiat ja kestävä kehitys sulautuvat yhteen luoden pohjan päästöttömälle tulevaisuudelle. Yrityksen tarina on vasta alussa, mutta se kertoo rohkeudesta haastaa vakiintuneita käytäntöjä ja luoda uutta kestävyuden ja innovaation kautta. ▲

TEKSTI: SANTTU SAINIO,  
P2X SOLUTIONSIN  
SÄHKÖMARKKINA-ASiantuntija



Harjavallan laitoksen työmaa maaliskuussa 2024



# Green North Energyn kehittämällä vety- ja ammoniakkilaitoskonseptilla taataan Suomen omavaraisuus ammoniakkin tuotannossa

**H**ankekehitys-yhtiö Green North Energy kehittää vetylaitoksia tuottaakseen vihreää ammoniakkia omavaraisen Suomen ja muun Euroopan tarpeisiin. Yhtiön pisimmälle edennyt hanke sijoittuu Naantaliin, jonne valmistuu pilottilaitos vuonna 2027. Yhtiö on myös tehnyt aiesopimukset laitosten perustamisen selvityksestä Porin ja Kemin kaupunkien kanssa. Yhteensä lähes kahden miljardin euron suunnitelluilla investoinneilla tähdätään vihreän siirtymän vauhdittamiseen, huoltovarmuuden paranemiseen ja uusien työpaikkojen syntymiseen.

Ammoniakkia on valmistettu vakiintuneella menetelmällä yli sata vuotta johtamalla sitä vedystä. Uuden ajan vetytaloudessa valmistuksessa aiemmin käytetty maakaasu korvataan uusiutuvalla sähköllä, jolloin ammoniakkin tuotannosta saadaan hiilineutraalia. Vihreällä ammoniakilla on merkittävä potentiaali vähentää hiilidioksidipäästöjä etenkin meriliikenteen polttoaineena: nykyinen harmaan ammoniakkin tuotanto aiheuttaa 2 % maailman hiilidioksidipäästöistä.

Vihreän ammoniakkin tuotanto on myös avain tulevaisuuskestävään ruoantuotantoon: se tarjoaa raaka-ainetta kotimaisen lannoitustuotannon tarpeisiin ja mahdollistaa näin sen omavaraisuutta. Oman tuotannon avulla voimme katkaista riippuvuutemme muun muassa Venäjältä tuotavasta ammoniakista.

## Lähtökohtana monistettava laitoskonsepti

Business Finland myönsi Green North Energylle vuoden 2023 alussa tuotekehityslainan, jonka turvin yhtiö kehitti monistetun tuotantokonseptin Naantalin vety- ja ammoniakkilaitosta varten. Nyt yhtiö on

aloittanut EU:n tuella tarkastelun konseptin toteutettavuudesta uusiin sijainteihin Porissa ja Kemissä, osana BalticSeaH2-projektia.

Jokainen laitoksista tulee olemaan yli 600 miljoonan euron investointi. Vetylaitoksissa tuotetulle ammoniakille on olemassa olevan kysynnän myötä valmiina valtavat globaalit markkinat. Markkinavalmiudesta kertoo se, että vihreän ammoniakkin odotetaan saavuttavan vastaavien fossiilisten tuotteiden hintatason ensimmäisenä vetytalouden lopputuotteena.

Valmistamalla vihreää ammoniakkia ruoantuotannon tarpeisiin Green North Energylle on mahdollisuus luoda myös huoltovarmaa Suomea ja Eurooppaa. Naantalin, Kemin ja Porin suunnitellut tuotantovolyymit riittävät tekemään Suomesta omavaraisen ammoniakkin suhteen.

## Vihreän siirtymän ekosysteemiä rakentamassa

Green North Energyn investoinneilla odotetaan olevan huomattavia vaikutuksia kaupunkien elinkeinoelämälle. Vety- ja ammoniakkilaitosten ympärille on mahdollista rakentaa vihreän siirtymän ekosysteemiä, samalla kun kaukolämpöverkot mahdollistavat prosessissa syntyvän lämmön tehokkaan hyödyntämisen. Tämä vauhdittaa vihreää siirtymää niin alueellisesti kuin globaalissa mittakaavassakin.

Sijaintikaupunkeja valittaessa sataman läheisyys oli tärkeä tekijä, sillä tarve maakaasua korvaaville vetytalouden ratkaisuille on merkittävä kautta Euroopan. Porin ja Kemin etuina korostui lisäksi se, että kaupunkeihin on suunnitteilla merkittäviä merituulihankkeita. Uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön hyvä saatavuus on kriittistä vetyhankkeille.

”Merituulivoimaan kytketymisellä on suuri vaikutus suunnittelemiemme laitosten kokonaiskannattavuuteen. On aivan oleellista saada merituulivoiman kehittymisen esteitä ratkotuksi, jotta vetylaitokset ja energiahankkeet etenevät samassa tahdissa”, kertoo Green North Energyn toimitusjohtaja Jussi Ylinen.

## Vetytalous voi olla Suomelle enemmän kuin uusi Nokia

Ammoniakin olemassa oleva markkinakysyntä enteilee mahdollisuutta merkittävään vihreän ammoniakkin volyyymiin verrattain nopealla aikataululla. Onkin tärkeää, ettei tuotanto muodostu Suomen vetytaloudessa pullonkaulaksi. Tulevat uusiutuvan energian suuret tuotantomäärät ja koko vetytalouden infrastruktuuri saadaan näin mahdollisimman nopeasti tehokkaaseen käyttöön.

”Suomi tarvitsee teollista uudistumista ja yrityksiä, jotka hakevat uutta liiketoimintaa esimerkiksi vetytaloudesta ja kykenevät kasvamaan myös kansainvälisesti”, sanoo Business Finlandin Hiilineutraali tulevaisuus-mission johtaja **Helena Sarén**.

Suomella on valmiudet nousta globaalisti johtajaksi vetytaloudessa. Loistavat olosuhteet ja määrätietoiset tiekartat uusiutuvan energian tuotannolle luovat sille perustan. Maailmanluokan teknologiaosaaminen, tutkimus ja laaja kokemus energia-, meri- ja kemianteollisuudesta tarjoavat tarvittavan osaamisen vetytalouden kehittämiseen. Näiden vahvuuksien pohjalta Green North Energyn kehittämä vety- ja ammoniakkilaitoskonsepti on merkittävä edistysaskel kohti globaalia markkina-asemaa ja tukee samalla Suomen omavaraisuutta. ▲

TEKSTI: TERHI HIETAMÄKI



# Sähkö mukaan kaukolämpölaitoksen polttoainevalikoimaan

Tampereen Energia lisää sähkön osuutta kaukolämmön tuotannossa

**T**ampereen Energia aloitti sähkön käytön kaukolämmön tuotannossa ottamalla käyttöön ensimmäisen 45 MW sähkökattilan Lielahdessa jo joulukuussa 2022. Kattilasta saatujen hyvien kokemusten perusteella samalle alueelle ollaan nyt rakentamassa uutta yksikköä, jonka kahden sähkökattilan yhteisteho on 100 MW. Yksikköön tulee myös 800 MWh:n ja 15 000 kuutiometrin suuruinen lämpövarasto. Tuomo Tiainen kävi haastattelemassa Tampereen Energian energiamarkkinoiden johtajaa **Jukka Jorosta** asian tiimoilta.

## Miksi sähköä kaukolämmön tuotantoon?

Tampereen Energian päätuote on kaukolämpö, ja sen tuottamiseen on useita eri tapoja. Edullisimpia tapoja lämmön tuottamiseksi kartoitetaan jatkuvasti, ja vuosina 2021 ja 2023 julkaistiin selvitykset aiheesta. Näissä selvityksissä tuulivoima ja sähkö nousivat vahvasti esille mm. uusiutuvan energian tuotantoa suosivan valtion veropolitiikan vuoksi. Samaan aikaan sattunut fossiilista energiaa koskeva kriisi joudutti päätöstä sähkön ja tuulivoiman puolesta.

Tampereen Energian tavoitteena on fossiiliton kaukolämmön tuotanto. Tulevaisuudessa kaukolämpöenergian tuotannossa on kolme tukijalkaa. Tuulivoima ja sähkö muodostavat niistä ensimmäisen. Nopeasti muuttuvien tuotanto-olosuhteiden ja sähkön hinnan vaihteluiden vuoksi tämän komponentin optimointi jopa tuntitasolla on tärkeää.

Toisena tukijalkana on vakaata sähkön ja lämmön tuotantoa edustava biomassan (esim. metsähake ja sahalaitosten sivuvirrat) poltto. Jatkossa siihen tultaneen liittämään syntyvän biogeenisen hiilidioksidin talteenotto ja hyödyntäminen vetytaloudessa.



ALOITUSKUVA

Havainnekuva Tampereen Energian uudesta Lielahden 100 MW sähkökattilalaitoksesta ja kahdesta lämpökusta



Kolmannen tukijalan muodostavat erilaiset hukkalämmöt, joiden osuus tulevaisuudessa voi olla kymmeniä prosentteja. Hukkalämmön lähteitä ovat mm. datasalit ja tulevaisuudessa yhä enemmän vedyn tuotanto ja jatkojalostukseen liittyvät prosessit.

Sähkökattilan hyödyllisyyden kannalta olennaista on sähkön hinnan vaihtelu, ja lämpövaraston avulla hyötyvaikutusta voidaan vielä korostaa. Kattilaa käytetään ja varastoa ladataan halvan sähkön aikaan (esim. yöllä tai edullisten tuuliolosuhteiden aikaan) ja varastoa puretaan verkkoon, kun sähkön hinta on korkealla. Siten tuulivoima ja sähkökattilat lämpövarastoineen tukevat toisiaan.

Sähkökattilat auttavat vähentämään fossiilisten energialähteiden käyttöä kaukolämmön tuotannossa ja lisäävät tuotannon ympäristöystävällisyyttä. Verrattuna polttopohjaisiin energian tuotantomenetelmiin sähkökattilalaitoksen kunnossapitokustannukset ovat myös varsin maltillisella tasolla.

### **Kokemukset sähkökattilasta hyviä**

Ensimmäisen vuoden aikana 45 MW kattila on ollut käytössä aina, kun saatavissa on ollut edullista pörssisähköä. Se valmistui vuoden puolivälissä eli ajallisesti se on ollut käytössä noin puolet vuodesta. Tästä huolimatta se on vuositasolla tuottanut noin 4,5 % kaupungin tarvitsemasta lämmöstä. Määrä vastaa n. 300-600 kerrostalon vuotuista lämmöntarvetta. Suuri merkitys kattilalla on ollut toiminnan tasapainottajana jo nyt, vaikka sen yhteydessä ei ole lämpövarastoa.

### **Sähkön osuus tuotannosta lisääntyy**

Uusinvestoinnin toteuduttua Tampereen Energian sähkökattiloiden yhteenlaskettu tehokapasiteetti on 145 MW. Kun se on käytössä, sähkön osuus kaukolämmön tuotannosta nousee noin 20 prosenttiin sähkön hinnasta ja talven kylmyydestä riippuen. Muita lämmön tuotantomenetelmiä ja varakattiloita kannattaa käyttää, kun sähkön hinta on korkea.

Vetytalouden esiinmarssi lisää edelleen sähkön osuutta kaukolämmön tuotannossa, sillä vedyn tuotannossa syntyvä hukkalämpö voidaan käyttää hyväksi kaukolämpönä. Vetytalous ei siten kilpaile kaukolämmön kanssa, vaan järjestelmät tuottavat synergiaetuja toisilleen. Kaukolämpöjärjestelmä syntyi aikanaan sähkön tuotannon sivutuotteena; nyt sähköä itseään käytetään enenevässä määrin kaukolämmön tuotantoon, ja lämmitys tapahtuu vedyn tuotannon sivutuotteena.

### **Pörssisähkön hinta merkitsevä**

Sähkömarkkinoiden vapautuminen 2000-luvun alkuvuosina toi mukanaan pörssisähkön



Tampereen Energian energiainfojohtaja Jukka Joronen

ja sen myötä sähkön hintavaihtelun. Tuulivoiman ja aurinkoenergian lisääntyminen sähkön tuotannossa on voimistanut tätä vaihtelua. Kaukolämmön tuotantoon käytettävä sähkö ostetaan pörssistä normaalin tarjousmenettelyn perusteella. Muiden tuotantomenetelmien kustannustaso määrittelee sähkön hinnalle ylärajan, jota halvempaa sähköä kaukolämpölaitos tarjoutuu ostamaan sillä hetkellä tarvitsemansa määrän.

Sähkön käytön suuri volyyymi kaukolämmön tuotannossa mahdollistaa käytön suunnittelun tuntipohjalta, ja jatkossa yhä lyhyempien jaksojen puitteissa. Lämmön tuotannon ympäristöystävällisyys rakentuu pitkälti tämän hintaoptimoinnin varaan. Oman lisänsä tähän optimointitehtävään tuovat järjestelmään kuuluvat lämpövarastot, niiden ominaispiirteet ja ajotaktiikat.

### **Lämpövarastot lisäävät joustavuutta ja lämmön hintavakautta**

Kullakin lämpövarastotyyppillä on omat ominaispiirteensä, ja varastoinnin hyötysuhteeseen voidaan vaikuttaa myös sen ajotaktiikalla. Vesivarastoista suurella teräksisellä vesisäiliöllä on yleensä hyvä hyötysuhde kallioon louhittuun vesivarastoon verrattuna, mutta kalliovaraston kokoa voidaan kasvat- taa merkittävästi suuremmaksi. Siten myös lämpövaraston suunnittelusta ja käytöstä tulee lämpölaitoskohtainen optimointitehtävä.

Hiekka-akkuun voidaan lämpöä varastoida korkeammassa lämpötilassa kuin vesiakkuun, jopa 600 C-asteen lämpötiloihin saakka. Siten hiekka-akut soveltuvat hyvin korkeita lämpötiloja vaativien teollisuusprosessien lämpövarastoiksi. Hiekka-akkua

voidaan ladata vain sähköllä, kun taas vesiakun lataamiseen voidaan käyttää myös muilla menetelmillä tuotettua kaukolämpöä.

### **Taustalla kaukolämmön kilpailukyky**

Kaukolämmön keskeisin kilpailija on maalämpö. Kaikki kaukolämpöjärjestelmien kehittämiseksi tehtävä työ, myös sähkön käytön lisääminen lämmön tuotannossa tähtää kaukolämmön pitämiseen kilpailukyisenä maalämpöön nähden. Hyvät investointituotot ja lyhyet takaisinmaksuajat ovat tässä selvä lisäetu.

Sähkön käyttö kaukolämmön tuotantoon on Suomessa yleistymässä. Tampereen investoinnin lisäksi mm. Espoossa on jo otettu käyttöön Fortumin 100 MW:n sähkökattilalaitos kesällä 2023. Useita muitakin hankkeita on vireillä. Osaltaan tähän on joh- tanut metsäenergian niukkuus, joka johtuu mm. Venäjältä tapahtuneen puun tuonnin loppumisesta. Se rajoittaa metsäenergian käytön kasvumahdollisuuksia.

### **Energiantuotannon kulmakivet vahvistuvat**

Kaiken energiatuotannon, myös kaukolämmön kulmakivinä ovat kustannustehokkuus, ympäristöystävällisyys ja toimintavarmuus. Tampereen Energian sähkökattilainvestointi vahvistaa kaikkia näitä kulmakiviä ja lisää toiminnan joustavuutta. Omalta osaltaan se takaa vakaan ja kilpailukykyisen vaihtoehdon kaupunkialueen asuntojen sekä toimi- ja tuotantotilojen lämmitykseen. ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

# Committed to a brighter tomorrow

We are happy to introduce our new sustainable products lines that also help our customers meet their climate goals.



## Next

Nordkalk Next products are partly circular-based or low-emission and more climate friendly.



## Complete

Nordkalk Complete products meet 100% defined environmental aspects.

Find out more: [nordkalk.com/sustainability](https://nordkalk.com/sustainability)

**Nordkalk**



**SIBELCO**

**material solutions advancing life**

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

Sibelco Nordic Oy Ab  
Lövbörentie 345  
25700 Kemiö







# Vetytalouteen siirrytään jakamalla vaikutukset reilusti

**K**ansalaiskeskustelu vetytalouteen siirtymisen paikallisista merkityksistä olisi pitänyt jo aloittaa ja varovaisempaan sävyyn, sillä vuosi 2030 tulee nopeasti. Näin sanovat Ilmastoystävällinen, perusteltu ja kestävä vetysiirtymä -hankkeen (JustH2Transit) tutkijat, jotka tulevien vuosien aikana tuottavat tietoa vetysiirtymän riskien, hyötyjen ja haittojen jakautumisesta vaihtoehtoisissa skenaarioissa. He näkevät, ettei varaa epäonnistumiseen ole: ilmastonmuutoksen etenemisen takia siirtymä on saatava kerralla oikeudenmukaisesti maaliin.

Oikeudenmukaisuus voidaan ymmärtää paitsi hyötyjen ja haittojen reiluna jakamisena, myös menettelytapoihin liittyvänä oikeudenmukaisuutena. Menettelytapoilla on merkitystä esimerkiksi sen jännitteen purkamisessa, minkä tutkijat näkevät tällä hetkellä vallitsevan vetytalouden yleisen hyväksynnän ja paikallisten hankkeiden kohtaaman vastustuksen välillä.

Alustavien media-analyyysien valossa tutkijoista näyttää siltä, että vedystä keskustelvat ylioptimistiseen sävyyn teknistaustaiset, keski-ikäiset miehet. Heiltä on valunut yleiseen tietoisuuteen käsitys, että vety

tulee ratkaisemaan kaikki energian hinta-vaihteluongelmat ja ilmastonmuutoksen. Toisaalta saman ryhmän suunnalta kuuluu myös epäilyjä vetytalouden toimivuudesta ja kaikkivoipaisuudesta.

”Jossain vaiheessa tekno-optimistinen kuva tulee tarkentumaan kaadetuksi metsäksi lähialueilta. Kodin viereen tulee voimalinja tai iso vetyvarasto. Kansalaiskeskustelu tästä olisi pitänyt jo aloittaa ja varovaisempaan sävyyn, sillä vuosi 2030 tulee nopeasti”, toteaa Oulun yliopiston professori **Eva Pongracz**.

## ALOITUSKUVA

JustH2Transit-projektin tutkijat ennakoivat vetytalouteen siirtymistä rakentaen siirtymää kuvaavia vaihtoehtoisia skenaarioita. Artikkelissa osa viisikymmenpäisen ryhmän tutkijoista hahmottaa murrokseen liittyviä oikeudenmukaisuuden kysymyksiä.

## Tiedon lisäksi tarvitaan luottamusta

Keskeisiä toimijoita vihreän siirtymän hankkeiden hyväksymisessä ovat kunnat. Tutkijoita mietityttää se, mitä päätösten eteen joutuvat kuntien luottamushenkilöt tietävät vetytaloudesta. Entä vaikutuksia lähialueillaan kokemaan tulevat tavalliset ihmiset?

JustH2Transit-projektissa vetysiiirtymästä halutaan saada kokonaiskuva. Paitsi että selvitetään, missä päin maata sijaitsevat tarvittavat resurssit ja tulevat vedyn käyttötarpeet, projektissa halutaan mallintaa, mitä niihin liittyvien hyötyjen, haittojen ja riskien jakaminen reilusti tarkoittaisi.

Hankkeiden hyväksyttävyyteen viitataan termillä sosiaalinen toimilupa. Hankekehittäjä voi sellaisen saada, jos paikallisesti onnistutaan synnyttämään luottamus, jonka varassa epävarmuuksia tulevasta vaikutuksista kyetään yhdessä käsittelemään ja sietämään.

Tutkijat haluavat saada käsityksen siitä, keihin Suomessa vetysiiirtymä tulee vaikuttamaan ja miten. Tapaustutkimusten kautta he pyrkivät ymmärtämään, millä ehdoin sosiaalisen toimiluvan voi missäkin kontekstissa saada.

Tähänastisen tutkimuksen perusteella tutkijat ennakoivat, että haaviin saadaan alueita, joilla keskustelua omasta hyvästä luopumisesta yhteisen hyvän eteen on käyty aiemminkin. Hankkeessa selvitettäväksi tulee, miten paljon vetysiiirtymän kielteisistä vaikutuksista on menossa tällaisille alueille. Niiden sietokyky tuleville muutoksille saat- taan olla jo valmiiksi koetuksella.

## Uuden infrastruktuurin rakentamisen riskit

Kokonaiskuvan luominen vetysiiirtymästä tarkoittaa teknisellä tasolla uuden infrastruktuurin mallintamista. Ensin on luotava mahdollisimman hyvin perustellut arvaukset siitä, millaisista uuden vedyntuotannon volyyymeista saatetaan puhua. Sen pohjalta voidaan päätellä, mitä se energian siirron näkökulmasta tarkoittaa. Mitä siirretään ja mihin – sähköä, vetyä, hiilidioksidia, lopputuotteita? Millaisia varastoja näille tarvitaan?

Kun tekniseltä tasolta siirrytään tarkastelemaan tätä kokonaiskuvaa ihmisten näkökulmasta, tulee tehtäväksi esimerkiksi viestiä heille vedyn turvallisuuskysymyksistä putkilinjojen sijoituksen yhteydessä. Erikoistutkija **Vilja Varho** Lukesta huomauttaa, että vasta vuorovaikutuksessa kansalaisten kanssa päästään käsitykseen siitä, miten hallittavilta heistä tuntuvat siirtolinjoihin ja varastoihin liittyvät riskit.

Tässä vaiheessa tulevat jälleen ajankoh-



Mika Horttanainen, LUT-yliopisto



Eva Pongracz, Oulun yliopisto

taisiksi sekä jako-oikeudenmukaisuuteen että menettelytapojen oikeudenmukaisuuteen liittyvät kysymykset.

Millaisille vaikutusalueille riskejä sijoitetaan? Miten niillä alueilla toimivat ihmiset tulevat kuulluiksi? Millä perusteilla päätöksiä tehdään? Ketkä ne tekevät? Kuka lupauksen riskin hallinnasta antaa? Voiko tämän toimijan sanaan luottaa?

## Markkinoiden oikeudenmukaisuus

Vetymarkkinan muodostumista hidastavat tällä hetkellä investointien puute ja komponenttipula. Elektrolyysereiden valmistuskapasiteettia on kasvatettava, jotta julkisuudessa esitetyihin vihreän vedyn valmistusmääriin päästään.

VTT:n johtava tutkija **Nina Wessberg** nostaa esiin sen, että markkinoiden syntymiseenkin liittyy oikeudenmukaisuuskysymyksiä. Kenen tulisi kantaa riski ja investoida ensimmäisenä epävarmassa tilanteessa? Kuka joutuu avaamaan pelin?

Markkinoiden oikeudenmukaisuuteen liittyvä tasoittava vaikutus voi olla sähköpolttoaineilla, jotka antavat aikaa siirtymiselle. Esimerkiksi rahtialan PK-yritykset voivat niiden kautta hyötyä vedystä ilman, että tarvitsee investoida uuteen kuljetuskalustoon. Puhtaan sähkön avulla tuotettu vety ja biopohjainen hiilidioksidi voidaan yhdistää samaksi kemialliseksi yhdisteeksi kuin maakaasu. Tällöin voidaan käyttää kaikkea olemassa olevaa LNG-infrastruktuuria.



Outi Kulusjärvi, Oulun yliopisto



Vilja Varho, Luonnonvarakeskus



Nina Wessberg, VTT

Liikenteen hiilipäästöjen vähentämisen lisäksi vedystä on kaavailtu ratkaisua sekä uusiutuvan energian tuottamaan joustotarpeeseen energiajärjestelmässä että fossiilisten raaka-aineiden korvaamiseen teollisuudessa. Sekin on oikeudenmukaisuuskysymys, ketkä kaikki markkinatoimijat tätä rajallista resursia tulevat saamaan käyttöönsä.

Yliopisto-opettaja **Outi Kulusjärvi** Oulun yliopistosta laajentaa markkinoita koskevan oikeudenmukaisuuskeskustelun koskemaan myös muita alueellisesti tärkeitä elinkeinoja. Paitsi että kunnissa tulee hahmotettavaksi se, miten paikalliset yritykset pääsevät mukaan vetyarvoketjuun, uutta asemoitumista tarvitaan myös muilta alueellisesti vaikuttavilta elinkeinoilta. Millaisia taloudellisia vaikutuksia esimerkiksi matkailulle synnyttää suuri määrä uutta tuulivoimaa?

LUT-yliopiston professori **Mika Horttanainen** tunnistaa sen seikan, että aluei-



den välinen oikeudenmukaisuuskeskustelu voi mennä kahteen suuntaan. Alueilla, jotka näyttävät erityisen suotuisina vedyn tuotannolle, voidaan kysyä, miksi tämäkin muutos ja taas meille. Toisaalta alueilla, joille vedyn tuotantoa ei pystytä sijoittamaan, kysytään, miksi muualle virtaa työtä, asukkaita ja toimeliaisuutta, jotka asiallisesti kompensoituine haittoineen olisivat enemmän kuin tervetulleita myös meille.

Tutkijat toteavat, että energian hintavaikutus on ainakin asia, joka voi jakaantua markkinassa tasaisesti kaikille kuluttajille.

Yhteinen etu on myös ilmastonmuutoksen hillintä, jota vetysiiirtymällä tavoitellaan. Se hyödyttää kaikkia alueita tasaveroisesti Suomessa. Globaalisti ja sukupolvien välillä tarkasteltuna ilmastonmuutoksen hillintään liittyy myös epäoikeudenmukaisuuden kokemusta. JustH2Transit -hankkeen tutkijoiden näkemys on seuraava: koska me täällä rikkaassa pohjoisessa pystymme tekemään oikeasti isoja tekoja, meidän kannattaa edistää vetysiiirtymää yhtenä tärkeänä tapana torjua ilmastonmuutosta.

### Laajemmin ymmärretty oikeudenmukaisuus

Tutkijat toteavat, että yhteisen hyvän ymmärtäminen saattaa auttaa ihmisiä hyväksymään paikallisia haittoja. Jos kuitenkin kestävyysmurrosta voimakkaampina alkavat kaikkia ajatukset talouskasvusta, yritysten hyötyemisestä ja energian myynnistä ulkomaille, paikallisen hyväksynnän saaminen voi olla vaikeampaa. Tämän ymmärtämisessä voi auttaa tunnustavan oikeudenmukaisuuden käsite: välittykö ihmisille käsitys, jonka mukaan syrjäseutujen asukkaiden näkökulmista paikallisen ympäristön käyttöön tai talouskasvuun ylipäättään ollaan aidosti kiinnostuneita?

Tutkijat haastavat venyttämään ajattelumme rajoja vielä tästäkin. He kysyvät, miten oikeudenmukaisuuden arviointiin tuodaan mukaan muiden lajien näkökulma. Mitä kestävä kehitys on alueilla asuvien eliöiden näkökulmasta? Kenen näkökulmista esimerkiksi riskit arvioidaan?

Monimuotoisuusnäkökulma yhdessä mittakaavan muutoksen kanssa nostaa joitain jo kertaalleen vastattuja kysymyksiä uudelleen esiin. Miten paljon metsiä pitää hakata tuuli- ja aurinkovoiman alta vetytalouden mittakaavassa? Miten paljon sen laajuinen tuulivoimarakentaminen esimerkiksi häiritsee lintujen muuttoa? Vaikutukset, jotka aiemmin on arvioitu vähäisiksi, voivat volymyin kasvaessa muuttua.

### Tutkimus rakentaa keskusteluyhteyttä

Jotta oikeudenmukaisuusnäkökulma olisi projektille niin läpileikkaava kuin mitä jo projektin otsikko antaa ymmärtää, tutkijat toteavat, ettei oikeudenmukaisuutta voida käsitellä vain siinä työpaketissa, joka tutkii sosiaalisia vaikutuksia. Oikeudenmukaisuuteen liittyviä kysymyksiä on kysyttävä myös niissä työpaketeissa, joissa tarkastellaan vetysiiirtymän teknisiä, taloudellisia tai ympäristövaikutuksia.

Esimerkiksi taloudellista kestävyyttä mietittäessä voidaan pohtia, miten raha jakautuu hyötyinä eri osapuolille – ei vain siitä näkökulmasta, saadaanko liiketoiminnasta yritysten näkökulmasta taloudellisesti kestävä.

Tutkijat kertovat pyrkivänsä siihen, että JustH2Transit-hankkeen jälkeen meillä on enemmän tutkittua tietoa siitä, mihin vety on oikea ratkaisu. Tiedämme, mitkä uuteen rakennettavaan infrastruktuuriin liittyvät riskit ovat, ja mitä vaikutuksia rakentamisella on kuntiin ja paikallisyhteisöihin.

Tutkijat ymmärtävät oman roolinsa keskustelupartnereiksi kuntien ja yritysten välillä. Haastattelu- ja tapaustutkimusten kautta voidaan fasilitoida investointihankkeisiin liittyviä keskusteluja ja sitä kautta auttaa tarvittavan luottamuksen rakentamisessa. Tavoitteena on, että yritykset ymmärtävät hankkeisiinsa sisältyvien riskien vaikutukset ihmisten elämässä ja oman vastuunsa haittojen minimoimisessa. Paikalliset päätöksentekijät puolestaan ymmärtävät paremmin vetysiiirtymän merkityksen omien yhteisöjensä kehittymiselle kaupungistumisen, väestön vanhenemisen, ilmastonmuutoksen ja luontokadon ristipaineissa. ▲

TEKSTI: MINNA NÄSMAN,  
VUOROVAIKUTUSVASTAAVA,  
JUSTH2TRANSIT

**Mitä:** Ilmastoystävällinen, perusteltu ja kestävä H2-siirtymä (JustH2Transit) on Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittama tutkimushanke, osa JUST ENERGY -ohjelmaa (2023-2029)

**Kuka:** Oulun yliopisto, Luonnonvarakeskus, LUT-yliopisto, VTT ja Akordi (noin 50 tutkijaa)

**Miten:** Hankkeessa kartoitetaan vetyyn siirtymisen nykytilanne Suomessa ja siihen liittyvät järjestelmätason pullonkaulat. Tämän ohella tarkastellaan vetyyn siirtymisen ympäristöllisiä, teknistaloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia.

Vetysiiirtymän yhtymäkohdat bio- ja kiertotalouden kanssa arvioidaan resurssien käytön ja riittävyden näkökulmista. Näihin teemoihin etsitään vastauksia ja vaihtoehtoja, jotka vahvistavat yhteiskuntamme ratkaisujen joustavuutta, kestävyttä ja oikeudenmukaisuutta.

Teknologiatoiminnan 100-vuotissäätiön **Metallinjalostajien rahaston** tarkoituksena on edistää metallien valmistuksen koko jalostusketjun kattavaa teknologian ja liiketoiminnan tieteellistä tutkimusta ja opiskelua yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa. **Vuoden 2025 apurahojen hakuaika on 1.9.–30.9.2024.**



**Hakuilmoitus** julkaistaan rahaston kotisivuilla (<http://techfinland100.fi>). Lisätietoja antaa asiamies Juho Talonen, 040 595 1181, [juho.talonen\(at\)teknologiateollisuus.fi](mailto:juho.talonen(at)teknologiateollisuus.fi)



Nordic Copper  
Nordic Standard

Maailman parasta kuparia, tehty Porissa.

**Aurubis Finland Oy**  
Aurubis.fi  
Nordiccopper.com



# StratiSampler

Worlds smallest automatic sampler  
Sampling during production drilling  
Correct sample data  
Driller operated  
Less energy consumption  
Less tailings  
More to sell

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




**YMPÄRISTÖ- JA PATOTARKKAILUJÄRJESTELMÄ**

**DATA JA DOKUMENTIT SAMAAJÄRJESTELMÄÄN**

- Automaattisten ja manuaalimittausten data
- Rajapinnat eri tietolähteiden välillä

**REAALIAIKAINEN MITTATIEOJEN HALLINTA**

- Datan visualisointi ja analysointi
- Hälytykset sallittujen raja-arvojen ylittyessä

**AUTOMATISOITU RAPORTOINTI**

- Raportoinnin automatisointi
- Manuaalisten työvaiheiden minimointi

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




**KATI**

**Recognized pioneer in eco-friendly exploration & drilling**

- Safe Discovery Award – Innovation**  
granted by Anglo American Plc.
- ISO 14001 Environmental Management System**  
since 2004
- Environmental Contribution of the year 2013**  
Awarded by Euro Mining Jury, Finland.
- Patented water recirculation system**

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



# Vetytalous on mahdollisuuksien maailma

## Kolmas Vetyvoorumi kokoontui Tampereella

Pirkanmaan Liiton, Tampereen yliopiston ja Tampereen kaupungin yhteinen Vetytalouden aktivaattori -hanke toteutettiin 10.10.2022 – 31.3.2024 välisenä aikana. Sen tavoitteena oli luoda kokonaiskuva vetytalouden mahdollisuuksista, haasteista ja tarpeista Pirkanmaalla, tukea alueellisen vetyekosysteemin syntymistä ja lisätä tietoa vetytalouden teemoista alueella. Hankkeen puitteissa järjestettiin kolme Vetyvoorumiä, joista viimeisin pidettiin Tampereen yliopiston Hervannan kampuksella 8.2.2024.

### Vety tulee nyt jäädäkseen

Avaussanoissaan Tampereen yliopiston informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunnan dekaani **Jyrki Vuorinen** totesi, että vety on tehnyt tuloaan energiateknologiaan jo kauan. Hän muisteli omaa diplomityövaihettaan 1990-luvulla ja tutkimustyötä metallihydridien käytöstä vedyn varastointimateriaaleina. Nyt vety on tullut uudestaan ja tällä kertaa jäädäkseen käyttöön puhtaana energian tuotantovälineenä. Foorumit ovat tärkeää pohjatyötä energiamurrokseen tarvittavan laajan yhteistyön aikaansaamiseksi.



Yleisö asettumassa paikoilleen ennen vöorumin alkua

### Vetytalouden kokeellinen tutkimuslaboratorio

Päivän varsinaiset esitykset aloitti Tampereen ammattikorkeakoulun yliopettaja **Aki Korpela**. Hän totesi, että 20 vuotta sitten käynnistynyt ja sittemmin vaimentunut vetytalouden ensimmäinen aalto keskittyi vedyn tuottamiseen höyryreformilla ja käyttöön polttokennoteknologiassa. Tuuli- ja aurinkosähkö olivat tuohon aikaan liian kalliita vedyn tuotantoon.

Nyt vetytalous on käsitteenä laajempi ja sisältää vihreän vedyn tuotannon uusiutuvalta sähköenergialla, vedyn käytön teollisuuden päästöjen vähentämiseen sekä synteettisten yhdisteiden, mm. fossiilittomien polttoaineteiden tuottamisen vedyn avulla. Polttokennoteknologialla on roolinsa vedyn energian muuttamisessa sähköksi ja lämmöksi liikenteen ja kiinteistöjen tarpeisiin.

Aki Korpela esitteli EAKR-rahoitteisen VETY-teknokan hankkeen, joka käynnistyy maaliskuussa 2024. Kolmivuotisessa hankkeessa rakennetaan liikuteltava vetytalouden kokeellisen TKI-töy laboratorio, joka koostuu useista elektrolyysereistä, vedyn

varastointijärjestelmästä, polttokennoista ja vedyn jatkojalostuslaitteistosta. Kokonaisuus integroidaan osaksi TAMKIn liikuteltavaa hybridienergiajärjestelmää, joka mahdollistaa älykkääseen tehonhallintaan perustuvat erittäin monipuoliset sähkösyötöt ja -käytöt.

Kahteen traileriin sijoitettu liikuteltava hybridienergiajärjestelmä mahdollistaa erillisen itsenäisen 3-vaihesähköverkon, jonka maksimisähköteho on 70 kW. Se sisältää 100 kWh energiavaraston sekä sähköautojen latausaseman. Sitä voidaan käyttää kulutushuippujen tasaamiseen ja sähköverkon tasapainottamiseen tai vahvistamiseen, ympäristöystävällisenä varavoimanlähteenä, liikkuvana sähköautojen latausasemana jne. Yhdessä hankittavan vetytalouseläitteiston kanssa se mahdollistaa hyvin monipuolisen vedyn tuotantoon, varastointiin, käyttöön ja jatkojalostukseen kohdistuvan kokeellisen tutkimuksen.

Vedyntuotannosta suunnitellaan joustavaa kuormaa Suomen sähköenergiajärjestelmälle. Eräänä haasteena tässä on se, miten vakiona pysyvällä tasavirtateholla käytettäväksi suunnitellut elektrolyysarit kestävät muuttu-

vatehoista käyttöä. Vetyyn itseensä liittyviä haasteita ovat mm. laitteistojen tiivistysongelmat sekä sen materiaaleissa aiheuttamat ilmiöt kuten terästen vetyhauraus. Näihin ja muihin vastaan tuleviin haasteisiin haetaan vastauksia nyt rakennettavalla kokeellisella laboratoriolle.

### Vetytutkimus yritys näkökulmasta

Tästä teemasta käytetyistä kahdesta puheenvuorosta ensimmäisen piti Convion Oy:n perustajajäsen ja Sovellukset & liiketoiminnan kehittäminen -toiminnoista vastaava **Tuomas Hakala**. Convion Oy on vuonna 2012 perustettu yritys, joka kehittää teollisen mittakaavan skaalattavia ja joustavia kiinteäoksidipolttockennoja ja -elektrolyysereitä.

Kiinteäoksidipolttockenno (SOFC) tuottaa lämpöä ja sähköenergiaa parhaalla hyötysuhteella; toimii vetykaasulla, mutta voi käyttää myös muita kaasuja kuten häkää, hiilidioksidia ja metaania polttoaineena. Kiinteäoksidielektrolyseri (SOE) puolestaan pilkkoo vesihöyryn vedyksi ja hapeksi parhaalla hyötysuhteella. Lisäämällä rinnakkaisytönteenä hiilidioksidia saadaan elektrolyysistä suoraan synteetikaasua, josta voidaan tuottaa esim. biopolttoaineita. Hukkalämpö voidaan käyttää kaukolämpön tuotantoon.

Convion on johtava teknologiayhtiö, joka kaupallistaa polttokennoteknologiaa hajautettua energiantuotantoon ja SOE-teknologiaa vedyn teolliseen tuotantoon vesihöyrystä. Teknologioilla on yhteinen ydin, jota voidaan käyttää kumpaankin suuntaan. SOE-teknologia on myös osoittautunut yllättävän joustavaksi muuttuvan tehonsyötön suhteen.

Yritys osallistuu useisiin EU-rahoitteisiin projekteihin ja kehittää myös teknologiaa e-polttoaineiden tuottamiseksi Business Finland -rahoitteisessa projektissa. Tutkimus auttaa yritystä alentamaan kustannuksia, kehittämään teknologian kypsyyttä ja kilpailukykyä sekä teknologiakehityksessä tarvittavaa osaamista. Tärkeä osuus on projektien kautta tapahtuvalla ekosysteemin kehittämisellä, joka puolestaan luo myös uutta kysyntää.

Toisena puheenvuoron käyttäjänä oli tekninen johtaja **Marko Niskanen** Q-Power Oy:stä. Q-Power on yhtiö, joka kehittää vedystä ja hiilidioksidista valmistettavien jatkojalosteiden tuotantoteknologiaa. Hiilidioksidin lähteenä voi toimia kaatopaikkakaasu, savukaasu tai biokaasu. Lopputuotteena syntyy myös happea. Nyt tuotettavana jatkojalosteena on metaani, mutta jatkossa kehitetään myös muiden jakeiden kuten metanolin, ammoniakkin jne. tuotantoteknologioita. Myöhemmin teknologiaa



Panelistit valmiina koitokseen. Vasemmalta vetäjä Heini Wallander, Business Tampere, Jari Kiviaho VTT, Petteri Laaksonen LUT, Marko Huttula OY ja Sami Repo TAU

voidaan edelleen kehittää myös proteiiniin (solar food) tuotantoon.

Metaanin tuotantoprosessi on mikrobiologinen, ja sen alkuperäinen innovaattori on professori Erkki Aura Helsingin yliopistosta. Nykyisin käytössä oleva mikrobikanta on peräisin suomalaisesta suusta. Prosessin teho/hyötysuhde on nyt 81 %. Keskeinen haaste on tuotannon ja tuotteen skaalaus.

Salossa meneillään olevassa hankkeessa on tarkoitus metanoida kaikki kaatopaikkakaasu. Ensimmäinen teollisen mittakaavan sovellus on P2X-Solutionsin kanssa toteutettu laitos Harjavaltaan. Siellä osa vihreästä vedystä metanoidaan ja Q-Power on toimittanut tämän teknologian. Palveluna yritys toimittaa tarvittaessa demonstraatioyksikön asiakkaalle; tätä varten on nyt olemassa yksi yksikkö ja tulevaisuudessa mahdollisesti toinen.

### Paneelista puhtia keskustelulle

Aamupäivän päätti vetytutkimuksen teemalla käyty paneelikeskustelu, jota moderoi asiakkuusvastaava ja tiiminvetäjä **Heini Wallander**, Business Tampere. Panelisteina olivat prof. **Marko Huttula** Oulun yliopistosta, tutkimusjohtaja **Petteri Laaksonen** LUT-yliopistosta, tutkimusprofessori **Jari Kiviaho VTT:ltä** sekä professori, dekaani **Sami Repo** Tampereen yliopistosta (kuva 2).

Keskustelu käynnistyi moderaattorin kysymyksellä vedyn tuotantoteknologioiden kehityksestä ja kuumista tutkimusaiheista tällä hetkellä. Keskeisiä teknologioita ovat alkaalielektrolyysi ja SOE. Muita mahdollisia teknologioita ovat mm. metaanin pyrolyysi ja auringonvaloa käyttävä valokatalyyttinen prosessi, joka on tulossa pitemmällä tähtäimellä. Tällä hetkellä laitteistojen elinikä on rajoitettava tekijä varsinkin elektrolyysilaitteistoilla,

ja siksi materiaali-ongelmat ovat tutkimuksen keskiössä ja huollettavuus tärkeä kysymys.

Tuotantomenetelmän tulee taipua siihen, mitä vedyn käyttö edellyttää. Raha on sähkössä ja olennaista on, miten tehokkaasti sähkö saadaan muutetuksi vedyksi. Erilaiset elektrolyysit soveltuvat erilaisiin tarkoituksiin. Sähkön ja vedyn tuotannon tulisi olla fyysisesti lähellä toisiaan, koska mittakaava on niin suuri, ettei kummankaan siirto ole kannattavaa.

Nykyisiin fossiilittoman sähkön tuotantomenetelmiin liittyvä vaihtelu ja sen edellyttämät joustot herättivät aktiivista keskustelua siitä, mistä joustot saadaan ja mikä tai kuka kulloinkin joustaa. Joustoa tulee olla kaikkialla järjestelmissä, ja kyse on pitkälti siitä, mitä jousto missäkin maksaa. Kullekin joustotyypille tulee löytää se bisnesmalli, jolla se toteutuu. Suomessa suuri ongelma on se, miten katetaan 2-4 viikon tuulettomat jaksot. Suuret laitevalmistajat ratkaisevat lopulta käyttöön tulevat teknologiat.

Moderaattorin kysymykseen, mitkä ovat tämän hetken pullonkaulat, toivat panelistit vastauksina esille mm. elektrolyysierien skaalaamisen teknologisesti sekä alalle tulevan regulaation eli säännösten. Investointeja ei tehdä, ellei selvää kuvaa tulevaisuudesta ole. Siirtymävaiheessa on keskeistä tehdä asioita puhtaasti; biopohjaisten materiaalien ja metaanin pyrolyysi nousee tällöin esille.

Metaani on myös paha kasvihuonekaasu; jos prosentti tuotetusta metaanista pääsee karkuun, menetetään koko metaanista saatava hyöty. Metanoli ja ammoniakki ovat tässä suhteessa parempia; ne ovat myös logistisesti edullisia vedyn kuljetukseen ja varastointiin verrattuna. Toisaalta metaani on sähköjärjestelmän kehityksen kannalta hyvä asia.



Mitä Suomessa pitäisi sitten tehdä? Suomessa ja pohjoismailla on mahdollisuus katata biopolttoaineilla koko Saksan energian tarve. Samoin Suomi ja pohjoismaat voivat tuottaa 30 % kaikesta maailman tarvitsemasta puhtaasta energiasta. Nämä seikat on kerrottava maailmalle investointien houkuttelemiseksi tänne. Suomalaiset yliopistot tekevät paljon enemmän kansainvälistä yhteistyötä kuin keskenään.

Kansalliset Business Finland -rahoitusmekanismit ovat vaikeita; kerätään suuria konsortioita ja pyritään ratkaisemaan miljoona pientä ongelmaa sen sijaan, että ratkottaisiin yhtä ongelmaa kerrallaan. Jos Suomi nyt myy ylijäämäenergiaansa, se saa siitä 25 euroa/MWh, mutta ostamastaan energiasta Suomi maksaa 88 euroa/MWh. Tälle pitää tehdä jotakin.

Miten Suomen yhteistyötä ja keskusteluyhteyksiä pitäisi kehittää? Koko vetytaloussystemille pitää kehittää Suomi-konsepti ja hankkia sille kansainvälinen status. Suomen pitää myös kertoa potentiaalistaan maailmalle.

Mistä rahoitus hankkeille? Yhteiskunnallinen hyväksyttävyyden on tärkeää, koska kaikki muuttuu investointien myötä. Tarvitaan kansallinen strategia ja suunnitelma investointien hankkimiseksi. Pohjoismainen yhteistyö on tässä tärkeää, jotta kaikki energia saadaan mukaan.

Yhteenvetona paneelikeskustelusta moderaattori totesi, että vetytalouden tutkimus vaikuttaa hyvältä. Jatko vaatii Suomen vetytalouden kehittämistä yhtenä kokonaisuutena.

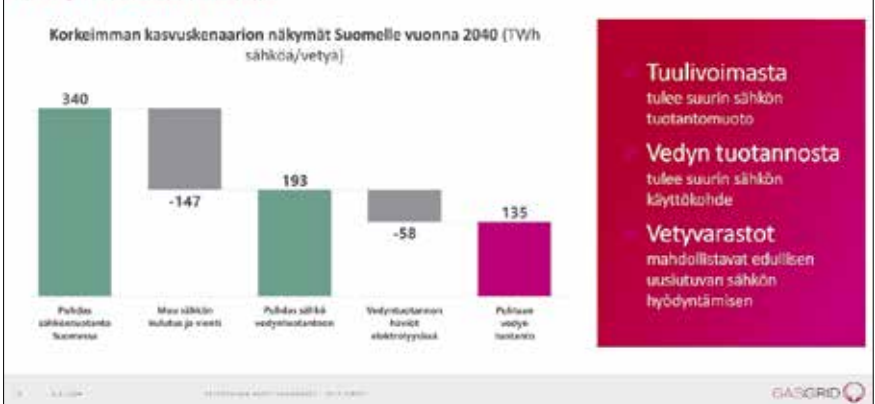
### Vetyverkon kehityshankkeet

Yksikön päällikkö **Heli Virkki**, Vetylaaksot, Gasgrid Finland Oy esitteli aluksi Gasgrid Finland Oy:n. Se on valtion omistama yhtiö, joka toimii kansallisena kaasunsiir-

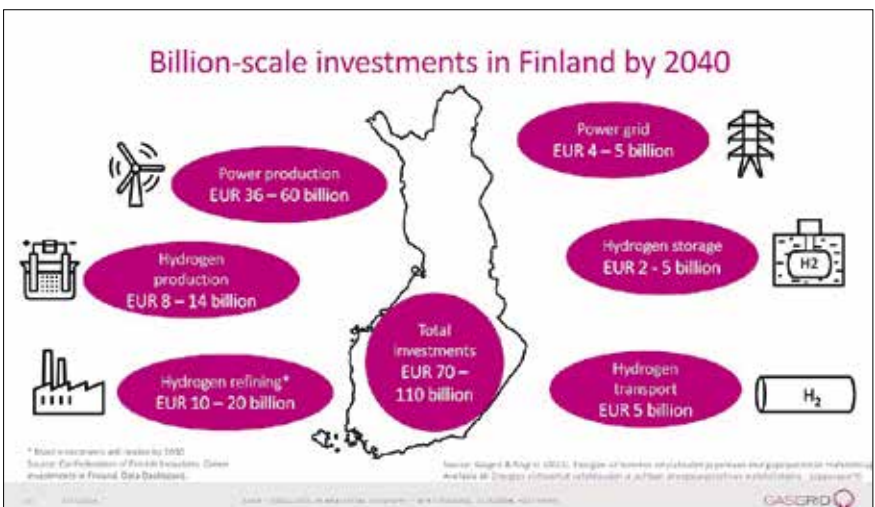


Heli Virkki, Gasgrid Finland kertoi maamme vetyverkoston kehityshankkeista.

## Suomella on valtava potentiaali uusiutuvan sähkön ja puhtaan vedyn tuotannossa



Sähkön ja vedyn tuotannon korkeimman kasvuskenaarion näkymät Suomelle vuonna 2040



Ennuste vetytalouteen liittyvistä investoinneista Suomeen vuoteen 2040 mennessä

to-operaattorina Suomessa ja tarjoaa alustan hiilineutraalille yhteiskunnalle. Nyt siirtoverkossa kulkee metaani, jatkossa vety, metaani tai jokin muu kaasu. Valtio on antanut GasGridille tehtäväksi edistää kansallisen vetyverkon, kansainvälisen infrastruktuuriyhteistyön sekä Itämeren alueen vetymarkkinan kehittämistä mahdollisimman nopeasti. Vuonna 2022 on perustettu tytäryhtiö GasGrid Vetyverkot Oy edistämään vetyverkon kehitystä.

EU tavoitteena on käyttää vuosittain puhdasta vetyä 20 miljoonaa tonnia vuoteen 2030 mennessä. Suomi puolestaan tavoittelee johtavaa asemaa Euroopan vetytaloudessa. Suomen tuulivoimabuumi mahdollistaa merkittävän vedyntuotannon maassamme. Vuonna 2021 Suomessa tuotetusta sähköstä 87 % oli hiilidioksidineutraalia ja 54 % oli tuotettu uusiutuvilla resursseilla (maaja-merituulivoima sekä aurinkovoima). Kyselyitä uusiutuvan sähköntuotannon liittämistä Fingridin sähköverkkoon oli 340

GW edestä, kun sähkön tuotantokapasiteetti vuonna 2021 oli 19 GW ja sähkön kulutus 86 TWh. Suomella on siten merkittävä potentiaali puhtaan sähkön ja puhtaan vedyn tuotannossa.

Tuulivoimasta on tulossa Suomen suurin sähkön tuotantomuoto ja vedyn tuotannosta suurin sähkön käyttökohde. Fingridin ja Gasgridin yhteistoiminta tuo Suomelle kilpailuetua, kun vety ja sähkö toimivat toisiaan täydentävinä elementteinä. Suomesta tulee myös puhtaan vedyn merkittävä viejä, koska tällä hetkellä puhtaan vedyn tuotantokustannukset ovat meillä Ruotsin jälkeen pienimmät Euroopassa.

Suomen kansallisen vetyverkon kehitys kulkee kolmen suuren vetyinfrastruktuurihankkeen kautta. Niiden yhteisenä tavoitteena on tehdä Itämeren alueesta globaalisti tehokkain vetymarkkina. Nordic Hydrogen Route, Nordic-Baltic Hydrogen Corridor ja

Baltic Sea Hydrogen Collector-hankkeiden pitäisi suunnitelmien mukaan olla operatiivisia vuonna 2030. Kaikki kolme hanketta ovat käynnissä samanaikaisesti, ja ne ovat saaneet EU-komissiolta PCI-statuksen.

Nordic Hydrogen Route -hankkeen tavoitteena on rakentaa Perämerelle rajat ylittävä vetyinfrastruktuuri ja avoin vetymarkkina vuoteen 2030 mennessä. Noin 1 000 km pitkän verkon esisuunnitteluvaihe on loppullaan; alustava reittisuunnitelma, tekninen esisuunnittelu ja kustannustarkastelu on tehty.

Nordic-Baltic Hydrogen Corridor -hankkeessa selvitetään Suomesta Viron, Latvian, Liettuan ja Puolan kautta Saksaan kulkevan vetyverkon rakentamista vuoteen 2030 mennessä. Mukana ovat kaikkien maiden kaasun siirtoverkon haltijat. Hankkeen esiselitysvaihe on valmistumassa, ja sen toteuttaa Afry. Gasgrid Finlandin osuus liittyy koko Etelä-Suomen kattavan vetyverkon ja Itämeren alueen markkinan kehittämiseen.

Baltic Sea Hydrogen Collector -hankkeessa selvitetään Suomen, Ruotsin ja Saksan yhdistävän merenalaisen vetyputken rakentamismahdollisuuksia puhtaan ja kestäväen vedyn tuottamisen ja varastoinnin mahdollistamiseksi. Putken reitti kulkee manner-Suomesta ja Ruotsista Ahvenanmaalle ja siitä eteläisen Itämeren kautta Saksaan. Ahvenanmaa, Gotlanti ja Bornholm ovat allekirjoittaneet hankkeeseen liittyvän aiesopimuksen. Gasgrid Finlandin osuus liittyy Suomen merialueilla olevan tuulivoiman hyödyntämisen mahdollistamiseen ja Itämeren alueen markkinan kehitykseen.

Gasgrid Finlandin toiminta-ajatusta toteutetaan mm. aluemallin välityksellä. Se mahdollistaa kansallisen vetyverkoston rakennusvalmiuden eri puolilla Suomea samanaikaisesti ja alueiden tarpeiden sekä soveltuvimman liityntätavan huomioon ottamisen. Aluemallin toteutusvälineitä ovat infranhanke, aluekehitys ja asiakashankkeet. Vetylaaksoksi voidaan kutsua alueita, jolla kaikki vetytalouden arvoketjun osapuolet ovat edustettuina ja vetyä käytetään useammalla kuin yhdellä loppukäyttösektorilla. Suomeen on muodostettavissa useita vetylaaksoalueita.

Infrastruktuurin etupainotteinen kehittäminen mahdollistaa uusia investointeja Suomeen. Vetytalouden kokonaisinvestointien Suomeen on arvioitu olevan luokkaa 70-110 Mrd euroa vuoteen 2040 mennessä, ja ne jakautuvat osa-alueisiin yllä olevan mukaisesti. Suomella on hyvät edellytykset saavuttaa johtava asema Euroopan vetytaloudessa.

## Vetyprojektien käynnistäminen ja luvitus tarkastelussa

Senior Associate **Karoliina Rytönen**, Bergmann Attorneys at Law tarkasteli vetyhankkeisiin ja vetyprojektien käynnistämiseen liittyviä peruspilareita ja sääntelykehystä. Bergmann on vuonna 1992 perustettu helsinkiläinen teollisuustoimialoihin erikoistunut asianajotoimisto, joka keskittyy energiaan, infrastruktuuriin ja rakentamiseen liittyviin projekteihin, investointeihin ja transaktioihin.

Tällä hetkellä ei elektrolyyssivedylle ole meillä olemassa sen luvituksille tai hankekehitykselle suunnattuja sääntöjä, teknologiapreferenssejä tai yhtä keskitetysti vetyhankkeiden kehittämistä säätelevää lakia. Viranomaiskäytännöt ja ohjeistukset ovat vasta kehittymässä. EU-tasolla on markkinasääntelyä ja esimerkiksi kriteereitä RFNBO-vedylle hyvinkin teknologiaspesifisti. Vedyn erityisominaisuudet kuten räjähdysherkkyys edellyttävät myös turvallisuusasioiden ottamista huomioon sääntelyssä.

Hankekehityksen kulmakivinä ovat maankäytön suunnittelu ja luvitus sekä laitosalueen ja infran suunnittelu. Maankäytön suunnitteluun kuuluvat ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA), kaavoitus, ympäristölupa, rakennuslupa sekä kemikaaliturvallisuusasiat. Suunnittelun vaiheet ovat varsin pitkälti ajallisesti päällekkäinkin edistettävissä. Käytännössä kuitenkin YVA/kaavoitusvaiheet on oltava tehtyinä, kun tietystä luvista päätetään. Kullakin vaiheella on sille ominaiset huomioon otettavat asiat ja menettelyt. Karrikoidusti voi todeta, että jos tämän vaiheen hoitaa oikein, elämä on helppoa. Väärä toteutustapa johtaa ajan ja rahan menetyksiin.

Laitosalueen ja infran suunnittelussa huomioon on otettava maan hankinta, verkkoliittymät ja muu siirtoinfra. Maan hankinnassa tarkasteltavia asioita ovat vaadittu kattavuus (ulkoiset kaapelit, johdot ja putket, tiestö jne.), maanomistajat sekä tarvittavat oikeudet ja niiden varmistaminen. Infrapuolella on varmistettava tarvittavat verkkoliittymät, niiden saatavuus, kapasiteetti sekä liittymien fyysinen saavutettavuus. Muun siirtoinfran kohdalla selvitettäviä asioita ovat kuljetusta vaativat käyttöhyödykkeet ja lopputuotteet, skaala ja toteutustapa, lähteen ja kohteen sijainti sekä liityntätarpeet kansallisiin verkkoihin.

Liiketaloudellisissa tarkasteluissa on käytävä läpi sekä päätuotteen että sivutuotteiden (elektrolyyssivedyn tapauksessa mm. happi ja hukkalämpö) käyttäjät ja ostosopimukset, muut tulonlähteet ja hybridihankkei-



Karoliina Rytönen, Bergmann Attorneys at Law avasi vetyprojektien käynnistämiseen liittyviä juridisia solmuja.

den synergiat). Energian hankintatapa ja hinnanmuodostus, tuotannon portfoliorakenne sekä laitoskokonaisuus (teknologian maturiteetti, suorituskyky ja skaalautuvuus sekä eri toiminnallisuuksien komponentit) vaativat oman tarkastelunsa.

Kokonaisuutena hankekehityksen suurimmat haasteet ovat useimmiten lupakriteereiden soveltamisessa vetyyn, verkko-sääntelyssä, käsittelyajoissa ja yleisessä epävarmuudessa ennen kuin käytännöt vakiintuvat. Alalla nuo suuret haasteet yleensä tiedetään ja niihin osataan reagoida. Maa-oikeuksia ei välttämättä aina pidetä isona asiana, ja siksi niissä voi tulla erehdyksiä ja takapakkeja, jotka aiheuttavat pieniä, mutta ikäviä viime hetken töyssyjä. Esimerkiksi tieoikeuksien varmistaminen unohtuu kovin helposti.

Vetyhankkeen luvitusta puolestaan tarkasteli Nordic Ren-Gas Oy:n hankekehitysjohtaja **Tiina Salonen**. Nordic Ren-Gas on maamme johtava vetyalan kehittäjä, jolla on kuusi vetytalouden P2G-hanketta kehityksessä Suomessa. Hankkeissa tehdään tuulisähkellä vedestä vetyä, joka metanoidaan voimalaitoksen palokaasuista talteen otettua hiilidioksidia käyttäen ja myydään nesteytetynä asiakkaalle. Prosessissa syntyvä hukkalämpö johdetaan kaukolämpölaitoksen lämpöverkkoon. Sivutuotteena syntyvälle hapelle etsitään vielä käyttäjä.



P2G-hankkeet sijaitsivat Tarastenjärvellä Tampereella, Kymijärvellä Lahdessa, Pursialassa Mikkelissä, Korkeakoski&Mus-salossa Kotkassa, Aittaluodossa Porissa ja Keravalla. Hankkeissa on yhteensä yli 500 MW elektrolyyseritehoa ja 200 MW metaanitehoa. Hukkalämmöstä voidaan hyödyntää kaukolämpönä 200 MW. Hankkeiden YVat ovat kuuden ELY-keskuksen ja ympäristö-luvat kolmen AVIn toimialueella.

Hankkeiden pääasiakasryhminä ovat raskaan liikenteen pitkän matkan rekat, joiden sähköistys on hankalaa, sekä kaukome-riliikenteen laivat. Kohdeajoneuvot kattavat noin 22 % rekkaliikenteen ajoneuvomäärästä, mutta niiden polttoaineen kulutus on 64 % kokonaiskulutuksesta. E-metaani tarjoaa tälle liikenteelle hiilidioksidittoman vaihtoehdon.

Pisimmälle ovat edenneet Tampereen ja Lahden hankkeet, joiden tuotanto on suunniteltu alkavaksi vuonna 2026. Tampereen laitoksen elektrolyyseriteho on 150 MW, ja kaukolämpöä laitos tuottaa vuodessa 600 GWh. Metaanin vuosituotanto on 35 000 tonnia, ja Ren-Gas on allekirjoittanut Gasumin kanssa pitkäaikaisen e-metaanin myyntisopimuksen 160 GWh:n e-metaanimäärälle. Ren-Gas on saanut Tampereen laitokselle 46 M€ investointituen työ- ja elinkeinoministeriöltä.

EU:n ilmastopolitiikka ja regulaatio kehittyvät vauhdilla. EU on antanut delegoidut säädökset muille kuin biologista alkuperää oleville (RFNBO) polttoaineille. Ensimmäinen säädös määrittelee, millainen sähkö las-ketaan 100 % uusiutuvaksi, ja toinen säädös määrittelee laskentakaavan RFNBO-poltto-aineiden päästövähennykselle. RFNBO-poltto-aineiden päästövähennyksen elinkaaren ajalta täytyy olla vähintään 75 % fossiiliseen vertailuarvoon 94 gCO<sub>2</sub> eq/MJ verrattuna.

P2G-hankkeet tarvitsevat useita lupia. Tarvitaan YVA-menettely ELY-keskusten yhteisen koordinoitunutta mukaisesti. Ympäristöluvan hankinnassa voidaan hyödyntää vihreän siirtymän hankkeiden etusija-ase-maa. Asemakaavan muutos voidaan toteuttaa rinnakkain YVA-menettelyn kanssa. Vielä tarvitaan kemikaali- ja turvallisuuslupa sekä rakennuslupa. Tampereella koko luvitusmenet-telyn läpikäymiseen tarvittiin noin 3,5 vuotta.

Olennaista YVA-luvitusmenettelyssä on päästövähennysten laskenta; missä päästöt vähenevät ja miten ne lasketaan? Lisäksi joudutaan tarkastelemaan muita oleellisia ympäristövaikutuksia, joiden merkittävyys riippuu hankkeen sijainnista: tällaisia ovat mm. melu- ja vesistövaikutukset, ilmasto-riskit sekä onnettomuus- ja häiriötilanteet. Ympäristöluvan näkökulmasta P2G-tekno-

logia on uutta, ja BAT-päätelmät sekä ko-kemukset teollisista olosuhteista puuttuvat. EU:lakaan ei ole vetytaloudelle suoraan so-veltuvia BAT-päätelmiä, joten kansallisella tasolla tarvitaan yhtenevä käytäntö.

Nordic Ren-Gasin kokemusten mukaan hankekehittäjän näkökulmasta katsottuna avainasemassa on avoin ja runsas kommu-nikaatio viranomaisten ja konsulttien kans-sa. Yhdenmukaiset käytännöt ovat tärkeitä hankekehityksen kannalta. Viranomaisten ja muiden sidosryhmien kiinnostus vetytalout-ta kohtaan on suurta, ja parhaat käytännöt muotoutuvat kokemusten kautta.

### Vetytalouden koulutusta tarjolla

Vetytalousalan koulutusta koskevan osion käynnisti FITech-yliopiston operatiivinen johtaja **Sanna Viitanen** esittelemällä FI-Tech Hydrogen -koulutuspaketin. FITech on vuonna 2017 perustettu verkosto, johon kuuluu nykyään yhdeksän yliopistoa, Tek-nologiateollisuus ja Tekniikan Akateemiset TEK (ks. esim. Materia 4/2018 ss. 74-76). Tähän mennessä FITech on järjestänyt yli 2 000 kurssitoteutusta, kouluttanut 17 000 aikuisopiskelijaa ja tarjonnassa on koko ajan 200-300 kurssia.

FITech kehittää tekniikan alan koulutusta ja vastaa ketterästi tekniikan alalla nouseviin osaamistarpeisiin sekä tutkintokoulutuksen että jatkuvan oppimisen kautta. Osaamistarpeisiin on vastattu erityisesti digitalisaation ja uusiutuvan energian aloilla toteutetuilla koulutusprojekteilla, joista yhtenä esimerkkinä on vuosina 2023-2025 toteutettava ja Aalto-yliopiston koordinoima FITech Hydrogen.

FITech Hydrogen -koulutuspaketin kehittämisessä on ollut mukana yliopistojen ja järjestöjen lisäksi myös alalla toimivia yrityksiä ja järjestöjä, mm. Neste, ABB, P2X Soluti-ons, H<sub>2</sub> Cluster Finland ja Energiateollisuus. Koulutuspaketti pohjautuu vetytalouden ko-ko arvoketjuun, johon on lisätty taloutta ja politiikkaa. Peruskurssina on kuudesta mo-dulista koostuva Introduction to Hydrogen Economy, ja muita kursseja on sekä vedyn tuotannon, kuljetuksen ja varastoinnin että loppukäytön alueilta. Läpileikkaavia opin-toja ovat projektijohtaminen, projektikurs-sit ja kiertotalous.

Maaliskuussa 2024 alkava FITech Hyd-rogen-projektikurssi on tarkoitettu vetyta-louden parissa toimivien yritysten työntekijöille. Sen projektiaiheina keväällä 2024 ovat vedyn puhtauden mittaaminen sekä ve-dytankkausaseman sijoittaminen. Opiskelijat voivat ehdottaa myös omia projektiaiheitaan. Opiskelijoina on pääosin aikuisopiskelijoita,

mutta joka ryhmään otetaan mielellään mu-kaan myös yliopisto-opiskelijoita.

Tampereen yliopiston rakennetun ym-päristön tiedekunnan dekaani **Pekka Verho** kertoi yliopistossa syksyllä 2023 käynnisty-neestä energiamurroksen tutkinto-ohjelmas-ta. Ohjelman taustalla on energijärjestelmän nopea uusiutuminen eli energiamurros, jon-ka ajavina voimina ovat ilmastomuutoksen hillintä ja geopolitiikka. Murroksessa ener-gian tuotanto irtautuu fossiilisista lähteistä kohti uusiutuvaa energiaa ja energian käy-tössä sähköistyminen on keskiössä. Tämän murroksen tulee näkyä myös koulutuksessa.

Energiamurroksen tutkinto-ohjelma on poikkitekinen tutkinto-ohjelma täyden-nettynä yhteiskunnallisella näkökulmalla. Se kytkeytyy nykyisistä hakukohteista vah-vimmin sähkötekniikkaan, ympäristö- ja energiatekniikkaan, automaatiotekniikkaan sekä rakennustekniikkaan. Mukaan on saa-tu myös energiapolitiikan opintoja. Kaikille tutkinto-ohjelmille yhteisten perusopintojen jälkeen tulevat aineopinnot ja kandidaatintyö toimivat polkuna maisteri- eli DI-vaiheen syventäviin opintoihin.

Syventävät opinnot voivat painottaa sektori-integraatioon, sähköenergiajärjes-telmiin, uusiutuviin sähköenergiateknolo-gioihin, energia- ja biojalostustekniikkaan, tehoelektronikkaan ja elektromekaniikkaan, älykkäisiin työkoneisiin ja kestävään kuljetus-tekniikkaan. Sekä aineopinnoissa että syven-tävissä opinnoissa on mukana sekä pakollisia että valinnaisia opintoja. Energiamurros on mahdollinen sivuaineena myös muille tut-kinto-ohjelmille.

Energiamurroksen tutkinto-ohjelman ensimmäinen opiskelijavalinta syksyllä 2023 onnistui hyvin. Ohjelmaan saatiin noin 40 tutkinto-opiskelijaa, joista puolet oli tyttö-jä. Lisäksi ohjelmassa aloitti AMK-taustalla DI-vaiheessa 20 opiskelijaa, joten ohjelman ensimmäiset diplomi-insinöörit valmistu-vat jo vuonna 2025. Energiamurroksen tut-kinto-ohjelman opiskelijoilla on myös jo oma kilta.

### Päivä päätökseen

Päivän päätössanat lausui Pirkanmaan Liiton suunnittelujohtaja **Ruut-Maaria Rissanen**. Hän totesi, että vetytalous täytyy tehdä yh-dessä, ja päivä on ollut innostava. Hän kiitti päivän järjestäjiä, esitelmäitsijöitä ja yleisöä ja toivotti turvallista kotimatkaa. ▲

# Hiekka-akku vauhdittaa tuuli- ja aurinkoenergian kasvua

Polar Night Energyn kehittämä hiekka-akku mahdollistaa puhtaan ja edullisen energiantuotannon. Hiekka-akkujen lämmönvarastointimateriaalina voi käyttää joustavasti erilaisia hiekan kaltaisia materiaaleja – esimerkiksi Tulikiven vuolukivimursketta.

**M**aailmanlaajuinen energiajärjestelmä on suuren haasteen edessä. Energian tarve kasvaa, mutta samalla fossiilisten polttoaineiden käyttö on lopetettava ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi.

Energian varastointi on keskeisessä roolissa, kun siirrymme fossiilisista polttoaineista säästä riippuvaisiin uusiutuviin energialähteisiin, kuten aurinko- ja tuulivoimaan. Energiaintensiivinen lämmitysala on kuitenkin jäänyt pahasti jälkeen sähköistymisessä, koska saatavilla ei ole ollut edullista tapaa varastoida suuria määriä energiaa.

Yhden ratkaisun näihin ongelmiin tarjoaa tamperelainen Polar Night Energy, joka suunnittelee ja valmistaa korkean lämpötilan lämpöenergiavarastoja. Yrityksen kehittämä hiekka-akku mahdollistaa tuuli- ja aurinkoenergian tuotannon merkittävän kasvun ja fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämisen.

Yhden ratkaisun näihin ongelmiin tarjoaa tamperelainen Polar Night Energy, joka suunnittelee ja valmistaa korkean lämpötilan lämpöenergiavarastoja. Yrityksen kehittämä hiekka-akku mahdollistaa tuuli- ja aurinkoenergian tuotannon merkittävän kasvun ja fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämisen.

## Uusi kiinteän aineen lämpöenergiavarasto

Hiekka-akku varastoi energiaa korkean lämpötilan lämpönä hiekkaan tai muuhun samankaltaiseen kiinteään materiaaliin.

Hiekka-akku, joka lämmitetään jopa 600 °C keskilämpötilaan, on rakenteeltaan yksinkertainen, kestävä ja muokattavissa asiakkaan tarpeisiin, mikä johtaa kustannustehokkaaseen energian varastointiin.

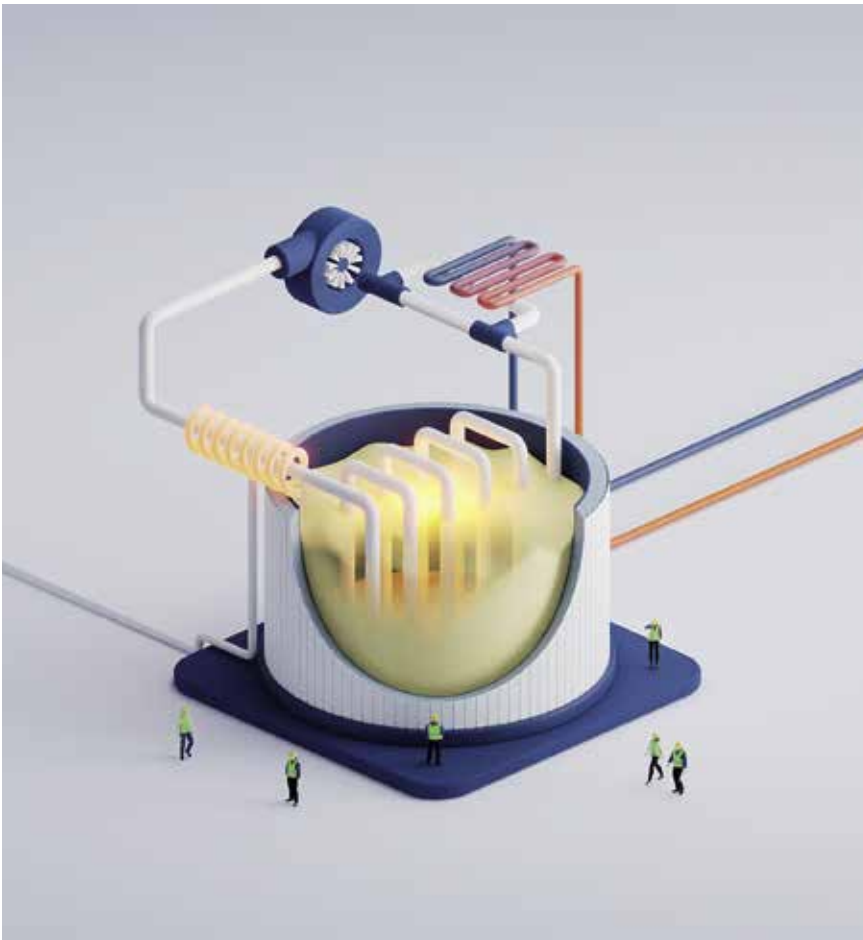
Polar Night Energy on kehittänyt latausalgoritmeja, joiden avulla lämpöenergiavarasto voi tehokkaasti hyödyntää sähkömarkkinoiden halvimpia tunteja tai asiakkaan omaa ylimääräistä uusiutuvan energian tuotantoa. Halpojen SPOT-hintojen lisäksi hiekka-akun operaattori voi saada lisätuottoja osallistumalla reservimarkkinoille, joiden tarkoituksena on tasapainottaa sähköverkkoa.

Hiekka-akun mahdolliset sovellukset ovat monipuoliset: 36 prosenttia kaikesta teollisuuden prosessilämmöstä on lämpötila-alueella 60–400 °C, mikä vastaa hyvin Polar Night Energyn ratkaisun ulostulolämpötiloja. Suuri osa näistä prosesseista toimii tällä hetkellä öljyllä tai kaasulla, eikä niitä ole helppo korvata polttoon perustumattomilla teknologioilla.

Maailman ensimmäinen kaupallinen hiekka-akku sijaitsee Vatajankosken voimalaitosalueella, jossa se tuottaa lämpöä Kankaanpään kaukolämpöverkkoon. Kyseinen hiekka-akku on noin neljä metriä leveä ja seitsemän metriä korkea terässäiliö, jonka sisällä on patentoitu automaattinen lämmönsiirtojärjestelmä ja sata tonnia hiekkaa. Vatajakosken hiekka-akun lämmitysteho on 100 kW ja varastoimiskyky 8 MWh.

## Suurempi hiekka-akku Pornaisiin

Polar Night Energy ja kaukolämpöyhtiö Loviisan Lämpö sopivat maaliskuussa 2024 teollisen mittakaavan hiekka-akun rakentamisesta Pornaisiin. Uuden hiekka-akun teho on 1 MW ja varastointikapasiteetti



Polar Night Energyn hiekka-akku on korkean lämpötilan lämpöenergiavarasto. Hiekka-akun tarkoitus on varastoida tuuli- ja aurinkoenergiaa, tasapainottaa sähköverkkoa ja tuottaa lämpöä ilman polttamista.





Polar Night Energyn Matti Ulvinen ja Tommi Eronen yhdessä Loviisan Lämmön Mikko Paajasen ja CapMan Infran Sauli Antilan kanssa Pornaisissa. Uusi hiekka-akku rakennetaan vanhan kaukolämpölaitoksen viereen.

100 MWh. Se on noin kymmenkertainen vuodesta 2022 Kankaanpäässä toimineeseen hiekka-akkuun verrattuna.

”Loviisan Lämpö etenee kohti ilmastoystävällisempää energiantuotantoa. Hiekka-akun avulla voimme merkittävästi vähentää polttamalla tuotettua energiaa ja luopua kokonaan öljyn käyttämisestä”, sanoo Loviisan Lämmön toimitusjohtaja Mikko Paajanen.

Hiekka-akusta tulee noin 13 metriä korkea ja 15 metriä leveä, ja sen väliaineena tullaan käyttämään Tulikiven varaavien tulisijojen tuotannon sivuvirtana syntyvää vuolukivimurskettä. Murskettä tarvitaan noin 2000 tonnia eli tuhannen vuolukivitakan painon verran.

”Valitsemme väliaineen aina asiakkaan tarpeiden mukaan. Erilaisten materiaalien tutkiminen ja testaaminen on meille tärkeää, jotta pystymme käyttämään materiaaleja, jotka ovat ominaisuuksiltaan sopivia, kustannustehokkaita ja kiertotaloutta edistäviä”, sanoo Polar Night Energyn operatiivinen johtaja **Liisa Naskali**.

### Valtavasti valinnan varaa

Hiekka-akkujen lämmönvarastointimateriaalina voi käyttää joustavasti erilaisia hiekan kal-

taisia materiaaleja. Käytetyt materiaalit voivat olla esimerkiksi paikallisten teollisuusprosessien sivutuotteita, kuten vuolukivimurskettä. Materiaalin olennaiset lämpöfysikaaliset ominaisuudet ovat tiheys, ominaislämpökapasiteetti ja lämmönjohtavuus.

Vaikka suunnittelu ei ole kovin herkkä raekoon suhteen, niin melko laaja partikkelikokojakauma olisi toivottavaa. Pienet partikkelit täyttävät aukot, jotka suuremmat jättävät ja sopiva osuus 10–40 mm kokoisia rakeita lisää sekoituksen lämmönjohtavuutta ja tiheyttä. Tällainen jakauma on yleinen kaivosten ja louhosten sivutuotteissa, ja se voidaan monesti saavuttaa jopa ilman murskaamista tai seulomista.

### Kasvun kausi

Polar Night Energy sai viime huhtikuussa 7,6 miljoonan euron seed-rahoituksen. Rahoitus tullaan käyttämään yrityksen kasvun vauhdittamiseen ja sähköntuotannon mahdollistavan varastointiteknologian kehittämiseen. Rekrytoinnit myynnin sekä tutkimus- ja kehitystiimien kasvattamiseksi on jo aloitettu.

Sijoituksella on suuri merkitys Polar Night Energyn vision toteuttamisessa eli energiantuotannon hiilidioksidipäästöjen

vähentämisessä ja yrityksen kehittämisessä maailman johtavaksi lämpöenergiavarastojen toteuttajaksi.

”Olemme erittäin tyytyväisiä rahoituskierroksen tulokseen, varsinkin kun ottaa huomioon nykyisen haasteellisen rahoitusympäristön. Odotamme innolla uutta kasvun ja kehityksen vaihetta”, sanoo Polar Night Energyn toinen perustaja **Markku Ylönen**.

Yritys kehittää hiekka-akustaan versiota, joka pystyy muuntamaan varastoidun lämmön takaisin sähköksi eli Power-to-Heat-to-Power-järjestelmää (P2H2P-järjestelmä). Yritys on aloittanut kahden vuoden kehitysprojektin, jonka aikana järjestelmä on tarkoitus suunnitella ja kaupallistaa. ▲

TEKSTI MIIKA PELTOLA,  
VIESTINTÄPÄÄLLIKKÖ,  
POLAR NIGHT ENERGY

KUVAT POLAR NIGHT ENERGY,  
SIMO HEIKKINEN,  
MARJAANA MALKAMÄKI

# Vuolukivimursketta lämmönvarastointiin

**T**uuli- ja aurinkoenergian tuotannon osuuden kasvaessa energian varastoiminen on noussut entistä tärkeämmäksi. Varastoinnin avulla tuulisina ja aurinkoisina jaksoina syntyvä ”ylituotanto” voidaan varastoida ja käyttää vastaavasti tyyнинä ja pilvisinä jaksoina. Varastoitu energia auttaa pitämään sähköverkkoa tasapainossa ja toimii tarvittaessa reservi- ja säätösähköinä.

Polar Night Energy on suomalainen start-up yritys, joka suunnittelee ja valmistaa korkean lämpötilan energiavarastoja tuuli- ja aurinkoenergialle. Yrityksen kehittämä hiekka-akku mahdollistaa tuuli- ja aurinkoenergian varastoinnin yhtiön kehittämän latausalgoritmin avulla. Hiekka-akku ladataan sähköverkosta silloin, kun se energian tuotannon määrään sekä tarpeen ja hinnan kannalta on järkevää. Hiekka-akku on hyvin helposti skaalattavissa erilaisiin tarpeisiin.

Kevättalvella uutisoitiin Polar Night Energyn Loviisan Lämmölle toimittamasta hiekka-akusta, jossa väliaineena on käytetty Tulikivi Oyj:n tuotannon sivuvirtana synty-

vää vuolukivimursketta. Hiekka-akuissa voidaan käyttää lämmönvarastointimateriaalina joustavasti erilaisia materiaaleja. Materiaali voidaan valita sen ominaisuuksien ja kustannustehokkuuden perusteella. Vuolukivimurske johtaa tavanomaista hiekkaa paremmin lämpöä, jonka takia se sopii erinomaisesti käytettäväksi lämpövarastona. Periaatteessa akku toimii suuren vuolukiviunin tai -takan tavoin, luovuttaen varastoidun lämmön pehmeästi lämmitykseen.

Loviisan Lämmölle Pornaisiin toimitettu, teholtaan 1 MW:n suuruisen hiekka-akku (tai tässä tapauksessa oikeammin murske-akku) tulee olemaan noin 13 metriä korkea ja 15 metriä leveä. Vuolukivimursketta akkuun käytetään 2 000 tonnia. Akkua lämmitetään sähköllä ja lämpö hyödynnetään kaukolämpönä. Varaston kapasiteetti, 100 MWh, vastaa kesäaikaan vajaan kuukauden ja talvella vajaan viikon ajan kaukolämmön tarvetta.

Tulikiven kannalta tuotannon sivuvirtana syntyvän vuolukiven hyödyntäminen on mielenkiintoinen avaus uuteen liiketoimintaan ja parantaa vuolukivituotannon resurssitehok-



kuutta. Vuolukiven perinteiset vahvuudet, hyvä lämmönjohtokyky ja varausominaisuudet tekevät vuolukivimurskeesta hyvin potentiaalisen lämmönvarastointimateriaalin.

Vuolukiveä on hyödynnetty tulisijoissa historian hämäristä saakka. Vuolukivi on muodostunut oliviinirikkaasta kivistä kovassa paineessa ja lämpötilassa. Se koostuu pääasiassa talkista ja magnesiumkarbonaattista, magnesiitista. Pehmeä talkki antaa kivelle sen ainutlaatuisen työstettävyyden ja magnesiitti vastaavasti lujuuden sekä lämpöominaisuudet. Jopa 70 % Euroopan vuolukivivarannoista on Suomessa, pääosin Pohjois-Karjalassa ja Kainuussa. Vuolukiveä hyödynnetään tulisijoissa ja sisustuskipinä sekä talkkimalmina. Molempien tuotannossa syntyy sivuvirtoja, joiden hyödyntäminen voi avata aivan uusia mahdollisuuksia sekä sovellusalueita.

Tulikivi Oyj on varaavien tulisijojen markkinajohtaja maailmassa ja hyödyntää suomalaista vuolukiveä tulisija- ja sisustuskipituotannossaan Juuassa ja Suomussalmella. Lisäksi yritys kehittää Haaposen talkki-esityntymää tytäryhtiönsä Nordic Talc Oy:n kautta. ▲

TEKSTI: ERKKI KURONEN,  
NORDIC TALC OY  
KUVAT: POLAR NIGHT ENERGY OY





# REACH THE SET TARGET WITH DIRECTIONAL CORE DRILLING

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

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



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

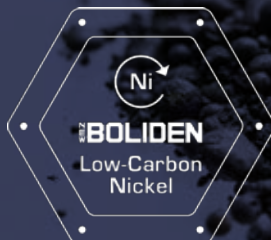
SEE THE RIGS  
IN ACTION  
[WWW.ADCLTD.FI](http://WWW.ADCLTD.FI)

**We create new and responsible ways of metal production. Will you help make it happen?**

**100**  
1924-2024

## Introducing Low-Carbon Nickel

Boliden's Low-Carbon Nickel offers a sustainable product with a minimal carbon footprint well below the global average. Thanks to recent innovations from the electric trolley line at Kevitsa mine to the state-of-the-art nickel smelter in Harjavalta, we are saving over 18,000 tons of CO<sub>2</sub> emissions yearly when producing nickel matte.



**THE BOLIDEN**

# Pyhjärven uusiutuvan energian konsortio – alueella kehitetään kolmea suurta projektia

**P**yhjärven Callio on Pyhjärven kaupungin omistama uusiutuvan energian kehitysyritys. Se on mukana kehittämässä kolmea eri projektia. Niistä ensimmäinen on 85 MW kapasiteetin akkuvaraston hankekehittäminen (*Battery as an Energy Storage System, BESS*). Akkuvarasto tulee sijaistamaan Pyhäsalmen vanhan kupari- ja sinkkikaivoksen välittömässä läheisyydessä. Seuraavat kaksi kehitettävää projektia ovat kokoluokaltaan 75MW oleva, maailman suurimmalla 1400 metrin pystysuoralla veden pudotuksella toimiva pumppuvoimala entiseen kaivoskuiluun (*Underground Pumped Hydroelectric Storage, UHPS*) sekä aurinkopuisto (*PV*).

Ruotsalaisyritys Sustainable Energy Solutions Sweden Holding AB, SENS (publ.) on rakentamassa Callion kanssa energian varastointialan yhteenliittymää. Sen tavoitteena on rakentaa Pyhäsalmen kaivokselle energian varastointiratkaisuja, jotka yhdistävät akkuvarastojärjestelmän entisessä kaivoksessa energiavarastona toimivaan pumppuvoimalaan. Pyhjärven kaupungille edellä mainitut projektit ovat suoria investointeja kuntien hiilineutraaliuspyrkimyksiin, joissa kaupunki on ollut eturintamassa jo vuosia.

Calliolle pumppuvoima- ja akkuvaras-

toprojektit ovat tärkeitä kulmakivialoitteita kaivosinfrastruktuurin uusiokäyttöön ja vihreään siirtymään. Pumppuvoiman ja akkuvarastojärjestelmän yhdistäminen lisää sähköverkon tehokkuutta, verkon vakautta ja kestävä kehitystä alueella. Yhteenliittymän muita julkistettuja talouskumppaneita ovat Pyhjärven Callion, Callion yritysruiston sekä Olccosen vihreän siirtymän teollisuusruiston ja SENSin yhteenliittymän lisäksi UB Corporate Finance Ltd sekä energia-alan hankekehitysyritys Dovre (publ.). Energia-kaupan osalta yhteistyökumppanina toimii kansainvälinen energia-alan konserni Axpo.

Callion Solar Park I:n rakentamisvaiheen käynnistymisen myötä Callion yritysruistoon on syntymässä laajasti myös muita energia-alan projekteja. Edinburghissa toimiva maanalaisiin energiavarastoihin keskittynyt yritys Gravitricity Ltd suunnittelee painovoimaan perustuvan 2 MW kokoluokan energiavaraston rakentamista käytöstä poistuneeseen 530 metriä syvään kaivoksen apukuiluun Gravitricityn teknologian teollisuusmittakaavan prototyyppiksi.

Yhtiöt ennakoivat, että Pyhjärvellä voidaan päästä ensimmäisenä Euroopassa ottamaan GraviStore -energiavarastointiratkaisu käyttöön. Painovoimaan perustuva teknologia

hyödyntää raskaita painoja, jotka riippuvat akselissa vinsseihin kiinnitetyillä kaapeleilla. Kun sähköä on liikaa, esimerkiksi tuulisena päivänä, paino vinsataan akselin huipulle sähköntuottovalmiuteen. Tämä paino voidaan vapauttaa tarvittaessa alle sekunnissa.

Vinssit toimivat generaattoreina, jotka voivat tuottaa joko suuren sähköpurkauksen nopeasti tai vapauttaa sitä hitaammin tarpeen mukaan. Akkuvarastointiin verrattuna GraviStore-järjestelmä on pitkäikäisempi. Sen arvioidaan voivan toimia jopa vuosikymmeniä ilman suorituskyvyn heikkenemistä. Pyhjärvellä käynnistynyt projekti auttaa teknologian kaupallistamisessa ja mahdollistaa teknologian tarjoamisen myös muille kaivoksille, joiden käyttöikä on loppumassa.

Pyhjärven Callion yritysruistosta on muodostumassa merkittävä uusiutuvan energian tuotannon ja varastoinnin investointien kohde. Alueen kehittyvä tuulivoimatuotanto, sähkönsiirtoinfra ja sähkömarkkinoiden muutos tekevät Calliosta entistä houkuttelevamman investointikohteen. SENS:in ja Gravitricityn tapaiset energiamurroksen etujoukon toimijat pystyvät Callion kanssa hyödyntämään vanhaa kaivosinfraa ja paikallista osaamista energiaintensiiviseen toimintaan. ▲

TEKSTI: SAKARI NOKELA







# Pyhäsalmen kaivoksen rikastehiekka-altaista aurinkosähköä

Callio Energy Park -hanke hyödyntää louhinnan päättyessä kaivoksen infrastruktuuria ja maata aurinkoenergian tuotantoon.

**P**yhäsalmen kaivos on ollut pitkään tunnettu Euroopan syvimpänä kaivoksena, ja sen louhinta on päätynyt. Kaivos saa kuitenkin uutta elämää, kun sen olemassa olevaa infrastruktuuria pyritään hyödyntämään Callio Energy Park -hankkeen myötä. Callio-Hitura Solarpark Oy on aloittanut rakennustyöt kaivoksen alueella, jonne asennetaan teollinen 13 MW aurinkopuisto käytöstä poistettujen rikastehiekka-altaiden päälle. Puisto koostuu noin 22 800 aurinkopaneelistä ja sen pinta-ala on noin 16 hehtaaria.

Aurinkopuiston rakentaminen kytkeytyy laajempaan Callio-hankkeeseen, jonka tavoitteena on luoda Pyhäsalmen kaivoksesta monipuolinen innovaatio- ja liiketoimintaympäristö. Aurinkopuisto on yksi Callio-hankkeen keskeisistä osista.

Aurinkopuisto on tärkeä sekä energiantuotannon että ympäristön kannalta. Se hyödyntää jo olemassa olevaa infrastruktuuria kaivosalueella. Lisäksi rikastehiekka-altaille rakentaminen on erityisosaamista vaativa, mutta palkitseva projekti, sillä altaat soveltuvat haastavasti uusiokäyttöön. Aurinkopuistosta voidaan tarjota Callion alueelle saapuville yrityksille paikallisesti tuotettua ja taloudellisesti kilpailukykyistä aurinkosähköä. Aurinkopuiston elinkaari on arviolta 25 – 30 vuotta.

Aurinkopuiston omistajana toimii Callio-Hitura Solarpark Oy, jonka taustalla toimivat Solarigo Systems Oy ja Skarta Energy Oy. Callio Energy Parkin aurinkopuiston rakentaa Solarigo Systems Oy. Solarigo on jo aloittanut maatyöt, ja paneeliasennus alkaa kesäkuun 2024 aikana. Puiston on määrä olla

valmis syksyllä 2024. Työ- ja elinkeinoministeriö on myöntänyt hankkeelle EU:n tarjoamaa Next Generation -tukea. Callio-Hitura Solarpark rakennuttaa Callion lisäksi Hituran kaivokselle Nivalaan vielä suuremman, 62 MW:n aurinkovoimalan.

Pyhäsalmen aurinkopuisto on erityinen siksi, että se sijaitsee kaivoksen alueella, jossa on paljon erityisvaatimuksia turvallisuuden, rakentamisen ja lupien suhteen. Suomessa on merkittävästi kaivosalueita ja erilaisia läjitysalueita, joita voitaisiin hyödyntää uusiutuvan aurinkosähkön tuotantoon. ▲

TEKSTI: MARKUS PUOSKARI



Euroopan unionin rahoittama –  
NextGenerationEU



# Liikenteen sähköistäminen alkaa mineraaleista

Ilman omiin mineraaleihin perustuvaa materiaalityöntöä eurooppalainen akkuarvoketju jää puolitiehen.

Liikenteen sähköistyminen kuluneen kymmenen vuoden aikana on ollut valtava, vuosi vuodelta nopeutunut muutos. Viime vuonna lähes joka viides maailmassa rekisteröity uusi auto oli sähköauto.

Kansainvälisen energiajärjestön mukaan suurin sähköautomarkkina on edelleen Kiina, missä uusista sähköautoista myytiin noin 60 prosenttia. Eurooppa tuli kakkosena noin 25 prosentin osuudella ja Yhdysvallat kolmantena 10 prosentin osuudella. Muualla maailmassa sähköautoistuminen on vielä alkutekijöissään.

Muutos ei kuitenkaan ole jäämässä tähän. Sähköautoista ja muista sähköllä toimivista ajoneuvoista tulee lähivuosina yhä tavallisempi näky myös meillä Euroopassa. Tämä auttaa leikkaamaan tieliikenteen hiilidioksidin, pienhiukkas- ja melupäästöjä.

Kuluttaja puolestaan saa autoilusta yhä ekologisempaa lataamalla autoonsa vihreää sähköä, joka on peräisin uusiutuvista energialähteistä.

## Kennotehaat eivät yksin riitä

Käsillä oleva sähköautoistuminen on tunnustettu Suomessakin jo vuosia sitten mahdollisuudeksi luoda uutta teollisuutta ja liiketoimintaa. Suomen Malmijalostus Oy:ssä tämä on tarkoittanut potentiaalisten kumppaneiden kartoittamista, neuvotteluiden käynnistämistä sekä uusien teollisuushankkeiden teknistä ja taloudellista valmistelua. Yhtiön strategiseksi rooliksi on määritelty vähemmistöomistajan rooli uusissa yhteisyrityksissä.

”Euroopassa on viime vuosina julkistettu monia akkuarvoketjun kehittämistä koskevia hankkeita. Suurin osa näistä koskee kuitenkin

kennotehaita. Akkukennojen valmistuksessa tarvittavien materiaalien tuotannosta ei ole tehty julkistuksia vastaavassa määrin. Tässä on hyvä muistaa, että ilman materiaalityöntöä eurooppalainen arvoketju on epätavallinen”, sanoo Suomen Malmijalostuksen toimitusjohtaja **Matti Hietanen**.

Akkumateriaaleilla tarkoitetaan prekursori-, katodiaktiivi- ja anodimateriaaleja. Prekursori on katodiaktiivimateriaalin esiaste ja katodiaktiivimateriaali katodin valmistuksessa tarvittava tuote, joka määrittää litiumioniakun suorituskykyä, käyttöikä ja turvallisuutta. Anodi on akun elektrodi, joka puolestaan määrittää pitkälti akun latausnopeuden ja lataussyklien määrän.

## Uudenlaista teollisuutta tulolla

Suomen Malmijalostuksen hankeportfoliossa on tällä hetkellä kolme eri kehitys-



ALOITUSKUVA

Kotkaan on suunniteltu CAM-tehdas.



vaiheissa olevaa akkumateriaalihanketta. Kaksi näistä sijoittuu Etelä-Kymenlaaksoon ja yksi Vaasaan.

Haminan prekursoritehdas sai helmikuussa ympäristöluvan, josta on sittemmin valittu hallinto-oikeuteen. Hankkeelle on ympäristölupahakemuksen jättövaiheessa myönnetty vihreän siirtymän etusijamenettely, joka sillä on myös oikeuskäsittelyssä.

Kotkan katodiaktiivimateriaalitehtaan ympäristölupahakemus jätettiin toukokuussa. Myös tälle hankkeelle on myönnetty vihreän siirtymän etusijamenettely.

Vaasan anodimateriaalihanke on vielä alkutekijöissään. Sen YVA-selostus julkaistaan näillä näkymin alkusyksystä.

”Olemme kärjessä tuomassa Suomeen uudenlaista teollisuutta, mikä herättää laajaa kiinnostusta. Paikallisten asukkaiden on hyvä seurata hankkeiden kehittymistä osallistumalla tilaisuuksiin ja kertomalla mielipiteensä. Tämä auttaa varmistamaan sen, että kaikki huolenaiheet tulevat käsitellyiksi”, pohtii Suomen Malmijalostuksen akkuarvoketjun johtaja **Timo Strengell**.

Esimerkiksi Haminan prekursorihankkeessa on selvitysvaiheessa tehty huolellista työtä mallintamalla toiminnan vaikutuksia, ja tehdas on saanut lupaviranomaiselta selkeät lupamääräykset, joita toiminnassa tullessa noudattamaan. Valitusten myötä käynnistyneen oikeusprosessin aikana testataan viime kädessä sitä, onko Suomeen teknis-

taloudellisesti järkevää perustaa prekursori tuotantoa.

### Lähtökohtana mineraalit

EU:n mineraaliraaka-aineiden ja akkumateriaalien tuottaminen ei ole oikeassa suhteessa eurooppalaisten kulutukseen. Olemme mineraalialalla hyvin tietoisia siitä, että tällä hetkellä EU tuottaa maailman mineraaleista noin 3 prosenttia, mutta kuluttaa noin 20 prosenttia. Akkumateriaaleissa tilanne on vielä heikempi: vain noin prosentti saadaan Euroopasta, vaikka meillä on merkittävää autoteollisuutta.

”Auton akku toimii sähköenergian varastona, jossa kemiallinen energia muunnetaan sähköenergiaksi. Tämä reaktio edellyttää mineraaleja ja niistä tuotettavia materiaaleja. Luomalla tällaista tuotantoa Eurooppaan voimme parhaiten varmistaa, että tuotanto seuraa kaikilta osin eurooppalaisia standardeja”, muistuttaa Strengell.

EU on toki tarttunut mineraalihaasteeseen ja laatinut lainsäädäntöä, jonka pohjalta Eurooppa voisi parantaa raaka-ainehuoltoa. Sen tavoitteena on nopeuttaa täällä tuotettavien raaka-aineiden saatavuutta ja jalostusta sekä vähentää strategisia riippuvuuksia. Hietanen näkee edessä kuitenkin vielä lisää haastavia vuosia.

”Tämä on pitkä tie EU:lle. Emme voi akkuarvoketjun kehittämisessä jäädä odottelemaan uusia eurooppalaisia kaivoshank-

keita, sillä ne vievät useita vuosia. Monilla EU-mailla ei ole edes tietoa siitä, mitä kriittisiä raaka-aineita niillä on alueellaan. On tärkeää ottaa ensimmäiset askeleet ja kehittää toimintaa vähitellen yhä omavaraisemmaksi”, toteaa Hietanen. ▲

TEKSTI: KATRI KAUPPILA

KUVAT: SUOMEN MALMIJALOSTUS OY

## Suomen Malmijalostus Oy:n akkumateriaalihankkeet

### pCAM

- Haminaan suunniteltu prekursorimateriaali- eli pCAM-laitos on luvitettu 60 000 tonnin vuosikapasiteetille.
- Odottaa hallinto-oikeuden ratkaisua ympäristölupapäätökseen.

### CAM

- Kotkaan suunniteltu katodiaktiivimateriaali- eli CAM-laitos on suunniteltu 60 000 tonnin vuosikapasiteetille.
- Ympäristölupahakemus kuulutettiin toukokuussa.

### Anodi

- Vaasaan kaavailussa anodimateriaalihankkeessa valmistellaan YVA-selostusta.



Haminaan on suunniteltu pCAM-tehdas.

# FINNMATERIA

PAVILJONKI JYVÄSKYLÄ 6.-7.11.2024

Pohjoismaiden johtavat  
kaivannaisteollisuuden  
erikoismessut Jyväskylässä

KEYNOTE-PUHUJINA:



**PERTTI LAMBERG**

FT, professori  
AA Sakatti Mining Oy



**MARIA LOHELA**

Maajohtaja  
Rio Tinto Exploration  
Finland Oy



**KIMMO TIILIKAINEN**

Pääjohtaja  
Geologian Tutkimuskeskus



**HANNELE POKKA**

Työelämäprofessori  
Helsingin yliopisto

Tapahtumassa yli 120 näytteilleasettajaa,  
uusimmat ratkaisut ja ajankohtaista ohjelmaa.

Tutustu ohjelmaan ja näytteilleasettajiin  
sekä rekisteröidy kävijäksi:

**FINNMATERIA.FI**

PAVIL  
JONKI

MATERIA

 Vuorimiesyhdistys  
Bergsmannaföreningen ry

Jyväskylän  
MESSUT



# Kaikki irti akkukennoista

Uusi teknologia mahdollistaa akkukennojen käyttöön täysimääräisen hyödyntämisen

**M**odernit Li-ioniakut kootaan yksittäisistä kennoista, joita voi olla yhdessä akussa useita tuhansia. Kennojen sarjakytkennästä johtuen yhdenkin kennon pimeneminen voi viedä koko akun kierrätykseen, vaikka valtaosa sen kennoista olisi edelleen täysin käyttökelpoisia. Tampereen yliopiston sähkötekniikan tutkimuksista syntynyt start-up yritys CeL-Life Technologies Oy pystyy kehittämällä teknologialla erottelemaan nopeasti jyvät akanoista eli hyvät kennot huonoista. Tämä antaa käyttökelpoisille kennoille mahdollisuuden jatkaa elämäänsä uusioakuissa. Näin viimeinenkin hetki akkukennojen käyttöästä saadaan hyödynnettyksi.

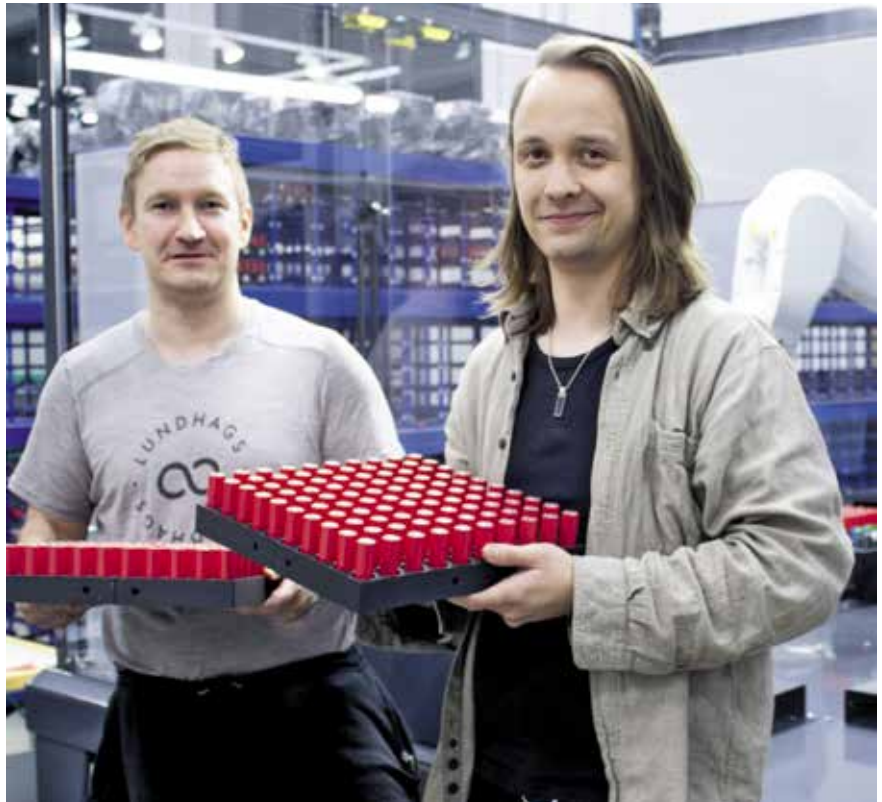
## Eri kennotyyppejä erilaisin ominaisuuksin

Litiumioniakkukennoja on monia eri tyyppiä riippuen kennon aktiivimateriaalien, erityisesti katodin seostamisesta tai pareminkin douppauksesta eri aineilla, kertoo CeLLife Technologies Oy:n toinen perustaja ja toimitusjohtaja **Roni Luhtala**. Joidenkin kennotyyppien varauskapasiteetti on suuri, mutta ne kestävät huomattavasti suuremman lataus- tai purkuvirtoja. Suuria virtoja kestävät kennotyypit taas ovat varauskapasiteetiltaan vaatimattomampia.

Eri kennotyyppien varauskapasiteetti vaihtelee välillä 5-15 Wh/kenno. Yksittäisen kennon napajännite on tyypillisesti 3,6 V, mutta se vaihtelee hiukan eri tyyppien välillä. Kennon suurin turvallinen lataus- ja purkujännite on 4,2 V; sitä suuremmat jännitteet saattavat johtaa kennon lämpötilan hallitsemattomaan nousuun ja kennon syttymiseen palamaan.

## Kennot ikääntyvät käytön myötä

Kennojen käyttöön kasvaessa eli lataus-purkukykien määrän lisääntyessä niiden varauskapasiteetti pienenee vähitellen ja lataus kestää kauemmin ja kauemmin. Ilmiö johtuu kennon sisäisen vastuksen kasvamisesta elektrodi/elektrolyytti -rajapinnalle muodostuvan kiinteän kerroksen ansiosta. Myös litiumionien takertuminen anodin pinnalle yli- tai alijännitteen ansiosta varsinkin matalissa lämpötiloissa (anodin pinnoittuminen) kasvattaa kennon sisäistä vastusta.



Tuomas Messo ja Roni Luhtala sekä kaiken keskiössä olevat akkukennosolut

Akkukennon ominaisuudet ja sen ikääntymisen nopeus riippuvat myös kennon valmistuksen laatuvahteluista. Vaihtelua voi olla aktiivimateriaalien seosainepitoisuuksissa ja puhtausasteessa, elektrolyytin koostumuksessa jne. Laadunvalvonnan pitävyys on avainasia kennojen massatuotannossa.

## Yksi kenno voi kaiken kaataa

Akkua rakennettaessa yksittäiset kennot kytketään sarjaan moduuleiksi, joiden napajännitteen maksimiksi on määritelty 60 V. Moduulit puolestaan kytketään sarjaan lopulliseksi akuksi, jonka napajännite riippuu moduulien lukumäärästä. Kymmenestä moduulista saadaan maksimissaan 600 voltin napajännitteen akku. Akun varauskapasiteetti riippuu kennojen lukumäärästä. 60 kWh:n akkuun tarvitaan keskimääräisellä 10 Wh kennokapasiteetilla 6 000 kennoa.

Sarjakytkennän vuoksi yksittäisen kennon pimeneminen johtaa koko moduulin pimenemiseen ja yhden moduulin joutumisen pois pelistä kaataa koko akun. Vastaavas-

ti yhden kennon muita nopeampi heikkeneminen kuormittaa moduulin muita kennoja enemmän ja jouduttaa niiden ikääntymistä. Kennojen ja moduulien ominaisuuksien tasalaatuisuus on siten keskeisessä roolissa koko akun toimivuuden ja käyttöön kannalta.

## CeLLife testaa, mittaa ja luokittelee kennoja

Vuonna 2022 perustetun CeLLife-yrityksen tarina alkoi siitä, kun Roni Luhtala ja yrityksen toinen perustaja **Tuomas Messo** mittailivat käytettyjen akkukennojen kuntoa käsityönä ja kehittivät mittausten menetelmiä nykyisen teknologian pohjaksi. Melko pian he havaitsivat, että käytetyt mittausten menetelmät paljastivat myös uusien kennojen valmistuksessa syntyneet laatueroja ja alkoivat miettiä teknologian kehittämistä myös massatuotannossa tarvittavan nopeuden aikaansaamiseksi.

Mietinnän, oivallusten ja Tampereen yliopiston nopean mittaustekniikan tutkimukseen pohjautuvan osaamisen yhdistelmänä

syntyi patentoitu tekoälypohjainen Electrical Fingerprint (EFP) -mittaustekniikka, joka tunnetaan maailman nopeimpana ja tarkimpana. Se mahdollistaa kennojen, moduulien ja järjestelmien nopean analyysin ja tuottaa kriittistä tietoa sekunneissa.

Mittauksia varten kennot ladotaan telineeseen soluksi ja asetetaan laitteeseen mitattavaksi. Alle kaksi sekuntia kestävässä solun testauksessa mitataan kunkin kennon sähköistä sormenjälkeä eli virtaa ja jännitettä ja tulokset saadaan yli 2 000 datapistettä.

Tätä dataa analysoimalla nähdään, miten kenno toimii mikrotasolla ja voidaan päätellä muun muassa, missä ikääntymisen vaiheessa kenno on menossa. Datan analysoinnin avulla voidaan paljastaa myös havaittujen poikkeavuuksien juurisyitä.

Mitattujen ominaisuusyhdistelmien perusteella kennot voidaan luokitella tasalaatuisiin ryhmiin, jotka ominaisuusyhdistelmänsä mukaisesti soveltuvat erilaisiin käyttökohteisiin tarkoitettujen akkujen valmistukseen. Ryhmän sisällä ominaisuuksien tasalaatuisuus on jopa uusien kennojen tuotannossa saavutettavaa parempi.

Ainutlaatuisen tekoälypohjaisesta EFP-diagnostiikasta tekee sen nopeus ja kyky käsitellä suuria määriä. Diagnostiikka soveltuu kaikille kennojen ja akkujen kemioille ja akkutyypeille. Sen avulla voidaan testata kennoja, moduuleja ja akkuja. CeL-

Life on valmis laajentamaan toimintaansa Li-ion-akuista muihin akkutyyppeihin kysynnän mukaan.

### Kilpailijat takamatkalla

EFP-teknologialla on myös kilpailijoita. Uusien kennojen tuotannossa kilpailevat tekniikat perustuvat erilaisiin kuvantamismenetelmiin sekä kevyisiin sähköisiin mittaustekniikoihin. Ne ovat selvästi EFP-teknologiaa hitaampia. Käytettyjen kennojen testauksessa käytössä on kapasiteettitesti: kennot ladotaan täyteen ja puretaan tyhjiksi. EFP-teknologiaan verrattuna testi on kuitenkin hidas eikä sillä päästä käsiksi mahdollisesti havaittujen ongelmien juurisyihin.

Merkittävä etu kilpailijoihin verrattuna on EFP-laitteiston pieni koko. Samalle tuotantolinjalle voidaan sijoittaa useita EFP-mittausyksiköitä, jolloin testauskapasiteetti moninkertaistuu. Se ei silloin muodostu tuotantoketjun pullonkaulaksi, oli kyse sitten uusien kennojen tuotannosta tai käytettyjen kennojen testauksesta ja luokittelusta.

### Käyttökohteet toistaiseksi energian varastoinnissa

Nykytilanteessa järkevintä on rakentaa uusiokäyttöön otettavista kennoista energiavarastoinnissa käytettäviä akkuja. Myös CeLLifen testattaviksi tulevat akkukennot ovat nyt pääosin parhaiten tältä sektorilta. Tulevaisuu-

desa akkukennojen uusiokäyttö laajentunee koskemaan myös liikennekäytössä olevia akkuja, jolloin EFP-teknologian markkina-alue laajentuu merkittävästi.

Myös uusien akkukennojen laadunvarmistus on osa-alue, joka on avautumassa EFP-teknologian käytölle. Tulevaisuudessa siltä odotetaan paljon, ja työ alan valloittamiseksi on jo käynnissä.

### Hyödyt ympäristönäkökohtien kautta

Kysyttäessä käytettyjen kennojen testauksen kustannuksista ja niiden vaikutuksesta kennoista kootun akun hintaan uusista kennoista koottuun akkuun verrattuna Roni Luhtala kertoo, että uuden akun kennokustannukset ovat merkittävä osa, akkutyypistä riippuen 50-70 % moduulin tuotantokuluista.

Suurilla tuotantovolyyymeilla tehokkaasti toimittaessa olisi EFP-teknologialla testattuja ja luokiteltuja kennoja käyttämällä periaatteessa mahdollista säästää jopa puolet uudenveroisen akun kennokustannuksista. Kokoonpanokustannukset puolestaan ovat melko merkittävä osa jäljelle jäävistä kustannuksista, mutta niihin ei EFP-teknologialla voida vaikuttaa.

Käytettyjen kennojen hyödyt primäärimateriaaleista tehtyihin kennoihin verrattuna tulevat toisaalta selvemmin esille ympäristönäkökohtien kuin kustannusten



Tuotannon volyymin kasvamisen myötä myös tuotantotiloja laajennetaan parhaillaan



kautta. Muun muassa EU- lainsäädännössä korjattavuus ja uusiokäyttö ovat nousemassa yhä merkittävämpään osaan, mikä avaa uusia markkinoita myös käytettyjen kennojen testaukselle. Tällä hetkellä kaikkia akkutyyppäjä ei voi korjata tai edes purkaa.

### Kierrätyskin kallista uusiokäyttöön verrattuna

Nykyään käytössä oleva kierrätysteknologia eli akkujen keräys, murskaus ja jauhminen sekä materiaalien erottelu ja puhdistus uusien kennojen tuotantoa varten on tehotonta ja kallista kennojen uusiokäyttöön verrattuna. Kaikille akkutyypeille, esim. rauta-fosfaattiakkuille ei kierrätysmenetelmiä ole vielä olemassakaan.

Lisäksi monipolvisen kierrätysjärjestelmän jokaiseen vaiheeseen liittyvät omat häviönsä, jotka edelleen nostavat kierrätyksen kustannuksia.

### Hiilijalanjäljessä säästöt merkittäviä

Kun puheeksi tulevat EFP-teknologian avulla aikaan saatavat säästöt hiilijalanjäljessä, Roni Luhtala innostuu selvästi. Pelkistä kennoista puhuttaessa säästö on lähes 100 % uusista ma-



Kennosolujen testaus on sarjatyötä.

terialeista tehtyihin kennoihin verrattuna.

Kokonaisista akuista puhuttaessa säästö on noin 80 %. Akun kokoonpanosta tulee noin 20 % sen hiilijalanjäljestä, eikä siihen voida EFP-teknologialla vaikuttaa. Käyttöiässä ei uusioakkujen ja primäärimateriaaleista tehtyjen akkujen välillä ole välttämättä merkittäviä eroja, kun lajittelu ja laadunvalvonta tehdään tarkasti uusioakkujen kohdalla.

### Eurooppa takamatkalta akkukisaan

Roni Luhtalan mukaan Eurooppa joutuu lähemmään akkukisaan melkoiselta takamatkal-

ta. Tällöin akkumateriaalien, akkukennojen ja akkujen tuotannon puhtaus ja laatu sekä ympäristötekijät tulevat olemaan meidän keskeisimpiä kilpailuvalttejamme. CeLLifen EFP-teknologia tukee omalta osaltaan näiden kilpailuvaltteien kehittymistä yliver-taisiksi globaalissa mittakaavassa.

### Suuri vaikutus raaka-ainevarantojen riittävyyteen mahdollinen

CeLLifen EFP-teknologian käyttö Li-ion-akkujen tuotanto- ja käyttöprosessissa johtaa siihen, että samasta raaka-ainemäärästä saadaan tuotetuksi enemmän akkuja ja jokaista kennoa saadaan pidetyksi käytössä sen viimeiseen väistämättömään simahdukseen saakka.

Toisin sanottuna akkumateriaaleista saadaan irti kaikki potentiaalinen hyöty ennen niiden joutumista murskauskierätykseen. Tällä voidaan odottaa olevan merkittävää vaikutusta jopa nyt pullonkaulaksi ennustettuun globaalien akkumateriaalivarantojen riittävyyteen. ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN  
KUVAT: CELLIFE TECHNOLOGIES OY



Yhdessä  
yli alojen ja  
odotusten

## Kestävästi ihmisille ja ympäristölle. Kaikki onnistuu.

- Maankäyttö
- Ympäristövaikutusten arviointi
- Pohjarakenteet ja -tutkimukset
- Kalliioleikkaukset ja kalliotilat
- Tiet, kadut, liikenne ja maisemat
- Sillat ja satamat
- Tuuli- ja aurinkovoimalat
- Kiertotalous- kiertotaloussuunnittelu

A-Insinöörien kokeneet erityisosaajat toimivat kokonaisvaltaisena asiantuntijakumppaninasi teollisuus- ja energiahankkeissa.

Tutustu palvelupalettiimme  
ja ota yhteyttä: [ains.fi](https://ains.fi)

Ihmisiä, joiden kanssa rakennat  
rohkeasti parempaa

**A-INSINÖÖRIT**



# Suomalainen konevalmistaja Avant on nyt myös akkutehdas

Vihreistä pienkuormaajistaan tunnettu Avant Tecno Oy valmistaa nyt itse myös sähkökäyttöisille laitteilleen optimoidut vihreät akkupaketit. Tehdas Ylöjärvellä aloitti akkujen tuotannon tammikuussa 2024. Yritys on valmistanut dieselkäyttöisiä pienkuormaajia jo yli 30 vuoden ajan.

Pienkuormaajien globaali markkinajohtaja ei löytänyt toimittajilta koneilleen sopivaa akkupakettia, joten yritys päätti ryhtyä valmistamaan niitä itse. Avant Tecno on liian pieni toimija isoille akkutehtaille, ja pienet akkutehtaat eivät taas pystyneet palvelemaan kohteeseen sopivalla tuotekatalogilla. Siten oman valmistuksen aloittaminen muodostui selkeästi parhaaksi tavaksi edetä. Yrityksellä on jo yksi patentti hyväksytty ja lisää haussa. Akkuja aiotaan myydä myös ulos, mutta henkilöautoihin ne ovat vielä nestejäähdytyksensä vuoksi liian painavia.

Akkujen valmistusta varten perustettu Avant Power Oy on kehittänyt itse akkutekniikan ja optimoinut niiden kapasiteetin, turvallisuuden, jäähdytyksen ja jopa hinnoittelunkin parhaalle mahdolliselle tasolle. Uudet akut kulkevat nimellä OptiTemp. Tästä voikin päätellä, että niiden merkittävin kilpailuetu on lämpötilan hallinta. Akkukennojen uppojäähdytysteknologia ylläpitää optimaalisen

lämpötilan ja antaa akulle saman kapasiteetin sekä kuumassa että kylmässä. Lisäksi nesteseen upotetut kennot ovat luonnollisesti paloturvallisempia. Lämmönhallintajärjestelmä pitää akun lämpötilan optimoituna sekä kuormaajakäytössä että laturiin kytkettynä.

Oman suunnittelutiimin tavoitteet olivat alusta alkaen korkealla. Akkujen täytyi-

si olla varustetut riittävän suurella kapasiteetilla, niiden pitäisi olla erittäin turvallisia ja valmistamisen kustannusten tulisi olla mahdollisimman alhaiset. Lisäksi akkujen tulisi soveltua kaikille markkinoille, joten uppojäähdytysjärjestelmän käyttö varmistui suunnittelun peruspilariksi.

Järjestelmä säätää akun lämpötilaa ja

## Taulukko. OptiTemp 4-moduulisen akun ja Avant e527 -mallin perustiedot:

Nimellisjännite	44,4 V
Nimelliskapasiteetti	27,1 kWh
Akun paino	n. 200 kg
Akun mitat	420×845×564 mm
Käyttöaika	6 h (keskiraskasta työtä)
Nostovoima	900 kg
Latausaika 220V	10 h
Pikalataus 400V / 32A	1,5 h



mahdollistaa yhtä tehokkaan työskentelyn kaikissa olosuhteissa. Kylmissä olosuhteissa akku esilämmittää itsensä automaattisesti ennen käyttöä, ja kuormaajaa käytettäessä lämmönhallintajärjestelmä pitää yllä parhaan mahdollisen työskentelylämpötilan. Kilpailijat harvoin muistavat ottaa huomioon kylmät työskentelyolosuhteet, mutta Avantin akkujärjestelmä toimii erinomaisesti jopa –30 asteessa esilämmityksensä ansiosta.

Akku koostuu yli 1400 pienestä kennosta, jotka tuodaan valmistajalta Japanista. Kokoonpanolinjalla toimivat robotisoidut tarkastus- ja kokoonpanopisteet, mutta myös käsityötä tarvitaan. Valmiit kennot upotetaan jäähdytysnesteeseen ja omalla tehtaalla kasattu vihreä akkupaketti löytää kaverikseen naapuritehtaalla vihreän sähkökuormaajan.

Yritys on tehnyt sähkökuormaajiin liittyvää tutkimus- ja kehitystyötä jo 1990-luvulta lähtien, ja ensimmäinen täyssähköinen kuormaaja esiteltiin vuonna 1997. Aika ei tuolloin ollut vielä lähellekään kypsä sähköisille työkoneille, joten toinen malli lan-

seerattiin pitemmän tauon jälkeen vuonna 2017. Näitä litiumioniakuilla toimivia laitteita valmistettiin noin 700 kpl ja niissä oli kolme kertaa enemmän kapasiteettia kuin 20 vuotta aiemmin.

Nyt omalla akkutekniikalla kulkeva kolmas versio tuo mukanaan yhtiölle suuret tavoitteet. Avant ennustaa sähkökoneiden saavuttavan puolet tuotantonsa kapasiteettista viidessä vuodessa. Hyviä kohderyhmiä sähkökuormaajille ovat esimerkiksi ilmastotavoitteisiin sitoutuneet kunnat, omaan sähköntuotantoon panostaneet maatilat sekä kaikenlaiset sisätiloissa raskaita töitä tekevät yritykset.

Akkutuotannon aloitus on perustettu vankalle osaamiselle. Yhtiö on investoinut paljon tuotekehitykseen ja maailmanluokan kumppaneihin. Akkuteknologian poikkeukselliset ratkaisut tuovat monia etuja ja voimakasta kansainvälistä kasvua odotetaan. Akkujen tuotanto uudenkarhealla tehtaalla alkoi tammikuussa, mutta viereisellä tehtaalla on myös tehty suuria investointeja, ja

kaikki yrityksen kuormaajat valmistuvat 36 työpisteen yhtenäisellä kokoonpanolinjalla. Jokaisen työpisteen tahtiaika on 13 minuuttia. Siten Ylöjärveltä valmistuu pienkuormaaja, niin sähköinen kuin dieselkin aina 13 minuutin välein.

Avantin kaksi uutta täyssähköistä pienkuormaajan mallia, Avant e527 ja Avant e513 sisältävät Avant Powerin itse valmistamat akut (27kWh ja 13kWh). Konemallit ovat tuttua Avant-rakennetta, mutta polttoainesäiliön sijaan tarvitaan latauskaapeli. Pakokaasuton malli on myyntivaltaisesti sisätiloissa oleviin toimintoihin. Uuden tekniikan myötä entistä pitempi käyttöaika, nopeammat latausajat, parempi akun elinikä, tehokas työskentely joka säässä sekä erittäin turvallinen kone ovat Avantin sähkömallien myyntivaltaista ja maltillista hinnoittelua unohtamatta. ▲

TEKSTI: TOMMI SAPPINEN  
LÄHTEET: AVANT POWER VERKKOSIVUT,  
AVANT LEHDISTÖTIEDOTE 19.3.2024,  
AAMULEHTI 8.3.2024  
KUVA: AVANT MEDIAPANKKI

# For A Sustainable Future

## Powders that shape your world

### Maailman johtava sinkkiprosessoidun kovametallipulverin valmistaja

Tikometille kiertotalous on sydämen asia ja ydinosaamistamme on kovametallin kierrättäminen. Prosessillamme tuemme rajallisten luonnonvarojen säästöä ja ympäristön suojelua.

**30**  
**TIKOMET**  
SINCE 1994

Tikomet Oy ● [www.tikomet.fi](http://www.tikomet.fi) ● [info@tikomet.fi](mailto:info@tikomet.fi)

# Leopard™ DI650i automaation edelläkävijä

Leopard™ DI650i -uppoporauslaite tarjoaa tuotantoporaukseen pitkäaikaisen tuottavuuden, skaalautuvan automaation ja edistykselliset teknologiaratkaisut. Ylivertainen polttoainetaloudellisuus, järeät pääkomponentit ja

helppo huollettavuus tekevät Leopard™ DI650i:stä kokoluokkansa edelläkävijän. Käänteentekevä poraus-teknologia on käytössä hiljaisessa iCab -ohjaamossa tai etäoperoinnissa – valinta on sinun.

**Autonomisen pintaporauksen aikakausi on alkanut.**







Kuvassa ovat Hytraden perustajat Anne Särkilahti ja Jukka-Pekka Häkli sekä Lead Tech Developer Mohamed Jama.

## Hytrade alentaa vihreän vedyn tuotantokustannuksia

**Suomalaisyhtiö Hytrade taistelee ilmastonmuutosta vastaan tekemällä ohjelmistopalvelun avulla vihreästä vedystä huomattavasti edullisempaa. Hytrade optimoi SaaS-ratkaisuillaan vihreän vedyn arvoketjun ja laskee tuotantokustannuksia merkittävästi. Yhtiö ryhtyy pre-seed-rahoituksen turvin jatkokehittämään palvelua tukevaa teknologiaa.**

### HYTRADEN UUSI OHJELMISTOPALVELU LASKEE VIHREÄN VEDYN TUOTANTOPROSESSIN KOKONAISKUSTANNUKSIA

Suomalainen ohjelmistoalan start-up yritys Hytrade kehittää vihreän vedyn tuotantokustannuksia alentavaa SaaS-palvelua (Software as a Service) tavoitteenaan vauhdittaa raskaan teollisuuden ja logistiikan vihreää siirtymää. Hytraden kehittämä palvelu perustuu siihen mallinnettuun vihreän vedyn arvoketjuun, jonka pohjalta optimoidaan tuotannon energiantarvetta ja joustavuutta prosessin eri vaiheissa.

Tekoälyä ja koneoppimista hyödyntävä palvelu hoitaa uusiutuvan sähkön kulutuksen ja kaupankäynnin kustannustehokkaasti analysoiden tuotantoprosessin joustavuutta ja sähkön reaaliaikaista markkinahintaa. Hytrade laskee tuotantoprosessin kokonaiskustannuksia ja parantaa uusiutuvan vedyn sekä sen johdannaisten kilpailukykyä.

”Hiilestä irtautuminen raskaan teollisuuden ja liikenteen sektoreilla on välttämätöntä ilmastonmuutoksen torjumisessa. Vihreä vety on uusiutuva ja monipuolinen raaka-aine muun muassa teräksen, lannoitteiden ja polttoaineiden valmistuksessa.

Korkeiden kustannusten vuoksi sen laaja käyttöönotto ei vielä tähän mennessä ole ollut tarpeeksi kannattavaa ja kannustavaa. Hytrade vastaa tähän haasteeseen yhdistämällä tekoälyn, koneoppimisen, trading-osaamisen ja uusimman ohjelmistoteknologian raskaan teollisuuden energiankulutukseen ainoalaatuisella ja innovatiivisella tavalla”, kertoo Hytraden perustaja ja toimitusjohtaja **Anne Särkilahti**.

Hytrade on herättänyt jo varhaisessa vaiheessa suurta kiinnostusta vihreää vetyä valmistavien ja hyödyntävien toimijoiden keskuudessa. Yhtiö on juuri saanut päätökseen ensimmäisen rahoituskierroksensa ja ryhtyy nyt pre-seed-rahoituksen turvin jatkokehittämään ohjelmistopalvelua tukevaa teknologiaa.

### HYTRADE VASTAA VEDYSTÄ RIIPPUVAISTEN TOIMIALOJEN UUSIIN TARPEISIIN

Vihreä vety nähdään yhtenä keskeisimmistä energiaratkaisuista ilmastonmuutoksen torjunnassa etenkin raskaan teollisuuden sektoreilla sekä muun muassa laiva- ja lentoliikenteessä. Tällä hetkellä yksi uusiutuvan vedyn hyödyntämisen suurimmista esteistä on sen kallis hintalappu fossiili-

sista raaka-aineista valmistettuun vetyyn verrattuna. Energiamarkkinoilla on vihreän vedyn valmistuksessa merkittävä rooli, sillä prosessiin tarvitaan tiukoilla reunaehdoilla valtava määrä uusiutuvalla energialla tuotettua sähköä, jonka hetkittäistä tuotantomäärää ja markkinahintaa on vaikeaa ennustaa.

Hytraden perustajat ovat tehneet pitkän uran energia-alalla ja heillä on vahvaa osaamista raskaan teollisuuden sähkökulutuksesta ja tradingista. Visio ohjelmistopalvelun kehittämisestä syntyikin raskaan teollisuuden sektorin kasvaneesta tarpeesta optimoida uusiutuvan energian kulutusta.

”Uusiutuvan sähkön energiantuotannon ennustamisen yhdistäminen teolliseen vedyntuotantoprosessiin sekä sähkömarkkinoilla tapahtuvaan kaupankäyntiin ja tasehallintaan on monimutkainen tehtävä. Hytrade antaa vihreän vedyn tuottajalle arvokkaan kokonaiskuvan arvoketjusta, joka antaa heille paremmat mahdollisuudet hyödyntää teollisen sähkökulutuksen joustavuutta ja optimoida uusiutuvan sähkön hintaa”, Hytraden perustaja ja operatiivinen johtaja **Jukka-Pekka Häkli** kertoo. ▲

TEKSTI JA KUVA: HYTRADE

# Laserspektroskopian ja tekoälyn hyödyntäminen alkuaineanalyysissä

Satakunnan ammattikorkeakoulun (SAMK) RoboAI tutkimus- ja tuotekehityskeskuksessa toimiva RoboAI Green -tiimi keskittyy tutkimuksessaan teknologiametallien ja akkumateriaalien kiertotalouteen. Tutkimuksen tavoitteena on kehittää menetelmiä materiaalien tehokkaaseen ja turvalliseen tunnistukseen ja erotteluun. Menetelminä tutkimuksessa käytetään mm. laserspektroskopiaa, tekoälyä, konenäköä ja robotiikkaa yhteistyössä sisartiimin RoboAI Industryn sekä muiden SAMKin osaajien kanssa.

Tiimin toiminnan pohja luotiin RoboAI Green -hankkeessa, jossa Prizztech Oy ja SAMK ryhtyivät kehittämään Satakunnalle järjestelmällistä tapaa tukea teknologiametallien kiertotalouden kokeiluja ja liiketoimintaa sekä parantaa alueen metallurgista osaamista. Hankkeessa toteutettiin useita käytännön pilotteja, joista yhtenä kohokohdantana mainittakoon laserspektroskopialaitteiden kehittäminen. Tavoitteena oli palvella alueen yrityksiä kiinteiden ja sulien metallien alkuaineanalyysissä.

Tärkeä tutkimuksen painopiste oli laserspektroskopian ja SAMKin vahvan tekoälyosaamisen yhdistäminen. Hankkeessa käynnistettiin tutkimus sen selvittämiseksi, voisiko tekoälyllä korvata asiantuntijat spektrien analysoinnissa. Työssä on riittänyt haasteita, ja menetelmän kehittämistä on jatkettu edelleen eri näkökulmista.

- Hankkeen myötä RoboAI Green -tiimi sai vahvan startin. Tällä hetkellä noin 10 tutkijaa työskentelee tiimissä, tutkimuspäällikkö **Pekka Suominen** kertoo. Tutkimuksen painopisteenä on laserspektrometrin ja tekoälymenetelmien kehittäminen sekä akkujen kiertotalouden edistäminen uusien tunnistusmenetelmien avulla.

- Tutkimus keskittyy tällä hetkellä sulan metallin ja akkumateriaalien online-analy-



*Ensimmäinen laserspektroskopialaitteisto kehitettiin RoboAI Green -hankkeessa, jossa kertynyttä osaamista on hyödynnetty uusissa tutkimushankkeissa.*

sointiin. Kierrätysmateriaalien käytön edistämiseksi on tärkeää tunnistaa alkuainepitoisuuksia mahdollisimman tarkasti. On kyettävä tunnistamaan niin arvokkaita alkuaineita kuin haitta-aineitakin, jotka voisivat pilata jatkojalostusprosessin, Suomenen jatkaa.

## Laserspektroskopia akkumateriaalien tunnistamisessa

AIST-hankkeessa (A novel AI-based Spectroscopic Technique and a future-ready research laboratory for recycling of battery materials) selvitetään, pystyykö tekoälyn pohjautuva laserspektroskooppinen menetelmä tunnistamaan ja lajittelemaan akkumateriaaleja niin hyvin, että menetelmää olisi mahdollista soveltaa teollisuuden pro-

sessien valvontaan ja säätöön. Hankkeessa on kaksi pääkysymystä. Ensimmäinen askel on selvittää, saadaanko itse kehitetyllä laserspektrometrillä tuotetuksi akkumateriaaleista luotettavaa dataa tekoälymallille. Koska on vaikeaa saada mitattavaksi tekoälymallin kehittämiseen tarvittavia satoja tai tuhansia erilaisia näytteitä, hankkeessa käytetään myös simuloitua dataa tekoälymallin opetukseen. Suuri datamäärä on tarpeen, jotta menetelmä olisi hyödynnettävissä laajasti myös sellaisille akkunäytteille, joilla laserspektroskooppia ei ole kalibroitu. Laaja ja monipuolinen datapohja on edellytyksenä sille, että akkumateriaaleja tai niiden sisältämiä tiettyjä alkuaineita ja niiden koostumuksia olisi mahdollista tunnistaa erilaisissa materiaalmatriiseissa. Jotta simuloitu spektridata olisi hyödyllistä, sen tulisi olla ”kuin kokeellinen data”. Riittävän hyvän mallin kehittäminen onkin toinen oleellinen osa työtä.

- Hankkeessa työskentelevät tutkijat ovat saaneet viritetyksi laserspektrometrin ja datankäsittelyn sellaiseen tarkkuustasoon, että järjestelmämme pärjää kaupallisille kannettaville laserspektrometrien malleille. Koostumuksen analysoinnissa pääsemme laserspektroskoopin suorituskyvyn puolesta tällä hetkellä muutaman prosentin tarkkuustasoon. Vielä riittää siis kehitettävää akkumateriaalien analysointia ajatellen.

- Haasteita tuottavat näytteiden heterogeenisuus, epätasaisuus ja muut reaali maailman tekijät. Kuitenkin näiden samojen haasteiden ratkaiseminen toisi järjestelmän lähemmäksi teollista hyödynnettävyyttä. Ja ratkaisujen etsimiseen tutkijoihimme on myös todella sekä intoa että osaamista, hankkeen projektipäällikkö Johanna Valio kiittelee. Hankkeessa työskentelee RoboAI Green -tiimin tutkijoiden lisäksi post doc -tutkija Oulun yliopiston Kestävän kemian tutkimusyksiköstä sekä väitöskirjatutkija Tam-





*Tekoölymallin kehittäminen vaatii paljon mittausdataa ja monipuolisia näytteitä.*

pereen yliopistosta, sovelletun optiikan tutkimusryhmästä.

– Ensimmäiset musta massa -mittaukset on juuri tehty. Yksi tekoölytutkijoistamme totesi, että mustan massan mallinnuksessa on aivan uudenlaisia haasteita edessä. Samaan hengenvetoon hän totesi, että juuri näihin vaikeisiin tapauksiin tekoölyä kannattaakin hyödyntää.

### Laserspektroskopia sulan metallin analysoinnissa

SUMEA-hankkeessa (Sulan metallin analysointimenetelmällä kansainväliseksi tienne näyttäjäksi) pyritään tunnistamaan keinoja kierrätysraaka-aineen käytön lisäämiseksi sulattoprosesseissa. Hankkeessa suunnitellaan ja toteutetaan laboratorio-olosuhteissa koejärjestely sulan metallin analysoimiseksi

## LIBS menetelmä

LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) menetelmä perustuu laserpulsilla höyrytettyyn näytemateriaaliin ja siten syntyneen plasman lähettämän karakteristisen atomiemissiospektrin analyysiin.

Laitteisto koostuu tyypillisesti nanosekuntiluokan laserista, jolla luodaan materiaaliin kohdistettavat korkeaintensiteettiset laserpulsit. Laserin pulssitaajuus voi olla suuruusluokkaa 1 Hz – 10 kHz. Yksittäisen pulsin energia on tavallisesti suuruusluokkaa 0,1-100 mJ. Lasersäde kohdistetaan näytteeseen optiikan avulla. Lasersäteen fokuoinnilla näytteeseen kohdistuva tehotiheys on 10 GW/cm<sup>2</sup>. Laserpulsin energia muuttuu näytteessä lämmöksi ja suuren tehotiheydensä vuoksi höyryttää näytteestä heikosti ionisoituneen plasman, jonka lämpötila on suuruusluokkaa 10 000 K.

Plasman sisältämien atomien ja ionien viritystilojen purkautuessa emittoituu alkuaineelle karakterista säteilyä, joka kerätään keräysoptiikan ja valokuidun avulla spektrometrille. Spektrometrissa valo hajotetaan eri aallonpituuksiin joko prisman tai hilarakenteen avulla ja heijastetaan CCD- tai CMOS-kamerakennolle, joka tallentaa syntyneen spektrikuvan analysoitavaksi.

LIBS-menetelmän erityisiä etuja ovat näytteenotonopeus sekä näytteen valmistelun vähäisyys. Menetelmällä voidaan havaita kaikki alkuaineet, toisin kuin esimerkiksi XRF-menetelmällä, joka soveltuu tyypillisesti magnesiumia raskaammille alkuaineille. LIBS-menetelmä soveltuu myös kaikille aineen olomuodoille eli kiinteille, nestemäisille ja kaasumaisille materiaaleille, ja mittaus voidaan tarvittaessa suorittaa useidenkin metrien päästä.

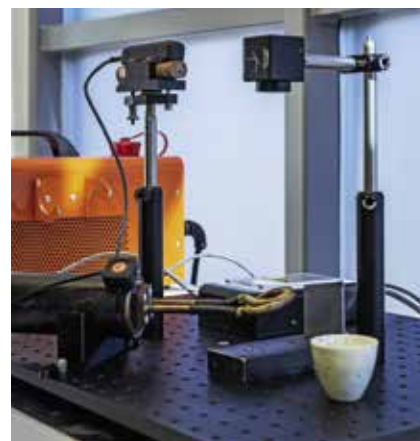
LIBS-menetelmää käytetään mm. geologiassa maaperänäytteiden analysointiin niin Maassa kuin Marsissakin sekä kierrätysmateriaalien luokitteluun ja alkuainepitoisuuksien määrittämiseen.

Tulevaisuudessa tekoölyn hyödyntäminen spektrien tunnistamisessa ja analysoinnissa nostaa menetelmän nopeuden, tarkkuuden ja analyysien laajuuden aivan uudelle tasolle.

LIBS-menetelmää hyödyntämällä. Kokeessa testataan sulan tinan ja alumiinin koostumuksen määrittämistä. Onnistuessaan sulan metallin analysointia olisi mahdollista hyödyntää prosessiteollisuudessa sulan metallin alkuainepitoisuuksien online-mittauksissa. Tämä mahdollistaisi teknologiametallien paremman kierrätettävyyden, mikäli prosessiohjauksen kannalta merkittävistä alkuainepitoisuuksista saataisiin tietoa jo tuotantoprosessin alkuvaiheessa. Nykyisin metalliteollisuudessa alkuaineet ja niiden pitoisuudet määritetään tavallisesti ICP-OES-analyysitekniikalla. Sulasta otetaan näyte, annetaan sen jähmettyä ja kiinteä näyte analysoidaan. Analyysitieto saadaan useimmiten noin tunnin kuluessa näytteenotosta. Prosessin optimoinnin kannalta analyysitiedon viive on turhan pitkä.

Hankkeessa selvitetään myös potentiaalisia paikkoja menetelmän pilotoimiseksi teollisessa ympäristössä. Teollinen ympäristö on LIBS-menetelmälle haastava ja sen käytölle teollisessa ympäristössä tunnistettuja haasteita ovat testausympäristön kuumuus, mahdolliset sularoisheet ja muu lika ja pöly.

Esimerkiksi kuparisulatolla sulan metallin koostumuksen online-määrittäminen muutaman alkuaineen osalta antaisi mahdollisuuksia tuotantoprosessin optimoimiseksi jo varhaisemmassa vaiheessa ilman muiden analyysimenetelmien vaatimaa viiveaikaa. Materiaalin kemiallisen koostumuksen online-määrittämisestä olisi hyötyä myös terästeollisuudessa, jossa esim. kuonan koostumustiedon pohjalta voidaan säätää teräksen tuotantoprosessia. ▲



*SUMEA-hankkeen koejärjestely laboratoriomittakaavassa*

TEKSTI: JOHANNA VALIO, LEENA NOLVI JA TIMO SANTANOKKI SAMK, ROBOAI KUVAT: VEERA KORHONEN  
AIST-HANKKEEN RAHOITUS: OKM JA SAMK  
SUMEA-HANKKEEN RAHOITUS: EAKR JA PORIN KAUPUNKI



# More energy. Better battery materials.



Umicore on globaali materiaali- ja teknologiakonserni. Tarjoamme kestäviä ratkaisuja huomispäivän puhtaaseen liikkumiseen ja kierrätykseen. Vähennämme haitallisia päästöjä, kehitämme tulevaisuuden ajoneuvoja ja teknologioita ja annamme uuden elämän käytetyille metalleille. Kokkolassa sijaitseva tuotantotoimintamme sopii Umicoren kasvustrategiaan ja tahtotilaan. Se edistää vihreää siirtymää kohti puhtaampaa liikkumista niin Euroopassa kuin maailmanlaajuisestikin.



Umicoren liiketoimintayksikkö Rechargeable Battery Materials on maailmanlaajuinen johtava katodimateriaalien toimittaja, joka keskittyy sähköajoneuvoihin, kannettavaan elektroniikkaan ja energian varastointiin. Katodimateriaalit ovat litiumioniakkujen toiminnalle kriittisiä, koska ne määrittävät kuinka kauan puhelimesta voi puhua, kuinka pitkälle sähköautolla voi ajaa, kuinka nopeasti akku latautuu uudelleen ja kuinka paljon energiaa aurinkopaneeleista voi varastoida.



Tehtaamme Kokkolassa on Euroopan suurin kobolttijalostamo. Tuotantotoimintamme on alkanut vuonna 1968 ja olemme olleet osana Umicore-konsernia vuodesta 2019. Valmistamme katodiprekursoreita, jotka jatkojalostetaan aktiivisiksi katodimateriaaleiksi muissa Umicoren tehtaissa. Arvomme keskittyvät turvallisuuteen, ympäristön kunnioittamiseen sekä kobolttin eettiseen hankintaan. Työllistämme tällä hetkellä noin 400 henkilöä ja henkilöstömäärämme on vahvasti kasvava.



[umicore.fi](https://umicore.fi)  
[umicore.fi/tyopaikat](https://umicore.fi/tyopaikat)

**Umicore Finland Oy**  
Kobolttiaukio 1  
67900 Kokkola





Avolouhintoja vaativassa sairaalaympäristössä

# Laakson yhteissairaalan kalliorakennustyöt

**H**elsingin kaupunki ja HUS uudistavat Laakson sairaala-alueen. Rakennushanke on nimetty Laakson yhteissairaalaksi. Alue rakennetaan vaiheittain vuosina 2022–2030, ja hankkeen rakentamiskustannukset ovat noin 1 000 miljoonaa euroa. Helsinkiin Laakson sairaala-

la-alueelle tehdään kaksi uudisrakennusta sekä peruskorjataan kaksi olemassa olevaa rakennusta. Lisäksi Ohkolaan toteutetaan yksi uudisrakennus. Lopputilanteessa Laakson uudistetussa sairaalassa on yli 900 sairaansijaa ja 2000 henkeä töissä.

Hankkeen yhteydessä maan alle toteutetaan 550 auton kallio pysäköintilaitos, huolto-

tilat sekä väestönsuoja. Hallikokonaisuuteen liittyy kaksi maan päälle johtavaa ajoyhteyttä sekä Laakson ja Meilahden sairaala-alueet yhdistävä logistiikkatunneli. Maan päällä tehtävät kalliorakennustyöt ovat myös mittavia ja yhteensä hankkeessa louhitaan kalliota yli 500 000 m<sup>3</sup> (ktr).

Kalliorakentamisen näkökulmasta alueen kalliolaatu on ollut otollista ja mahdollistanut joustavan tilasuunnittelun. Alalla tekijöiden parissa tunnettu Mannerheimin-

## Hankkeen osapuolet:

- tilaaja: Kiinteistöosakeyhtiö Laakson yhteissairaala
- (omistus: 50 % HUS, 50 % Helsingin kaupunki)
- pää toteuttaja: SRV
- infra aliurakka-allianssi: SRV Infra, Destia
- kalliorakennesuunnittelu: UNITAS-ryhmittymä (AFRY, A-Insinöörit)



Laakson maanalaiset tilat

## HANKKEEN LOUHINTOJA TAHDITTAVAT ENITEN HERKKÄ SAIRAALAYMPÄRISTÖ SEKÄ TIIVIS KAUPUNKIYMPÄRISTÖ.

tien ruhje lävistettiin yhdellä tunnelilla, mutta sekään ei aiheuttanut erityistä päänvaivaa louhinnalle. Hankkeen louhintoja tahdittavat eniten herkkä sairaalaympäristö sekä tiivis kaupunkiympäristö. Myös maanalaisten ja maanpäällisten louhintojen yhteensovitus vaatii tiivistä yhteistyötä, johon tuo oman lisänsä maan päällä tehtävien perustusvalujen huomioon ottaminen räjäytysajankohtien suunnittelussa.

Kalliorakennesuunnittelijaa on ilahduttanut jälleen kerran päästä näkemään, kuinka moninaisia ja hienoja rakenteita kallioperä pitääkään sisällään. Komeat pinnat peitetään yleensä ruiskubetonilla, joten ison yleisön silmiltä jäävät piiloon 1800-1900 miljoonaa vuotta sitten muodostuneen Svekofennisen vuoriston poimut ja juonet. Jos vain tilalle asetettu 100 vuoden suunnittelukäyttöikä ja turvallisuusnäkökohdat antavat myöten, jätetään vainajatiloihin ”kallioikkuna”, jota ei ruiskubetonoida.

Laakson yhteissairaalahankkeen lounhinnat ovat nyt reilusti yli puolenvälin ja vuoden 2024 lopussa jo pitkälti valmiit. Kalliorakentajat luovuttavat silloin tontin teräsbetonirakentajille, talotekniikkarakentajille ja sisustuksesta vastaaville. Saattaa olla, että he tai tilaa käyttävät asiakkaat eivät kiinnitä huomiota toteutettuun kalliotilaan tai ajattele, että senkin suunnittelu ja toteuttaminen on vaatinut ennakkotutkimuksia ja vankkaa asiantuntemusta. Kalliorakennesuunnittelijan mieltä kuitenkin lämmittää, että on saanut olla mukana yhteiskunnallisesti tärkeän hankkeen toteutuksessa ja lopputuloksena on vähintäänkin tuon 100 vuotta kestävä tila. ▲

TEKSTI: PAULA POHJANPERÄ,  
A-INSINÖÖRIT OY  
KUVAT: A-INSINÖÖRIT, LAAKSON  
YHTEISSAIRAALA



Geologi mittaamassa pääosin yli miljardi vuotta vanhoja rakenteita ja määrittämässä kalliolaatua kalliorakennesuunnittelijan lähtötiedoksi. Kiillegneissin liuskeisuus muodostaa alueella jatkuvia (> 10 m pitkiä) rakopintoja, jotka muodostavat paikoin laattamaista rakoilua tunnelin seinille.



Valoa tunnelin päässä. Laakson yhteissairaalan louhinnoista on valmiina jo yli 80 %.



# Kansallisena tavoitteena kaivosten sivuvirtojen hyötykäytön lisääminen

Suomen jättemassasta 75 % on kaivannaisjätteitä. Vuosittain tämä tekee 90 milj. tonnia jätettä. Kaivannaisjätteiden suuren määrän takia Suomen kiertotalousaste on eurooppalaisittain alhainen, vain 3 % (vertailuvuosi 2015). EU:n keskiarvo on 11 %. Suomen kansallisena tavoitteena on kaksinkertaistaa materiaalien kiertotalousaste vuoteen 2035 mennessä. Suomen kiertotalousohjelman tavoitteita on koottu kuvaan 1.

GTK:n mukaan vuonna 2020 Suomessa hyödynnettiin 16 % kaivosten jätevirroista. Hyödyntäminen tapahtui pääosin kaivosalueilla. Kaivannaisjätealueille läjitettiin 84 % jätteistä. Jätehierarkian mukaan jäte tuli ensisijaisesti hyödyntää sellaisenaan tai vähän prosessoituna. Läjitys kaatopaikalle on aina viimeinen vaihtoehto.

Sivuvirtoja hyödynnettäessä säästetään neitseellisiä raaka-aineita ja luontoarvoja. Energiaa säästyy ja hiilidioksidipäästöt vähenevät, kun jo louhittu ja murskattu aines hyödynnetään. Hyötykäyttö vähentää kaivosalueelle loppusijoitettavan kaivannaisjätteen määrää, helpottaa sen hallintaa, alentaa kustannuksia sekä vähentää ympäristövaikutuksia. Riskejä vähentävät toimenpiteet parantavat myös kaivostoiminnan kestävyttä ja hyväksyttävyyttä.

## Kaivosten kiertotalouden koordinaatioryhmä

Työ- ja elinkeinoministeriö asetti kaivannaisteollisuuden sivukivien hyödyntämismahdollisuuksia selvittäneen koordinaatioryhmän toimikaudelle 15.5.2022-31.12.2023. Koordinaatioryhmän nimittäminen oli osa

vuonna 2021 laaditun kiertotalousohjelman toimeenpanoa. Ryhmän tehtävinä olivat toimialarajat ylittävä julkisten ja yksityisten tahojen yhteistyö, konkreettisten hankkeiden käynnistymisen vauhdittaminen sekä hankkeita hidastavien esteiden tunnistaminen ja purkaminen. Työssä tuli ottaa huomioon YK:n kestävä kehityksen tavoitteiden edistäminen, luonnon monimuotoisuuden turvaaminen ja kestävä luonnonvarojen käyttö.

Koordinaatioryhmän puheenjohtajana toimi työelämäprofessori Hannele Pokka Helsingin yliopistosta. Ryhmä koostui yritysten, tutkimuslaitosten, järjestöjen, rahoitajien ja viranomaisten edustajista. Yrityksistä edustettuina olivat AA Sakatti Mining Oy, Betolar Oyj, Fortum Battery Recycling Oy, GeoInnoVision, Pohjaset Oy ja Tapojärvi



VALTIONEUVOSTO

Kuva 1. Suomen kiertotalousohjelman tavoitteita

Oy. Koordinaattoreina toimivat vuonna 2022 Jutta Kaisanlahti ja vuonna 2023 Tuula Sivonen Lapin ELY-keskuksesta.

Koordinaatioryhmän toimeksiannosta GTK teki esiselvityksen sivukivien ja rikastushiekan saatavuudesta, laadusta ja sijainnista (GTK/707/03.02/2022). Taival Advisory teki haastattelututkimuksen kaivannaisteollisuuden kiertotaloudesta ja hyödyntämisketjuista. Kaivannaisalan hankkeita sekä kaivannaisalan kiertotalouteen liittyvän sääntelyn kehittämistarpeita kartoitettiin alan toimijoille tehdyillä kyselyillä. Työpajoissa pohdittiin tarvittavan tiedon saatavuutta ja avoimuutta, logistiikan haasteita, kiertotalouden huomioon ottamista julkisissa hankinnoissa sekä

uusien tuotteiden kehittämistä. Yrityksiä ja organisaatioita tavattiin 60 kertaa. Mukana verkostossa oli yli 350 henkilöä.

### Havaintoja matkan varrelta

Tällä hetkellä kaivosten sivukivien tyypillisin käyttökohde on kiven hyödyntäminen kaivoksen omaan rakennuskohteisiin kaivosalueella. Sivukiviä käytetään teiden, kantavien rakenteiden, perustusten ja patojen rakennusaineena. Sivukiviä käytetään myös avolouhosten ja maanalaisten kaivosten täyttöön sekä kaivosten sulkemistoiimiin. Rikastushiekkoja käytetään kaivosalueilla rakennusaineena, kaivostäyttöaineena sekä rikastushiekkalaiden pato- ja peittorakenteissa.

Parhaimmillaan sivukivet sopivat laadultaan käytettäväksi jopa raideseppelinä, josta on pula Suomessa. Tällaista laatua löytyy esimerkiksi Yara Siilinjärven sivukivistä. *Kuvassa 2* on esitetty GTK:n laatima arvio Suomessa vuosittain kaivosten ulkopuolelle rakentamiskäyttöön tarjolla olevasta sivukiven määrästä. Inerttejä rikastushiekkoja voidaan käyttää maanparannukseen ja vedenpuhdistukseen. Näitä kokeiluja on tehty Nordkalk Lappeenrannan rikastushiekkalla. Rikastushiekkoja on viime aikoina tutkittu sementtiä korvaavien geopolymeerien mahdollisena raaka-aineena. Kaivosten kiertotaloutta on myös kaivosalueiden jälkikäyttö esimerkiksi energian tai ruuan tuotannossa, tutkimusympäristönä tai matkailukäytössä.

Kaivosten sivuvirtojen yksilöllisten ja vaihtelevien fyysikaalisten, kemiallisten, geokemiallisten ja mineralogisten ominaisuuksien ja käyttäytymisen tunteminen on tärkeää pohdittaessa hyötykäyttöä. Sivuvirtoja ei ole yleensä lajiteltu jatkojalostuksen vaatimien laatuksien mukaisesti eri varastokasoihin. Laadun vaihtelevuus vaikeuttaa raaka-aineen laadun ja määrän ennustettavuutta, prosessointia ja lopputuotteen tasalaatuisuutta. Toiminnassa olevilla kaivoksilla on varsin hyvin tiedossa malmin ja sivuvirtojen koostumus, mutta potentiaalisilla jatkojalostajilla ei ole käytettävissä tietoa kaivoksissa olevista raaka-ainepotentiaaleista. Investointi jatkojalostukseen vaatii suuria pääomia ja edellyttää varmaa tietoa raaka-aineen saatavuudesta jopa vuosikymmeniksi eteenpäin.

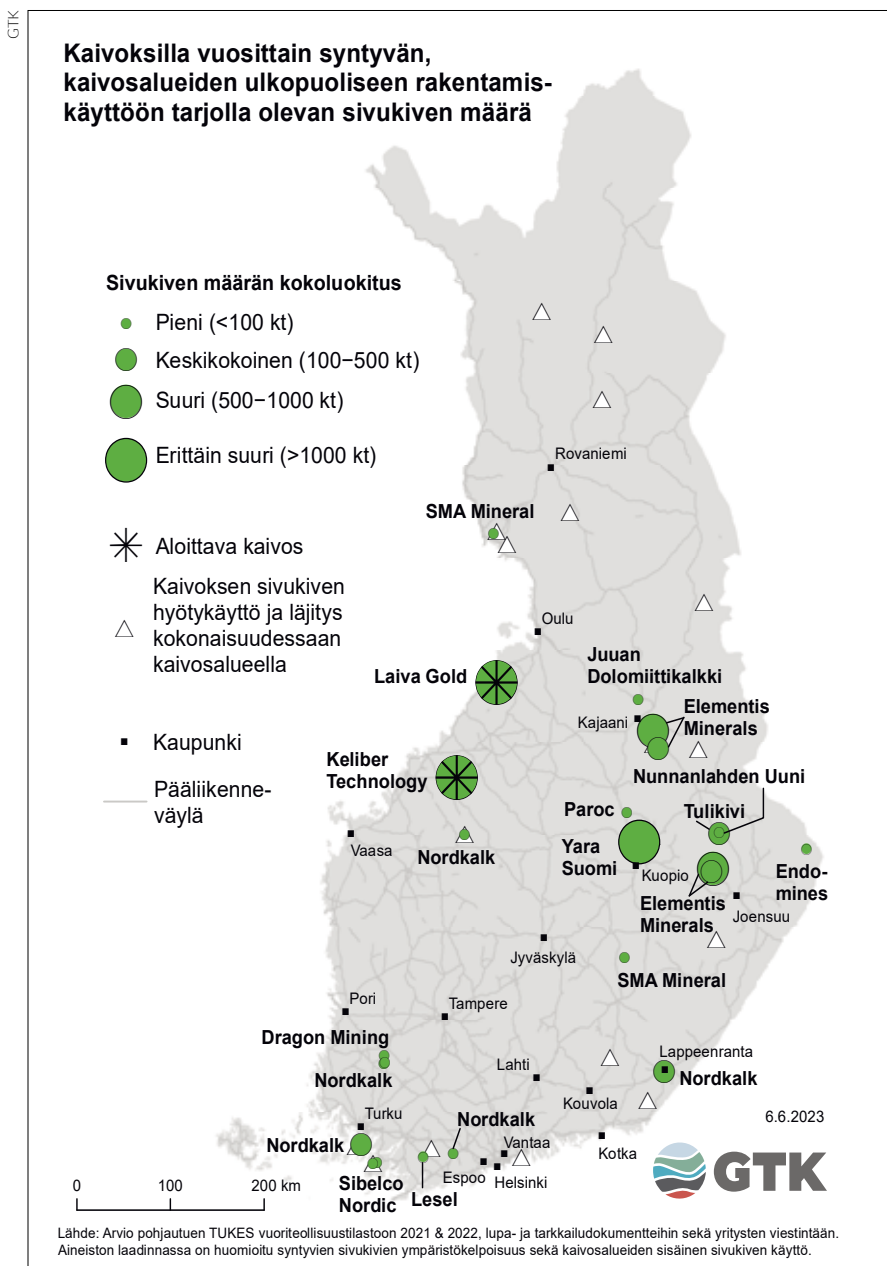
*Kuvassa 3* on esitetty konsulttitoimisto Taival Advisoryn yritysraastattelujen perusteella haahmottelemia sivuvirtojen hyödyntämisketjuja. Suurimmiksi hidasteiksi nousevat materiaalien ”väärä” sijainti ja kuljetuskustannukset suhteessa kaupalliseen arvoon. Myös luvituksen hitaus ja ennakoimattomuus sekä lainsäädännön tulkinnanvaraisuus koetaan hyötykäyttökokeiluja suuresti rajoittaviksi tekijöiksi. Esimerkiksi yhtään tapausta kaivannaisjätteen jätestatuksen poistamisesta ei vielä ole.

Kiertotaloutta ei tehdä yksin. Tarvitaan yhteistyötä, arvoverkkoja ja ekosysteemeitä. Toimialan tahtotila kaivosten kiertotalouden edistämiseksi on vahva.

### Menossa olevia hankkeita

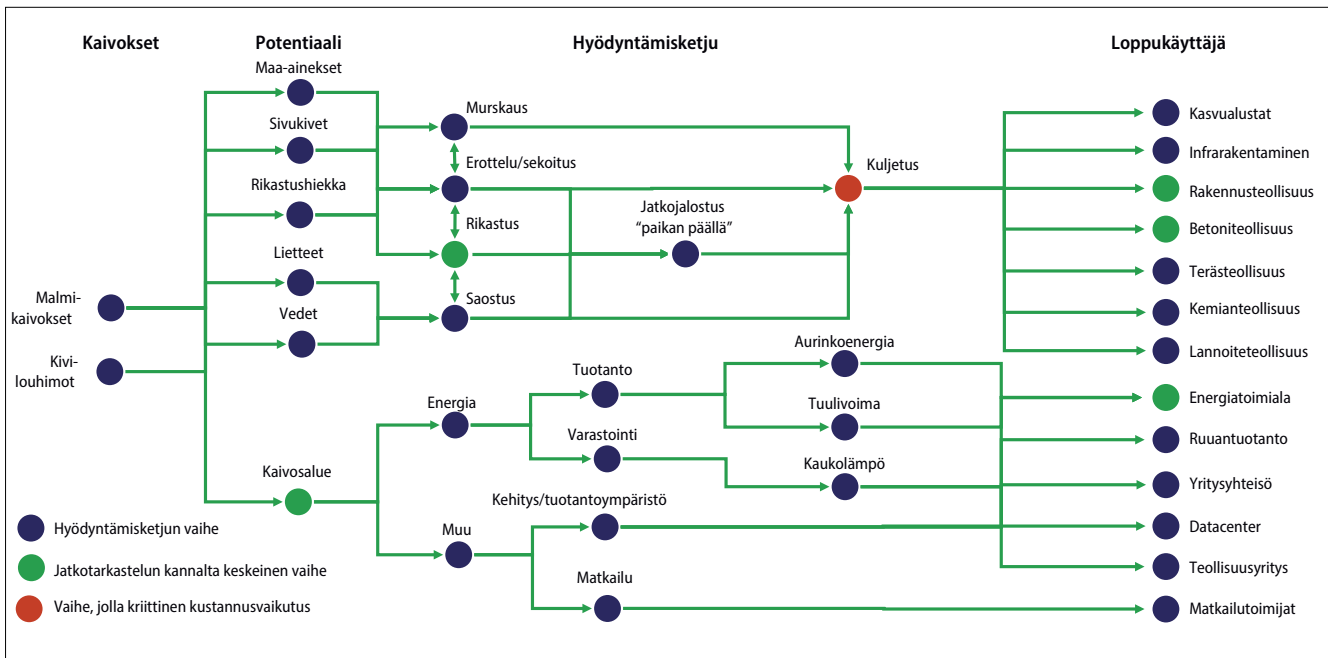
Sivukivien ja rikastushiekan hyödyntämistä on tutkittu ja pilotoitu paljon. Tähän on listattu muutamia menossa olevia tutkimushankkeita. Loppuraportin liitteessä 3 on esitetty 16 yritys esimerkkiä hyötykäytöstä.

GTK:n ja Savonia AMK:n *SETE-*



Kuva 2. Arvio Suomessa vuosittain kaivosten ulkopuolelle rakentamiskäyttöön tarjolla olevasta sivukiven määrästä





Kuva 3. Potentiaalisia sivuvirtojen hyödyntämisketjuja

LIT-hankkeessa tutkitaan rikastushiekan hyödyntämistä kovettavana pastatäyttö-materiaalina kaivosalueella sekä betonia korvaavana materiaalina kaivosalueen ulkopuolella. Tavoitteena on myös laatia ohjeistusta rikastushiekan jätestatuksen kumoamiseksi.

MINECOIN-hankkeessa rakennetaan GTK Mintec-koetehtaan yhteyteen tutkimuslaitos kaivannaisjätteiden pitkäaikaiseen kenttätestaukseen ja niiden uusiokäytön kehittämiseen. Koetehtaan nykyinen rikastushiekka-alue uudistetaan instrumentoituksi älyaltaaksi.

FutuRaM-hankkeessa tuotetaan tietoa sekundääristen raaka-aineiden määristä ja saatavuudesta EU:ssa. Suomessa GTK kokoaa tietoa rikastushiekoista ylläpitämänsä Suomen mineraaliesiintymätietokantaan. Kerättäviä tietoja ovat mm. varastoidun rikastushiekan määrät, metallipitoisuudet ja hyötykäyttötiedot.

VTT:n koordinoimassa EXCEED-hankkeessa kehitetään sivumetallien talteenottoa litiumkaivosten materiaalivirroista. Hankkeessa on mukana neljä litiumkaivosta Euroopasta. Suomesta hankkeeseen osallistuu Keliber. Materiaalivirroista otetaan talteen harvinaisia maametalleja sekä mineraaleja.

Ympäristöministeriön ja Pirkanmaan ELY-keskuksen suljettujen kaivosten KAJAK-ohjelmassa tehdään kesällä 2024 kenttäkokeita Mätäsvaaran ja Kärvasvaaran suljetuilla kaivosalueilla. Kokeilla tutkitaan alueella olevan kaivannaisjätteen ympäristövaikutuksia ja raaka-ainepotentiaalia. Samalla selvitetään sitä, mitä tällaisen suljetun

kaivosalueen raaka-ainepotentiaalın kartoittaminen vaatii.

### Kansallinen sääntely kehittyy

Nykyisessä hallitusohjelmassa on paljon toimenpiteitä kierrätystoiminnan kehittämiseksi. Tähän liittyvä lainsäädäntö- ja kehitystyö tukee myös kaivannaisjätteiden kierrätystä. Suomen kaivoslaissa ei ole kierrätystä edistävää eikä rajoittavaa sääntelyä. Kaivosten kierrätystä ohjataan tällä hetkellä pääosin ympäristölainsäädännöllä.

EU:n jätedirektiivi määrää kriteerit sille, onko tuote jätettä vai sivutuotetta sekä kriteerit jätteeksi luokittelun päättymisestä. Ei enää jäte (EEJ) -kriteereistä ja -menettelystä säädetään kansallisessa jätelaissa. Rikastushiekka voi olla jätelain ja kaivoksen ympäristöluvan mukaan joko sivutuotetta tai jätettä. Rikastushiekan jätteen luokittelun päättymisestä ei ole annettu säädöksiä. Ympäristölupaviranomainen voi tällöin päättää tapauskohtaisesti jätteen luokittelun päättymisestä (ns. EEJ-päätös). Ympäristöministeriön uusiomateriaalien tuotteistamisen edistämistä koskeva UTU-työryhmä esittää sivutuote- ja EEJ-päätöksille keskitettyä ja kevennyttä päätös-menettelyä. Tavoitteena on saada tätä koskeva hallituksen esitys lausunnoille keuhällä 2024.

Ympäristöministeriössä on käynnissä la-kihankke kaivosten elinkaaren aikaisen ympäristönsuojelun tason parantamiseksi. Hankkeessa täydennetään kaivannaisjättesääntelyä ja kaivoksilta ympäristönsuojelulain nojalla vaadittavia vakuuksia. Hankkeessa on tarkoi-

tus selvittää, mikä sääntelyssä mahdollisesti estää tai rajoittaa kaivannaisjätteiden hyödyntämistä sekä miten sääntelyllä voitaisiin edistää kaivannaisjätteiden kierrätystä.

Teollisuus päästödirektiivin päivitys julkaistaan keuhällä 2024. Direktiivin soveltamisalaa on lisätty metallimineraalien kaivostoimintaan. Näiltä direktiivilaitoksilta tullaan edellyttämään ympäristöjärjestelmän käyttöönottoa. Ympäristöjärjestelmän tulee sisältää kunkin laitoksen siirtymäsuunnitelma kohti puhdasta tuotantoa, kierrätystä ja ilmastoneutraalia toimintaa.

EU:n Kriittisten raaka-aineiden asetus astui voimaan 23.5.2024. Asetuksen myötä jäsenvaltioiden on varmistettava, että kaivannaisjätteen haltijat tekevät kriittisten raaka-aineiden hyödyntämispotentiaalın kartoituksen kaivannaisjätteistään ja raportoivat siitä viranomaisille. Jäsenvaltioiden on perustettava julkinen tietokanta käytöstä poistetuista kaivannaisjätealueista ja niiden sisältämistä raaka-ainemääristä.

### Koordinaatioryhmän toimenpidesuosituksen

Koordinaatioryhmä ehdottaa huhtikuussa 2024 ilmestyneessä loppuraportissaan (TEM 2024:14) seuraavia kahdeksaa toimenpidettä kaivosten sivuvirtojen hyötykäytön edistämiseksi Suomessa:

1. *Potentiaalisten raaka-aineiden listaus ja määrät tunnetuksi, arvon tunnistaminen.* Kerätään systemaattisesti tietoa kaivannaisjätteistä ja niiden hyödyntämisestä kaivosalueilla ja niiden ulkopuolella.

Luodaan kaivannaisjätteiden määrästä, laadusta ja sijainnista avoin data, jotta kaivannaisjätteiden hyödyntämisestä saadaan tietoa markkinoille. Laaditaan arvio kaivannaisjätteen taloudellisesta arvosta ja hyödyntämispotentiaalista.

2. **Kansallinen markkinapaikka**  
Edistetään kansallisen markkinapaikan kehittämistä kaivannaisjätteille ja ylijäämämassoille materiaalivirtojen hyödyntämiseksi, esimerkiksi Materiaalitori.fi-alustan hyödyntämisen kautta.
3. **Uusien teknologisten ratkaisujen kehittäminen ja niiden pilotointi**  
Käynnistetään Business Finland:n kiertotalousmission yhteydessä kiertotalousohjelma, johon sisällytetään kaivosteollisuuden kehittäminen. Ohjelman osana edistetään yritysten ja tutkimusorganisaatioiden jätevirtojen hyödyntämisen yhteistyöhankkeita ja pilotteja. Osallistutaan kansainväliseen tutkimus- ja kehitysyhteistyöhön.
4. **Julkiset hankinnat**  
Tilaa tulee kilpailutuksissa ja hankinnoissa ottaa huomioon kriteerit, jotka suosivat luonnonvaroja säästäviä ja vähähiilisyttä edistäviä rakentamisen ratkaisuja. Neitseellisten massojen käytöstä olisi hankinnoissa laadittava erillinen selvitys ja perustelut käytölle. Selvitetään mahdollisuutta ottaa julkisissa hankinnoissa käyttöön kierrätysmateriaalien sekoitevelvoite.
5. **Sääntely ja luvitus**  
Säädetään kaivoshankkeille velvollisuus laatia osana kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmaa kiertotalousselvitys, jossa selvitetään kaivannaisjätteiden

hyödyntämis- ja raaka-ainepotentiaalia koskevat toimet kaivostoiminnan koko elinkaaren aikana. Selkeytetään kaivettuja maa-ainesjätteitä koskevaa sääntelyä muuttamalla ympäristönsuojelulakia sekä säätämällä maa-ainesjätteitä koskeva asetus kiertotaloutta tukevaksi.

6. **Sivuvirtojen hyödyntämisen mahdollistavan sääntelyn edistäminen**  
Tunnistetaan uusia mahdollisuuksia ja esteitä, huomioidaan sivuvirtojen hyödyntäminen standardeissa ja normeissa sekä edistetään sivuvirtojen käyttöä mahdollistavaa lainsäädäntöä. Kokeilu-ympäristöjen luominen osana hallitusohjelman luvituksen sujuvoittamishanketta. Selvitetään rikastushiekkoihin kohdistuvan jätelajikohtaisen valtioneuvoston Ei enää jätettä -asetuksen tai sivutuoteasetuksen käyttökelpoisuutta sekä tarvetta uudistuksiin tai ohjeisiin.
7. **Ratkaisuja logistiikan haasteisiin**  
Laaditaan sivuvirtojen taloudellisia hyödyntämismahdollisuuksia selvittävä elinkaarianalyysi neitseellisen ja uudelleen käytettävän kiviaineksen ympäristövaikutuksista. Selvitetään sivukiven hyödyntämisen näkökulmasta optimaaliset logistiset ratkaisut. Edistetään datan parempaa hyödyntämistä logistiikan kehittämiseksi.
8. **Osaaminen**  
Kehitetään kaivosteollisuuden sivukivien ja rikastushiekan hyödyntämismahdollisuuksia lisäävää osaamista ja tutkimusta. Laaditaan viranomaisia ja toiminnanharjoittajia tukeva kaivosten sivukiven ja rikastushiekan hyödyntämisen ohjeistus.

## Työ kiertotalouden eteen jatkuu

Kansallinen koordinaatiotyö on päättynyt. Työ kaivosten sivuvirtojen hyötykäytön edistämiseksi jatkuu yrityksissä, tutkimuslaitoksissa ja korkeakouluissa. Jutun kirjoittaja työskentelee kaivosten ympäristöturvallisuuden ja kiertotalouden parissa Kainuun ELY-keskuksessa vuoden 2024 loppuun.

Lämmin kiitos teille kaikille, jotka olette olleet mukana kaivosten sivuvirtojen hyötykäytön edistämistyössä! ▲

TEKSTI: TUULA SIVONEN,  
KAINUUN ELY-KESKUS

### Lähteet

- Kaivannaisteollisuuden sivukivien kiertotalouden koordinaatioryhmän loppuraportti. Toim. Pokka H., Alkio J., Sivonen T., Tasa S. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2024:14, 2024. <https://tem.fi/julkaisu?pubid=URN:ISBN:978-952-327-992-6>
- Kauppila T., Hokka J., Pokki J., Karlsson T. & al. Esiselvitys sivukivien ja rikastushiekojen saatavuudesta, laadusta ja sijainnista. Geologian tutkimuskeskuksen tilaustyöraportti GTK/707/03.02/2022, 2022.
- Savolainen H., Niemistö J., Heikkinen M., Seppälä J. & al. Suomen kansantalouden materiaalivirrat ja niiden vaikutukset. Valtioneuvoston julkaisu 2024:8, 2024. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-759-1>
- Vesa J. Kaivosten sivukivien ja rikastushiekan hyödyntämismahdollisuudet -esiselvitys. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu ja 2021:48, 2021. <https://tem.fi/julkaisu?pubid=URN:ISBN:978-952-327-713-7>





Henrik Lano esiintymässä yleisölle. Kuva: Jani Jansson

# Metallurgijaoston Kevätseminaari 2024: Tekoäly ja digitaaliset sovellukset päivittäisen työn tukena metallien jalostuksessa

**Miikka Marjakoski**, Metso Metals Oy  
**Iina Vaajamo**, Metso Finland Oy  
**Jani Jansson**, Boliden Kokkola Oy  
**Suvi Rannantie**, AFRY Finland Oy  
**Visa Saari**, Outokumpu Stainless Oy

Tekoälysovellukset erinäisiin käyttötarkoituksiin ovat olleet jo pitkään teollisten yritysten työkaluna, mutta ChatGPT:n vuoden 2022 lopussa aloittaman uuden tekoälybuumin myötä erilaiset tekoälytyökalut ovat tulleet laajasti saataville ja helposti käytettäviksi. Huimaa tahtia kehittyvien työkalujen yleistyessä voi informaatiovirran keskellä usein ihmetellä, mihin kaikkeen tekoälyä voi hyödyntää, ja toisaalta mihin sitä ei kannata käyttää. Kirkastaakseen tätä näkymää jäsenistölleen Metallurgijaosto päätti järjestää keväteseminaarin aiheesta ”*Tekoäly ja digitaaliset sovellukset päivittäisen työn tukena metallien jalostuksessa*”. Seminaari saikin osakseen huomattavaa kiinnostusta keräten noin sata ilmoittautumista. Tapahtuman ohjelma oli käytännössä jaettu kahteen osaan: ensimmäinen osio keskittyi käsittelemään tekoälyä, sen sovelluksia ja rajoitteita yleisellä tasolla ja jälkimmäinen osio valotti erilaisia tekoälyn käyttökohteita teollisuudessa.

Seminaarin aloitti **Henrik Lano** Accentu-relta johdantoesityksellä tekoälyn maailmaan (kuva). Yleisölle kävi pian selväksi, kuinka erityisesti generatiivisen tekoälyn kehitys on tapahtunut suurin harppauksin viime vuosi-

na. Tilannetta verrattiin osuvasti esimerkiksi internetin syntyäikaan, jolloin ihmiset loivat innoissaan kotisivuja. Moni ei tuohon aikaan vielä tiennyt, kuinka paljon internet tulisi elämäämme muuttamaan. Samaa todellisuutta eletään tekoälyn saralla, ja esimerkiksi uudet virtuaaliset todellisuudet ovat todennäköisesti vielä lyömässä läpi ajallaan, vaikka esimerkiksi Facebookin lanseeraama Metaversumi ei vielä olekaan osoittautunut suurenoiseksi onnistumiseksi.

Tekoälyn mahdollisuuksien keskellä on kuitenkin myös tärkeä muistaa, että työkaluilla on omat rajansa. Tätä todellisuutta vuorimiesyleisölle valotti prof. **Jukka K. Nurminen** Helsingin yliopistosta. Erilaisen tekoälymallien (esim. koneoppiminen) luonti konseptitasolle on käytännössä hyvin helppoa, mutta niiden jalostaminen varsinaiseen käyttöön on usein työlästä sekä haasteellista. Tekoäly vaatii usein monia tuki- ja turvakerroksia varmistamaan sen oikeaoppista toimintaa, mistä seuraten vain pieni osuus valmiin ohjelman koodista on usein itse tekoälyä. Tekoälyn implementointiin voi liittyä myös hankalia dilemmoja. Ilmeinen esimerkki löytyy autonomisten ajoneuvojen maailmasta, jossa tekoälylle opetettu toimintamalli voi joutua valitsemaan kuolettavan törmäyksen kohteen kahdesta yhtä huonosta vaihtoehdosta, eikä kyseisen valinnan määrittäminen yksiselitteisesti ole eettisesti helppoa. Samaten tekoälyn käyttäytyminen kyseisen

kaltaisissa yliajotilanteissa saattaa vaihdella, mitä on myöskin mahdollista testata käytännössä. Oman haasteensa aiheuttaa myös juridinen vastuu kolaritapauksessa, koska tekoälyä ei ainakaan vielä voida nähdä juri-disena henkilönä.

Valtaisan nopea tekoälyn kehitys on aiheuttanut melkoisesti keskustelua myös sovelluksien käytön tietoturvasta ja etiikasta. **Oula Järvinen** Goforelta sukelsi yleisön kanssa tähän aihepiiriin esityksessään. On hyvä muistaa, että tietoturvallisen tekoälyn käytössä suuri vastuu on käyttäjällä itsellään - mitä tietoa voit luovuttaa ja mille työkalulle jne. Tyypillisesti ihmiset ovatkin suurin haavoittuvuuksien lähde tekoälystä puhuttaessa. Tekoälysovelluksille rakennetaan usein rajoitteita, joiden avulla voidaan esimerkiksi välttää tekoälytyökalun käytöstä seuraavia tekijänoikeusrikkomuksia. Tekoälyn eettiset puolet taas tulevat esiin esimerkiksi tapauksissa, joissa työkalu käyttäytyy suosivasti yhtä ihmisryhmää kohtaan muiden kustannuksella (bias), mutta huolenaiheita liittyy myös tuotetun tiedon luotettavuuteen (hallusinointi), turvallisuuteen (esim. luottamuksellinen tieto) ja ihmisten manipulaatioon (esim. ihmisten toimintaa ohjaavat algoritmit TikTokissa). On kuitenkin hankala määrittää yksiselitteisiä raameja tekoälyn etiikalle, sillä etiikka itsessään on muun muassa kulttuurisidonnaista.

Rentouttavan kahvitauon jälkeen päästiin seminaarin käytännönläheiseen osioon. Ses-

sion polkaisi käyntiin **Julius Norrena** Oulun yliopistosta esityksellään aihiovikojen ennustamisesta ilmiöpohjaisilla prosessimalleilla. Aihioviat aiheuttavat pahimmillaan valujen hylkäyksen romuksi ja avuksi on kehitelty koneoppimiseen pohjautuvia malleja (tyypillisimmin black-box periaatteella), joiden toiminta on lopuksi arvioitu testidatalla ja validoitu tuotannossa. Hankaluuksia toteutuksessa tuovat mm. epäsuorat muuttujat. Hyvänä esimerkkinä toimii hiilipitoisuus, joka ei itsessään aiheuta ei-haluttuja tuloksia, mutta vahvistaa muiden vikoihin johtavien muuttujien vaikutusta.

Laajemman kuvan teollisista käyttökohteista antoi esityksessään VTT:llä työskentelevä **Heli Helaakoski**. Useat käynnissä olevat isot teolliset investointiprojektit, kuten esimerkiksi vihreät terästehtaat ovat hyviä esimerkkejä kompleksisista kokonaisuuksista, joissa tekoälysovellukset voivat tuoda suuria hyötyjä. Tekoälysovelluksia voidaan tehdä niin tuotantoprosessikohtaisesti optimoimaan yhtä kokonaisuutta kuin suuremmallakin skaalalla esimerkiksi koko tehtaan tai arvoketjun optimoimiseen ja ohjaamiseen. Mielenkiintoisena esimerkkinä tekoälytyökalujen kehityksestä tuotiin esille myös ihmisen ja robotin (cobot) kehittynyt yhteistyö, jossa ihminen voi antaa robotille ohjeita ja kommentoja suullisesti ja interaktiivisesti. On myös odotettavaa, että työn luonne tulee muuttumaan tulevaisuudessa rajusti mm. tekoälytyökalujen seurauksena. World Economic Forum on arvioinut, että 44% työntekijöiden keskeisistä työtaidoista tulee muuttumaan seuraavien viiden vuoden aikana.

Seminaarin loppuvaiheessa siirryttiin metallinjalostusalan yritysten yleisesitykseen tekoälyn sovelluskohteista. **Matti Aksela** aloitti esitelmällään Outokummun sovelluskohteista. Matin mukaan tärkeää tekoälysovellusten implementoinnissa on ensin määrittää, mikä on todellinen impakti onnistuneelle sovelluskohteelle. Esimerkiksi prosentuaalisesti vain hyvin pienet parannukset energiatehokkuudessa voivat olla absoluuttisesti arvokkaampia kuin rajatun työntekijäjoukon tehokkuuden parantaminen kymmenillä prosenteilla. Esimerkkejä Outokummun käyttökohteista tekoälysovelluksille ovat raaka-aineiden optimointi ja robottien käyttö työturvallisuuden suhteen riskialttiiden alueiden tarkastukseen. Lisäksi GenAI:n käytössä nähdään mahdollisuuksia mm. ihmisten tuen tukemisessa.

**Cesar Araujo** kertoi esityksessään Metson erilaisista tuotteistetuista konenäkötyökaluista, joita käytetään esimerkiksi vaahdotus-

kennojen, murskainsyöttimien sekä anodi- ja katodilevyjen laadunvarmistukseen. Metsola on lisäksi fokuksessa digitaalisten kaksosten luonti prosesseista käyttäen yrityksen omaa HSC-mallinnusohjelmistoa, joka myös tuo mukanaan lukuisia lisämahdollisuuksia erinäisten hyödyllisten tekoälysovelluksien implementointiin. Haasteina Metson näkökulmasta tekoälyn suhteen nähdään erilaiset kyberturvallisuusuhat ja mahdollisuuksina tekoälyn yhdistäminen joko ihmisen tietotaitoon tai esimerkiksi fysiikan ymmärrykseen, mikä tuottaa parempaa tulosta kuin tekoälyn käyttö yksinään black box-periaatteella.

Päivän viimeisenä esiintyjänä **Jani Jansson** kertoi tekoälyn ja digitalisaation mahdollisuuksista ja käytöstä Bolidenilla. Digitalisaatiolla saavutettavat hyödyt ovat tunnistetusti merkittäviä ja näistä keskeisin fokusalue on tuotannollisen tehokkuuden parantaminen. Gartnerin 2023 julkaiseman tekoäly-hypekäyrän mukaisesti generatiivinen tekoäly on juuri nyt suurimmassa lupauksien nosteessa, mutta merkittäviä bisneshyötyjä on saatavilla myös hypekäyrän oikeasta reunasta, mistä löytyvät vakiintuneet ja arvonsa jo osoittaneet teknologiat kuten konenäkö ja autonomiset ajoneuvot. Boliden onkin kehittänyt ja on kehittämässä useita konenäkösovelluksia sekä kaivoksilla että sulatoilla. Samaten au-

tonomiset ajoneuvot ovat löytäneet tiensä jo esimerkiksi Kokkolaan, jossa autonomiset vihivaunut kuljettavat katodinippuja strippauskoneilta varastoon, ja varastosta valimon syöttökuljettimille. Myös Bolidenin kaivoksilla, kuten Aitikissa ja Garpenbergissä, tutkitaan ja otetaan paraikaa käyttöön useampia autonomisia ajoneuvoja.

Hybridijärjestelyin toteutettuun tapahtumaan osallistui paikan päällä 31 osallistujaa Metson toimistolla Espoon Matinkylässä ja Teamsin välityksellä noin 50 osallistujaa. Tämän artikkelin kirjoitushetkellä tapahtuman palautekyselyn tulokset eivät olleet vielä saatavilla, mutta paikan päällä kuultu palaute oli erittäin positiivista ja tapahtumaa luonnehdittiin onnistuneeksi osallistujien toimesta mm. LinkedIn-alustalla. Metallurgijaoston johtokunta kiitti esittäjiä työstään lahjalla, johon kuului tekoälysovellusten energiankulutuksen teemaan liittyen energisoiva urheilujuoma ja vauhtikarkkeja sekä tekoälyn kulttuuri- ja taidekeskusteluihin liittyen lahjoitettu Vuorimiesyhdistyksen juhluvuoden laulukirja. Virallisen ohjelman loputtua läsnäosallistujat jäivät seurustelemaan tilaan pikkupurtavien ja -juotavien kera. Metallurgijaoston johtokunta kiittää lämpimästi esittäjiä ja osallistujia sekä tapahtuman sponsoreita Metsoa sekä Bolidenia! ▲

## Seminaarin ohjelma 15.5.2024

- 12:30 Ilmoittautuminen alkaa Metson pääkonttorin E-talon aulassa
- 13:00 Tilaisuuden avaus  
**Miikka Marjakoski**, Metallurgijaoston puheenjohtaja, Vuorimiesyhdistys
- 13:15 Johdanto tekoälyyn  
**Henrik Lano**, Senior Manager, Strategy & Consulting, Data & AI Value Strategy, Accenture
- 13:45 Tekoälyn rajoitteet ja käytännön haasteet  
**Jukka Nurminen**, Professor of Computer Science, Helsingin yliopisto
- 14:15 Tekoälyn tietoturvallisuus ja eettisyys  
**Oula Järvinen**, AI Strategy Consultant, Gofore
- 14:45 Tauko ja kahvitarjoilu
- 15:15 Ilmiöpohjaiset prosessimallit, aihiovikojen ennustaminen  
**Julius Norrena**, Väitöskirjatutkija, Oulun yliopisto, Prosessimetallurgia
- 15:45 Tekoälyratkaisut teollisuudelle  
**Heli Helaakoski**, VP, Cognitive Production Industry, VTT Oy
- 16:15 Tekoälyn hyödyntäminen Outokummulla  
**Matti Aksela**, Head of AI and Digital Platforms, Outokumpu
- 16:40 Utilizing AI at Metso  
**Cesar Araujo**, Senior Specialist, Simulation & AI, Metso
- 17:05 Tekoälyn hyödyntäminen Bolidenilla  
**Jani Jansson**, Digimetallurgi, Boliden
- 17:30 Loppusanat  
**Miikka Marjakoski**, Metallurgijaoston puheenjohtaja, Vuorimiesyhdistys
- 17:35 Vapaata seurustelua ja pientä purtavaa
- 19:00 Tilaisuus päättyy



# Pohjoinen Teollisuus -messut Oulussa

Pohjoinen Teollisuus -messutapahtuma keräsi yli 370 näytteilleasettajaa ja lähes 4000 messuvierasta toukokuun puolivälin jälkeen Oulun Ouluhalliin. Kahden päivän tapahtumaan kuului erinomaisia esitelmiä aihealueinaan vetytalous, kaivosteollisuus ja kunnossapito.

Verkottuminen on parhaimpia messutapahtumien anteja. Messujen aikana käytiin lukuisia virallisia ja epävirallisia keskusteluja. Olisi mielenkiintoista tietää, kuinka monia

eri kohtaamisia ja keskusteluja yksittäinen messuvieras messujen aikana kävi läpi.

Seuraava PoTe järjestetään taas kahden vuoden kuluttua.

Mining Finlandin vieraana Oulun Pohjoinen Teollisuus -messuilla ollut perulainen kaivosyhtiö Compañía Minera Poderosa S.A. etsii Suomesta yhteistyökumppaneita, innovaatioita ja teknologioita kehittääkseen yrityksen vastuullisuutta ja pienentääkseen sen hiilijalanjälkeä. Mining Finlandin yhteistyö-

kumppani Poderosa on Perun suurin kullan tuottaja ja Perun toiseksi suurin kaivosyhtiö. Peru on maailman toiseksi suurin kuparin tuottaja ja yksi suurimmista hopean, lyijyn, sinkin, tinan ja molybdeenin tuottajista. Kuvassa Mining Finlandin jäsenistä Sitowise esittelee Poderosan vieraille vastuullisuus-, digi- ja kaivospalveluita. ▲

TEKSTI: LEENA K. VANHATALO,  
LASSE MOILANEN  
KUVAT: LEENA K. VANHATALO



Kuvassa vasemmalta oikealle:  
Anibal R. La Puente, logistiikkapäällikkö, Poderosa; Lasse Moilanen, toimitusjohtaja, Mining Finland; Mikko Pikander, avainasiakaspäällikkö, Digi Products and SaaS, Sitowise; Suvi Monni, kestävän kehityksen palvelujohtaja, Sitowise; Jouni Maidell, toimialajohtaja, rakennuttaminen ja infra, Sitowise; Hanna Repo, yhteyspäällikkö, teollisuus ja energia, Sitowise; Lotta Kettunen, projektityöntekijä, Mining Finland; William Villa, innovaatiojohtaja, Poderosa



Impoinvestin edustaja esittelemässä tuotteitaan



Fortum edustajineen oli mukana jätehuolto- ja kierrätysteemalla.

# Uusi palsta Materia-lehteen

Materia-lehteen avataan tästä numerosta alkaen uusi Lukijalta-palsta. Palstalla lehtemme lukijat voivat julkaista mielipiteitä, keskustelun avauksia, ideoita yhdistyksen ja lehden toimintaan sekä näkökulmia lehdessä käsitelyihin ja käsiteltäviin asioihin. Myös lukijoiden tarinat, runot ja muut hengentuotteet ovat tervetulleita palstalle.

Esimerkkinä jälkimmäisistä julkaisemme palstamme avaukseksi osia lehtemme toimittajan Tuomo Tiaisen sanoittamista kronikoista,

joiden kantaesitykset ovat olleet Vuorimiesyhdistys ry:n ja Metallinjalostajat ry:n tilaisuuksissa viime vuosikymmenillä. Lukijoidemme pöytälaatikoissa on varmasti paljon vastaavan kaltaisia luomuksia. Rohkeasti mukaan lähettämään niitä toimitukseemme Leena Vanhatalolle ja rikastuttamaan lehtemme sisältöä tälläkin tavalla!

## TOIMITUS

Muistatkos: tuotot ja kulut me ennen laskettiin tikulla vaan?

Toinen on hiljaa niin kauan ja vastaa: Nythän ne nuoret, nythän ne nuoret mallintaa, simuloi vaan.

Vuorimies ja metallurgi vaeltavat yöhön tummaan. Mietteet heidän yhteisensä toinen tällä lailla summaa: nuoret kyllä hommat taitaa, mutta rohkeutta puuttuu, jolla tietokoneen mallit tehtaiks, tuottehiksi muuttuu.

Uskotkos: nuoret ne luoda voi uutta kunhan ne uskaltaa vaan?

Toinen on hiljaa niin kauan ja vastaa: aina ne nuoret, aina ne nuoret oppii myös johtamaan.

Osa kronikasta: *Rosterirapsodia*

Metallinjalostuspäivät Outokumpu Tornio 6.5.2004

Esittäjänä **Tuomo Tiainen**

## Muhinointia kilpailijoiden kesken (Sävel: Balladi yksisilmäisestä Jackista)

Kun kilpailijat näki kummissaan, kuinka voittoa Polarit on, ne vastaan ryhtyivät hannaamaan keinoin yritysfusion. Oli mukana Avesta Ruotsista ja Sheffield Englannin, mutta liittonsa ei ollut suotuisa ja se vei lähes konkurssiin.

Niin silloinpa iskettiin ja firmat ne ostettiin.

Syntyi brändi oiva, hyvin markkinoiva.

Nimi AvestaPolarit silloin päivänvaloon ui,

ja taatusti pöksyt kilpailijain jälleen kerran ne tahrautui.

Uutta brändiä käytiin nyt kauppaamaan ja se tulosta tuotti niin, että harmitti nähdä sen joutuvan osittain käsiin vieraisiin. Tuli Outokumpu nyt kentälle, teki liikkeen niin rohkean: osti omakseen nahkoineen karvoineen koko konsernin korskean.

Ja niin Outokumpu on pomo rosterituotannon:

kolmanneksi suurin kai maailmassa on.

Teknologia tehtaan on johtotähtenä alallaan,

ja sen taitava siirto myös tuotteisiin laatupalkinnot valloittaa.



Osa kronikasta:

*Metallien jalostuksen vaiheita halki vuosisatojen*

Vuorimiesyhdistys ry:n 60-vuotisjuhla 28.3.2003

Sanoitus **Tuomo Tiainen**

Esittäjinä *Vesipojat*: **Johan Backman,**

**Veikko Lankinen, Juha Räisänen ja Kari Tähtinen**

## Retrospektio

(Sävel: **Kaksi vanhaa tukkijätkeä**)

Vuorimies ja metallurgi istuu reunuksella senkan.

Senkka unhoon jäänyt on jo kylkeen vanhan kaivospenkan.

Toisella on laskutikku, jolla ikää paljon lienee.

Toinen tutkii lanssia ja muistot nuoruutehen vienee.

Muistatkos: kaivokset, tehtaat me ennen polkaistiin pyörimään vaan?

Toinen on hiljaa niin kauan ja vastaa:

Nyt ei ne nuoret, nyt ei ne nuoret

pysty putlaamaankaan.

Vuorimies ja metallurgi istuu, ehtoo yöksi hiipuu.

Päivän viime säteet valaisevat terästehtaan piipun.

Toinen nousee verkallensa, laskutikun taskuun laittaa.

Toinen hylkää lanssin, taskulämmin naukku vielä maittaa.

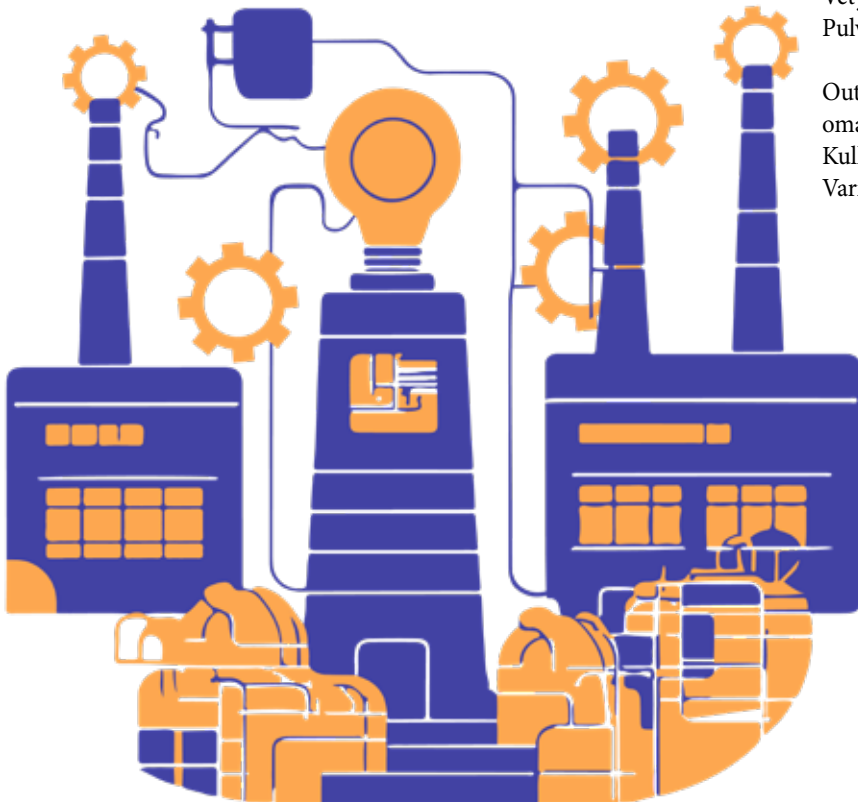


## Rosteri kuluttajankin riemuna (Sävel: Anttilan keväthuumaus)

Rosteri on kaikkien käytössä vaan,  
siitä veitset, haarukat, pannut ja kattilat.  
Tiskipöydät, lusikat myöskin ne saa  
hohdon kaiken kestävänsä vuosien taa!  
Pyykkikoneet muuten ei kestäisi lain,  
rummun sekä altaan saa rosteri ain  
säilymähän siistinä, pyykit kaikki putipuhtaana  
tulevat koneesta rosterin vuoksi vain!

Rosteri on vallannut mehumaijatkun  
Kas kun alumiinista muisti voi katkeilla.  
Rosteri ei puolukkaa säikähdä lain,  
myöskin kunnan kahvit se kiehauttaa ain.  
Kansalainen urbaani hellan päällä vaan  
korpikuusen kyyneleetkin saa näin tippumaan.  
Kun on pelit rosterin, kaikki sujuu paljon siistimmin  
Käyttäminen, keitto ja kirkastus totta kai!

Rosteri on riemu myös kuluttajain  
kestohöydyn tuottaen, vuosia palvelen.  
Äidinäidin häälahjat arvon taas saa  
kun ne pöydän nuorikon voi koristaa!  
Aina uudet haasteetkin nujertaa tuo  
kehitys kun jatkuvasti uudet lajit luo.  
Mahdatkohan tietääkään mitä on jo nytkin tarjolla:  
austeniitti, ferriitti, duplex ja moni muu!



## Outotec teknologioiden tuottajana (Sävel: Hottentotti Huuakotti)

Outokumpu Technology mineraalit hallitsi.  
kautta maan ja mantereiden prosessejaan tarjoili.  
Syntyi uudet tieteenalat, nousi uudet tuotostavat.  
Tekniikat kun haltuun otti, kasvoi huima bisnespotti!

Okmetic se lienee piissä ensimmäisten joukossa.  
Kiteet kasvattaa ja suuntaa tyhjiöunin loukossa.  
Niistä kiekot irroittaa ja taidolla ne kiillottaa.  
Elektronit kodin saavat, väistyvät vanhat kytkinkaavat!

Outokumpu Magnets saattoi teslat, gaussit valjastaa,  
supervahvat magneetit se pulverista puristaa.  
Rauta, neodyymi, boori, siinä menestyksen stoori.  
Neorem Magnets Ulvilasta valtaa jo puolet maailmasta!

Putken valmistuksessa on tuottajalla vaivansa:  
vala, pursota tai valssaa, vedä hiki hatussa!  
Cast and Roll on tähänkin taas keino suoraviivaisin:  
pystyvala, kerran valssaa, putki tuotteeksi jo passaa!

Talvivaaran kaivoksessa nikkeli on tiukassa,  
mutta kunhan bakteerit saa tehdä töitä rauhassa  
oman lämpönsä ne tuottaa, liuokseen metallin juottaa.  
Lyysi sen taas talteen ottaa täysin ilman suurta poppaa!

Myöskin puhtaan kuparin voi ilman tulta jalostaa,  
rikasteen kun liuottaa ja oksidina saostaa.  
Vety pilkkoo oksidin ja jättää puhtaan metallin.  
Pulverin kun talteen ottaa, HydroCopper on jo totta!

Outotec on perimältään Technologyn perhettä,  
omaksunut tietämyksen ilman yhtään erhettä.  
Kulkee nyt jo omaa matkaa, kehitystä eespäin jatkaa.  
Varmat siitä olla saamme, Outotec on onni maamme!

# Historian havinaa

Sarjamme jatkuu jälleen pienen taun jälkeen vuoden 1968 numeroiden selailulla. Tuohon aikaan nimellä Vuoriteollisuus-Bergshanteringen julkaistu lehtemme ilmestyi kahtena numerona vuodessa. Seuraavassa joitakin nostoja numeroiden läpikäynnistä.

Koko1960-luku oli maamme metallurgisen teollisuuden voimakasta kehitysvaihetta. Uusia tehtaita ja tuotantolaitoksia oli perustettu mm Raaheen ja Kokkolaan ja niiden tuotannon ylösaajo oli meneillään vuosikymmenen loppupuolella.

Tämä näkyy myös lehden sisällöissä mm. runsaina mainosmäärinä. Esimerkiksi numeron 1/1968 62 sivun kokonaismäärästä 25,5 sivua eli 41,5 % oli mainoksia. Niissä mainostettiin kaikkea mahdollista vuorialle sopivaa teräsköystistä Outokummun tuottamien korkealaatuisten instrumenttien hienomekaaniseen valmistukseen saakka.

Numerossa 1/1968 TKK:n professori Matti Tikkanen käsitteli näkyviä prosessimetallurgian viimeaikaisesta kehityksestä keskittyen artikkelisarjan ensimmäisessä osassa rautametalleihin. Raudan valmistuksen puolella masuuniteknologiassa meneillään oli siirtyminen rikastepellettien käyttöön palamalmiin tai tavanmukaisen sintterin asemesta. Teräksen valmistuksessa taas konvertteriteknologia ja happipuhallus olivat jo suurelta osin korvanneet perinteisen lieskauniteknologian.

Teräksenteon puolella kokeiltiin myös ”liekkisulatuksen” käyttöä harkkoraudan raffinointiin. Rautamalmin suorapelkistys vedyllä sekä myös sulan teräksen valmistus suoraan rikasteesta jatkuvana prosessina olivat jo tuolloin myös tutkimuksen kohteina. Professori Tikkanen arvioi kuitenkin oikein, että varsinkin jälkimmäisen prosessin kohdalla matka reaalisesti lopputulokseen on pitkä.

Numerossa 1/1968 esiteltiin myös vuosina 1959 -1967 Kemijärvellä toiminut Otanmäki Oy:n Kärvasvaaran rautakaivos. Tästäkin tapauksessa jo vuonna 1921 löydetyn magnetiittimalmion matka toimivaksi kaivokseksi oli varsin pitkä ja monivaiheinen.

Numeron 1/1968 mainoksista ehkä eniten huomio kiinnittyi Paraisten Kalkkivuori Oy:n valmistamiin MIKA- ilmanvaihtoka-

## ei huuda, ei kolise, ei rämise MIKA-tuuletuskanavisto on äänetön



### Äänetön

Kanavan 6 mm paksun asbestisementtiseinämän jäykkyyttä estää räminä-äänten syntyminen. Seinämän paksuus vähentää sen läpi tunkeutuvia ääniä. Sielät sisäpinnat merkitsevät pientä virtausvastusta ja virtausteknillisesti oikein muotoillut kanavaosat vähentävät ilmavirtausten syntyä.

### Tiivis

E-lukkoiltoksen ansiosta kanaviston vuoto 100 mm Vp:n koepaineella on ainoastaan n. 0,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h, joten MIKA-kanava soveltuu erinomaisesti koneelliseen ilmanvaihtoon.

### Monipuolinen

MIKA-kanavat ovat 2,5 m:n pituisia muhvimittomia asbestisementtikanaavia. Laajan vakiomuoto-kappalevalikoiman lisäksi voidaan erikoisratkaisuihin tilauksesta toimittaa suunnittelijan ohjeiden mukaan tehtyjä muotokappaleita.



Teknillinen neuvontapalvelimme on korvauksetta käytettävissä:

Parainen, puh. 921-44 422 • Helsinki, puh. 90-64 20 20 • Lappeenranta, puh. 12 860 • Pori, puh. 15 442 • Tampere, puh. 931-28 251 • Kuopio, puh. 971-21 851 • Vaasa, puh. 961-11 803 • Jyväskylä, puh. 941-36 031 • Oulu, puh. 23 013 • Rovaniemi, puh. 37 27

**PARAISTEN KALKKIVUORI OSAKEYHTIÖ**

**Mineriittitehtaat**

Fredrikink. 47, Helsinki 10, puh. 90-64 20 20

naviin. Niiden 6 mm paksut asbestisementtiseinämät estivät jäykkyydellään räminä- ja kolinamelun syntyä.

Numerossa 2/1968 julkaistiin professori Matti Tikkanen prosessimetallurgian kehitystä tarkastelevan artikkelisarjan toinen, värimetalleihin keskittyvä osa. Liekkisulatusprosessin läpimurto 1960- luvulla oli luonnollisesti merkittävimpiä kehitysaskelaita, mutta kehitystä oli meneillään myös jauhemetallurgian sekä hydro- ja muiden pyrometallurgisten prosessien kohdalla. Tikkanen korosti erityisesti hapen käytön etuja värimetallien prosessimetallurgiassa.

Numerossa 2/1968 esiteltiin myös Paraisten Kalkkivuori Oy:n Paakkilan antofylliittiasbestilouhos Kuopion läänin Tuusniemen pitäjässä. Kyseessä oli Pohjolan ainoa ja koko maailmassakin harvinaislaatuinen asbestiin

tuotantolaitos. Louhittu asbestikivi rikastettiin eli murskattiin, kuivattiin, aukaistiin, seuloitiin, luokiteltiin kuitupituuden mukaan ja osittain jauhettiin kuivana. Rikastamoon oli vuonna 1967 asennettu yleispölynpoistojärjestelmä.

Numeron 2/1968 mainoksista huomio kiinnittyi Oy Nokia Ab:n monipuoliseen tuotantovalikoimaan. Yhtiö tuotti sellulosaatetta, paperijalosteita, kumijalkineita, renkaita, teknillisiä kumituotteita kuten kuljetinhiltoja, johtoja, kaapeleita, kondensaattoreita, kevytmetallituotteita, teollisuuselektronikkaa, viestitekniikkaa ja putkia. 1990-luvulla räjähdysmäiseen kasvuun ryöpsähtänyt kommunikaatioteknologia uinui tuolloin vielä yhtiön uumenissa. ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN



# VMY:n hallituksen vierailu SSAB Raahen terästehtaalla

Vuorimiesyhdistyksen hallitus vieraili SSAB Raahen terästehtaalla 22.5.2024 ja piti siellä samalla oman kokouksensa. Isäntänä vierailulla oli hallituksen jäsen Ari Pikkuaho. Ennen tehdaskierrosta tehtaanjohtaja Jarkko Matkala esitteli tehtaan uuden konttorin. Raahen tehtaan transformaatioesittelyn piti Jarmo Lilja:

”SSAB on jatkanut toimiaan fossiilivapaan teräksen tuomiseksi markkinoille ja muuttaakseen terästuotannon fossiilivapaaksi strategiansa mukaisesti. Oxelösundissa on aloitettu uuden valokaariuunin rakennustyöt, ja yhtiön hallitus päätti toukokuussa 4,5 miljardin euron minimill-investoinnista Luulajaan. Päätös Raahen transformaatiosta tehdään myöhemmin. SSAB:n Montpelierin tehtaalla fossiilittomasti valmistettava Zero-teräs lanseerattiin markkinoille 2023 ja

sitä on myyty asiakkaille jo useita kymmeniä tuhansia tonneja. Yhä uusia kumppanuuksia on solmittu asiakkaiden kanssa, jotka myöhemmin hyödyntävät omassa tuotannossaan fossiilivapaita teräksiä. HYBRIT-pilottilaitoksella on vetypelkistyksellä onnistuttu tuottamaan korkealuokkaista rautasientä, ja 1,3 miljoonan tonnin demolaitos on rakenteilla Jällivaaraan LKAB:n toimesta.

Raahen nykyinen masuuniteknologiaan perustuva integroitu terästehdas tullaan korvaamaan minimill-teknologialla, jossa vihreällä vedyllä pelkistetty rautasieni ja teräsbromu sulatetaan valokaariuuneissa. Uunit perustuvat korkeaan sähkötehoon, ja lisätävän kemiallisen energian määrä minimoidaan. Modernin senkkametallurgian avulla valmistettava teräs valetaan yhdellä ohutaihiovalukoneella aihioiksi, jotka jatkavat mat-

kaa tunneliuunin ja induktiokuumentimien kautta kuumavalssaukseen. Tällä ns. suoravalssauksella vältetään kokonaan erillinen ahiokuumennus, joka kuluttaa nyt lähes terawattitunnin verran fossiilisia polttoaineita.”

Esitysten jälkeen hyppäsimme bussiin ja kiersimme pitkin tehdasaluetta. Oppaina tehdaskierroksella toimivat Seppo Ollila ja Ari Pikkuaho. Sulaton ulkopuolella jalkauduimme ja näimme sulaton valvomosta käsin. Kävelimme myös valssaamon läpi. Varsinkin näin ei-metallurgille terästehdas on vaikuttava näky. Harmillisesti valokuvia sai ottaa vain yhdessä kohteessa. Siksi valokuvaukselliset masuunit, sulan metallin kaadot ynnä muut jäivät talteen vain mielikuviin. ▲

TEKSTI: JARMO LILJA JA  
LEENA K. VANHATALO



Kuvassa tehdaskierrokselle osallistuneet kokoustajat: Ari Pikkuaho, Riina Salmimies, Pentti Vihanto, Joakim Colpaert, Leena K. Vanhatalo ja Hannele Vuorimies

## Palsatech avaa uudet malminetsintä- ja kaivospalvelukeskukset Ruotsiin ja Serbiaan

▲ Palsatech laajentaa toimintaansa Ruotsissa ja Serbiassa, joihin yhtiö on avaamassa uudet PalsaCenter-palvelukeskukset merkittävien kaivoskeskittymien läheisyyteen. Palsatechin aiemmat kaksi palvelukeskusta sijaitsivat Suomessa, toinen Kemissä ja toinen Sodankylässä. Ruotsin yksikkö tulee sijaitsemaan Bergslagenin alueella Tukholmasta luoteeseen, ja Serbian yksikkö sijaitsee noin 80 kilometriä Belgradista itään, Pozarevacin alueella. Yhtiö pyrkii strategian mukaisesti viemään ainutlaatuisia palvelukeskuskonseptia kansainvälisille markkina-alueille.

”Tavoite kansainvälisille markkinoille pääsystä on meillä ollut olemassa jo pidempään, ja sen eteen tehty työ tuottaa nyt odotettua hedelmää. Suomessa tämä konsepti on todettu kannattavaksi, joten on luonnollista pyrkiä viemään osaamistamme myös kansainvälisten asiakkaiden tar-

peisiin. Tämä on nyt toimintamme suunta, ja keskuksia tullaan lähivuosina avaamaan useampaankin kohteeseen.”, toteaa Palsatechin pääomistaja ja konsernin johtaja **Mika Alasuutari**.

Uudet palvelukeskukset Ruotsissa ja Serbiassa on tarkoitus avata kesän aikana. Serbian keskus avataan jo alkukesästä, kun taas Ruotsin toimipisteen valmistelut aloitetaan heinäkuussa ja se pyritään avaamaan kesän loppuun mennessä. Palvelukeskukset tarjoavat kattavan palvelun kaivosteollisuuden ja malminetsinnän tarpeisiin, ja niissä tutkitaan, raportoidaan ja varastoidaan asiakasyritysten geologisia näytteitä.

”Uuden palvelukeskuksen avaaminen Serbiaan on luonnollinen askel Palsatechille, sillä yritys on laajentanut toimintaansa tasaisesti Balkanin alueella. Kaksi vuotta sitten avasimme tytäryhtiön Serbiaan

ja aloitimme paikallisen tiimin kokoamisen palvellaksemme paremmin asiakkaitamme Serbiassa ja sen naapurimaissa. Ruotsin osalta aikataulumme avaukselle on loppukesän aikana. Asiakaskokemukset alueella kannustivat meitä pysyvämpään toimintamalliin, ja PalsaCenter mahdollistaa kokonaisvaltaisemman palvelun asiakkaiden projektien toteuttamisessa”, kertoo **Riku Aho**, Palsatech Global Oy:n toimitusjohtaja.

Palsatech on alun perin Kemiin perustettu geopalveluyritys, joka on erikoistunut tarjoamaan geologisia ja geoteknisiä palveluja malminetsinnän ja kaivostoiminnan tarpeisiin. Palsatech-konserniin kuuluu yli 90 henkilöä, ja sillä on toimipisteitä Kemissä, Sodankylässä ja Turussa. ▲

TEKSTI: HENRIK MESIMÄKI, MIKA ALASUUTARI JA MIKA KULJU  
KUVA: PALSATECH



### Suomen TPP tarjoaa korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betonteollisuudelle

- Laaja valikoima erilaisia kalliopultteja kallion lujitukseen mm. vaijeripultti, harjateräspultti
- Kaivosverkot maanalaisien tilojen tukemiseen
- Ventiflex-tuuletusputket maanalaisiin tunneleihin
- Teräskuidut ja makrokuidut betonin lujitukseen
- Betonin vedeneristysaineet
- Injektointisementit kallion ja maaperän injektointiin
- Raitisilma-, poistoilma- ja peräpuhaltimet savunpoistoon ja tuuletukseen

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

Olemme mukana  
**FINNMATERIA**  
PAVELJONIKKI JYVÄSKYLÄ 6.-7.11.2024



# Metallien 3D-tulostuksen hiukkasaltistumista tutkitaan

Tutkimushankkeessa tehdään mittauksia metallien 3D-tulostusta jauhepetimenetelmällä harjoittavissa yrityksissä ja oppilaitoksissa terveysvaikutusten kartoittamiseksi. Tutkimuksen avulla selvitetään muun muassa työntekijän hiukkasaltistumista, kokonaismetallialtistumista ja varhaisia tulehdusvaikutuksia.

”Metallien 3D-tulostusprosesseissa syntyy hyvin pieniä nanokokoluokan hiukkasia, jotka voivat kulkeutua syvälle hengitysteihin eli keuhkorakkuloihin asti. Näitä haittoja ja oireita ei tarkkaan tiedetä, eikä niitä ole Suomessa aiemmin selvitetty. Siksi on hyvä tutkia, millaisia tasot ovat ja minkälainen riski prosessiin liittyy”, sanoo yliopistonlehtori **Marko Hyttinen** Itä-Suomen yliopistosta.

Hän työskentelee Sisäympäristön ja työhygienian tutkimusryhmässä, joka toteuttaa META3D-hanketta yhdessä Työterveyslaitoksen kanssa. Tutkimuksessa selvitetään metallien 3D-tulostuksessa muodostuvien kemiallisten tekijöiden pitoisuuksia ja ominaisuuksia sekä mahdollisia altistumisreittejä ja yhdisteiden kulkeutumista elimistössä. Lisäksi kartoitetaan työntekijöiden oireita, varhaisia tulehdusvaikutuksia ja arvioidaan altistumiseen liittyvää terveysriskiä.

Tutkimuksessa on mukana 13 metallien 3D-tulostusta tekevää yritystä ja oppilaitosta. Suurin osa mittausdatasta on jo kerätty ja sitä analysoidaan parhaillaan. Tutkimukseen osallistuneet ovat suhtautuneet hankkeeseen innostuneesti, sillä siitä saatavaa tietoa pidetään tärkeänä.

## Mittauksista kyselytutkimukseen

Kattava kokonaiskuva muodostetaan sekä mittaus- että kyselytutkimuksia yhdistämällä.

”Teemme jokaisessa kohteessa työhygieniset mittaukset eli mittaamme ilmasta hiukaspitoisuuksia monella eri menetelmällä. Mittaamme hiukkasten massaa ja lukumääräpitoisuutta ja katsomme hiukkasten koon ja lukumäärän jakaumaa”, erikoistutkija **Maija Leppänen** Työterveyslaitokselta kuvailee.

Näytteistä tehdään myös kemiallinen analyysi, jotta selviää, mitä metalleja hiukkasissa on.

”Tutkimusympäristöistä kerätään tietoa myös jatkuvatoimisilla mittalaitteilla. Niistä näkyy, millaisia reaaliaikaiset hiukaspitoisuudet ovat. Kun mittaus tiedot yhdistetään tietoihin työntekijöiden täyttämästä lomakkeesta, johon on merkitty päivän työtehtävät, saadaan selville altistavimmat työvaiheet”, sanoo tutkijatohtori **Antti Karjalainen** Itä-Suomen yliopistosta.

Vapaaehtoisilta osallistujilta kerätään henkilökohtaisia näytteitä kokonaismetallialtistumisen mittaamiseksi. Käsistä tehtävällä pyyhintänäytteellä arvioidaan ihoaltistumista. Metallipitoisuuksia analysoidaan myös virtsanäytteistä ja uloshengitysilmaasta. Lisäksi työntekijöiden mahdollisesti kokemia oireita kartoitetaan kyselyssä.



AM Campuksella tehdyissä mittauksissa telineeseen kiinnitettiin IOM-keräin, jolla määritetään hengittyvän pölyn massapitoisuus suodatinkeräyksellä.



Pöydälle on sijoitettu kolme jatkuvatoimista mittalaitetta, joilla mitataan hiukkasten reaaliaikaisia massa- ja lukumääräpitoisuuksia sekä lukumääräkokojakaumaa.

## Ohjeistus hyvään työtapaan

Tulosten avulla voidaan arvioida, onko nykyään työpaikoilla käytettävä suojaus riittävä, vai tarvitaanko lisätoimenpiteitä. Tuloksista julkaistaan keväällä 2025 loppuraportti ja niiden pohjalta laaditaan myös ohjeistus hyviin työtapoihin.

”Pyrimme ottamaan kantaa, mikä on tilanne työpaikoilla. Jos havaitsemme, että on tarvetta tehdä jotain toisin, niin annamme ohjeita turvalliseen työskentelyyn”, Maija Leppänen sanoo.

Tulokset julkaistaan muun muassa hanketta rahoittavan Työsuojelurahaston kanavissa. 3D-tulostustoimijat yhteen kokoava, DIMECCin johtama FAME-ekosysteemi on ollut mukana mahdollistamassa tutkimusta ja jakaa myös tuloksista tietoa yrityksiin. ▲

Lisätietoja:  
<https://www.ttl.fi/tutkimus/hankkeet/altistumisen-ja-terveysvaikutukset-metallien-3d-tulostustoisissa-meta3d>

TEKSTI: KAISA KAUKOVIRTA, DIMECC,  
KUVAT: MAIJA LEPPÄNEN



PEKKA SUOMELA  
TOIMINNANJOHTAJA  
KAIVOSTEOLLISUUS R.Y.

## Suomessa ymmärretään omavaraisuuden tärkeys

Vuoden 2024 Kaivosbarometrin mukaan suomalaiset ovat huolissaan omavaraisuudestamme mineraalien saamisessa. Kyselyn vastaajat ymmärtävät kaivostuotteiden tarpeellisuuden, ja valtaosa näkee, että omavaraisuuden varmistaminen on viisasta.

Kyselyn mukaan 72 prosenttia vastaajista kokee, että Suomi ja Eurooppa ovat liian riippuvaisia Kiinan ja Venäjän kaivosteollisuuden tuotteista. Vain seitsemän prosenttia kansalaisista jättäisi Euroopan mineraalihuollon tuonnin varaan.

Seitsemän prosenttia vastaajista arvioi, että Euroopassa ei tarvita kaivoksia, koska raaka-aineita voi tuoda muualtakin. Kuitenkin 74 prosenttia vastaajista ei jättäisi raaka-ainehuoltoa pelkän tuonnin varaan. Kansalaisten näkemyksiä tukee myös kansainvälisen konsulttiyhtiö PwC:n raportti, jossa käsitellään ilmatorstien vaikutusta raaka-ainetuotantoon. Raportin mukaan ilmastonmuutos vaarantaa monien kriittisten raaka-aineiden toimitusketjut, jotka perustuvat keskitettyyn tuotantoon. (PwC, 2024)

Yhteiskunnan sähköistyminen tarvitsee kaivoksia varmistamaan raaka-aineiden saatavuuden ja tuotantoketjujen toimivuuden. Energiateollisuudessa erityisesti tuuli- ja aurinkoenergian markkinoiden kasvu edellyttää varmoja mineraalilähteitä, sillä uusiutuvan energian teknologiat vaativat merkittäviä määriä erityisiä metalleja. Akkuteollisuus taas on riippuvainen raaka-aineista, kuten litiumista, koboltista ja nikkelistä, joiden saatavuus on kriittistä akkujen valmistuksessa ja sähköistymisen edistämisessä.

Suomalaisilla on barometrin mukaan niukasti tietoa siitä, missä Suomessa tuotetut mineraalit jalostetaan eteenpäin. Joka viides vas-

taaja arvioi, että lähes kaikki Suomessa kaivoksissa tuotetut mineraalit viedään ulkomaille jalostettavaksi, ja puolet kansalaisista ei ota kantaa asiaan. Todellisuudessa noin 90 prosenttia Suomessa tuotetuista metalleista jalostetaan Suomessa. Lisäksi Suomi tuo noin neljä kertaa enemmän metallirikasteita kuin vie. (TEM, 2023)

Myöskään poliittisilla päättäjillä ei ole aina selvyyttä siitä, kuinka merkittävä rooli kotimaisella raaka-aineella on valmistavassa teollisuudessa. Tämä voi johtaa päätöksiin, jotka heikentävät kaivosteollisuuden toimintaedellytyksiä ja vaikeuttavat teollisuuden raaka-ainehuoltoa sekä Suomen kykyä edistää vihreää siirtymää.

Kansalaiset näyttävät kuitenkin tuntevan Suomen paremmin kaivosteollisuuden tuottajana kuin kaivostuotteiden jalostajana. Yli puolet vastaajista tunnistaa, että Suomessa tuotetulla kaivosteknologialla on ratkaiseva rooli kaivosalan ympäristöystävällisyyden kehittämisessä.

Kaivosteollisuuden kehitys kohti kestävämpiä ja ympäristöystävällisempiä käytäntöjä vaikuttaa myös muiden teollisuuden alojen ympäristövaikutusten vähentämiseen. Kestävä raaka-aineiden hankinta on avainasemassa pyrittäessä vähentämään koko tuotantoketjun hiilijalanjälkeä. ▲

Lähteet:

Kaivosbarometri 2024

TEM, Kaivosalan toimialaraportti 2023

PwC, Preparing for climate risks to key commodities: What businesses should know, 2024







PERTTI VOUTILAINEN

## Mihin unohtui maailmanloppu?

Asiat ovat nyt sillä mallillaan, että yhä useampi ennustaa maailmanlopun olevan ovella. Mutta eipä tämä ole ensimmäinen kerta.

Muistan vielä, kun 1970-luvun alussa luin Rooman klubiksi nimitetyn porukan julkaisemaa kohokirjaa ”Kasvun rajat”. Sen teksti ei ilahduttanut mieltä. Ihmiskunnan kohtalon sanottiin olevan vaarassa, kun kaikki tarpeellinen oli planeetalta loppumassa. Tunnetuimmista metalleista oli ensimmäisenä loppumassa hopea, jonka varojen arvioitiin riittävän enää 21 vuodeksi. Yhtä lohduttomia olivat ennusteet muillekin tärkeille metalleille. Ihmettelin asiaa, mutta kun kirjan viestin takana oli niin moni korkea auktoriteetti, arvelin asiassa jotain perää olevan. Lehtihaastattelussa kuitenkin uskalsin sanoa olevani eri mieltä. Ja mielipiteenäni kerroin, että ”mikään ei lopu koskaan”. Sain runsaasti vähemmän ystävällisiä terveisiä. Turusta matkusti jopa yksi professori pääkaupunkiin asti kertomaan, että olen hullu, kun tuollaisia esitän. Vastasin, että hulluudestani en ole ihan varma, mutta väitän olevani oikeassa itse asiassa. Viisikymmentä vuotta on nyt kulunut tuosta keskustelusta, ja hopeaa on vielä runsaasti jäljellä. Metallisten raaka-aineiden loppuminen ei meitä uhkaa, jos pidämme huolta etsinnän ja tuotannon teknologian kehittämisestä.

Luulenpa, että enemmän pitää olla huolissaan siitä mahdollisuudesta, että George Orwellin sata vuotta sitten teoksessaan ”Vuonna 1984” hahmottelema kuva tulevaisuuden maailmasta muuttuikin todellisuudeksi. Silloin eletäisiin oloissa, jotka ovat tuttuja Stalinin ajan Neuvostoliitosta. Siinä maailmassa yksilön oma tahto ja toimintamahdollisuudet alistetaan systeemille, joka valvoo ja ohjaa toimintaasi sataprosenttisesti. Tällaisen yhteiskunnan tarvitsema hallintateknologia on nykyään helposti kehitettävissä. Vaikka fyysiset tarpeet olisivat jotenkin tyydytetyt, henkinen tuska on niissä oloissa raskas kantaa. Jos ette tätä usko, käykää kysymässä virolaisilta, millaista oli elämä Neuvostoliiton miehittämässä maassa. Onneksi tässäkin tapauksessa ennustajan aikataulu on pettänyt, eikä pahin ole tapahtunut. Mutta kehitystrendit ovat pelottavia vaikkapa itärajan takana suuressa naapurissamme. Radikaalin islamin maissa tilanne taitaa olla vieläkin pahempi. Uskaltaakohan tässä toivoa, että ”Luoja meitä varjelkoon”, kun asialla on niin monenlaisia luojia erilaisine tavoitteineen.

Viihdetaiteilija Matti Jurva jätti meille aikanaan elämänohjeita, miten suhtautua elämän vastoinkäymisiin. Kun katontervaajien pytty sattui putoamaan kadulla hänen niskaansa, hänen reaktionsa

kuului: ”Ihminen älä sinä hermostu, ihmettele vaan. Ota sinä vastaan kiitellen, mitä ylhäältä annetaan”. Näin suurta ymmärrystä ei kai ole oikein ihmiseltä vaatia, mutta ymmärtää pitää, että maailmassa kaikki ei aina käy parhain päin. Vastoinikäymisiäkin on pakko hyväksyä.

Ennustaminen on vaikeaa, kuten edellisistä esimerkeistä käy ilmi. Pieleen voivat mennä sekä substanssi että ajoitus. Tästä huolimatta otan riskin ja esitän käsitykseni ihmiskuntaa odottavasta tulevaisuudesta. Jos on uskomista edes puoleenkaan siitä, mitä media nykyään päivittäin raportoi tekoälyn ja aivotutkimuksen kehittymisestä, saamme kokea uskomattoman isoja muutoksia. Amerikkalaiset jo asensivat piisirun suoraan kontaktiin aivojen kanssa. Tämän voi nähdä alkuaasteena korjaussarjan rakentamiselle aivovaurioiden korjaamiseen. Kun elektroniikan kehittäjien tavoite on pienentää laitteiden kokoa, voidaan pian koota tuotteita atomi atomilta, ja tuo edellä mainittu korjaussarja mahtuu yhä pienempään tilaan.

Onko ennustettu kehitys hyväksi vai pahaksi? Hyväksi puoleksi voitaneen laskea tasa-arvon lisääntyminen. Tarvittaessa voidaan nimittäin pyyhkiä tyhmyys pois korvaamalla aivojen huono osa kunnollisella varaosalla. Kaikista voidaan tehdä yhtä viisaita tai yhtä tyhmiä. Mutta voisikohan tuo käytännössä tuoda tullessaan ikuisen onnen? Tuskinpa, sillä olisihan se ihan väärin, jos naapuri olisi yhtä viisas kuin itse.

Jollekin voi olla vaikeaa hyväksyä, että varaosien osuus voisi kasvaa niin suureksi, ettei voida sanoa, onko kyseessä luomuihminen vai tekoihminen. Kaikki siis emme olisikaan ”Luojan luomia”. Ei tunnu hyvältä sellainen näkymä.

Aloitin tämän kirjoituksen viittauksella maailmanlopun ennustajiin, joita talouden ahdingon aikoina on runsaasti liikkeellä. Kevään kuluessa meidät kuitenkin yllätti tieto siitä, että talouden taantumasta on voitettu ja olemme matkalla kohti parempia aikoja. Kaikki talousviisaat eivät tähän usko, vaan luottavat enemmän Nalle Wahlroosiin, joka kertoo Suomen olevan konkurssin partaalla. Kumpaa oppia pitäisi uskoa? Nalle ei ole koskaan ollut väärässä, mutta sopii toivoa, että sellainen ihme nyt tapahtuisi. Oli miten oli, varmaa on, että kovia joudumme vielä kokemaan ennen kuin Suomen talous on noussut siitä kuopasta, johon olemme sen sallineet vajota.

Maailmanloppua ei tähän enää tarvittaisi. Murheita on riittävästi muutenkin. ▲



TUOMO TIAINEN

## Mitä vanhan metallurgin, Hipsu Hiilen ja alkuaine vanadiinin jälkeen?

Numerosta 5/2014 alkaneet ja pääasiassa vanhan metallurgin tähdittämät tarinat päättyivät tällä Pakina-sivulla numeroon 1/2018, ja Hipsu Hiili lähti tutkimusmatkoilleen metallien ihmeelliseen maailmaan seuraavassa numerossa. Hipsu suunnisti pois ulottuviltamme elolliseen maailmaan numerossa 2/2022, ja alkuaine vanadiini alkoi heräillä horroksestaan terästehtaan vanhassa kuonakasassa numerossa 3/2022. Alkuaine vanadiini päätyi monivaiheisen seikkailun jälkeen ainakin jossain määrin pysyvään asuinsijaansa virtausakkuun viime numerossa 2/2024.

Mitä sitten seuraavaksi? Tähänastisten pakinasarjojen teemat ovat vanhaa metallurgia lukuun ottamatta saaneet alkunsa ulkoisesta lähteestä eli jossakin tilanteesta korvaan tarttuneesta lauseesta tai jostain luetusta tekstinpalasesta, joka on jäänyt niin sanotusti mielen päälle. Aikansa mielen perukoilla pyöriytyään aihiot ovat kirkastuneet ja jäsentyneet poluksi, jota pitkin on ollut hyvä edetä tarina kerrallaan.

Tälläkin kerralla sellainen ulkoinen lähde tai mieltä kaivertava teema-aihiot on kyllä olemassa. Jossakin apurahojen jakotilaisuudessa keskustelu ajautui materiaalitutkimuksen muoti-ilmiöihin. Tiedättehän, sellaisiin, joissa jokin tutkija tai tutkimusryhmä maailmalla löytää uuden materiaalin, jostain materiaalista jonkin uuden ominaisuuden tai jonkin ilmiön, jonka uskotaan muuttavan koko maailman.

Kun tuo löytö sitten julkistetaan riittävän arvovaltaisessa mediassa, tarttuvat muutkin tutkijat ja ryhmät aiheeseen ja päättävät tutkia sitä tarkemmin omista lähtökohdistaan. Ja niin syntyy pian hypetyks, joka paisuu vähintään valtakunnan, ellei peräti koko maailman laajuiseksi. Kaikissa apuraha- tai projektihakemuksissa pitää olla riittävä määrä kyseiseen ominaisuuteen tai ilmiöön liittyviä hyviä sanoja, jotta toivoakaan hakemuksen läpimenosta ja rahahanojen avautumisesta olisi olemassa.

Klassillinen esimerkki tällaisesta maailmanlaajuisesta muoti-ilmiöstä oli korkean lämpötilan keraamipohjaisten suprajohdemateriaalien löytyminen 1980-luvun puolenvälin seutuvilla. Koko materiaalitutkimusmaailma paneutui näiden uusien materiaalien tutkimiseen ja kehittämiseen. Yhä uusia suprajohdavia yhdisteitä löydettiin ja yhä korkeampia suprajohdavuuslämpötiloja raportoitiin.

Tutkimus jatkuu varmaan vieläkin, mutta hypetyks teeman ympäriltä on kadonnut. Yhtenä syynä on se, että perusluonteeltaan kovista ja hauraista keraamimateriaaleista ei ole opittu valmistamaan nokeita ja taipuisia kaapeleita, joista kierrettyjä keloja voitaisiin käyttää vaikkapa äärimmäisen voimakkaiden magneettikenttien aikaansaamiseen. Ehkäpä tuokin ongelma jonakin päivänä vielä ratkaistaan tai onnistuneesti kierretään vaikkapa 3D-tulostuksen keinoin.

Joka tapauksessa tuo teema-aihiot on pyörinyt mielessä pian parisen vuotta. Sitä riittävästi käänneltyäni ja väänneltyäni olen kuitenkin tullut siihen tulokseen, että teema on vähän liian iso palanen haukattavaksi. Koska omat kokemukseni ja tutkimukseni ovat keskittyneet metallien maailmaan, en tunne oloani riittävän kotoiseksi muovien, keraamien ja komposiittien maailmassa (metallimatriisikomposiitteja tietenkin lukuun ottamatta).

Sen sijaan olen ajatellut, että voisinkin kuvailla omia seikkailujani metallimateriaalien tutkimuksen parissa. Koska tehtäväkenttäni yhtenä osa-alueena olivat uudet metallimateriaalit ja niiden materiaalitekniikka, tulee täälläkin auttamatta vastaan noita edellä kuvattuja hype-ilmiöitä. Ilmiöiden ja ominaisuuksien kuvaamisen ohella ajattelin esitellä myös matkan varrella vastaan tulleita kokemuksia ja sattumuksia.

Siispä, arvoisat lukijat, tarkoitukseni on tarjoilla seuraavissa pakinoissa teille tarinoita mm. metallien superplastisuudesta ja superplastisista metalleista, amorfisista metalleista, mekaanisesta seostuksesta ja pulverimetallurgiasta, reaktiosynteisistä, metallien välisistä yhdisteistä, metallivaahdoista, kvasikiteisistä metalleista jne. Vastaan tulee toki myös arkisempia aiheita kuten kitkahitsausta, metallien liimausta ja termistä ruiskutuspinnoitusta.

Valitettavasti näihin teknokraattisiin tarinoihin on taitavan kuvittajamme Sofin varmaan vaikeampi tuottaa Hipsu- ja alkuaine vanadiinitarinoiden kaltaista kuvamateriaalia. Hyvä kuvahan kertoo enemmän kuin tuhat sanaa. Mutta katsotaan, ehkä Sofin loistava oivalluskyky, mielikuvitus ja kuvitustaito riittävät näidenkin tarinoiden sulostuttamiseen ainakin joissakin kohdissa.

Mutta nyt jorinat pois ja matkaan seuraavassa numerossa!▲





**SAKU VUORI**  
**TOIMITUSJOHTAJA**  
**METALLINJALOSTAJAT RY**  
**P. +358 400 249085**

## Energia ja kilpailukyky

Suomen kilpailukyky sähkön markkinahintojen, siirtotariffien, sähköveron ja pitkien sähkön ostosopimusten osalta on Euroopan mittakaavassa hyvä. Näin arvioidaan VTT:n tuoreessa selvityksessä EU:n sähkömarkkinasääntelyn kilpailukykyvaikutuksista. Työn tilanteiden Teknologiateollisuuden, Kemianteollisuuden ja Metsäteollisuuden toimijoiden sekä aihepiirin sidosryhmien haastatteluissa tuli esiin myös huolia tehotasapainosta ja sähkön hinnan vaihteluvälin kasvusta, mikäli säästä riippuvan uusiutuvan energiantuotannon muodoille ja niiden hintavaikutuksille ei löydetä tasapainottavia ratkaisuja. Samaan aikaan teollisuuden kysyntäjousto nähtiin rajallisena ja sähköverkon kehityksessä nähtiin potentiaalisia pullonkauloja. Säättövoiman lisääminen ja mahdollisen reservimarkkinan kustannusvaikutusten jakautuminen sähkön tuottajien ja kuluttajien sekä valtion kesken askarrutti myös vastaajia.

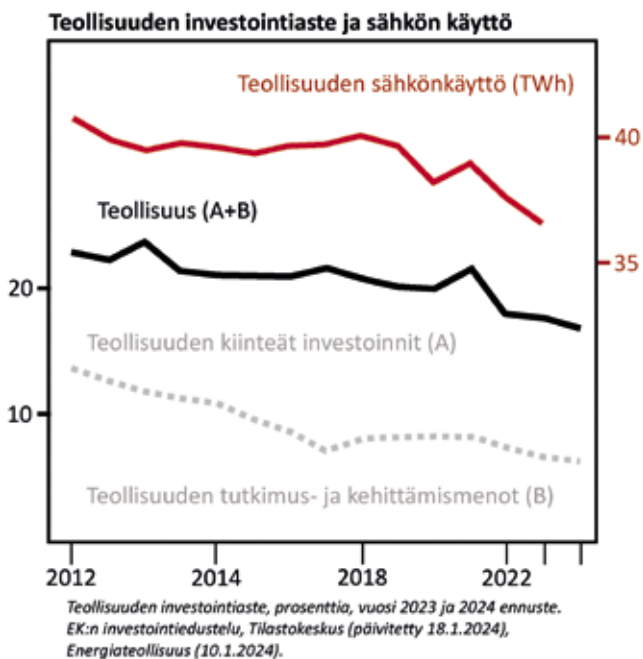
Selvityksessä Suomen kilpailukykyä heikentäviksi tekijöiksi todettiin energiaveron palautusten (2024) ja sähköistämisen tuen lopettaminen (2025). Useassa jäsenvaltiossa sähköistämisen tukea on päätetty käyttää aina vuoteen 2030 asti, mikä asettaa toimijat eriarvoiseen asemaan. Keskustelu kilpailukykyämme parantavista toimista ei varmaankaan vähene jatkossa, ja optimistisesti ajateltuna nämäkin instrumentit saatetaan vielä nähdä uudessa valossa. Oheinen kuva valaisee osaltaan asiaa. Trendi teollisuuden investointiasteen osal-

ta on ollut alavireinen, ja teollisuuden sähkön käyttö on ollut myös laskevaa sähköistämiseen ladattujen kasvuodotusten vastaisesti.

Suomella on muuta Eurooppaa kunnianhimoisempi poliittinen tavoite olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Lähivuodet ovat ratkaisevan tärkeitä sen suhteen, saadaanko suuria tuotannollisia investointihankkeita kotiutetuksi Suomeen. Ilman investointeja jääme vihreän siirtymän sivustaseuraajaksi ja vain päästöttömän sähkön tuottajaksi. Metallinjalostajat kannattavat kunnianhimoista ilmastopolitiikkaa, joka ohjaa kulutusta yhä vähähiilisemmin ja tehokkaammin tuotettujen tuotteiden käyttöön. Teollisuuspolitiikan sekä energia- ja ilmastopolitiikan tulisi tarjota selkeä kuva siitä, millaista vähähiilistä teollista rakennetta tavoittelemme ja miten se mahdollistetaan.

Teknologiateollisuuden kesäkuussa julkistama arvio vähähiilisyyskarttojen etenemisestä kertoo jäsenyritysten onnistuneista päätösvähenneksistä. Metallinjalostajien tuotteiden hiilijalanjäljet ovat jo nyt maailman keskiarvoja selvästi pienemmät. Lisää toimia kuitenkin tarvitaan. Niiden keskeisiä edellytyksiä ovat varmuus puhtaan, luotettavan ja kohtuuhintaisen sähkön saatavuudesta sekä vety, biohiili ja biometaani. Tällä hetkellä esimerkiksi biohiilen toimitusmarkkinat eivät kykene vastaamaan teollisuuden kasvavaan kysyntään. Markkinan kehitykseen tarvitaan yhteistyötä sekä teollisten toimijoiden että julkisen sektorin välillä, jotta biomassat päätyisivät polton sijasta korkeamman käyttöarvon ratkaisuihin. Biohiilen paremman saatavuuden lisäksi tulisi edistää myös sen käytöstä syntyvien kaasujen taloudellista hyödyntämistä hyväksymällä arvon muodostus harmaan ja vihreän kaasun yhdistelmän vihreälle osalle. Sääntelyn näkökulmasta erilaisten sekoitteiden tai sekoiteluotteiden hallinnan ei pitäisi olla poikkeuksellista, pikemminkin toimivaksi todettu keino ajaa tarvittavia muutoksia vaiheittain eteenpäin.

Energiaintensiivisen teollisuuden edellytykset luoda kasvua ja hyvinvointia edellyttävät pitkäjänteistä työtä ennustettavan ja investointeja houkuttelevan toimintaympäristön luomiseksi kuvassa esitettyjen trendien kääntämiseksi. Siihen liittyy peräänkuulutettu jaettu näkemys tulevasta vähähiilisestä teollisesta rakenteesta. Monet hallitusohjelman tavoitteet ovat onnistuessaan mahdollistavia askeleita oikeaan suuntaan, kuten mm. sähkön riittävyys takaa tuulettomien pakkasjaksojen aikana, perusvoimatuotannon kyky vastata elinkeinoelämän perustarpeisiin kulutushuipussa, kustannustehokas kapasiteettimekanismi, ydinenergiain uudistaminen ja investointien tasapaino sääriippuvaisen tuotannon, säättövoiman sekä perusvoiman välillä. Kulutusjoustot kuuluvat myös keinovalikoimaan. Erityisesti tarvitaan kannusteita joustamiseen kykeneville toimijoille, jottei rajallisen joustokyvyn omaavan prosessiteollisuuden kilpailukyky heikenny. ▲



Materiaan kesälehti on jälleen ilmestynyt tuoden paljon kaivattua asiasisältöä kesken kuumimman kesälomakauden. Tämän lehden ilmestyessä olen itse vielä sorvin ääressä työstämässä titaani- ja vanadiinimalmien rikastusprojektia. Onneksi kuitenkin oma loma hämmöttää myös nurkan takana.

Alkukesästä alamme tekijät kokoontuivat Ouluhalliin *Pohjoisen Teollisuus* -suurtahtumaan. Jos osallistuit tilaisuuden verkostotilaisuudeltaan, saatoit törmätä siellä myös yhdistyksen hallituksen edustajiin hallituksen kokouksen jälkimainingeissa. Kaiken kaikkiaan messutapahtuma oli erittäin onnistunut runsaslukuisine vieraineen. Tässä on oiva esimerkki siitä, että yhdessä saavutamme enemmän.

Toinen yhteistyöprojekti, joka saatiin alkukesästä maaliin, oli kallionrakentamista ja kaivosteollisuutta esittelevä lastenkirja *Eppu ja metrotunneli*. Kyseessä on Svenska Bergteknikföreningenin laatiman *Bojan och Tunnelbanan* -kirjan suomenkielinen käännös, jonka Vuorimiesyhdistyksen Kaivos- ja louhintajaosto toteutti yhteistyössä Maanalaisten tilojen rakentamisyhdistys MTR ry:n, INFRA ry:n sekä Vuoriteknikot ry:n kanssa. Mikäli alaa esittelevä lastenkirja kuulostaa houkuttevalta, voit olla yhteydessä Kaivos- ja louhintajaoston puheenjohtajaan Jussi Saavalaiseen. Yhteystiedot löytyvät tämän tekstin alapuolelta.

Tästä on hyvä jatkaa rentouttavan kesäloman jälkeä kohti syksyä ja seuraavaa yhteistyötapahtumaamme FinnMateria-messuja. Toivottavasti mahdollisimman moni yhdistyksen jäsen pääsee liittymään seuraamme Jyväskylään!

**TED NUORIVAARA**  
PÄÄSIHTEERI

LEENA K. VANHATALO



## Kaivosteollisuuden kemikaalit

## B BRENNTAG

Brenntag Nordic Oy kuuluu Brenntag-konserniin, joka on kemikaalijakelun globaali markkinajohtaja. Kaivosteollisuudessa Pohjoismaissa hyödynämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

### Päätuotteet

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

### Palvelut

- Kemikaalitestaukset ja konsultaatio
- Varastointi- ja logistiikkapalvelut

### Yhteystiedot

Brenntag Nordic Oy  
Mikko Kähäri  
puhelin 040 708 7006  
mikko.kahari@brenntag.fi

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

## VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2024



VUORIMIESYHDISTYS

### PUHEENJOHTAJA

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

### VARAPUHEENJOHTAJA

DI Hannele Vuorimies, 040 187 6060  
etunimi.sukunimi@metso.com

### PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

TkT Ted Nuorivaara  
Vernonrinne 22 B1, 00370 Helsinki  
050 344 1879  
ted.nuorivaara@vuorimiesyhdistys.fi

### Vt. WEBMASTER

Otto Kankaanpää 040 555 9260  
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

### RAHASTONHOITAJA/Treasurer

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

### GEOLOGIJAOSTO

FM Mikko Numminen, pj 040 582 6657  
mikko.numminen@copperstone.se  
FM Anna Alhoke, sihteeri,  
040 649 7706  
etunimi.sukunimi@agnicoeagle.com

### KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO

DI Jussi Saavalainen, pj, 040 869 0519  
etunimi.sukunimi@forcit.fi  
DI Ulla Sipola  
sihteeri, 040 031 8955  
etunimi.sukunimi@sitowise.com

### RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/

DI Joakim Colpaert, pj, 045 317 5198  
etunimi.sukunimi@indurad.com  
M.Sc. (YAMK) Elisa Patrikainen, sihteeri,  
045 609 5337  
etunimi.sukunimi@endress.com

### METALLURGIJAOSTO/

DI Miikka Marjakoski, pj, 040 085 7521  
etunimi.sukunimi@metso.com  
TkT Iina Vaajamo, sihteeri, 050 536 3143  
etunimi.sukunimi@metso.com

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

# Markkinoiden johtavat akkuratkaisut



**United. Inspired.**

## Ota tuottavuus haltuun Scooptram ST18 SG avulla

Vaativiin maanalaisiin töihin suunniteltu akkukäyttöinen Scooptram ST18 SG -lastauslaite antaa mahdollisuuden työskennellä ilman altistumista dieselhiukkasille ja myrkyllisille kaasuille. Täysin automaatiovalmis Scooptram ST 18 SG on maanalainen lastauslaite 18 tonnin kategoriassa. Se on osa Epirocin ainutlaatuisista sähköistystarjontaa ja asettaa turvallisuuden sekä ympäristön keskipisteeksi.



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



# IF IT DOESN'T SAY LINATEX<sup>®</sup>, IT'S NOT LINATEX<sup>®</sup>

LINATEX<sup>®</sup>

LINATEX<sup>®</sup>

LINATEX<sup>®</sup>

LINATEX<sup>®</sup>

LINATEX<sup>®</sup>

LINATEX<sup>®</sup>

LINATEX<sup>®</sup>

LINATEX<sup>®</sup>

LINATEX<sup>®</sup>

LINATEX<sup>®</sup>

There is LINATEX<sup>®</sup> premium rubber – and there are other red rubbers.

Starting in 2024 we're introducing branding on LINATEX<sup>®</sup> premium rubber sheet, so that when you order LINATEX<sup>®</sup> premium rubber, you can be sure that you're getting LINATEX<sup>®</sup> premium rubber and its legendary performance.

**LINATEX<sup>®</sup> premium rubber**  
**Your first line of defence against abrasion.**



[www.linatex.weir](http://www.linatex.weir)

Copyright © 2024 Weir Minerals Australia Ltd. All rights reserved.

