

MATERIA

5-2022 | Joulukuu

GEOLOGIA
KAIVOS
LOUHINTA
RIKASTUS
PROSESSIT
METALLURGIA
MATERIAALIT

JO 80 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA





AGNICO EAGLE
KITTILÄN KAIVOS

VASTUU HYVÄSTÄ TULEVAISUUDESTA

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

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

 @AgnicoEagleFinland  @AgnicoFinland

www.agnicoeagle.fi

FINNMATERIA

PAVILJONKI JYVÄSKYLÄ 25.-27.10.2022

8

MATERIA 5-2022 | JOULUKUU

Ilmoittajamme tässä lehdessä

AA Sakatti Mining	70
ABB	3
Agnico Eagle Finland Oy	2.kansi
Arctic Drilling Company Oy	66
Astroock Oy	71
Atlas Copco	66
Aurubis Finland Oy	9
Brenntag Nordic Oy	77
ContiTech Finland Oy	70
Doofor Oy	49
Epiroc Finland Oy Ab	3.kansi
Eurofins Mineral Testing Oy	65
FinMeas Oy	9
Forcit Explosives & Consulting	54
GRM-services Oy	22
Hexagon's Mining	22
Oy KATI Ab	29
Kokkolan Satama	29
Metso Outotec	72
Miilux Oy	59
NewPaakkola Oy	29
Nordkalk Oy Ab	4
Normet Group Oy	4
Orica Oy	29
Ovako	6
Palsatech	6
POHTO	6
Rock PhysicsFinland	6
Roxia	80
Sandvik	14
Sibelco Nordic Oy Ab	36
Suomen TPP /Masino	36
Tapojärvi/Hannukainen	60
Valmet/Flowrox	38
Weir Minerals Oy	takakansi
Yara	79

5	Lukijalle Ari Oikarinen : Hyvä lukija!
7	Pääkirjoitus: Ari Juva
8	Leena K. Vanhatalo : FinnMateria 2022
10	Tuomo Tiainen : Millaisen tulevaisuuden haluamme?
15	Niina Ahtonen, Eija Hyvönen, Kristina Karvonen : Geo.fi – polku geotietoon
18	Tuomo Tiainen : Tribological Challenges in Industrial Applications
23	Tuomo Tiainen : Takeita ja lämpökäsittelyjä
30	Tuomo Tiainen : Kestävää lujuutta ja valmistettavuutta
37	Ilkka Hynynen : Oulu Mining Summit 2022 Webinar
39	Vesa Ollilainen : Kylmästä kuumaksi
50	Tuomo Tiainen : Black Metal for the Green Planet
51	Leena K. Vanhatalo : Historian havinaa
52	In memoriam: Jussi Rastas
53	In memoriam: Kalle Hakalehto
55	Kaivostornivalokuvauskilpailun satoa
56	Turo Ylitalo : Geologina kaupunkia kartoittamassa
58	Lauri Siirama : Kaivoskarhu
59	Tuomo Tiainen : Käykö se?
61	Vesa Laakso, Antero Heljala : Metallurgijaoston syyssekskursio 7.9.2022 Boliden Harjavalta
62	Leena K. Vanhatalo : Kaivos- ja louhintajaoston syysretki Kemiin ja Ouluun 5.-6.9.
64	Tiina Nousiainen, Maarit Kainulainen : Geosählyturnaus kerää rahaa lasten ja nuorten liikuntaharrastusten tukemiseen
67	Villiina Ikäheimo, Jani Jansson, Maria Kojo, Miikka Marjakoski, Iina Vaajamo, Ville-Valtteri Visuri : Metallurgijaoston syysseminaari 2022



- 68 Erikoinen harrastus: **Leena K. Vanhatalo**: Kahdeksannet puumailatenniksen SM-kisat Kuopiossa
- 70 Uutisia alalta: **Anna Sundquist**: Boliden Kevitsan sähköinen ajorata
- 71 Uutisia alalta: **Tiina Heiniö**: Sandvik Lounge avattu Tampereen yliopiston Hervannan kampukselle
- 73 Kolumni: **Pertti Voutilainen**: Jo riittäisi riitely. Yhteistyölle olisi tilaus.
- 74 Metallinjalostajat: **Kimmo Järvinen**: Geopolitiikkaa ja käytännön ilmastotoimia Egyptin ilmastokokouksessa
- 75 DIMECC on-line: **Kaisa Kaukovirta**: ANDRITZ Savonlinna Works Oy:n ja FAME-ekosysteemin 300-kiloinen metallista 3D-tulostettu paineastia on Suomen suurin
- 76 Kaivosteollisuus: **Pekka Suomela**: Vihreä kasvu jumiutuu hitaisiin lupaprosesseihin
- 76 Kaivosteollisuus: **Risto Pennanen**: Kahlaajat viihtyvät kaivoksen altailla
- 78 Pakina: **Tuomo Tiainen**: Alkuaine vanadiinin sähköiset seikkailut
- 80 Pääsihteeriltä: **Ted Nuorivaara**



VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2022

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

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

PÄÄSIHTEERI/ Secretary General
Tkt Ted Nuorivaara
Itsehallintotie 6 A 16, 02600 Espoo
050 344 1879
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

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

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

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

KAIIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO
DI Annukka Kokkonen pj, 040 841 4850
etunimi.sukunimi@sandvik.com
DI Simo Laitinen, sihteeri, 050 411 8400
etunimi.sukunimi@qheat.fi

RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/
DI Joakim Colpaert, pj, 045 3175 198
etunimi.sukunimi@mogroup.com
DI Paula Vehmaanperä, sihteeri,
050 3511 781
etunimi.vehmaanpera@gmail.com

METALLURGIJAOSTO/
Tkt Ville-Valtteri Visuri, pj, 050 4125 642
ville-valtteri.visuri@oulu.fi
Tkt Iina Vaajamo, sihteeri,
050 5363 143
etunimi.sukunimi@mogroup.com
<https://vuorimiesyhdistys.fi/yhteystiedot/>



Luodaan lisäarvoa digitalisaatiolla

ABB:n johtava asema kaivos- ja metalliteollisuuden kumppanina ja toimittajana pohjautuu teknologiseen innovointiimme jo yli 100 vuoden ajalta. Asiantuntemuksemme sekä operatiivisesta teknologiasta että IT-infrastruktuurista takaa tietoon perustuvat päätökset, joilla voit optimoida toimintasi.





new.abb.com/metals/fi
new.abb.com/mining/fi

ABB

INNOVATING FOR PERFORMANCE

TEHOKASTA BETONIRUISKUTUSTA ILMAN PAIKALLISIA PÄÄSTÖJÄ

SmartDrive tuoteperheellä korkea tuotavuus alentuneilla kustannuksilla

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

Nordkalk #eLIMEdate

Nordkalk's roadmap to fossil-free operations by 2040

www.nordkalk.com



Hyvä lukija!



Kädessäsi on vuoden viimeinen numero, joka on tarkoitettu saavuttamaan sinut juuri ennen joulua. Joulunpyhinä voit sitten löytäjä sopiva rako lehden lukemiseen.

Luettavana on lehden luottotoimittajan, Tuomo Tiaisen, tekemiä koosteita useammastakin webinarista ja seminaarista. Eli nyt on paljon asiaa koottuna näiden kansien väliin. Aiheita riittää ultralujista teräksistä (Black Metal for the Green Planet) tribologiaan (Tribological Challenges in Industrial Applications) saakka. On katsaus Levytekniikan teemapäivästä Tampereen Vapriikissa, ja varmasti kiinnostava raportti Lämpökäsittely- ja takomopäiviltä Aulangolta.

Haluaisiin nostaa esiin Vesa Ollilaisen kirjoittaman artikkelin ”Kylmästä kuumaksi”, jossa hän kertoo kokemuksesta IMAFORM-teräksen kehittämisestä. Juttu ei kerro vain siitä, miten terästä kehitettiin, vaan kertoo havainnollisesti myös, mikä oli ajavana voimana kehitystyössä. Samalla tulee piirretyksi kuvaa yhden ihmisen työuran kulusta ja käännteistä. Oivaa luettavaa joulun välipäiville herkkujen sulattelun lomaan.

Vuosi on ollut erikoinen. Koronan aiheuttamista pakotteista on päästy pikkuhiljaa kohti normaalimpaa elämää.

Se näkyy lehdessäkin mm. siinä, että on voitu järjestää jaostojen ekskursioita. Päästiinpä Torniossa pitämään myös Geosählyturnaus, jonka tuotot ohjataan hyväntekeväisyyteen. Messut ovat auenneet taas parin vuoden hiljaiselon jälkeen. Lehdessä on katsaus FinnMateria-messuilta.

VTT:n 80-juhlavuoden mediatilaisuudessa puhuttiin energiakysymyksistä ja pohdittiin, millaisen maailman haluaisimme tulevaisuudessa nähdä. Energiakysymykset ovatkin vuoden mittaan nousseet näkyvästi esille Venäjän hyökättyä Ukrainaan. Kysymykset eivät ole vielä kukaan ratkennet, ja energia- sekä raaka-aineomavaraisuuden kartoitus ja arviointi jatkuvat. Tätä sivuttiin myös metallurgiaoston syysseminaarissa. Siellä mietittiin, mihin meidän luonnonvaramme riittävät, ja mikä on mahdollista matkalla hiilineutraaliuteen.

Ensi vuonna yhdistys juhlistaa 80-vuotista historiaansa. Tämä näkyy myös lehdessä. Teemme myös - ehkä ensimmäistä kertaa - lehteen liitteen. Hipsu Hiilen kootut seikkailut julkaistaan yhdistyksen tasavuosien juhlistamiseksi.

Lopuksi toivotan lehtemme toimituksen puolesta kaikille lukijoille Hyvää Joulua, ja parempaa Uutta Vuotta. Katsotaan tulevaisuuteen positiivisin mielin ja pidetään mielessä, että vuoroiteollisuus on ala, joka vaikuttaa paljon tulevaisuuden muokkaamiseen ja siihen, millaisessa maailmassa elämme.▲

Kiitos kaikille menneestä vuodesta,

FRISCO


MATERIA

JULKAISIJA / PUBLISHER Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. 80. vuosikerta ISSN 1459-9694 www.vuorimiesyhdistys.fi | LEVIKKI n. 4000 kpl
MATERIA-LEHTI kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessiteknikka ja metallurgia sekä materiaalien valmistus ja materiaalitieteiden erilaiset sovellutukset. Osa lehden artikkeleista painottuu alan ja yritysten ajankohtaisiin asioihin. Tiede & tekniikka -osa keskittyy tutkimuksen ja kehitystyön tuloksiin. Materia magazine covers all areas of technology in the mining and metallurgical field, from geology and geophysics to mining process technology, metallurgy, manufacturing and various materials technology applications. Part of the magazine focuses on what's happening in the field and the companies involved while the R&D section concentrates on the results of research and development. | **VAST. PÄÄTOIMITTAJA / EDITOR IN CHIEF** DI Kari Pienimäki 040 527 2510 [Metso Outotec kari.pienimaki@mogroup.com](mailto:kari.pienimaki@mogroup.com) | **PÄÄTOIMITTAJA/ DEPUTY EDITOR IN CHIEF** DI Ari Oikarinen 050 568 9884 ari.e.oikarinen@gmail.com | **TOIMITUSSIHTEERI / MANAGING EDITOR** DI Leena K. Vanhatalo 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi | **ERIKOISTOIMITTAJAT / SPECIALISTS** TkT, prof.(emer.) Tuomo Tiainen 050 439 6630 tuomo.j.tiainen@gmail.com, TkT Topias Siren, 050 354 9582 topias.siren@sweco.fi | **TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD** DI Liisa Haavanlammi pj / 040 864 4541 liisa.haavanlammi@gmail.com, DI Sini Anttila Northvolt AB +358407091776 sini.anttila@northvolt.com, DI Jani Isokääntä SFTec Ltd. 040 854 8088 jani.isokaanta@svy.fi, Professori (associate) Ari Jokilaakso 050 313 8885 ari.jokilaakso@gmail.com, TkT Miia Kiviö Aurubis Finland Oy 040 641 6529 m.kivio@aurubis.com, DI Jannis Mikkola 040-7479670 jannis.mikkola@sitowise.com, DI Arto Suokas Boliden Kevitsa Oy 0400 91 88 50 arto.suokas@gmail.com, Matti Vaajamo 044 544 9385 matti.vaajamo@gmail.com, DI Pia Voutilainen 040 590 0494 pia.voutilainen@cupori.com, Scandinavian Copper Development Ass. | **OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET / CHANGES OF ADDRESS & SUBSCRIPTIONS** Leena K. Vanhatalo 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi, **VMY:n jäsenistö myös verkkosivujen jäsenrekisterin kautta.** | **PAINO/ PRINTING HOUSE** Lehtisepät Oy, Lahti | **TAITTO** Risto Mikander, Mediasepät Studio | **KANSI** Kanssi: Myllynkuulia Oulun Yliopistolla | **KUVA** Leena K. Vanhatalo.

Artikkelien aineistopäivä ja Ilmoitustilavaraukset
 Article and Booking ads deadline
 1/2023 31.1.
 2/2023 11.4.
 3/2023 29.5.
 4/2023 11.9.
 5/2023 20.11.

Ilmoitusten aineistopäivä
 Ads delivered
 1/2023 10.3.
 2/2023 19.5.
 3/2023 7.7.
 4/2023 20.10.
 5/2023 29.12.

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



CARBON NEUTRAL NOW

HOW A CARBON-NEUTRAL STEEL SUPPLIER BENEFITS YOU

Good news. We went carbon neutral in all our operations in January 2022. "So what?" you shrug. Well, if you are a customer, it means we can help support your own sustainability efforts to benefit society and the planet.

Imagine choosing from 500 hot-rolled products (bar, ring, tube) – all manufactured in a carbon-neutral process. From a partner that committed to the UN-led Science Based Targets initiative on the 1.5°C target level. And supports the Race to Zero Campaign. Backed by strong owners in Sanjo Special Steel, part of Nippon Steel Corporation, who are investing in a more sustainable industry. For us, it all starts with 97% recycled steel, fossil-free electricity in our steelmaking and cradle-to-gate emissions that are already 80% lower than the global average. Still, we are not satisfied. We aim to reduce our footprint by 70% by 2040. Learn how at www.ovako.com/carbonneutralnow

OVAKO



Palsatech saapui Sodankylään

Palsatechin malminetsintä- ja kaivospalvelukeskus PalsaCenter nyt myös Sodankylässä!

Kattavat geologiset ja geotekniset palvelut saman katon alta!

Lue lisää osoitteesta www.palsatech.fi

PALSATECH

info@palsatech.fi
020 773 9616
www.palsatech.fi



50 POHTO

OSAAMISTA, JOKA MUUTTA TULEVAISUUTTA

KEVÄÄLLÄ TULOSSA!

- VETY JA MATERIAALIT **UUSI!**
- TERÄKSEN MEKAANINEN LEIKKAUS JA OIKAISU
- TERÄKSEN JA AIHIOIDEN VALMISTUS
- MODERNIT MITTAUSMENETELMÄT METALLURGIASSA

www.pohto.fi



Rock Physics Finland

Luotettavia petrofysiikan mittauksia modernilla laitteistolla

- Yleisimmät malminetsintää, kaivoksia ja kalliorakentamista palvelevat fysikaalisten ominaisuuksien mittaukset
- Suurin osa mittauksista voidaan tulla tekemään asiakkaan tiloissa
- Geofysiikan aineiston laadunvalvonta ja auditointi sekä tasokorjaukset laboratoriomittauksen perusteella

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

Pääkirjoitus

VMY saavuttaa kunnioitettavan 80 vuoden iän tämän lehden ilmestymisen aikoihin. Perustamiskokous pidettiin tammikuussa ja ensimmäinen vuosikokous toukokuussa vuonna 1943. Vuoriteollisuus-lehden ensimmäinen numero ilmestyi saman vuoden kesällä. Juhlavuosi huipentuu kevään vuorimiespäiviin 24.-25.3.2023.

Perustamisen aikaan Suomi oli sodassa. Kaikesta oli pula, ja sota vaikutti elämiseen monella tavalla. Suomen teollisuus oli valjastettu sodan tarpeisiin. Mitä lienevät perustajajäsenet kokouksessaan puhuneet ja miten arvioineet tilanteen? Liittyikö yhdistyksen perustaminen sodan aiheuttamiin haasteisiin, vai sattumaltako yhdistys perustettiin juuri silloin? Vieläkö uskottiin voittoon ja Petsamon nikkelikäivosten pysymiseen Suomen hallussa?

Näihin kysymyksiin en tiedä vastauksia, mutta selvää on, että vuoriteollisuus oli ammus- ja aseteollisuuden kannalta keskeisessä roolissa. Petsamon nikkeliä ja muita Suomen kaivoksista saatavia arvometalleja havittelivat kaikki sotaa käyvät maat. Erityisesti ne olivat välttämättömiä Saksalle. Petsamon kysymys oli diplomatian keskiössä ja Neuvostoliiton painostuksen välineenä jo ennen talvisotaa ja varmasti sitä käsiteltiin myös vuonna 1943 niin poliitikkojen kuin vuorimiestenkin piirissä. Asian tärkeyttä kuvaa sekin, että Vuoriteollisuus-lehti oli viranomaisten tarkkailussa ja sen kannessa oli merkintä ”luottamuksellinen” sodan loppuun saakka.

Petsamon nikkelistä jouduttiin luopumaan ja sotakorvaukset maksamaan. Jälkimmäinen asia toki kehitti teollisuuttamme vahvasti, joten siinä oli hyvätkin puolensa. Oman sotamme haasteista selvittiin. Nyt Venäjä riehuu Ukrainassa hävittäen sen infrastruktuuria ja siviilejä, kun ei rintamalla pärjää. Meilläkin on uudet haasteet, ja vuorimiehiä tarvitaan taas mm. ilmastomuutoksen hillitsemiseen ja energiasektorin haasteiden ratkaisemiseen.



Nämä aiheet ovat myös Vuorimiespäivien teemana: ”*Vuoriteollisuuden rooli (mahdollisuudet ja merkitys) muuttuvassa geopoliittisessa tilanteessa*”. Ajankohtaisten aiheiden lisäksi kuulemme myös siitä, miten Vuorimiesyhdistys on 80 vuoden aikana vaikuttanut yhteiskuntamme rakentamiseen ja kehittämiseen. Vuorimiehet ovat oman toimialamme lisäksi vaikuttaneet monella muullakin alalla teknologian ja liike-elämän kehittäjinä ja johtajina. VMY on puolestaan tukenut tätä tarjoamalla mahdollisuuden tehokkaaseen verkostoitumiseen.

Onko VMY nyt 80 vuotta vanha vai 80 vuotta nuori? Kovin suhteellinen kysymys! Perustajajäseniä ei enää ole riveissämme. Muutama vuorimiespolvi on jo ollut mukana yhdistyksen toiminnassa. Varmaan nuorempien jäsenten mielestä VMY on ikivanha, mutta toivottavasti nuorekas vanhus.

Itse olen ollut yhdistyksen jäsen suunnilleen puolet tuosta 80 vuodesta eikä se 40 vuotta tunnu kovin pitkältä ajalta. Varsinkin viimeiset 10 vuotta, jotka olen ollut aktiivisena toimijana yhdistyksessä, tuntuvat vain lyhyeltä hujaukselta. Ensin olin edeltäjäni Heikki Rantasen apulaisena vuorimiespäivien järjestelyissä pari vuotta ja sitten itse pääsihteerinä. Juhlavuoden järjestelyissä olen vielä mukana seuraajani Ted Nuorivaaran aisaparina. Vuorimiespäivien jälkeen jätän vastuun kokonaan Tedille ja siirryn rivijäseneksi. Lopuksi haluan kiittää... ja kiitänkin kaikkia teitä, joiden kanssa olen saanut tehdä yhteistyötä tänä aikana. Toivon Tedille ja muille tuleville ”puuhiksille” menestystä toiminnan operoinnissa ja kehittämisessä. Pitäkää yhdistys nuorekkaana ja vahvana alan yhdysiteenä seuraavia juhluvuosia odotellessamme! ▲

ARI JUVA



FinnMateria 2022

FinnMateria-messut järjestettiin kahdeksannen kerran Jyväskylän Paviljongissa 25.-27. lokakuuta neljän vuoden tauon jälkeen. Messut keräsivät 1800 kävijää.

Tiistai-iltana järjestettiin kutsuvieraille avajaisiltilaisuus. FinnMateria-messujen neuvottelukunnan puheenjohtaja Hannele Vuorimies toivotti messuvieraat tervetulleiksi ja mainitsi tämän tapahtuman vakiintuneen kaivosalan päämessutapahtumaksi Suomessa. Messuhallista löytyi yli 100 näytteilleasettajaa ja lisäksi tarjolla oli paljon oheisohjelmaa seminaarien, korkean tason keynote -puhujien ja paneelikeskustelun muodossa. Messuilla oli mahdollisuus kohdata kaivosalan tärkeimmät toimijat, laite- ja teknologiatoimittajat, asiakkaat sekä tutkimuksen ja koulutuksen ammattilaiset.

Hannele mainitsi puheessaan, että kaivosalaan liittyvissä keskusteluissa voi huomata hieman aiempaa positiivisemmän sävyn. Valitettavasti kuitenkin globaali, Ukrainan sodan aiheuttama epävarmuus on ehkä vahvimmin nostanut esiin huoltovarmuuden tärkeyden ja globaalien toimitusketjujen heik-



Hannele Vuorimies ja Ville Myllyrinne

kouden. Hannele muistutti puheessaan myös tulevien puheenvuorojen aiheista, joita olivat mm. sähköistymisen vaatimat mineraalit, akkuminaeraalit sekä niiden tarpeen ja kasvun huomattava kasvu.

Hän totesi myös, että kaivosten merkitys huoltovarmuudelle on ymmärretty nyt EU-tasollakin. Tämä ei kuitenkaan näy paikallisessa luvituksessa, joka hidastaa ja hankaloittaa uusien kaivosten ja projektien eteenpäin viemistä. Suomessa keskustelu kaivoslain ympärillä käy kuumana.

Lopuksi Hannele Vuorimies korosti ympäristön hyvinvoinnin tärkeyttä ja alan merkitystä. Mitä voisimme tehdä enemmän ja paremmin, jotta alan vastuullisuus näkyisi myös suurelle yleisölle ja kaivosalan hyväksyttävyyden paranemiseksi? Tämän kehityksen eteenpäin viemiseksi tarvitaan ennen kaikkea innoituneita, osaavia ja koulutettuja ihmisiä. Tämä vaatii opiskelupaikkojen houkuttelevuuden lisäämistä ja nuorison mukaan saamista alalle.



ALOITUSKUVA

"Kaivosteollisuus ry:n jäsenyhtiöt kutsuivat opiskelijoita tutustumaan FinnMateriaan. Tarkoituksena on saada yhtiöt suoraan kertomaan alan opiskelijoille toimialamme mahdollisuuksista." Vierailua isännöivät Kaivosteollisuus ry:n Pekka Suomela ja Mining Finland ry:n Lasse Moilanen.



Yleisnäkymää messuhallista

Hannelen puheen jälkeen yleisöä hauskutti Ville Myllyrinne.

Näytteilleasettajat ja messuvieraatkin kertoivat havainneensa, että tunnelma oli myönteinen, vaikka kävijöitä oli vähemmän kuin aiemmin. Kahden messupäivän aikana käytiin lukuisia virallisia ja epävirallisia keskusteluja siitä, mikä Suomen kaivosteollisuuden tila on. Tulevissa Materia-lehden numeroissa saamme lukea useammankin näytteilleasettajan kuulumisia. ▲

Paneelikeskustelua aiheista: Geopoliittiset jännitteet ja vaikutus toimialalle, akkuteollisuuden mahdollisuudet ja kaivosten sivuvirtojen hyötykäyttö



Maailman parasta kuparia, tehty Porissa.

Aurubis Finland Oy
Aurubis.fi
Nordiccopper.com



FinMeas

YMPÄRISTÖ- JA PATOTARKKAILUJÄRJESTELMÄ



DATA JA DOKUMENTIT SAMAN JÄRJESTELMÄÄN

- Automaattisten ja manuaalimittausten data
- Rajapinnat eri tietolähteiden välillä



REAALIAIKAINEN MITTATIETOJEN HALLINTA

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



AUTOMATISOITU RAPORTOINTI

- Viikko-, kuukausi- ja vuosiraporttien automatisointi
- Manuaalisten työvaiheiden minimointi

www.finmeas.com



Millaisen tulevaisuuden haluamme?

VTT 80 -juhlavuoden mediatilaisuus 27.9.2022

Juhlavuottaan viettävä VTT oli koonnut tilaisuuteen kattauksen ajankohtaista tietoa energiakysymyksistä. Esittelyssä oli myös VTT:n ennakointitutkijoiden laatima visio, joka pohtii, millaisessa maailmassa haluamme elää 80 vuoden kuluttua ja mitä ratkaisuja se nyt meiltä edellyttää. Uusissa toimitiloissa osoitteessa Tekniikantie 21, 02150 Espoo järjestetty tilaisuus kokosi tiedonhaluisen joukon median edustajia näiden perimmäisten kysymysten äärelle.

Tervetulosanat ja VTT:n kuulumisia

Tilaisuuden avannut VTT:n toimitusjohtaja Antti Vasara (kuva 1) esitti ensin katsauksen vuonna 1942 perustetun VTT:n historiaan. Alkuvuosina päätehtävinä olivat turvallisuus ja puolustus, sitten hyödykkeiden turvaaminen ja jälleenrakennuksen tukeminen. Vuoden 1973 energiakriisi käänsi tutkimuksen

painopistettä energian suuntaan. 1980-luvun voimakas teollistuminen sekä internetin ja mobiiliteknologian läpimurto ovat johtaneet elinkeinoelämän uudistumiseen. Viimeisimpiä vuosia ovat hallinneet ilmastonmuutos ja vihreä siirtymä. VTT on kaikissa käänteisissä ollut aina ajan hermolla ja tutkimuksen eturintamassa.

Tulevaisuudessa teknologian merkitys korostuu entisestään. Miten kestävyysmurros toteutetaan? Kestävää kasvua voidaan luoda vain innovaatioilla. Siksi Suomen on vahvistettava innovaatiotoimintaa ja innovaatioiden nopeaa skaalautumista. On käynnistettävä strategiaan valintoihin pohjautuvia pitkäjänteisiä innovaatio-ohjelmia. Soveltavan

Kuva 1. Tilaisuuden avannut VTT:n toimitusjohtaja Antti Vasara tarkasteli VTT:n historiaa ja tutkimuksen rahoituskysymyksiä.

tutkimuksen rahoitukseen syntynyt aukko on paikattava ja riittävästä kansallisesta vastinrahasta EU:n rahoitusohjelmiin osallistumiseksi on huolehdittava. Yliopistojen sekä tutkimuslaitosten perusrahoituksen heikentynyt taso on korjattava.

Ekspontiaalinen muutosvauhti edellyttää ennakoititutkimusta

Tutkimustiimin päällikkö Antti-Jussi Tahvanainen ja erikoistutkija Pauli Komonen määrittivät tulevaisuuden maailmantilaksi, jonka haluamme luoda määrittelemäämme ajankohtaan mennessä. Suhtautuminen tulevaisuuteen jakaa ihmiset kolmeen luokkaan: niihin, jotka antavat sen tapahtua, niihin, jotka saavat sen tapahtumaan ja niihin, jotka ihmettelevät, mitä tapahtui. Kymmenen vuotta tulevaisuutta edellyttää 30 vuoden historian tuntemusta. Pitää olla myös viisautta päästä irti asioista, joihin meillä ei ole vaikutusvaltaa.

Suomalaiset yritykset ovat havahtuneet tulevaisuuden ennakkoinnin tärkeyteen. Merkittävimpien yritysjohtajien keskuudessa suoritetun kyselyn perusteella ennakkoinnin tärkeimmät sovellusalat ovat strategia, tuotekehitys ja innovaatio sekä kestävyys ja vastuullisuus. Ennakkoinnin tärkeimmät teemat johtavissa suomalaisissa yrityksissä ovat teknologia, kestävyys, markkinat, asiakkaat ja loppukäyttäjät, megatrendit, lainsäädäntö, kilpailijat, yrityksen taloudellinen suorituskyky, geopolitiikka, toimitusketjut, sidosryhmät, työvoima, liiketoimintamallit ja kyberturvallisuus. VTT on parantanut suomalaisten yritysten tulevaisuusvalmiutta ja luonut tulevaisuutta muovaavia innovaatioita jo 80 vuoden ajan. Silti työ on vasta aloitettu.

Visio 80 vuoden päähän eli vuoteen 2102

VTT:n ennakoititutkijat Maaria Nuutinen, Tiina Apilo, Sofi Kurki ja Antti-Jussi Tahvanainen ovat työstäneet visiodokumentin nimeltä Keikahduspiste siitä, millaisessa maailmassa haluamme elää 80 vuoden ku-



luttua eli vuonna 2102. Nyt työssä olevista sukupolvista kovin moni ei tuota ajankohdtaa näe, mutta nykypäivän lapset ja nuoret voivat olla sitä todistamassa. Pauli Komosen mukaan visio kurottaa hieman kauemmaksi siitä, mitä pidämme nyt mahdollisena. Samalla se luo liikevoiman muutokselle.

Nykypäivän synkähköistä näkymistä huolimatta visiossa lähdetään siitä, että vuonna 2102 arki on rikasta ja turvallista, elämme puhtaassa ja monimuotoisessa ympäristössä ja voimme nauttia elämästä hyvällä omallatunnolla ilman, että vaarannamme terveytemme tai planeetan ja ihmiskunnan tulevaisuuden. Merkittävä osa tämän ruusuiseksi kutsutun tulevaisuuden saavuttamiseen tarvittavista keinoista on jo olemassa, ja jos tahtoa on, voidaan loput keksiä ja kehittää tulevaisuudessa. Toivo paremmasta on paras motivoija ja panostaminen rohkeasti uuteen on paras aktivoija.

Asetettujen tavoitteiden toteutumista pohdittaessa visiossa käsitellään yksityiskohdaisemmin viittä teemakokonaisuutta: ympäristö, arkielämä, terveys, ruoka ja turvallisuus.

Ympäristön osalta voimistuvat sään ääri-ilmiöt voivat nyt sysätä yhteiskuntaa nopeampiin muutoksiin. Tulevaisuudessa kaiken toimintamme, energiantuotanto mukaan luettuna, tulee olla hiilinegatiivista eli luontoa parantavaa eikä sitä tuhoavaa. Öljyyn

ja petrokemian tuotteisiin pohjautuva infraamme korvataan biopohjaisilla ratkaisuilla. Ruuan ja rehuntuotannon tehostuminen mm. bioreaktoreita hyödyntämällä sekä jakaantuminen tasaisemmin asutusten lähelle ympäri maailmaa vapauttavat noin puolet nykyisestä peltopinta-alasta muuhun, esim. luonnon monimuotoisuutta lisäävään käyttöön. Jätteen käsite nykyisessä muodossaan häviää, kun kaiken materiaalin arvo opitaan ymmärtämään.

Onko arkielämä vuonna 2102 jo liian helppoa teknologian kehittymisen myötä? Voisiko kulutuskeskeinen elämäntapamme ja taloutemme jäädä vain mustaksi luvuksi ihmiskunnan historiassa? Enteitä kulutuskeskeisyyteen ja omistamiseen pohjautuvan ajattelutavan muutoksesta on jo näkyvissä. Vuonna 2102 työtä tehdään edelleen, mutta sitä tehdään entistä enemmän muiden ja ympäristön hyväksi. Työn merkityksellisyys, vuorovaikutus ja yhteistyö ovat keskiössä. Teknologiasta on tullut osa ympäristöä ja se on hyvä renki, joka mahdollistaa hyvän elämän.

Kaikkia sairauksia ei ole voitettu vuonna 2102, mutta terveysalalla on tapahtunut suuri muutos sairauksien hoidosta terveyden hoitamiseen. Seurauksena kahdeksankymmenen vuoden päästä keskuudessamme elää terveitä vanhuksia. Terveystieteiden kehittäminen on keskeistä.



Kuva 2. Paneelikeskusteluun osallistuivat strategiajohtaja Laura Juvonen (moderaattori), tutkimusalueen päälliköt Antti Arasto ja Tommi Nyman sekä johtava tutkija Juha Kiviluoma.

on teknologian kehittymisen myötä siirrytty automatisoituihin ja huomaamattomiin ratkaisuihin. Sairauksien hoitaminen ja erityisesti erikoissairaanhoidon tuoto lähelle ihmisiä, jolloin ei enää tarvita isoja kalliita sairaaloita. Korjaavien hoitotoimenpiteiden määrä on vähentynyt radikaalisti ennakoitujen, geeneistä tehtyjen riskikartoitusten ja varhaisen vaiheen puuttumisen avulla. Aivoterveys, aivojen hoitaminen ja treenaaminen ovat tulleet nykyisten lihaskuntoa ylläpitävien toimintojen rinnalle.

Ruoka vuonna 2102 on pääasiassa nykyisen kaltaista, mutta sen tuotantomenetelmät ovat muuttuneet radikaalisti. Eläinten syöminen on vähentynyt huomattavasti, sillä lihaa korvaavia, esimerkiksi soluviljeltyjä ruokia ei voi erottaa eläinten lihasta. Pelloilla ei enää kasvateta rehua, vaan maanviljelyksen tehtävänä on tuottaa hyvää ruokaa, ekosysteemi-palveluita ja mielihyvää. Ruuan tuotanto on laajentunut tehtaisiin, kotipihoille ja parvekkeille. Ruokaa ei enää käydä ostamassa supermarketista, vaan jokaisen käytössä oleva digitaalinen apuri huolehtii ruokaostoksista ja toimii samalla ravitsemusterapeutina. Ruuanlaitto ei enää ole pakollista arjen pyörittämistä, vaan se nähdään harrastuksena, elämyksenä ja luovuuden ilmaisuvälineenä.

Digitaalinen turvallisuus on tulevaisuudessa yhteiskunnan toimimisen ehto. Digita-

lisaatio on kaikkien merkittävien ongelmanratkaisujen taustalla. Kaikki yhteiskunnan kannalta keskeiset toiminnot: asuminen, liikenne, työnteko jne. ovat vuonna 2102 älyllistyneet digitalisaation kautta. Digitalisaatio on myös auttanut ylittämään ihmisten ja laitteiden välisen kuilun ja mahdollistanut kokonaisten rinnakkaistodellisuuksien synnyn. Merkittävä osa elämästämme on siirtynyt rinnakkaistodellisuuteen, metaversumiin. Monet arjen askareet, työ ja hauskanpito suoritetaan digitaalisessa rinnakkaistodellisuudessa. Rinnakkaistodellisuudessa voimme luoda itsellemme uusia identiteettejä, mutta viemme sinne mukamme myös paljon dataa todellisesta identiteetistämme. Tämän datan suojaamiseksi on luotava luottamuksen taustalle regulaatiota ja valvontaa käyttäen työkaluna teknologiaa. Jokaisen on pystyttävä joustavasti ja luotettavasti säätämään omaa näkyvyyttään ja oman tietonsa altistumista muiden käytölle.

VTT:n näkemyksiä energia- ja ilmastokriiseistä

Paneelikeskustelunomaisessa osiossa käytiin läpi vaihtoehtoisia ratkaisuja ajankohtaiseen energia- ja ilmastokriisiin (kuva 2). Moderaattorina toimi strategiajohtaja Laura Juvonen ja keskustelijoina tutkimusalueen johtaja Antti Arasto (vetyteknologia), tutki-



Kuva 3. Tutkimustiimin päällikkö ja VTT:n uusi tutkimusprofessori Päivi Kinnunen puhui metalleista ja niiden riittävytydestä.

musalueen johtaja Tommi Nyman (ydinteknologia) sekä johtava tutkija Juha Kiviluoma (uusiutuva energia ja sähköjärjestelmät).

Alustuksessaan Laura Juvonen totesi, että maailman energia-asetelma on muuttunut, jonka seurauksena myös energian tuotantotapojen tulee muuttua. Suomenkin tulee tehdä valintoja siitä, millä tavoilla energiaa jatkossa tuotetaan. Keskustelussa on tarkoitus käydä läpi joitakin vaihtoehtoja ja niihin liittyviä haasteita.

Antti Arasto esitti, että energiaa tulee jatkossakin olla saatavissa kohtuulliseen hintaan ja ympäristön kannalta kestävästi tuotettuna. Eräs ratkaisu tähän on vetyteknologia. Uusiutuvalla energialla tuotettu vety on puhdas, saasteeton ja käytön kannalta suhteellisen joustava energian lähde. Tommi Nyman puolestaan arveli, että pienydinvoimat voisivat olla erityisesti lämmöntuottajina käyttökelpoinen ja tulevaisuudessa tärkeä ratkaisu. Juha Kiviluoma puolestaan

totesi, että uusiutuvan energian tuotannolle on tyypillistä voimakas, osin kausiluontoinen vaihtelu. Uusiutuvalla energialla tuotettu sähkö saadaan paremmin hyödynnetyksi, jos muu energiajärjestelmä saadaan toiminnaltaan nykyistä joustavammaksi.

Pohdittaessa uusien energian tuotantotapojen käyttöönottoa pullonkaulaksi vedyn kohdalla osoittautuivat yhtäältä volyymituotannon puute ja toisaalta jakeluinfraan kehittämättömyys. Myös vetyä hyödyntämään kykenevät energianmuuntojärjestelmät ovat vielä kehitysvaiheessa varsinkin liikenteessä. Ydinenergian kohdalla kaukolämpö voisi olla eräs käyttökelpoinen ratkaisu, koska 50 % kaukolämmöstä tuotetaan edelleen fossiilisella energialla. Kaukolämmön tuottamiseen tarvittava ydinteknologia on lisäksi varsin yksinkertaista.

Sähkön osalta ongelmana on joustavuuden saaminen osaksi järjestelmää ja sopivien joustotapojen löytäminen. Vety voisi olla tähänkin yksi ratkaisu, jos vetyä tuotettaisiin sähköllä alhaisemman kulutuksen ja edullisen hinnan aikana. Toisaalta teollisuuden energiasta merkittävä osa tuotetaan edelleen fossiilisista lähteistä; siirtyminen sähköön ja vetyyn toisi luonnostaan joustavuutta järjestelmään. Erilaiset hybridijärjestelmät ja lämpövarastot olisivat myös joustavuutta lisääviä keinoja.

Suomella on Araston mukaan hyvät mahdollisuudet vetytalouden kehittämiseen. Tähän tarvitaan kuitenkin investointirahaa ja Suomesta pitää tehdä houkutteleva kohde investoinneille. Pelkkä päästöjen vähentäminen ei tässä riitä. Nymanin mielestä Suomella on kyky kehittää uusia kaukolämmön tuotantoon käytettäviä ydinreaktoreita. Perusosaaminen on hallinnassa ja toisaalta kaukolämpö on Suomen erityisosaamisen aluetta. Teollisuus voitaisiin integroida mukaan kehitystyöhön. Eri alojen osaamiset tulee laittaa yhteen; Ranska voisi olla potentiaalinen yhteistyökumppani, koska siellä 80 % sähköstä tuotetaan ydinenergialla. Suomalainen kaukolämpöratkaisu voisi olla valmis vuosikymmenen kuluessa. Sähköverkon joustavuuden kehittämiseen Suomessa on runsaasti hyödynnettävissä olevaa järjestelmäosaamista.

Viestinä päättäjille keskustelijat toivat esille, että vetyteknologian eteenpäin viemiseksi on panostettava osaamisen kehittämiseen; osaamista on helppo soveltaa. Ydineenergian kohdalla toimeenpano ja unelmien saaminen liikkeelle on nyt ajankohtaista. Sähköjärjestelmien kohdalla eri energiasektorien

saumakohdat on saatava kuntoon. Yhteispeli on tässä keskeistä.

Mistä metallit energiamurrokseen?

Tutkimustiimin päällikkö Päivi Kinnunen (kuva 3) aloitti toteamalla, että mikään edellä esitetystä asioista ei toimi, ennen kuin meillä on niihin tarvittavat materiaalit. Varsinkin liikkumisen sähköistymisessä ja uusiutuvan energian tuotannossa tarvitaan paljon metalleja, joiden taloudellinen merkitys on suuri, ja tuotanto on keskittynyttä. Nykyteknologioilla tarvitaan satojen vuosien kuparin ja nikkelin sekä tuhansien vuosien kobolttin ja litiumin tuotantomäärät ennustettujen tarpeiden täyttämiseen. Öljyriippuvuuden tilalle on tulossa uusi metalliriippuvuus. Metalleja on saatava talteen entistä enemmän entistä vähemmästä. Tuotannon ja käytön hävikeistä on päästävä eroon.

Osittaisena, mutta vain osittaisena ratkaisuna ongelmaan ovat metallien tehokkaampi kierrättäminen ja kaivosten sekä metallurgisen teollisuuden sivuvirtojen perusteellisempi hyödyntäminen ottamalla talteen mineraalien kaikki arvokkaat metallit, ei vain yhtä tai kahta päämetallia. Lisäksi tarvitaan myös kaivosteollisuutta, jossa tulee panostaa vastuulliseen toimintaan sulkemalla vesikiertoja ja hyödyntämällä jätteitä ja sivuvirtoja uusiin tuotteisiin.

Myös tuotteiden jatkojalostus tulee viedä mahdollisimman pitkälle. Pitemmällä aikavälillä tärkeäksi tulee myös akkujen ja akkukemikaalien kehittäminen niin, että ne voidaan valmistaa halvemmista ja helpommin saatavista materiaaleista energiatihedden edelleen kasvaessa. Yhtenä mahdollisuutena on myös kaivos- ja kierrätystoimintojen integrointi. Kierrätys voisi mahdollisesti toimia kaivosten kautta synergiatietujen löytämiseksi ja hyödyntämiseksi.

Kaiken tulee kuitenkin pohjautua teolliseen osaamiseen. Siksi yhteistyö tutkimusorganisaatioiden kanssa on olennaista. VTT keskittyy materiaaliteknologiassa kiertotalouden arvonluontiin ja jakamiseen, materiaalien talteenottoon haastavista lähteistä, kestäväan valmistukseen sekä suorituskykyisiin uusiutuviin materiaaleihin.

Aikaa myös kysymyksille

Esitysten johdosta tehtiin myös kysymyksiä. Ensimmäinen koski uuden ydinreaktorin nykytilannetta ja tuotteistukseen tarvittavia toimenpiteitä. Tavoitteena on moduulityyppinen 50 MW reaktori, jonka aikaansaami-

nen edellyttää toimivuuden varmistamista, varsinaista suunnittelua sekä rakentamista. Tässä työssä ollaan vasta alussa. Jos nyt päästäisiin liikkeelle, voisi demolaitos olla valmiina ennen vuotta 2030. Toimivuuden selvitys vaatisi rahoitusta noin 10 M€ ja rakenteeltaan yksinkertaisen 2 MW demolaitoksen (käyttöpaine 6 bar, lämpötila 100 °C) tavoiteinvestointi olisi noin 100 M€.

Toinen kysymys koski hajautetun ydinenergiatuotannon ydinjätteiden käsittelyä. Ydinjätteen loppusijoitukseen tarvittava teknologia on jo olemassa ja haasteet ovat lähinnä hallinnollisia. Todennäköisesti tarvittaisiin uusia laitoksia ja järkevää voisi olla, että yksi toimija huolehtisi koko maan ydinjättekäsittelystä.

Kysyttiin myös uusista halvemmista akkumateriaaleista. Tällä hetkellä tutkitaan natriumakkuja sekä akkuja, joissa litium olisi nykyisiä akkuja tehokkaammassa käytössä.

Tutkimuksen rahoitusta koskevan kysymyksen kohdalla viitattiin Antti Vasaran mainitsemaan soveltavan tutkimuksen rahoituskuoppaan ja sen paikkaamiseen. Suomessa yritysten ja tutkimusorganisaatioiden väliseen yhteistyöhön saatavilla oleva rahoitus on vain osa esim. Ruotsin tilanteesta. Myös nykyistä laajemmille ja pitkäkestoisemmille tutkimusohjelmille olisi tilausta.

Myös podcast Spotifyssa

VTT 80- visio synnytti ajatuksia herättäviä keskusteluja, jotka julkaistaan podcastina. VTT:n toimitusjohtaja Antti Vasara ja aivotutkija, professori Minna Huotilainen Helsingin yliopistosta keskustelevat vaihtuvien asiantuntijoiden kanssa siitä, millaista hyvä elämä voisi olla 80 vuoden kuluttua ja mitä tekoja se meiltä nyt edellyttää. Keikahduspiste-podcastissa on kaikkiaan seitsemän jaksoa, jotka julkaistaan Spotifyssa 6.10.2022 alkaen. ▲

TEKSTI JA KUVAT **TUOMO TIAINEN**

SEULAN ASENNUSKULMA

AUKKOKOKO

RAEMUOTO

ISKUN PARAMETRIT

OLETKO VALMIS SEULONNAN UUTEEN AIKAAN?

Tarjonnassamme on kokonaisratkaisu, jolla voit varmistaa seulonnan parhaan suorituskyvyn ja seulan jokaisen neliömetrin tuottavuuden. Peak Screening -ratkaisumme sisältää seulavalinnan, seulaverkot sekä kattavan huolto-ohjelman. Sandvikin kolme uutta modulaarista seulasarjaa tekevät ratkaisuun siirtymisestä helppoa ja nopeaa. Lisäksi asiantunteva tiimimme on tukenasi seulojen koko elinkaaren. Peak Screening käynnistää seulonnan uuden ajan.

OTA YHTEYTTÄ – SANDVIK PALVELEE

P. 020 544 4600

ROCKPROCESSING.SANDVIK



Tervetuloa käyttämään Hakku-palvelua!

Hakku-palvelun avulla voit hakea ja ottaa käyttöön erilaisia geologisia tietotuotteita. Löydät palvelusta Suomen geologiaan kytkeytyvän paikkatiedon, dokumentit ja metatiedot 1800-luvulta nykyaikaan. Palvelu täydentyy jatkuvasti uusilla tuotteilla.

Kerro meille mielipiteesi Hakku-palvelusta!

UUSIMMAT



Merenpohjan luotauslinjat

Merenpohjan luotauslinjat -tuotteeseen on koottu tiedot merenalaisien luotauksista 1960-luvulta lähtien. Aineisto sisältää paikkatiedot ja kuhunkin ...

[Lue lisää](#)



Pohjaveden haavoittuvuus

Aineisto antaa yleiskuvan Suomen pohjavesialueiden haavoittuvuuserkkydestä. Pohjaveden haavoittuvuusanalyysi lehtinä DRASTIC-menetelmällä, joka o...

[Lue lisää](#)



Kallioperä 1:200 000

Kallioperä 1:200 000 on yhtenäinen koko Suomen kattava aineisto, joka on lehty Kallioperän mittakaavatonta paikkatietoaineistoa yleistämällä. Aine...

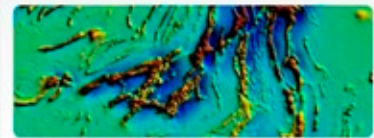
[Lue lisää](#)



JULKAISUT, RAPORTIT, KARTAT JA POSTERIT

Tiedot kaikista GTK:n laatimista ja sille luovutetuista arkistoraporteista sekä GTK:n julkaisemista kartoista ja tutkimusjulkaisuista. Maksutta ladattavia tiedostoja on noin 14 500 kpl. Keskeiset karttatiedot ovat saatavilla kokonaisuudessaan. Paikkatietotuotteet tai katsottavissa karttapalvelujemme kautta.

[HAKUUN](#)



PAIKKATUOTTEET

Sisältää koordinaatteihin sidottua digitaalisesti jaettavaa aineistoa. Paikkatietotuotteina jaetaan erityyppisiä havainto- ja mittausaineistoja laadittuja kokonaisuuksia, esiintymätietoja sekä karttatiedostoja. Uusia tuotteita on jatkuvasti kehitteillä.

[HAKUUN](#)



VALOKUVAT

Geologiaa eri muodoissaan esineissä, rakennuksissa, maisemissa ja kiivätyksissä. Sisältää yli 12 000 kuvallista aineistoa alkaen vuodesta 1870.

[HAKUUN](#)



KARTTAPIIRROKSET

Tiedot GTK:n vanhoista käsin piirretyistä geologisista kartoista vuosilta 1850 - 1970. Kartoja on yli 3100 kappaletta, jotka kaikki ovat ladattavissa suurresoluutioisina tiedostoina.

[HAKUUN](#)



Geo.fi – polku geotietoon

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) tarkoituksena on tuottaa korkeatasoista tietoa, informaatiota ja tietämystä Suomen maa- ja kallioperästä ja niihin vaikuttavista prosesseista. Geotieto koostuu havainnoista, mittaustuloksista, tulkitusta tiedosta sekä dokumenteista. Uudistetuilta geo.fi sivuilta löytyvät ajantasaiset geologiset tietotuotteet, joista suurin osa on saatavilla maksutta.

Juuri valmistuneessa geo.fi sivuston uudistuksessa parannettiin palvelun käytettävyyttä ja selkeyttiin palvelutarjontaa. Uudistetulla verkkosivustolla on nyt koottu samalle näkymälle koko palvelutarjonta. Geo.fi:n palvelut on suunnattu ennen kaikkea geologian ammattilaisille ja asiantuntijoille, mutta sivustolta löytyy tietoa myös harrastajille ja geoaiheista kiinnostuneille. Geo.fi koostuu haku- ja latauspalvelu Hakusta, karttapalvelusta sekä rajapintapal-

velusta. Lisäksi sivuston kautta pääsee kirjastopalveluihin sekä tutustumaan geologisten näyteaineistojen kuvauksiin.

Hakku

Haku- ja latauspalvelu Hakku on geo.fi:n käytetyimpiä palveluja ja sieltä löytyy kaikki GTK:n julkaisema materiaali. Geoammatilaisia kiinnostavia GTK:n julkaisuja ja arkistoraportteja sekä GTK:lle luovutettuja arkistoraportteja on saatavilla liki 14 000. Samasta palvelusta löytyvät lisäksi vanhat

kartat ja valokuvat, jotka kiinnostavat myös suurta yleisöä. Vanhimmat jakelussa olevat geotietotuotteet ovat peräisin 1800-luvulta.

Hakku-palvelussa on tällä hetkellä 106 paikkatietotuotetta, joista maksuttomia, itselle ladattavia tuotepaketteja on 99. Tuotepakkettikirjo on laaja sisältäen muun muassa kallioperähavaintoja, maa-ainestietoja, pohjavesiaineistoja ja geofysiikan mittauksia. Uusia tietotuotteita kehitetään asiakastarpeiden pohjalta ja tietotuotteita päivitetään uudella aineistolla.

ALOITUSKUVA

Hakku-palvelun kautta voi hakea ja ladata paikkatietotuotteita ja raportteja.

Kaikkea geotietoa ei ole tuotteistettu, vaan saatavilla on myös räätälöityä palvelua ja maksullisia aineistoja. Geo.fi:n verkkopalveluissa jakelussa olevista indeksikartoista pääsee katsomaan, mistä on saatavilla maksullisia aineistoja, ja geo.fi:n kautta voi ottaa yhteyttä näihin aineistoihin liittyen.

Karttapalvelut

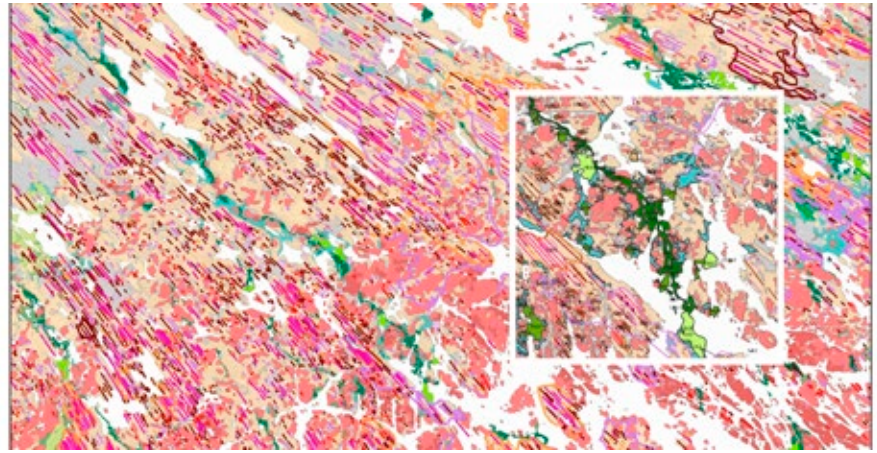
Karttapalveluissa voi tutustua erilaisiin teemakarttoihin. Karttapalvelu on selaimessa toimiva paikkatietosovellus, jonka avulla aineistoja pääsee katselemaan myös kännykällä ja tabletilla. Palvelut tarjoavat käytettäväksi suuren määrän havainto- ja mittaustietoa sekä geologisia tulkintoja visuaalisessa muodossa. Palveluista löytyvät uusimmat versiot mm. kallioperäkartoista. Suositussa Maankamara-palvelussa löytyy laajasti tietoa Suomen maa- ja kallioperästä. Samassa palvelussa voi tarkastella dataa myös esimerkiksi maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistosta. MDaE (Mineral Deposits and Exploration) -karttasovellus sisältää Suomen mineraaliesiintymät, kaivokset, kaivosrekisteridatan, geologiset ja geofysikaaliset kartat sekä havainto- ja mittaustietoa. Sovelluksen avulla saa tietoa muun muassa eri mineraaliesiintymissä olevista kairauksista. Yhdyskuntarakentamista palveleva Pohjatutkimukset- lataus ja katselupalvelu koostuu useiden tiedontuottajien pohjatutkimustiedoista ja auttaa puolestaan maaperän laadun ja rakenteen selvittämisessä alueellisesti. Pohjatutkimukset-palvelua on vastikään päivitetty Oulun kaupungin luovuttamalla pohjatutkimustiedolla.

Rajapintapalvelu

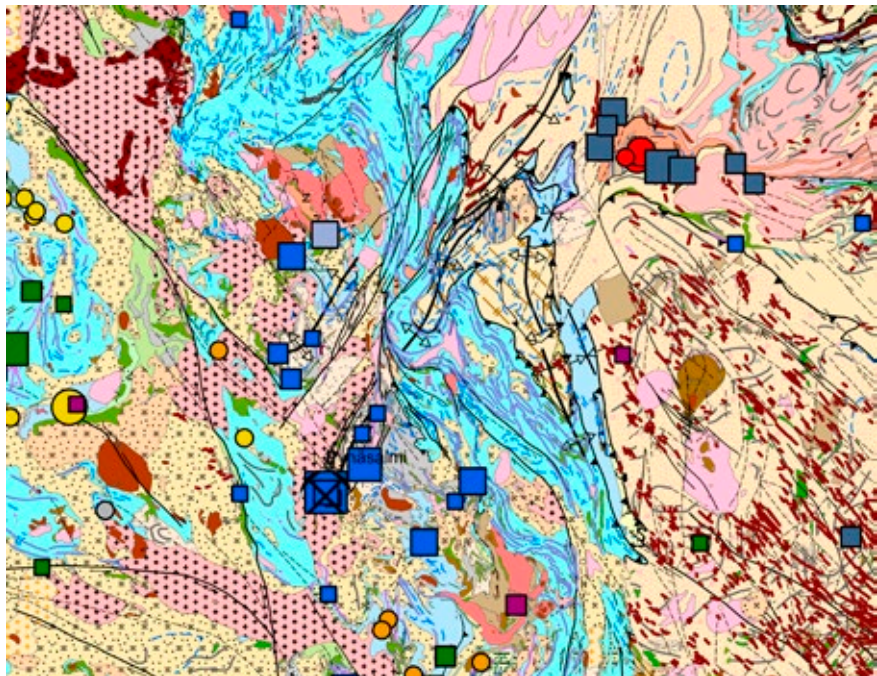
Rajapintapalvelu on standardimuotoinen tapa jakaa paikkatietoa. Rajapinnat perustuvat avoimiin WMS- ja WFS-standardeihin, ja niitä voivat hyödyntää kaikki, joilla on käytössään tarvittavat ohjelmistot. Rajapintapalveluiden kautta asiakas voi liittää GTK:n aineistoja omaan paikkatietoympäristöönsä maksutta. Data kuitenkin säilyy aina GTK:n tietovarannossa, joten se on aina ajantasaista.

Kiviharrastajille

Yleisempää geologista tietoa on saatavissa GTK:n kansannäytetoiminnan sivuilta. Kansannäytetoiminta-sivuille pääsee näppärästi Geo.fi sivulta linkin kautta. Sivuilta löytyy ohjeita kiviharrastajille sekä mm. OmaKivi palvelu, jonka avulla voi tallentaa omia kivihavaintoja sähköisesti sekä lähettää niitä halutessaan Geologian tutkimuskeskuksen kansannäytetoimistoon tutkittavaksi.



Maankamara-palvelu tarjoaa monipuolista maaperätutkimukseen liittyvää tietoa. Kuvassa jäätikkösyntyiset maaperämuodostumat Joroisten alueelta



MDaE-palvelut sisältää Suomen mineraaliesiintymät, kaivokset, kaivosrekisteridatan, geologiset ja geofysikaaliset kartat sekä havainto- ja mittaustietoa. Kuvassa Pyhäsalmen alueen geologinen kartta ja alueen tunnetut mineraaliesiintymät

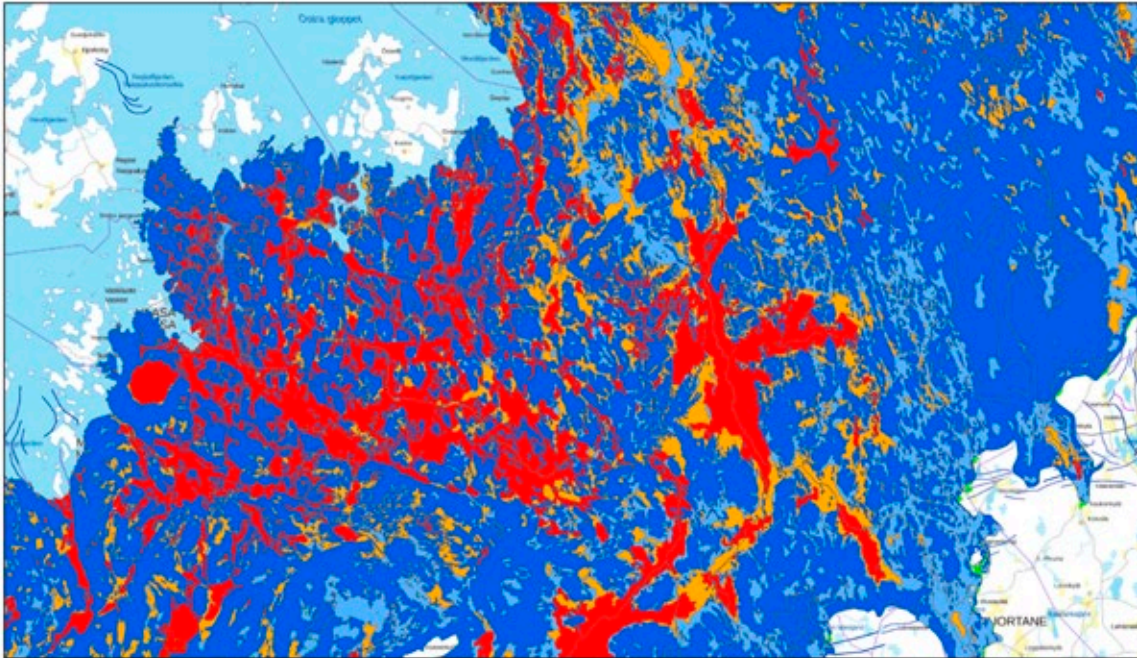
Laaja käyttäjäkunta

Geo.fi:n tietotuotteilla ja karttapalveluilla on laaja käyttäjäkunta, joka koostuu mm. eri alojen yrityksistä, viranomaisista, tutkimuslaitoksista, kunnista ja oppilaitoksista. Karttapalveluista suosituin on Maankamara, jonka suurin käyttäjäryhmä on kotimainen yrityssektori. Toisella sijalla on Pohjatutkimukset-karttapalvelu, jonka käyttäjät ovat suurelta osin julkiselta sektorilta. MDaE-karttapalvelu kiinnostaa eniten kansainvälisiä ja kotimaisia yrityksiä sekä yliopistoja.

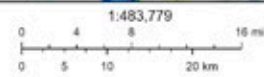
GTK:n tietovarantoihin on kerrytetty aineistoa yli 130 vuoden ajalta. GTK:n tuottamia geotietoa-aineistoja tallennetaan jatkuvasti päivitettäviin tietokantoihin. GTK vastaanottaa geotietoa myös muilta tiedontuottajilta kartuttamaan kansallista geotietovarantoa ja huolehtii aineiston tiedonhallinnasta ja -jakelusta. Tietomäärä on valtava ja myös sen rahallinen arvo on suuri.

Suomen geotietoa-aineiston arvioitu arvo kansantaloudelle koituvan hyödyn kannalta on noin 5,15 miljardia euroa [1].

Viewer Map



November 9, 2022



© Geological Survey of Finland

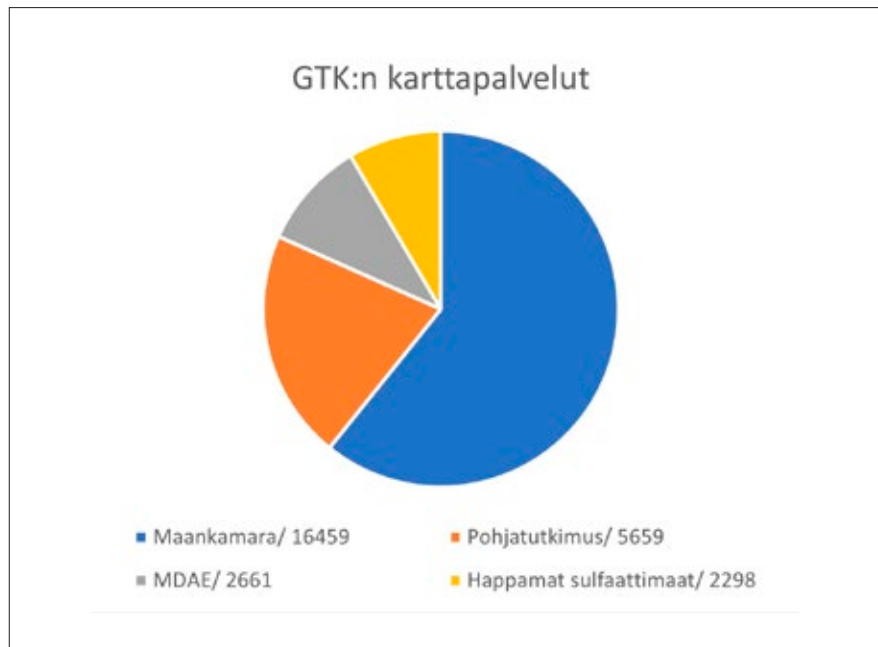
Happamat sulfaattimaat -karttapalvelusta löytyy tietoa Suomen happamien sulfaattimaiden esiintymisestä. Kuvassa näkymä Vaasan alueelta

Kairasydänarkisto uudistuu

GTK:lla on Lopella laajat tutkimus- ja näyteaineistot. Erityisesti kaivosteollisuutta ja kalliorakentamista palvelevassa kairasydänarkistossa on 3,6 miljoonaa metriä kairasydännäytteitä Suomen kallioperästä. Lopen kairasydänarkiston varastointikapasiteettia on tarkoitus lisätä ja samalla uudistaa nykyisiä tiloja. Tavoitteena on, että uudistetut tilat saataisiin käyttöön vuoden 2025 aikana.

Fyysisistä kairasydännäytteistä on myös paljon digitaalista materiaalia. Tämän pohjalta on alettu ideoida tulevaisuudessa rakennettavaa digitaalista kairasydänarkistoa. Suunnitelma on vielä alkuvaiheessa, mutta sille olisi selvästi kysyntää. Digitaalista aineistoa kertyy myös jatkuvasti lisää. GTK:ssa on käynnissä kolmivuotinen kairasydämien hyperspektriskannauskampanja (2021-2023). Tällä hetkellä on skannattuna 87 km kairasydämiä ja ensi vuoden tavoite on vähintään 40 km. Skannaukset on kohdennettu raaka-ainehuollon kannalta kriittisten esiintymien kairasydämiin. ▲

TEKSTI: NIINA AHTONEN, JOHTAJA, GEOTIETO JA TIETOHALLINTO, GTK, EIJA HYVÖNEN, YKSIKÖN PÄÄLLIKKÖ, TIETORATKAISUT, GTK, KRISTINA KARVONEN, ASIANTUNTIJA, ENERGIA JA RAKENTAMISEN RATKAISUT, GTK.



Geo.fi-karttapalvelun suosituimpien osioiden kävijämäärät vuonna 2022

Lähteet

[1] Savikko H, Hokkanen J, Rinne T., Koutonen H., Söderholm P. (2020). Suomen kansallisen geotietoaineiston arvo. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020, 42,123 s. <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162407>

Tribological Challenges in Industrial Applications

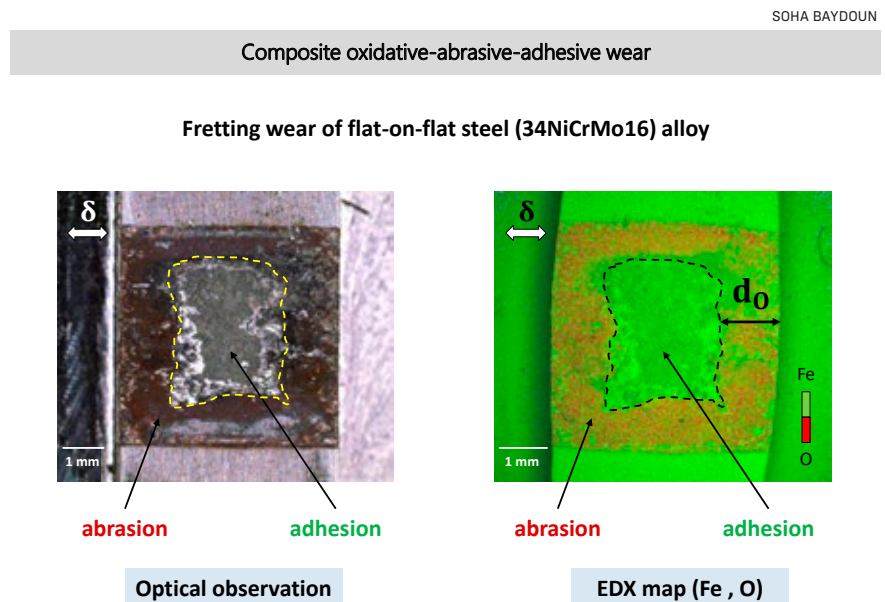
Tampere Wear Centerin (TWC) ja PerforMat-verkoston yhteinen kansainvälinen webinaari järjestettiin 24.5.2022. Webinaarin teemana olivat tribologisten kontaktien ja materiaalikäyttötymisen vuorovaikutukset ja kunnonvalvonta. Kahdesta istunnosta ensimmäinen keskittyi vastakkain puristuneiden pintojen välisen pienen suhteellisen liikkeen (fretting) aiheuttamaan kitkaan ja kulumiseen ja toinen tuuliturbiinien kunnonvalvontaan sekä niiden komponenttien testaukseen ja voiteluun. Pääpuhujina webinaarissa olivat professori David Nowell, Imperial College, Lontoo ja tohtori Soha Baydoun, Ecole Centrale de Lyon, Ranska. Webinaarin puheenjohtajana toimi professori Arto Lehtovaara, Tampereen yliopisto. Osallistujia oli 125 henkilöä 21 eri maasta.

Kitkan ja kulumisen tarkastelua

Kitkan ja kulumisen symbioosista

Professori David Nowell käsitteli esityksessään kitkan ja kulumisen tärkeyttä rajapintojen käyttötymisen ymmärtämisessä. Rajapintoja muodostuu aina monikomponenttisissa ja mahdollisesti eri materiaaleista koostuvissa systeemeissä. Kiinteän aineen mekaniikan näkökulmasta ”hyvä” rajapinta on joko kitkaton tai äärettömän suuren kitkan rajapinta. Rakenteen värähtelyjen näkökulmasta rajapinnat taas ovat hyviä, koska niihin liittyy aina vaimennusta rajapintojen välisen suhteellisen liikkeen ja siihen liittyvien ilmiöiden (esim. kitka, plastinen muodonmuutos jne.) kuluttaman energian vuoksi. Rajapintailmiöihin liittyy kuitenkin aina seurausvaikutuksia kuten värähtelykulumista (fretting wear) tai kitkaväsymistä (fretting fatigue), jotka voivat aiheuttaa rajapinnan turmeltumisen.

Kitkakerroin on avaintekijä näiden ilmiöiden tarkastelussa. Yleensä tietyin materiaali-parin suhteelliseen liikkeeseen kontaktitilanteissa liittyvä kitkakerroin oletetaan vakioksi. Sen on kuitenkin osoitettu muuttuvan ajan ja tarkastelukohdan mukana kahden kappaleen välisessä liukukontaktissa. Esimerkiksi toistuvassa edestakaisessa liukukontaktissa kitkakerroin vaihtelee jopa yksittäisen toistosyklin aikana. Toistuvassa liukukontaktissa kitkakerroin yleensä kasvaa toistojen lukumäärän



13th TWC International Wear Seminar

France 24/05/2022 3

Kuva 1. Kulumispinnan alueet ja niiden kulumismekanismit kahden vastakkain puristetun teräspinnan värähtelykulumisessa

mukana ja kasvu käynnistyy ensimmäisten kulumisvaurioiden ilmaantuessa pintoihin. Kulumisen lisäksi kontaktipintojen todellisiin kosketuskohtiin muodostuvat toistuvat jännityshuiput voivat ydintää pintaan kasvukykyisen väsymismurtuman.

Siten kahden kappaleen välisessä kontak-

tisysteemeissä vaikuttavia ulkopuolisia tekijöitä ovat esimerkiksi kuormitukset, ympäristö, pintojen geometria ja materiaalit. Systeemin sisäisiä tekijöitä ovat puolestaan kitka, vaimennus, kuluminen ja väsyminen. Systeemin hallitsemiseen eivät enää riitä yksinkertaiset kitkamallit, vaan kaikkien tekijöiden muo-

doštama kokonaisuus on kyettävä ottamaan huomioon kontaktitilanteen analysoinnissa. Lopuksi David Nowell siteerasi kuuluisaa tiedemiestä Wolfgang Paulia: ”God created the solids, but surfaces are the work of the Devil”.

Fretting-kulumisen tutkimusta hapettumisen pohjalta

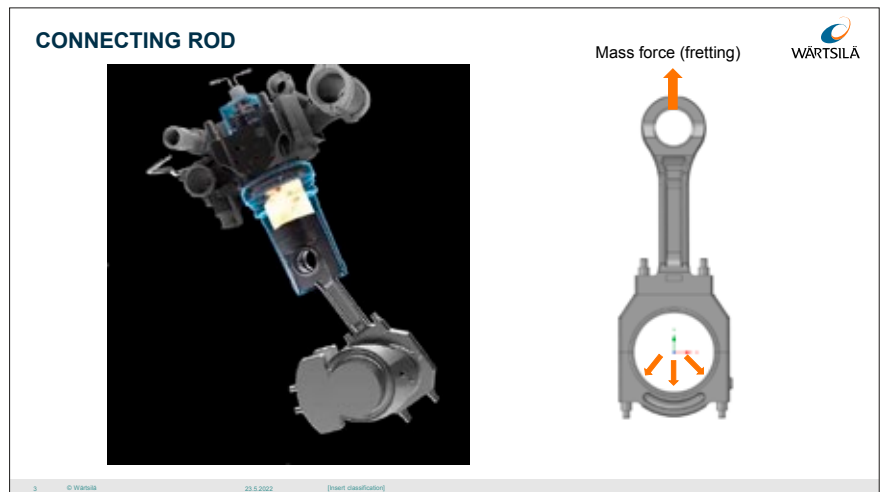
Tohtori **Soha Baydounin** aiheena oli vastakkain puristettujen tasomaisten 34NiCr-Mo16-teräspintojen värähtelykulumisen tarkastelu kontaktipintojen hapettumisen mallintamisen avulla. Tasomaisten rajapintojen värähtelykulumisessa havaitaan pintojen keskialueella adhesiivisen kulumisen alue, jota ympäröi hapettuneita kulumispartikkeleita sisältävä abrasiivisen kulumisen alue (kuva 1).

Hapettumisen mallintamisessa lähtökohdaksi oli hapen kulkeutuminen vastakkain puristettujen pintojen väliin ja hapen osapaineen pieneneminen edettäessä reunoilta kohti keskustaa. Reunojen lähellä hapen osapaine ja happipitoisuus ovat niin suuria, että pintojen välisen suhteellisen liikkeen seurauksena muodostuneet kulumispartikkelit hapettuvat koviksi oksidipartikkeleiksi kuluttaen samalla pintojen väliin kulkeutuvaa happea. Oksidipartikkelit aiheuttavat pintojen abrasiivista kulumista. Hapen osapaineen pudotessa niin pieneksi, etteivät muodostuneet kulumispartikkelit ja metallipinnat enää pysty hapettumaan, tullaan abrasiivisen kulumisen alueelta alueelle, jossa kulumismekanismi pysyy adhesiivisena.

Kehitetyn ADR (Advection-Dispersion-Reaction)-mallin avulla ennustettiin abrasiivisen kulumisalueen kokoa ja liiketaajuuden, pintapaineen, luistoamplitudin sekä syklimäärän ja kontaktipinta-alan vaikutusta siihen. Mallin oikeellisuus todennettiin tutkittavalla teräksellä tehdyillä värähtelykulumiskokeilla ja vertaamalla saatuja tuloksia mallin avulla ennustettuihin. Vastaavuudet todettiin hyviksi.

Yhdistämällä saatu ADR-malli kitkenergian pohjalta laadittuun kulumisen etenemismalliin sekä kulumispartikkeleiden muodostumismalliin saadaan kokonaiskulumisen ennustamiseksi ns, WTO (Wear evolution-Third body-contact Oxygenation)-malli. Sen avulla voidaan ennustaa kuluviin pintoihin muodostuvaa pintaprofiilia ja pois kuluneen kerroksen paksuutta kuluvien pintojen eri osissa. Myös tämän mallin antamien tulosten todettiin vastaavan hyvin tutkittavalla teräksellä saatuja kokeellisia tuloksia.

Kitkan roolista värähtelykulumisessa
Janne Juoksukangas Tampereen yliopistosta tarkasteli esityksessään kitkan roolia



Kuva 2. Fretting-ilmion mahdolliset esiintymiskohdat laivadieselmoottorin kiertokangassa

fretting-vaurioiden syntyemisessä teräksen 34CrNiMo6 tapauksessa. Tyypillistä tämän teräksen kitkakäyttäytymiselle tasomaisten pintojen kuivassa fretting-kontaktissa on kitkakertoimen nopea kasvu pintojen välisten värähtelysykliä käynnistysvaiheessa, maksimin saavuttaminen ja sen jälkeinen lasku ja vakioituminen tiettyyn arvoon syklien määrän kasvaessa. Kitkakertoimen kasvu on liitettävissä pintojen väliseen metalliseen kosketukseen ja pintojen adhesiivisen kulumisen käynnistymiseen.

Juoksukangas tutki mahdollisuuksia kitkakertoimen alkuvaiheen maksimihuipun alentamiseen tai eliminoimiseen erilaisten pintojen väliin laitettujen väliaineiden (öljy, rasva, lisäaineistetut pastat, kuivan värähtelykulumisen kulumistuote) avulla. Lisäksi hän tutki kitkakertoimen käyttäytymistä etukäteen korrodoitujen pintojen fretting-kontaktissa.

Keskeinen havainto oli, että kaikki väliaineet pystyivät alentamaan alkuvaiheen kitkahuipun maksimiarvoa ja eräät myös siirtämään sitä suurempiin syklimääriin päin. Pintojen väliin asetettu fretting-kulumistuote jopa poisti kokonaan alkuvaiheen kitkahuipun. Toinen keskeinen havainto oli, että kitkakerroin vakiintui suurilla syklimäärillä kaikilla väliaineilla (öljyjä lukuun ottamatta) samalle tasolle kuin kuivan fretting-kulumisen kitkakerroin. Öljyjen tapauksessa kitkakertoimen vakiintuminen tapahtui alhaisemalle tasolle muihin väliaineisiin verrattuna.

EDS-analysaattorilla mitatut kuluneiden pintojen happipitoisuudet olivat öljyjen tapauksessa myös muita tapauksia alhaisempia. Tämä saattaa johtua siitä, että öljyt ehkäisevät muita väliaineita tehokkaammin hapen kulkeutumista kuluvien pintojen väliin.

Kokeissa mitatut testimateriaalien kulumishäviöt olivat suurimmillaan esikorrodoitujen pintojen tapauksessa. Seuraavaksi suurimmat ne olivat rasvan ja lisäaineistettujen pastaväliaineiden sekä kuivan värähtelykulumisen tapauksessa ja pienimmillään öljyjen ja värähtelykulumistuotteen tapauksissa. Tämä osoittaa, että värähtelykulumisen alkuvaiheen tapahtumat ja niihin liittyvä kitkakäyttäytyminen saattavat olla merkittävässä asemassa koko kulumisprosessin myöhempien vaiheiden kannalta.

Kiertokangen mitoitus fretting-kulumisen torjumiseksi

Teollisena esimerkkinä komponentin suunnittelusta ja mitoituksista fretting-ilmion torjumiseksi **Antti Mäntylä** Wärtsilästä esitteli laivamoottorin kiertokangen suunnitteluprosessia. Kiertokangen ja sen eri osiin kohdistuu toistuva sylinteripaineen synnyttämä väsyttävä puristuskuormitus sekä massavoimista aiheutuva edestakainen kuormitus, joka voi aiheuttaa fretting-ilmiota erityisesti kiertokangen ja sen laakeriholkien välisissä kutistus- ja puristusliitoksissa (kuva 2). Suunnittelun tärkein periaate on fretting-ilmion eliminointi kiertokangesta. Se tarkoittaa käytännössä sitä, että kiertokangen kohdistuvilla kuormituksilla sen kutistus- ja puristusliitosten rajapinnoissa ei saa esiintyä liukumista (ns. sticking condition) kitkakertoimen maksimiarvolla 0,5.

Antti Mäntylä kävi esityksessään läpi kiertokangen suunnittelun ja mitoituksen vaiheet lähtien kuormitusten määrittämisestä analyttisin menetelmin moottorin koon, pyörimisnopeuden ja vaaditun tehon perusteella sekä kiertokangen ja laakerien dimensoiden alustavasta määrittämisestä saatuja

tuloksia käyttäen. Seuraavassa vaiheessa on tehty suunnittelijan toimesta kiertokangen todellinen geometria, jota hyödynnetään tarkemmissa simulaatioissa.

Laakereihin kohdistuvat voimat ja voitelöljykalvon käyttäytyminen simuloidaan joustavaa monikappaledynamiikkaa käyttäen ja siitä saadut kuormitukset siirretään epälineaariseen FEM-analyysiin kampikulman funktiona. Kitkakertoimen jakautuminen kuormitetuilla pinnoilla määritetään simulointiohjelmiston alirutiinin avulla ja saatuja tuloksia verrataan yllä esitettyihin perusehtoihin (kitkakertoimella 0,5 täytyy taata liukumaton kontakti). Esijännitettyä koneistetun laakeripesän muoto on huomioitu simuloinnissa.

Mahdollisten fretting-vaurioiden aiheuttamien säröjen etenemiskyvyn määrittämiseksi voidaan suorittaa murtumismekanistisia tarkasteluja. Pääsääntö kuitenkin on, ettei fretting-ilmioitä saa esiintyä kiertokangen kriittisissä rajapinnoissa.

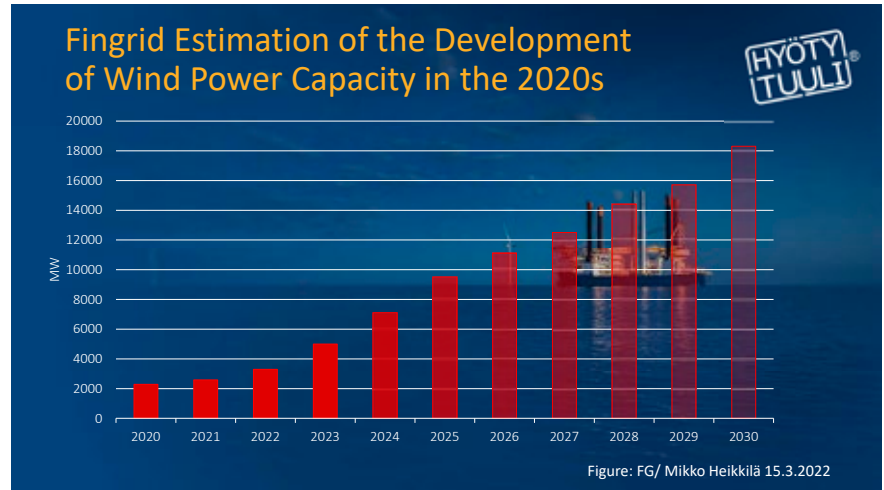
Tulevaisuuden tuulivoimaa

Ennakoiva kunnossapito tuulivoimaloissa

Webinaarin toisen istunnon aluksi **Jaakko Kleemola** Suomen Hyötytuuli Oy:stä tarkasteli ennakoivan kunnossapidon mahdollisuuksia tuulivoiman tuotannossa. Kahdeksan suomalaisen energiayhtiön omistama Hyötytuuli on tuottanut tuulivoimaa vuodesta 1999 lähtien ja sillä on maailman ensimmäinen jääolosuhteissa toimiva offshore-tuulipuisto Porin Tahkoluodossa. Hyötytuulen toiminta kattaa tuulipuistojen koko elinkaaren suunnittelusta rakentamiseen ja energiantuotantoon sekä kunnossapitoon saakka. Hyötytuulella on tällä hetkellä seitsemän tuulipuistoa ja kaksi on rakenteilla. Suunnitteilla on lisäksi neljä maalla toimivaa ja kaksi offshore-tuulipuistoa. Toimivien ja rakenteilla olevien puistojen nimellinen yhteiskapasiteetti on 410 MW ja vuosittaisen energiantuotanto on 1200 GWh.

Koko Euroopan tuulivoimakapasiteetti vuonna 2020 oli 220 GW, josta 25 GW oli offshore- ja 195 GW maatuulivoimaloita. Johtavat eurooppalaiset tuulivoiman tuottajat suuruusjärjestyksessä olivat Saksa (63 GW), Espanja (27 GW), Englanti (24 GW), Ranska (18 GW), Italia (11 GW) ja Ruotsi (10 GW). Suomen tuulivoimakapasiteetti vuoden 2020 lopussa oli 2,6 GW ja vuoden 2021 lopussa 3,3 GW. Fingrid arvioi Suomen tuulivoimakapasiteetin olevan noin 18 GW vuoden 2030 lopussa (kuva 3).

Erään seurantatutkimuksen mukaan tuulivoimalan järjestelmistä sähkö- sekä val-



Kuva 3. Suomen tuulivoimakapasiteetin ennustettu kehittyminen vuoteen 2030 mennessä

vonta- ja säätöjärjestelmät ovat useimmin vikaantuvien järjestelmien joukossa. Mekaanisista järjestelmistä roottorin siipien kääntöjärjestelmä, vaihdelaatikko ja generaattori ovat herkimpiä vikaantumiselle. Tyypillisesti vikaantumisen aiheuttamat voimalan seisonat-ajat ovat järjestelmästä ja komponentista riippuen luokkaa 200 tuntia, mutta voivat olla huomattavasti pitempiäkin.

Esimerkiksi erään voimalan vaihdelaatikon ensimmäisen planeettaportaana planeettapyörän hampaan murtuminen aiheutti kaikkiaan 91 päivän seisokin, josta suurin osa kului uuden komponentin ja nosturin odottamiseen. Varsinainen korjaus kesti seitsemän päivää. Menetetty tuotanto oli 37 000 MWh ja menetetty tulovirta 310 000 euroa. Tapahtuman estäminen ennakoivan kunnossapidon avulla olisi tuonut säästöä noin 286 000 euroa.

Uusia testausmenetelmiä kehitetään

Helena Ronkainen VTT:ltä kertoi yhteiseurooppalaisesta INNTERESTING-tutkimushankkeesta, jonka tavoitteena on uusien, innovatiivisten testausmenetelmien kehittäminen tuulivoimaloille ja niiden komponenteille. Uusien testausmenetelmien avulla on tarkoitus vähentää tarvetta täyden mittakaavan komponenttitehtien tekemiseen, nopeuttaa tuotekehitystä ja vähentää siihen liittyviä kustannuksia, lisätä tuulivoimalakomponenttien elinikää ja parantaa niiden luotettavuutta.

Vuonna 2020 käynnistyneessä kolmi-vuotisessa INNTERESTING (Innovative Future-Proof Testing Methods for Reliable Critical Components in Wind Turbines) -tutkimushankkeessa on mukana kahdeksan partneria Belgiasta, Espanjasta ja Suomesta.

Osallistujina on neljä tutkimuslaitosta (Vito ja KU Leuven Belgiasta, Ikerlan Espanjasta ja VTT Suomesta), kaksi tuulivoimalakomponenttien valmistajaa (Laulagun Espanjasta ja Moventas Suomesta), yksi globaali tekniikan alan tietokonesimulointien toimija (Siemens Industry Software) ja yksi teollisuustustainen voittoa tuottamaton järjestö (Basque ENERGY Cluster Espanjasta).

Hankkeen tavoitteena on mm. kehittää uusia hybriditestausten menetelmiä, joiden avulla voidaan tehokkaasti ennustaa suurten tuulivoimalakomponenttien luotettavuutta ja kestoikää ilman täyden mittakaavan prototyyppien testausta sekä luoda huippuluokan malleja ja teknologioita yhdistäviä, INNTERESTING-metodologiaa tukevia suunnittelutyökaluja. Tavoitteena on myös kehittää uraauurtavia uusia tuulivoimalakomponentteja, jotka ovat kuormitettavuudeltaan ja kestoältään nykyisiä paljon parempia.

Hankkeella tavoitellaan 70 % kustannusvähennystä ja 50 % aikasäästöä tuotekehitysprosessissa. Tavoitteina ovat myös komponenttien eliniän kasvu 25 prosentilla sekä luotettavuuden kasvu 40 prosentilla.

Komponenttikehityksessä hanke painottuu uusien konseptien kehittämiseen roottorin lapojen kääntömekanismien laakereihin, joissa aikaisemmat kaksiriviset urakuula-laakerit ovat viime vuosina olleet korvautumassa kolmirivisillä rullalaakereilla. Toisena kehityskohteena on tuulivoimalan vaihdelaatikko, jossa parempaa kuormankantokykyä haetaan mm. uusilla materiaaleilla ja hydrodynaamisella laakeroinnilla nykyisin käytettyjen rulla- ja kuulalaakerointien asemesta. Tavoitteena on asentaa kehitetyt ratkaisut kokoluokan 10-20 MW tuulivoimaloihin vuodesta 2030 alkaen.

Myöhemmin kehitystyön metodologiaa on tarkoitettu soveltaa myös muihin tuulivoimalakomponentteihin. INNTERESTING-metodologiaa tullaan soveltamaan myös uusien, patentointivaiheessa olevien korjausmenetelmien arvioimiseen jo asennettujen komponenttien (esimerkkinä roottorin lapojen kääntömekanismin laakerit) eliniän kasvattamiseksi.

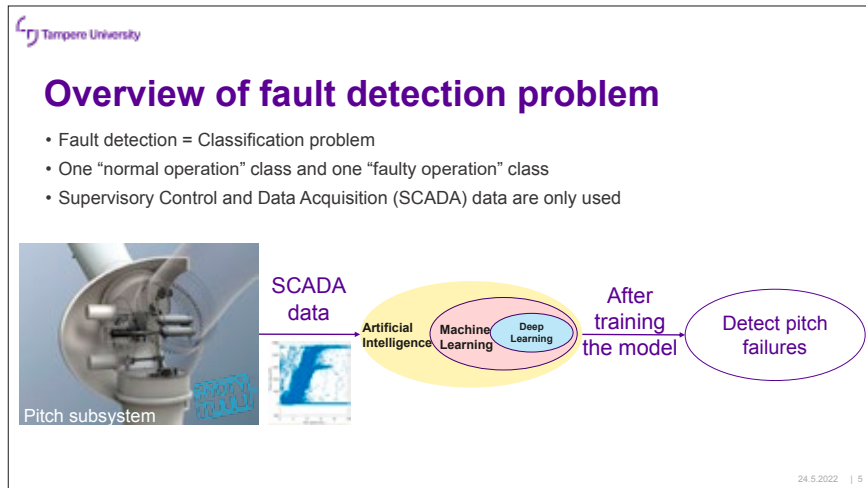
Tribofilmin kehittymisestä simuloitussa hammaspyöräkontaktissa

Tutkija **Reza Bayat** Tampereen yliopistosta esitteli tribofilmin muodostumista ja vaikutusta simuloitussa hammaspyöräkosketuksessa koskevan tutkimustyönsä tuloksia. Tribofilmi määritellään liukukosketuksen tuloksena muodostuneeksi ohueksi kiinteäksi kalvoksi, joka on kiinnittynyt kuluneeseen muodostuspintaan, mutta jolla on siitä poikkeava koostumus, rakenne ja tribologiset ominaisuudet. Tribofilmillä on merkittävä vaikutus pintojen väliseen kitkaan ja kulumiseen.

Tribofilmin muodostumista tutkittiin ns. SLIM (Spacer Layer Imaging)-menetelmällä Ball on Disc- laitteistolla tehdyissä kulumiskokeissa. Ball on Disc- laitteistossa painetaan pyörivää teräspalloa niin ikään pyörivää teräskiekkoa vasten. Säättämällä pallon ja kiekon pyörimisnopeuksia saadaan syntymään sekä vierintä- että liukukomponentit sisältävä kontakti, jossa vierinnän ja liukumisen suhdetta voidaan säätää.

SLIM-menetelmässä tutkittavan tribofilmin pintaan kohdistetaan kaksikerroksisen läpinäkyvän linssin läpi valkoisen valon säde. Kaksikerroksinen linssi koostuu ylemmästä lasikerroksesta ja alemmasta silikakerroksesta ja niiden välissä on puoliläpäisevä kromikerros. Tutkimalla kromikerroksesta heijastuneen säteen ja tribofilmin pinnasta heijastuneen säteen muodostamia interferenssikuviota saadaan tietoa pintaan mahdollisesti muodostuneen tribofilmin ominaisuuksista. Testissä voidaan myös mitata sähköistä vastusta kontaktipintojen välillä ja tehdä sen muutosten avulla päätelmiä tribofilmin muodostumisen etenemisestä testin aikana.

Ball on Disc- laitteistolla voidaan myös tutkia ns. scuffing- ilmiötä, joka voi vieriväsä ja liukuvassa kontaktissa johtaa nopeaan kulumiseen ja pintavaurioihin. Sitä varten teräspallo korvataan sylinterimäisellä kuorituspäällä (ns. Barrel on Disc- menetelmä), kontaktipainetta kasvatetaan ja sylinterin pyörimissuunta voidaan kääntää niin, että liukukosketuksessa kontaktipinnat liikkuvat eri suuntiin. Kontaktipainetta ja liukunopeutta



Kuva 4. Keinoälyyn pohjautuvan tuuliturbiinisiipien kääntömekanismin kunnonvalvontamenetelmän rakennekaavio

voidaan muuttaa portaattain testin edetessä. Menetelmällä voidaan tutkia esim. eri voiteluaineiden ja lisäaineiden tehokkuutta alkuvaiheen scuffing- ilmiön estämisessä.

Bayatin tutkimuksissa todettiin, että nyt tehdyissä testeissä ei havaittu liuku/vierintäsuhteen vaikuttavan tribofilmin muodostumiseen testeissä tutkituilla yhdistelmissä. Tribofilmin muodostumiseen liittyy tietty kynnykskontaktipaine, jonka alapuolella tribofilmin kasvunopeus on maksimissaan. Yläpuolella tribofilmin muodostuminen muuttuu epävakaaksi ja kulumisen nopeutuu. Kynnyspaine riippuu voimakkaasti pinnan karheudesta. Liian paksu tribofilmi saattaa johtaa hydrodynaamisen voitelutilanteen estymiseen, metalliseen kontaktiin ja pintojen nopeaan kulumiseen.

Tekoälypohjaista kunnonvalvontaa

Tohtorikoulutettava **Panagiotis Korkos** Tampereen yliopistosta on kehittänyt tekoälypohjaista järjestelmää tuuliturbiinien roottorilapojen kääntölaitteiston kunnonvalvontaan. Vuodelta 2010 olevan tutkimuksen mukaan kääntölaitteisto aiheutti 15,5 prosenttia tuuliturbiinin vauriotapauksista ja 20 prosenttia kaikkien vaurioiden aiheuttamasta seisonta-ajasta. Kummassakin kategoriassa kääntölaitteisto oli suurin yksittäinen tekijä.

Tekoälypohjaisen kunnonvalvontajärjestelmän perusajatuksena on kerätä dataa tuulivoimalan toiminnasta, toimintaan liittyvistä varoitussignaaleista ja hälytyksistä sekä huolto- ja korjauspäiväkirjasta. Kerätty data syötetään järjestelmään ja se opetetaan päättelemään, mitkä parametriyhdistelmät ovat normaalia toimintaa ja mitkä yhdistelmät taas edustavat epänormaalia toimintaa, joka saattaa johtaa huoltotarpeeseen tai suo-

ranaisiin vaurioihin. Datan karttuessa tekoälypohjainen järjestelmä oppii koneoppimista ja syväoppimista käyttäen itse tarkentamaan päättelyään ja tekemään ehdotuksia tarvittavista huoltotoimenpiteistä ja niiden aikataulusta (kuva 4).

Korkosin tutkimuksessa datan keruukohteena oli Perämeren rannikolla sijaitseva Hyötytuulen tuulipuisto, jossa on viisi vakionopeuksista 2,3 MW tuuliturbiinia. Toimintaan liittyvää dataa oli saatavissa kymmenen vuoden aikajaksolta, jonka aikana keskeisiä parametreja oli mitattu ja rekisteröity 10 minuutin välein. Roottorilapojen kääntöjärjestelmän toiminnan kannalta olennaisia toimintadata-parametreja ovat roottorin pyörimisnopeus, kunkin lavan kääntökulma ja tuulen nopeus (sekä keskinopeus että nopeus puuskissa), turbiinin olostuloteho, kääntöjärjestelmien hydraulikan painetiedot sekä lämpötila (järjestelmän ja ulkoilman). Toimintajaksolla oli kaikkiaan yhdeksän kääntöjärjestelmään liittyvää huolto- tai korjaustoimenpidettä.

Datan ”siistimisen” (oikeellisuuden tarkistus ja selvien virhepisteiden poisto, skaalaus, aukkojen täyttäminen ja viiveiden poisto) jälkeen se syötetään järjestelmään. Hälytyspäiväkirjan ja huoltopäiväkirjan tapahtumat kootaan, huoltotapahtumat luokitellaan niiden luonteen perusteella ja syötetään järjestelmään. Järjestelmä opetetaan tunnistamaan normaalin toiminnan ja epänormaalin toiminnan parametriyhdistelmät, luokittelemaan toiminnan aikana esiintyvät yhdistelmät jompaankumpaan kategoriaan kuuluviksi ja tekemään päätelmiä tarvittavista toimenpiteistä esim. epänormaalin parametriyhdistelmien kestoajan perusteella. ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN



GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä
riskejä kattavalla
3D-mallinnuksella!

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



GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

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



KALLIOMEKANIIKAN ASENNUKSET JA MITTAUKSET

Monitorointi

- Reaaliaikaiset mittausjärjestelmät – niin maan päällä kuin alla.

Jännitystilamittaukset

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



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

www.grm-services.fi | Antti Kivinen: 040-5394224 | info@grm-services.fi



HEXAGON

The Power of One kumppani teidän kaivosratkaisuihinne

Yhdistäen tunnistimet, sovellukset ja autonomiset teknologiat, Hexagon auttaa kaivoksia ratkaisemaan monimutkaisia haasteita integroimalla kriittistä työnkulkua.

Digitaalinen muutos vaatii enemmän kuin osittaisia ratkaisuja. Hexagon on täydellinen ratkaisu, yhdistäen kaikki kaivoksen osa-alueet.

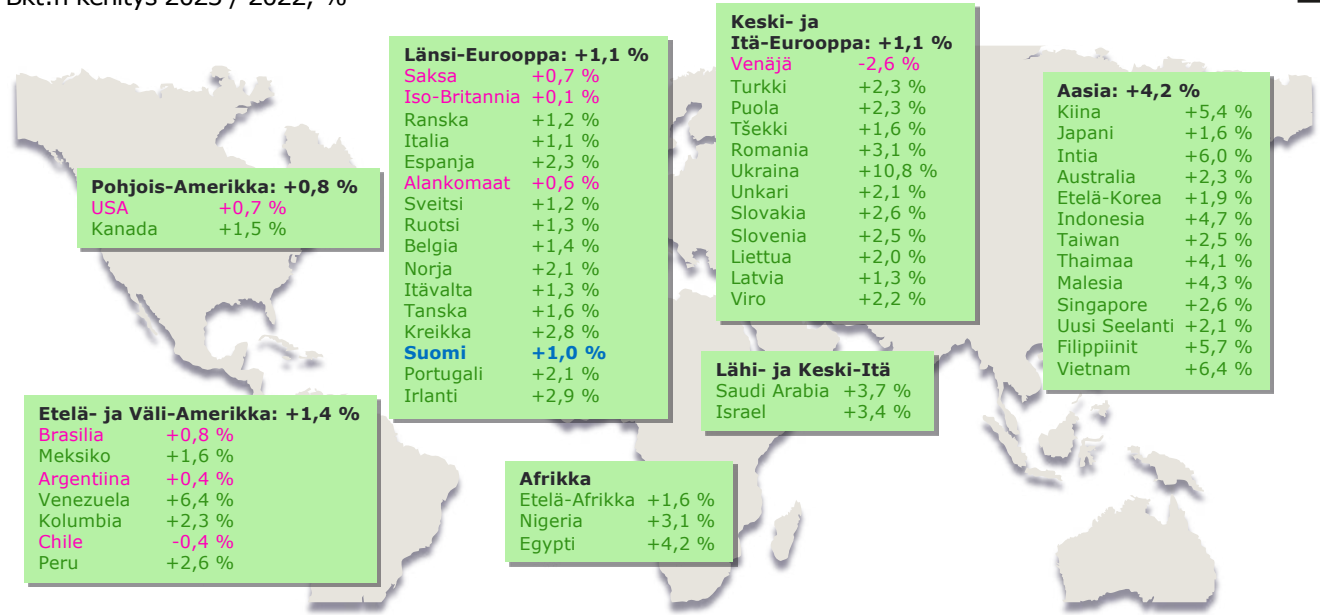
Yksi alusta. Yksi kumppani. Kaivoksen elinkaaren ajaksi.

| hexagonmining.com



Elokuun BKT-ennusteita vuodelle 2023

Bkt:n kehitys 2023 / 2022, %



17.11.2022

Teknologiategollisuus

Lähde: Consensus Forecasts, August 2022

1

JUKKA PALOKANGAS

Takeita ja lämpökäsittelyjä

Teknologiategollisuus ry:n Lämpökäsittelyn ja takomoiden toimialaryhmän Lämpökäsittely- ja takomopäivät 13.-14.10.2022

Lämpökäsittelyn ja takomoiden toimialaryhmän vuosittain järjestettävät Lämpökäsittely- ja takomopäivät järjestettiin tänä vuonna Hotel Scandic Aulangossa. Ensimmäisen päivän aamupäivänä kuultiin teknologiategollisuuden suhdannekatsaus ja tutustuttiin 3D-tulostukseen (Additive Manufacturing AM) mm. työkaluterästen tulostuksessa sekä takomiseen tuotantomenetelmänä. Iltapäivän ohjelmassa oli yritysvierailuja. Toisen päivän aikana paneuduttiin tarkkuusvaluun, aseiden osien lämpökäsittelyyn sekä tuotekehityksen, tuotannon ja materiaalitekniikan välisiin yhteyksiin. Lopuksi tarkasteltiin hiilidioksidipäästöjen pienentämistä metallien lämpökäsittelyssä ja kuultiin futuristi Elina Hiltusen esitys tulevaisuuden kolmesta avaimesta. Päiville osallistui yhteensä 58 henkilöä.

Päivät avanneen toimialaryhmän puheenjohtajan **Erik Savirannan** (Bodycote Lämpökäsittely Oy) mielestä toimialaryhmän ja sen järjestämien päivien tehtävänä on saada ihmiset ymmärtämään, että lämpökäsittely ja takominen ovat mielenkiintoisia.

Hän esitteli elävästi ohjelman jokaisen aiheen ja esitelmöitsijän ja toivoi vilkasta keskustelua päivien aikana.

Talouden näkymiä

Teknologiategollisuus ry:n johtava ekonomisti **Jukka Palokangas** totesi suhdannekatsa-

uksensa aluksi, että media on tykästynyt negatiiviseen viestintään talouden näkymistä. Kuitenkin euromaissa ja Suomessa bruttokansantuote on noussut koronakuopasta. Ostopääällikköindeksi teollisuuden, palvelualojen ja rakentamisen tuotannosta on notkahtanut, mutta vain vähän esim. ko-

ALOITUSKUVA

BKT:n kasvuennusteita vuodelle 2023 elokuun 2022 tietojen perusteella

ronan aiheuttamaan tilanteeseen verrattuna. Teollisuuden tuotantomäärät ovat kasvaneet, mutta kasvu on viime aikoina pysähtynyt Intiaa lukuun ottamatta. Rakentaminen on rauhoittunut ja kasvu kääntynyt negatiiviseksi. Palvelualojen kasvu on pysähtynyt useissa maailman maissa.

Teknologia-teollisuus on Suomessa pärjannyt odotettua paremmin. Koneteollisuuden kasvu on Suomessa ollut EU-maiden suurinta. Myös metallituote-teollisuus on menestynyt hyvin EU-maiden joukossa. Metallien jalostuksessa Suomi ja Ruotsi johtavat liikevaihdon kasvuluvuissa muihin EU-maihin verrattuna, mutta jäävät hänille elektroniikka- ja sähköteollisuudessa. Teknologia-teollisuuden uusien tilausten ja tilauskannan kehittämisessä koronapandemian jälkeen ei näy mitään hälyttävää 1990-luvun lamaan tai vuoden 2008 finanssikriisiin verrattuna.

Teollisuuden toimialarakenne on tuonut ja tuo Suomelle etua. Raaka-aineiden korkea hinta suosii Suomea mm. kaivos-, louhinta- ja murskauskoneiden, paperi- ja kartonkikoneiden, maa- ja metsätalouskoneiden sekä teräs-, metsä- ja kemian teollisuustuotteiden toimittajana. Vihreä siirtyä vaikuttaa positiivisesti yli toimialarajojen. Terveysteknologia on kasvava toimiala Suomessa. Telakka- ja meriteollisuus ovat vahvistuneet uudelleen.

Komponenttipulasta kärsivän autoteollisuuden merkitys Suomessa on muuta Eurooppaa pienempi. Esimerkiksi Saksan koneteollisuuden toimitusketjuissa on edelleen paljon häiriöitä elektroniikkakomponenttien muodostaessa suurimman pullonkaulan.

Talouden kuva vuodelle 2023 on hyvin sumuinen. Korkotaso ja inflaatio ovat edelleen korkealla, mutta käänne alemmalle tasolle voi olla nopeakin. Euromaissa kuluttajien luottamus on irrallaan reaalityoudesta; sekä tavaraviennin että teollisuustuotannon indeksit osoittavat kasvua, mutta luottamusindeksi on 30 pistettä pakkasen puolella. Kuitenkin työllisten kokonaismäärä on korkealla sekä maakaasun futuurihinnat ovat olleet lievässä laskussa, mitkä kaikki seikat ylläpitävät yksityistä kulutusta.

Teollisuuden metalli-indeksi (mukana metallien spot- ja futuurihintoja) sekä värimetallien ja merirahntien hinnat ovat tulleet alaspäin. Valuuttakurssien vaihtelut ovat nyt suuria ja ennustettavuus heikkoa. BKT:n kasvuennusteita vuodelle 2023 maapallon eri maissa on esitetty kuvassa 1.

Keskustelussa Jukka Palokangas totesi, että Suomessakin voi syntyä hetkellinen tekninen taantuma, mutta mitään vakavaa ei pi-

täisi tapahtua. Investoinneissa on nähtävissä myös tuotannon laajentamiseen tähtäviä, ei pelkästään korvaushankkeita.

Asiaa 3D-tulostuksesta ja tulostettujen kappaleiden lämpökäsittelystä

Tekniikan lisensiaatti **Juha Lagerbom** VTT:ltä kertoi esityksen laatijan **Atte Antikaisen** sijaisena työkaluterästen 3D-tulostuksesta Laser Powder Bed Fusion (LPBF) -menetelmällä ja tulostettujen kappaleiden lämpökäsittelystä. Työkaluteräkset ovat potentiaalinen materiaalityyppi 3D-tulostukseen, mutta ongelmana on runsashiilisempien teräslajien halkeilu, joka rajoittaa komponenttivalmistusta. Aluksi Juha Lagerbom esitteli kirjallisuustutkimusta, joka käsitteli vuosien 2020-2022 julkaisuja työkaluterästen 3D-tulostuksesta, sitten hän käsitteli VTT:n omia tutkimuksia ja lopuksi VTT:n tulevaisuuden aktiviteetteja tällä alueella.

Kirjallisuustutkimuksen perusteella työkaluteräs H13 on suosittu materiaali 3D-tulostustutkimuksissa. Tutkimusartikkelit käsittelevät mm. vanadiinikarbidien vaikutusta teräksen H13 laserabsorptioon. Absorptio paranee aina 5 % VC-pitoisuuteen asti ja samalla teräksen kulutuskestävyys paranee. Muita paljon tutkittuja työkaluteräksiä ovat pikateräkset sekä maraging-teräkset.

Kirjallisuustutkimuksen tuloksista käy myös ilmi, ettei työkaluteräksistä saada LPBF-menetelmällä pelkällä prosessiparametrien säätämällä hyviä 3D-tulosteita. Tilannetta parantavana keinona on mm. tulostusalustan esilämmitys, jolla halkeilutai-pumusta on saatu vähennetyksi. Tulostuksen tuottavuutta voidaan lisätä käyttämällä kärkeämpää pulveria ja paksumpaa sulatettavaa kerrosta; samalla tulosteiden sisäiset jännitykset pienenevät hitaamman jäähtymisen vuoksi. Toisaalta tulosteen kuumahalkeilutaipumus kasvaa ja pinnanlaatu huononee; tämä voi edellyttää erityisjärjestelyjä pinnan laadun parantamiseksi.

Kirjallisuustutkimuksen mukaan 3D-tulostetuille työkaluteräksille käytettäviä lämpökäsittelyjä ovat mm. jännitystenpoistoherkutus, joka voidaan tehdä myös *in situ* tulostusalustan riittävän esilämmityksen kautta. Maraging-teräksille tyypillinen lämpökäsittely on liuosherkutus ja erkaumakarkaisu. Erkaumakarkaisu voidaan joissakin tapauksissa tehdä myös suoraan tulostuksen jälkeen. Päästökäsittelyllä tulostuksen tai karkaisun jälkeen tähdätään rakennetta pehmentävän jäännösausteniitin määrän

vähentämiseen ja karbidien erkauttamiseen kovuuden kasvattamiseksi.

VTT on tutkinut työkaluterästen tulostettavuutta mm. karakterisoimalla H13-teräksen pintaan syntyvää mikrorakennetta yhden laserpyyhkäisyn jälkeen ja vertaamalla rakennetta perinteisellä tavalla lämpökäsittelyn materiaalin rakenteeseen. Laserpyyhkäistyn materiaalin jäännösausteniittipitoisuus oli selvästi korkeampi perinteisellä tavalla lämpökäsittelyihin teräsiin verrattuna. Primäärisen austeniitin raekoko oli myös paljon suurempi.

Tutkimustyön kohteena on myös ollut erityyppisten työkaluterästen 3D-tulostus VTT:n atomisoimista pulvereista esilämmitettyä tulostusalustaa käyttäen. Matalimman hiilipitoisuuden 1.4122-teräksen mikrorakenne tulostuksen jälkeen oli ferriittis-martensiittinen, keskimmäisen hiilipitoisuuden teräksen S600 rakenteessa oli ferriitin ja martensiitin lisäksi merkittävä määrä jäännösausteniittia ja korkeimman hiilipitoisuuden teräksen K110 rakenne oli lähes täysin austeniittinen.

Runsashiilisen teräksen D2/K110 laserpyyhkäisykokeiden perusteella materiaalin arvioitiin olevan mahdollisesti 3D-tulostettavissa. Tulostusalustan esilämmityksen avulla materiaalista on tulostettu menestyksellisesti koesauvoja, joiden lämpökäsittelyjen ja mekaanisen testauksen tulokset julkaistaan lähitulevaisuudessa.

Lähitulevaisuudessa VTT:n tutkimusaktiviteetit selvittävät työkaluterästen koostumuksen vaikutusta niiden tulostettavuuteen ja tulostettujen materiaalien ominaisuuksiin. Tutkittavana on myös valokaarisulatettuja sekä Inssstek Multi-material Directed Energy Deposition (DED) -menetelmällä valmistettuja työkaluteräsmateriaaleja, joiden tulostettavuutta ja ominaisuuksia selvitetään laserpyyhkäisykokeiden, korkean lämpötilan röntgendiffraktion, lämpökäsittelyjen ja mekaanisen testauksen avulla.

3D-tulostus Sandvikilla

Manager AM Services **Mikael Schuisky**, Sandvik Additive Manufacturing kertoi Sandvikin tarjonnasta 3D-tulostussektorilla. Aluksi hän esitteli yleisellä tasolla 3D-tulostuksen sovellusalueita, jotka ulottuvat vaatteiden, kenkien ja ruuan tulostamisesta erilaisten proteesien ja kokonaisten talojen tulostamiseen. Teollisina sovelluksina ovat usein erilaiset valmistusteknisesti vaativat komponentit ja varaosat. 3D-tulostuksen asiakkaille arvoa tuottavat tekijät ovat kevyemmät

komponentit, muotoilun vapaus, materiaalin käytön optimointi, komponenttien parempi suorituskyky, nopeammat korjaukset ja pienentynyt investointitarve,

Schuiskey esitteli myös 3D-tulostusteknologian seitsemän perhettä, joista kolme: Powder Bed Fusion (PBF), Binder Jetting (BJ) ja Directed Energy Deposition (DED) sopivat metallien tulostamiseen. Näistä joko lasersäde (LPBF) tai elektronisuihkua (EPBF) sulatukseen käytävä PBF on nopeimmin kasvava teknologiaperhe. Trendinä LPBF-teknologiassa on monilaserteknologian lisääntyminen; suuressa tulostusyksikössä voi olla jopa 12 laseria. Automaatioaste ja tulosteiden koko ovat kasvamassa. Normaali koko on 20-30 litraa, standardi suuri koko on 50-100 l, ja suuri koko on 200-1000 l. Tulostettavien materiaalien valikoima laajenee ja monimateriaalitulosteita voidaan valmistaa entistä monipuolisemmin.

Sandvikin palvelut 3D-tulostuksessa jakautuvat kolmeen kategoriaan: suunnittelu, tulostus ja viimeistely. Suunnittelun vaiheet ovat tulostettavan komponentin valinta, materiaalin valinta, kappaleen suunnittelu ja mallintaminen sekä käytettävän tulostusteknologian valinta. Suunnittelun tärkeys on Sandvikin 3D-tulostuksen kehitystyön aikana korostunut tiedon lisääntyessä ja ohittanut itse tulostusprosessin. Suunnittelu ja prosessointi kulkevat yhdessä ja vaikuttavat toisiinsa.

Sandvikin materiaalivalikoimassa on yli 2000 tulostukseen räätälöityä metallipulveria. Tulostuksessa Sandvikilla on käytettävissä LPBF- ja BJ- menetelmät ja tulosteita tarjotaan sekä Rapid Prototyping -valmistuksena että sarjatuotantosovelluksina. Viimeistelyyn kuuluvat kappaleiden koneistus, lämpökäsittelyt, sintraus ja tarvittaessa isostaattinen kuumapuristus HIP sekä testaus ja muu laadunvarmistus.

Lopuksi Schuiskey esitteli Sandvikin AM-valmistuksen tuotteita ja niillä saavia etuja perinteisiin menetelmiin verrattuna. Valikoimassa oli varaosia, iskuporavarren ja porapään osia, työstöterän runkokappaleita ja jäähdytysysteemin osia sekä käyriä reikiä sisältäviä hydrauliiikan manifold-komponentteja. Painonsäästö ja 3D-komponenttien avulla saavutettu järjestelmän parempi suorituskyky ja tuottavuus sekä pidentynyt kestoikä olivat usein komponenttien 3D-tulostuksen valintaperusteina.

Takeen ominaisuudet

Ronny Gröning, Technical Planning, Fiskars Finland Oy Ab, Billnäs esitteli ensin vuonna



Kuva 2. Fiskarsin takomotuotteita

1649 perustetun Fiskars- yrityksen ja sen historian. Yritys on vuosien saatossa kasvanut 13 kansainvälisen brändin Fiskars Group-konserniksi. Fiskars Groupin brändit ovat edustettuina yli sadassa maassa ja sillä on 7 000 työntekijää ja yli 350 omaa myymälää. Liikevaihdosta noin 43 % tulee Terra-segmentistä (mm. puutarha- ja ulkotyökälyt), 43 % Vita-segmentistä (talous-, kattaus- ja sisustustarvikkeet) ja noin 14 % Crea-segmentistä (sakset ja ruoanlaittarvikkeet).

Vuonna 1973 rakennettu Billnäs tehdas koostuu kahdesta yksiköstä, saksitehtaasta ja takomosta. Tehtaan tuotteisiin kuuluvat mm. sakset, kirveet ja lumityökälyt. Sen lisäksi toimitetaan takeita noin 60 asiakkaalle 400 eri tuotteen valikoimasta. Gröning kävi lyhyesti läpi saksien ja kirveiden valmistusprosessien vaiheet.

Takeiden etuina ovat takomisessa syntyvästä hienojakoisesta rae- ja syrakenteesta johtuvat hyvät lujuus- ja sitkeysominaisuudet, tiivis rakenne, mittatarkkuus ja raaka-aineen säästö. Heikkouksina ovat valmistusmäärät, yleensä pieni sarjakoko ja muottitaonnin korkeat työkalukustannukset, jos tarvitaan yksittäiskappaleita tai muutamia kymmeniä takeita. Työstövarat riippuvat sarjakoosta ja pienenevät sarjakoon kasvaessa. Muutaman sadan kappaleen sarjalle tehdään halvempi työkalu, jolloin taetta pitää työstää enemmän. Suurille määrille (tuhansia kappaleita) tehdään tarkempi ja kalliimpi työkalu, mikä vähentää tarvittavan työstön määrää.

Muottitaonnassa takeen valmistuksen vaiheet ovat aihion katkaisu, aihion kuuminen, hilseen poisto, esiaihiointi (aihion

muotoilu lähemmäksi lopullisen muottitakeen muotoja), muottitaonta, purseen leikkaus sekä suorakarkaisu ja päästö. Muottitakeen toleransseihin vaikuttavat takeen paino, jakotason muoto, hiilipitoisuudesta ja muusta seostuksesta riippuva teräsryhmä sekä muototekijä (takeen paino/sen maksimimittojen mukaan takeen ympärille piirretyn suorakulmaisen vaippakappaleen paino). Toleranssitaulukot eri tapauksia varten ovat SFS-EN-normistossa. Muottitaonnassa syntyviä yleisimpiä virheitä ovat muottipuolikkaiden sivuttaissiirtymä, purseen jäännös tai alimitta.

Keskustelussa Gröning kertoi, että Fiskarsin toimittamien takeiden kappalepaino voi vaihdella välillä 100 g – 20 kg (kuva 2). Suomesta saatavien takeiden maksimipaino on tällä hetkellä noin 150 kg.

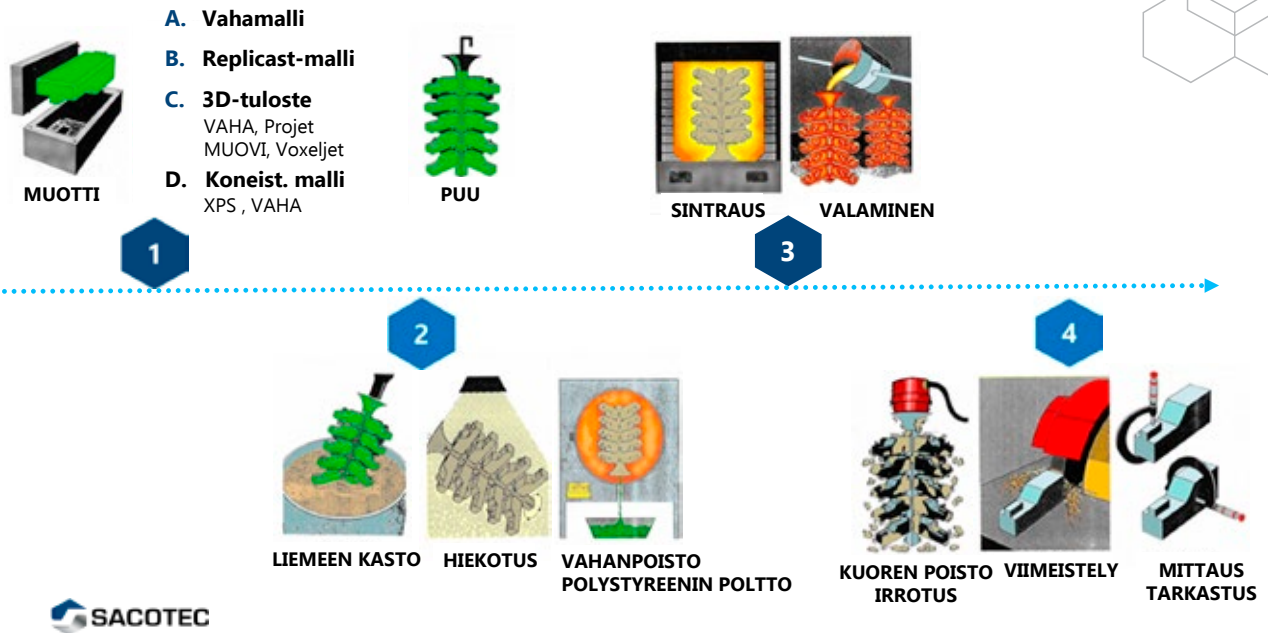
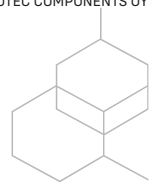
Iltapäivän yritysvierailut

Ensimmäisen päivän iltapäivä käytettiin yritysvierailuihin jakaantuneina kahteen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä tutustui Riihimäellä sijaitseviin Sako Oy:n asetehtaan ja Sacotec Components Oy:n tarkkuusvalimoon. Toinen ryhmä puolestaan vieraili Konecranes Oy:n Hämeenlinnan ja Hyvinkään tuotantolaitoksilla.

Tarkkuusvalu teräskomponenttien tuotantomenetelmänä

Toisen seminaaripäivän aluksi tiimpäällikkö **Ismo Tuominen** Sacotec Component Oy:stä esitteli ensin Sacotec Groupin, johon kuuluvat tarkkuusvalimo Sacotec Components Oy, pronssisia liukulaakereita ja ko-

Tarkkuusvaluprosessi



Kuva 3. Tarkkuusvaluprosessi

neenosia valava ja koneistava Sacometal Oy (entinen Johnson Metal Oy) sekä vuonna 2022 konserniin liittynyt, muovituotteita valmistava Plastep Oy. Sacotec Components Oy:n liikevaihto on noin 6 M€/a ja henkilöstöä on noin 40. Sacometal Oy:n liikevaihto on noin 15 M€/a ja se työllistää noin 80 henkilöä.

Sacotec Components Oy:llä on noin 100 aktiivista asiakasta ja tuotevalikoima sisältää noin 1 000 aktiivista nimikettä. Yritys tuottaa noin 300 tonnia sulaa ja kolme miljoonaa asennusvalmista komponenttia vuodessa. 65-vuotisen toimintakautensa aikana yritys on tuottanut yli 100 miljoonaa kappaletta ja kappalemäärältään se on Suomen suurin teräsvalimo.

Tarkkuusvaluprosessi (kuva 3) alkaa tuotettavan teräskappaleen muotoisen ja mitoiltaan kutistumavarojen verran kappaletta suuremman vahamallin valmistamisena. Yksittäiskappaleiden ja piensarjojen vahamallit voidaan valmistaa 3D-tulostuksena, mutta suurempien sarjojen vahamallit valmistetaan ruiskupuristusta käyttäen. Useita vahamalleja liitetään ns. vahapuuksi valurankaan, joka muodostaa tuotettavan kappaleen valujärjestelmän.

Vahapuun ympärille muodostetaan keraaminen kuori kastamalla sitä vuoron perään keraamista jauhetta sisältävään nestemäiseen sidosaineeseen ja leijukeroshiekkapatjaan. Kastokertojen välillä si-

dosaine/hiekkakerros kuivataan ja prosessi toistetaan 5-10 kertaa halutusta muottikuoren paksuudesta riippuen. Viimeisen kastokerran ja kuivauksen jälkeen vaha poistetaan kuoren sisältä sulattamalla se nopeasti autoklaavissa ja kuori sintrataan korkeassa lämpötilassa lopulliseen lujuuteensa. Tämän jälkeen muotti valujärjestelmään on valmis valettavaksi.

Suurempien kappaleiden valmistukseen käytetään ns. Replicast-tekniikkaa, jolloin kuoren valmistamiseen käytettävä malli valujärjestelmään tuotetaan vahan sijasta polystyreenistä (styrox) joko koneistamalla tai paisuttamalla polystyreenirakeita metallimuottiin höyryn avulla. Muottikuoren valmistus tapahtuu tällöinkin edellä kuvatulla tavalla. Valua varten suuremmat muottikuoret tuetaan hiekkään kuoren särkymisen estämiseksi.

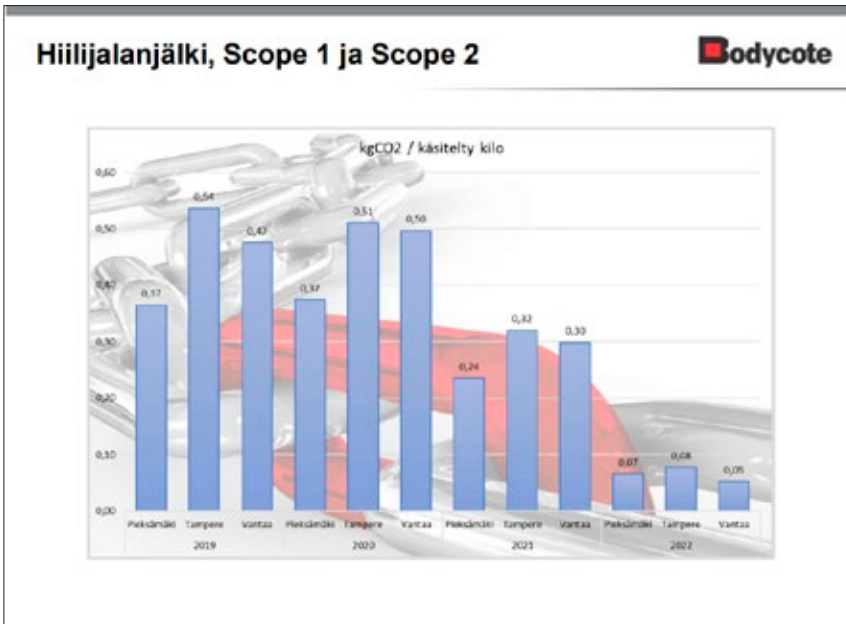
Muottiin kaadetun sulan jäähmetyttyä muottikuori rikotetaan nyt metallisen kappalepuun ympäriltä, kappaleet irrotetaan valurangasta, puhdistetaan raepuhalluksella ja koneistetaan sekä lämpö- ja pintakäsittellään tarvittaessa. Osan lämpökäsittelyistä yritys voi tehdä itse, mutta lähes kaikki lämpö- ja pintakäsittelyt voidaan tarjota asiakkaalle alihankintana. Sacotec Components Oy:n tuottamien kappaleiden paino vaihtelee yhdestä grammasta noin kahteensataan kiloon.

Sacotec tarjoaa asiakkailleen myös insinööri- ja tarkastuspalveluja kappaleiden valmis-

tettavuuskartoituksena, 3D-tulostukseen tai styroxin koneistamiseen liittyvinä palveluina sekä valuteknisenä suunnitteluna tarvittavine simulointeineen Meehanite Cast- tai Magma-ohjelmistoilla. Tarjottaviin palveluihin kuuluvat myös vahatyökalujen suunnittelu, mitoittaminen ja valmistuttaminen. Sacotec tarjoaa myös valumallien ja valukappaleiden mittatarkkuuteen liittyviä mittauspalveluja.

Tarkkuusvalun edut valmistusmenetelmän liittyvät kappaleiden valmistettavuuteen (sarjatuotantomenetelmä, hyvä mittatarkkuus ja pinnanlaatu sekä käyttötarkoituksen mukainen laatu). Etuna on myös suunnittelun vapaus (laaja muotoiluvapaus, kappaleissa ei tarvita valukappaleille tyypillisiä hellityksiä, raaka-aineen valinnan vapaus sekä kappaleisiin tuotettavat pienet yksityiskohdat kuten tekstit, logot ja valmistuseränumerot). Kustannustehokkuuden taustalla ovat near net shape -menetelmä, korkea valmiusaste ja koneistuksen minimointi, alhaiset muottikustannukset ja 3D-tulosteiden käyttömahdollisuus.

Ismo Tuominen käsitteli esityksessään myös tarkkuusvalukappaleiden suunnitteluprosessia, Sacotecin soveltamia valutoleransseja, valumallin valmistusmenetelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä, valettavia teräsmateriaaleja sekä kappaleiden lämpö- ja pintakäsittelyjä. Osansa saivat myös vaativan luokituksen läpikäyvien komponenttien tarkastusmenetelmät, kappaleen



Kuva 4. Vuosina 2019-2022 saavutetut CO₂-päästötasot

tuotannon hintakomponentit ja suunnittelun vaikutus niihin sekä tarjouspyyntöön sisällytettävät asiat.

Aseiden osien lämpökäsittelyistä

Sako Oy:n metallurgi **Jussi Järvinen** kertoi aseiden osien lämpökäsittelyistä. Aseen osilta vaaditaan ennen kaikkea luotettavaa ja turvallista toimintaa. Osien lujuuden, sitkeyden, kovuuden ja mikrorakenteen sekä mittojen ja visuaalisten ominaisuuksien tulee olla tarkasti oikeat aseiden luotettavuuden ja turvallisuuden varmistamiseksi.

Lämpökäsittelyt ovat avainasemassa näiden ominaisuuksien saavuttamisessa perusmateriaalien ominaisuuksien ohella. Kaikissa käsittelyissä tulee ennakoita valmistautuminen seuraaviin mahdollisiin lämpökäsittelyihin ja lämpöaltistumisiin jatkokäsittelyssä, esim. pintakarkaisuprosesseissa.

Ominaisuuksien todentamisella osien valmistuksen eri vaiheissa on suuri merkitys luotettavuus- ja turvallisuustavoitteiden saavuttamiselle. Jokainen ase testataan valmistuksen ja kokoonpanon jälkeen korkeapainelaukauksin sekä kohdistuslaukauksin. Näissä aseisiin ei saa jäädä toiminnallisia häiriöitä tai osiin näkyviä vaurioita.

Aseiden osat valmistetaan useimmiten nuorrutusteräksistä, jotka voivat olla tehtaalle tullessaan ferriittis-perliittisessä tilassa koneistuksen helpottamiseksi. Aihion mikrorakenteen tulee olla homogeeninen ja

vapaa sisäisistä jännityksistä koneistukseen ja lämpökäsittelyihin liittyvien mittamuutosten pienentämiseksi.

Mikrorakenne kontrolloidaan sekä ennen osien valmistamista että lämpökäsittelyjen jälkeen. Huomiota kiinnitetään ei-martensiittisiin rakennekomponentteihin kuten ferriittiin sekä sulfidi-, karbidi- ja nitridisulkeumiin ja niiden sijaintiin, geometriaan ja sijaintiin suhteessa komponentin kriittisiin kohtiin. Esimerkiksi merkittäviä sulkeumaryhmittymiä ei voida sallia lukon sulkuolakkeiden juuren alueella.

Kiväärin piippu taotaan kylmänä taontakohdan mukana liikkuvan, rihlauksen muodostavan tuurnan päälle ja sisäosat viimeistellään aventamalla. Piipun lämpökäsittelyssä olennaista on kylmätaonnan aikaansaamien jännitysten poistaminen ja muokkauslujittumisen alentaminen sitkeyden kasvattaminen. Tärkeää on myös piipun pysyminen suorana lämpökäsittelyssä.

Lukon ja lukkokehityksen lämpökäsittelyssä tärkeää on saada aikaan sulkuolakkeiden pinnoille riittävä kuormankantokyky ja virityspinnoille riittävä kulumiskestävyys sitkeyden ja suoruden säilyessä lämpökäsittelyssä. Lukon ja kehyksen materiaalien tribologinen yhteensopivuus on myös saatava säilymään lämpökäsittelyissä.

Luodin viipymäaika kiväärin piipussa laukauksen aikana on millisekunnin suuruusluokkaa. Kun aseiden piippu kestää nor-

maalisti noin 10 000 laukausta, kestäen sen kokema täysi kuormitusrasitus piipun elinaikana noin 10 sekuntia. Tänä aikana aseiden osat ja materiaali joutuvat kuitenkin allttiiksi poikkeuksellisen voimakkailla rasituksilla ja aseiden pettäminen johtaa useimmiten katastrofaalisiin seurauksiin. Siksi turvallisuuden varmistamiseksi kaiken tulee olla tarkasti kohdallaan aseiden valmistuksessa.

Tuotekehityksen, tuotannon ja materiaalitekniikan suhteista

Päämetallurgi **Tuomo Saarinen**, Sandvik Mining and Construction pohti esityksessään suunnittelun, tuotannon ja materiaalitekniikan välisiä suhteita asettaen kysymyksen: Yhdessä vai erikseen? Hän vastasi kysymykseen jo esityksen alussa toteamalla, että yhdessä totta kai, mutta tosielämässä tilanne on usein toinen. Materiaali alkaa kiinnostaa vasta siinä vaiheessa, kun ongelmia alkaa ilmaantua.

Toinen olennainen kysymys on: Mitä on laatu? Toleranssit kertovat, missä ylä- ja alarajojen muodostamassa välissä tuotteen tulee olla, jotta se toimisi. Silloin valmistusprosessin luontaisten vaihtelujen tulee johtaa toleranssien sisällä olevaan tuotteeseen. Tämä on laatua. Laadun hallinta on itse asiassa prosessin vaihtelujen hallintaa.

Suunnittelijan pitää tietää nykyistä enemmän suunnitteleman komponentin käyttökohteista sekä siitä, miten komponentin materiaalilta vaadittavat ominaisuudet tehdään. Tarvitaan tiiviimpi yhteys suunnittelun, valmistuksen ja materiaalitekniikan välillä, mutta se on osoittautunut vaikeaksi. Myös materiaalin valmistaja, esim. terästehdas pitäisi liittää mukaan komponentin tuotekehitysprosessiin. Terästehtaan mukaan saaminen voi olla haastavaa, mutta se on tietyissä tilanteissa mahdollista. Materiaalin valmistajan vaikutus pitäisi tosin ymmärtää nykyistä paremmin.

Jos asioita ei ajatella materiaalin ja sen prosessoinnin kannalta, ollaan pian tilanteessa, jossa komponentit vaurioituvat. Materiaali ja sen prosessointi tulee liittää osaksi yrityksen toimintatapaa. Standardien sallimat vaihtelurajat ovat varsin väljät eli vaatimukset täyttävien materiaalien ominaisuudet voivat vaihdella varsin paljon niiden prosessoinnista riippuen. Tämä vaatii sisään tulevan materiaalin hallinnan ohella syvempää ymmärrystä käytössä olevasta prosessista.

On mietittävä, ovatko suunnittelussa asetetut toleranssit eli ylä- ja alarajat oikeassa suhteessa käytettyyn materiaaliin. Jos materiaalin vaatimukset tulevat standardeista ei-

kä sisään tulevaa materiaalia seurata, miten omaa prosessia pitää korjata tai ajaa, jotta suunnittelussa asetetut vaatimukset täyttyvät?

Tuoteajattelusta tulee siirtynyt prosessiajatteluun tai ainakin tuoda se tuoteajattelun rinnalle. On kysyttävä, mitä asiakas haluaa, mitä haluamme asiakkaalle myydä, miten tuotteen valmistamme ja mitä itse vaadimme tuotteiltamme.

Materiaali ja sen käsittelytila toimivat aina tarkoitettulla tavalla. Kyse on siitä, miten tuo tila valitaan ja miten se saavutetaan.

Hiilidioksidipäästöjen pienentäminen lämpökäsittelyssä

Johtaja, prosessit **Miira Helintö**, Bodycote Lämpökäsittely Oy esitteli Bodycoten toimia metallien lämpökäsittelyyn liittyvien hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Hän kertoi toimineensa 23 vuotta Bodycotella lämpökäsittelyn parissa eri tehtävissä. Bodycotella on noin 5 600 työntekijää ja 180 tuotantolaitosta 24 eri maassa. Suomessa tuotantolaitoksia on kolme: Tampereella, Vantaalla ja Pieksämäellä.

Metallien lämpökäsittely perustuu fyysikan lakeihin, joita ei voida muuttaa. Prosessia näiden perustotuuskien ympärillä voidaan aina kehittää haluttuun suuntaan. Bodycote on aloittanut työn prosessiensa energiatehokkuuden parantamiseksi 10 vuotta sitten. Tällä hetkellä tuotantolinjat ovat valtaosaltaan täysautomaattisia; minimissään prosessin ohjaus on automatisoitu ja uunit kuumenevat pelkästään sähköllä. Jokainen yksittäinen tuotantolaitte on energiatiedonkeruun piirissä.

Hiilidioksidipäästöjen laskennassa otetaan huomioon sähkö, hiilipitoiset prosessikaasut, kaukolämpö sekä yrityksen toimintaan liittyvät matkustaminen ja kuljetukset henkilöstön työmatkoja lukuun ottamatta. Suurin osa (78,7 %) hiilidioksidipäästöistä tulee hiilipitoisista prosessikaasuista ja -aineista. Sähköstä tulee 10,2 % ja kaukolämmöstä 5,3 % päästöistä.

Bodycoten tavoitteena on pienentää Suomen toimintojen CO₂-päästöjä 20 % vuosien 2021-2023 välisenä aikana. Vuoteen 2030 mennessä tavoitteena on 55 % vähennys ja nollapäästöihin on tarkoitus päästä vuonna 2050. Tonnimääräisesti päästöjä on tarkoitus pienentää 888 tonnia 4 440 tonnista 3 552 tonniin vv. 2021-2023. Vuosina 2019-2022 saavutetut päästötasot suorien päästöjen ja energian osalta Suomen eri yksiköissä on esitetty kuvassa 4.

Laitteistot ja käyttöaste vaikuttavat suuresti CO₂-päästöihin. Päästöt on laskettava erikseen jokaiselle uunille ja prosessille. Kuu-

mennustapa ja käytettävät kaasut vaikuttavat myös paljon päästöihin. Tärkeimmät keinot lämpökäsittelyn hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä ovat prosessin korvaaminen vähäpäästöisemmällä, hiiletyskarkausun syvyysvaatimuksen pienentäminen ja materiaalin valinta. Uunien täyttöasteen parantaminen sekä tuotteelle sopivimman uunityypin valinta ovat myös keskeisiä keinoja.

Tulevaisuudessa Bodycote tehostaa uuniprosesseja, panostaa vihreämpään uuniteknikkaan sekä vihreisiin käyttöaineisiin ja ottaa käyttöön prosessikaasujen älykkään kierrätyksen. Uudet materiaalit ja niille räätälöidyt uudet prosessit sisältyvät myös keinovalikoimaan vuoden 2050 nollapäästötason saavuttamiseksi.

Bodycote auttaa mielellään asiakkaitaan laskemaan komponenttinsa lämpökäsittelyn hiilijalanjäljen sekä valitsemaan mahdollisimman pienen CO₂-päästön aiheuttavan lämpökäsittelytavan.

Tulevaisuuden kolme avainta

Seminaarin lopuksi futuristi, kauppatiet. tri **Elina Hiltunen** nimesi tulevaisuusajattelun kolme avainta: ennakointi, innovointi ja kommunikointi. Tulevaisuus ei ole menneisyyden jatkumo. Ennakointi ei myöskään tuo vastauksia tulevaisuudesta, vaan se herättää kysymyksiä. Niiden perusteella voidaan laatia erilaisia vaihtoehtoja eli skenaarioita tulevaisuudelle.

Ennakointi on menneisyyden ja tämän päivän faktojen ja mielikuvituksen yhdistämistä. Faktoja ovat megatrendit, trendit, heikot signaalit ja villit kortit. Megatrendit ovat globaaleja pitkäkestoisia muutoksia, jotka toimivat valta-ajureina tulevaisuuden tapahtumille. Tämän ajan megatrendejä ovat mm. ilmastonmuutos, väestön kasvu, kaupungistuminen, vaurauden ja kulutuksen kasvu, ekokriisi ja resurssien väheneminen, biodiversiteetin katoaminen, digitalisaatio ja teknologian kehittyminen.

Trendit ovat pienempiä polkuja tulevaisuuteen rajatummilla alueilla, esim. erilaisilla toimialoilla. Hiltunen nimesi 18 kuluttajatrendiä ja 12 teknologiatrendiä. Jälkimmäisistä esimerkkeinä ovat mm. tekoälyn kehitys, lohkoketjuteknologia, uusiutuvat energialähteet, kuduskasvatus, avaruusteknologia ja uudet materiaalit. Esineiden internet ennakoii ihmisen liittymistä osaksi koneiden internetiä lopulliseksi kaiken internetiksi.

Heikot signaalit ovat tämän päivän outoja asioita, jotka voivat saada aikaan suuriakin muutoksia. Koska ne ovat outoja, ne jätetään helposti huomiotta tai niille nauretaan. Kai-

kista nyt olemassa olevista asioista on ollut heikkoja signaaleja. Yksittäiset heikot signaalit eivät välttämättä merkitse mitään, mutta yhdistämällä heikkoja signaaleja voi esille nousta uusia trendejä. Siksi heikkojen signaalien kerääminen ja prosessointi on koko organisaation tehtävä.

Villit kortit ovat harvoin tapahtuvia, nopeita, yllättäviä ja suurivaikutteisia muutoksia, joilla on suuria vaikutuksia yksilötasosta koko ihmiskuntaan saakka. Villeihin kortteihin varautumiseksi on hyvä miettiä, mitkä ovat ne organisaation kivijalat, joiden tuella villien korttien vaikutuksista voidaan selvitä. Harmaiksi sarvikuonoiksi kutsutaan ilmiöitä, jotka ovat ilmiselviä, mutta joihin ei reagoi riittävän ajoissa. *Lähimenneisyudessa on hyviä esimerkkejä sekä villeistä korteista että harmaista sarvikuonoista (toim.huom.).*

Tulevaisuuden avainsanat ovat: mitä jos? Ennakoinnin perusteella voidaan luoda erilaisia skenaarioita, jotka ovat erilaisia tulevaisuuden kehityssuuntia. Niitä on aina enemmän kuin yksi ja ne ovat keskenään erilaisia. Skenaariot auttavat meitä valmistautumaan erilaisiin tulevaisuuksiin pakottamalla organisaatiot miettimään, miten selvitä erilaisissa skenaarioissa. Mitä pitäisi tehdä strategialle? Miten voimme edistää hyvää ja torjua huonoa tulevaisuutta? Voimmeko nähdä heikkoja signaaleja skenaarioista?

Innovointi on uskallusta uudistua, tehdä innovaatioita ja uusia ratkaisuja paremman tulevaisuuden turvaamiseksi. Ns. Design thinking -ajattelun keskiössä ovat asiakkaiden haasteiden selvittäminen ja varhaisvaiheen testaaminen. On epäonnistuttava varhain ja riittävän usein nopeamman menestymisen turvaamiseksi (David Kelley).

Kommunikointi on viestimistä omista tulevaisuuden näkymistä ja sidosryhmien näkemysten kuuntelemista omista tulevaisuusviesteistä. Se sitouttaa organisaation ja sen sidosryhmät entistä tiiviimpään yhteistyöhön tulevaisuuden haasteiden ennakoimiseksi ja niistä selviämiseksi.

Loppusanat ja seuraava seminaari

Loppusanoissaan Erik Saviranta totesi: ”Olen viisaampi kuin eilen aamulla, mutta samalla malttamaton, sillä huomaan, miten paljon enemmän haluaisin tietää”. Hän kiitti puhujia ja järjestäjiä hyvistä päivistä ja toivoi palautetta niiden kehittämiseksi yhä paremmiksi. Lopuksi käytiin vielä keskustelua ensi vuoden seminaarista, joka järjestetään yritysvierailuina Pohjois-Italiassa. ▲



YOUR TRUSTED PARTNER IN EUROPE

ORICA - NO. 1 GLOBAL SUPPLIER OF COMMERCIAL EXPLOSIVES

INITIATING SYSTEMS



DIGITAL SOLUTIONS



EXPLOSIVES



ELECTRONIC BLASTING SYSTEMS



Orica Finland Oy
orica.com
tilaukset@orica.com | 010 321 2550



CONVEYOR MAINTENANCE SPECIALIST

KULJETINHUOLLON AMMATTILAINEN

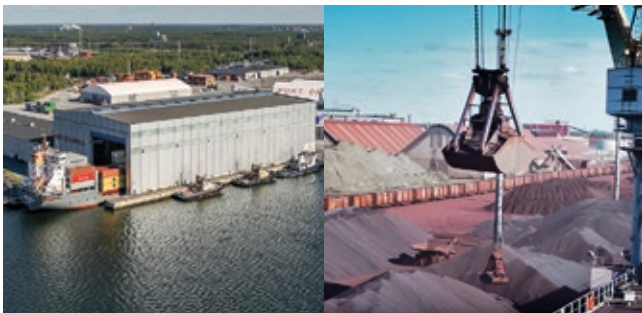
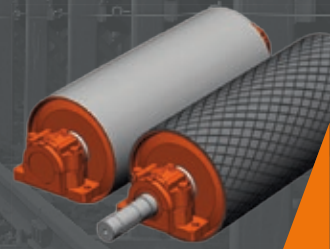
NewPaakkola tarjoaa kattavan valikoiman kuljetinjärjestelmien huoltopalveluita: **analytiikan, kunnossapidon, korjaukset ja varaosat**. Huoltoasiantuntijamme takaavat laitteesi toimivuuden ja hoitavat kuljettimien mittavatkin korjaukset.

TARJOAMME

- > Kuljetinrullat
- > Rullatelineet
- > Kuljetinrummut

Lisätiedot
Huolto 040 809 8853
Komponentit 0400 516 844

www.newpaakkola.com



Welcome to the Port of Kokkola

www.portofkokkola.fi



PORT OF KOKKOLA



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



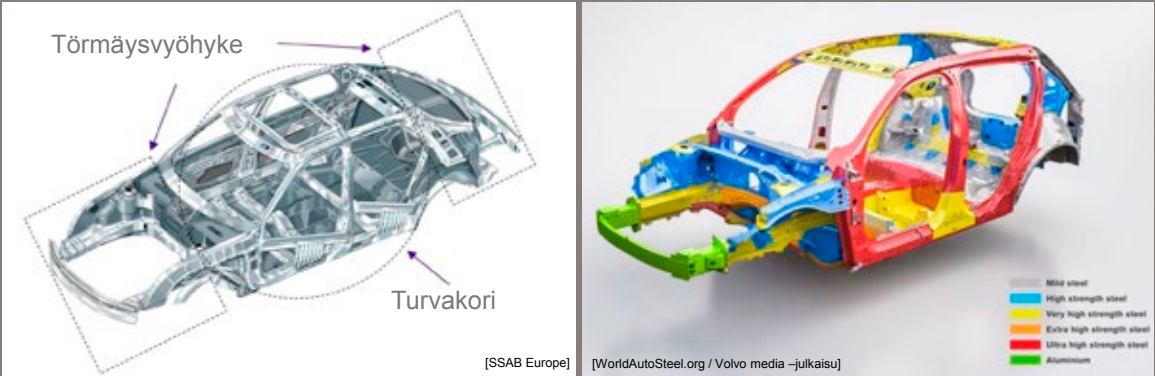
Kestävää lujuutta ja valmistettavuutta

Suomen Levynmuovauksen Yhteistyöryhmä FinDDRIG:n Levytekniikan teemapäivä 6.10.2022

Jokavuotinen Levytekniikan teemapäivä järjestettiin tänä vuonna Tampereella Museokeskus Vapriikissa. Aamupäivän ohjelmassa tarkasteltiin lujien teräslajien muovattavuutta, vihreää siirtymää teollisuudessa sekä hitsauksen ja ohutlevytuotannon automaattioratkaisuja. Lounaan jälkeen iltapäivän ohjelmassa oli kaksi yritysvierailua Puristeteos Oy:ssä Kangasalla sekä Teräselementti Oy:ssä Lempäälän Marjamäessä. Teemapäivään osallistui yhteensä kolmisenkymmentä henkilöä.

SSAB October 6, 2022 Kehittyneiden lujien terästen muovattavuus ja mikrorakenne 3

Motivaatio



Kehittyneet lujat teräkset → Turvallisuus, energiatehokkuus ja monimutkaisten osien muovattavuus

SSAB

OLLI OJA

Kuva 1. Auton korin turva- ja törmäysvyöhykkeet ja niissä käytetyt teräslajit

Päivän avannut SSAB Europan **Hanna Tuhkanen** esitteli ensin FinDDRIG ry:n. Sen tarkoitus on Suomessa toimivien, ohutlevyjä valmistavien, muovaavien ja tutkivien tahojen edistäminen. Yhdistys toteuttaa ja kehittää alan sisäistä sekä korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa tehtävää yhteistyötä. Vuosittain järjestettävän teemapäivän tarkoituksena on koota yhteen ohut-

levytekniikan ammattilaisia keskustelemaan ohutlevytuotteisiin liittyvistä asioista kuten suunnittelusta, valmistuksesta ja tutkimuksesta. Yhdistys jakaa myös apurahoja alalla tehtäviä tutkimus- ja opinnäytetöitä varten.

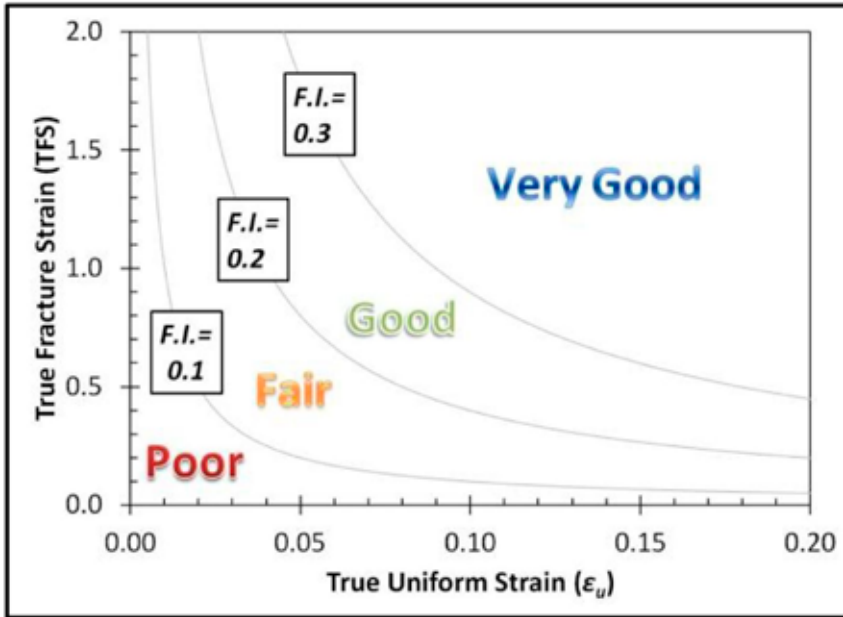
Asiaa lujien ohutlevyterästen muovattavuudesta

Päivän ensimmäisen esityksen aiheena oli ”Kehittyneiden lujien terästen muovatta-

vuus ja mikrorakenne” ja sen piti tuotekehitysinsinööri, TkT **Olli Oja**, SSAB Europe Oy. Ajurina lujien ja muovattavien terästen kehitystyölle on toiminut autoteollisuus, joka tavoittelee niiden käytöllä parempaa turvallisuutta, painonsäästöön perustuvaa taloudellisuutta sekä monimutkaisten osien valmistettavuutta.

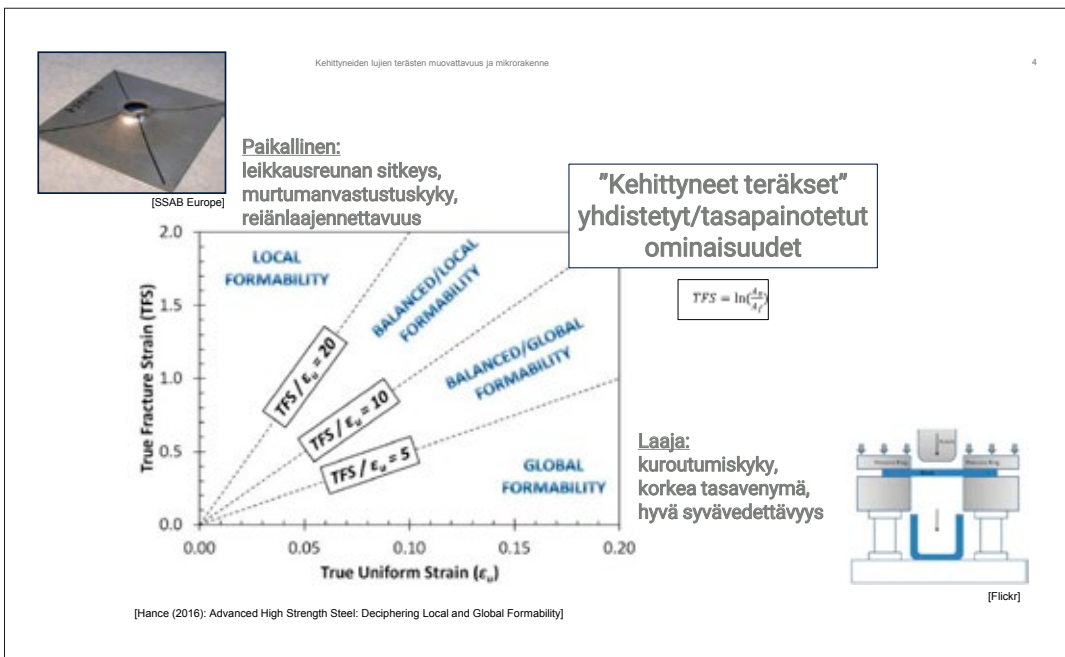
Autokorin keskellä olevan turvakorin ja sekä etu- että takapäässä olevien törmäys-

Formability index (F.I.)



[Hance (2016): Advanced High Strength Steel: Deciphering Local and Global Formability]

Kuva 2a. Muovattavuusindeksi FI ja yleinen muovattavuus eri FI:n arvoilla [1]



[Hance (2016): Advanced High Strength Steel: Deciphering Local and Global Formability]

Kuva 2b. Muovattavuusominaisuudet todellisen murtovenymän ja todellisen tasavenymän funktiona [1]

vyöhykkeiden rakentamisessa tarvitaan monenlaisia eri lujuusluokkien teräksiä (kuva 1). Korkeasta lujuudesta huolimatta ohuista levyteräksistä tulee pystyä muovaamaan monimutkaisia muotoja eli teräksen muovattavuuden tulee olla hyvä.

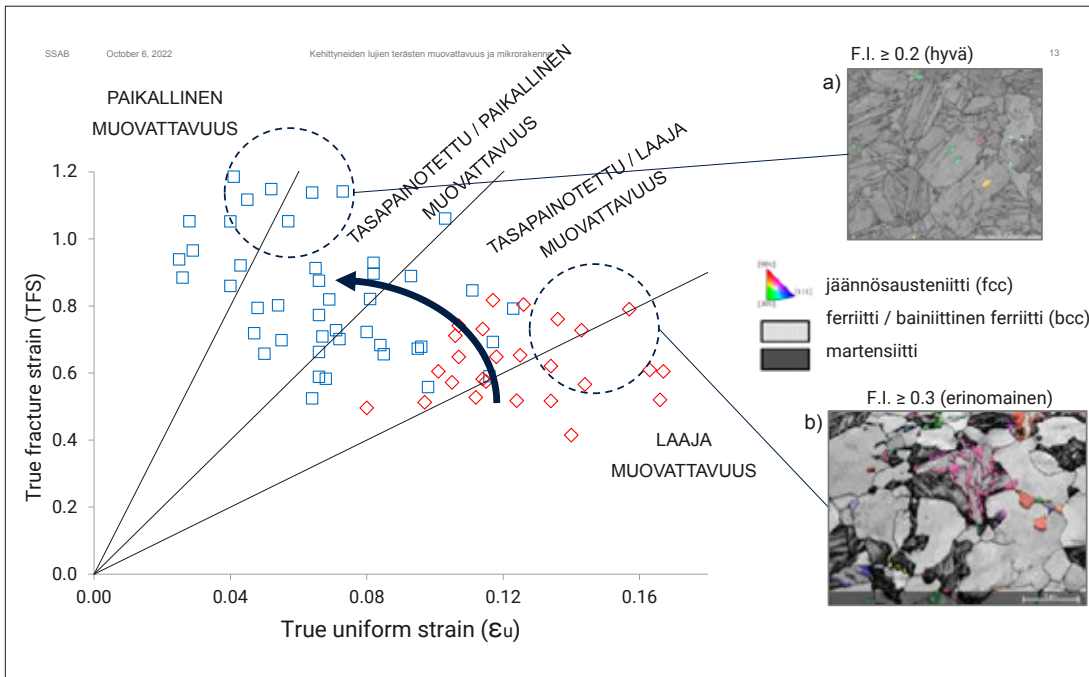
Muovattavuuden arvioinnissa käytetään ns. muovattavuusindeksiä (Formability Index FI), joka voidaan määrittää vetokokeen tuloksista mitattavan todellisen tasavenymän

ja todellisen murtovenymän avulla (kuva 2a). [1] Koordinaatiston vasen yläkulma edustaa ns. paikallista muovattavuutta, joka ilmenee mm. hyvänä leikkausreunan sitkeytenä, särmättävyytenä, reiän laajennettavuutena sekä kykyä vastustaa murtuman etenemistä (kuva 2 b).[1]

Oikea alakulma puolestaan edustaa ns laajaa muovattavuutta, jolle ovat tyypillisiä mm. suuri tasavenymä, kuroutumiskyky sekä

hyvä venytysmuovattavuus ja syvävedettävyys (kuva 2 b).[1] Välialue koordinaatistossa edustaa ns. tasapainotettua muovattavuutta, joka voi olla joko paikallis- tai laajatyypistä riippuen siitä, kumpaa aluetta lähemmäksi tarkasteltava materiaali sijoittuu. Tavoiteltava parhaan muovattavuuden alue sijaitsee koordinaatiston oikeassa yläkulmassa.

Olli Oja tutki väitöstyössään pii- ja alumiiniseosteisten, niobiumilla ja vanadiinilla



Kuva 3. Tutkittujen terästen muovattavuusominaisuudet eri käsittelytiloissa. Punaiset vinone-liöt edustavat tyypillisen hiilipitoisuuden ja siniset neliöt matalan hiilipitoisuuden teräksiä.

mikroseostettujen koeterästen metallurgiaa ja ominaisuuksia lämpökäsittelmällä teräksiä ns. TRIP (Transformation Induced Plasticity) sekä Q+P (Quenching and Partitioning) käsittelyillä. Lämpökäsittely teräkset karakterisoi tutkimalla niiden mikrorakennetta ja mekaanisia ominaisuuksia.

Työssä tutkittiin kymmentä erilaista kemiallista koostumusta. Lämpökäsittelyä varioimalla laadittiin neljä prosessointikonseptia 980 – 1180 N/mm² lujuusluokan teräksille. Työn yhtenä tavoitteena oli, että työssä parhaiksi osoittautuvat prosessointikonseptit voitaisiin toteuttaa teräsnauhan sinkityslinjalla.

Käytetyt lämpökäsittelyt tuottivat teräksiin mikrorakenteita, jotka sisälsivät ferritiitä, bainiittista ferritiitä ja martensiittia sekä erilaisia määriä metastabiilia jäännösausteniittia. Terästen faasirakenteita ja faasien morfologiaa tutkittiin röntgendiffraktion (XRD) ja elektronimikroskopian (FESEM/EBSD) menetelmin. Jäännösausteniittia esiintyi myös niukkahiilisisä Q+P-menetelmällä lämpökäsittelyssä teräksissä.

Muovattavuutta tutkittiin vetokokeissa mitattujen venymäarvojen avulla. Tulosten perusteella tutkituille teräslajeille ja prosessointivaihtoehdoille voitiin laatia muovattavuuskartta (kuva 3). Lämpökäsittely- ja pro-

sessointivariaatioiden kautta teräksiin saatiin syntymään paikallista tai laajaa muovattavuutta. Tulokset osoittivat, että Q+P-käsittely johti tyypillisesti mikrorakenteeseen, jolla oli paikallisia muovattavuusominaisuuksia, kun taas TRIP-käsittely tuotti enemmän laajaa muovattavuutta.

Säätämällä kemiallista koostumusta ja lämpökäsittelyä oli myös mahdollista saavuttaa näiden muovattavuusominaisuuksien yhdistelmä, joka on hyödyllinen edistyneessä lujassa ja muovattavassa teräksessä. Parhaita lujuus-muovattavuusyhdistelmiä saatiin aikaan silloin, kun jäännösausteniitti esiintyi teräksessä sälemäisenä tai eräänlaisina säle-

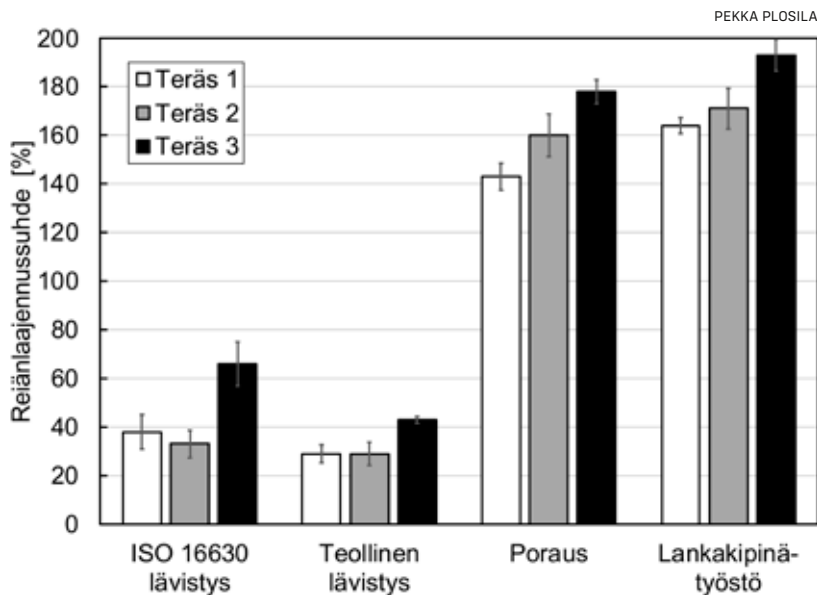
ISO 16630 reiänlaajennuskoe

- Standardoitu testimenetelmä arvioimaan 1,2 - 6 mm paksuuden ohutlevymateriaalien kykyä venyttää laippoja leikatusta reunasta
- Testi koostuu kahdesta vaiheesta:
 1. Testattavaan levyyn lävistetään 10 mm halkaisijan reikä
 2. Reikää laajennetaan kartionmuotoisella painimella, kunnes operaattori havaitsee levyn paksuuden läpi edenneen murtuman

(1.)

(2.)

Kuva 4. ISO 16630 reiänlaajennuskokeen periaate



Kuva 5. Eri teräslajien reiänlaajennuskokeen tulokset eri menetelmillä valmistettujen alkureikien tapauksessa

kimppuina. Ferriitin ja martensiitin raekoolla sekä morfologialla oli myös vaikutusta muovattavuuteen.

Optimaalisen prosessoinnin toteuttaminen nauhateräksen sinkityslinjalla on periaatteessa mahdollista, mutta se edellyttää muutoksia nykyisiin linjoihin. Hyvällä lujuus-muovattavuusyhdistelmällä on käyttöä erityisesti silloin, kun autoteollisuus hyödyntää nykyaikaisia kehittyneitä teräksiä energiatehokkaammissa ajoneuvoissa.

Oulun yliopiston väitöskirjatutkija **Pekka Plosila** kertoi esityksessään tutkimustyöstään lujien ohutlevyteräslajien mekaanisen leikkauksen vaikutuksesta niiden kylmämuovattavuuteen. Ohutlevytuotteiden valmistuksessa käytetään usein mekaanista leikkausta aihoiden irrottamiseen ja sen jälkeen aihio voi käydä läpi erilaisia muovausprosesseja. Leikatun reunan käyttäytyminen on usein muovattavuutta rajoittava tekijä, koska muovaattaessa murtuma syntyy useimmiten leikkausprosessissa muuttuneeseen tai vahingoittuneeseen reunaan. Leikatussa reunassa tapahtuu muokauslujittumista ja siihen syntyy epäjatkuvuuskohtia, huonoa pinnanlaatua ja jopa mikrosäröjä.

Plosilan työssä tutkittiin kolmen 700-lujuusluokan ohutlevyteräslajin (levynpaksuus 3 mm) mikrorakenteen ja leikkausmenetelmän vaikutusta leikatun reunan pinnanlaatuun ja kylmämuovattavuuteen. Tutkituissa teräksissä yhdessä (teräs 1) oli monifaasinen, ferriitistä, bainiitista ja martensiitista koostuva mikrorakenne. Toisessa teräksessä (teräs 2) oli puhtaasti polygonalisesta ferriitistä

koostuva erkaumalujitettu mikrorakenne ja kolmannessa (teräs 3) oli niin ikään erkaumalujitettu ferriittinen, mutta tyypiltään kvasipolygonaalinen mikrorakenne.

Muovattavuuden tutkimusmenetelmänä oli ISO 16630 -standardin mukainen reiänlaajennuskoe (kuva 4), jossa 10 mm halkaisijaltaan oleva laajennettava reikä valmistettiin standardin mukaisesti lävistämällä. Lävistämisestä oli käytössä standardin mukainen versio sekä ns. teollinen versio, jossa reikä tehtiin levyntyöstöaseman asetuksilla. Muut reiänvalmistusmenetelmät olivat poraus, lankasahaus (kipinätyöstö) ja laserleikkaus. Reiän reunan laatua tutkittiin pinnakarheusmittausten, mikroskopian ja poikkitaishieestä tehtyjen kovuusmittausten avulla.

Lävistetyistä rei'istä paras reunanlaatu oli teräksellä 1. Ferriittisissä teräksissä 2 ja 3 havaittiin mikrosäröjä poikkileikkauksissa. Standardin mukainen lävistys tuotti teollista lävistystä paremman reunanlaadun teräksillä 1 ja 2, mutta teräksellä 3 teollinen leikkaus antoi lievästi paremman tuloksen. Lävistettyjen reikien pinnakarheuden arvot vaihtelivat välillä 1-5 µm, kun porattujen tai kipinätyöstettyjen reikien pinnakarheus oli pääsääntöisesti alle yhden mikrometrin ja hajonta oli pienempää. Porattujen tai kipinätyöstettyjen reikien pinnanlaadussa ei ollut eroa eri materiaalien välillä. Laserleikkattujen reikien tapauksessa todennäköisesti testikapaleille huonosti sopivat leikkausparametrit johtivat epätasaiseen leikkausreunan laatuun eikä niillä saatuja reiänlaajennustuloksia voitu täten pitää täysin vertailukelpoisina

muilla menetelmillä tehtyjen reikien kanssa.

Reiänlaajennuskokeessa mitattu muovattavuus ilmaistaan ns. reiänlaajennussuhteen (Hole Expansion Ratio HER) avulla. Se on kokeen lopussa mitatun reikähalkaisijan suhde alkureiän halkaisijaan. Koe lopetetaan, kun operaattori havaitsee levynpaksuuden läpi edenneen murtuman.

Teräs 3 sai parhaat HER-arvot kaikilla menetelmillä tehtyjen reikien tapauksessa (kuva 5). Lävistettyjen reikien tapauksessa HER-keskiarvot vaihtelivat materiaalista ja lävistystavasta riippuen välillä 30-65 %, kun porattujen tai kipinätyöstettyjen reikien HER-keskiarvot olivat materiaalista riippuen välillä 140-190 %. Laserleikkattujen reikien HER-keskiarvot asettuivat välille 90-115 %. Reiän reunan pinnankarheuden ja HER-arvojen välillä ei ollut selvää korrelaatiota, mutta mittaustuloksissa oli havaittavissa kaksi selvästi tasoltaan erottuvaa joukkoa (lävistetyt reiät ja poratut tai kipinätyöstetyt reiät). Lävistettyjen reikien kohdalla ei myöskään havaittu korrelaatiota reiän reunan kovouden ja HER-arvojen välillä.

Tulokset osoittivat, että mekaanisessa lävityksessä syntyvillä reunamateriaalin rakenne- ja ominaisuusmuutoksilla sekä mahdollisilla vaurioilla on selvä reiänlaajennuskokeessa mitattavaa muovattavuutta alentava vaikutus. Jos ominaisuuksiltaan muuttuneen reunakerroksen muodostuminen voidaan estää muilla reunanvalmistusmenetelmillä tai kerros voidaan poistaa, saavutetaan myös lujilla teräksillä hyviä muovattavuusarvoja ainakin reiänlaajennuskokeessa mitattuna.

Tarkastelussa myös kiertotalous ja teollisuuden vihreä brändäys

Joel Kontturi Metropolia-ammattikorkeakoulusta tarkasteli ensin lineaarisen talouden periaatteita ja Suomen jätehuollon historiaa. Ensimmäistä askelta kohti järjestäytyneitä jätehuoltoa merkitsi vuonna 1927 säädetty terveydenhuoltolaki. Toisen maailmansodan jälkeinen pula materiaaleista sai aikaan tekstiilien ja metallien keräämistä ja kierrätystä, mutta tämä vaihe unohtui 1950- ja 1960-luvuilla alkaneen vaurastumisen aikana.

Jätteen määrän kasvu jatkui läpi 70- ja 80-lukujen, vaikka vuonna 1979 voimaan tullut jätehuoltolaki tähtäsi jo kaatopaikkojen määrän vähentämiseen ja ympäristön suojelemaan tason nostoon. Kierrätyksen nousu vauhdittui vasta 1990-luvun alussa toteutetun jätehuoltolain uudistuksen myötä.

Vuonna 2020 Suomessa syntyi yhdyskuntajätettä noin 3,3 miljoonaa tonnia eli 596 kiloa asukasta kohti. Tästä noin kaksi

GREEF- yhteishankkeen osapuolet

SAILA SARANIEMI



Kansainväliset tutkimusorganisaatiot yhteistyössä

Kuva 6. GREEF (Green Factory – kohti hiilineutraalia tuotantoa) -yhteishankkeen osapuolet

miljoonaa tonnia hyödynnettiin energiana jätteenpolton kautta ja 1,3 miljoonaa tonnia kierrätettiin materiaaleina. Käytännössä yhdyskuntajätteen sijoitus kaatopaikoille väheni olemattomiin vuosien 2017-2019 aikana.

Seuraavana Kontturi tarkasteli kiertotalouden määrittelyä ja perusteita. Kiertotalouden tavoitteena on saada tuotanto ja kulutus mahtumaan maapallon kantokyvyn rajoihin. Käytännössä tämä tarkoittaa tuotteiden elinkaaren pidentämistä kaikin mahdollisin menetelmin ja elinkaarensa päähän tulevien tuotteiden materiaalien käyttämistä yhä uudelleen seuraaviin tuotteisiin. Tavoitteena on supistaa hyödyntämättömän jätteen ja kierrosta pois putoavien resurssien määrää minimiin.

Eri materiaalien kierrätystä käsitellessään Kontturi totesi metallien ja lasin kiertävän pääsääntöisesti hyvin. Suomen muovipakkauksista kierrätetään tällä hetkellä noin 24 %. Muovien kierrätyksen ongelmana on syntyvän muovijätteen lajittelu; eri muovilajit sekoittuvat kierrätyksessä huonosti keskenään ja tuloksena saatavan muovin laatu voi laskea. Tekstiilijätettä Suomessa syntyy vuodessa noin 70 miljoonaa kiloa ja toistaiseksi siitä noin 80 % poltetaan energiaksi.

Elektroniikkajätettä syntyy maailmassa vuosittain noin 45 miljoonaa tonnia. Tästä vain noin 20 % kerätään erikseen ja kierrätetään asianmukaisesti. Euroopassakin kierrätysaste on alle 40 %. Miljoonasta matkapuhelimesta saadaan talteen noin 24 kg kultaa, 350 kg hopeaa ja 9 000 kg kuparia.

Rakentamisen osuus jätteen kokonaismäärästä EU:ssa on yli 35 %. Lopuksi Kont-

turi tarkasteli esimerkkejä kiertotalouden periaatteilla toimivista yrityksistä ja niiden tuotteista.

Brändimarkkinoinnin professori **Saila Saraniemi** Oulun yliopiston kauppakorkeakoulusta esitteli kymmenen kotimaisen ja kuuden ulkomaisen partnerin (kuva 6) GREEF-yhteishanketta (Green Factory, kohti hiilineutraalia tuotantoa). Hankkeen tavoitteena on auttaa teollisuuden yrityksiä vähentämään toimintansa ja tuotteidensa ympäristövaikutuksia ja vauhdittaa yrityksiä kohti vähähiilisyden ja viennin kasvun tavoitteita. Syyskuun 2021 alusta alkaneen kaksivuotisen hankkeen kokonaisrahoitus on 4,8 miljoonaa euroa, josta Business Finland rahoittaa noin puolet.

Hankkeessa on neljä työpakettia. Niistä Oulun yliopisto vastaa kahdesta: Vihreä tehdas brändin näkökulmasta ja Kestävä tuotannon ja toimitusketjun hallinta. Aalto-yliopisto vastaa paketista Valmistuksen hiilijalanjalan laskenta ja VTT neljänestä työpaketista Teollisuuden uudistuminen valmistusprosesseissa ja -menetelmissä.

Brändityöpakettien kentästä Saraniemi tarkasteli lähemmin luotettavaa teollisuuden vihreää brändiä. Vihreässä brändissä ympäristöarvot ovat ydinarvoina ja se tehdään yhteistyössä sidosryhmien kanssa. Saranien mukaan brändäys on luottamuksen rakentamista sekä keskeisestä arvolutapauksesta viestimistä asiakkaalle merkityksellisellä ja relevantilla tavalla. Luottamus ”vihreisiin brändeihin” voi olla haavoittuvaa ja helposti kyseenalaistettavaa. Kysymys on uskottavuudesta ja siksi brändäys on strateginen tehtävä

eli koko yrityksen ja sen johdon asia. Yrityksen ulkoinen brändi-imago syntyy yrityksen ja sen verkoston yhteisponnistuksena.

Yrityksen tavoitteena on saada vihreä brändi luotettavaksi, tunnustetuksi ja arvostetuksi ekosysteemissään. Saavutetun ja tunnustetun ympäristömyötävyyden kautta tavoitellaan kilpailukyvyyn parantamista ja brändin vahvuuden kasvattamista. Luotettava teollinen vihreä brändi tuottaa hyötyjä yrityksen asiakkaille, jälleenmyyjille, henkilöstölle yrityksen sisäisen brändi-identiteetin kautta sekä sidosryhmille.

Kestävän brändin rakentamiseksi on ymmärrettävä, mitä asiakas ja sidosryhmät arvostavat ja viestittävä omista vahvuuksista näillä alueilla. On myös kiinnostuttava asiakkaan ympäristövastuullisuudesta. Eriyisesti ympäristöllisen brändin rakentaminen edellyttää yhteistä ymmärrystä ympäristövastuullisuudesta ja sen legitimaatiosta ekosysteemissä.

Moni vastuullisuudesta tunnettu yritys toteuttaa erilaisia vastuullisuusprojekteja ja julkaisee vuosittain vuosikertomuksesta erillisen vastuullisuusraportin. Uusille projekteille ja tuotekehitykselle voidaan myös asettaa erilaisia vastuullisuustavoitteita. Aidon vastuullisuuden tulee olla kestävä brändäyksen perustana ja ydinarvona brändäydyksessä.

Hitsausautomaatiota ja ohutlevytuotannon automaattioratkaisuja

Pemamek Oy:n **Jari Tervolin** kertoi esityksessään hitsauksen automaattioratkaisuista. Pemamek Oy on vuonna 1970 perustettu Loimaalla sijaitseva perheyrittys, joka on kehittynyt maailman johtavaksi hitsaus- ja tuotantoautomaation valmistajaksi. Yrityksellä on 260 työntekijää ja maailmanlaajuinen myynti- ja huoltotoiminta. Yli 90 % vuosittaisesta tuotannosta menee vientiin. Automaatio tuli ydinliiketoiminnaksi 1990-luvulla. Telakkateollisuuden lisäksi tuulivoima sekä konepajarobotiikka ovat nousseet merkittävimiksi asiakassektoreiksi.

Hitsausautomaatiolla tavoitellaan tuotavuuden kasvua, kilpailukyvyyn paranemista sekä tehokkuuden, hitsin laadun, työturvallisuuden ja ergonomian paranemista. Tuotavuuden parantamiseen tähtäävään hitsausautomaatiotoimitukseen kuuluvat materiaalinkäsittely, laadukas esikäsittely hitsausta varten, digitaalinen käyttöliittymä, modernit hitsausprosessit sekä laitehuolto ja elinkaaren hallinta.

Tervolin kävi esityksessään läpi esimerkkejä siitä, kuinka hitsauksen tuotavuutta voidaan parantaa hitsausautomaation avulla.



TUOMO TIAINEN

Kuva 7. Teräselementti Oy:n vieraat kuviopainetusta lasista valmistetuista julkisivuelementeistä rakennetun malliseinän edessä

la. Hitsaukseen käytettyä työpanosta eli hitsausaikaa voidaan vähentää lyhentämällä hitsauksen kaariaikaa. Tämä voidaan saavuttaa maksimoimalla hitsiaineentuotto, pienentämällä tarvittavaa hitsiainemäärää, käyttämällä korkean tehointensiteetin hitsausprosesseja ja maksimoimalla hitsauspään kuljetusnopeus sekä käyttämällä hybridihitsausprosesseja (esim. laser + MAG). Suurta tarkkuutta vaativien muotojen hitsaamiseen voidaan käyttää skannerihitsausoptiikkaa, joka hyödyntää konenäköä. Optiikka pysyy paikallaan hitsauksen aikana.

Tuottavuutta voidaan parantaa myös lyhentämällä hitsaukseen liittyviä sivuaikoja eli parantamalla kaariaikasuhdetta (kaariaika/hitsaustyön kokonaisaika). Tämä voidaan saavuttaa esim. kääntämällä robottihitsauksessa työkalu automaattisesti pyörityspöydällä optimaalisiin hitsausasentoihin. Voidaan myös käyttää erillisiä työasemia siloitushitsausta, asemointia ja purkua varten. Hitsauksen valmisteluaikaa voidaan pienentää integroimalla hitsausasemaan koneistusyksikkö, jolla koneistetaan railojen viisteet. Hitsaukseen liittyvää jälkityötä, mm. oikomistarvetta voidaan pienentää tai siitä voidaan kokonaan välttyä kompensoimalla hitsausmuodonmuutoksia T-palkkien valmistuksessa induktioesilämmityksen avulla ja säätämällä induktiotehoa automaattisesti suhteessa T-palkin mittoihin sekä mahdollisiin aukotuksiin.

Hitsauksen laadunvarmistus on osa hitsausautomaatiota. Hitsin tulee täyttää visuaaliset laatuvaatimukset sekä hitsiluokan hitsausvirheille asettamat raja-arvot sekä pintavirheiden että sisäisten virheiden osalta. Sen tulee täyttää myös metallurgiselle laadulle asetetut vaatimukset (lujuus, kovuus, iskukitkeys jne.). Hitsausautomaation avulla

kuljetusnopeus ja hitsausasento saadaan pidetyksi vakiona, jolloin hitsin laatu on tasaista ja toistettavaa. Työkappaleen esivalmistelun tulee luonnollisesti olla kunnossa. Lisäksi lämmöntuonti saadaan kontrolloiduksi, jolloin hitsin metallurgiset laatuvaatimukset saadaan varmemmin täytetyiksi. Laadunvarmistustoimenpiteitä liitetään mahdollisuuksien mukaan tuotantolinjojen osaksi.

Lauri Nevala Prima Power Oy:stä esitelti ohutlevytuotannon automaatiotratkaisuja. Prima Power Oy (entinen Finn-Power Oy) on vuodesta 2008 alkaen italialaisen Prima Industriesin Seinäjoella sijaitseva yksikkö. Prima Industriesilla on noin 1700 työntekijää, joista Seinäjoella on noin 400. Seinäjoen tuotteista 95 % menee vientiin.

Prima Powerin automaatiotratkaisuihin kuuluvat materiaalinhallinta- ja kappaleiden hallinta-automaatit, automaattiset lävistys-, laser- ja kulmaleikkaus- sekä särmäysprosessit, automaattivarastot ja näiden yhdistelmistä eri tarkoituksiin räätälöidyt automaattiset tuotantolinjat.

Materiaalin ja kappaleiden hallinnassa materiaalin lastaaminen prosessiin, rangan eli levystä jääneen leikkuujätteen purkaminen, kappaleiden poiminta ja pinonta/lavaus prosessoinnin jälkeen suoritetaan automaattisesti niin, että ohjelmointi tapahtuu yhdellä ohjelmistolla. Lävistys- ja kulmaleikkausyhdistelmässä voidaan tuottaa suorakulmaisia muotoja sisältäviä kappaleita ilman rankoja.

Suorakulmaisten kappaleiden tuotantoon voidaan rakentaa täysautomaattinen lävistys-leikkaus- ja särmäyslinja, jolla voidaan tehdä esim. ovia sekä hissien, kodinkoneiden, sähkökaappien ja valaisinten osia. Monimutkaisempien ja kaarevia piirteitä sisältävien kappaleiden tuotantoa varten kulmaleikkaus

korvataan laserleikkauksella. Käytännössä automaattinen tuotantolinja voidaan koota lähes mille tahansa ohulevytuotetyypille.

Prima Powerin tuotevalikoimaan kuuluvat myös tuotantolinjan yhteyteen sijoitettavat automaattivarastot sekä älykkäät varastointi- ja logistiikkakeskukset.

Iltpäivällä tutustumiskäyntejä alan yrityksiin

Ensimmäinen tutustumiskohde oli Kangasalla sijaitseva Puristeteos, joka suunnittelee ja valmistaa asiakkaalle ohutlevy- ja putkiosia sekä näiden yhdistelmiä, Tuotteita tehdään sekä sarjatuotantona automatisoiduilla prosesseilla että yksittäiskappaleita käsityönä. Yritys valmistaa mm. Avant-pienkuormajien kaikki turvakaaret sekä pienrakennusten perustustöihin tarkoitettuja Twist- teräskierrepaaluja.

Toisena tutustumiskohteena oli Lempeälässä sijaitseva, vuonna 1964 perustettu Teräselementti Oy, jonka tuotevalikoimaan kuuluvat toimitilat ja teräshallit, julkisivurakenteet ja -tuotteet sekä teräsrungot. Käynnin aikana työn alla oli mm. Tampereen Kalevan uuden jalkapallostadionin katsomorakenteiden massiivisia teräspalkkeja. Saimme myös tutustua kuviopainetusta lasista valmistettuihin julkisivuelementteihin yhtenä esimerkkinä yrityksen monipuolisesta julkisivurakentamisen tarjonnasta (kuva 7). ▲

[1] B. Hance. Advanced High Strength Steel: Deciphering Local and Global Formability. Conference presentation. IABC 2016 Dearborn, Michigan, USA, 2016.1]

TEKSTI: TUOMO TIAINEN



material solutions advancing life

www.sibelco.com

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo
+358102179800

Korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betoniteollisuudelle

Suomen TPP on erikoistunut kalliionlujitukseen ja tiivistykseen, maanalaisten tilojen ilmanvaihtoon sekä betonin lujituskuituihin. Yli 30 vuoden kokemus alalta tarjoaa asiakkaidemme käyttöön vankan ammattitaitomme, laadukkaat tuotteet ja toimivan logistiikan.

- Laaja valikoima erilaisia kalliopultteja kalliion lujitukseen mm. vaijeripultti, harjateräspultti
- Kaivosverkot maanalaisten tilojen tukemiseen
- Ventiflex-tuuletusputket maanalaisiin tunneleihin
- Teräskuidut ja makrokuidut betonin lujitukseen
- Betonin vedeneristysaineet
- Injektointisementit kalliion ja maaperän injektointiin
- Raitisilma-, poistoilma- ja peräpuhaltimet savunpoistoon ja tuuletukseen
- Pikaliitinputket paineilman, veden, liejun ja sementtimassan kuljettamiseen



Oulu Mining Summit 2022 Webinar

Jo perinteeksi muodostunut vuosittainen Oulu Mining Summit pidettiin seitsemännen kerran 14. ja 15. syyskuuta 2022 webinaarina. Tämän vuotisen Summitin teema oli rikastustekniikka, niin kuin se oli myös vuonna 2016, jolloin ensimmäinen Oulu Mining Summit järjestettiin.

Vuosien varrella teemat ovat vaihdelleet Oulu Mining Schoolin professuurien mukaisesti malmin etsinnästä kaivostekniikkaan ja geofysiikkaan sekä kestävästä kaivostoiminnasta arktisella alueella kestäviin käytäntöihin mineraalien etsinnässä ja tutkimustoiminnassa arktisella alueella. Koronavuodet muuttivat Summitin face to face-konferenssin webinaariksi, ja koska webinaarimuotoisena saimme mukaan huippuluentoisijoita ja osallistujia opiskelijoista ammattilaisiin ympäri maailmaa, niin totesimme että webinaarina jatkamme jatkossakin.

Tämän vuoden Summitin puhujat olivat alansa huippuluokkaa ja teemaa rikastustekniikka tarkasteltiin monesta eri näkökulmas-

ta. Tunnusomaisia olivat kestävän kehityksen mukainen rikastustekniikka, hiilijalanjäljen pienentäminen, veden, kemikaalien ja energiakäytön minimoiminen, kuivaprosessit ja mineralogian tärkeys koko rikastusprosessissa niin maassa kuin avaruudessakin.

OMS:n johtaja professori Saija Luukkanen totesi oman puheenvuoronsa alussa, nähtyään muiden puhujien esitykset, miten hienosti puheenvuorot ja esitykset tukevat toisiaan matkalla kohti kestävää kaivostoimintaa. Professori Luukkanen kuvasi kaivostoiminnan laaja-alaisuutta haasteineen ottaen huomioon maailman sähköistymisen ja sen, miten maailman taloudelliset ja poliittiset muutokset vaikuttavat mineraalien ja metallien saatavuuteen, ja miten vihreä siirtymä lisää merkittävästi raaka-aineiden kysyntää. Primäärimalmien käsittely on erittäin resurssivaltaista ja sillä on suuri vaikutus kaivostoiminnan kestävyteen. Kokonaisvaltaisia ja innovatiivisia ratkaisuja siis tarvitaan vähentämään kaivosprosessien negatiivisia vaikutuksia, totesi professori Luukkanen.

Oulu Mining Summitin anti oli erittäin korkeatasoinen. Lyhyt referaatti kenen tahansa puhujan esityksestä antaisi täysin väärän kuvan jokaisesta tämän vuoden huippuesityksestä. Lyhyellä CV:llä varustettu lista Summitin puhujista on saatavissa allekirjoittaneelta.

Lopuksi on kuitenkin mainittava Kathryn Hadlerin (ESRIC) viimeinen puheenvuoro otsikolla ”Space resources for a greener Earth”. Kaivostoiminta avaruudessa on vielä tutkimusvaiheessa sisältäen infrastruktuurin ja prosessien uudenlaisen ajattelun. Sitä ESRIC (European Space Research Innovation Centre) yhteistyössä ESA:n ja muiden avaruuteen keskittyneiden tutkimuslaitosten kanssa pyrkii selvittämään. Tutkimus kaivostoiminnasta avaruuden olosuhteissa tuo lisää tietoa myös kestävän kehityksen mukaisen kaivostoiminnan tutkimukseen ja sovellutuksiin maan kamaralla. ▲

TEKSTI: **ILKKA HYNYNEN**
ILKKA.HYNYNEN@OULU.FI

Tarkkuusannostelupumput kemikaalien annosteluun

Flowrox FXM-annostelupumput



Flowrox™-tarkkuusannostelupumput sopivat erinomaisesti kemikaalien tarkkaan annosteluun. Edelliseen sukupolveen verrattuna FXM-pumppujen ohjelmointilogiikka ja toiminnot ovat edistyneempiä ja tehokkaampia. Vastataksemme paremmin asiakkaidemme tarpeisiin, olemme avanneet uuden kokoonpanolinjan ja huoltokeskuksen Lappeenrantaan, josta toimitamme pumppuja Euroopan markkinoille.



Valmet Flow Control Oy
Marssitie 1, 53101 Lappeenranta
010 417 5000
sales.flowrox@valmet.com

Valmet 
FORWARD

KYLMÄSTÄ KUUMAKSI

Kokemuksia uuden IMAFORM-teräksen kehittämisestä autoteollisuuden kanssa

Tämän tarinan kirjoitin alun perin pojilleni
MOTTO: Uudella on pitkät juuret

I JOHDANTO

Valmetissa

Aloitin 1960-luvun lopulla työt Teknillisestä korkeakoulusta (TKK) valmistumisen jälkeen Jyväskylässä Valmet Rautpohjassa materiaalitutkijan vakanssilla. Siinä vaiheessa asian-
tuntemukseni perustui opiskelussa saatuihin tietoihin, mikä osoittautuikin riittävän aika pitkälle. Olin saanut vahvan konetekniikan ja materiaalitekniikan diplomi-insinöörin koulutuksen, mm. Vuolijoen kone-elimet, Serlachiuksen ja Huhtamon konepajatekniikat sekä loistavan professori H.M. Miekkojan metalliopin kurssit. Niinpä puhkuinkin intoa aloittaa työt nimenomaan konepajassa, koneinsinöörin omimmalla alueella.

Kuriositeettina mainittakoon, että parisen vuotta valmistumiseni jälkeen opintosuoritusten laajuus TKK:ssa pisteytettiin. Huomattiin, että koneinsinööriolosaston materiaalitekniikan opintosuunnan työ määrä oli liian suuri, ja opintolinjani sellaisenaan lakkautettiin. Haittasiko suuri työ määrä? Päin vastoin, olin nyt valmiimpi teolliseen insinööri työhön, erityisesti juuri laajojen harjoitustöiden ansiosta, koska nämä hyvin konkretisoivat kurssien teoreettisuutta.

Suuri osa työstäni Valmetissa oli ongelmanratkaisua. Joku saattoi soittaa ja kertoa ongelmastaan tai kävellä suoraan huoneeseen ja antaa minulle murikan kysymyksen, missä vika? Eräs soitto tuli Valmet-Tourulan tehtaalta: Valmet-traktorissa oli ilmennyt kiusallinen ongelma, jossa pieni vaihteensiirtäjän osa rikkoutui käytössä ja pahimmassa tapauksessa teki tuhojaan vaihteistossa. Tein osasta metallografisen hienäytteen¹ ja ongelman syy ratkesi. Syynä oli valmistustapa, kylmätaivutus pellistä, minkä jälkeen osalle tehtiin hiiletyskarkaisu². Tällä tavalla osasta tuli yksinkertaisesti liian hauras, kun ohut pelti läpihielletty varsinkin kulmissa, jotka säröilivät.

Tein pientä benchmarkingia, joskaan en vielä silloin tuntenut koko termiä. Menin

paikalliseen autoliikkeeseen, missä myyjän kanssa tutkimme joukon varaosapiirustuksia. Ostin kourallisen kilpailijoiden vastaavia osia. Tutkimuksen jälkeen selvisi, että ne kaikki olivat kuumamuokkaamalla massiivisesta lähtöaihiosta valmistettuja, jolloin läpihiiletymisriskiä ei ollut. Kerroin tämän Tourulalle, ja ongelma saatiin poistumaan.

Samassa yhteydessä tuli mieleen myös kylmämuovaus, millä menetelmällä Valmet Jyskän tehdas valmisti mm. hylsyjä. Selvittelin Jyskän kanssa kylmämuovausvaihtoehtoa. Se todettiin kyllä soveltuvaksi vaihteensiirtäjän osan valmistukseen, mutta sillä kertaa näin ei kuitenkaan tehty.

Pikanttina yksityiskohtana kerrottakoon, että sain jälkepäin oman tehtaan johtoportaalta äkäisen puhelun ”Miksi olette menneet ostamaan auton varaosia yhtiön laskuun?”. Selitin, mistä oli kysymys, eikä siitä sitten sen enempiä.

Suurimmassa osassa hajonneista kappaleista ei useimmiten löytynyt mitään ainevirhettä. Murtuminen oli tapahtunut tavallissimmin väsymällä, syynä terävä lovi kappaleen pinnassa tai liian heikko materiaali. Syyn selvittyä virhe oli helppo korjata geometriaa muuttamalla tai siirtymällä lujempaan materiaaliin, esimerkiksi teräksellä väsymislujutta lisäävään nuorutukseen³ tai pintakarkaisuun sopivalla menetelmällä. Kuitenkin materiaalitutkimus oli syitä poissulkevana yleensä välttämätön.

Valmetissa toimi myös materiaalien standardisointiryhmä, jossa oli edustajat kaikista konsernin yksiköistä. Olin ryhmän sihteeri. Tässä työssä saaduista kontakteista tuli paljon hyötyä. Paitsi standardeja, ryhmän sihteeri laati kustakin materiaaliryhmästä monisivuiset ohjelehdet sekä suunnittelijoille että valmistuksesta vastaaville. Ohjelehtien laatiminen antoi tekijälle itselleenkin paljon tietoa eri teräsryhmistä. Vanha totuus on: Jos haluat oppia jonkin alan, ryhdy sitä opettamaan.

Melkein sydämessä läikähti, kun luin äskettäin Tuomo Tiaisen artikkelin Raaka-ainekäsikirjan historiasta, Materia 2/3-2021. Neliosaisen kirjasarjan lähtökohtana olivat juuri Valmetin ohjelehdet. Työn Valmetissa oli aloittanut Juha Länsiluoto ja jälkeeni sitä jatkoivat Jorma Leino, Jouko Moisio (kuva 1), Juhani Vestola ja moni muu.

Ovakoon

Olin Valmetissa parin vuoden aikana perehtynyt paitsi ongelmanratkaisuun, myös monenlaisiin teräksiin. Tunsin teräkset ja osasin valita sopivan, mutta en päässyt niihin vaikuttamaan. Parin työvuoden jälkeen heti 70-luvun alussa siirryinkin Oy Vuoksenniska Ab:n Imatran Rautatehtaalle tuotekehittäjäksi. Imatra oli hakenut konepajakokemusta omaavaa materiaaliasiantuntijaa, ja valinta päättyi minuun. Tunsin teräkset ja selvisi,



Kuva1. Valmetin aikaisia tuttuja vierailulla Ovakolla. Kuva on otettu Tutkimuskeskuksen edessä 1978. Valmet Rautpohjan Jouko Moisio tummassa paidassa on äärimmäisenä vasemmalla ja tämän kirjoittaja äärimmäisenä oikealla.

että pääsisin myös kehittämään niitä ja ehkä jopa uusiakin. Tämä tuntui kiinnostavalta. Yritys oli jo tuttu lattiatasolta, kun olin ollut siellä kuusi vuotta aikaisemmin 1964 kesäharjoittelijana apuasentaja 2:n vakanssilla. Alin ryhmä oli muuten apuasentaja 3, mutta eihän siinä ketään ollut.

Tällä välin 1960-luvun lopulla yhtiö oli ajautunut suuriin talousongelmiin ja joutui lainoittajapankin käsiin. Toimitusjohtajaksi tuli Henrik Öhquist, jolla oli jo näyttöä erään saksalaisen yrityksen tervehdyttämisestä. Vuoksenniska Oy:ssä hän karsi tuotteistoa ja vähensi työntekijämäärän noin kolmesatuhannesta kahteen tuhanteen. Henkilöstö kutsuikin tätä aikaa isoksi vihaksi, mutta Öhquist sai yhtiön jaloilleen. Nykyisin väkimäärä lienee puolentuhatta, ja tuotantovolyyymi on suunnilleen entinen. Kehitys on tapahtunut pääosin tuotteistoa edelleen karsimalla ja automaatiota lisäämällä, joskin suurelta irtisanomisruljansiltakaan ei vältytty 1980-luvun alussa.

Mistä syntyi Ovako-nimi?

Pian tuloni jälkeen tehtaan nimi jäntevöitettiin muuttamalla se Imatran Terästehtaaksi. Jo vuosia tehtaan työhaalareiden selässä oli lukenut Oy Vuoksenniska Ab:n alkukirjaimista tehty nimilyhenne OVA. Samoihin aikoihin nimenmuutoksen kanssa oli muodostettu OVAKO-ryhmä, mihin kuuluivat Imatran lisäksi Koverhar ja Åminnefors, joiden nimien alkutavut yhdessä haalarilyhenteen kanssa olivat ilmeisesti inspiroineet muodostamaan tämän aika iskevän OVAKO-nimen. Sitten yritys muuttui myös Ovako Oy:ksi, ja monien erilaisten vaiheiden jälkeen Ovako esiintyy edelleenkin nykyisen yhtiön nimessä Ovako AB, jonka pääkonttori on Tukholmassa ja nykyinen 100 % omistaja on japanilainen Nippon Steelin tytäryhtiö Sanyo Special Steel. Eräs Ovako-nimen etu on, että se toimii hyvin lähes kaikilla kielillä.

II KEHITYSTYÖ ALKAA

1960-luvulla TkL Harri Nevalainen (ks. kuva 3), oli ideoinut Imatralla uuden karkaistavan teräksen. Teräksen matala hiilipitoisuus n. 0,05 % mahdollisti karkaisussa vesisammutuksen ilman halkeiluvaaraa, eikä terästä myöskään tarvinnut päästöehkuttaa sen sitkimiseksi.

Harri oli aloittanut kokeilut seostamalla teräkseen reippaasti mangaania, mutta samoihin aikoihin ruotsalainen Fagerstan terästehdas ehti lanseerata vastaavanlaiset matalahiiliset patentoidut FAMA-teräkset. Harri tietenkin pettyi, kun koko työ näytti valuvan hukkaan. Keskustelussa TTK:n pro-

fessori Martti Sulosen kanssa Sulonen kehotti kokeilemaan kromia mangaanin sijasta. Harri jatkoikin kromilinjalta ja huomasi yhden selvän eron. Koesulatusten 4 % mangaani-seostus oli kuluttanut runsaasti sulatusuunin vuorauksia, mutta kromi ei tätä tehnyt. Kromiseosteisen version Harri patentoi ja antoi tälle nimeksi IMACRO.

Monien vaikeuksien jälkeen Fagersta joutui lopulta luopumaan FAMA-teräksestä. Varmastikin yksi syy tähän oli vuorauksien kuluminen.

IMACRO-hiiletyskarkaisuteräs

Pian Imatralla tulon jälkeen sain tuotekehitystehtävän, jonka tavoitteena oli tehdä IMACRO:sta kaupallinen hiiletyskarkaisuteräs. Alustavia hiiletyskokeita oli jo tehty. Tein puolisen vuotta töitä ja osoitin, että tästä teräksestä ei saa menestyvää hiiletyskarkaistavaa tuotetta. Esimerkiksi hiiletyskarkaistujen hammaspyörien valmistuskustannukset muodostuivat liian korkeiksi ja myös muita ongelmia oli. Ehdotin kehitystyön lopettamista, mutta yhtiön johto halusi jatkaa. Työtä tehtiin vielä pari vuotta matalammalla intensiteetillä, mutta lopputulos pysyi edelleen samana.

IMACRO-nuorrutusteräs³

Samaan aikaan hiiletysteräskehityksen kanssa oli toisaalla laadittu ja aloitettu projekti ohjelma IMACRO-nuorrutusteräksen kehittämiseksi. Tätä ideaa pidin itse paljon lupaavampana kuin hiiletysteräsversiota. Näin laaditun projekti ohjelman ja petyin. Pidin sitä aivan liian suppeana tällaisen tuotteen kehittämiseksi ja lanseeraamiseksi markkinoille. Ehkä kritisoin asiaa äänekkäästikin, sitä en enää muista. Ilmeisesti näin saattoi olla, kun ykskaks alkoi tapahtua. Ollessani parhaillaan kertausharjoituksissa sain eräänä iltana maastoon Ovakosta puhelun, jossa pyydettiin välittömästi harjoitusten päätyttyä ottamaan yhteyttä esimieheeni Imatralla. Näin tein ja hän puolestaan komensi minut Helsingin pääkonttoriin, jonne suunnistin. Asia oli mennyt yhtiön korkeimpaan johtoon, ja minut asetettiin loppuvuonna 1971 vetämään IMACRO-nuorrutusteräsprojektiä. Oli melkein pä dramaattista.

Kylmämuovaus

Jyväskylästä tulon jälkeen kylmämuovaus oli jostain syystä jäänyt mieltäni kaiheartamaan. Iltaisin jäin joskus työpaikalle, jossa lueskelin kirjallisuutta terästen kylmämuovauksesta mm. Stahl und Eisen-lehdestä ja Metals Handbookista.

Saksalaiset kehittivät toisen maailmansodan aikana teräksen kylmämuovauksen kranaattien ja hylsyjen valmistukseen. Kun Hitler kuuli tästä, hän määräsi menetelmän salaiseksi. Sodan jälkeen amerikkalaiset sitten löysivät saksalaisten valmistuslinjat. Nopeana, materiaalia säästävänä ja tätä myös lujittavana, suursarjatuotantoon sopivana valmistusmenetelmänä kylmämuovaus löysi nopeasti paikkansa erityisesti autoteollisuudessa, niin USA:ssa kuin myös muissakin suurissa teollisuusmaissa ympäri maailman.

Puhuin esimiehelleni siitä, kannattaisiko meidänkin tehdä kylmämuovattavia teräksiä. Hän kielsi moisen hahattelun, koska piti niitä liian vaativina mm. kuonapuhtauden osalta. Itse asiassa Imatra valmisti samaan aikaan suuria määriä pulttiteräslankaa. Pulletin kannan kylmätyssäys on eräs vaativimpia kylmämuovauksen työvaiheita, joka edellyttää materiaalilta mm. hyvää kuonapuhtautta. Asian merkitystä ei ymmärretty, ja kuten myöhemmin tulemme huomaamaan, myös Imatran teräs soveltui kylmämuovaukseen.

Nuorrutusteräsprojekti etenee – julkistus

Reilun kahden vuoden aikana IMACRO-nuorrutusteräsprojekti valmistui julkistusvaiheeseen. Tämä tapahtui suurellesiti Imatralla lehdistötiedotteineen ja esitteineen. Paikalle oli kutsuttu myös professoreita vastailemaan kysymyksiin. Mutta oli tapahtunut moka: ”Vaun yksi on joukosta poissa, Sven Tuuvaa siellä ei näy.” Professori Sulonen, jonka kanssa olimme teettäneet aiheesta diplomitoita ja joka mm. antoi Nevalaiselle ratkaisevan idean IMACRO-teräksen koostumukseen, oli jäänyt kutsumatta. Oma korkean tason julkistustyöryhmämme toimi tiiviisti omissa ympyröissään, eikä sattunut esimerkiksi minulta kysymään, keitä pitäisi kutsua. Anteeksipyyntö esitettiin jälkeenpäin Suloselle.

Seuraavana päivänä teräs otsikoitiin näyttävästi suurimmissa päivälehdissä. Esimerkiksi 20.2.1974 HS otsikoi kolmen palstan uutisensa: ”Ovako kehitti uuden teräksen” (kuva 2). Uusi teräs oli määritelty esitteissä lujaksi hitsattavaksi nuorrutusteräkseksi ja se oli vapaasti myynnissä. Kuulemma Rautaruukin tutkimusjohtajan vaimo oli kysynyt aamulla mieheltään: ”Milloin tekin kehittäte uuden teräksen?”

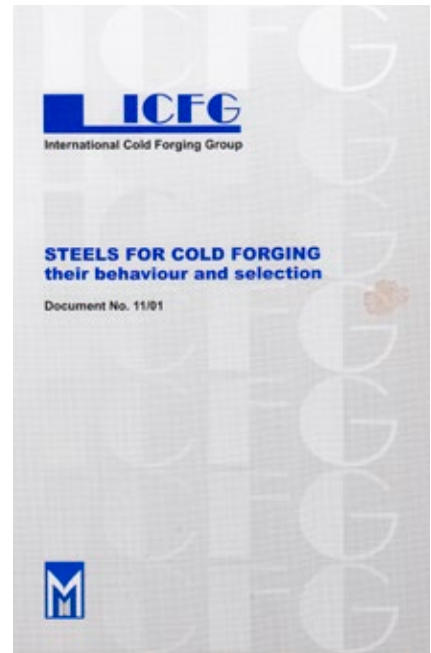
Ennen julkistamista uutta terästä oli myyty valituille asiakkaille. Näistä ensimmäinen – kuinka ollakaan – oli vanha tuttu yhteistyökumppanini Valmetin Tampereen tehdas, jossa tätä terästä ryhdyttiin käyttämään trukkien pystypalkkeihin. Palkeilta



Kuva 2. Uutinen uudesta IMACRO-teräksestä Helsingin Sanomissa 20.2.1974



Kuva 3. IMACRO:n keksijä Harri Nevalainen kädessään Belgiassa kylmäpursotettu ja syvävedetty putkimainen IMACRO-koekappale



Kuva 4. ICFG "Steels" Document 11/01

vaadittiin hyvää vierintäväsäyminenkestävyyttä sekä hitsattavuutta jauhekaarimenetelmällä. Väsymiskestävyys takasi suuri lujuus karkeasti ja hitsattavuuden mahdollisti matala hiilipitoisuus. Kokemukset IMACRO:sta trukin palkeissa Valmetilla olivat hyvät.

Kylmämuovauskokeilu Belgiassa

Olin jossain välissä nähnyt ammattilehdessä kuvan siitä, miten kromiseostus - toisin kuin yleensä teräksen seostus - pienentää ferriittisessä⁴ tilassa olevan teräksen lujuutta. Kuva oli kopio jostain DDR-läisestä artikkelista. Tästä heräsi mielenkiintoni selvittää myös IMACRO:n kylmämuovattavuutta. Tavanomaiset, yksinkertaiset mekaaniset kokeet osoittivatkin, että sopivan hehkutuskäsittelyn jälkeen teräs oli erittäin pehmeätä ferriittia ja soveltui todennäköisesti vaatimaan kylmämuovaukseen.

Nuorrutusteräsprojektiin kuului nimenomaan myös markkinointiaktiiviteetti. Kun keskustelin Ovakon myynnin kanssa, vienninymmme Hannu Ryhänen tiesi belgialaisen yrityksen, joka tekee massiivista kylmämuovausta. Menimme sinne tammikuussa 1972, kun asiakas ehdotti erästä putkimaista tuotetta, mikä voisi soveltua IMACRO-teräkselle (kuva 3).

Toimitimme koe-erän ja menin valvomaan kokeilua. En ollut aikaisemmin nähnyt kuin ohimennen Jyskän kylmämuovauslaitteiston. Se oli suunnilleen miniatyrimalli

siitä, mitä nyt näin Belgiassa. Ensimmäinen työvaihe oli vastapursotus⁵ useamman tuhannen tonnin hydraulisella puristimella. Muutamien alkuongelmien jälkeen mm. aihoiden voitelussa pääsimme aloittamaan. Yhtäkkiä paikalla näyttikin olevan koko tehtaan terävä pää plus minä Ovakosta. Ennen pursotusvaihetta minulta vielä kysyttiin vakavin ilmein: "Voimmeko aloittaa?". Eihän siinä vaiheessa enää ollut muita vaihtoehtoja kuin sanoa "Yes". Pursotus onnistui ja temperamentikkaat isännät suunnilleen hypyivät.

Vasta silloin tajusin työvaiheen olleen suurempikin riski. Työkalusetti kun oli ehkä pienen henkilöauton arvoinen. Jos se olisi hajonnut, kotimatka olisi varmaankin tapahtunut suihkarin sijasta maitojunalla. No, työt jatkuivat seuraavilla, vähemmän vaativilla syvävetovaiheilla⁶, ja palasin Keski-Euroopan lämmöstä Imatran koviin pakkasiin.

Kaikki työvaiheet menivät hyvin ja asiakas päätyi teräksemme (kuva 3). Homma kuivui kokoon, kun asiakkaan oma asiakas päätyi lopulta toisenlaiseen, kilpailevaan tekniseen ratkaisuun. Joka tapauksessa suhteellisen korkeakromisen IMACRO-teräksen soveltuvuus kylmämuovaukseen oli todennettu.

Kylmämuovauksen alueella IMACRO ei kuitenkaan edistynyt monestakin syystä. Yksi tärkeimmistä oli, ettei meillä ollut juuri kylmämuovaajia silloisessa asiakaskunnassamme. Kuulin jostain, että on olemassa jo-

kin alan yhdistys. Kysyin asiasta professori Suloselta, ja hän tiesi, että saksalainen professori Kurt Lange on International Cold Forging Groupin (ICFG) puheenjohtaja. Kirjoitin Langelle ja kerroin uudesta lujasta hyvin kylmämuovattavasta teräksestä. Sain esitelmäintikutsun saman syksyn Plenary Meetingiin (täysistuntoon), joka pidettiin sillä kertaa Belgiassa. Perillä oli jonkinlainen yllätys, että ryhmä oli todella kansainvälinen aina Australiaa ja Etelä-Amerikkaa myöten. Toinen pikku yllätys oli se, että kokouksessa oli mukana tuttuja samasta firmasta, missä IMACROa kokeiltiin. Pidin esitelmän IMACRO CF-teräksestä (CF = Cold Forging). Esitys sai hyvän vastaanoton ja poiki samalla meille myös joukon muita teräskyselyitä.

Pari vuotta tämän jälkeen minut valittiin ICFG:n jäseneksi ja myöhemmin aikaan kutsuttiin myös Advisory Boardiin. ICFG osoittautui vuosien kuluessa monin tavoin hyödylliseksi. Jäsenistö oli sekoitus tiede- ja teollisuusmaailmaa, ja suuri osa heistä edusti myös kuumataontaa, joka oli Ovakolle tärkeä kohdealue. Monin tavoin hyödyllisiä kontakteja sain sieltä lukuisia. Pari kertaa kutsuimme yhdistyksen myös Suomeen täysistuntoon.

Toimin myös Steels-työryhmän puheenjohtajana, mistä tuloksena syntyi käytännössä ICFG:n ensimmäinen teräksiä käsittelevä julkaisu: "Steels for Cold Forging – their



Kuva 5. Jorma ja vaimonsa Terhi Kivilahti Moskovassa huhtikuun lopulla 1986. Kuva on otettu illalla noin vuorokausi Tsernobylin katastrofin jälkeen, mutta olimme vielä autuaan tietämättömiä tästä onnettomasta tapahtumasta. Vasta palattuani Suomeen kuulin asiasta.

behaviour and selection”, ICFG Document 11/01, Bamberg Meisenbach Verlag 2001 (kuva 4). Kirja löytyy lukuisista kirjastoista ainakin Saksassa ja tietenkin myös Ovakon kirjastosta.

III UUSI IDEA Kylmämuovausteräs

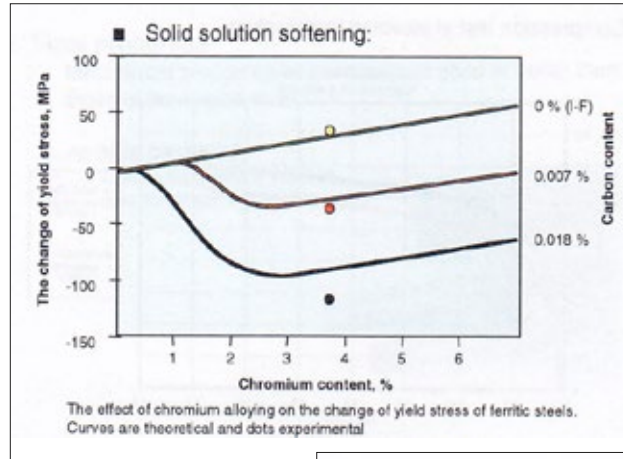
IMACRO-teräs oli verrattain kallis korkeahkon kromipitoisuuden johdosta. Huomasin DDR-kuvasta, että parempi kylmämuovattavuus olisi ehkä saavutettavissa jo pienemällä kromiseostuksella.

Niinpä päätin kokeilla kromin määrän vaikutusta!

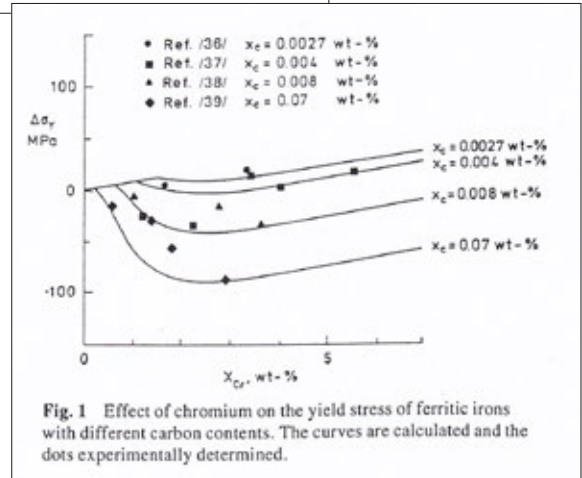
Tein pikkuisella laboratoriuunilla muutamia koesulatuksia. Noin 1½ % kromiseostuksella ja sopivalla lämpökäsittelyllä teräs oli jo hyvin pehmeä. Kun hiilipitoisuus oli matala, noin 0,05 %, teräs voitiin helposti karkaista veteen, mikä on tavanomaista öljyä halvempi ja siistimpi sammutusväliaine. Ferriittiä⁴ lujittavat seosaineet, kuten pii ja mangaani, pidettiin minimissä. Teräs nimettiin Ovakon silloisen merkintäjärjestelmän mukaisesti BC115:ksi.

IV KROMIN PEHMENTÄVÄ VAIKUTUS – HYPPÄYS TIETEEN MAAILMAAN

Keskustelussa erään tanskalaisen asiakkaan kanssa kerroin kromin terästä pehmentävästä vaikutuksesta. Kuin ohimennen hän



Kuva 6. Kromipitoisuuden vaikutus teräksen lujuuden muutokseen eri hiilipitoisuuksilla. Käyrät ovat teoreettisia, pisteet mitattuja. Vasemmassa kuvassa vertailu väitöskirjan koeteräksiin ja oikeanpuoleisessa kirjallisuuden tuloksiin



kysyi, miksi kromi pehmentää. En osannut vastata, mutta asia jäi vaivaamaan mieltä.

Tammikuussa 1986 jäin Ovakosta kolmen kuukauden virkavapaalle, kun aloitin Suomen Akatemian nuorempana tutkijana. Tarkoituksena oli kirjoittaa kolme artikkelia pari vuotta aikaisemmin valmistuneen lisensiaattityöni tuloksista. Heti alkuvaiheessa olin mennyt Ovakon pommisuojaan kirjastoon, missä oli hienosti kirjoiksi sidottuja ammattilehtien artikkeleita useilta vuosikymmeniltä. Siellä löysin 30-luvun artikkelin, missä kromin pehmentävä vaikutus oli jo havaittu. Sille oli annettu jokin hieman hataralta vaikuttava selitys.

Kaivoin aiheesta kaiken kirjallisuuden, mitä onnistuin löytämään. Erilaisia selityksiä ilmiölle oli vuosikymmenien varrella esitetty peräti puolenkymmentä. Päätin, että mainitut kolme artikkelia saavat tällä kertaa jäädä, ja yritän tehdä kromin vaikutuksesta väitöskirjan. Selitykseni mukaan kromi sitoo hiiltä karbideiksi ja näin puhdistaa ferriittiä hiilen liuoslujittavasta vaikutuksesta. Ilmiö oli mainittu jo kirjallisuudessa puhdistusmekanismina (scavenging mechanism), mutta eksakteja todisteita enempää tästä hypoteesista kuin muistakaan ei ollut. Yritinkin laskennallisesti todistaa väitettä,

sain joitain tuloksia, mutta en ollut näihin tyytyväinen.

Huhtikuun lopulla samana vuonna meidän parin päivän ”lomamatkalle” Moskovaan, missä ystäväni TKT Jorma Kivilahti (kuva 5) tutki titaania sikäläisessä instituutissa. Hän oli toistakymmentä vuotta aiemmin tutkinut Ovakolla elektronimikroskooppilla juuri IMACRO-terästä. Keskustelimme pitkään mm. mahdollisesta väitöskirjastani, tämän otsikkovaihtoehdoista ja tietenkin kromin pehmentävästä vaikutuksesta. Josain vaiheessa Jorma mainitsi kromin vaikutuksen hiilen liukoisuuskäyrään.

Siinä se oli! Kiitos Jormalle!

Kotiin tultuani määritin vastikään ilmestyneen ruotsalaisen Thermo-Calc -tietopankkiohjelman avulla hiilen liukoisuuden kromipitoisuuden funktiona. Tällä sekä tunnetulla hiilen liuoslujittamiskäyrällä ynnä kromin liuoslujittamisella sekä kromikarbiden aiheuttamalla lievällä partikkelilujittumisella sain lasketuksi, miten kromi vaikuttaa ferriitin lujuuteen. Toisin sanoen kromiseostus samanaikaisesti sekä lujittaa että pehmentää ferriittiä, mikä näkyy miniminä kromin vaikutuskäyrässä. Teoreettiset tulokset täsmäsivät mitattujen kanssa eli hypoteesi oli ratkaistu ja todistettu (kuva 6).

Konkreettisena tuloksena selvityksestä syntyi sitten monografiamuotoinen väitöskirja. Väitöskirjan alkuosa oli juuri edellä mainittu kvantitatiivinen ratkaisu kromin aiheuttamaan pehmenemiseen, mikä vastaväittäjien mukaan oli uutta ja arvokasta. Osaston professorien reviirirajojen johdosta olin joutunut lisäämään monografiaan runsaasti muokkaustekniikkaa. Tässä jälkimmäisessä osassa käsittelin mm. sitä, miten laajalti tavallista yksiaksiaalista vetokoetta voidaan käyttää teräksen kylmämuovattavuuden arviointiin. Toinen vastaväittäjä, professori Z. Marciniak toi tästä jaksosta erityisesti esille uuden tyhjentävän esitykseni myötörajan ns. masking-efektistä.

Tästä väitöskirjan jälkimmäisestä osasta tuli sivumääräisesti huomattavasti laajempi kuin edellä mainittu kromiseostuksen pehennys selvitys. Niinpä työn viimeistelyyn meni vielä kaksi vuotta lisää. Väitöstilaisuus oli tammikuussa 1989.

Joku voi kysyä, miksi tämä sivuhyppäys tieteen maailmaan kesken teräksen kehitystyön? On aina hyödyllistä ymmärtää, miksi jokin ilmiö tapahtuu. Tässä tulee mieleen A.I. Virtasen toteamus: ”Tutkijan työ näyttää ehkä maallikosta yksitoikkoiselta, mutta todellisuudessa siinä on suuren seikkailun tuntu”.

Väitös oli päätös pitkälle jatko-opintotyöskentelylle leipätyön ohessa. Jatko-opinnot alkoivat eräänä iltana vuonna 1973 soitolla Kivilahden Jormalle: ”Nyt tää kesyily saa loppua”. Pyysin häntä keskustelemaan lisensiaattityöni aiheesta. Tulokseksi saimme kaksi mahdollista aihetta: teräksen nitraus tai teräksen kylmämuovaus. Päädyin kylmämuovaukseen, koska tämän teollinen merkitys on suurempi.

Otin yhteyttä TKK:n professori Suloseen, jonka valvonnassa lähdin suorittamaan lisensiaattitutkinnon pääainetta. Kuriositeettina mainittakoon, etten opiskeluaikana ollut kuunnellut Sulosen muokkaustekniikan luentoja. Tutkimustyö alkoi seuraavana vuonna alustavilla toimenpiteillä, ja tosissaan lähdin tekemään lisensiaattityöni koemateriaaleja ja kokeita Montrealin olympiakesänä 1976.

Aluksi tein tätä työtä osittain myös työajalla, koska siitä oli hyväksytty Ovakon projekti, mutta ensimmäisen vuoden jälkeen vain vapaa-aikoina eli iltaisin, viikonloppuisin ja loma-aikoina. Rankkaa se oli - kesti pitkälti toistakymmentä vuotta - paitsi itselle, ennen kaikkea vaimolle ja koko perheelle, joka tänä aikana kasvoi kahdesta viiteen.

Sain lisensiaattitutkinnosta kolme viitosta eli korkeimmat mahdolliset arvosanat, mutta eihän näitä kukaan ole kysynyt. Kannattiko? Kyllä, tietomääräni lisääntyi huo-

mattavasti ja sain lukuisia uusia hyödyllisiä kontakteja ympäri maailman. Syntyi mm. ”Steels”-dokumentti (kuva 4) ja joukko leh-tiartikkeleita.

V KEHITYSTYÖ JATKUU Kuumataontateräs – uusi idea

Aikaisemmin vuonna 1980 syksyllä vierailin brittiläisellä autonvalmistajalla esittelemässä uutta ns. mikroseostettua takoterästä, josta olin jo ollut yhteistyössä erään ruotsalaisen autonvalmistajan kanssa. Keskustelujen loppuvaiheessa isäntämme oikeastaan sivukommenttina kertoi heidän integroidusta nuorrutuslaitoksestaan, missä takeet jatkuvatoimisesti sammutettiin karkaisuuhetkuksesta öljyyn ja tästä edelleen välittömästi linjassa päästöhehkutukseen.

Silloin välähti, tunsin innostuksen!

Eikö BC-teräksen idea soveltuisi myös tämän tyyppiseen lämpökäsittelyyn? Sammutusväliaineena olisi edullisempi vesi eikä päästöä tarvittaisi lainkaan. Ja teräs voi hyvinkin olla myös suoraan taontalämmöstä karkaistavissa. Eli kylmämuovausteräs olisi näin myös kuumataontateräs: siis ”Kylmästä kuumaksi”. Kerroin saman tien isännille tästä ajatuksesta, ja he kiinnostuivat asiasta.

Kotiin tultuani tein lisäkokeita, joista lähetin tuloksia. Seuraavalla tapaamisella autotehtaan edustaja kertoi kirjoittaneensa ideasta yhtiön teknilliseen ylikansalliseen tiedotuslehteen, mikä levisi mm. suunnittelijoille, mutta mitään palautetta ei tullut. Asia jäi sillä kertaa sikseen.

Tässä oli tämän kirjoituksen uuden teräksen perusidea. Joskus on saattanut näyttää siltä, että uusi ajatus on syntynyt noin vain helposti. Vaikka uusi idea voi syntyä pulpahtaa kuin tyhjästä, ja sen voi sillä hetkellä vaikkapa ”nähdä”, taustalla on usein paljon kokemukseen perustuvaa tietoa. Tämän vuoksi olen aika laajalti ja pitkältä ajalta taustoittanut tämän perusajatuksen syntyä.

Kylmämuovausteräs BC115 oli tässä vaiheessa jähmettynyt suunnilleen lähtökuoppiin. En ollut ehtinyt monien muiden kiireiden keskellä tekemään siitä edes kunnollista raporttia. Pyysinkin äskettäin taloon tullutta Ilkka Lahtea kokoamaan hajanaiset tulokseni järjestyneemmäksi raportiksi. Ilkka teki työn, ja tästä oli aika piankin hyötyä. Raporttiin sisältyi myös tuloksia vahvemmin seostetusta kuumataontaversiosta, joka oli nimetty BCM115:ksi, missä M-kirjain merkitsi mangaaniseostusta. Mangaani olisi myrkkyyä kylmämuovaukselle, mutta kuumataonnassa se ei haitannut. Päinvastoin se lisäsi karkevuutta, mikä mahdollisti massiivisemmat työkalpalet.

Kaukaa viisaana olin 1984 jättänyt patenttihakemuksen tästä suorasammuttavasta teräksestä. Varmuuden vuoksi Leitzinger-yhtiön patenttiasiantuntijan ehdotuksesta en hakenut puhdasta teräspatenttia, vaan menetelmäpatentin, mihin sisältyi teräksen lisäksi suorasammutus kuumataonnasta. Patentti myönnettiin seuraavana vuonna.

Ovakon delegaatio Ranskassa - ideasta innostuttiin

Talvella 1986 Ovakon delegaatio vieraili Peugeotilla esittelemässä paremmin lastuttavaa M-terästä. Itse olin tuolloin, kuten kerroin, Akatemian listoilla, mutta Ilkka Lahti oli paikalla. Hän kertoi myöhemmin, että keskusteluissa oli tullut hiljaisempi hetki, mitä täyttääkseen hän ryhtyi puhumaan sellaisesta veteen sammuttavasta teräksestä, mitä ei tarvitse päästää.

Vierailijoiden yllätykseksi isännät innostuivat tästä, ja syykin selvisi. Peugeotilla, oikeammin PSA:lla, johon kuului myös Citroën, oli Mulhousen takomossaan jatkuva-toiminen suora vesisammutuslinja, jossa takeet luonnollisesti myös päästettiin. Nyt tuli esille mahdollisuus jättää päästö pois. Ilkan työ BC/BCM-tulosten kimpussa näytti tuottavan hedelmää.

PSA on nykyisin Fiat-Chryslerin kanssa yhtyneenä monikansallinen Stellantis, maailman neljänneksi suurin autonvalmistaja. Tähän kuuluu edellä mainittujen ranskalaisten merkkien lisäksi monia muita, kuten ranskalainen DS, saksalainen Opel ja vastaava brittiläinen Vauxhall, italialaiset Fiat, Abarth, Lancia, Alfa Romeo ja Maserati sekä jenkit Chrysler, Dodge, avolava-RAM ja Jeep.

Tässä yhteydessä mainittakoon, että vuonna 1986 tapahtui muutakin. Tulevien tapahtumien ymmärtämiseksi on todettava, että Ovako yhtyi ruotsalaisen kilpailijansa, SKF Steelin kanssa suomalais-ruotsalaiseksi yritykseksi. Yhtiön omistus ja johto oli tasapuolisesti molemmista maista.

Idea etenee – uusi kokous

Myöhemmin samana vuonna olin parissakin tapaamisissa Imatralla sekä myynnin että PSA:n edustajien kanssa. Näissä palavereissa BCM-asiaa puitiin, mutta vielä aika lyhyesti. Myynnin edustajina paikalla olivat Tapani Pöytäniemi Suomen ja Gerard Chassagne Ranskan konttorista.

Olimme pienellä porukalla ryhtyneet pitämään Imatralla vapaamuotoisia ns. SS-palavereja eli SuoraSammutus-kokouksia, joissa mm. BCM-terästä pyöriteltiin. Mukana oli syntyperältään saksalainen Bernd Kontiokari, joka yleensä otti asioihin vahvasti kantaa.

Hän laatikin englanninkielisen laajan raportin näyttävine graafeineen BCM-teräksestä.

Seuraavaksi loppuvuonna 1986 tuli kutsumu PSA:lle Mulhouseen koskien uutta teräs-ideaa. Kummaltakin osapuolelta paikalle oli tulossa myös johtotasa.

Menomatka oli vaikea, koska olin vatsataudissa. Lähdin kalpeana liikkeelle firman lääkärin rohtojen kera. Välilaskujen jälkeen viimeisen etapin lensimme Crossairin, eli Swissairin silloisen tytäryhtiön, pienellä koneella, missä jouduin tietenkin kieltäytymään kaikesta tarjoilusta.

Sitten sattui pikku episodi. Koneesta ulos mennessäni tunsin oikeassa kyljessäni jotain, mutten kiinnittänyt siihen kummempaa huomiota. Myöhemmin löysin takin oikeasta sivutaskustani pienen suklaalevyä, minkä lentoemäntä ohikulkiessani oli ystävällisesti sujauttanut taskuun.

Seuraavana aamuna alkoi itse kokous. Olin jokseenkin toipunut ja aluksi isännät esittelivät lähettämistämme BCM-teräsnäytteistä saamia tuloksia. Nämä olivat kohutuullisen hyviä, vaikkakin vielä aika alustavia. Seuraavaksi olin itse tulella. Esittelin B. Kontiokarin laatimaa melko laajaa raporttia. Se tuntui tekevän positiivisen vaikutuksen.

Yksi, ehkä nykyisin ihmeelliseltä tuntuva asia oli, että raportti kokonaisuudessaan oli laadittu tietokoneella, mitä muuten isäntien tulosraportit eivät olleet. Vuonna 1986 tietokone kun ei vielä ollut aivan jokapäiväistä. Näyttö tietokoneen sujuvasta käytöstä teki ilmeisesti jonkinlaisen vaikutuksen ranskalaisiin isäntiimme.

Ymmärsin myöhemmin, että kokous oli itse terästulosten lisäksi jonkinlainen katselmus, olemmeko yleensä päteviä pitkäaikaiseksi yhteistyöpartneriksi. Taisimme saada puhtaat paperit.

Hieman hämmästyin, kun PSA:n nimemajaan johtotason edustaja teki teknisesti hyvin olennaisen kysymyksen: ”Miten karkaisulämpötila ja tämän vaihtelu vaikuttavat tuotteen karkenemiseen?” BCM oli booriteräs, jossa boorin karkenevuutta lisäävä vaikutus tunnetusti heikkenee karkaisulämpötilan noustessa. Pystyin kuitenkin teknis-graafisesti osoittamaan, että kyseisessä tapauksessa karkeneminen säilyy tasaisena, olihan itsekkin tätä joskus pohtinut.

Yhteinen tuotekehitys PSA:n kanssa

Yhteistyö PSA:n kanssa alkoi molemmin puolin perinteisellä aineenkoetuksella ja taonta- sekä suorasammutuskokeilla tavoitteena varmentaa teräksen sopivuus asiakkaan tuotantoon sekä todentaa sen suuri lujuus ja hyvä sitkeys. Työ eteni verraten

hitaasti, oli tehtävä lukuisia ja aikaa vieviä perustestejä. Tapasimme kollegamme kerran pari vuodessa sekä PSA:lla että Imatralla, ensin mainitussa paikassa useammin. Suorasammutetavan teräksen tuotekehitykseen oli tullut mukaan Erik Hocksell taakkaa keventämään.

Jossain välissä esittelin IMAFORM-hanketta Imatran terästehtaan laatujohtoryhmässä. Mieleenpainuvin seikka siinä tilaisuudessa oli terässulaton päällikön Hannu Kalkelan kommentti: ”Tämä on kova juttu”.

Imatralla jatkoimme SS-kokouksia ja yhdessä niistä pohdimme, mikä olisi uudelle teräkselle parempi nimi kuin silloisen merkintäjärjestelmän mukainen ratisevan kuiva kirjain-numeroryhdistelmä. Pohdiskelimme porukalla kaikenlaisia, mutta sitten nimi IMAFORM välähti tajuntaamme. Sen muuten sanoi, kukas muu kuin Bernd Kontiokari.

Koesulatuksista saatujen kokemusten perusteella hioin edelleen IMAFORM-teräksen koostumusta mm. pienellä molybdeenilisäyksellä saadakseni juohevamman ns. jominy-karkenevuuskäyrän ja samalla lopputuotteeseen tasaisemman kovuusjakauman ja pienemmät mittamuutokset. Tästä en tietenkään suuremmin höpissyt asiakkaalle, olihan kysymys oman teräksemme know-how:sta.

VI ROSPUUTTOKAUSI

Maaliskuun lopulla 1991 eräänä perjantapäivänä sain esimieheltäni kiireellisen tehtävän. Minun piti saman päivän kuluessa laatia kuvaus IMAFORM-teräksestä erälle ruotsalaisen puolen kollegalle. Ihmettelin tehtävääni ja kyselin, miksi hän sitä haluaa ja vielä kovalla kiireellä. Vastattiin, että tee se nyt vain. Eipä esimieskään tainnut tietää miksi.

Emme yleensä halunneet yhteiselon tässä vaiheessa ärsyttää ruotsalaista osapuolta. Totuuden nimessä on todettava, että suhteemme oli jokseenkin ”suomettunut”. No, tein teräksestä sitten yhden A4-sivun yleisluontoisen tiivistelmän ilman sen kummempia pieniä know-how-jippoja. Myöhemmin selvisi, miksi IMAFORM-kuvaus piti tehdä.

Ongelmalliset suhteet Ruotsin puolen kanssa olivat tulleet esiin monin eri tavoin. Esimerkiksi erään yhteiskokouksen jälkeen ruotsalainen naiskollega moitti minua IMAFORM-nimen käytöstä. Olivathan he laatineet tälle teräkselle yhtiömme ruotsalaisen järjestelmän mukaisen uuden kirjain-numerohirviön, hieman samantapaisen kuin aikaisempi Imatran BCM115 - merkintä. Puolustin asiaa markkinointisyyllä, olihan IMAFORM paljon myyvämpi nimitys, mutta tämä meni kuuroille korville. Järjestelmä ennen kaikkea.

Yhtiön johto oli ajan mittaan muuttunut. Johdon alkuperäistä 50/50-tasapainoa Suomen ja Ruotsin kesken ei enää ollut, toimitusjohtaja oli vaihtunut suomalaisesta ruotsalaiseksi, ja vain yksi suomalainen johtaja oli jäljellä Tukholman pääkonttorissa. Eräs syy tähän saattoi olla, että Suomen puolen omistajina oli useita eri yrityksiä, kun taas Ruotsin omistus oli keskittynyt. Ruotsalaisilla oli määrätietoisempi ote yhtiöön.

Sitten alkoi tapahtua. Toukokuun alussa Imatran johtoa ja insinöörikuntaa oli kutsuttu konttorirakennuksen isoon kokoushuoneeseen. Yhtiön tuore ruotsalainen toimitusjohtaja oli tullut Imatralle pitämään tiedotustilaisuutta. Mistä aiheesta, siitä emme tieneet yhtään. Hän aloitti hitaasti ja rauhallisesti, puhui pitkään niitä näitä ja vasta aivan puheen lopussa paukahti: Imatran terästedhas aiotaan lopettaa.

Ei tullut suurta hiljaisuutta, vaan alkoi yleinen kalabaliikki, mm. erään kokeneen insinöörin painokkaat sanat: ”Älkää usko häntä”. Myös tuotiin selvästi esille, että aiomme taistella jatkon puolesta. Nämä kommentit puhuttiin suomeksi, mutta ruotsalaiset vierailijat varmaankin ymmärsivät äänensävyistä, ettei tämä ehkä aivan läpihuutojuttu ollutkaan.

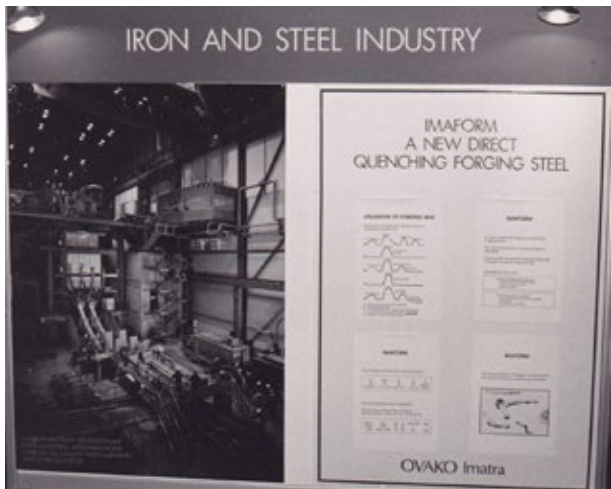
Olimme ehtineet sopia PSA:n kanssa IMAFORM-tapaamisesta toukokuussa. Kokous peruuntui. Ajattelin, että se on tässä tilanteessa luonnollista, mutta myöhemmin selvisivät päätöksen yllättävät taustat.

Yhtiön omistajat ja johto selvittelivät seuraavien kuukausien ajan Imatran terästehtaan lopettamiseen liittyviä järjestelyjä. Imatra sai tässä vaiheessa johdolta ohjeen ”Business as usual”. Miksi sitten IMAFORM-kokous peruuntui?

”Positiivista” tänä vaikeana aikana oli, että itse saimme ainakin jonkin verran vapaampaa aikaa. Niinpä ryhdyin kirjoittamaan niitä ”kolmea artikkelia”, mitkä alun perin olivat olleet tavoitteenani Suomen Akatemian 3 kk tutkijakaudella 1986. Muistaakseni ehdin tehdä niistä kaksi. Ne ovat väitöskirjan ohella julkaisujeni tieteellisemmästä päästä ja tuottivat samalla yhtiöllemme hieman goodwillia.

Kesäharjoittelijoillemme tulin maininneeksi, että teillähän on nyt ainutlaatuisen kokemus toimia myös lopetusuhan alla olevassa yrityksessä.

Se, mikä oli hienoa, oli erityisesti UK:n myyntikonttorin asenne. Tein kollegani kanssa parikin asiakasvierailua Englantiin syksyn aikana. Siellä oli todella reilua Imatra-henkistä porukkaa, mikä nosti meidänkin henkeämme silloisessa jonkin verran ahdistavassa tilanteessa. Vierailimme mm. sikäläisessä



Kuva 7. Ovako Imatran juliste teollisuustapahtumassa UK:ssa rospuuttoaikana 199



Kuva 8. Projektin kantavia voimia, vasemmalla Bertrand Alliet, PSA, ja oikealla Imatra Steelin Eerik Hocksell. Kuva INFORSE-projektin kokouksesta Imatralla 1990-luvulla

teollisuustapahtumassa, missä myös IMAFORM oli esillä, Kuva 7.

Olin aikoinaan 1979 perustanut Suomen Muovausryhmän, mikä toimi Metalliteollisuuden Keskusliiton huomassa. Alkusyöksystä oli ICFG:n Plenary Meeting UK:ssa Bathissa, mihin pääsin osallistumaan. Tällä kertaa yhtiö ei maksanut matkaa, vaan Keskusliitto, jolle kiitokset vielä tässä vaiheessa!

Loppukesän tai alkusyöksen aikana tapahtui. Brittiläinen ICFG-yliopistotutunni pyysi minulta tutkimusaihetta Eureka-projektiehdotukseen. Eureka on yhteiseurooppalainen projektiverkosto, jossa yritykset ja tiedeyhteisöt kehittävät mm. tuotteita ja prosesseja. Rahoitustuki tulee kunkin projektijäsenen omasta maasta. Tein tutkimusohjelman teräksen sulfidimorfologian⁷ ja kylmämuovattavuuden välisestä yhteydestä, mikä on yksi alan keskeisimpiä ongelmia. Pohjateräksesi valitsin – tietenkin - kylmämuovattavan IMAFORM-teräksen, mutta ujutin projektiehdotukseen mukaan myös kuumataottavan version, mikä osoittautui ratkaisevaksi liikkeeksi.

Erään asiakastapaamisen yhteydessä syksyllä 1991 poikkessin Oxfordissa ICFG-tuttavani kotona, missä yhdessä allekirjoitimme Eureka-hakemuksemme. Sen verran kärkeissäni olin silloisesta tilanteesta, että ryhtyessäni kirjoittamaan nimeäni, huomasin, että kynä oli ruotsalainen. Pysäytin onneksi käden liikkeen ajoissa, eikä mitään korvaamatonta päässyt tapahtumaan. Pyysin isännältä toista kynää, ja niin tuli nimi paperiin.

VII UUSI ALKU

Aika kului, oli jo loppusyösky. En tiennyt, oliko tämä pitkä odotus mahdollisen jatkoon kannalta hyvä vai huono merkki. Tuli marraskuu, saattoi olla hieman luntakin maassa, kun saimme ilmoituksen Imatran terästehtaan jatkosta.

Erosimme ruotsalaisista ja yrityksen johto ja nimi muuttuivat. Olimme nyt Imatra Steel osana Wärtsilä-konsernia. Yhtiön omistajat olivat selvittäneet, että Imatran toiminnan jatkaminen mm. oli kannattavampi vaihtoehto kuin sen lopettaminen. Saimme myös kertaluonteisen valtion avustuksen jatkamiselle, minkä eräänä perusteena oli tehokas romun hyväksikäyttö Suomessa.

Työt Imatralla alkoivat nyt toden teolla. Tehtiin monenlaista, ei kuitenkaan mitään IMAFORM-teräkseen liittyvää. Ranskasta ei kuulunut hiiskaustakaan. Oli pitkälti kevättälvi, kun sain melkein päällä kutsun PSA:lle Ranskaan. Pienimuotoisessa tapaamisessa paikalla oli allekirjoittaneen ja Ranskan myyntiedustajamme Gerard Chassagnen lisäksi PSA:lta vain Bertrand Alliet (kuva 8). Hän oli muuten ollut alusta lähtien se Ranskan puolen insinööri, joka teknisesti parhaiten tunsi IMAFORM-teräksen.

Yhteinen Eureka-hankkeemme brittituttunni kanssa ei valitettavasti saanut hyväksyntää, mutta meidän osaehdotuksemme oli edelleen jäänyt näkyville Eureka B-listalle. Itse en sellaisista tiennyt, mutta PSA seurasi niitä, olihan Eureka ranskalaisten luomus. Ilmeisesti juuri tästä syystä, vaikka en sitä vielä

silloin ymmärtänyt, Chassagne piti projektimme Eureka-leimaa PSA-yhteistyömme kannalta erinomaisena asiana. Eureka oli kova sana Ranskassa. Keskustelimme Allietin kanssa IMAFORM-teräksen kehitysohjelmasta nyt Eureka-projektina ja sovimme alustavasti jatkosta. Päästiin taas vauhtiin.

Ranskan myyntimme kertoi, että rospuuttoaikana Ovakon ruotsalainen puoli oli ottanut IMAFORM-hankkeen PSA:n kanssa haltuunsa ja toimittanut heille täyden mittakaavan suuruisen koe-erän. Tämä oli mennyt totaalisesti pieleen, erä oli käyttökelvoton. Esimerkiksi jominykäyrä ei ollut juoheva, vaan äkkijyrkkä ja muitakin virheitä syntyi. Tapahtui kokemattomien tekijöiden kardinaalivirhe; he olivat mm. asiakkaan toivomuksesta muuttaneet teräksen koostumusta ilman täyttä ymmärrystä.

PSA oli todella harmistunut koko sotkusta ja halusi jatkaa nyt nimenomaan Imatran kanssa. Samalla selvisi syy mystiseen toimiksiantoon vuotta aikaisemmin. Pyytjäjä oli kuukautta ennen julkistusta ilmeisesti tiennyt Imatran terästehtaan ”lopettamisesta”. Samaten tuli ymmärrettäväksi, miksi sovitettu tapaamisemme PSA:n kanssa peruttiin.

Eureka-Projekti

Seuraavaksi ranskalainen Eureka-virkailija vieraili Imatralla ehkä jonkinlaisella tarkastuskäynnillä. Tämä sujui hyvähenkisesti. Eureka-projektimme PSA:n kanssa sai lopullisen hyväksynnän. Brittituttunni ei valitettavasti päässyt projektiin, mutta sen



Kuva 9. Vasemmassa kuvassa Seppo Kivivuori, Teknillisen korkeakoulun INFORSE edustaja. Oikeanpuoleisessa kuvassa Forges de Courcellesin Francois Deguy (vasemalla) ja PSA:n Dominique Rezel (oikealla), yhtiöittensä vastuuhenkilöt INFORSE:ssa

sijaan siihen tuli mukaan ranskalainen keski-suuri kuumatakomo, Forges de Courcelles ja Suomesta lisäksemme TkT Seppo Kivivuori Teknillisestä korkeakoulusta (kuva 9). Eureka-hankkeemme oli nyt nimeltään INFORSE. PSA:n vastuuhenkilö oli Dominique Rezel ja Courcellesin Francois Deguy, kuva 10, ja allekirjoittanut oli projektin Main Contact.

Teimme Eureka-partneriemme kanssa yksityiskohtaisen projektisuunnitelman. Tavoitteena oli entistä lujempi ja 25 % kevyempi henkilöauton alaturvavarsi kuumataotusta IMAFORM-teräksestä. Teräksen korkea lujuus antaa mahdollisuuden paitsi painonsäästöön myös tilansäästöön. Viimeksi mainittu on konstruktöörille tärkeä, koska tilanhaatus konepellin alapuolisessa maastossa todella hankaloittaa suunnittelua. Painonsäästö oli autonvalmistajille jatkuva tavoite polttoainekulutuksen pienentämiseksi.

Koska sekä teräs että lopputuote olivat uusia, tulevan tuotannon sujuvuus mietitytti. Tämän vuoksi halusin projektiin koetuotannon, jossa uusi konsepti tulee testatuksi riittävällä tuotantomäärällä sekä Imatralla että asiakkaalla. Tähän suostuttiin. Olimme valmiit aloittamaan.

Jossain välissä Eureka haastatteli puhelimitse allekirjoittaneen ja julkaisi INFORSE-projektistamme näyttävän lehtisen (kuva 10). Haastattelijä, joka muuten oli saksalainen, kyseli mahdollisista kielivaikeuksista ranskalaisten kanssa. Totesin, ettei suurempia ongelmia ollut, koska teknologia oli meidän yhteinen kielemmme.

Eureka toi työskentelyymme määrätietoisuutta ja jänteveyttä. Seuraavien, ei kuukausien vaan itse asiassa vuosien aikana teimme koeteräksiä, jotka takomo muotoili, sammutti ja PSA viimeisteli lopullisiksi tukivarsiksi sekä testasi niitä eri tavoin. Erityisen tärkeitä olivat tukivarsien väsymislujustestit, joissa IMAFORM pärjäsi oikein hyvin.

Vaikka sammutetun teräksen myötölujuus oli luonnostaan korkea, alatuon jauhemaalauksessa se nousi vielä lisää. Maalauslämpötilassa, n. 300 °C, IMAFORM:in matalahiilinen ns. sälemartensiittinen⁸ rakenne selkiytyi, jolloin sen sisäiset mikrojännitykset laukesivat. Fysikaalinen ilmiö ei sinänsä ollut yllätys, se tunnettiin, mutta emme osanneet odottaa, että sellainen tapahtuisi juuri maalausprosessissa.

IMAFORMISTA julkaistiin vuosien varrella useitakin artikkeleita. Ensimmäinen oli vuonna 1990 allekirjoittaneen ja Jyrki Kohopään esitelmäteksti Kanadassa pidettyyn konferenssiin. Tuona vuonna oli maailmanlaajuinen syvä matalasuhdanne. Yhtiömme silloisen vaikean taloudellisen tilanteen johdosta emme kyenneet kustantamaan esitelmöitsijää paikalle, mutta joka tapauksessa esitelmäteksti teki teräksen julkiseksi.

IMAFORM:in tehdasspesifikaatioon, koostumukseen, valmistukseen ja sammutukseen liittyi paljon kehitystyössä hankittua know-howta. Tämä merkitsi sitä, että IMAFORM-teräksen kopiointi pelkän esitelmässä julkaistun nimelliskoostumuksen perusteella ei ollut mahdollista, kuten Ruotsin Ovakon



Project Profile

EU 720	
Acronym:	INFORSE
Title:	Improvement in Forging Processes and Steels
Announced at:	Paris, 1993
Participants:	Finland: Imatra Steel / Helsinki University of Technology France: PSA / Forges de Courcelles
Main Contact:	Dr. Vesa Ollilainen Imatra Steel Tel: +358 54 6802 504 Fax: +358 54 6802 511
Estimated Cost:	1.2 MECU
Time Scale:	3.5 years

Kuva 10. Eureka:n julkaisu INFORSE projektista. Kuvassa sammutusta luonnehtii hienoon taiteelliseen tapaan vesisuihku. Suihkusammutus on IMAFORM-tuotteille mahdollinen, ja tätä on kokeiltukin, mutta PSA:n osalle käytäntö oli upotus vesialtaaseen.

esimerkkikin osoitti. Valitettavasti hyvän alun jälkeen Jyrki siirtyi toiselle työnantajalle.

Ranskassa pidettiin sittemmin parikin esitelmää. Näistä ensimmäinen oli 1993 messutapahtumassa Dijonissa, jossa Gerard Chassagne esitelmöi teräksestämme.

Eräs IMAFORM:in tähtihetkiä oli 1996 Pariisiin sydämessä pidetyssä suuressa konferenssissa, jossa osanottajia oli 23 maasta. Esityksemme tekstin kirjoittajina olivat kaikki Eureka-projektin vastuulliset. Konferenssin avausesitelmän piti IMAFORM-teräksestämme PSA:n Dominique Rezel.

Kuriositeettina kerrottakoon, että teräsalan konferenssissa 2006 Coloradossa USA:ssa eräs laboratorio esitteli tuloksia IMAFORM-tyyppisestä vesisammutettavasta teräksestä. Esitelmän pitäjää sattui istumaan samassa illallispöydässä tietäen, että olimme kehittäneet vastaavaa. Hän kysyi mielihetkinä tuloksista. Totesin heidän olevan vielä alkuvaiheessa.

Väliaikana oli tapahtunut muutakin. IMAFORM oli Ranskan myyjämme Claude Lantignyn ehdotuksesta valittu materiaaliketjuliitoksen sakkeliönsä. Kun viimeksi mainittu sammutettiin suoraan taonnasta veteen, se täytti jopa liiankin hyvin lujuusvaatimukset, koska aineenkoetuslaitte rikkoutui testauksessa. Mutta IMAFORM-sakkeliö kesti. Kohde oli myös siinä mielessä edullinen, että siinä käytettiin aavistuksen verran runsashiilisempää versiota, mikä mahdollisti teräkselle hyödyllisen sivulajin. Lisäksi kuvaan tuli myös muita IMAFORM-käyttökohteita, mm. pohjoismaisen kuorma-auton melko massiivisia ohjauslaitteiden osia, jotka Eerik Hocksell hienosti hoiti tuotantoon norjalaisella asiakkaalla.

Insinöörien ohella koko projektin onnistumiselle ja myöhemmin myynnille ratkaiseva oli myynnin ja erityisesti Ranskan konttorin rooli. G. Chassagnen jälkeen myös myyntipäälliköt Claude Lantigny, Rodolf Cairol ja heidän apumyyjänsä Antoine Delegeue tekivät monin tavoin todella merkittävää työtä.

Vierailuja tapahtui projektin aikana puolin ja toisin. Kerran Ranskasta meille tuli tavallista suurempi delegaatio, ja tarjosimme heille illallisen terästehtaan vierastalossa. Illan kuluessa halusin kertoa vieraille jotain suomalaisuudesta, ja valitsin aiheeksi Kalevalan. Aloitin sen parilla ranskankielisellä lauseella mutta kielitaidon pian loppuessa vaihdoin englantiin. Varsinaiseen helteeseen tässä joutui äskettäin taloon tullut myyntisihteerimme Ulla Kaski, joka on-line tulk-



Kuva 11. Tutkimusteknikko J.-J. Debrie esittelee innolla PSA:n INFORSE-tuloksia.

kasi tarinani ranskaksi. Huumorintajuisena hyvin hän siitä selvisi.

Uusi patentti – Arne Baltscheffsky

Wärtsilä-konsernin ja näin meidänkin patenttiasioita hoiti Arne Baltscheffsky. Kerroin vuonna 1993 hänelle, että 1985 saadun patentin jälkeen olimme matkan varrella tarkentaneet IMAFORM:in koostumusta mm. edellä mainitulla pienellä Mo-lisällä ja kysyin, voisiko myös tälle hakea patenttia. Arne innostui ja kertoi, että tämä on itse asiassa hyvä tapa jatkaa alkuperäisen patentin voimassaoloa. Hän laati kertomani perusteella Eurooppa-patenttihakemuksen, joka sisälsi tällä kertaa pelkän teräskoostumuksen. Tämä meni sukkana läpi, erinomainen suoritus. Näin saimme vahvemman patenttisuojan ja samalla myös voimassaoloaika pidentyksi.

Jacques Calvet

PSA:n kehitystiimin vetäjä Dominique Rezel teki näihin aikoihin aloitteen projektin esitlemiseksi PSA:n toimitusjohtajalle J. Calvetille. Tämä suostui tapaamiseen. Asiassa oli riski, että Calvet asiaa harkittuaan saattaisi vaikka lopettaa hankkeen. Rezel esitteli ja kaikki sujui hyvin. Tapaamisen loppuksi Calvet oli kysynyt ehkä hieman ihmetellenkin



Kuva 12. Eerik Hocksell (vasemmalla) ja Ilkka Lahti käsissään erilaisia IMAFORM-koekappaleita. Ilkka kertoi ensimmäisenä PSA:lle vesisammutettavasta teräksestä, mitä ei tarvitse päästää. Kuva on otettu Imatra Steelin kehityskeskukseen edessä.

”Miksi Suomi?” Rezelin vastaus oli ”Innovaatio”, mikä tyydytti kysyjää.

Sven Bertlin

Jossain vaiheessa silloisen yhtiömme Imatra Steelin toimitusjohtaja Sven Bertlin oli käynyt tapaamassa PSA:n johtoa tavoitteena kuulla heidän näkemyksensä yhteisestä kehitysohjelmastamme. PSA vakuutti olevansa täysin sitoutunut hankkeeseen. Tämä riitti Bertlinille, minkä hän sitten kertoi myös minulle.

Patenteista

Patenttien tärkein funktio on, että ne suojaavat hakijansa tuotetta tai prosessia kilpailijoilta. Yhtiöiden välisessä yhteistyössä eräs kumppanin valintakriteeri ovat usein tämän patentit, jotka kuvaavat yhtiön innovatiivisuutta. Näin oli myös PSA:lla. Toisaalta PSA:n puolen kehityskumppanit eivät olleet kovin innostuneita siitä, että juuri meidän yhteisen tuotehankkeemme materiaali oli suojattu ja jopa kahdella patentilla. Se merkitsi lisätyötä vaihtoehtoisen toimittajan hankkimisessa.

Autonvalmistajat eivät hyväksy vain yhtä toimittajaa, on oltava myös toimiva vaihtoehto. Toisen vaihtoehdon on normaalisti maksettava patentin haltijalle yleensä aika

kohtuuhintaista rojalta. IMAFORM:in tapauksessa toinen toimittaja järjestyi aika sujuvasti.

VIII TILAUS – Tuotanto alkaa

PSA suunnitteli IMAFORM-alatuen suurempiin automalleihinsa. Alkuperäisenä tavoitteena oli alatuki uuteen malliin, mikä lanseerattiin 1996. Pahaksi onneksi kaikki testit eivät ehtineet valmistua ajoissa ja aikataulua jouduttiin pidentämään. Seuraava kohde oli vasta vuonna 2000 lanseerattava Citroën C5.

Kahdeksan sulatuksen koetuotanto oli ehditty toteuttaa hyvissä ajoin. Nämä alatu- et oli ohjattu pienempään automalliin, johon ne olivat varmuuden vuoksi reippaasti yli- mitoitettuja. Koetuotanto sujui ongelmitta, ja odottelimme vain varsinaisen tuotannon alkamista.

PSA:n ensimmäinen tilaus uuteen malliin tuli loppuvuonna 1999, ja tuotanto asiakkaal- la alkoi vuoden 2000 alussa. Tilauksen juhli- tamiseksi pidimme kotonani pienimuotoisen lämminhenkisen tilaisuuden, johon osallistui allekirjoittaneen ja Eerik Hocksellin lisäksi Kari Terho, joka rautaisella ammattitaidol- la oli pannut kuntoon teräksen valmistuk- sessa ilmenneitä ongelmakohtia, sekä Eila Kari-Koskinen, joka oli julkaissut lukuisia pieniä uutispätkiä teräksen kehitysvaiheis- ta henkilökuntalehdessä. Eilan positiivinen asenne oli osaltaan ylläpitänyt omaakin us- koani kehitystyön onnistumiseen.

Pommi jysähtää

Tuotanto lähti hyvin käyntiin ja jatkui on- gelmitta.

IMAFORM:in käyttäytyminen lastuami- sessa oli jonkin verran tavanomaisesta poik- keavaa, mutta Ari Anonen antoi asiakkaalle sopivat teräsuositukset ja koneistusarvot, eikä ongelmia tämän jälkeen ilmennyt.

Kun reilu vuosi oli mennyt mukavasti, sitten jysähti. Kesälomamatkallani vaimon kanssa kohti Torniota Eerik soitti autoon. PSA reklamoi halkeamista valmiissa alatus- sa. Ymmärsimme heti, että tilanne oli vakava. Soitelimme matkan aikana useita edestakai- sia puheluita, joita varten aina pysäytin au- ton. Saavuttuamme perille väki paikalla ih- metteli, miksi matkamme kesti niin kauan, mutta mehän vain hymyilimme.

Töihin palattuamme aloitimme välittö- mästi selvitystyön. Syksyn kuluessa selvitim- me synn lopputuotteen halkeamiin. Nämä olivat seurausta teräksen valuvaiheessa syn- tyneistä sisävioista, mitkä taontaprosessissa siirtyivät terästangon keskeltä tukivarren pin-

taan. Saimme prosessimuutoksilla ongelman korjatuksi. Syksyn aikana tapasimme PSA:n vastuuhenkilöt, joille esitimme ongelman synn ja tehdyt korjaavat toimenpiteet. PSA hyväksyi selityksemme, mutta ongelma ei ollut vielä sillä selvä. Asiakkaalle koitui lop- putuotteen halkeamien aiheuttamista ro- mutuksista kustannuksia, joiden maksajiksi luonnollisesti jouduimme. Myöhemmin, kun tein laskelmia IMAFORM-teräksen taloudel- lisista hyödyistä, halkeamareklamaatio teki niihin loven, mutta loppujen lopuksi tämä oli melko pieni kokonaisuuteen nähden.

Tässä yhteydessä en malta olla mainit- sematta erästä episodista. Kun korvausasia oli tullut esille, saatoinkin olla hieman allapäin olevan näköinen. Heikki Hurmola, silloinen laatujohtajamme, tokaisi: ”Vesa kuule, ra- haahan se vain on” ja purskahdimme kum- pikin nauramaan.

Elämä jatkuu

Näiden kommervenkien jälkeen IMA- FORM palasi normaaliin toimintaan. PSA oli tehnyt erinomaisen hyvää työtä erityisesti takeiden sammutustekniikan kehittämises-

sä. Lujuudet olivat valmiissa takeissa hyvät ja tasaiset ja lisäksi sammutuksen jälkei- set muodonmuutokset olivat minimaaliset, käytännössä nollat. Pystyimme saatuja ko- kemuksia käyttämään hyväksi myös muilla IMAFORM-asiakkailla.

Eureka-projektimme päättyi ja teimme siitä aikanaan asianmukaisen loppuraportin. Yhteistyömme PSA:n kehitysporukan kans- sa jatkui kuitenkin edelleen muilla aiheilla, mutta sehän olisikin sitten jo toinen tarina.

Ovakon aikana kehitin parikymmen- tä teräslajia. Jotkin niistä syntyivät päivissä, useimmat vaativat pidemmän ajan, mutta IMAFORM-teräksen kehitystyö oli ylivoi- maisesti pisin. Idea rävähti vuonna 1980, yhteistyö PSA:n kanssa alkoi 1986 jatkuen tuotannon alkuun vuoteen 2000.

Poikani Antti kehotti laatimaan oheiset materiaalitermien selitykset, Pekka ohjeisti digikuvien käsittelyä ja Heikki oikoluki kä- sikirjoituksen versiot tarkasti. Heille kullekin suuret kiitokset! ▲

TEKSTI: VESA OLLILAINEN,
KULENNOISISSA LOKAKUUSSA 2022

Materiaalitermien selityksiä

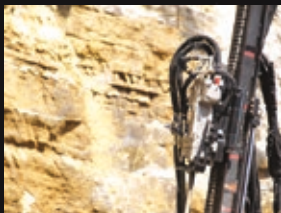
1. Hie on kiillotettu ja kevyesti hapolla syövytetty metallinäyte, mitä tarkastellaan mikroskoopilla. Se paljastaa metallin mikrorakenteen ja mahdolliset viat. Tässä tapauksessa hieessä erottuivat hiilettyneet pintakerros ja sisusta sekä halkeamat.
2. Hiiletyskarkaisussa kappaletta pidetään hiiltä luovuttavassa väliaineessa, kaasussa tai jauheessa, minkä jälkeen se karkaistaan joko suoraan hiiletyslämpötilasta tai erikseen kuumentamalla karkaisulämpötilaan, mistä se sammutetaan öljyyn tai veteen.
3. Nuorrutus on eräs teräksen karkaisukäsittely. Tavallisessa karkaisussa teräs kuumentetaan korkeaan lämpötilaan, yleensä yli 850-900 °C, mistä se sammutetaan nopeasti öljyyn tai veteen ja päästetään verraten matalassa 150-250 °C:n lämpötilassa. Nuorrutuksessa käsittely on muuten sama kuin karkaisussa mutta päästölämpötila on korkeampi, yleensä 450-650 °C
4. Ferriitti on eräs teräksen kidemuoto. Muita ovat mm. austeniitti ja martensiitti. Ferriitti eli alfa-rauta on näistä yleisin. Se pystyy liuottamaan itseensä vain vähän hiiltä, muutaman sadasosaprocentin verran. Liukoisuuden ylittävä määrä hiiltä esiintyy ferriittiin hautautuneina erilaisina karbideina eli metallin ja hiilen yhdisteinä. Liukoksessa oleva pienikin hiilimäärä voi lujittaa ferriittiä kohtalaisen paljon.
5. Vastapursotus on eräs metallin muovausmenetelmä. Myötäpursotus on analoginen esimerkiksi kermavaahdon pursottamisessa kakun pintaan. Vastapursotuksessa taas esimerkiksi sylinterimäistä aihiota painetaan tuurnalla, minkä läpimitta on pienempi kuin aihion, jolloin tämä pursuaa tuurnan ympäri tämän suuntaa vastaan muodostaen onton kappaleen.
6. Syväveito on kylmämuovausvaihe, jossa esikäsitelty, esimerkiksi pursotettu aihio vedetään sopivia, kiillotettuja työkaluja vasten, jolloin kappaleesta tulee mittatarkka ja pinnanlaadultaan hyvin sileä.
7. Sulfidimorfologia tarkoittaa sulfidien, tässä yhteydessä lähinnä mangaanisulfidien (MnS), kokoa, muotoa ja jakaumaa. Nämä epämetalliset sulkeumat vaikuttavat mm. teräksen mekaanisiin ominaisuuksiin ja muovattavuuteen yleensä näitä heikentäen.
8. Sälemartensiitti on eräs martensiitin alalaji. Martensiitti syntyy, kun teräs jäädytetään nopeasti sammuttamalla se korkeasta lämpötilasta yleensä öljyyn tai veteen. Martensiitti on runsashiilisempänä hyvin kovaa ja haurasta nk. levymartensiittia tai niuk- kahiilisempänä lujaa ja sitkeämpää sälemartensiittia. Tavallisimmin martensiitti on sekoitus molemmista tyypeistä. IMAFORM on käytännössä puhdasta sälemartensiittia.

kallion- poraus- teknologiaa pohjoisesta.

Hyvää Joulua &
menestyksestä
vuotta 2023!

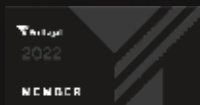
Tänä vuonna tuimme
Invalidiliiton, Unicefin
ja Suomen kansan-
terveysyhdistyksen
toimintaa.

Suomessa suunnitellut ja valmistetut hydrauliset kallioporakoneemme ovat tunnettuja luotettavuudestaan ja taloudellisesta poraustehostaan. Olemme ylpeitä voidessamme tarjota louhintateknologiaamme laitevalmistajille ympäri maailman. Näin olemme toimineet vuodesta 1993.



maalainen kaivostoiminta / tarvekiven louhinta / infrarakentaminen / kallionlujuitus / tutkimus

Doofor Oy
Kaarnakatu 11, 37150 Nokia
puhelin (03) 343 0747
doofor.com



Black Metal for the Green Planet

Oulun yliopiston Centre for Advanced Steel Research (CASR) järjesti marraskuussa 2021 kansainvälisen webinaarin Black Metal for the Green Planet, jossa pohdittiin ultralujien terästen ja vedyn välisiä vuorovaikutuksia sekä vedyn vaikutusta näiden terästen ominaisuuksiin. Webinaarin puheenjohtajana toimi TkT Sakari Pallaspuro CASR-yksiköstä. Referaatti on kirjoitettu julkaisuluvan saaneiden esitysmateriaalien perusteella.

Webinaarin esitykset aloittanut professori **Jukka Kömi** Oulun yliopistosta totesi, että yhteiskunnan ja erityisesti liikenteen energiansäästöpyrkimykset kasvattavat voimakkaasti ultralujien terästen käyttöä. Toisaalta vetytalous on myös voimakkaassa kasvussa pyrittäessä eroon fossiilisista energianlähteistä. Näistä syistä vedyn vaikutukset lujiin teräksiin on tunnettava entistä tarkemmin. Käytännössä kaikki ultralujat teräkset, joiden lujuus ylittää 1 000 N/mm² ovat alttiita vetyhauraudelle eli sitkeyden alenemiselle vetytitoisuuden kasvaessa ja lämpötilan laskiessa. Siksi näiden terästen vetytitoisuuksien tulee rajoittua minimiin, käytännössä jopa yhden ppm:n tasolle tai sen alle.

Kömi totesikin, että kehittyneiden lujiin terästen (AHSS) ensimmäinen sukupolvi painottui sitkeyden kasvattamiseen hiukan alemmissa lujuusluokissa. Toinen sukupolvi taas keskittyi lujuuden kehittämiseen maksimitasolle. Tulevaisuuden kolmas sukupolvi tulee keskittymään hiukan maksimilujuuksia alhaisempien lujuusluokkien terästen käyttöominaisuuksien optimoimiseen. Tämä tarkoittaa mm. parempaa vedyn sietokykyä.

Vetyhaurauden mallintamisesta

Norjan teknis-luonnontieteellisen yliopiston (NTNU) professori **Jiaying He** tarkasteli esityksessään terästen vetyhaurastumisen mallintamista mikrorakenteen atomimitakaavan tasolla. Vetyhaurauden taustatekijöinä ovat mm. vedyn aiheuttama atomien

välisen sidosten murtuminen sekä vedyn indusoima paikallinen plastinen muodonmuutos. Vetyhauraudelle ovat alttiita tilakeskisen kuutiollisen kiderakenteen ferriittiset teräkset sekä pintakeskisen kuutiollisen kiderakenteen metalliseoksista nikkelpohjaiset superseokset. NTNU:n tutkimustyössä vetyhaurastumista mallinnetaan mikrorakenteen kaikilla tasoilla lähtien atomien elektronirakenteen tasosta ja edeten atomi- ja kidevirhetasojen kautta kide- ja raerakenteen tasolle ja päätyen makroskooppisten rakenteiden tasolle saakka.

Professori He tarkasteli esityksessään vedyn vaikutusta dislokaatioiden käyttäytymiseen erilliskiteisissä nikkelissä sekä vedyn indusoimaa murtumiskäyttäytymisen muutosta kiderakenteen läpi etenevästä murtumasta raerajamurtumaksi kaksikiteisessä nikkelissä. Mallinnuksen tulosten perusteella vety pyrkii konsentroitumaan raerajoille, helpottaa plastisen muodonmuutoksen alkamista, mutta vaikeuttaa dislokaatioiden liikettä rakenteessa. Nämä tekijät myötävaikuttavat murtumiskäyttäytymisen muuttumiseen vetytitoisuuden kasvaessa.

Vetyhauraus martensiittisissa alumiiniseosteisissa teräksissä

Gentin yliopiston apulaisprofessori **Tom Depoverin** esityksen aiheena oli vedyn loukkuuntuminen ja vetyhaurastuminen martensiittisissa Fe-(Al)-C-teräksissä. Hän tarkasteli ensin vedyn loukkuuntumista ja vetyhaurastumista perinteisissä hiiliteräksissä siirtyen sitten tarkastelemaan alumiinin

vaikutusta teräksen mikrorakenteeseen ja vetyhaurauteen. Tutkittavan teräksen tavoitellut hiili- ja alumiinipitoisuudet olivat varsin korkeita (C 1,1 wt% ja Al 8 wt%) ja mikrorakenne oli martensiittinen.

Perinteisissä hiiliteräksissä vety loukkuuntuu matalammilla hiilipitoisuuksilla pääasiassa suurenkulman raerajoille ja dislokaatioihin, mutta hiilipitoisuuden kasvaessa loukkuuntumista tapahtuu enemmän dislokaatioihin ja sementiittifaasiin sekä suhteessa vähemmän suurenkulman raerajoille. Tutkittaessa vedyn aiheuttamaa haurastumista *in situ*-vetylatauksessa tehdyillä taivutuskokeilla todettiin vedyn haurastuttava vaikutus kaikilla hiilipitoisuuksilla. Vety haurastutti voimakkaimmin martensiittisäileiden muodostamien pakettien välisiä suurenkulman rajoja sekä perinnäisen austeniitin rakeiden sisälle sälepaketeista muodostuneiden blokkien välisiä suurenkulman rajoja. Vety muutti myös murtumatyyppiä rakeiden läpi eteneväksi lohkomurtumaksi.

Ferriittiä suosivan alumiinin lisäys synnyttää perinnäisen austeniitin raerajoille uuden ferriittisen faasin, joka on dislokaatioihyhdeltään korkea, kiderakenteeltaan tilakeskinen kuutiollinen ja pehmeämpi kuin ympärillä oleva martensiittinen matriisi. Syntynyt ferriittinen mikrofilimityyppinen faasi lisää rakenteen sitkeyttä, kun murtuma etenee rakenteessa pitkin tätä mikrofilimikerrasta. Vedyn läsnä ollessa ferriittinen raerajafaasi muodostuu rakenteen heikoimmaksi lenkiksi, jota pitkin murtuma etenee ja muuttuu lohkomurtumasta raerajamur-

In memoriam

Professori Jussi Rastas 1927-2022



Professori Jussi Rastas menehtyi 15.8. lyhyen sairauden jälkeen 94-vuotiaana Espoossa. Jussi Rastas teki pitkän uran tutkijana, opettajana sekä käytännön metallurgina. Hän oli valmistunut diplomi-insinööriksi TKK:lta 1950-luvun alussa ja väitteli tekniikan tohtoriksi 1966. Termodynamiikkaan keskittyneisiin jatko-opintoihin sisältyi myös matematiikan laudatur Helsingin yliopistossa. Monipuolinen työura kotimaassa ja ulkomailla käsitti useita vaiheita sekä tutkimuslaitoksissa että teollisuudessa. Jussi Rastas työskenteli Outokumpu Oy:n Metallurgisessa tutkimuslaitoksessa 16 vuo-

den ajan 1960- ja 70-luvuilla kehittäen useita tuotantokäyttöön otettuja prosesseja. Outokummusta hän siirtyi 1980-luvun alussa takaisin TKK:lle toimien Suomen Akatemian tutkimusprofessorina ja dosenttina. Hän oli suosittu luennoitsija, joka hyvin valittujen esimerkkien avulla välitti kuulijoilleen vahvan osaamisen ja näkemyksen soveltamalla fysikaalisen kemian teoreettisia peruskäsitteitä käytännön prosessiratkaisuihin. Eläköidyttyään v. 1992 hän jatkoi työtä omissa yrityksessään ja osallistui viimeisiin vuosiin asti moniin metallien kestävä kierrätystä edistäviin kehityshankkeisiin. Jussi Rastalle myönnettiin professorin arvonimi v. 1996. ▲

PERTTI KOUKKARI JA PEKKA STEN

KIRJOITTAJAT OVAT VTT:N TUTKIMUSPROFESSORI JA VAASAN AMMATTIKORKEAKOULUN YLIOPETTAJA

In memoriam

Kaarlo (Kalle) Hakalehto 1939–2022

Kaivosinsinööristä konepajateollisuuden kehitysjohtajaksi

Tekniikan tohtori Kalle Hakalehto kuoli 14.6.2022 Tampereella hoivakodissa. Hän oli 82-vuotias, syntynyt 20.6.1939 Helsingissä, mutta asui suuren osan elämästään Tampereella ja Pälkäneellä.

Kalle Hakalehto tuli ylioppilaaksi Tampereen lyseosta vuonna 1957 ja valmistui diplomi-insinööriksi Teknillisen korkeakoulun Vuoriteollisuusosastolta vuonna 1963.

Hän aloitti työuransa kaivosinsinöörinä Lohjan Kalkkitechdas Oy:n Tytyrin kaivoksella. Työssään hän oli alusta lähtien uranuurtaja kalliomekaniikan soveltamisessa ja kehittämisessä. Tutkimus- ja kehitystoiminta kiinnostikin niin paljon, että hän palasi jo 1964 laboratorioinsinööriksi opinahjoonsa Otaniemeen. Suoritettuaan tekniikan lisensiaatin tutkinnon hän jatkoi opintojaan Yhdysvalloissa University of Minneapolis'issa ja suoritti siellä Master of Science in Engineering -tutkinnon vuonna 1967. Palattuaan Suomeen takaisin Vuoriteollisuusosastolle Hakalehto jatkoi tutkimustyötään kalliomekaniikan parissa ja perusti ensimmäisen kalliomekaniikan laboratorion Suomeen sekä käynnisti kalliomekaniikan yliopistotasoisien koulutuksen maassamme. Tekniikan tohtoriksi hän väitteli vuonna 1969. Vuosina 1971–1972 Hakalehto oli Suomen Akatemian vanhempi tutkija ja sinä aikana hän vieraili tutkijana Colorado School of Mines'issa Yhdysvalloissa. Hän oli ehdottomasti yksi tärkeimmistä henkilöistä kalliomekaniikan opetuksen ja tutkimuksen aloittamisessa Suomessa. Hakalehdon alullepanema kalliomekaniikan kehitys on mahdollistanut aiempaa tehokkaamman kaivostuotannon ja monipuolistanut kalliorakentamisen mahdollisuuksia.

Kalle Hakalehto palasi 1972 teollisuuden palvelukseen Tampellaan, jossa hän päätyi konsernijohtoon tuotekehitysjohtajaksi. Vuonna 1986 hän siirtyi Rauma-Repolaan,



jossa hän niin ikään toimi konsernin kehitysjohtajana ja oli mukana kehittämässä mm. kävelevää metsätyökoneita ja MIR-sukelluspalloa. Hakalehto siirtyi 1993 tuotekehitys- ja innovaatioyhtiö Hermian projektijohtajaksi, missä tehtävässä hän oli eläkkeelle jäämiseensä vuoteen 2004 saakka. Hän toimi dosenttina Helsingin Yliopistossa, Tampereen teknillisessä korkeakoulussa ja Teknillisessä korkeakoulussa. Hänellä oli tärkeitä luottamustehtäviä alan kotimaisissa ja kansainvälisissä yhdistyksissä. Hän oli alulle panijana ja yksi viidestä Maanalaisten tilojen rakentamisyhdistys MTR ry:n perustajajäsenestä vuonna 1975 sekä yhdistyksen hallituksen varapuheenjohtaja. Kalle oli myös VMY:n kaivosjaoston ja EIRMA:n (European Industrial Research Management Association) hallituksen jäsen. Hänelle oli myönnetty kotimaisia kunnia- ja ansiomerkkejä (SVR R 1,

STS jetoni).

Pälkäne oli Kallelle läpi elämän tärkeä paikka. Siellä on ollut Hakalehtojen vapaa-ajan mökki 30-luvulta lähtien, ja Kalle laajensi sen ympärivuotiseksi asunnoksi niin, että perhe asuikin siellä. Vielä eläkkeelle siirtymisensä jälkeen Kalle esiintyi julkisuudessa lehdistössä ja TV:ssä vastustaessaan voimallisesti Pälkäneen-Kangasalan harjun luonnonomukaisuutta uhkaavaa hanketta, jossa Tampere ja Valkeakoski suunnittelivat pohjaveden tekemistä keinotekoisesti harjua käyttämällä.

Ihmisenä Kalle oli ystävällinen ja rauhallinen ja helposti lähestyttävä. Kalle tapasi Ritvan, o.s. Sepponen, Otaniemessä, ja he menivät naimisiin vuonna 1964. Hakalehtojen tyttärestä Mariasta tuli kansallisen tason huippuhiittäjä. Tähän oli varmaan vaikuttamassa Kallen kova urheiluhenkisyys. Kalle hankki vuorimiestovereidensa kanssa Kittilästä yhteisen vapaa-ajan paikan Tosikkomajan, jonka paikkakin valittiin niin, että kiinteistön rajalta oli vain 30 metriä valaisutulle ladulle. Tosikkojen jäsenenä Kalle vanhempana tieteenharjoittajana loi tukevuutta nuorempien veljien opiskeluun tilanteen vaatiessa ja osallistui aktiivisesti Tosikkojen rientoihin ja ekskursioihin monien vuosikymmenien aikana.

Eläkkeelle jäämisen jälkeen perhe, johon kuuluivat vaimo Ritva ja tytär Marian kolmilapsinen perhe, tuli Kallelle vielä entistä tärkeämmäksi. Kalle toimi pitkään Ritvan omaishoitajana tämän kuolemaan saakka vuonna 2011. Tämän jälkeen Kallen oma sairaus sai yllöksen, ja Kalle vietti viimeiset vuotensa Tampereella hoivakodissa. ▲

**PEKKA MIKKOLA
HEIKKI SAVOLAINEN**



KATTAVAT PALVELUT POHJOISIIN OLOSUHTEISIIN



Olemme valintasi palvelu- ja asiantuntijakumppaniksi kaikkialla pohjoisessa. Tarjoamme käyttöösi kokonaisvaltaisen tietämyksemme räjäytys- ja louhintatöihin sekä niihin liittyviin ympäristövaikutuksiin.



Lue lisää palveluistamme

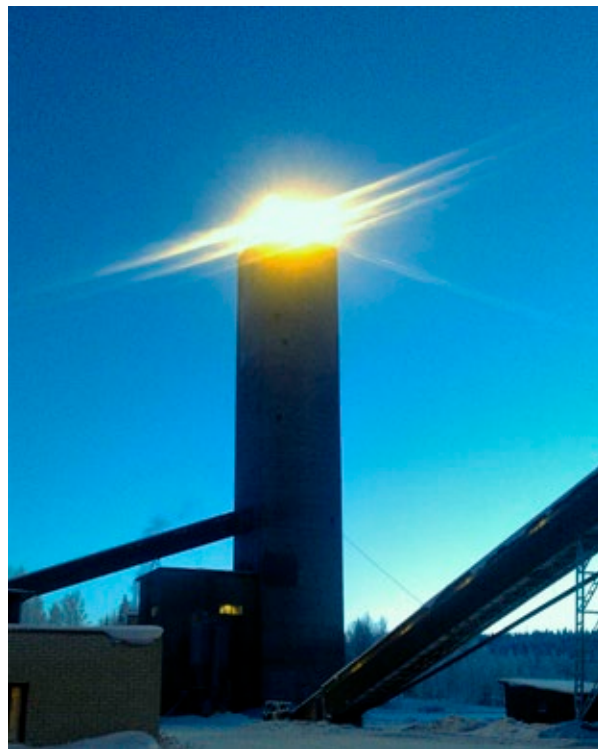
>> [FORCITEXPLOSIVES.FI](https://forcitexplosives.fi)

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

Kaivostornivalokuvauskilpailun satoa



Lauri Siiraman kuva Kemijärven Misin alueelta Leveäselän kaivostorni



Jyrki Koskisen kuva Luikonlahden tornista talvella 2014



Antero Tenhusen kuva näkymästä Outokummusta Sysmäjärveltä vanhan kaivotornin suuntaan



MERI WIBERG

Geologisen kaupunkikartoituksen osallistujia

Geologina kaupunkia kartoittamassa

”Geologin kaupunkikartoitus järjestettiin pääkaupunkiseudulla 28.–30.10.”

Suomen geologian opiskelijat koontuivat lokakuun viimeisenä viikonloppuna pääkaupunkiseudulle verkostoitumaan ja kartoittamaan kaupunkia Geologisen kaupunkikartoituksen eli tuttavallisemmin KaKan merkeissä. KaKa järjestetään vuosittain siten, että järjestäjäkaupunki vaihtuu Helsingin, Turun ja Oulun kesken eli toisin sanoen jokaisen yliopistokaupungin, jossa voi Suomessa opiskella yliopistossa geologiaa, välillä. Tämä vuosi on ollut koronan vuoksi sinänsä poikkeuksellinen, että kolmen kaupungin opiskelijat pääsivät jo keväällä tutustumaan toisiinsa tapahtuman merkeissä Turussa. Nyt syksyllä oli kuitenkin Helsingin yliopiston geologian opiskelijoiden ainejärjestön Vasara ry:n (tästedes Vasara) vuoro järjestää tapahtuma ja otimme vastaan opiskelijoita Oulun ja Turun yliopistoista sekä Åbo Akademiasta. Oulun opiskelijoiden

ainejärjestö Nikoli ry oli lähtenyt Oulusta bussikytyillä jo varhain perjantaiamuna. Turun osallistujia edustanut Pulterit ry taas pääsi matkaan niin ikään bussikuljetuksella muutamaa tuntia ennen tapahtuman alkua.

Geologista kaupunkikartoitusta on järjestetty ainakin 1990-luvun loppupuolelta lähtien, mutta niihin aikoihin tapahtumaa kutsuttiin eri nimellä. Vuonna 1998 Helsingistä lähti 16 osallistujaa kohti Oulua. Siellä oli edessä tapahtuma, jota silloin kutsuttiin Kaupunkikartoituksen SM-kilpailuiksi. Tapahtuma oli silloin virallisesti yksipäiväinen, mutta jossain vaiheessa se laajeni koko viikonlopun kestäväksi tapahtumaksi. Toki ulkopaikkakuntalaisten matka järjestäjäkaupunkiin ottaa aina aikansa, joten siirtymä lienee ollut luonnollinen. Tätä nykyä tapahtuman järjestäjäkaupungin opiskelijajärjestö nimeää toimikunnan suunnittelemaan tapahtuman, joka näkee Oulun mustahaalariset

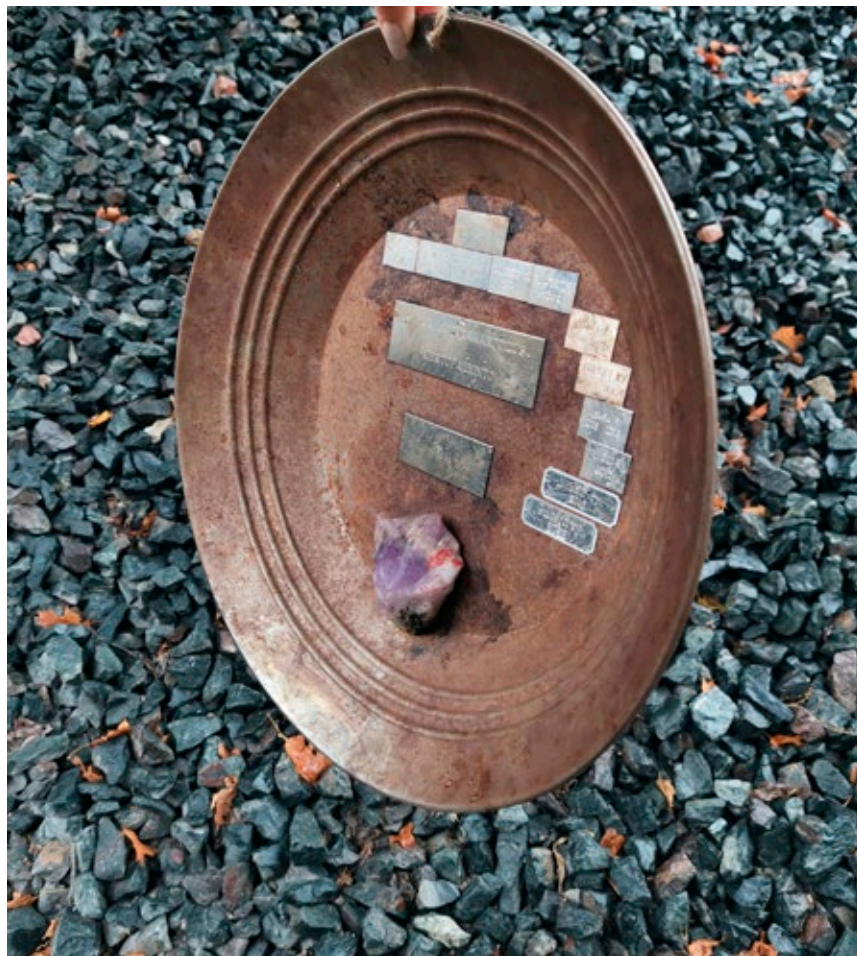
sekä Turun ja Helsingin harmaahaalariset opiskelijat verkostoitumassa ja tutustumassa toisiinsa. Tämän päivän opiskelijatoverit ovat huomisen kollegoita.

Osallistujat saapuivat pimenevänä perjantai-iltana Espoon Nuuksiossa sijaitsevaan Solvallon Urheilupuistoon, jonka tiloissa majoituttiin viikonlopun ajan. Verkostoitumaan päästiin jo heti illan mittaan, kun osallistujat jaettiin satunnaisiin ryhmiin, joissa viikonlopun aikana tulnaisiin osallistumaan pienimuotoisiin olympialaisiin sekä tietovisaan. Tapahtuman järjestäjätiimin eli KaKa-komitean toinen vetäjä Miika Tolonen kommentoi jälkikäteen tapahtuman alkua näin: ”Oli ihana nähdä, kun osallistujat olivat vihdoinkin perillä. Olimme noin kymmenhenkisen tapahtumakomitean kanssa suunnitelleet tapahtumaa jo monta kuukautta ja ilman jokaisen työpanosta tapahtuma ei olisi ollut onnistunut”. KaKa-komitean muut jäsenet

Tolosen lisäksi olivat Vasaran puheenjohtaja Meri Wiberg, sihteeri Turo Ylitalo, sekä jäsenet Elsi Kesäläinen, Alfredo Nittolo, Arthur Visulainen, Roosa Vuorinen, Roosa Weckström sekä Olivia Äyrämöinen. Komitean tehtävät olivat alkaneet jo keväällä mahdollisten majapaikkojen sekä yhteistyökumppanien etsinnällä ja jatkuneet aloituspäivään asti käytännön asioita valmistellen ja viimehetken muutoksia selvittellen. Perjantai-ilta sujui mukavasti ja Solvallon neljä majoitusrakennusta hiljenivät unille valmistautuen seuraavan päivän seikkailuihin.

Lauantaiaamuna osallistujat heräsivät valitettavasti sateen ropinaan, mutta siitä huolimatta oli aika lähteä kohti Helsingin keskustaa ja itse kaupunkikartoitusta. Tämä tapahtuman osa tapahtuu rastikierroksena, jossa joukkueet eri yliopistoista kilpailevat toisiaan vastaan geologisen kaupunkikartoituksen pääpalkinnosta eli KaKan kiertopokaalista. Tällä kertaa kiertäviä joukkueita lähti kohti rasteja vajaa 20 kappaletta ja heillä oli kuusi tuntia aikaa kiertää rasteja ympäri Kallion ja Kruununhaan alueita Helsingissä. Suurin osa rasteja oli Vasaran opiskelijoiden pitämiä, mutta myös yhteistyökumppaneiden rasteja oli tarjolla kiertäjille. Yhteensä kymmenen eri rastin tehtävät vaihtelivat karttatehtävistä mineraalien tunnistukseen. Vuorimiesyhdistyksellä oli myös rasti tapahtumassa. Rastilla tehtävänä oli läpäistä VMY-aiheinen tietovisa osoittaen aitoa vuorimieshenkeä. Rastilla nähtiin loppuryntäys suunnistuksen viime metreillä, mutta joukkueet suoriutuivat visailusta mallikkaasti. Rastia pitänyt VMY:n geologijaoston jäsen Eetu Jokela kommentoi tapahtumaa seuraavasti: ”Mahtavaa, että päästiin mukaan Helsingin KaKa:n vuosien tauon jälkeen! Rastilla oli hauska seurata perjantain matkapäivän väsyttämiä sankareita aina ensimmäisistä joukkueista illan viimeisiin saakka.” Suunnistajat näkivät kierroksen aikana vähän aurinkoaakin, kun iltaa kohden pilvipeite hetkeksi repeili.

Rastikierroksen jälkeen osallistujat alkoivat palata Nuuksiin ja oli päivällisen vuoro. KaKa-komitean jäsenet olivat suunnitelleet ohjelman lisäksi viikonlopun aamu- ja yöpalat sekä päivälliset osallistujille ja ruokavastaavat olivat työntouhussa Pikku Solvalla-rakennuksen keittiössä aina ennen ruokailuja. Iltapalat taituroiden Suomen Luontokeskus Haltian yleisökodassa lähempänä



Rastikierroksen voittajan kiertopalkinto

yon pikkutunteja. KaKa-komitean kootessa joukkueiden pisteitä eri rastinpitäjiltä oli niiden laskun jälkeen aika julkistaa halutun kiertopokaalin voittaja. Voittajan julistamisen kunnian sai KaKa-komitean Tolonen, joka julisti voittajaksi Vasaran jäsenistä koostuvan ryhmän. Voittajatiimin lisäksi tilaisuudessa palkittiin erinäisten ohjelmanumeroiden voittajat, kuten perjantain olympialaisten ensimmäinen tiimi. Loppuillan osallistujat nauttivatkin musiikista ja erilaisista peleistä.

Sunnuntaina oli valitettavasti aika päättää tapahtuma. Aamupalan jälkeen oli aika luovuttaa huoneet ja kokoontua lopetustilaisuuteen Solvalla Areenaan. Oli aika kiittää yhteistyökumppaneitamme ja osallistujia onnistuneesta tapahtumasta ja toivottaa vanhoille ja uusille ystäville hyvää matkaa kotia kohti. KaKa-komitean työt eivät tosin

osallistujien lähdettyä vielä loppuneet. Heillä oli edessä huoneiden läpikäyminen ja majoitusalueen yleinen tarkistus, jonka jälkeen tavarat pakattuaan hekin pääsivät ansaitulle levolle nauttimaan aurinkoisesta sunnuntaista Helsingissä. Matkatessaan kotiin kaupunkikartoittajien katseet kääntyivät jo hiljalleen kohti ensi vuoden syksyä ja kaikkea sitä, mitä KaKa toisi tullessaan saapuessaan silloiseen järjestäjäkaupunkiin Ouluun. ▲

TEKSTI: TURO YLITALO

Kirjoittaja on Vasara ry:n vuoden 2022 sihteeri ja toimi toisena KaKa-komitean vetäjänä.

Kaivoskarhu

Kaivosmiehet myös taiteen osaajina

Materia-lehden numero 2/2022 artikkelin (Kaivostornit) innoittamana ajattelin tuoda esille yhden todisteen kaivosmiesten taiteellisesta osaamisesta.

Asia liittyy Misin alueen rautamalmeihin. Alueella on toiminut kaikkiaan kolme erillistä kaivosta vuosien 1958 – 1978 välisenä aikana: Kärvasvaaran, Raajärven ja Leveäselän kaivokset. Itse olen ollut aikanaan niissä jokaisessa lyhyitä aikoja kaivostöissä, lähinnä joulujat opiskelujen lomassa. Viimeinen työrupeama päättyi hieman ikävästi vuonna 1972 Leveäselän kaivoksella. Nousin ylös kaivoksesta aamuvuorossa, hetkeä ennen kaivoksen sortumista, joka tapahtui heti iltavuoron alussa. No, se siitä.

Kaivomiesten taiteellisuus tulee esiin oheisen kaivoskarhun muodossa. Se on tehty Raajärven kaivoksessa tavatusta pehmeästä

kivistä. Itse taiteilijan nimeä en ehtinyt saada tietooni, mutta uskon vahvasti, että tekijä oli kaivoksen maanalaisissa töissä. Jos joku tätä lukiessa muistaa tekijän, niin tieto olisi arvokas.

Teos on ”veistetty” vuonna 1974 ja se luovutettiin silloiselle kaivoksen johtajalle. Perheyhteyksien takia olen sitä ihastellut vuosien varrella isäni kirjahyllyssä. Nyt se koristaa meidän perheemme kirjahyllyä. Kaivoskarhu on taiteellisenä teoksena vertaansa vailla, sen mittasuhteet oikeaan karhuun ovat todellisia ja painoakin teoksella on noin 5,2 kg. Lyhyesti sanottuna se on todella vaikuttava veistos ja meille arvokas muisto noilta ajoilta.

Liitän tähän loppuun myös otteen fil.lis Juhani Nuutilaisen kirjoituksesta Vuoriteollisuus-lehdessä nro 2/1964, joka kirjoitus kuvaa kaivoskarhun kivilajiperustetta:

”Avolouhosalueen kivilajit ovat seuraavat: Eteläpuolella on vahva albitiittiplutonitoni, johon tehdään kuulua. Tämä on tutkimusten perusteella lujuudeltaan alueen paras kivilaji. Albitiitin pohjoispuolella on paksuimmalta osaltaan noin 100 m dolomiittikerros. Sen ja albitiitin välissä on muutaman metrin vahvuinen talkki-klooriittisööri. Avolouhoksen keskiosissa rajoittuu dolomiitti suoraan päämalmioon ilman kontaktisaumaa. Malmion N-laidalla on pitkänomainen dolomiittifragmentti, joka osoittanee, että malmi on tunkeutunut dolomiitin reunaosan rakoon lähelle kvartsiitin rajaa. Malmeja ympäröi enimmäkseen serpentiniitti tai aivan pehmeä kloriitti-tremoliittikivi. Avolouhoksen N-laidalla on tässä kivessä suuria murskaleita albitiittia.”

Ja vielä (ilman kuvia) em. kirjoittajan arvio kiven laadun vaikutuksista. Itse muistan kiven pehmeiden vaikutukset ajoittain kaivosperissä olevasta liejusta, josta kaivosmiehet käyttivät osuvaa ilmaisua LERVA.

”Kuvista saanee käsityksen malmioiden monimutkaisesta rakenteesta. Tämä yhdessä pehmeiden kivilajien ja ruhjoutuneiden kovempien kivilajien kanssa on vaikeuttanut geologista tutkimusta ja asettaa varmaan hankaluuksia kaivostyölle.” ▲

TEKSTI JA KUVA: LAURI SIIRAMA



Käykö se?

Muun rovasti sanoi kollegalleen heidän keskustellessaan kahvikupin ääressä: ”Ei minua niinkään haittaa se, että ihmiset katsovat kelloaan saarnan aikana. Se vähän harmittaa, kun he sitten nostavat kellon korvalleen ja kuuntelevat, käykö se.”

Muun muassa tämä anekdootti jutun loppussa esittämäni viestiketjun lisäksi sai minut ajattelemaan käydä-sanan moninaisia merkityksiä ja laajemminkin sitä, että sama sana voi kielessä tarkoittaa monta eri asiaa. Kuulijan tai lukijan tehtävä on asiayhteydestä päätellä, mikä tarkoitus tai merkitys kulloinkin on puhujan tai sanankäyttäjän mielessä. Eli vastuu on hänellä.

Yllä oleva esimerkki yhdistää sanan käydä toimimiseen. ”Olisin lähtenyt aamulla töihin autolla, mutta moottori ei lähtenyt käymään tai käyntiin.” ”Olin myöhässä, koska kelloni oli lakannut käymästä.” Nämä ovat meille kaikille tuttuja arkipäivän tilanteita ja selityksiä.

Sana käydä voi tarkoittaa myöskin kulke- mista, yleensä kävellen. Yleinen puujalkavit- si onkin: ”Mennäänkö käyden vai jalkaisin?” ”Tie on pitkä käyden kulkevalle, ja ehtoo saapuu, ennen kuin olet perillä.”

Veikko Huovinen esittää varhaisessa no- vellissaan ”Robinson Korhosen vuotuinen kesäloma” sanan käydä erään merkityksen, joka tarkoittaa ruisjauhojen muuttumista vii- naksi. Tämä ilmiö eli käyminen on Huovisen mukaan kiinnostanut ihmisiä kautta aikojen.

Nykykielessä käyminen eli erilaisten raa- ka-aineiden muuttuminen hiivan ansiosta alkoholiksi ymmärretään laajemman käsit- teen eli fermentoitumisen alalajiksi. Kirjal- lisuudessa on herkkuisia kuvauksia käymis- tuotteiden nauttimisesta ja sen seurauksista, mutta todellisessa elämässä niiden liiallinen nauttaminen johtaa useimmiten vaikeuksiin.

Käydä-sana voi myös tarkoittaa sopi- mista tai vierasperäistä ilmaisuja passaa- minen. ”Kyllä se minulle käy/passaa, kunhan ei mennä liian pitkälle.” Tällainen ehdollinen myöntyminen voi tulla vastaan esimerkiksi parisuhteen käynnistelyvaiheessa.

Käydä voi myös vieraisilla tai jossakin kohteessa. Jos käynti jää lyhyeksi, puhutaan usein piipahtamisesta. ”Käyn äkkiä (piipah- dan) kotona, ja lähdetään sitten eteenpäin.” ”Kävimme lomalla Turkin Antalyassa ja Saa- riselällä.” Käyminen vieraisa on saanut kie- lessä ihan oman merkityksensä.

Sattuminen tai tapahtuminen on käy- dä-sanan eräs yleisimmistä merkityksistä. Kävi niin tai näin, se selitetään aina parhain päin (ainakin politiikassa). ”Minulle kävi ei- len hassusti.” Isälläni oli tapana sanoa: ”Eihän siinä sen huonommin käy, kuin sallittu on”, kun ryhdyttiin johonkin, jonka lopputule- ma ei ollut etukäteen tiedossa. Tunnettu on myös edesmenneen presidenttimme Mauno Koiviston lausahdus: ”Jos emme tiedä, kuinka tulevaisuudessa tulee käymään, olettakaam- me, että kaikki käy hyvin.”

Eräs käydä-sanan merkitys liittyy sana- pariin käydä jollakin (jonkin voimalla). ”Käy- kö tämä auto bensalla vai dieselillä?” ”Pidän itseni käynnissä kahvilla (kahvin voimalla).” ”Viimeiset kilometrit moottori kävi pelkillä höyryillä/pyhällä hengellä.”

Myös aseesta saatetaan sanoa, että se käy tarkasti. Silloin tarkoitetaan sitä, että luoti osuu juuri siihen kohtaan, johon tähtäimet osoittavat. ”Vaarivinaan luodikko kävi mah- dottoman tarkasti.”

Sanaa käyttää voidaan pitää käydä-sanan johdannaisena ja se avaa taas joukon uusia vivahteita. Käyttäminen voi tarkoittaa vaik- kapa hyödyntämistä (”Käytin tilaisuutta hy- väkseni”) tai nauttimista (”Hän käyttää ravin- nokseen vain kasviksia ja nuuskaa tupakan asemesta”). Käyttäminen voi tarkoittaa myös alkoholin valmistamista käymisprosessin kautta (”Käytin mäsikin ja keitin siitä ponti- kat”). Yleinen merkitys sanalla käyttäminen on viedä joku johonkin (”Käytin sukulaistani Särkänniemessä ja Näsinneulassa.”).

Tuleeko sinun mieleesi vielä muita mer- kityksiä käydä-sanalle tai sen johdannaisille? Ainakin toimitussihteerimme Leena Vanha- talo lähetti heti seuraavia merkityksiä: Käydä = asettua, laittautua. ”Kävin pitkäksi” tai ”Kävin nukkumaan”. Käydä läpi = tarkastaa, tutkia. ”Kävin läpi jutun asiakirjat ja löysin sitä

ja tätä”. Oma lukunsa on sitten johdannainen käymälä. Sana on vakiintunut tarkoittamaan paikkaa, jossa käväistään tiettyjä asioita var- ten, mutta ei pidetä pitkiä istuntoja. Löydätkö sinä vielä muita?

Laitan tähän loppuun yllä lupaamani WhatsApp-viestiketjun, joka toimi yhtenä ponttimena käydä-sanan moninaisten merki- tysten pohtimiselle. Kollegani viestitti: ”Ihmi- nen kävelee noin 1600 kilometriä ja juo kes- kimäärin 85 litraa olutta vuodessa. Ihminen pääsee siis 100 kilometriä 5,3 litralla. Ihan O.K. kulutuslukema?”. Vastasin: ”Ei pidä paikkaan- sa ainakaan minun kohdallani. Väitän kävele- väni enemmän ja olutta juon vähemmän kuin litran vuodessa. En siis käy käymistuotteilla. Luokiteltaneen fermenttivapaaksi.”

Kollega vastasi: ”Mutta käymään vain tän- ne tullaan eikä olemaan...”. Minä puolestani: ”Kyllä vain, mutta käydä voi millä vain, vaik- kapa Wigrenin ohutlenkillä” (tamperelainen lenkkimakkara, siht.huom.). Tähän kollega: ”Eli se siitä fermenttivapaudesta.” Minä taas intin: ”En tiennytkään, että Wigrenin ohut- lenkki eli makkara valmistetaan käyttämällä. Moottorit käyvät fossiililla, ihmiset oluella, makkaralla tai millä vaan.”

Kollega vastasi vielä: ”Jos ihminen käyttää makkaraa, niin eikös makkara silloin käy...?” Minä vastasin: ”Käyhän se hänelle ruoak- si...” (viestiketjun loppu). Näinkin syvällisiä pohdintoja WhatsApp:issa siis harrastetaan ja lopputuloksena voi olla vaikkapa tällainen kevennysyritys Materia-lehteen.

Olkoon tämä esimerkkinä kielemme mo- ninaisuudesta ja rikkaudesta. Lieneekö se myös yhtenä synnä siihen, että Suomen kieli koetaan ulkomaalaisten toimesta hankalaksi oppia? ▲

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

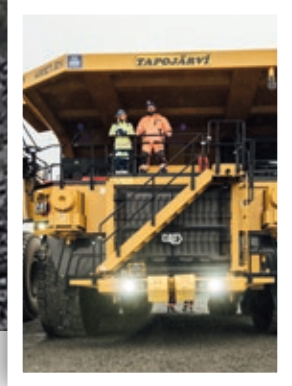
Teräspalvelukeskus

Miilux® oy

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

www.miilux.fi

Uusia ratkaisuja KESTÄVÄÄN ELÄMÄÄN



Tapojärvellä on vuosikymmeni-
en kokemus kaivospalveluis-
ta. Toimimme tällä hetkellä useil-
la kaivoksilla sekä maan alla että
avolouhoksissa kiinteänä osana
tuotantoa.

Teemme myös jatkuvaa kehitys-
ja tutkimustyötä kaivos- ja teolli-
suusalan kehittämiseksi.

Käytössämme on moderni, tuotta-
va ja kustannustehokas kalusto.
Teknologian kehittyessä tuotan-

tovaruus ja tuottavuus kas-
vaa, työ monipuolistuu ja ympä-
ristövaikutukset vähenevät.

Kun kalusto ja laitteet ovat kun-
nossa, myös työntekijöillä on
mukavampi, puhtaampi ja ergo-
nomisempi työskennellä.

Pidämme kalustosta huolta am-
mattitaitoisen huoltojoukko-
me avulla. Huolto-organisaati-
omme toimii lähellä tuotantoa
jokaisella tuotantotyömaalla.

TAPOJÄRVI-KONSERNI

- Perustettu 1955
- Työntekijöitä n. 800
- 13 toimipistettä 3 maassa
- 450 kalustoyksikköä
- LTIF 1,86/Milj.h
- 19 000 tunnelimetriä/a
- 47,9 Mt käsiteltyä materiaalia vuosittain
- 4 M€/a tutkimus- ja kehitystyöhön

**TEEMME MERKITYKSELLISTÄ TYÖTÄ, JOSSA KAIVOSTEKNOLOGIAN
JA KIERTOTALOUDEN KEHITTÄMINEN OVAT KESKIÖSSÄ**

TAPOJÄRVI

tapojarvi.com
#tapojarvi #tapojarvi #belongtoourstory

**Hannukainen
MINING**

hannukainenmining.fi
#kotimainenkaivos

Metallurgijaoston syysekskursio 7.9.2022 Boliden Harjavalta

Yli 20 jaoston innokasta jäsentä osallistui perinteiselle syysekskursiolle Boliden Harjavalta tehtaille. Osa tuli selvästikin vesterämään entiseen työ- tai harjoittelupaikkaansa liittyviä muistoja.

Ennen oli vain Outokumpu ja Kemira. Nyt Harjavalta Suurteollisuuspuistossa toimii noin 30 erillistä yritystä, joista Boliden Harjavalta käsittää sulatto- ja happotehdasliiketoiminnot. Olivatko 70-luvulla, siis ennen vanhaan, asiat paremmin vai vain toisin?

Vierailun aluksi nautimme erittäin maukkaan lohikeiton ja kakkukahvit. Ansiokkaan tehdasesittelyn jälkeen tutustuimme itse tehdaslaitokseen. Oli erittäin ilahduttavaa kuulla, että tehtaalla CO₂- ja SO₂-päästöt ovat laskeutuneet huomattavasti vuosien varrella johtuen lähinnä uusinvestoinneista, joista viimeisimpinä ovat happotehdas ja höyrykuivain. Myös prosessien hallinta ja tuotannon stabilointi ovat parantuneet erityisesti petauslaitteen, syöttölaitteiden ja viimeisintä teknologiaa

olevien rikastepolttimoiden ansiosta. Keskukseluosiossa ihmeteltiin yleisesti sitä, että ilmastonmuutoksen seurannassa on CO₂-päästöjen ohella unohdettu metaanipäästöjen kertaluokkaa suurempi vaikutus otsonikerroksen ohentumiseen.

Ainakaan tuotantomäärät, päästöt ja prosessilaitteet eivät olleet ennen paremmin, päinvastoin kehitys on edennyt huimasti niistä ajoista.

Tehdaskierroksen jälkeen siirryimme legendaariseen Harjapirttiin. Nautimme maikoisan illallisen aktiivisen yhteislaulun ja erinomaisten soolo-osuuksien kera. Saimme kuulla myös hauskan tarinan, joka koski seinällä olevaa yli kaksisataa vuotta vanhaa ryijyä. Lopuksi vieraiden kiitokset - naisduon esittämä serenadi ja ekskursiomestarin kiitospuhe ”hybridijuomien” kera – kruunasi vierailevan vierailun.

Vasta kotimatalla, illan tummetessa muistivat mieleen ”vanhat hyvät ajat”. Asuttiin tehtaalla/kuonakasan varjossa, kaikki oli

lähellä: työpaikka, sauna, pesutupa, urheilukenttä, jääkiekkokaukalo, tenniskenttä, autotalli ja rasvamonttu sekä krouvi, kaikki alle kahdensadan metrin säteellä! Mitä muuta insinööri tarvitsi - saunailat ja pikkujoulut, nekin olivat yhtä lähellä.

Ei ollut facea eikä tinderä, mutta oli Vasken Viesti, jossa kerrottiin kuvan kera uudesta tulokkaasta: syntymäaika ja -paikka, valmistuspaikka ja siviilisäätty esim. poikamies, osin disinformaatiota, mutta käyttökelpoista tietoa kylillä.

Vasken Viesti 5/1975: ”Verenluovutus Kerholla 22.12.1975: Harjavaltaisilta toivotaan saatavan koko Suomelle joulun seudun veret.” Kova tavoite, mutta olihan muutamaa vuotta aikaisemmin puhuttu kuparin punaisemmasta väristäkin – verikuparista.

Suuret kiitokset isännille onnistuneesta tehdasvierailusta! ▲

TEKSTI: VESA LAAKSO, ANTERO HELJALA
KUVA: MIIKKA MARJAKOSKI



Kaivos- ja louhintajaoston syysretki Kemiin ja Ouluun 5.-6.9.



Kemin kaivoksella



Porari työssään



Valvomon esittely

Palamalmista
seinä



Entisiä Keminkaivoslaisia





OMS,koerikastamon esittely



Asko Saastamoinen, Keliber



Zongxian Zhang, OMS



Santtu Heiniluoto, Oulun yliopiston Materiaalianalyysikeskus





Geosählyturnaus kerää rahaa lasten ja nuorten liikuntaharrastusten tukemiseen

Kolme vuotta sitten Hannukainen Miningin ja Tapojärven yhteisjoukkue voitti Sodankylässä järjestetyn kaivos- ja malminetsintäalalla toimivien yritysten välisen Geosählyturnauksen. Tuolloin hyväntekeväisysspottiin kertyi 5 886 euroa ja varat lahjoitettiin Sodankylän pallon salibandyn junioritoimintaan.

Viime viikonloppuna turnaus pelattiin Torniossa, jossa hyväntekeväisysspottiin kerättiin rahaa 7 249,60 euroa. Edellisen turnauksen voittaja sai valita tämän vuoden lahjoituskohteen. Joukkue valitsi yrityksen kotipaikkakunnan eli Kolarin kunnan lapset ja nuoret.

- Käymme viemässä shekin kuntaan jo tällä viikolla. Toivomme, että potti käytettäisiin siten, että kaikki lapset ja nuoret pääsisivät nauttimaan liikunnasta, Hannukainen Miningin hankejohtaja **Jaana Koivumaa** sanoo.

Yhteishenkeä yli joukkuerajojen

Tänä vuonna kentällä nähtiin Hannukainen Miningin ja Tapojärven yhteisjoukkueen lisäksi Agnico Eaglen, Anglo Americanin ja





Palsatechin yhteisjoukkue sekä Rupert Finlandin, Terrafamen ja Outokummun joukkueet.

- Flunssa ja korona verottivat viime hetkellä joidenkin joukkueiden pelaajamääriä, mutta hyvällä yhteishengellä lainattiin pelaajia joukkueista toisiin, tapahtuman järjestäjä ja Anglo Americanin/Palsatechin yhteisjoukkueessa pelannut **Mika Alasuutari** kertoo.

Geosählyturnauksen tarkoituksena on edistää malminetsintä- ja kaivosteollisuudessa toimivien yhtiöiden ja henkilöiden tiimihenkeä ja verkostoitumista työhyvinvointia ylläpitävien ja edistävien salibandypelien muodossa.

- Turnauksella edistetään myös malminetsinnän ja kaivostoiminnan tunnettavuutta ja luodaan positiivista kuvaa malminetsinnästä ja kaivosteollisuudesta, tapahtumassa toisen järjestäjänä toiminut **Janne Siikaluma** jatkaa.

Seuraavaksi turnaus pelataan Kittilässä

Turnauksen finaali oli todellinen jännitysnäytelmä, jossa kohtasivat Agnico Eagle sekä Anglo Americanin ja Palsatechin yhteisjoukkue. Kymmenen minuutin jatkoajan jälkeen tilanne oli edelleen 0-0, joten ottelu jouduttiin ratkomaan rankkarikisalla. Lopulta voiton vei Agnico Eaglen joukkue.

Kiertopalkinnon otti vastaan joukkueen vauhtipelaaja **Maiju Takala**, joka tuli turnaukseen mukaan suoraan yövuorosta.

- Hetken aikaa käytin silmiä kiinni bussissa. Ihan huippu päivä ja huippu mokke meillä, Takala ylistää.

Kiertopalkinnon lisäksi kolme parasta joukkuetta saivat mitalit. Lisäksi jokaisen joukkueen parhaat pelaajat ja parhaat tsempparit palkittiin tavarapalkinnoin.

- Eilen illalla tultiin Tornioon. Tavoitteena oli taistella pronssista, mutta toisin kävi. Hyvällä mielellä nyt lähdetään kotia kohti. Oli mukava päivä ja kiva tutustua uusiin ihmisiin, Terrafamen joukkueessa pelannut **Juho Torvi** sanoo. ▲

TEKSTI: **TIINA NOUSIAINEN,**
MAARIT KAINULAINEN

Sijoitukset

Agnico-Eagle Finland Oy
Anglo American/Palsatech
Hannukainen/Tapojärvi Oy
Outokumpu Oyj
Terrafame Oy
Rupert Finland Oy

Parhaat tsempparit

Sakari Siponen, Agnico-Eagle Finland Oy
Henri Höytiä, Anglo American/Palsatech
Marko Soini, Hannukainen/Tapojärvi Oy
Timo Pietilä, Outokumpu Oyj
Eeva Nurmi, Terrafame Oy
Rudols Jacobssons, Rupert Finland 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
- ✔ CERTIFIED QUALITY
- ✔ COST-EFFECTIVE DRILLING
- ✔ MINIMAL ENVIRONMENTAL IMPACT
- ✔ SAFETY EXCELLENCE
- ✔ EFFICIENT TECHNOLOGY



Arctic Drilling Company Ltd.
Call us +358 40 511 2289 or
visit www.adcltd.fi

SEE THE RIGS
IN ACTION
WWW.ADCLTD.FI

Lopeta pimeät työt!

“Plug & Play” valomasto HiLight E3+, jossa HardHat-suojakuomu on suosittu asiakkaidemme keskuudessa. Syynä on ylivoimainen valon peittävyys, sillä yksi masto kattaa jopa 3000 m², tuottaen keskimäärin 20 luksia. Atlas Copco valomasto tekee työmaasta valoisamman, turvallisemman ja ennen kaikkea tuottavamman. Valomasto on tukeva, kompakti ja sitä on helppo kuljettaa. Kokeile!

atlascopco.com

Atlas Copco



Metallurgijaoston syysseminaari 2022

Maailmantapahtumien myötä toimitusketjujen varmuus on noussut valokeilaan niin yritysten kuin kokonaisten yhteiskuntienkin tasolla. Tätä taustaa vasten 10. marraskuuta 2022 järjestetyn Metallurgijaoston syysseminaarin aiheeksi valikoitui ”Metallien riittävyys ja alan toimintaedellytykset tulevaisuudessa”. Metso Outotecin Espoon tiloissa hybriditapahtumana järjestetyn tilaisuuden puheenjohtajana toimi Metallurgijaoston puolesta Iina Vaajamo. Aikaisemmassa jäsenpalautteessa oli toivottu vierailua Metso Outotecille ja syysseminaari toimi erinomaisena paikkana tapahtumalle, mikä näkyi hyvänä osanottona. Osallistujia oli paikan päällä 51 ja Teamsissä noin 40.

Seminaarin puhujiksi saatiin hieno kaarti alan asiantuntijoita (Lauri Närhi, Patrik Granvik, Kimmo Järvinen, Simon Michaux, Pia Voutilainen, Marjaana Karhu, Arttu Saarnisaari ja Mari Lundström) metallinjalostusteollisuudesta, tutkimuslaitoksista ja toimialaa sivuavista järjestöistä. Esityksissä nousi esille se, kuinka tällä hetkellä elämme vihreää siirtymää pyrkiessä kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Tämän vuoksi metalleja tullaan tarvitsemaan valtavia määriä mm. vihreän energian valmistukseen ja liikenteen sähköistämiseen, sillä uudet vihreät teknologiat kuluttavat enemmän ja useampia metalleja kuin perinteiset teknologiat. Yleisö osallistui aktiivisesti seminaariin lukuisilla kysymyksillä, ja saatiin kuulla myös hauskoja muisteluja menneiltä ajoilta.

Tilaisuuden lopuksi Metallurgijaoston johtokunta muisti tilaisuuden isäntänä toiminutta Lauri Närhiä sekä muita puhujia: puhujat saivat lahjaksi jouluiset villasukat lämmittämään varpaita kylmenevinä iltoina ja isäntä sukkiin lisäksi punaviiniä. Virallisen ohjelman loputtua puoli kuuden maissa ilta jatkui vapaamuotoisena pikkupurtavan ja lasillisen parissa. ▲

TEKSTI: **VILLIINA IKÄHEIMO, OY LUX AB, JANI JANSSON, NORTAL OY, MARIA KOJO, SSAB EUROPE OY, MIIKKA MARJAKOSKI, METSO OUTOTEC FINLAND OY, IINA VAAJAMO, METSO OUTOTEC FINLAND OY, VILLEVALTTERI VISURI, OULUN YLIOPISTO**
KUVAT: **MARIA KOJO**



Ansioituneita esiintyjä villasukkineen

Erikoinen harrastus

Kahdeksannet puumailatenniksen SM-kisat Kuopiossa

Helteinen Kuopio Väinölän tenniskenttineen otti vastaan heinäkuun alun perjantai-iltapäivänä puumailatennispelaajat. Tämä jo perinteiseksi muodostunut tennisturnaus pelattiin kahdeksannen kerran. Ainoastaan yhtenä vuonna sade on ajanut pelaajat sisätiloihin, muutoin on aina saatu nauttia Kallaveden rannalla sijaitsevan Väinölänniemen massakentistä.

Tänä vuonna mukana oli lukuisia puumailaensikertalaisia. Kaikilla oli kuitenkin enemmän tai vähemmän tennisharrastustausta ja kaikilla oli jonkin kaltainen yhteys vuoriteollisuuteen. Haastatellessani pelaajia yhteiseksi nimittäjäksi muodostui kaksi asiaa, joiden vuoksi pelaajat olivat ottaneet vastaan tämän kutsuturnauksen haasteen. Ensinnäkin useampi mainitsi sen, että on hienoa, kun jaksetaan järjestää tapahtumia ja toisekseen puumailoilla pelaaminen on vaikeampaa ja haastavampaa kuin nykyisillä tennismailoilla.

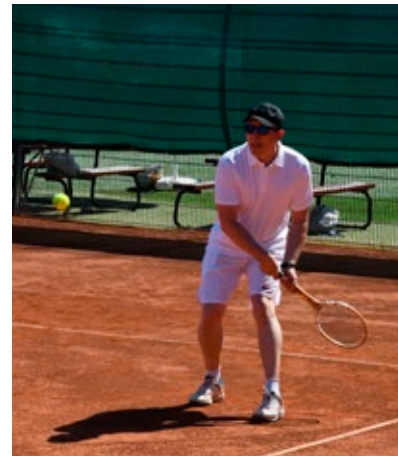
Turnauksen sääntöjen mukaan pelaajalla pitää olla Wimbledonin hengen mukaan täysvalkoinen peliasu. (Siinä helteessä mikä tahansa muu väri olisikin ollut väärä.) Pelit oli tarkoitus pelata valkoisin palloinkin, mutta lähetys hiukan myöhästyi. Kun ensimmäiset pelit alkoivat klo 13, niin pallot olisivat olleet noudettavissa jostain noutopisteestä samoihin aikoihin. Olisivatpa tulleet edes muutama tunnin aiemmin! Mailan pitää olla noin 1970-luvun tyyppinen puumaila. Nelituntinen turnaus pelattiin lohkosysteemillä. Alkulohkojen sijoituksen mukaan määräytyivät sijoituslohkojen pelaajat. Arpaonnellakin oli merkitystä. Moninkertainen turnausvoittaja Mikko Airaksinen joutui tyytymään pelaamiseen sijoista 4-6. Lohkojärjestelyn ansiosta kaikki pääsivät pelaamaan yhtä monta peliä ja pelaamaan sitä oli tultukin.

Nelituntisen pelaamisen jälkeen oli vuorossa palkintojen jako. Pelaajat itse maksoivat turnauksen kenttämaksut, mutta palkintoja olivat sponsorineet Sandvik, Valtavirta, Swerock, Avesco ja Genelec. Pelien aikana nesteytyksen hoiti Valtavirta sekä pelaajille että yleisölle.

Ilta päättyi vielä perinteiseen gala-illalliseen, jossa päästiin vielä pelaamaan jälkipelit ja suunnittelemaan tulevaa. Tulevaa kan-



Swerockin Lassi Korhonen



Tapojärven Heikki Karvinen



Avescon Hannu Jurvelin

nattaakin suunnitella, sillä vanhat puumailat ovat katoava artikkeli, joita harrastajat etsivät kuumeisesti ja jakavat vinkkejä, mistä niitä löytäisi. Mailojen oikean jännityksen aikaansaaminen on myös oma taiteen lajinsa eivätkä monetkaan mailajännittäjät suostu jännittämään enää näitä puumailoja.

Haastattelin myös turnauksen puuhmiestä Sakari Monosta. Sakari on Otaniemmen vanhan vuorilafkan kasvatteja ja on nyt Yaran Siilinjärven kaivoksen kehityspäällikkö. Sakari on innokas urheilumies, jonka sy-

dän on hurahtanut tennikselle sen jälkeen, kun yli 40 vuoden jalkapalloilu ja kahdesti operoitu polvi pakottivat lajinvaihtoon. Sakari harjoittelee säännöllisesti tennistä ympäri vuoden. Puumailalla pelaamisen hän säästää tähän kesäiseen erikoistapahtumaan. Hänen puumailainnostuksensa sai alkunsa isän hyvin säilyneestä Dunlop Maxply-mailasta ja hetken mieloituksesta järjestää työkavereiden kesken puumailaturnaus, jota on onnistuneesti kasvatettu vuosi vuodelta. Ideana on saada edustajia alan teollisuudesta



Kimmo Ulvelin (Sandvik)



Sakari Mononen (Yara)



Mikko Airaksinen (Yara)



Sakari M ja Sanna Kokko arpomassa jatkoon menijää



kokoontumaan kerran kesässä yhteen pelaamaan ja vaihtamaan kuulumisia illallisenkin merkeissä.

Kimmo Ulvelin on myös nuoresta asti pelannut tennistä. Välissä on ollut pidempiäkin jaksoja, jolloin ei ole löytynyt vakiopelikumppaneita. Muun muassa korona-aika teki katkoksen harjoitteluun. Kimmo kertoo, että nykyisessä peliporukassa he myös pelaavat aina ennen joulua viimeisellä pelivuorolla puumailoilla. Kimmo pelaa tätä nykyä talvisaikaan nelinpeliä. Tämän vuotinen puumailatennisturnaus oli hänelle kuudes kerta.



Kari Tiiikkaja ja Valtavirran Ari Laakkonen analysoimassa tiukasti pelejä



Sakarin ja Kimmon peliurakka on ohi.



Poorang Vosough (Genelec)-voittajan on helppo hymyillä.

Mikko Airaksinen, joka on myös Yaran Siilinjärven kaivoksella töissä, on ollut mukana jo ensimmäisestä kerrasta alkaen. Mikko aloitti tänä vuonna Vuorimiesyhdistyksen kaivosjaoston johtokunnassa. Mikko on kovakuntoinen nuorimies ja taisi vain huono arpaonni olla esteenä mestaruudelle. Hänellä on plakkarissa puolet jaetuista puumailatenniksen SM-kisojen mestaruuksista. ▲

TEKSTI JA KUVAT: LEENA K. VANHATALO

Boliden Kevitsan sähköinen ajorata

▲ Bolidenin visiona on olla maailman ilmastoystävällisin ja arvostetuin metallien tuottaja.

Monimetalliyhtiössä on käynnissä useita toimenpiteitä, joilla kehitetään energia- tehokkuutta ja vähennetään hiilidioksidipäästöjä. Boliden Kevitsan avolouhoksella Sodankylässä otettiin merkittävä askel rakentamalla Suomen ensimmäinen louheensiirtoautojen sähköinen ajorata.

Syyskuussa Boliden Kevitsa juhlisti sähköisen ajoradan avajaisia. Avolouhoksella toimii nyt ensimmäinen 500 metrin pituinen sähköinen ajorata, jota hyödynnetään pohjoisissa olosuhteissa sivukiven kuljettamiseen, sähköistämiseen liittyvässä tuotekehityksessä sekä kuljettajien koulutuksessa. Kolme Komatsu 226 t 830E-5 -louheensiirtoautoa on muutettu sähköiselle ajoradalle soveltuviksi asentamalla niihin virroitimet.

Projekti jatkuu toisen 620 metrin pituisen sähköisen ajoradan rakennustöillä tuotantorampissa. Tällä hetkellä investointipäätös sisältää yhteensä kolmentoista louheensiirtoauton modifoinnin sähköiselle ajoradalle soveltuviksi. Tavoitteena on hyödyntää sähköistä ajorataa tuotannossa loppuvuodesta 2023.

Sähköistä infrastruktuuria lisäämällä Boliden Kevitsa tavoittelee yhdeksän prosentin vähennystä hiilidioksidipäästöissä koko kaivoksen elinkaaren aikana. Fossiilisten polttoaineiden kulutus vähenee merkittävästi. Sähköisen ajoradan ansiosista louheensiirtoautojen nousunopeus kas-



vaa, mikä lyhentää louheen kuljettamisen sykliäikoja ja nostaa siten kuljetuskapasiteettia. Lisäksi kaivosalueen ilmanlaatu paranee typpioksidien ja hiukkaspäästöjen vähentyessä paikallisesti.

Sähköisen ajoradan pilottiprojekti on toteutettu yhteistyössä useiden yrityskumppaneiden kanssa.

Komatsu ja Suomen Rakennuskone ovat vastanneet virroittimien toimituksesta ja asennuksesta.

Omexom osallistui ensimmäisen sähköisen ajoradan suunnitteluun ja rakentami-

seen. Tulevan tuotantoradan suunnittelussa yhteistyötä tekevät ABB ja SEABB.

Boliden-konsernissa pidetään erittäin tärkeänä vähentää hiilidioksidipäästöjä niin pian kuin mahdollista. Boliden tuottaa metalleja, joita tarvitaan vihreän siirtymän toteuttamiseen.

TEKSTI: ANNA SUNDQUIST

Vihreään siirtymään tarvitaan metalleja

Globaalia huipputeknologiaa kotimaisista raaka-aineista



Kuljetin hinnat ja tarvikkeet. Asennus- ja huoltopalvelut.

www.contitech.fi

ContiTech

Merkittävä tieteellinen yhteistyö ja investoinnit siivittävät uusien teknologioiden ja digitaalisten ratkaisujen kehittämistä Sandvikilla

Sandvik Lounge avattu Tampereen yliopiston Hervannan kampukselle

Uusien teknologisten, digitaalisten ja sähköistymisratkaisujen kehittäminen ja kaupallistaminen vaativat vuosien tieteellistä tutkimusta ja uusien arvoketjujen kehitystä yhdessä monien yhteistyötahojen kanssa. Sandvik on tehnyt merkittävää yhteistyötä yliopistojen ja eri tutkimuslaitosten kanssa jo vuosikymmenien ajan. Nyt Sandvik on avannut Tampereen yliopiston Hervannan kampukselle loungen, jonka tarkoituksena on tiivistää yhteistyötä huippuosaajien kanssa entisestään.

▲ Sandvikin kestävä kehitysstrategia on suunniteltu luomaan menestystä eri sidosryhmille ottaen huomioon yhteiskunnan, ympäristön ja talouden tarpeet. Yliopistolla olevan Sandvik Loungen avulla Sandvikin digitalisaatio- ja automaatioteknologioiden kasvumahdollisuudet tuodaan avoimesti näkyville opiskelijoille ja tutkijoille, parannetaan yhteistyötä kansainvälisten opiskelijoiden kanssa ja tiivistetään yhteistyötä kaikkien huippuosaajien kanssa. Tavoitteena on myös helpottaa opiskelijoiden yhteydenottoja, työpaikka- ja jatko-opiskelumahdollisuuksien tehokkaampaa tiedottamista ja tuoda näkyväksi työelämän ajankohtaiset teemat ja osaamistarpeet opiskelijoille.

Sandvikille olennaista on yhteistyö eri toimijoiden välillä ja löytää parhaat yhteistyökumppanit ja toimintamallit sekä huippututkimuksen ja tulevaisuuden osaajat. ”Ne varmistavat menestyksen tulevaisuudessa. Emme edes yritä tehdä kaikkea itse. Kaivosasiakkaillamme on monia erilaisia alustoja ja järjestelmiä käytössään. Sandvikin tehtävänä on varmistaa yhteensopivuus niin, että Sandvikin järjestelmät toimivat erilaisilla alustoilla, eri laitteissa ja erilaisissa kaivoksissa ympäri maailman. Käytännössä tulee ratkaista, miten saadaan esimerkiksi toiminnanohjaus keskustelemaan



kaivoksen tuotannonohjauksen ja kaivoksessa olevien laitteiden kanssa. Nykyisessä liiketoimintaympäristössä monitahoisella yhteistyöllä ja avoimella innovaatio- ja tuotekehitystyöllä hyvän, osaavan verkoston kanssa on erittäin suuri merkitys. Tällä hankkeella haluamme tulla lähemmäs opiskelijoita sekä edistää opiskelijoiden oppimista ja työelämätaitoja”, kertoo teknologiajohtaja **Jani Vilenius** Sandvikilta.

”Jalkautuminen yliopistolle mahdollistaa säännölliset päivittäiset kontaktit opiskelijoihin, tapaamiset Sandvikin johdon kanssa, erilaiset Sandvik-tapahtumat, luento- ja asiantuntijavierailut, rekrytoin-

titapahtumat ja jo aiemmin käynnistetyn DSII -teollisuuden tohtorikoulun paremman hyödyntämisen. Tämä on myös hyvin linjassa Business Finland Shift '25 -tavoitteiden kanssa: päämääränä on osajaverkoston kasvattaminen ja turvaaminen Suomessa. Sandvik aloitti jo vuonna 2021 Shift '25 -tutkimusohjelman tulevaisuuden ja sähköistymisen digitaalisten ratkaisujen kehittämiseksi. Sandvikin Shift '25 -ohjelma on yksi Business Finlandin merkittävistä veturihankkeista, joita Business Finland rahoittaa”, päättää Jani Vilenius.

TEKSTI: TIINA HEINIÖ





Kaikki malmien ja metallien prosessointiin samasta paikasta

Tarvitsetko jotain mineraalien käsittelyyn tai metallien jalostukseen? Kysy ensin meiltä! Metso Outotecilta saat prosessien suunnittelut, kokonaisten tuotantolaitosten toimitukset, koneet ja laitteet, vara- ja kulutusosat, huollot, korjaukset, optimoinnit sekä materiaalit kuten rikkihapon kestävä SX:n samasta paikasta.

Soita meille **020 484 142** tai jätä yhteydenottopyyntö osoitteessa mogroup.com/yhteystiedot

maansiirto
murskaus
seulonta
kuljetus
jauhatus
pumppaus
vaahdotus
erottelu
sakeutus
selkeytys
suodatus

PYROMETALLURGIA
HYDROMETALLURGIA
RIKKIHAPON TUOTANTO

mogroup.com

Metso:Outotec



PERTTI VOUTILAINEN

Jo riittäisi riitely. Yhteistyölle olisi tilaus.

Kautta aikain on työttömyys ollut suomalaisten huolenaiheista suurimpia. Valtioviisaat ovat kyllä kertoneet, että vielä tulee aika, jolloin työtä riittää kaikille. Mutta kukapa heitä olisi uskonut, kun muutosta parempaan ei tapahtunut. Nyt on pakko uskoa. Lähes kaikilla aloilla raportoidaan, että kehitys ja kasvu uhkaavat loppua, kun tarjolla olevalle työlle ei riitä tekijöitä. Syitä tilanteeseen on monia. Työ voi olla väärällä paikkakunnalla. Tai käteen jää vähemmän rahaa, jos menee työhön ja menettää sosiaalietuja. Merkittävin syy kuitenkin on, että väestö vanhenee ja työikäisten osuus pienenee. Tuottavuuden kasvu auttaisi, mutta se on pitkään ollut hidasta. Tarvitaan lisää väkeä työmarkkinoille. Kaikki eivät halua tänne ulkomailta tuotua työvoimaa, vaikka tiedämme, että pakko heidät on hyväksyä, jos haluamme hyvinvointiyhteiskuntamme säilyttää. Antti Rinne pääministerinä ehdotti synnytystalkoita, mutta feministit hurjistuivat. Yhtä tylyn tuomion varmaan saisi ulkomaisen konsultin apu syntyvyyden lisäämiseksi. Lupaava esimerkki löytyisi vaikkapa Saudi-Arabiasta, jossa eräällä prinssillä sanotaan olleen 22 vaimoa, joiden kanssa hän oli hankkinut 45 poikaa ja 50 tyttöä. Hitaasti sekin keino tosin toisi lisää työkäisten määrään.

Suomen hallitus sai valmiiksi ehdotuksen uudeksi kaivoslaiksi. Entinen laki on vasta kymmenisen vuotta vanha, eikä sen pohjalta ehditty yhtään uutta kaivosta perustamaan. Vihreälle liikkeelle vanha ei kuitenkaan kelvannut, vaan pantiin pystyyn komitea uutta lakia laatimaan. Tehtävä osoittautui vaikeaksi, ja aikaa uuden tekstin laatimiseen kului paljon. Irvileuat väittävät, että aikaa kului paljon, koska monet komitean jäsenistä olivat ymmärtäneet, että tehtävänä oli miettiä, miten kaivosten synty voitaisiin tehdä vaikeaksi. Kaivostoiminnan edistämistä eivät kaikki koe tärkeäksi. Sen verran olen ehdotukseen ehtinyt tutustua, että tiedän kaivosluvan saamisen muutuvan vaikeammaksi ja enemmän aikaa vaativaksi. Malmin etsiminen ja tutkiminen tyypillisesti vievät aikaa vähintään vuosikymmenen. Yrittäjän ja koko yhteiskunnan etu on, että prosessi olisi mahdollisimman lyhyt. Riskinoton kannalta tämä on oleellisen tärkeä kysymys. Malmin sijaintikunta on saamassa ratkaisevan roolin lopullista kaivoslupaa myönnettäessä. Kohtuullisen varma tapa estää kaivoksen tulo paikkakunnalle olisi hankkia pitäjään pari poroa. Pelkään, että Lapissa käydään tulevaisuudessa monia kärkejä siitä, mahtuvatko kaivos ja poro samaan pitäjään. Kaivossodat astuvat lohisotien sijalle.

Talouden näkökulmasta katsottuna asiat Suomessa ovat kovasti huonosti. Emme pärjää kansainvälisessä kilpailussa. Talousviisaat laskevat, että kansantulomme asukasta kohti on nyt samalla tasolla, jolla olimme 14 vuotta sitten. Kun muu maailma on samanaikaisesti mennyt 15 prosenttia eteenpäin, jälkeenjääneisyys tehokkaampiin maihin verrattuna alkaa näkyä esimerkiksi infrastruktuurissam-

me. Vaikka jotkut poliitikot tuntuvat lopultakin olevan heräämässä, hallitus edelleen tarjoaa velan ottoa lääkkeeksi kaikkiin ongelmiin, joita maailma tuo eteemme. Toiminnan tehostamisen ja lisätuloksen synnyttämisen pitäisi aina olla ensimmäinen lääke. Maailman parantaminen saisi nyt hetken odottaa. Sota pitäisi saada sodituksi ja energiakriisi selätetyksi, ennen kuin kaikki paukut voidaan panna pitkän tähtäyksen ongelmien hoitoon. Ideologiat ovat politiikan perustaa, mutta erityisesti vaikeina aikoina yhteistyö on voimaa. Nyt sitä tarvitaan.

Keskusteluun on tullut uusi termi. En tiedä, mitä ennallistaminen voi tarkoittaa. Vihreä ministeri sanoi sen tarkoittavan edistystä. Kunpa ei vaan osoittautuisi taantumukseksi, kun tulee laskun aika. Etelän isot maat haluavat meidän maksavan kohtuuttoman ison osan loppulaskusta. Oma etua pitää puolustaa muistaen vanhan viisauden, että ”hullu ei ole se, joka paljon pyytää vaan se, joka paljon maksaa”. Miljardia meiltä pyydetään, ja se on iso raha. Luokan parhaan oppilaan asema voi houkuttaa, mutta ei siitä meille kukaan mitään maksa. Uusia vaaleja järjestetään tulevaisuudessakin, joten tilaisuuksia oman erinomaisuutensa osoittamiseen riittää. Jäitä hattuun, jos kokemattomilla nuorilla ministereillämme sellainen sattuu olemaan.

Miksi venäläiset hyväksyvät järjettömän sodan veljeskansaa ja läntistä maailmaa vastaan? Uskottavan vastauksen sain kuunneltuaani radio-ohjelman, jossa haastateltiin Suomeen muuttaneita venäläisiä. Yksi heistä oli rouva, joka suomalaisen aviomiehensä ja perheensä kanssa oli asunut Varsinais-Suomessa parikymmentä vuotta. Synnyinmaassaan Venäjällä hän oli koulussa joka päivä kuunnellut opetusta, jonka mukaan hyvät asiat olivat lähtöisin Venäjältä. Kaikki paha oli läntistä perua. Suomalaisiin naimisiin mentyään hän oli kauhulla ajatellut muuttoa tänne pahuuden pesään. Yllätys oli suuri, kun hän muutettuaan löysi täältä hyviä asioita. Luulin rouvan olevan ikionnellinen. Mutta se ei ollutkaan koko totuus. Hän kertoi usein itkevänsä kahtakymmentä ensimmäistä elinvuottaan, jotka oli joutunut elämään valheen alla. Sodan vastustajaksi hän oli kasvanut elämäkokemuksen myötä. Silmä kastui minultakin.

Pari päivää ennen venäläisten vetäytymistä Hersonista näin unen. Siinä sotilaat seisoivat joen rannalla ja lauloivat tunnettua slaavilaista Laulua Dneprille: ”Viimeisen kerran katson Dnepriin, ennen kuin lähdän täältä pois”. He kääntyivät ja lähtivät marssimaan kotiinsa kohti itää. Toivottavasti uneni oli enne pitemmällekin tulevaisuuteen.

Entistä parempaa uutta vuotta toivotan kaikille! ▲

Maanteiden hirvivaroituksissa esiintyy sarvipää eläin. Eivätkö sukupuolet olekaan tasa-arvoisia?

**KIMMO JÄRVINEN**

TOIMITUSJOHTAJA

METALLINJALOSTAJAT RY

P. 043 825 7642

Geopolitiikkaa ja käytännön ilmastotoimia Egyptin ilmastokokouksessa

Tätä kirjoittaessa aamu Brysselissä avautuu aurinkoisena ja noin 5 astetta normaalia lämpimämpänä, kuten on ollut lähes koko syksyn. Muistissa on lisäksi vielä oikein hyvin tämän kesän Etelä-Euroopan erityisen kuuma ja kuiva kesä, jolloin vesivoimaa ei ollut saatavilla normaalisti, ja tuuletkin olivat erityisen heikot. Kun tämä yhdistyi EU:n ja Venäjän kaasukriisiin ja Ranskan ja Suomen ydinvoimaloiden teknisiin ongelmiin, luotiin pohja lamalle, jonka tulo alkaa olla 100 % varma.

Energiakriisiä ja tulevaa lamaa eivät valitettavasti pysäytä komission sinällään kannatettavat kaasun ja sähkön käytön säästösuunnitelmat. Useimmat kulutuksen vähentämis- ja säännöstelytoimet ovat pitkäkestoisia (rakennusten lisäeristäminen, uuden uusiutuvan energian tuotannon rakentaminen, LNG-laivojen ja satamainfran lisääminen, ydinvoimaloiden korjaaminen ja käytön jatkaminen). Tästä syystä yrityksiä Suomessa ja Euroopassa kehoitetaan varautumaan sähköpulaan ja -katkoihin vuonna 2023.

EU:n ilmastokomissaari Timmermansin mukaan on selvää, että vuosi 2022 tulee olemaan Euroopan päästövähennyskehityksen kannalta negatiivinen, koska yhä useammat maat joutuvat turvautumaan hiilen polttoon energiahuoltonsa turvaamiseksi. Venäjän kaasun korvaaminen ei tapahdu hetkessä, ja fossiilisten polttoaineiden käyttö on välttämättömyys siirtymävaiheessa. Neuvotteluissa useat maat, kuten Ruotsi ovatkin esittäneet, että he suunnittelevat ilmastotavoitteista tinkimistä. Tästä huolimatta Timmermans lupaa, että EU:n päästövähennystavoitteita voidaan nostaa 57 prosenttiin (aikaisemmin 55%).

Kunnianhimoista huolimatta komission JRC-tutkimuslaitoksen uunituore raportti "CO₂ emissions of all world countries" osoittaa, että globaalit päästöt kasvoivat viime vuonna 5,3 % verrattuna vuoteen 2020 ja olivat vuoden 2019 tasolla. EU:n päästöt kasvoivat 6,5 % vuonna 2021, mutta jäivät vuoden 2019 tasosta.

EU pyrkii näyttämään esimerkkiä päästövähennysten suhteen ja onkin saavuttanut maailman suurimpien päästöjen aiheuttajien joukossa suurimman suhteellisen vähennyksen kasvihuonekaasupäästöissä. EU:n fossiiliset CO₂-päästöt olivat vuonna 2021 27,3 prosenttia pienemmät kuin vuonna 1990, ja sen osuus maailman päästöistä laski vuoden 1990 16,8 prosentista 7,3 prosenttiin vuonna 2021. EU on kuitenkin edelleen kolmanneksi suurin päästöjen aiheuttaja Kii-



nan ja Yhdysvaltojen jälkeen, ja sen jälkeen tulevat Intia, Venäjä ja Japani. Kuuden suurimman päästöjen aiheuttajan osuus maailman päästöistä on 67,8 prosenttia.

Egyptin COP27-neuvotteluja on kunnianhimoisista vähennystavoitteista huolimatta hallinnut kysymys siitä, olisiko perustettava korvausrahasto kattamaan osa kehitysmaiden ilmastokatastrofien kustannuksista. EU ja Yhdysvallat ovat vihdoinkin yhtä mieltä tarpeesta siirtää rahaa katastrofien koettelemien yhteisöjen auttamiseksi. Suuri

kysymys on: kuka muu maksaa? Poliittisten johtajien mielestä myös Kiinan ja Saudi-Arabian tulisi osallistua kustannuksiin. Erityisesti köyhät maat haluavat, että rahastosta sovitaan kokouksessa, mutta rikkaille yhteisvastuu on vaikea kysymys.

EU:n edustajan ilmastokomissaari Timmermansin mukaan rahasto ei ehkä ole vastaus. Hänen mukaansa on olemassa koko joukko mekanismeja, jotka saattavat saada rahaa liikkeelle. Yksi konkreettinen uutinen saatiin kuitenkin jo tässä kokouksessa: Saksa kertoi lanseeraavansa ilmastokatastrofivakuutusjärjestelmän nimeltä Global Shield Against Climate Risks.

Kuten Timmermans totesi Sharm El-Sheikhin ilmastokokouksessa: "We're in the middle of a war where the aggressor is trying to divide and rule to weaken us by using energy as a weapon. We need to defend ourselves against that. You know that if we can't get our citizens and industries through winter, there will not be a climate policy left."

Nyt on mielenkiintoista nähdä, pystyykö EU viemään omaa ilmastopolitiikkaansa eteenpäin, vai tulevatko komissaarin sanat olemaan EU:ssa ilmastopolitiikan jäähyväissanat. Kun katsoo USA:n juuri julkaisemaa Inflation Reduction Act -asiakirjaa (IRA.) jolla tuetaan suoraviivaisesti, teknologianeutraalisti ja konstailematta vetytalouden kehittämistä, voi hyvällä syyllä kysyä, onko EU:n monimutkainen ja osin ristiriitainen mikrosäätelypolitiikka tulossa tiensä päähän. Moni asiantuntija pitää seuraavaa talvea 2023-2024 vaikeampana kuin tulevaa talvea. Metallinjalostusteollisuuden kannalta on ehdottoman tärkeää, että juuri meneillään olevissa sähkön ja energian hinnan laskemisneuvotteluissa, päästökaupan parantamisessa, hiilirajamekanismin toteuttamisessa, kestäväen rahoituksen sääntöjen kehittämisessä ja kauppapolitiikan parantamisessa otetaan huomioon teollisuuden kansainvälinen kilpailukyky. Muuten meillä ei ole ilmastopolitiikkaa. ▲

ANDRITZ Savonlinna Works Oy:n ja FAME-ekosysteemin 300-kiloinen metallista 3D-tulostettu paineastia on Suomen suurin

ANDRITZ Savonlinna Works Oy:n ja FAME-ekosysteemin yhteistyössä toteuttama paineastia on Suomen suurin metallinen 3D-tuloste. Todennäköisesti se on myös suurin Euroopassa 3D-tulostettu paineastia.

Paineastian strategiset mitat ovat metalliselle 3D-tulosteelle harvinaisen komeat. Noin 300-kiloisen astian halkaisija on 900 mm ja korkeus 1600 mm. Se valmistettiin haponkestävästä ruostumattomasta teräksestä (316L) ANDRITZ Savonlinna Works Oy:n 3D-tulostuslaitteistolla, jonka toimintaperiaatteena on suorakerrostus energianlähteenä valokaari (DED-Arc). Puhekielessä menetelmä tunnetaan WAAM-lyhenteellä (Wire Arc Additive Manufacturing).

Paineastia on suurin Suomessa valmistettu metalli-3D-tuloste ja todennäköisesti myös Pohjoismaiden suurin. Se pärjää laajemminkin kansainvälisessä vertailussa.

”Julkisten tietojen mukaan Euroopassa on tulostettu yksi titaaninen metrinen paineastia. Mitoiltaan tämä on suurempi. Muualta maailmalta löytyy muutamia esimerkkejä vastaavan kokoisista tai suuremmista tulostetuista paineestioista”, kertoo lisäävän valmistuksen päällikkö **Santeri Varis**, ANDRITZ Savonlinna Works Oy:stä.

Ennakkoluulojen murtamista

”Halusimme ensisijaisesti 3D-tulostaa metallista jotakin normaalia poikkeavaa heräteläksemme kotimaan valmistavaa teollisuutta. Päädyimme FAME-yrityksemme (Finnish Additive Manufacturing Ecosystem) kanssa tämän kokoluokan paineastiaan sekä sen testaamiseen, koska painelaitteiden korkeiden laatuvaatimusten lisäksi kappale hälventää myös mahdollista mielikuvaa metallien 3D-tulostamisen soveltumisesta vain pieniin ja monimutkaisiin kappaleisiin. Näin suuri paineastia on 3D-tulostusalalla kansainvälisestikin poikkeuksellinen, joten se tulee samaan osakseen paljon huomiota”, ekosysteemi johtaja **Markus Korpela** DIMECC Oy:stä sanoo.

Valmistuksen jälkeen kolmas taho teki paineestialle rikkomattoman aineenkuokituksen (NDT) tunkeumanesteellä, ja myöhemmin sille tullaan toteuttamaan vielä itse painekoe. Painekoejärjestelyjen tuloksia odotetaan saatavaksi alkuvuodesta.



Noin 300-kiloisen paineastian halkaisija on 900 mm ja korkeus 1600 mm.

”Paineestialle ja erikseen valmistetuille koekappaleille tehtävistä rikkomattomista ja rikkovista testeistä saamme tarpeellista tietoa kappaleen lopullisista ominaisuuksista sekä siitä, miten se suhtautuu standardeihin. Näiden pohjalta pystymme selvittämään, miten vastaavia kappaleita voitaisiin toteuttaa kaupallisena tuotantona. Vaikka testaus ja tulosten analysointi ovat vielä kesken, on tämä ollut jo tässä vaiheessa todella hieno projekti toteuttaa, ja se on antanut samalla paljon oppia tämän kokoluokan kappaleiden 3D-tulostamisesta. Projektissa myös Elomatic Oy ja LUT-yliopisto ansaitsevat kiitokset, sillä olemme saaneet heiltä tukea suunnittelu- ja testausvaiheeseen”, Santeri Varis sanoo.

Luvassa painekoe ja artikkeleita

LUT-yliopisto toteuttaa kappaleelle painekokeen ja julkaisee aiheeseen liittyviä artikkeleita.

”Tämän kokoluokan 3D-tulostettavat kappaleet istuvat hyvin metalliteollisuutemme tarpeisiin ja toisaalta jo pienellä lisäinvestoinneilla teollisuudestamme löytyy vapaata tuotantokapasiteettia ko. prosessissa hyödynnettäväksi. Kun näihin reunaehtoihin istutetaan menetelmän kyky tuottaa lujusteknisesti tarkoituksenmukaisia ratkaisuja esteettisine muotoiluineen, on alan liiketoimintapotentiaali merkittävää. Innolla olemme mukana määrittämässä näiden tuotteiden materiaalista ja geometriasta määräytyvää suorituskykyä”, toteaa teräsrakenteiden professori **Timo Björk** LUT-yliopistosta.

Paineastian suunnittelussa oli mukana suunnittelutoimisto Elomatic Oy.

”Paineastioiden valmistaminen tuloslamalla lisää merkittävästi mahdollisuuksia suunnitteluun ja mitoittamiseen. Pidemmälle optimoituja ratkaisuja voidaan helpommin toteuttaa ja muotoilukin pääsee astioissa esille. Elomatic haluaa kehittää osaamistaan 3D-tulostamisen eturintamassa, joten ANDRITZ Savonlinna Works Oy:n tulostettava paineastia oli kiinnostava mahdollisuus painelaitesuunnittelun ja lujuuslaskennan asiantuntijoillemme kehittää uusia ratkaisuja”, kone- ja laitesuunnittelun ryhmäpäällikkö **Martti Tryyki** Elomatic Oy:stä sanoo.

FAME-ekosysteemi pitää yritykset kärjessä

Yritysvetoisen FAME-ekosysteemin (Finnish Additive Manufacturing Ecosystem) tehtävänä on taata, että Suomi pysyy kansainvälisessä kärjessä sekä muovien että metallien lisäävässä valmistuksessa.

FAME-ekosysteemiä johtaa Suomen valmistavan teollisuuden innovaatioalusta DIMECC Oy. Sen toiminnan rahoittavat jäsenyritykset sekä Business Finland. Siihen kuuluvat AMEXCI, ANDRITZ Savonlinna Works Oy, CITEC, Dekra, Elomatic, EOS Finland, Etteplan, Fastems, Lillbacka Powerco, Patria, Ponsse, Raute, SME Elektro-Group, Valmet, VILPE, Wärtsilä, 3D Formtech, Kongsberg, Brightplus, 3D-Step, Apricon, Delva, Evomax, Hexagon, Huld, Maker3D, Malvern Panalytical, Metlab, MiniFactory, Mitutoyo, SelectAM, Tamspark, Vossi ja ZEISS Finland.▲

TEKSTI **KAISA KAUKOVIRTA**



PEKKA SUOMELA
TOIMINNANJOHTAJA
KAIVOSTEOLLISUUS RY

Vihreä kasvu jumiutuu hitaisiin lupaprosesseihin

Vihreä siirtymä avaa vauhdilla kasvumahdollisuuksia koko kaivosklusterille, mutta hitaat lupaprosessit jarruttavat menoa. Alan suhdanteet näyttävät valoisilta, mutta kahtia jakautuneilta.

Vihreä siirtymä on kaivosalan kasvun merkittävin vauhdittaja, mutta lainsäätäjä jarruttaa kasvua hitailla lupaprosesseilla ja epävarmuutta lisäävällä lainsäädännöllä. Näin voi vetää yhteen Kaivosteollisuuden suhdannekyselyn tulokset.

Alan suhdannenäkymät ovat yleisesti melko valoisat. Voimakasta tai tasaista kasvua odottavia on suhdannekatsaukseen vastanneista 41 prosenttia. Toisaalta neljännes yrityksistä odottaa markkinoiden supistuvan.

Yhtiökohtaiset erot ovat luonnollisesti suuria. Erityisen suuriksi erot kasvavat, kun vastauksia tarkastelee kaivosklusterin eri toimialoilla. Alan teknologiatoimittajat ja palvelun tarjoajat ovat selvästi varsinaisia kaivosyhtiöitä optimistisempia. Esimerkiksi teknologiatoimittajista yksikään ei odota markkinoiden heikkenevän seuraavan kahden vuoden aikana, kun kaivosyhtiöistä heikkenemistä odottaa 29 prosenttia.

Sama kahtiajako näkyy kannattavuusodotuksissa. Kaivosyhtiöistä 40 prosenttia odottaa kannattavuuden heikkenevän hieman tai merkittävästi. Teknologiatoimittajista kannattavuuden heikkenemistä ei ennako yksikään, mutta paranemiseen uskoo puolet.

Pessimistisimpiä ovat malminetsintäyhtiöt, joista 41 prosenttia odottaa markkinoiden supistuvan ja oman kannattavuutensa heikkenevän.

Eurooppa tarjoaa hidasta kasvua

Yksi tulkinta tuloksista on, että sääntelysuuntautunut ja vanheneva Eurooppa tarjoaa vähemmän kasvua kuin monet muut alueet. Kai-

vosalan teknologia- ja laiteyhtiöiden kiinnostavimmat vientimarkkinat ovat EU:n ulkopuolella. Siellä on vielä elämää ja investointeja, kun taas Eurooppa kärsii eniten energiakriisistä ja Venäjän sodasta.

Sen sijaan kaivosyhtiöt ja malminetsintäyhtiöt ovat juurevasti kiinni kotimaan rakkaassa kamarassa sekä sääntöviidakossa. Yli 70 prosenttia kaivosyhtiöistä pitää lupaprosessien hitautta ja ennakoimattomuutta yhtiön suurimpana huolena toimintaympäristössä. Samoin kaivosyhtiöitä huolettavat tulossa oleva kaivosalaa koskeva lainsäädäntö, kaivosvero ja geopoliittiset muutokset ympäristössä.

Erityisen huolissaan lainsäädännöstä ovat malminetsintäyhtiöt, joista jokainen pitää lakiviidakkoa suurimpiin kuuluvana huolenaan. Lähes yhtä paljon etsintäyhtiöitä huolettavat lupaprosessit.

Euroopan unionilla oli aikanaan tavoite synnyttää maailman kilpailukykyisin talousalue. Tavoite on toteutunut huonosti, eikä se tällä menolla toteudu myöskään kaivosalalla.

Siksi nyt suomalaisten päättäjien pitäisi pysähtyä miettimään, millä tavoin kaivosala voisi tukea kovasti toivottua vihreää siirtymää. Emme voi luottaa siihen, että tuomme raaka-aineita kolmansista maista. Raaka-aineriippuvuutemme on jo nyt liian suuri. ▲

PEKKA SUOMELA

Kirjoittaja on Kaivosteollisuus ry:n toiminnanjohtaja

Kahlaajat viihtyvät kaivoksen altailla

Kemin kaivoksen rikastushiekka- ja vesialtaista on tullut suosittu pesimäalue lukuisille lintulajeille, joista myös lintuharrastajat ovat kiinnostuneet.

Valkoperäsirri on tähän mennessä ollut Outokumpu Oy:n Kemin kaivoksen vieraista harvinaisin. Tuo yleensä Kanadan pohjoisilla saarilla ja Etelä-Amerikassa Andien itäpuolella viihtyvä lintu on nähty Suomessa vain muutamia kertoja.

”Kaivoksen altailla tehtiin toinen havainto Suomessa. Olen nähnyt täällä myös valkosiipitiiran, ja on täällä nähty myös lunni”, kertoo Kemi-Tornion lintuharrastajien varapuheenjohtaja **Jouko Kärkkäinen**.

Kemin kaivos sijaitsee tarkkaan ottaen Keminmaassa Elijärvellä. Euroopan ainoa kromikaivos on osa ferrokromin ja ruostumattoman teräksen valmistusketjua Perämeren pohjukassa. Kaivoksella työskentelee yhteensä noin 550 Outokummun ja alihankkijoiden työntekijää.

Noin kolmen neliökilometrin allasalueella on yleensä rauhallista, sillä alue on suljettu satunnaisilta ohikulkijoilta, ja kaivoksen

JOUKO KÄRKKÄINEN.



Allasalueilla uiskentelee säännöllisesti myös kuikkia.

JOUKO KÄRKKÄINEN.



Myös suokukat viihtyvät kaivoksen allasalueella.

oma väki liikkuu altailla lähinnä tarkistustöissä. Tänä vuonna liikettä on tosin ollut normaalia enemmän seiska-altaan korostoiden takia.

”Ei se työ ole vaikuttanut mitenkään lintuihin, sillä alue on niin iso. Lintujen elämä on yleensäkin yhtä häiriötä, jossa ihminen on pienen tekijä”, pohtii Kärkkäinen.

Parhaita lintupaikkoja Meri-Lapissa

Prosessivesistä 95-97 prosenttia on kierätettyä. Vesi tulee altailla rikastushiekan mukana, hiekka laskeutuu ja vesi valuu selkeytysaltaille. Sieltä vesi menee pumpaamon kautta takaisin rikastusprosessiin. Koska kyseessä on oksidimalmi, vedessä ei ole liuenneita metalleja.

”Suovaltaisen alueen maapohjasta nousee turvelauttoja veden pintaan. Ne luovat hyvän pohjan linnuille. Kesällä lautat toimivat myös typen poistajina. Typen pitoisuus onkin kesäisin noin viidesosa talveen verrattuna”, sanoo Outokummun ympäristöinsinööri **Maija Mehtälä**.

Kosteat turvelautat ja rannassa olevat sammalmatot ovat linnuille oivallisia pikaruokaloita.

”Niille kertyy paljon hyönteisiä, jotka vetävät muun muassa pikkutyllejä ja tyllejä

ruokailemaan vesirajaan. Tämä onkin parhaita lintupaikkoja Meri-Lapin alueella”, sanoo Kärkkäinen.

Alueella on tavattu 170 lintulajia ja 50 pesivää lajia. Altailla löytyy säännöllisesti esimerkiksi kuikkia, ruskosuohaukkoja ja keltavästäräkin ja ruokokertusen kaltaisia pikulintuja.

Onpa lähietäältä myös merikotkan pesä, ja kalasääski käy säännöllisesti ruokailemassa altailla. Alueella olevasta Iso-Ruonanojasta on tiittävästi nostettu aikanaan altaisiin muun muassa haukia ja ahvenia.

”Kaloja on lähetetty aikanaan myös tutkittavaksi ja ne on todettu turvallisiksi syödä. Tänä keväänä teimme jälleen koekalastuksia ja saamme tuoretta tietoa näytteistä piakkoin”, sanoo viestintäpäällikkö **Niina Kostiander**.

Pääskyhotelli odottaa asukkeja

Pääskyt ovat pesineet vuosikautia kaivosalueella olevissa rakennuksissa. Viime keväänä Outokumpu rakensi allasalueelle myös pääskyhotellin, jossa on 48 pesäkolaa rakennuksia rauhallisemmalla alueella. Hotellia varten tehtiin suunnitteluvaiheessa tarkat lujuuslaskelmat. Niillä varmistettiin, että hotellimainen rakennelma pysyy pystyssä kovimmillakin myrskyillä.

Ensimmäisenä pesimäkautena tutut rakennukset voittivat silti hotellin. Outokummulla tiedetään kuitenkin, että uuden kehittäminen on pitkäjänteistä työtä. Ensi keväänä onkin tarkoitus houkutella tämän vuoden poikasia pääskyhotelliin soittamalla räystäspääskysten pesintä-ääniä hotellin liepeillä. ▲

RISTO PENNANEN



Kaivosteollisuuden kemikaalit

BRENNTAG

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

Päätuotteet

- Aktiivihiehet
- Ditiiofosfaatit
- Jauhinkuulat (myös kromiseosteiset)
- Kupari- ja sinkkisulfaatti
- Pölynestoaineet
- Kokooja-, painaja-, vaahdotus-, aktiivointi- 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

Alkuaine vanadiinin sähköiset seikkailut

Osa 3: Vanadiini perinpohjaisessa pehmytyksessä

Alkuaine vanadiini kökötti yhdessä vanhojen kumppaniensa kanssa jonkinlaisessa siilossa, johon se oli kipattu terästehtaan kuonakasalta alkaneen kuorma-autokyydin jälkeen. Odotus sinänsä ei vanadiinia haitannut, olihan se siihen jo tottunut maatessaan kuonakasassa vuosikymmenien ajan. Lisäksi sillä oli nyt matkalla mukana olleen puheliana malminokareen ansiosta jotakin tietoaakin siitä, mitä oli odotettavissa. Jonkinlainen puhdistautumisriitti oli edessä ja sen jälkeen ilmeisesti kokonaan uusi maailma. Oli ainakin jotakin, mitä odottaa.

Odotusaika ei muodostunutkaan kovin pitkäksi. Siilon alapäässä oleva luukku aukaistiin ja vanadiini valahti muun kuonatavaran mukana alas kuormaajan kauhaan. Lyhyen siirtomatkan jälkeen kauha nousi ylös ja kippasi lastinsa suureen vaakasuoraan pyöreään rumpuun, jossa oli jo ennestään jonkin verran hienojakoista kuonaa ja pohjalla melkoinen määrä isoja pyöreitä teräskuulia. Rummun sisäpinta oli pinnoitettu kumilla. Vanadiinia ihmetytti kovin tämän paikan tarkoitus: miksi nuo teräskuulat olivat täällä ja miksi ennestään rummussa ollut kuona oli kovin hienojakoista, melkein kuin pölyä?

Eipä aikaakaan, kun rumpu alkoi pyöriä. Ensin se pyöri hitaasti, mutta sitten vauhti alkoi kiihtyä. Hitaassa vauhdissa teräskuulat ja rumpuun kipattu kuona pysyivät rummun alaosassa ja teräskuulat



pyörivät hiljalleen vierieksään aina rummun alimpana olevaan kohtaan. Siinä samalla ne hieroutuivat toisiaan ja rumpuun kipattuja kuonakokkareita vasten ja murentelivat kuonakokkareita pienemmiksi murusiksi. Alkuaine vanadiini alkoi ymmärtää, miksi rummussa jo aiemmin ollut kuona oli niin hienojakoista.

Vauhdin kiihtyessä alkoivat ensin kevyemmät kuonakokkareet ja sitten myös raskaammat teräskuulat painautua keskipakovoiman ansiosta rummun seinämää vasten. Samalla ne nousivat sen mukana ylöspäin valahtakseen sitten taas alas, kun painovoima veti niitä alas voimakkaammin kuin keskipakovoima piti niitä seinässä kiinni. Samalla kuulien liikenopeus ja -voima kiihtyivät ja kuonakokkareiden mureneminen vauhdittui.

Lopulta tultiin tilanteeseen, jossa vielä jäljellä olevat kuonakokkareet pysyivät kiinni rummun seinässä koko kierroksen matkan ja muodostivat seinämälle lähes yhtenäisen kerroksen. Sen sijaan teräskuulat putosivat seinäältä juuri ennen pyörimisliikkeen ylintä kohtaa ja iskeytyivät voimalla rummun alimpana olevassa osassa seinämällä olevaan kuonapatjaan ja toisiaan vasten. Rummun pyörimisnopeus vakiintui tässä kohdassa ja teräskuulat tippuivat tasaisena virtana alla olevaan, jatkuvasti hienonevaan kuonaan.

Olipa se meno! Vaikka alkuaine vanadiini koetti mukanaan kulkevan kuonakokkareen kanssa parhaansa mukaan välttää ja väistellä teräskuulien iskuja, jäi se väistämättä aina toisinaan vastakkain



"Olipa se meno! Vanadiini koetti mukanaan kulkevan kuonakokkareen kanssa parhaansa mukaan välttää ja väistellä teräskuulien iskuja, mutta jäi väistämättä aina toisinaan vastakkain iskeytyvien kuulien väliin."

iskeytyvien tai toisiaan vastaan hankautuvien kuulien väliin. Seurausena hauras kuona lohkeili enemmän ja enemmän pois alkuaine vanadiinin ympäriltä ja lopulta alkuainevanadiini oli kumppaninsa hapen kanssa melkein yksinään jäljellä muutamia sitkeästi mukana roikkuvia kuonajäänteitä lukuun ottamatta. Sama ilmiö oli tapahtunut koko rumpuun kipatussa kuonaerässä, josta oli tullut hienojakoista pulveria ja pölyä.

Rumpu pysähtyi ja sen toisessa päässä oleva luukku aukesi. Rumpu kääntyi pystyyn ja kuonapulveri sekä pöly valahtivat ulos rummusta luukun takana olevan ritilän läpi jonkinlaiseen alaspäin kapenevaan siiloon. Teräskuulat jäivät ritilälle ja palasivat takaisin rumpuun sen palattua jälleen vaaka-asentoon.

Pulverisiilon kapeassa alapäässä oli reikä, joka johti vaakasuoraan putkeen. Putkessa kävi kova ilmavirta, joka vei mukanaan siilosta reiän kautta putkeen valuvan pulverin ja pölyn. Itse asiassa ilmavirta jopa imi siilosta pulveria ja kuljetti sen tällä kertaa pystysuoraan, alapäästään jälleen kapenevaan pyöreään sylinteriin. Ilmavirta johdettiin sylinteriin sen sivusta niin, että ilma sylinterin sisällä oli pitkien sylinterin seiniä pyöriässä liikkeessä samalla kun se kulkeutui ylöspäin poistuaakseen sylinterin yläpäässä olevasta aukosta taas johonkin johtavaan putkeen.

Alkuaine vanadiini ymmärsi pian, mistä oli kyse. Sylinterin sisällä pyörivä ilmavirta pakotti suuremmat (ja raskaammat) pulveripartikkelit keskipakovoiman avulla sylinterin seinämille. Siitä ne valuivat alas ja kertyivät sylinterin alaosaan. Hienojakoisemmat partikkelit ja suoranaisten pöly sen sijaan matkasivat ilmavirran mukana ja kaatosivat sylinterin yläpäässä olevaan putkeen.

Alkuaine vanadiini ihmetteli, mitä sen kannattaisi tehdä. Se tunsi pyörivän ilmavirran kannattelevan sitä juuri sen verran, että se voisi pienellä ponnistuksella päästä pois sylinteristä yläpäähän putken kautta. Toisaalta se voisi takertumalla johonkin toiseen partikkeliin päästä valahtamaan sylinterin alaosaan. Mitä oli edessä kummassakin päässä? Aikaa päättämiseen ei ollut paljoa, koska meno sylinterissä oli suorastaan hulvatonta.

Lopulta se päätti takertua toiseen partikkeliin, joka näytti pyöriineen sylinterissä jo jonkin aikaa. Yhdessä ne sinkoutuivat seinämälle ja lähtivät valumaan hiljalleen alaspäin. Alkuaine vanadiini ehti kysymään kumppaniltaan, mitä alhaalla oli edessä. Se sai kuulla, että sinne valuva karkeampi pulveri vietäisiin takaisin äskeiseen teräskuulamyllytykseen edelleen hienonnettavaksi. Sitä höyhennystä ei alkuaine vanadiini enää halunnut ja se päätti kokeilla toista reittiä.

Se päästi irti kumppanistaan ja ponkaisi kaikin voimin sylinterin keskellä pyörivään ilmavirtaan. Ilmavirta kuljetti sitä melkein ylhäällä olevan putken suuaukolle saakka, mutta sitten virran ote lipsui ja alkuaine vanadiini oli putoamaisillaan taas alaspäin. Sattuman kaupalla siihen törmäsi sylinteriin juuri pulpahtanut partikkeli, jonka liikevoima riitti sysäämään alkuaine vanadiinin putken alkuaukolle ja putkeen saakka.

Putkessa ilmavirran mukana kuljetun lyhyehkön matkan jälkeen putki päättyi ja alkuaine vanadiini putosi suuren kannella peitetyn sammion pohjalle sinne jo kertyneen pulverin joukkoon. Kovasta höykytyksestä voipuneena se laskeutui huokaisten aloilleen ja jäi odottamaan tulevia vaiheitaan. Mitä sitten tapahtuikaan, siitä kerrotaan seuraavissa tarinoissa. ▲



Vastaleivotun leivän tuoksua,
lahjapapereiden rapinaa,
rakkaita muistoja ja lämpöä
– niistä syntyy joulun taika.

Rauhallista joulua

Kohdistamme joulutervehdyksen
Hyvä joulumieli -keräykseen.



Yhdistyksen 80. juhluvuosi etenee täyttä häkää ja historian havinan yhteydessä myös uudet tuulet puhaltavat. Kuten moni teistä jo tietääkin, kunniaakkaasti palvellut VMY:n pitkäaikainen pääsihteeri Ari Juva on jättäytymässä pois tehtävästään ensi kevään Vuorimiespäivien jälkeen. Allekirjoittaneella on suuret saappaat täytettävänä, mutta onneksi matkassa on myös paras mahdollinen opastaja.

Samalla kun tutustutaan yhdessä Arin kanssa yhdistyksen yleisen toiminnan järjestämiseen, ovat kevään Vuorimiespäivien järjestelyt jo pitkällä. Koska kertaus on opintojen äiti, niin ilmoitettakoon vielä kerran tällä palstalla, että ensi kevään Vuorimiespäivät järjestetään 24.-25.3.2023. Vuosikokous järjestetään Marina Congress Centerissä, iltajuhlat Terrafamen isännöimänä Messukeskuksessa ja lauantain iloinen lounas Crowne Plazassa.

Vuorimiespäivien järjestelyjen lisäksi työn alla on yhdistyksen visuaalisen ilmeen päivitys ja samalla verkkosivuilta löytyvien tärkeimpien tietojen kääntäminen englanniksi kansainväliselle jäsenistöllemme. Paljon on tehtävää ja odotan jo innolla ensi kevään Vuorimiespäiviä! ▲

TED NUORIVAARA
PÄÄSIHTEERI JR.



ROXIA
PERFORMANCE — DRIVEN BY PEOPLE

Täysautomaattinen Kammiosuodatin

- Käyttöaste jopa yli 98 %
- Kehittyneet virheentunnistustoiminnot maksimoivat turvallisuuden ja suorituskyvyn.
- Erytistivistetty ja suojattu suodatuskammio
- Suodatusala 1,2 – 22,3 m²
- Voidaan yhdistää Roxia Malibu™ -onlineportaaliin etävalvontaa ja toiminnan analysointia varten.



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

info@roxia.com
www.roxia.com



Katso lisää:



Tässä se on SmartROC T35 E



United. Inspired.

Epiroc SmartROC T35 E - kaikkien aikojen ensimmäinen akku- ja sähkökäyttöinen pintaporauslaitteemme

SmartROC T35 E on suunniteltu parantamaan louhosten ja infrarakentamisen ympäristöstandardeja. Laitteen suunnittelu perustuu hyvin todistettuun SmartROC T35 -pintaporauslaitteeseen sekä Epirocin maanalaisten akkulaitteiden kehittämisestä saatuun vankkaan kokemukseen. Vähäpäästöisyyden lisäksi tämä laite tarjoaa useita älykkäitä ominaisuuksia sekä korkean turvallisuuden, luotettavuuden ja suorituskyvyn – hiljaisemmassa työympäristössä.

 **Epiroc**

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

CAVEX® 2

WE INNOVATE. OTHERS IMITATE.

Brief

Deliver up to 30% additional capacity.

Turbulence Reduction

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

Greater Separation Efficiency

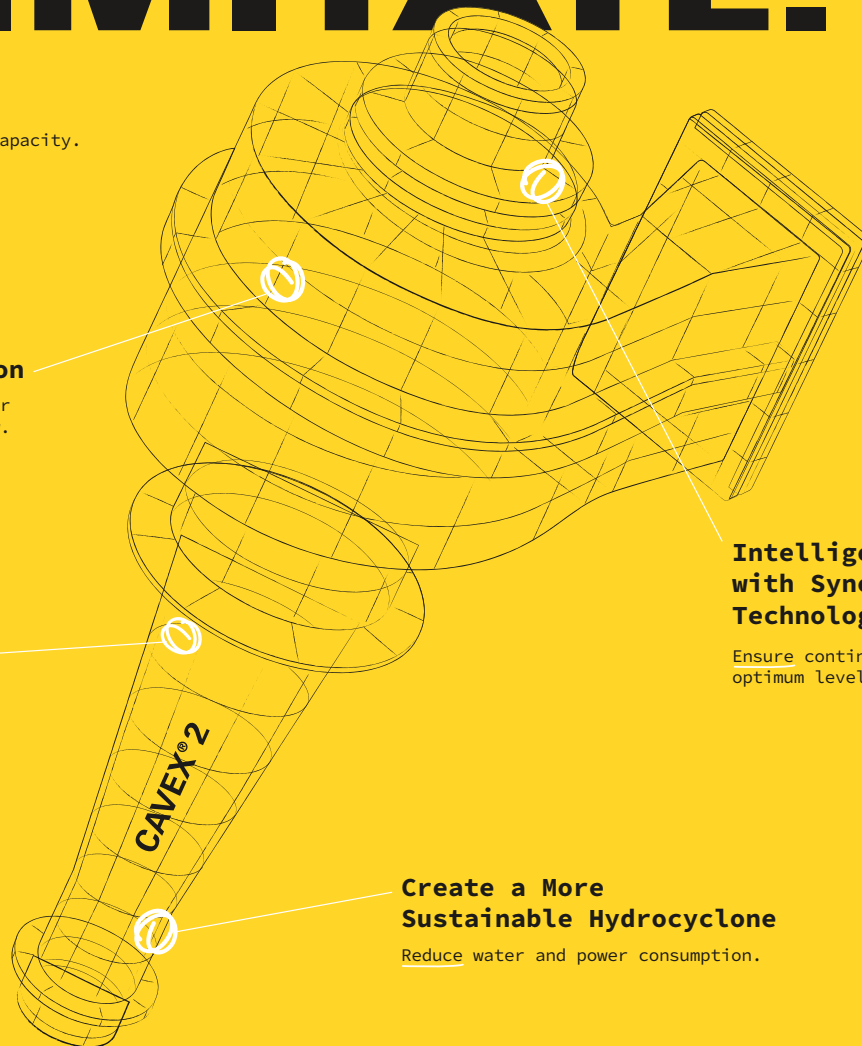
Reduce the fines reporting to the underflow and decrease misplaced coarse particles to the overflow.

Create a More Sustainable Hydrocyclone

Reduce water and power consumption.

Intelligent Performance with Synertrex® IIoT Technology

Ensure continual operation at an optimum level.



Up to 30% More Volumetric Capacity

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

Request a trial of the Cavex® 400CVD today at cavex2.weir

WEIR
Minerals

www.global.weir