

MATERIA

4-2019 | Lokakuu

GEOLOGIA
KAIVOS
LOUHINTA
RIKASTUS
PROSESSIT
METALLURGIA
MATERIAALIT

YLI 70 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA





AGNICO EAGLE
KITTILÄN KAIVOS



HYVÄ TULEVAISUUS

rakennetaan vastuullisilla päätöksillä

Menestys on meille muutakin kuin kultaa. Se on hyvä tulevaisuus kaikille lähellämme oleville. Siksi ajattelemme jokaisessa päätöksessämme luontoa, ihmisiä ja koko yhteisöä.



@AgnicoEagleFinland

www.agnicoeagle.fi



67

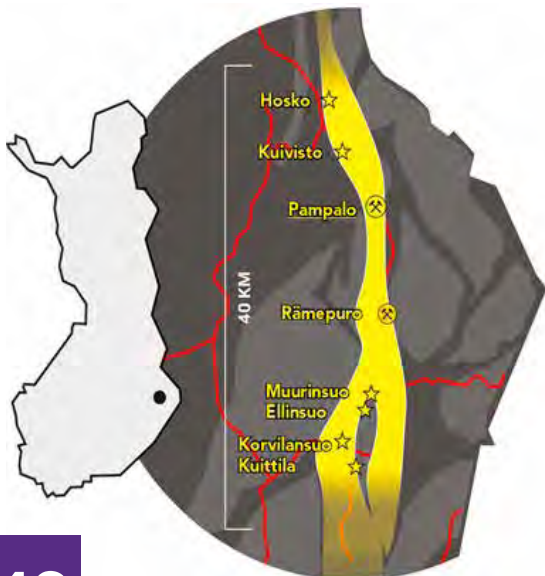
Outotecin toimitusjohtaja Markku Teräsvasara.



Metso Mineralsin toimitusjohtaja Pekka Vauramo.

MATERIA

4–2019 | Lokakuu



43

- 5 Lukijalle **Kari Pienimäki**
- 7 Pääkirjoitus **Timo Lindborg**: Kestävä kehitys ja metallit
- 9 **Jukka-Pekka Pöyliö, Heino Vasara**: Katsaus kaivosalaan -infograafi kokoaa kaivosalan avainluvut yhteen
- 13 **Leena K. Vanhatalo**: Kaivosseminaarilaiset kokoontuivat kesäisessä Vuokatissa
- 14 **Kalevi Salmela**: Tarina Lampinsaaren kaivokselta
- 16 **Niina Fu**: Perulainen kaivosdelegaatio vieraili Suomessa – mukana myös lappilaista eksotiikkaa
- 19 **Antti Häkkinen, Mehmet Emin Küçük, Teemu Kinnarinen, Jutta Nuortila-Jokinen, Mariam Abdulkareem, Jouni Havukainen, Mika Horttanainen, Annastiina Rintala, Elina Karttunen, Evgeniya Tsytsyna, Veli Matti Virolainen, Mervi Matilainen, Juha Timonen, Kirsi Mononen**: Upcycling of industrial residues through material wisdom
- 26 **Arja Sarpola, Hanna Junntila**: Näytteenoton filosofiaa
- 29 **Kristina Karvonen**: GTK – a pioneer in customer solutions for mining operations and the circular economy
- 32 **Katarina Boijer**: Restauroidussa rautaruukeissa sykkii käsityöläisperinne
- 39 **Esther Takamaa, Jouko Karinen**: Arctic Mines Summer School 29.07.-23.08.2019



- 43 **Kojonen, K., Vymazalová, A., Laufek, F., Johanson, B., Stanley, C.J., Pláišl, J., Halodová, P.:** Pampaloitti, AuSbTe, uusi mineraali Pampalon kaivoksesta
- 50 **Tuomo Tiainen:** Valimoteollisuus teknologiamurroksessa
- 57 **Lauri Närhi:** Metallurgijaoston kesäretki Meyerille
- 58 **Tuomo Tiainen:** Miksi laitteet ja komponentit särkyvät?
- 64 Uutisia alalta: **Eero Hämäläinen:** Sotkamo Silver kaivaa jo tänä vuonna yli 32 tonnia hopeaa
- 66 Uutisia alalta: Boliden Kevitsa pyrkii parhaaksi kaivosalalla
- 67 Uutisia alalta: Flowrox oy on ostanut Polar-automaatio oy:n
- 67 Uutisia alalta: Metso Mineralsin ja Outotecin yhdistyminen
- 70 **Elena Kozlovskaya, Kari Moisio, Jouni Nevalainen:** Oulu Mining Summit 2019
- 72 **Maria Sinche Gonzalez, Saija Luukkanen:** Upgrading knowledge and skills in mineral processing through a lifelong learning program-PROCHAINE

- 75 DIMECC on-line: **Kaisa Kaukovirta:** SSAB:n teräkseen liittyvä data hyödyttää tuotantoketjua esimerkiksi koneiden säätämisessä ja tuotannon tukiprosesseissa
- 76 Kaivosteollisuus: **Pekka Suomela:** Kaivosteollisuus tyrmäsi hallitusohjelman – vai toisinpäin?
- 77 Metallinjalostajat: **Kimmo Järvinen:** Mikä ihmeen hiiltulli ??
- 78 Kolumni **Pertti Voutilainen:** Voittaako järki?
- 79 Pakina **Tuomo Tiainen:** Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut, osa 7
- 80 Alansa osaajat
- 80 Hallituksen hyväksymät uudet jäsenet
- 81 **Mika Kulju:** Geosählyturnauksessa paidan värillä ei ole väliä
- 81 **Sakari Mononen:** Puumailamestaruus 2019 lisälmeen
- 83 Pääsihteeriltä **Ari Juva**
- 84 Ilmoittajamme tässä numerossa
- 84 VMY:n toimihenkilöitä

FinMeas

valvomme puolestasi



- ▶ KALLIO- JA MAARAKENTEIDEN AUTOMAATTINEN MONITOROINTI
- ▶ REAALIAIKAINEN TIETO RAKENTEIDEN TILASTA
- ▶ AUTOMAATTISET HÄLYTYKSET MUUTOKSISTA

www.finmeas.com

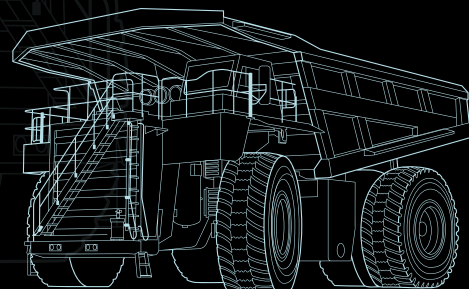
MiGaEL

Mining Game for Education and Learning

Virtuaalinen pelillinen 3D kaivosoppimis-ympäristö skenaariopohjaisilla harjoitteilla eri kaivosympäristöihin ja työtehtäviin.

Kaikille koulutustasoille ja tutkinnon jälkeiseen perehdytykseen sekä ammattilaisten jatkokoulutukseen. Modularisoidut koulutuspaketit eri työtehtäviin avolouhoksessa ja maan alla, virtuaalilaseilla tai näytöllä.

Lisätietoja: Pertti Rauhala, Lapin AMK
pertti.rauhala@lapinamk.fi



LAPIN AMK¹

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020



125
Spirit of
Responsibility

ALGOL
CHEMICALS

LUOTETTAVA JA PITKÄJÄNTEINEN KEMIKAALI-KUMPPANISI JO 125 VUODEN AJAN

Algol Chemicals on kotimainen kumppanisi kaikissa kaivosteollisuuden kemikaalitarpeissa. Toimitamme REACH-rekisteröidyt tuotteet turvallisuudesta tinkimättä suoraan paikallisista varastoistamme. Tarjoamamme lisäarvo perustuu pitkään kokemukseemme, yhteistyökumppaneidemme kanssa rakennettuun verkostoon, jatkuvasti kehittyvään palveluvalikoimaamme sekä henkilöstömme johtavaan asiantuntemukseen.

OTA YHTEYTTÄ!

Birgitta Bergén-Kavanto
+358 50 569 7870 | +358 9 50991
birgitta.bergen-kavanto@algol.fi



www.algolchemicals.com



UUDISTUNUT MURSKAIN TULEVAISUUDEN TEKNOLOGIA

Sandvik CH800i -kartiomurskainsarjamme tarjoaa sinulle edistyksellistä teknologiaa ja älykästä murskausta. Nämä suurikapasiteettiset koneemme on suunniteltu kaivosten ja suurten louhosten jälki- ja hienomurskaukseen. Pääkomponentit ovat jopa 65 % vahvempia* ja mahdollistavat näin parhaan käyttöasteen ja kestävyuden. Uusi automaatiojärjestelmämme optimoi murskaimen suorituskyvyn ja takaa turvallisen toiminnan.

Murskaimet ovat yhteydessä My Sandvik -sivustoon, joten pääset katsomaan laitoksesi tuottamaa dataa 24/7. Näin voit tehdä päätöksiä faktojen perusteella ja nähdä selvästi ne alueet, joilla käyttöaikaa voidaan pidentää ja tuottavuutta parantaa. Palvelusivustolta voit lisäksi tilata kulutus- ja varaosia sekä seurata osien toimitusta.

Lue lisää kartiomurskainsarjasta osoitteessa rocktechnology.sandvik/CH800i

OTA YHTETTÄ – SANDVIK PALVELEE

Pekka Jauhiainen puh. 0400 204 082

Lars Lönnqvist puh. 0400 683 235

Jari Millaskangas puh. 040 3500 158



* Sandvik ei takaa, että tulokset pätevät kaikissa olosuhteissa.

Arvoisa lukija!

Kesä meni ja tuulet puhaltelevat syksyn lehtiä. Niistä yksi, Materian erikoisnumero putkahti juuri postilaatikosta. Täytyy myöntää, että tunsin kyllä erityistä tyytyväisyyttä ryhmämme aikaansaannosta kohtaan lehteä hypistellessäni. Siinä on suhteellisen laaja-alaisesti valottu alamme merkityksellisyyttä ympäristökysymysten, historian ja yhteiskunnallisen merkityksen näkökulmasta. Artikkelit stimuloivat mielestäni juuri sopivasti etsimään lisää tietoa aiheista, joissa QR-koodit auttavat oikeille tiedon lähteille netissä. Toivottavasti lehti lunastaa paikkansa yleisen ymmärryksen ja kiinnostuksen lisääjänä suuremman yleisön keskuudessa.

Metso Mineralsin ja Outotecin yhdistymisuutinen hersytteli toimialamme kesälomien aikaan ja olisi varmaan ylittänyt uutiskynnyksen monissa medioissa myös laajemman uutistarjonnan kaudella. Fuusiossa uusi yhtiö saa lähes koko toimialan kattavan teknologiavalikoiman kaivokselta metalleiksi, sekä varsin uniikin aseman alan teknologiatoimittajana mm. tuoteasiantuntijuuden, T&K:n sekä palvelujen muodoissa. Tämä tulee luonnollisesti olemaan sekä uutta tulevaa yhtiötä että asiakkaita hyödyttävä tilanne, kun kaikkia toimialan teknologioita sekä osaamista saadaan jatkossa samalta toimittajalta. Pelkkiä rikasteita käyttävät harvat, kun taas metalleja tarvitsevat kaikki. Suomi on pieni maa, jonka on hyvä kyetä yhdistämään ja hyödyntämään

KUVA: JAANA PIENIMÄKI



osaamisvoimavarojaan tehokkaasti. Lehdessä on Markku Teräsvasaran ja Pekka Vauramon haastattelu heidän näkemyksistään fuusiosta.

Lehdessä on myös erittäin mielenkiintoinen juttu ”uuden” Pampaloiitti-mineraalin karakterisoinnista, missä käydään seikkaperäisesti läpi tehtävän eri vaiheet. On huomionarvoista nähdä, kuinka pitkäjänteistä hommaa sellainen on – yksinomaan synteettisen näytteen tekemiseen kului vuosi ja 9 kuukautta – siinä ajassa rakentaisi jo kuparisulaton. Erityisen mielenkiintoista oli havaita Kikuchi-viivojen lähes täydellinen yhtäläisyys synteettisen ja luonnon mineraalin välillä. Mineraalin tuoksusta olisin enää voinut toivoa tarkempaa luonnehdintaa.

Mielenkiintoisia juttuja löytyy myös mm. geopolymeerien hyödyntämisestä

rakennusmateriaaleissa, kaivosalan infograafista sekä näytteenoton filosofiasta.

Sitten vielä vakiomuistutus maksamattomista jäsenmaksuista, joita on aika paljon ja yksikin on jo liikaa.

Fennoscandian Exploration and Mining (FEM) -konferenssi pidetään taas 29.-31.10. Levillä ja seuraavassa lehdessä on sieltä sitten kuulumiset.

Miellyttävää lukunautintoa!

KARI PIENIMÄKI
päätoimittaja

MATERIA

JULKAISIJA / PUBLISHER Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. 77. 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 materiaaliteknikan erilaiset sovellutukset. Lehden alkuosa painottuu alan ja yritysten ajankohtaisiin asioihin. Tiede & tekniikka -osa keskittyy tutkimuksen ja kehitystyön tuloksiin. Materia magazine covers all areas of technology in the mining and metallurgical field, from geology and geophysics to mining process technology, metallurgy, manufacturing and various materials technology applications. The first part of the magazine focuses on what's happening in the field and the companies involved while the R&D section concentrates on the results of research and development. | **VAST. PÄÄTOIMITTAJA / EDITOR IN CHIEF** DI **Kari Piennimäki** 040 527 2510 kari.piennimaki@outotec.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** 040 849 0043, 050 439 6630 tuomo.j.tiainen@gmail.com, DI **Hannele Vuorimies** 040 187 6060 Outotec.etunimi.sukunimi@outotec.com, TkT **Topias Siren**, 050 354 9582 topias@smcoy.fi | **TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD** DI **Liisa Haavanlammi** pj /Chairman Outotec.040.864.4541@outotec.com, DI **Jani Isokääntä** SFTec Ltd. 040 854 8088 jani.isokaanta@svy.fi, Professori (associate) **Ari Jokilaakso** 050 313 8885 ari.jokilaakso@gmail.fi, DI **Miia Kiviö** Aurubis Finland Oy 0406416529 m.kivio@aurubis.com DI **Matti Palperi** Helsinki 09 565 1221, DI **Pia Voutilainen** 040 590 0494 pia.voutilainen@copperalliance.se, Scandinavian Copper Development Ass. DI **Annina Mattsson**, 0400538452, anninak.mattsson@gmail.com | **OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET / CHANGES OF ADDRESS & SUBSCRIPTIONS** **Leena K. Vanhatalo** 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi, **VMY:N JÄSENISTÖ MYÖS VERKKOSIVUJEN JÄSENREKISTERIN KAUTTA.** | **PAINO JA TAITTO/ PRINTING HOUSE** Painotalo Plus Digital Oy, Lahti | **KANSI** Leena K. Vanhatalo

Artikkelien aineistopäivä
Article deadline
5/2019 19.11.

Ilmoitustilavaraukset / aineistopäivä
Booking ads dl / Ads delivered
5/2019 19.11. 25.11.

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



Tutustu uusiin kaivannaisalan koulutuksiin www.pohto.fi

Tulevia Metallurgia- ja metallinjalostusteollisuuteen liittyviä täydennyskoulutuksia

Modernit mittausmenetelmät metallurgiassa

20.-21.11.2019

Koulutuksen tavoitteena on perehdyttää osallistujat viimeisinpiin mahdollisuuksiin kehittää ja käyttää moderneja mittausmenetelmiä tuotannon tehostamiseksi metallurgisessa teollisuudessa. Teollisuus 4.0 tarvitsee uutta tietoa, että jo nykyisin tehokas toiminta voisi saavuttaa digitaalisuusprojekteille asetettavia tavoitteita. Uusimpia sovelluksia edustavat toimijat esittelevät ratkaisujaan ja synnyttävät keskustelua.

Teräkset ääriolosuhteissa 22.-23.1.2020

Digitalisaatio terästeollisuudessa 12.-13.2.2020

Teräksen mekaaninen leikkaus ja oikaisu 13.-14.2.2020



Täältä löydät lisätietoa myös muista koulutuksistamme www.pohto.fi >



www.pohto.fi

Suomen ensimmäinen hopeakaivos



Lisätietoa www.silver.fi tai info@silver.fi

Sotkamo Silver Oy | Hopeatie 20, 88600 Sotkamo



Tutkimuksen ja koulutuksen ytimessä

Professori Saija Luukkanen, yksikön johtaja
saija.luukkanen@oulu.fi, +358 50 465 2982

Professori Elena Kozlovskaya
elena.kozlovskaya@oulu.fi
+358 29 448 1411

Professori Kari Strand
kari.strand@oulu.fi
+358 29 448 3556

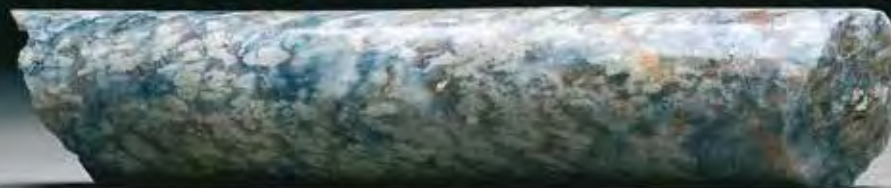
Professori Juha-Pekka Lunkka
juha.pekka.lunkka@oulu.fi
+358 29 448 1434

Professori Shenghong Yang
shenghong.yang@oulu.fi
+358 40 188 3168

Professori Pertti Sarala
pertti.sarala@oulu.fi
+358 29 448 1454

Professori Zongxian Zhang
zongxian.zhang@oulu.fi
+358 50 355 2744

Kuva: Studio Teemu Hujanen



Teknillinen tiedekunta, Kaivannaisalan yksikkö – Oulu Mining School

www.oulu.fi/katk

Kestävä kehitys ja metallit

Yleisesti odotetaan akkumetallien kysynnän kasvavan merkittävästi sähköautojen yleistyessä, mutta myös muiden metallien kysyntä kasvaa suurin piirtein globaalin talouskasvun verran. Tämä tarkoittaa kysynnän kaksinkertaistumista noin 20 -25 vuodessa, mikä on lyhyt aika kaivosteollisuuden tutkimushankkeiden ja kaivosten käynnistämisen osalta. Keväällä 2019 tuotannon aloittaneen Sotkamo Silver Oy:n hopeakaivoksen käynnistämiseen meni melkein 40 vuotta esiintymän löytymisestä ja 13 vuotta käytettiin kehitys- sekä tutkimustyöhön Sotkamo Silver Oy:n toimesta. Hopeakaivoksen tuottaman hopean osalta kysynnän odotetaan kaksinkertaistuvan noin 16 vuodessa, koska hopeaa tarvitaan lisääntyvästi esimerkiksi sähköautoissa, elektroniikassa ja aurinkokennoissa.

Akkumetallien kysynnän kasvu tulee muuttamaan käsityksemme kaivosteollisuuden merkityksestä hyvinvoinnillemme osana kestävä kehitystä. Toivonkin, että poliittiset toimijat ymmärtävät ajan kulumisen merkityksen hankekehityksessä ja metallien kysyntään vastaamisessa. Toivottavasti emme verota alaa kuoliaaksi täällä Suomessa, sillä tarvittavat metallit louhitaan jossain muualla, jos sitä ei tehdä Suomessa.

Kasvava kysyntä korostaa tuotannon ja kulutuksen kestävä kehityksen näkökulmaa kulutuksen, kaivosteollisuuden ja ympäristöpolitiikan näkökulmasta. Ihmiset ovatkin yhä kiinnostuneempia kaikkien osuudesta koko tuotanto- ja kulutusketjun vastuuvollisuudesta; ei vain kaivosteollisuuden tuotantoketjun osalta, vaan eri teollisuusalojen, turismin ja kulutuksen osalta.

Kaivosteollisuuden näkökulmasta kuluttajien vaatimus kestäväydestä on loistava tilaisuus käynnistää keskustelu kestävästä kehityksestä ja siinä uusiutumattomien luonnonvarojen käytön merkityksestä osana kestävä kulutusta ja kiertotaloutta. Metallit ovat erittäin hyvin kierrätettäviä ja niiden kierrätys on jo nyt korkeaa tasoa muihin raaka-aineisiin verrattuna.

Tiukat kansainväliset säännöt edesauttaisivat kaivosteollisuuden hyväksyntää ja kestävyttä. Globaalisti tulisikin kieltää avolouhokset ja siirtyä maanalaiseen louhintaan tekniikoilla, jotka eivät aiheuta maaperän romahtamista esiintymän kohdalta. Näin aikaan saataisiin kaivosteollisuus, jonka jättämä jälki maastoon on mitätön suhteessa tuotannon hyötyihin ja jälkihoito helpottuisi.



koskaan. Niistä ei ole puutetta ja kaivostuotanto ja kierrätys kykenevät vastaamaan jatkuvasti kasvavaan materiaalien ja raaka-aineiden kysyntään. Halvat metallit kyllä loppuvat, mutta mitä sitten? Jos jonkin metallin hinta kuluttajalle on liian korkea, se korvataan jollain muulla raaka-aineella tai sen kierrätys lisääntyy.

Biodiversiteetin sekä maailman keuhkojen ja kasvillisuuden tuhoaminen uusiutuvia raaka-aineita hyödyntämällä ei ole kestävää ja vastuullista toimintaa. Neitseellisten uusiutuvien raaka-aineiden käyttöä olisi voimakkaasti rajoitettava, kunnes uusiutuvia raaka-aineita kyetään valmistamaan ympäristöystävällisesti eri tehtaissa suurina määrinä.

Vastuullisen kuluttajan tulisi siirtyä muovista, paperista, puusta ja luonnosta otetusta biomassasta tehdyistä tuotteista metalleista ja mineraaleista tehtyihin tuotteisiin hillitksemme biodiversiteettikatoa.

Kun kysymyksessä ei ole energia, luonnonvarojen kulutuksen tulisi siirtyä uusiutumattomiin metalleihin ja mineraaleihin. Näin maailmanlaajuinen ylikulutuspäivä ei koske metalleja ja mineraaleja; niitä riittää kulutettavaksi ja kierrätettäväksi. Ne eivät lopu koskaan. ▲

TIMO LINDBORG
TEKNIKAN TOHTORI, DOSENTTI

Tämä johtaisi kaivostuotannon kustannusten nousuun ja suhteellisesti liian halpojen metallien loppumiseen, mutta onko sillä väliä? Metallien hinnat vain nousisivat, mutta määrä ei vähenisi.

Kaivosteollisuuden osalta metallien korkeampi hinta johtaisi kaivosyritysten liikevaihdon kasvuun. Koska voitto on yleensä jokin prosentti liikevaihdosta, niin kaivosyritysten rahamääräiset voitot kasvaisivat ja ympäristö voittaisi. Tämä olisi win-win -tilanne. Muutos voitaisiin toteuttaa esimerkiksi 30 vuoden ylimenokauden aikana; näin nykyiset investoinnit voitaisiin käyttää loppuun ja pääomaa ei hukattaisi.

Paradigman muutos tarvitaan

Tarvitaan paradigman muutos. Meidän on ymmärrettävä, että metallit ja mineraalit eivät lopu

SOLUTION-ORIENTED BLASTING SERVICES



FORCIT EXPLOSIVES manufactures and delivers civil explosives and provides blasting related services. Our comprehensive product repertory consists of bulk emulsions and cartridge explosives as well as other blasting related products and accessories.

Read more about our services on >> FORCITGROUP.COM



GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä
riskejä kattavalla
3D-mallinnuksella!

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



GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

- Maapeitteen ensimetreistä yli kilometrin syvyyteen.
- EM, 3D/2D IP, painovoima, magneettinen, lataus-potentiaali, seisminen, vastusluotaus, maatulka, reikäkuvaukset ja fyysiset 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

Katsaus kaivosalaan -infograafi kokoaa kaivosalan avainluvut yhteen

TEKSTI: **JUKKA-PEKKA PÖYLIÖ** & **HEINO VASARA**, LAPIN ELY-KESKUS

Katsaus kaivosalaan -infograafista löytyvät muun muassa kaivosteollisuuden avainluvut, kartat, SWOT-analyysi sekä vireillä olevien hankkeiden tilannekuvat. Se palvelee yhtä lailla kaivosalan ammattilaisia, päättäjiä, mediaa kuin aiheesta kiinnostuneita kansalaisiakin. Infograafin tietoja päivitetään vuosittain.

Infograafi toimii erilaisissa mobiililaitteissa, ja sen kartoissa, taulukoissa ja kuvioissa on panostettu vuorovaikutteisuuteen – monet niistä reagoivat hiiren tai sormen koskuttukseen tuoden lisätietoa. Infograafi on saatavilla suomen- ja englanninkielisenä.

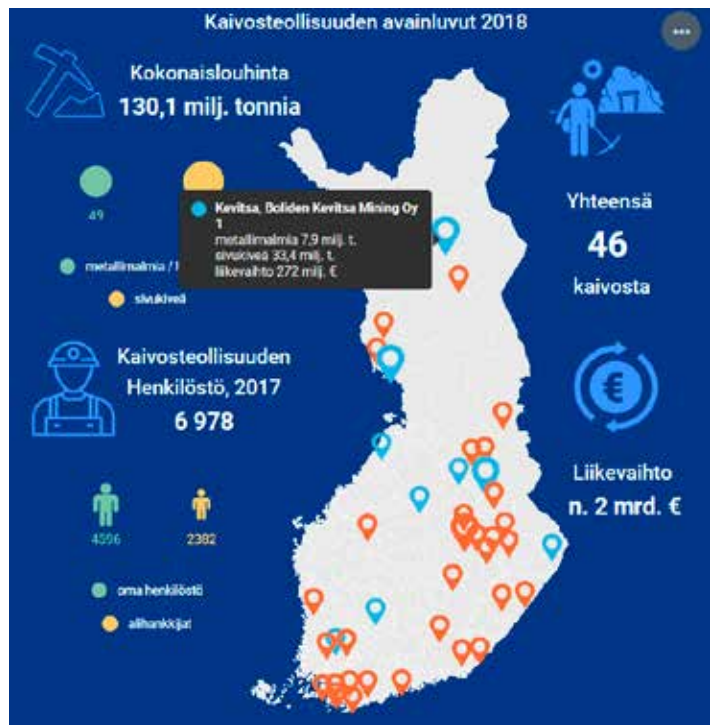
Infograafin toteutti Lapin ELY-keskuksen J-P Pöyliö ja sisällöstä vastasivat GTK:n Minerals Intelligence MI -ryhmä yhdessä Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) ja työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) kaivosviranomaisten kanssa. TEM:n kaivosalan toimialapäällikkö Heino Vasara esitteli sen kesäkuussa Vuokatissa.

Infograafia on jaettu ahkerasti eri sosiaalisen median verkostoissa, ja se on herättänyt kiinnostusta myös kansainvälisesti.

Heino Vasara nostaa infograafista esiin seuraavat asiat:

Kaivosmaana Suomi ja Eurooppa ovat pieniä, eikä Suomen kaivosvolyyymi kasva lähivuosina muuten kuin olemassa olevien kaivosten laajentuessa. Uusia hankkeita on vireillä, mutta niiden siirtyminen varsinaiseen operatiiviseen kaivostointintaan vie muutaman vuoden.

Kaivosteollisuuden arvoketjussa Suomi on vahva tekijä laitevalmistuksessa ja jalostuksessa. Tulevaisuuden akkuklusterin kehittyessä nähdään suomalainen maaperä ja toimintaympäristö hyvänä.▲



Infograafi löytyy suomeksi osoitteesta:

<https://infogram.com/katsaus-kaivosalaan-1h0r6rg8prrl2ek?live>
englanniksi:

<https://infogram.com/overview-mining-industry-in-finland-1h7j4dj-vg0g94nr?live>





**Ennen kuin
vesi ylettää
polviin...**

atlas copco.fi

Atlas Copco



**Atlas Copcolla on laaja
valikoima uppopumppuja**

Pumppuja on ihan pieniä, kannettavia ja todella isoja versioita. Kaikki ovat helposti huollettavia ja varustetut pyörimissuunnan tunnistimella, joka varmistaa optimaalisen käytön.



material solutions advancing life

www.sibelco.com

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo
+358102179800



Engineered to improve throughput and enhance yield

We offer a complete flocculant and coagulant product portfolio for mining and other water-intensive industries, engineered to improve throughput, enhance yield and optimize your processes. Partner with the leading manufacturer of polymers, and the world's largest supplier of inorganic coagulants.

Meet us at the 12th Fennoscandian Exploration and Mining conference from 29 - 31 October in Levi.

KEMIRA.COM

kemira



**KESTÄVYYS,
KORKEA LAATU,
LUOTETTAVUUS**

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

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



LOUHINTA



RAKENTAMINEN



KAIVOSTOIMINTA



SUOMESSA SUUNNITELTU JA VALMISTETTU.

SEURAAVAN SUKUPOLVEN BLASTIQ™



YHDISTETYT TEKNOLOGIASOVELLUKSET RÄJÄYTYSTULOSTEN OPTIMOINTIIN



VÄHENNÄ PORAUKSEN JA
PANOSTUKSEN
KOKONAISKUSTANNUKSIA



LISÄÄ
TUOTTAVUUTTA



PARANNA
TURVALLISUUTTA



HELPOTA
VIRANOMAISVAATIMUSTEN
TÄYTTÄMISTÄ

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

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

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





Kaivosseminaarilaiset kokoontuivat kesäisessä Vuokatissa

TEKSTI JA KUVAT: **LEENA K. VANHATALO**

Perinteisen kesäisen kaivosseminaarin järjesti Suomen Kaivosyrittäjät ry yhteistyössä Inf-rasuunnittelu Oy:n, Sotkamo Silver Oy:n, Kaivosteollisuus ry:n sekä Kainuun Etu Oy:n kanssa 5. – 7. kesäkuuta Vuokatin Katinkullassa. Kaivosseminaaari 19 käynnistyi Sotkamo Silver Oy:n ja Terrafamen kaivosekskursioilla. Sotkamo Silver järjesti samanaikaisesti avoimet ovet -päivän, jonka ohjelmaan kuului muun muassa pikakävely rikastamon läpi. Bussiajelun aikana opas kertoi hiukan alueesta. Ennen kahvia jaloiteltiin vedenpuhdistamolla.

Keskiviikkona iltapäivällä päästiin sitten itse seminaariesitelmien kuunteluun. Tilaisuuteen ilmoittautuneita oli noin 180. Ensimmäisen päivän aiheena oli ”Kaivos toiminnan merkitys ja reunaehdot”. Paneelikeskustelua käytiin Suomen kaivostoiminnan imagosta.

WIM Finland järjesti etkot kaikille aiheesta kiinnostuneille. Tilaisuudessa yhdistys esitteli toimintaansa ja värväsi jäseniä. Illan päättivät sponsoreiden verkostoitumiskokkareet, jossa sponsorit pitivät lyhyitä puheenvuoroja ja osallistujat pääsivät verkostoitumaan vapaan keskustelun muodossa tiukan päiväohjelman jälkeen.

Toinen seminaaripäivä käynnistyi kaivostoimialan infograafin esittelyllä. Tästä on



Hopeakaivosretkeläiset jalkautuivat kuuntelemaan sitä, miten vedenpuhdistamo toimii.

erillinen artikkeli toisaalla tässä lehdessä. Aamupäivän ohjelmaan kuuluivat myös muutamien kaivosten investointikatsaukset. Ennen lounastaukoa ohjelma jatkui esitelmällä kaivosteknologiatarjoamasta. Iltapäivä vierähtikin Kainuun kaivosklusterin kuulumisten parissa ja lopuksi kuultiin Sotkamo Silver Oy:n tarina kaivoksen käynnistymisen taustoista. Ilta päättyi seminaarin viralliseen iltajuhlaan palkintojen jakoineen ja juhlaillallisineen.

Perjantaina päätöspäivänä oli vielä tarjolla esitelmää ”Kestävästi kasvava kaivosteollisuus” -otsakkeen alla. Ohjel-

massa kuultiin mm. kaivosviranomais- ja kaivoshankekatsaukset ja kiertotalouspuheenvuorot. Suomen kaivoksista ja kaivoshankkeista koko seminaarissa olivat esillä Sotkamo Silver Oy:n hopeakaivos, Terrafamen kaivos, Mondo Minerals, Outokumpu Chromen Kemian kaivos, Bolidenin Kevitsän kaivos, Nordic Goldin Laivan kaivos sekä Tulikiven, Keliberin, FinnCobaltin ja Hannukainen Miningin kaivoshankkeet. Kaivosseminaaari 19 -tapahtuma päättyi ”Mikä on kestävä kaivosteollisuutta?” -paneelikeskusteluun. Seuraava kaivosseminaaari järjestetään Levillä 3.-5.6.2020.▲

Tarina Lampinsaaren kaivokselta

TEKSTI JA KUVAT: KALEVI SALMELA

Osallistuin Vuokatissa järjestettyyn kaivosseminaariin. Seminaarin ohjelmaan kuului käynti Sotkamon hopeakaivoksella.

Siellä tutustuimme rikastamoon ja kaivosalueeseen. Kiertelimme linja-autolla rikastushiekka-altailla ja avolouhoksella.

Altaita katsellessani nousi mieleeni muisto lapsuudesta Outokummun sinkkikaivokselta Vihannin Lampinsaaresta.

Kaivos oli Euroopan suurin sinkkikaivos. Lampinsaaren kaivosyhdyskunta oli rakennettu pieneen suosaarekkeeseen. Meillä lapsilla oli hyvin vahvasti Outokumpuun nojautuva kasvualusta. Lapsia kylässä oli silloin n. 500-600. Kylässä oli elämisen maku.

Oli kevät, toukokuu ja elettiin 1960-luvun alkua. Kylällä rakennettiin Kaivoshovia kylän sosiaalisia tarpeita varten. Kävimme poikajoukolla kiipeilemässä iltaisin rakennustyömaalla.

Eräänä iltana, kun olimme taas menossa rakennustyömaalle, havaitsimme sinne tuodun pikitynnyrin. Siinä syntyi ajatus, että rakennetaan vene, kun pikeä on saatavilla.

Otimme pikeä tynnyristä ämpäriin ja veimme sen metsää pitkin kotiin liiterille. Sitten palasimme rakennustyömaalle ja keräsimme veneen tarvelaudat ja naulat.

Rakensimme näistä tarpeista veneen, jossa oli pieni masto ja säckipurje. Muistan sen innon ja riemun, millä naapurin pojan kanssa venettä tehtiin.

Veneen valmistuttua lähdimme kuljettamaan sitä metsää pitkin syanidialtaalle. Kaivoksen iso rikastushiekka-allas ja sen taakse isolle suoalueelle tehty syanidiallas olivat meille hyvin tuttuja paikkoja.

Liikuimme siellä paljon. Tätä aluetta kutsuimme Sumpiksi ja jätealueeksi. Kukaan ei estänyt lasten liikkumista alueella. Oli kyllä tiedossa, ettei alueella saisi olla. Kielto teki liikkumisen siellä entistä kiehtovammaksi, kun piti hiukan pelätä vartijaa. Nimittäin vartija, jolla oli koppalakki, ajeli joskus pyörällä jätealueella.

Tänne siis haalasimme veneen. Syanidiallas oli rakennettu siten, että kaivinkone

oli kaivanut leveän kanavan, josta nouseva maa-aines muodosti penkan altaalle. Kun allas valmistui, siihen nousi vesi, joka peitti suon alleen. Vettä oli kaivetun kanavan takana suolla 0,5m – 1 m. Altaan reunat olivat kaivamisesta johtuen syvät.

Tänne me veneemme toimme ja aloimme purjehtia. Vene vuoti kuin seula. Tilkitsimme sitä pikeen kastetuilla räteillä. Toinen meistä hoiti purjehtimista ja toinen äyskäröi

vettä veneestä koko ajan. Muutoin se olisi uponnut. Muistan sen ilon, kun meillä oli oma vene, jolla saatiin vapaasti purjehtia.

Ilta tuli. Kiinnitimme veneen rantapenkkaan odottamaan tulevia purjehduksia.

Seuraava päivä oli normaalista poikkeava. Olin koulussa ja sain jälki-istuntoa jostain syystä. Jäin linja-autosta ja lähdin kävelemään kotiin pitkin kaivokselle vievää junarataa.

Kaivoshovi kuvattuna syyskuussa 2019. Tätä Kaivoshoviksi kutsuttua rakennusta rakennettiin keväällä 1964. Rakennus on Kaivoskadun varrella kylän keskellä. Rakennus oli kylän kulttuuritarpeita varten aikaansaatu. Tarinan alussa kerrotaan pikitynnyristä. Pikitynnyri oli kuvassa olevan keskeneräisen rakennuksen oven edessä. Siitä me se löydettiin ja kerrottu tarina sai alkunsa. Tällä hetkellä kaivoshovi on hylätty, sitä on kohdannut täysi rappio. Rakennuksen eteen on pystytetty kaivoksesta tuotu malmikivilohekare.



Matkaa oli useita kilometrejä. Rata tuli suon laitaan, jossa syanidiallas oli. Näin kaukana suolla ihmisiä seisomassa padolla, arviolta siinä kohdassa, missä veneemme oli ankkuroituna. Sydänalaa kouraisi ja hätä iski kehoon.

Mieleeni nousi nuorempi veljeni, joka pyrki mukaan venematkalle ja jonka ajoimme ”väkivaltaisesti” takaisin kotiin edellisenä iltana. Juoksin kotia kohti, jonne matkaa oli vielä toista kilometriä. Saavuin kotiin ja huusin, onko Pentti kotona. Pentti oli kotona.

Kotona en uskaltanut puhua havainnostani padolla mitään. Lähdin ulos kuulostelemaan, mitä siellä tapahtuu. Koskaan aiemmin en ollut nähnyt ihmisten kokoon-tuneen padolle.

Padolta tuli ihmisiä kylälle ja he toivat viestiä, että Jukka on hukkunut.

Kaksi meitä useita vuosia nuorempaa poikaa oli kulkenut padolle ja löytänyt meidän veneen. He olivat ottaneet sen ja pääs-seet padon vieressä olevan syvän kaivannon yli, jolloin vene oli uponnut. Pojat joutuivat

Kun mietitään onnettomuuteen johtaneita syitä, niin perussyyt tähänkin onnettomuuteen ovat paljon kauempana kuin pikitynnyrissä.

veteen seisomaan suomättään päälle ja vesi oli yltänyt reisiin asti.

Toinen pojista pystyi uimaan syvän kaivannon yli ja pääsi padolle. Jukka jäi seisomaan mättäälle, ja toinen poika lähti juosten hakemaan apua. Kun apu viimein tuli, oli Jukka hukkunut mättään viereen.

Miksi pojat olivat päättäneet lähteä altaalle, askarrutti minua. Liikuin alueella usein. En ollut koskaan näitä kahta siellä tavannut.

Syylisyys onnettomuudesta painoi mieltä. Odotin, että alkaa selvitys siitä, kenen laittama vene altaalla oli. Sitten oli selvää, että tutkitaan myös, mistä piki, mistä laudat, kuka varasti...

Kotona isä ja äiti eivät tienneet meidän venehankkeesta. En uskaltanut puhua aiheesta sanaakaan. Murhe kylällä oli suuri. Jukka oli perheensä ainoa poika, jonka he näin menettivät.

Onnettomuuden syitä ei koskaan tutkittu. Kukaan ei meitä syyttänyt. Veneen syntytarina jäi salaisuudeksi.

Kun mietitään onnettomuuteen johtaneita syitä, niin perussyyt tähänkin onnettomuuteen ovat paljon kauempana kuin pikitynnyrissä.

Silloin kaivosturvallisuus oli eri tasolla kuin tänään. Lasten liikkuminen rakennustyömaalla, kaivoksen varastoalueilla ja rikastushiekka-altailla ei ole tänään mahdollista.

Sodan jälkeen teollinen kulttuuri oli toisenlainen.▲



Sustainable Discovery and Supply Lighthouse

Smart solutions for a sustainable future.
Exploration. Mining. Processing.

You can reach us at:
FEM 2019 Trade Show AREA B, B12, Levi Summit
29-31 October 2019



Perulainen kaivosdelegaatio vieraili Suomessa - mukana myös lappilaista eksotiikkaa

Vierailu on jatkoa onnistuneelle viimekeväiselle kaivostapahtumalle Perussa. Viime toukokuussa suomalaiset kokosivat jopa neljäntoista paikallisen kaivoksen edustajat workshop -tapahtumaan Perussa. Nyt vuorostaan Suomeen matkusti latinalaisamerikkalainen delegaatio, joka koostui kahdentoista kaivoksen edustajista.

TEKSTI: NIINA FU KUVAT: MIKAEL RYDENFELT

”**H**alusimme jatkaa hyvää flowta ja kutsua yrityksiä vastavierailulle”, toteaa projektin vetäjä Niina Fu. Matkan tavoitteena oli esitellä alan kotimaista osaamista ja uusia innovaatioita suomalaisyritysten kotimaisemissa.

Vastavierailun isäntinä toimivat Flowrox Oy, Nokian Renkaat Oyj, Merus Power Dynamics Oy, Sulzer Pumps Fin-



land Oy, Wärtsilä Oyj, Sandvik Mining and Construction Oy, Satel Oy, Artic Drilling Company Oy, Suomalais-Latinalaisamerikkalainen kauppayhdistys, Oulu Mining School ja Riveria.

Delegaation matkaan sisältyi räätälöity seminaari perulaisille, laiteoimittajavierailuja sekä vierailut Pyhäsalmen, Kittilän ja Kevitsan kaivoksiin. Lisäksi vieraat pääsivät kokeilemaan heille takuulla eksoottisia lajeja kuten avantouintia, saunomista ja lumikävelyä.

Perulaisten odotukset ovat korkealla matkan suhteen. Maan suurimman yksityisen kaivosyhtiön Buenaventuran innovaatiojohtaja Ignacio Agramont totesi seuraavasti matkan tavoitteista:

”Odotan näkeväni uuden teknologian käyttöä maanalaisessa kaivostoiminnassa, minkä avulla voimme tehostaa prosesseja ja pienentää kuluja. Lisäksi toivon saavani tietoa, miten innovaatioiden luominen on järjestetty suomalaisissa kaivosyhtiöissä.”

Myös toisen perulaisen kaivoksen, Min-surin edustajan Jesús Chávezin tavoite Suomen vierailulle on selvä: ”Odotan vierailun antavan tietoa siitä, miten suomalaiset kai-

vokset ovat parantaneet kaivosprosesses- ja kestäväällä tavalla mahdollistaen tiedon siirron reaaliajassa laitteiden, prosessien ja operaattoreiden kesken.”

Suomalaiset pystyivät vastaamaan perulaisten odotuksiin ja lähes kaikki vieraat antoivat matkalle kiitettävän arvosanan. Buenaventuran Agramont tiivistää kokemuksiaan: ”Todella mielenkiintoinen matka ja mahdollisuus päästä tutustumaan Suomen kaivosteollisuuteen, kaivoksiin ja toimittajiin. Lisäksi saimme maistiaisia suomalaisesta kulttuurista.”

Myös Ximena Contrado, chileläisen Andrés Bello -yliopiston professori toteaa matkan täyttäneen odotuksensa. ”Meillä oli erinomainen vastaanotto jokaisessa vierailukohteessa. Ohjelma oli intensiivinen ensimmäisestä päivästä alkaen ja loimme kontakteja niin kaivosteollisuuden ja energiasektorin edustajiin kuin toimialaa valvoviin viranomaisiin.”

Peru on kaivosteollisuuden jättiläinen

Perua ei turhaan pidetä Latinalaisen Amerikan kiinnostavimpana kaivosmaana. Se on

maailman toiseksi suurin hopean, kuparin ja sinkin tuottaja. Latinalaisessa Amerikassa Peru on myös alueen johtava kullan, sinkin, tinan, lyijyn ja molybdeenin tuottaja. Maa on viimeisten vuosien aikana noussut yhdeksi maailman tärkeimmistä kaivosalueista johtuen poikkeuksellisen rikkaista mineraalivaroista. Maassa listattiin vuonna 2017 yhteensä 46 kaivoshanketta, joiden investointien yhteenlasketuksi arvoksi on arvioitu yli 47 miljardia dollaria. Perun Kansallisen Kaivos-, öljy- ja energialiiton mukaan maalla on tällä hetkellä mahdollisuudet ylittää yli 10 miljardin arvoisiin vuosittaisiin investointeihin. ▲





ANALYTICAL EFFICIENCY CAN SAVE MILLIONS

Visit booths
B8 and B37
at FEM

Reduce the operating cost, maximize usage of minerals

- Increase chance for success in exploration
- Detect minerals with non-destructive methods, within seconds
- Solution oriented geological services with use of leading-edge analytical devices
- Detect presence of problematic minerals
- Increase productivity, optimize processes and assure product quality and consistency using precise analysis
- Reduce environmental impact by monitoring of waste streams

Malvern Panalytical has expertise to deliver reliable and repeatable results across multiple purposes in geology, mining and metals processing. We select appropriate instruments for your application together with you.



www.malvernpanalytical.com

Malvern Panalytical B.V. branch Finland



www.geopool.fi

Upcycling of industrial residues through material wisdom

ANTTI HÄKKINEN, MEHMET EMIN KÜÇÜK, TEEMU KINNARINEN, JUTTA NUORTILA-JOKINEN, MARIAM ABDULKAREEM, JOUNI HAVUKAINEN, MIKA HORTTANAINEN, ANNASTIINA RINTALA, ELINA KARTTUNEN, EVGENIYA TSYTSYNA, VELI MATTI VIROLAINEN
LUT UNIVERSITY, YLIOPISTONKATU 34, 53850 LAPPEENRANTA, FINLAND.

MERVI MATILAINEN, JUHA TIMONEN, KIRSI MONONEN
APILA GROUP LTD, HIETALANTIE 7D, 80710 LEHMO.

Geopolymer composites are a material-wise alternative for traditional construction materials. These materials may enhance the material efficiency within the industry by enabling the utilization of industrial side streams, and therefore sparing natural resources. They also have a lower environmental impact due to the circular economy aspect and low-carbon binder materials. Nevertheless, systematic studies on the chemical and physical properties of the industrial side streams are needed in order to determine the suitability and effects of different side streams in geopolymer composites.

Closing the loops with material wisdom

Material wisdom is a way to use different materials (natural resources, raw materials, chemicals) carefully and efficiently, and to promote the well-being of environment as well as human and sustainable development.

The material wise products are designed to be sustainable all through their life cycle from cradle to cradle. They are material and energy efficient and they can be reused, recycled or recovered. Moreover, the environmental burden of the product life cycle is minimised by making the right choices already during the design phase of the product (ISO 14006:2011 Environmental management systems — Guidelines for incorporating eco-design).

Smart use of natural resources in production systems and processes means effective management and utilisation of industrial side streams as well as recycling materials and reducing waste in all stages of the product life cycle (Ministry of Employment and Economy, Finland, 2014). However, effective utilisation of side streams is not possible without extensive knowledge of the material properties and characteristics. Therefore, material wisdom forms the basis of sustainable circular economy.

Material efficiency with side streams

In 2016, 2,5 billion tons of waste were produced in the European Union (EU), from which about 53,3 % was treated in recovery operations and the remaining 46,7 % was either incinerated without energy recovery (1,0 %) or disposed of mainly by landfilling (45,7 %). Industries of mining and quarrying, forest and construction altogether constitute more than 65 % of the total generated waste in the EU (Eurostat, 2016). Due to these high numbers, recycling and reuse of the secondary raw materials is a significant possibility to spare natural resources in sustainable circular economy.

Utilisation of industrial side streams to substitute primary natural resources is one way to increase material efficiency. On the other hand, there are challenges in the utilization of industrial side streams, which must be considered. The suitability and reactivity of the side stream and its regulatory classification (waste or side product) affect the usability of the side stream. The suitability and the reactivity are assessed by physical properties, such as particle size distribution and availability due to the accessible amount, and chemical properties, such as chemical composition, heterogeneity, impurities and solubility. Moreover,

depending on the selected application for reuse, certain additional properties of the side streams must be analysed.

For example, inorganic side streams such as mineral construction waste, ashes and tailings from mining industry can be utilized as fillers in the inorganic construction materials, such as ceramics, tiles, concrete and geopolymer composites. Each application sets definite demands to the raw materials.

In castables, such as geopolymer composites or concrete, the side streams used as fillers must be compatible with the used binder. The chemical nature and physical appearance, particle size and morphology affect the interaction and adhesion between binder and fillers. This interaction defines the chemical and mechanical properties of the final product. In construction industry, the final products must pass standardized tests (Ministry of Environment, Finland, 2016), including mechanical strength and leachability, and therefore the interaction is crucial. On the other hand, ceramic products may be produced using mineral side streams. Typically, specific clay materials are added to bring plasticity and workability to green body. Demands for ceramics vary widely depending on the application and >

Urban Infra Revolution – project

The target of the project “Urban Infra Revolution – UIR” is to produce geopolymer composites out of locally available industrial side streams and use these materials for creating different city infrastructures by additive manufacturing. Sustainability and ecodesign principles guide the development work. Additionally, the business potential and markets of geopolymer composites are studied and business models and ecosystems are being developed. Virtual reality is also used for city planning.

The project is funded by Urban Innovative Actions that is an Initiative of the European Union promoting pilot projects in the field of sustainable urban development. The consortium includes City of Lappeenranta, LUT University, Saimaa University of Applied Sciences, Imatra Regional Development Company, Outotec, Apila Group, FIMAtec, Nordkalk, Metsä Group, UPM, Stora Enso, Total Design and Design Reform. <https://www.uia-initiative.eu/en/uia-cities/lappeenranta>.



Urban Infra Revolution – project group

process planning depends on the scope of the product. As a summary, industrial side streams may have a high potential for utilization. However, demands for different products are case dependent and require homework and careful planning.

Business potential of upgraded industrial side streams

Although the use of some industrial side streams has a long tradition, many of them are still treated as waste, which means that they have a zero or negative value and they are landfilled. If it is possible to find valuable use for a side stream that has previously had a zero or negative value, it will, by default provide a cost advantage for the utiliser, as long as there is no other demand for the material. Silica fume, a by-product of producing silicon metal or ferrosilicon alloys, is an example of a material that has turned from waste to a high-value product. Though once cheap, it is now an expensive high performance cement supplement primarily used in bridges and other exposed structures that require high weathering performance (Imbabi *et al.*, 2012).

Waste landfilling constitutes an additional expense for manufacturers. Therefore the upgrading of side-streams from industrial production creates an opportunity for reducing the costs. However, if utilization requires complicated processing, the case is more challenging. Due to high processing costs, the recycled material cannot necessarily compete in price with established equivalent products. Therefore, it is essential to study, whether the recycled material has some characteristics that, during the application, compensate the possible difference in purchase price. For example, the insulation value of granulated ash produced by Ecolan is comparable to a double amount of gravel, so a thinner layer is enough to act as insulation when used in road construction, which also reduces the need for soil excavation (Aamulehti, 2019). Likewise, testing of geopolymer concretes, often based on slags and ashes, under a variety of applications has indicated that the durability and service life is likely to be better than that of traditional (OPC) concretes (e.g. McLellan *et al.*, 2011).

Upcycling of industrial side streams can help a company to enhance sustainability. To some extent, enhanced sustainability profile and reputation as a “green company” attracts customers and strengthens the position of a company on the market. Lower carbon footprint or similar concepts can be used in marketing, but some studies suggest that the customer segment which actually values recycled products is relatively small

(e.g. Debo *et al.*, 2005; Atasu *et al.*, 2008). Even though environmental aspects are not generally the most decisive elements in purchasing decisions, environmental awareness is growing and to some extent, willingness to pay for greener products exists.

Governmental regulation is one possible mechanism that can promote the adoption of recycled materials. EU is taking actions to encourage the utilization of side-streams to reduce the volume of generated waste. In 2018 EU has introduced the Circular Economy Action Plan, which sets a target to recycle 70% of packaging waste by 2030 and decrease landfilled municipal waste to the maximum 10% by 2035 (European Commission, 2018). Additionally, tax-related incentives are another option to promote the utilization of side streams. As the waste tax for a company is set for every tonne of landfilled waste, side stream utilization offers an affordable way to reduce costs as reduced volumes of landfilled side streams decrease the waste tax for a manufacturer.

Reducing emissions with side streams

According to the greenhouse gas emissions reduction targets of 20% by 2020, the EU countries have taken significant actions (Böhringer *et al.*, 2009). On the other hand, cement industry is responsible for 8% of the global CO₂ emissions despite the improvements in terms of energy efficiency. Cement is considered one of the highest causes of environmental burdens due to the emissions

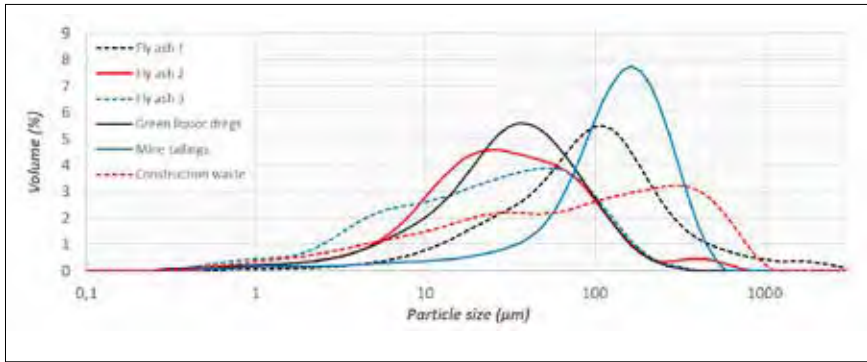


Fig. 1. Particle size distributions of selected side streams

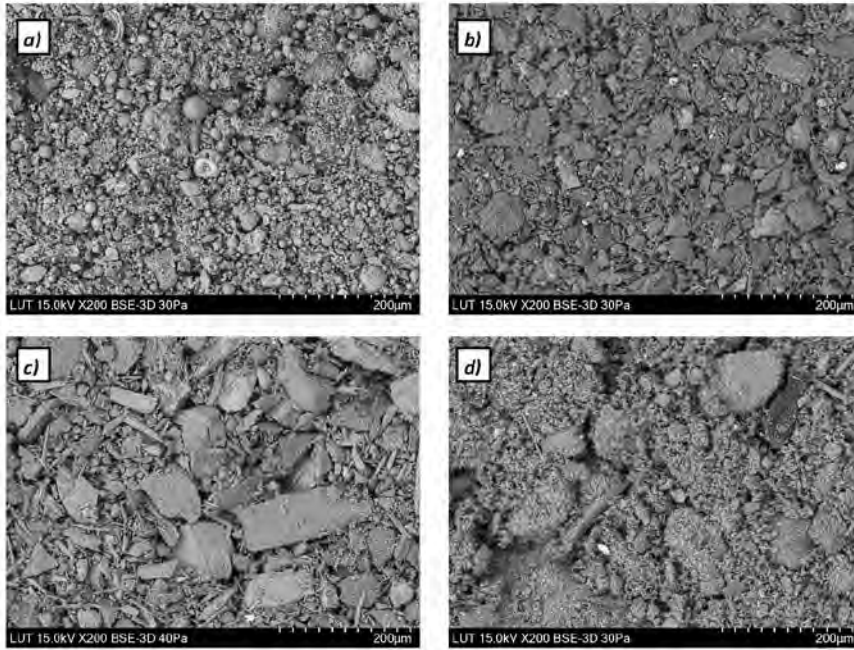


Fig. 2. SEM micrographs of selected side streams. a) Fly ash 1, b) Bottom ash, c) Mine tailings, d) Construction waste

resulting from calcination of limestone, high energy consumption during production and increasing production of cement (Andrew, 2018). According to the European Cement Association, an estimation of 4,7 billion tonnes of cement was produced globally in 2016 (CEMBUREAU, 2017), leading to about 8% of global CO₂ emissions (Andrew, 2018). Based on European standards, cements can be grouped in five categories from CEM I to CEM V depending on the amount (5 - 100 %) of cement clinker used (BS EN 197-1, 2011). On the other hand, there has been significant research on cement-less binders in which definite side streams play a promising role in substituting traditional materials.

For example, alkali-activated binders are synthesized by a reaction between an alkali activator source (commonly sodium silicate and sodium hydroxide) and solid aluminosilicate raw material rich in alumina and silicate, such as fly ash and granulated

blast furnace slag. Cement binders and alkali-activated binders can be used for different applications and they are able to develop varied strength values over time.

Characterization of industrial side streams

This study, which is a part of the Urban Infra Revolution – project funded by European Union initiative ‘Urban Innovative Actions’, focuses on assessment of the potential of available side streams as geopolymer composite raw materials. The side streams were thoroughly characterised for their physical and chemical properties in order to evaluate their final performance as an alternative inorganic binder or filler. Moreover, the advantage of using geopolymer composites was evaluated by comparing the environmental impacts of cementitious mortars and alkali-activated mortars by life cycle assessment (LCA).

The material development work in the Urban Infra Revolution - project was started by collecting and characterizing a large amount of industrial side streams that were considered as potential raw materials for the geopolymer composites. The total number of characterized side streams was 25 and they were mostly from South Carelian region from the processes of the companies participating in the project. The types of the side streams included different ashes, tailings from mining industry, green liquor dregs, steel slag, construction waste, etc. Complete characterization of the collected side streams was performed by applying 12 different techniques and the properties analysed included particle size distribution, particle shape, specific surface area, chemical/mineral composition, thermal stability, etc. Some examples of the results from the characterization work are presented in this chapter.

Particle size distributions

Particle size distributions of some of the side streams studied in the project are shown in Fig. 1 and it can be observed that the differences in the particle sizes are rather large. This is understandable due to different types of materials, but significant variation can also be seen between the size distributions of similar materials, as is the case with three fly ash samples from different origins. All size distributions are rather wide, and this implies that the samples are heterogeneous and consist of several particle populations. When considering the suitability of side streams as raw materials for geopolymer composites, particle size distribution is expected to effect in two different routes. First of all, in the case of active binder materials, the reactivity in geopolymerisation reaction typically increases with particle fineness (Mucsi et al., 2015). On the other hand, size distribution has a significant influence on the packing density of filler materials and packing density is an important parameter in defining the compressive strength, tensile strength and other mechanical properties of the geopolymer composites (Chindaprasirt et al., 2004). It is typically assumed that the packing density of particles in packed beds increases with increasing width of the particle size distribution.

Surface morphologies

Particle morphologies were determined in this study with scanning electron microscope (SEM) and with an automated

Table 1. Elemental compositions of selected side stream samples, values expressed in wt.%. FA1 = Fly ash 1, FA2= Fly ash 2, FA3 = Fly ash 3, BA = Bottom ash, GLD = Green liquor dregs, MT = Mine tailings, CW = Construction waste and SS = Steel slag.

Sample	FA1	FA2	FA3	BA	GLD	MT	CW	SS
Element	wt.%	wt.%	wt.%	wt.%	wt.%	wt.%	wt.%	wt.%
C	6.5	4.3	35	2.3	9.5	7.7	10	4.4
O	36	35	36	47	47	44	42	24
Na	1.8	3.6	0.5	2.5	9.8	0.5	0.6	-
Mg	1.1	1.3	0.4	0.2	4.8	2.6	0.6	1.2
Al	6.5	3.3	7.1	5.6	0.3	1.2	1.6	3.1
Si	6.1	6.0	15	30	1.0	16	6.5	6.1
P	1.1	0.7	0.2	-	0.1	-	-	-
S	2.9	6.6	-	-	2.2	-	12	0.2
Cl	1.0	3.4	-	0.2	-	-	-	-
K	3.5	3.2	1.3	3.2	0.2	0.4	0.7	-
Ca	31	27	1.7	6.9	23	27	24	34
Ti	0.2	1.4	0.5	0.6	-	-	0.4	0.4
Mn	1.3	0.6	-	-	2.3	-	-	3.9
Fe	0.7	2.1	2.4	2.0	0.5	0.9	2.0	21
Zn	-	1.2	-	-	-	-	-	-
Cr	-	-	-	-	-	-	-	1.6

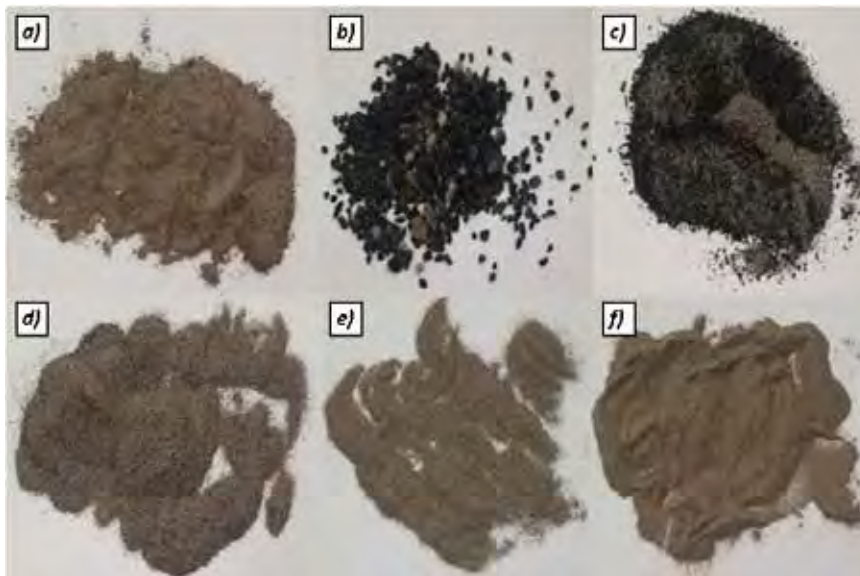


Fig. 3. Different size fractions of Fly ash 1 – sample. a) Original sample, b) > 1250 μm, c) 150 – 1250 μm, d) 100 – 150 μm, e) 50 – 100 μm and f) 36 – 50 μm.

image analyser. SEM-images of selected side streams are shown in Fig. 2 and they confirm the highly heterogeneous nature of the samples. Fig. 2a) presents a fly ash sample which consists of irregularly shaped and spherical particles. On the other hand,

bottom ash (Fig. 2b) and mine tailings (Fig. 2c) contain large, squared and irregularly shaped particles. The alternating appearance of particles in demolition waste (fig. 2d) is an expected finding because the sample is a mixture of various fibrous and particulate

materials used in buildings. Also, the very wide particle size distribution of this sample suggested significant heterogeneity between the particles. Overall, the high variation in particle shapes and sizes in all samples is evident according to SEM-images and it is clear that the particle morphologies of such samples cannot be described by any single parameter.

Elemental compositions of the side streams

In addition to investigating the particle morphologies, SEM-EDS was used for determining the concentrations of the main elements in the side streams. The elemental compositions of eight different samples are shown in Table 1 and the results clearly demonstrate that the compositions of the samples differ remarkably from each other. Chemical composition of the side streams is very important when estimating their suitability as raw material for the geopolymer composites. In order to perform well as a binder, the material should have a suitable Si/Al ratio in the reaction medium, low enough concentrations of harmful impurities and enough reactivity to facilitate the necessary reactions. For example, high concentrations of free Ca may interfere with the polymerisation reactions and negatively affect the mechanical properties as well as acid and chemical resistance and cause drying shrinkage of the final product (Gourley, 2003). When comparing the presence of different elements in the eight samples, it can be noticed that the samples with the highest concentrations of Al are Fly ash 3, Fly ash 1 and Bottom ash, while Bottom ash, Mine tailings and Fly ash 2 are the samples that contain the greatest amounts of Si. The highest concentrations of Ca can be observed in Steel slag, and Ca concentrations are relatively high also in Fly ash 1, Fly ash 2 and Green liquor dregs.

Upgrading of the side streams by fractionation

The elemental compositions of the industrial side streams presented in Table 1 showed that most of the side streams contain suitable building blocks, such as Al and Si, for geopolymer composites but the concentrations of these elements are fairly low in many cases. On the other hand, also the concentrations of some other elements, such as Ca, are unacceptably high in many side streams. Furthermore, SEM-images and particle size distributions suggested that most of the side streams consist of var-

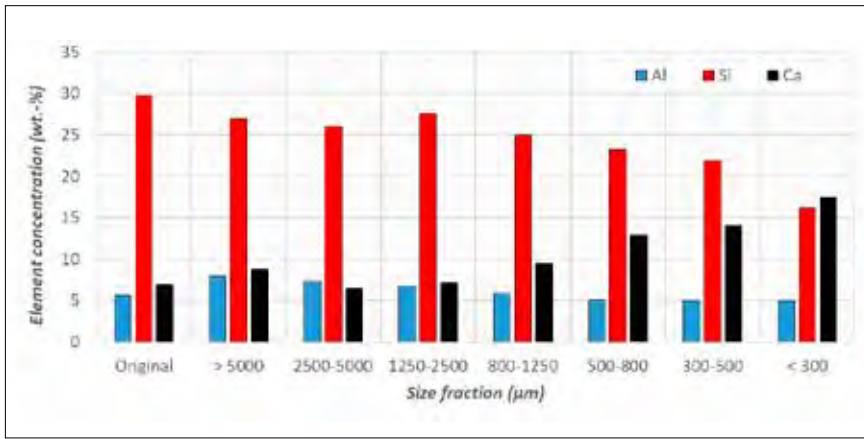


Fig. 4. Concentrations of Al, Si and Ca in different size fractions of the Bottom ash sample

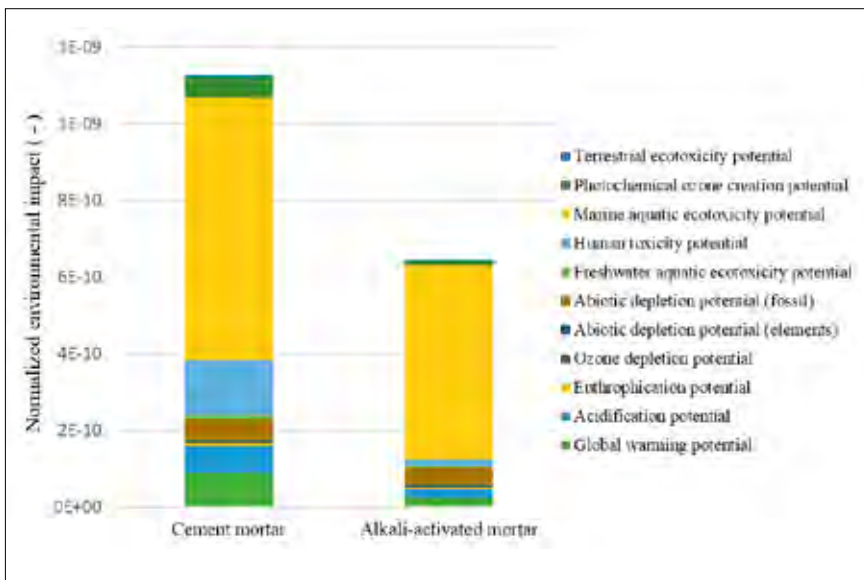


Fig. 5. Results of the environmental assessment study that was carried out to compare alkali-activated mortars with cement mortars.

ious particle populations and it is therefore reasonable to assume that also the chemical composition of the particles in different size classes varies. This assumption leads to the hypothesis that the composition of the side streams could probably be modified by applying some basic fractionation techniques, such as hydrocyclones or screening. In order to verify this, one part of this study was to divide the original side streams into several different fractions according to particle properties and analyse the chemical compositions of the fractions to find out whether the desired components could be concentrated in certain size classes with simple and cheap methods.

Fractionation of the industrial side streams was performed by using conven-

tional laboratory sieves for the dry samples. The size classes of the sieves were always selected according to the properties of the original side streams and sieving time in the batch tests was long enough to achieve complete classification of the samples. For many of the samples, promising results could be observed already visually without detailed elemental analysis. An example of this is shown in Figure 3 which presents the result of fractionation tests for Fly ash 1. It is easy to observe that the colour differences between the different size classes are significant and also the physical appearance of the particles is different.

All size classes of each side stream have been characterized by performing SEM-EDS – analyses and one example of the

results is presented in Figure 4 which shows the concentrations of Al, Si and Ca in the original sample as well as in the different size classes. These results confirm the differences in the chemical compositions between the different size classes and it can be seen that for this Bottom ash sample, the concentration of Si is the highest in the largest particles whereas the concentration of Ca increases in finer particle sizes. The concentration of Al is also slightly higher in larger particles and these results therefore imply that it would be advantageous to use only the largest particles as the raw material for geopolymer composites. Larger particles are typically also easier to process although too large particle size might also impact negatively on the mechanical properties of the composites. Combination of particle classification and suitable mechanical treatment by milling etc. for improving the reactivity and for manipulating the particle size distribution is expected to be a promising solution for tailoring the highly heterogeneous industrial side streams. These techniques can also be used for reducing the negative effects of natural variation in the properties of side streams.

Environmental Impact

An environmental assessment study was carried out to compare alkali-activated mortars in comparison to cement mortars (mortar is a mixture of water, binder and sand). The method utilised in this study followed the phases of LCA, which are: (1) goal and scope definition, (2) inventory phase, (3) impact assessment phase, and (4) interpretation phase. Besides these four compulsory phases, other optional steps include classification, characterisation, normalisation, grouping, and weighting. To establish confidence in LCA results, some evaluation procedures such as completeness check, consistency check and sensitivity check, were conducted (ISO 14040, 2006). The recipes of these mortars were collected from literature studies and had equivalent strength of 45 MPa.

Global warming potential results presented in Figure 5 showed that alkali-activated mortars caused up to 71% smaller emissions than cement mortar. With respect to other impact categories such as ozone depletion potential, acidification potential, eutrophication potential, photochemical ozone creation potential, abiotic depletion potential in addition to toxicity potentials, normalized results show that 40% smaller

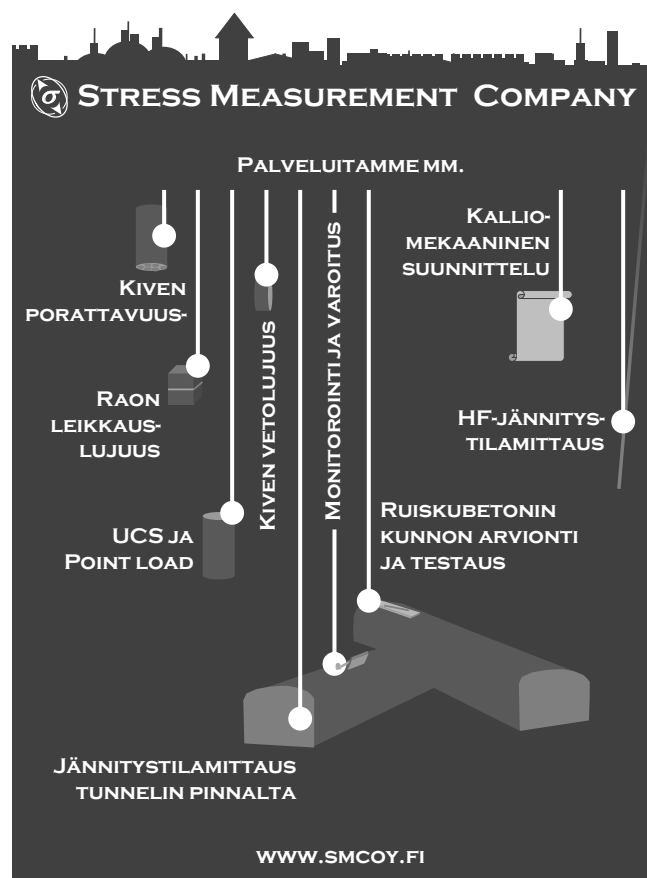
environmental impacts can be achieved when compared to cement mortars (Abdulkareem *et al.*, 2019a).

It is important to note that alkali-activated materials can also have higher environmental impacts than cement mortars or concretes, as a result of the type and amount of alkali source selected for the activation of the aluminosilicate raw material. The higher is the amount of the alkali source, the less environmentally sustainable the alkali-activated material will be (Abdulkareem *et al.*, 2019b).

In conclusion, the results show that substituting cement with alkali-activated binders can aid in the reduction of global CO₂ emissions and it can lead to a more environmentally sustainable cement/concrete industry. Also, it is important to carry out environmental assessment of newly developed materials in comparison to conventional materials in the material development phase, to realise how they compare in terms of environmental performance and also to achieve a more efficient material development phase. ▲

References

- Aamulehti (2019). Nokiolla käytetään täysin poikkeuksellista menetelmää tien kunnostukseen. Uusi kierrätysmateriaali voi tuoda avun routimiseen. Aamulehti, 25.04.2019. Available at: <https://www.aamulehti.fi/a/3b8f7f06-f6b8-4010-baed-b4f7ba17849d> (Accessed: 6 June 2019).
- Abdulkareem, M., Havukainen, J., Horttanainen, M. (2019a). Environmental assessment of alkali-activated mortars using different activators, 17th International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy.
- Abdulkareem, M., Havukainen, J., Horttanainen, M. (2019b). How environmentally sustainable are fibre reinforced alkali-activated concretes?, *Journal of Cleaner Production*, 236. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.07.076.
- Andrew, R. M. (2018). Global CO₂ emissions from cement production, *Earth System Science Data*, 10, 195–217. doi: 10.5194/essd-10-195-2018.
- Atasu, A., Sarvary, M. and Van Wassenhove, L. N. (2008). Remanufacturing as a Marketing Strategy, *Management Science*, 54(10), pp. 1731–1746. doi: 10.1287/mnsc.1080.0893.
- Böhringer, C., Rutherford, T. F., Tol, R. S. J. (2009). THE EU 20/20/2020 targets: An overview of the EMF22 assessment, *Energy Economics*, 31, pp. S268–S273. doi: 10.1016/j.eneco.2009.10.010.
- BS EN 197-1 (2011). Cement Part 1: Composition, Specifications and Conformity Criteria for Common Cements, British Standard. doi: 10.3403/3020527U.
- CEMBUREAU (2017). CEMBUREAU Activity Report 2017. Available at: <https://cembureau.eu/media/1716/activity-report-2017>.
- pdf (Accessed: September 15, 2019).
- Chindaprasirt, P., Homwuttivong, S., Sirivivatnanon, V. (2004). Influence of fly ash fineness on strength, drying shrinkage and sulfate resistance of blended cement mortar, *Cement and Concrete Research*, 34, pp. 1087–1092. doi: 10.1016/j.cemconres.2003.11.021.
- Debo, L. G., Toktay, L. B. and Van Wassenhove, L. N. (2005). Market Segmentation and Product Technology Selection for Remanufactured Products, *Management Science*, 51(8), pp. 1193–1205. doi: 10.1287/mnsc.1050.0369.
- Eurostat (2016). Waste generation. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics#Total_waste_generation (Accessed: June 10, 2019).
- European Commission (2018). Implementation of the Circular Economy Action Plan, Available at: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm (Accessed: 12 June 2019).
- Gourley, J. T. (2003). Geopolymers; opportunities for environmentally friendly construction materials, Proceedings of the International Conference and Exhibition on Adaptive Materials for a Modern Society (Materials '03), Sydney, Australia.
- Imbabi, M. S., Carrigan, C. and McKenna, S. (2012). Trends and developments in green cement and concrete technology, *International Journal of Sustainable Built Environment*. Elsevier, pp. 194–216. doi: 10.1016/j.ijbsbe.2013.05.001.
- ISO 14006:2011, Environmental management systems — Guidelines for incorporating eco-design. <https://www.iso.org/standard/43241.html>
- ISO 14040:2006, Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework. <https://www.iso.org/standard/37456.html>
- McLellan, B. C., Williams, R. P., Lay, J., van Riesen, A., Corder, G. D. (2011). Costs and carbon emissions for geopolymer pastes in comparison to ordinary portland cement, *Journal of Cleaner Production*, 19(9–10), pp. 1080–1090. doi: 10.1016/j.jclepro.2011.02.010.
- Ministry of Employment and the Economy, Finland, (2014). National material efficiency programme – sustainable growth through material efficiency. 8/2014. Available at: <https://tem.fi/documents/1410877/3437254/Sustainable+growth+through+material+efficiency+27022014.pdf> (Accessed: 23 August 2019).
- Ministry of Environment, Finland, (2016). Legislation on building products. Available at: https://www.ymp.fi/en-US/Land_use_and_building/Legislation_and_instructions/Legislation_on_building_products (Accessed: 16 September 2019).
- Mucsi, G., Kumar, S., Csóke, B., Kumar, R., Molnár, Z., Rácz, Á., Máday, F., Debreczeni, Á. (2015). Control of geopolymer properties by grinding of land filled fly ash, *International Journal of Mineral Processing*, 143, pp. 50–58. doi: 10.1016/j.minpro.2015.08.010.





LAITTEET



PALVELUT



RAKENNUS-
KEMIKAALIT



KALLIO-
LUJITUS

TAATUT

TULOKSET



JOKAISEN PROJEKTIN MENESTYS ALKAA ALUSTA

Olemme globaali brändi, jolla on yhteydet alan parhaisiin kykyihin. Käytämme näitä asiantuntijoita paikallisesti, missä toimimme asiakkaidemme yhteistyökumppaneina. Yhdessä kehitämme kaivoksen prosesseja paremman turvallisuuden, tuottavuuden ja kannattavuuden saavuttamiseksi

normet

LAITTEET

PALVELUT

RAKENNUSKEMIKAALIT

KALLIOLUJITUS

[NORMET.COM](https://www.normet.com)

Näytteenoton filosofiaa

TEKSTI: ARJA SARPOLA JA HANNA JUNTILA

EUROFINS MINERAL TESTING

Näytteenotosta on olemassa lukuisia opaskirjoja, standardeja ja parhaita käytäntöjä. Olet sitten ottamassa vesinäytettä kaivostasi tai kairaamassa kultaesiintymää, niin varmasti löydät aiheeseen sopivan ohjeistuksen. Mutta oletko koskaan pohtinut ajatuksen kanssa, miksi ohjeita ja menetelmiä on joka sormelle, näytetyypille ja materiaalille omansa? Maallikko saattaa ajatella, että näytteenottohan on sitä, että kaivetaan monttu ja lapetaan soraa pussiin. Tai kunhan nyt saa vesipullon täyteen ilman, että kovin suuria kaloja on matkassa?

Näytteen otto alkaa jo kauan ennen ensimmäistä kauhaisua. Koko prosessi alkaa kysymyksestä ”Miksi haluan ottaa tämän näytteen?”. Haluanko saada selville jotain keskimääräistä vai etsinkö poikkeamia? Tutkittava asia - oli se sitten karttalehti, jonka alueella on mahdollisesti arvomineraaleja, vanhan saha-alueen ympäristötarkkailu tai vaikkapa pasutekasan tasalaatuisuuden varmistaminen - vaatii huolellisen taustatyön ennen kuin voidaan ottaa lapio käteen. Tai viedä kairakone maastoon.

Näytteenottosuunnitelmasta käy ilmi ”miten?”. Näytteenottosuunnitelma ei ole vain mekaaninen läpileikkaus tai pakollinen excel-taulukko, joka täytetään, vaan se vaatii taustatiedon keräämistä, käsittelyä ja ennen kaikkea ymmärtämistä. ”Edustava näyte” ei tarkoita vain frakkia vuorimiespäivillä. Koska koko karttalehteä ei voida kaivaa ylös ja analysoida, täytyy miettiä tarkkaan, missä olisivat todennäköisimmin aluetta parhaiten edustavat paikat tarkempaan tutkimukseen. Kairaaminen on kallista puuhaa, joten huolellinen taustatyö säästää sekä aikaa että rahaa, ja analyysiin asti päätyy edustavin mahdollinen näytesarja. Ainakin teoriassa.

Jos tarkastelun kohteena on vaikkapa satamahallin kokoinen pasutekasa, niin haluammeko varmistaa sen tasalaatuisuuden, etsiä siitä mahdollisia epäpuhtauksia vai yksinkertaisesti tarkastaa sen keskimääräisen

Näytteenoton jälkeen alkaa yleensä analyysivaihe, johon liittyy usein erilaisia esikäsittelyjä.

kosteuden, ettei laiva, johon se lastataan, keikahda myrskyssä? Tasalaatuisuuden tarkasteluun tarvitaan läpäisynäytteitä, joista nähdään mahdollisia kerrostumia, hapetuneita pintoja, raekoon vaihteluja ja ehkä peräti kemiallisia analyysejä määrävälein otetuista näytteistä.

Epäpuhtauksien etsintään auttaa jo silmämääräinen tarkastelu: jos tumman punaisen kasan pinnalla on epämääräinen sinisenvihreä raita, on syytä epäillä, että se tuskin on pasutetta. Jos tällainen selvä anomalia on havaittavissa, onärkevintä ottaa näyte suoraan siitä ja arvioida sen osuutta kokonaisuudessa tilavuuslaskennan avulla.

Jos koko kasaa käsitellään kokonaisuutena, eikä kukaan koskaan aio eritellä sen raitoja tai kerrostumia, vaan koko läjä kuormataan sellaisenaan laivaan ja sieltä suoraan johonkin prosessiin, niin tasalaatuisuudella tai erillisillä epäpuhtauksilla ei ole merkitystä. Silloin noudatetaan kasanäytteenoton ohjeistusta, tehdään kokoomanäyte ja toivotaan, että se edustaa hyvin tätä nimenomaista kasaa.

Näytteenoton jälkeen alkaa yleensä analyysivaihe, johon liittyy usein erilaisia esikäsittelyjä.

Ensin näyte pitää saada laboratorioon. Eli se pussitetaan, kuljetetaan ja sitä saatetaan säilyttää pitkiäkin aikoja. Kun näyte nostetaan järven pohjasta, porataan kilometrin syvyydestä tai kaivetaan sen pasutekasan pohjalta, se joutuu yhtäkkiä aivan uusiin olosuhteisiin. Hapen läsnäolo

saa aina aikaan mielenkiintoisia ilmiöitä: niukkaliukoiset sulfidit hapettuvat erittäin liukoiseksi sulfaateiksi, liukoinen kahden arvoinen rauta saostuu kolmenarvoisena ruosteena. Usein nämä reaktiot ovat vielä yllättävän nopeita. Kairasydämen pyriittipinta saattaa päivässä muuttua joksikin muuksi, jos olosuhteet ja mineralogia saattavat kohdalleen.

Toinen näytettä muuttava tekijä on liike, värinä ja ravistelu. Erityisesti irtopartikkeleista koostuva näyte lajittuu jo matkalla metsästä autolle tai sieltä kasalta laboratorioon. Seulotun kivennäismaanäytteen viikon säilytys kylmäkaapissa on samalla järjestänyt sen hiukkaset koko-, paino- ja muotojärjestykseen. Näyte on sekoitettava kunnolla, ennen kuin siitä kuopaistaan laboratorion mittausräyte.

Monet näytteet ovat sieltä, minne päivä ei paista eikä kuu kuumota. Valo saattaa saada ihmeitä aikaan. Erityisesti ultraviolettivalo, jota jo normaali pilvisten talvipäivän taivas on täynnä, hajottaa orgaanisia kaksoissidoksia. Syvältä nostettu turve tai prosessin kumit ja muovit ovat pitkässä juoksussa vaarassa. Ja auringon paisteessa on myös lämmin. Pohjavesien +4 °C on reaktioiden nopeutta eli kinetiikkaa hidastava lämpötila. Huoneenlämmössä alkaa jo tapahtua.

Vaikka säilyttäisit näytteen kylmässä ja pimeässä ja mahdollisimman stabiilissa ympäristössä, on vielä yksi tekijä, joka voi pilata näytteesi: Elämä. Teimme aikoinamme maaperänäytteiden suolauuttoja ammonium-nitraattitasapainon määrittämiseksi. Suolaliuos oli niin väkevä, että se ryytyi säilöpullojen korkkeihin. Säilytimme aina mitattuja uutteita jonkin aikaa, jotta voisimme mitata ne uudestaan tarpeen vaatiessa. Kun menin hävittämään näitä tikkusuolaisia, pimeässä ja kylmässä säilytettyjä näytepulloja, niin yllätyksekseni melkein joka pullossa oli kauniita vihreitä helmiä. Niissä kasvoi levää. Jatkossa emme säilyttäneet liuosnäytteitä, vaan teimme suo-

siolla koko proseduurin alusta asti uusiksi.

Laboratoriossa esikäsittely- ja mittausmenetelmiä hiotaan ja vertaillaan, pidetään tarkkoja päiväkirjoja ja analyysitulokset esitetään miljardisoiden tarkkuudella. Usein menetelmien virhemarginaali on todella kapea, mikä todennetaan esimerkiksi kansainvälisillä vertailuilla. Mutta jos kairakone on muutaman metrin sivussa oletetuista koordinaateista, näyte haetaan satamahallista B4 eikä D4, tai irtokulta on lajittunut kuljetuspussin pohjalle, niin se tarkka ja oikeellinen analyysitulokset onkin sitten väärä ja käyttökelvoton. Jos siis se näytteenoton virhe vain huomataan.

Kunhan huolehditaan, että tiedetään, miksi tämä näyte otetaan tästä eikä tuolta ja toimitaan asianmukaisin välinein suunnitelmaa noudattaen, niin eihän se lopulta ole muuta kuin soran lappamista pussiin tai veden lappamista pulloon. ▲

Labtium on nyt osa Eurofins-konsernia

Eurofins Scientific on kansainvälisesti tunnustettu, puolueeton ja riippumaton ylikansallinen laboratoriokonserni, joka tarjoaa niin analyysi- kuin tutkimuspalvelujaikin 47 maassa 800 laboratorion ja 45 000 työntekijän voimin. Suomessa konsernilla on yli kuusisataa työntekijää 23 paikkakunnalla.

Eurofins Mineral Testing on laboratorioklusteri, joka tarjoaa kaivos- ja kaivannaisteollisuuden tarpeisiin kattavan akkreditoidun näytteen esikäsittely- ja analyysipalveluvalikoiman. Näytteiden paikallinen käsittely esikäsittelyistä analyyseihin Sodankylässä ja Kuopiossa takaa nopeat läpimenoajat ja keskusteluyhteys analysoivaan laboratorioon on helppoa.

Palvelut räätälöidään aina asiakkaan tarpeiden, hankkeen strategisen vaiheen ja tutkittavan malmin ominaisuuksien mukaan. Analyysimenetelmien valintaan voidaan osallistua tarvittaessa jo malminetsintäprojektin suunnitteluvaiheessa. Malminetsintä- ja grade control -näytteiden esikäsittely ja analyysien lisäksi Eurofins Mineral Testingin laboratoriot analysoivat prosessinäytteitä rikastusprosessin eri vaiheista – mukaan lukien lopputuotteiden kauppa- ja riita-analyysit. Myös laboratoriotoimintojen ulkoistaminen tai tilojen suunnittelu onnistuu kanssamme.

Eurofins tarjoaa myös kattavan valikoiman palveluja ympäristöseurantaan. Nämä palvelut sisältävät analyysimenetelmiä prosessi-, pinta- ja pohjavesille sekä sedimenteille, maaperänäytteille, kasveille ja ilmansuodattimille jne. Lisäksi sivutuotteiden ja rikastushiekköjen liukoisuustestien valikoima on kattava.

www.euromineexpo.com

EURO MINE EXPO

International trade fair & conference

9-11 JUNI 2020 | SKELLEFTEÅ, SWEDEN



200
EXHIBITORS



>40
NATIONS



>30
LEARNING
SESSIONS

 Euro
Mine Expo



Contribute to the
future of the
mining industry



GOLD SPONSOR:

 BOLIDEN

NOLIA

PROSESSITEKNOLOGIAA JA PALVELUJA LUONNONVAROJEN KESTÄVÄÄN HYÖDYNTÄMISEEN

Outotecin mineraalien ja metallien rikastusratkaisut ulottuvat esisuunnittelusta kokonaiseen tuotantolaitokseen ja niiden elinkaaripalveluihin. Tarjoamastamme löytyy tehokkaita ja tuottavia ratkaisuja lähes kaiken tyyppisten malmien rikastukseen ja rikastushiekan käsittelyyn. Suunnittelemamme laitokset, prosessilaitteet ja optimoidut prosessit automaatio- ja hallintajärjestelmineen varmistavat investoinnille parhaan mahdollisen tuoton.

www.outotec.com



GTK Mintec, Mineral Processing Pilot Plant, Outokumpu, Finland.

GTK – a pioneer in customer solutions for mining operations and the circular economy

TEXT: KRISTINA KARVONEN, GTK

GTK Mintec's pilot plant and research laboratories in Outokumpu and Espoo, together with GTK's unit focusing on mining environment research, form a unique service provider that offers the customer research services related to mineral exploration, mining operations and other geomaterial studies under one roof.

"We have unique overall expertise even on the international scale. We offer our customers customised research services. Our research services cover the whole chain from mineralogical and isotope geology studies and laboratory-scale beneficiation tests all the way to continuous large pilot plant-scale runs", says **Jouko Nieminen**, Head of the Mineral Processing and Materials Research unit at GTK.

"Our goal is to be a globally preferred, reliable and independent partner for the

whole mining operations value chain. Our core competence covers battery minerals, base metals, industrial minerals and their research, and management of mining environment, which are currently very much in focus", Nieminen adds.

"We do not only analyse individual batches of samples. We also offer comprehensive services for the different project stages: from mineral exploration and implementation of the beneficiation process to the planning of the mine closure", Nieminen continues.

GTK Mintec specialises in process research for ore, minerals and products of the circular economy and in the development of beneficiation technologies in co-operation with the industry, equipment suppliers and research institutes. The laboratories' field of expertise covers process and research mineralogy, as well as studies of radiogenic and stable isotopes. Applied mineralogy

studies provide essential information on the occurrence, composition and grain size of ore and detrimental minerals and on, for instance, the inclusions of valuable mineral particles. The information is needed for planning ore enrichment processes, for the basis of upgrading the concentrates, and for environmental studies.

"In many cases, the reasons for problems in mineral beneficiation can be found using the research methods of process mineralogy", says **Asse Marjasvaara**, the manager in charge of business development.

"GTK Mintec's services include grinding tests and concentration tests, as well as hydrometallurgy and process chemistry research. The unique pilot plant setup enables combining different unit processes into a customised package. When necessary, we assist our customers in the basic design of processes", says **Tero Korhonen**, senior researcher at the process laboratory. >



The XCT device was installed at the GTK Research Laboratory in 2017.



Raman microscope strengthens the accurate identification of minerals was installed in 2019.

“We have worked together with GTK regarding Sokli since 2008. Large pilot plant-scale test runs were performed for Sokli ores in 2008, 2009 and 2011. We continued the tests in 2018 and further in this year, developing a new beneficiation concept for Sokli ores. GTK Mintec is a very highly esteemed pilot plant and laboratory worldwide. When we have told international consultants that Sokli’s beneficiation tests were carried out at Mintec, there has been no doubt whatsoever about the reliability of the results”, says **Eero Hemming**, Head of the Yara Sokli project.

As a part of the services for the mineral sector, GTK’s unit focusing on mining environment research is studying characterisation, management and utilisation

possibilities of mining waste and waters in the mining area, as well as developing methods for environmentally safe mine closure.

“GTK’s mining environment studies aim at mitigating the environmental impact of mining operations and improving its management”, says **Päivi Kauppila**, Head of the Industrial Environments and Recycling unit.

“Our goal is to decrease the amounts of mining waste to be disposed at mining areas by increasing their utilisation possibilities and optimisation as a part of the beneficiation process. We are currently developing pilot equipment for the handling of process waters and other waters in the mining area, as well as a digital tool for the mine closure”, Kauppila continues.

GTK Mintec’s services support mineral exploration, mining operations, the circular economy and customers who need research data on minerals or isotope geology.

Modern laboratory methods guarantee that GTK can deliver the data on the origin and age of the ore and the bedrock and provide valuable additional information on the ore minerals, structure and concentrations of the rock samples.

Isotope geological research of surface and ground waters serves communities’ water management and ground water surveys.

New equipment and cooperation

“GTK’s strength lies in our highly skilled and motivated personnel”, Nieminen says.

“We are hiring new people to meet future needs. The unit has scientists and research professors working in the research and development of geometallurgy, digitalisation, battery minerals and mining environments. New technical staff is continuously being hired. Renewing the equipment base and expanding our skills play a key role. Varied customer assignments, research collaboration with technology suppliers and universities, and a renewing equipment base advance our competences. We are digitalizing the entire process, and our goal is to create a digital twin of the process plant to create added value for our customers”, Nieminen continues.

Early this year, a Raman microscope was acquired for the mineralogy laboratory in Outokumpu. It strengthens the accurate identification of minerals.

“This is a clear improvement, as a higher certainty has been required in Mineral Liberation Analyser (MLA) studies for naming some minerals. The Raman microscope can be used, for example, to identify lithium minerals, which are important for the increasing use of batteries”, says team manager **Hannu Makkonen**.

“In 2020, we will renew large parts of GTK Mintec’s equipment base, e.g., install new flotation cells, to serve our customers even better”, adds **Arno-Matti Kirpala**, chief of the pilot plant.

“GTK is maintaining and renewing methods and equipment important for research. Next year, a next-generation microanalyser will be acquired by our laboratory for quantitative mineral analytics. This is important so that we can keep up with the development and offer our customers comprehensive competence and

customer solutions”, says team manager **Marja Lehtonen**.

Collaboration with technology suppliers and universities has enabled GTK to keep the equipment base at the top of the field. Research collaboration and renewal of the equipment base enable the development of methods and making new breakthroughs.

Two years ago, X-ray tomography equipment was acquired for the laboratory. It can be used for the 3D structural research of materials. The technology is the same that is used in tomography equipment for medical research. A 3D image is formed of a sample, and the image can then be interpreted with programs.

“We are using this technology for studying inorganic materials, such as drill cores and sample pieces from mineral exploration, as one of the first in the world. We have developed new methods for mineral exploration, among other things, based on the technology”, Lehtonen says.

The method enables studying the same piece again without destroying it. It also saves time and effort by allowing the pinpointing of the exact place in the sample where detailed investigation needs to be targeted. Tomography is opening up new possibilities in the research of geomaterials.

Aalto University, GTK and VTT Technical Research Centre of Finland will move to the new Circular Raw Materials Hub joint laboratory in November 2019. GTK’s research laboratory in Otaniemi, which consists of mineralogy and isotope geology laboratories, will be a part of this complex

in the future. “We are expecting a lot of new initiatives from this research complex in the field of research and innovations”, Marjasvaara says. An official opening ceremony of the laboratory will be held in early 2020.

Circular economy

Most of the research services offered by GTK Mintec and the laboratories focus on primary materials. However, the range of work has become more and more varied, and work related to the circular economy has increased.

Today, a lot of secondary materials, such as ash, slag and dust, are sent for studies in addition to the traditional geological raw materials. For them, both the valuable material content and potential harmful substances need to be investigated. Both play a key role in potential utilisation either as raw materials or materials of the circular economy, for instance, for earthworks.

“Circular economy solutions entail a lot of customisation and experimentation. This way, a functional solution can be found. This is often a learning process from which everyone gains benefits”, Lehtonen says.

“New thinking and material efficiency are also reflected in the reprocessing methods for tailings, which are currently under development. Already disposed material in tailings ponds can be re-processed and valuable minerals extracted from it. It has been a pleasure to see that this trend has only strengthened during the past years”, Marjasvaara says.

“Material Wisdom” represents a new way of thinking and here GTK is a pioneer. In a nutshell, this means that when a new primary deposit is submitted for studying, the goal is to extract all useful material from it. The whole process is designed from the start to the end from the point of view of comprehensive utilisation of the deposit so that waste flows remain as low as possible”, Kirpala says.

“Our fruitful collaboration with GTK started already in the scoping study stage, continuing through pilot tests related to the final profitability review to the ongoing optimisation and by-product studies”, says **Pertti Lamberg**, CEO of Keliber Oy.

“GTK Mintec can help mining companies in the different stages of surveys and studies which aim at the utilisation of deposits. High-quality mineralogical surveys carried out with modern tools provide the necessary information for planning beneficiation studies, which can be implemented on different scales, from laboratory tests to continuous pilot tests. The result is an optimised flow chart that includes the mass balance as well as energy and reagent consumption information”, Lamberg continues.

“It is important to establish the properties of side streams at an early stage and to investigate the possibilities for productising them and decreasing the environmental load. GTK has long experience on this, and various ideas can easily be processed from the drawing board through laboratory studies to the final flow chart”, Lamberg says. ▲



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

www.astrock.com



Restauroiduissa rautaruukeissa sykkii käsiyöläisperinne

Ruukki on historiallinen nimitys Suomen metalliteollisuuden syntyalueille. Erilaisia ja erikokoisia ruukkeja on ollut Suomessa satakunta. Säilyneet ruukit ovat ihastuttavia kulttuurihistoriallisia ympäristöjä, jotka kertovat omaa tarinaansa menneestä ajasta.

TEKSTI: **KATARINA BOIJER** KUVAT: **MARJO KOIVUMÄKI**



Ruukkeja on kiittäminen Suomen teollisesta kehityksestä. Ruukit rakentuivat jokien ja koskien ääreen, joiden voimalla vesirattaat pyöriivät. Rattaat liikuttivat raudan taontaan tarvittuja valtavia vesivasaroita, sulatusuunien palkeita sekä erilaisia nostolaitteita. Vesivoima avitti myös muunlaista teollisuutta kuten sahoja ja myllyjä. Suomessa oli myös lasitehtaita sekä laivanrakennusyrityksiä.

Liikenneyhteyksien vuoksi rautateollisuus keskittyi läntiselle Uudellemaalle. Siellä sijaitsi myös kuparia tuottanut Orijärven kaivos.

Koko ruukkiyhteisö oli hierarkkinen ja omavarainen. Sillä oli usein myös oma koulu, seurakunta ja pastori.

Ruukinpatruuna oli nokkimisjärjestyksessä ensimmäisenä. Mestarit toimivat esimiehinä. Ammattiin opeteltiin oppipoika - kisällä - mestari -järjestelmän mukaan.

Kukoistava teollisuus

Malmin etsintä ja louhiminen alkoivat Suomessa 1600 - luvulla.

Ruukkien avaamiseen piti hakea perustuslupa, ja lupia myönsi esimerkiksi Ruotsin vuorimieskollegio. Paikan päällä suoritettiin tutkimus ja lupaa haettaessa otettiin huomioon hiilen ja vesivoiman saanti.

1700 - luvulla maassamme riehuivat niin nälkävuodet kuin isovihakin. Useat ruukitkin rapistuivat.

Suomessa ruukkien masuunit käyttivät pääasiassa järvimalmia 1800 - luvun lopulle

asti, jonka jälkeen rautamalmi syrjäytti sen raaka - aineena.

Suurimmissa ruukeissa oli masuuni ja kankivasarapajoja, joissa masuunien ja harkkohyttien takkirautaa jalostettiin kankiraudaksi.

Masuunissa sulatettu malmi muuttuu juoksevaksi, jolloin siitä tulee takkirautaa eli raakarautaa. Sula raakarautaa on masuunien juurella tavallisesti laskettu muotteihin ja valettu harkkoiksi. Takkirautaharkkoja oli erimuotoisia ja -painoisia. Se osa raakaraudasta, jota ei käytetty valutöihin, kuljetettiin vasarapajoille jatkojalostettavaksi.

Kankirautaa eroaa takkiraudasta siinä, että sen hiilipitoisuus on alhaisempi. Kankirautaa on tasalaatuista ja se sopii sellaisenaan esimerkiksi rakennusraudaksi.

Raudanvalmistuksessa tarvittiin myös >

Fiskarsin ruukin alue on suurelta osin 1800-luvulla rakennettu kokonaisuus.

paljon hiiltä, ja ruukkien hiilenpolttajat valmistivat ympäristön metsien hiilimiiluisia sysiä ruukin tarpeisiin.

Useimmat ruukkialueista ovat hävinneet lähes jäljettömiin, mutta monissa on käsityöläistoimintaa edelleenkin. Hiukan kulahtaneessakin kuosissa ruukit ovat aina mielenkiintoisia teollisuusarkeologian kohteita.

Museovirasto inventoi metalliruukit 1980 - luvulla, ja niitä on kunnostettu nähtävyyksiksi sen johdolla.

Ruukinpatruunan asumiskulttuuria

Jos kartanoista puhutaan, Mustion linna on häikäisevän hieno pytinki.

Patruuna **Magnus Linderin** rakennuttama komistus kohosi vuosien 1783 - 1792 aikana.

Ruukkia itsessään pidetään maamme ensimmäisenä varsinaisena rautaruukkina. Siellä oli jo 1560 - luvulla vasarapaja sekä sulatushytti, joka käytti raaka - aineenaan Lohjan Ojamon kaivoksesta louhittua rautamalmia. Tavoitteena oli, että ruukki jatkaisi kaivoksen toimintaa, mutta masuuni ei tuottanut rautaa tarpeeksi.

Vuonna 1624 se vuokrattiin yksityiselle tehtailijalle, mutta masuunin taru loppui vuosikymmeniksi vuonna 1689. Toiminta vilkastui vasta 1700 - luvun puolessavälissä Magnus Linderin ansiosta.

Mustion ruukki kukoisti kauan, ja raudan sulattaminen loppui vuonna 1901. Alueen puuhiomo jatkoi vielä vuoteen 1964 asti.

Ruukin ympäristö on kaunista katseltavaa. Kartanon lisäksi Mustiossa on hieno puisto, jossa on harvinaisia puita. Ravintolakin on aivan ykkösluokkaa.

Pohjan alueen kolmikko

Pohjan pitäjään perustettiin Antskogin ruukki vuonna 1630, Fiskars 1649 sekä vuonna 1641 Billnäs.

Pitäjässä oli paljon vesivoimaa sekä metsää, josta valmistettiin puuhiiltä. Rautamalmia tuotiin Ruotsista.

Billnäs on ryhmittynyt kosken ja joen ympärille, ja sinne rakennettiin masuuni ja kaksi kankivasarapajaa, joissa takkirauta



jalostettiin sitkeäksi kankiraudaksi.

Billnäs on nykyään idyllinen kylä. Kesäiset antiikkimarkkinat tuovat kylään tuhansia ihmisiä.

Billnäsin uusia mahdollisuuksia kehitellään koko ajan ja sinne on suunnitteilla niin hotellimajoitusta kuin kokoustilojakin.

Fiskarsin ruukin alue on suurelta osin 1800 - luvulla rakennettu kokonaisuus.

Sen kankirautaa vietiin pääasiassa Ruotsiin, mutta siitä tehtiin myös veitsiä, lankaa, kuokkia ja nauvoja. Myös padat ja paistinpannut kuuluivat Fiskarsin tuotteisiin.

Ruukin kulta - aika oli, kun sen omistajana oli **Johan von Julin**. Lihavia vuosia kesti 1800 - luvun puoliväliin asti.

Fiskarsissa kehiteltiin myös erityisesti Suomen oloihin sopivia auroja. Erilaisia auroja oli mallistossa yli 40, ja niitä valmistettiin noin miljoona.

Alueena Fiskars on eläväisempi kuin Billnäs, ja komea kartano hallitsee pääkatua.

Fiskars on iso alue, josta löytyvät vanhat majatalot, konttorit, kuparivasarapaja, ma-

kasiinit sekä työläisten kasarmit. Billnäsin tavoin Fiskarsissa pidetään kesäisin suosittu antiikkimarkkinat. Myös alueen näyttelyt kiinnostavat matkailijoita joka vuosi.

Vuonna 1996 perustettu Fiskarsin osuuskunta toi kylään paljon taiteilijoita, muotoilijoita sekä käsityöläisiä. Heitä on alueella nykyään yli sata.

Antskog sijaitsee Fiskarsista pohjoiseen ja se koki oman kukoistuksensa jo 1600 - luvulla. Sen jälkeen vasta 1800 - luku toi uutta puhtia, kun siellä tuotettiin kuparia. Tekstiiliteollisuutta Antskogissa oli vuoteen 1959 asti.

Kaunis kuin karkki

Fagervikin ruukkimiljö Inkoossa on kesäisenä päivänä suomalaista idylliä kukeimmillaan.

Ikäjärjestyksessä ruukki on viides Suomen perustetuista ruukeista. Ruukki avautui vuonna 1646.

Fagervikiäkin isoviha nakersi, ja se rapioitui pahasti. Ruotsalaiset **Hisingerin**

Ikäjärjestyksessä ruukki on viides Suomeen perustetuista ruukeista.

veljekset ostivat ruukin vuonna 1723, ja se on ollut siitä lähtien saman perheen omistuksessa.

Koska alue on yksityisomistuksessa, uhkeaa ruukinkartanoa voi ihailla vain porttien läpi, mutta viehättävässä maisemapuutarhassa voi toki käyskennellä.

Alueelta löytyy kankivasarapaja, nippuvasarapaja, tinauspaja, vesisaha sekä söpöläisiä punamultaisia mökkejä, jotka olivat työläisten asuntoina.

Fagervik on kuuluisa myös perunoistaan. Maamme ensimmäiset potut viljeltiin siellä 1720 - luvulla. Ruukin toiminta loppui vuonna 1902, ja nykyään siellä harjoitetaan maa- ja metsätaloutta.

Fagervikin alue on yksi kauneimmista ruukkialueista, ja se on oikein valokuvauksellinen jokaisena vuodenaikana.

Naisenergiaa ruukissa

Loviisan lähetyvillä Ruotsinpyhtäällä sijaitseva Strömforsin ruukki avautui vuonna 1695, kun **Johan Creutz** perusti kankivasarapajan.

Myös Strömforsin ruukin ympäristössä oli vesivoimaa sekä laajoja metsäisiä alueita.

Vuonna 1781 ruukin omistajaksi tuli vuorineuvos **Henrik Johan af Forselles**. Hänen leskensä **Virginia** peri ruukin vain 31 - vuotiaana. Vuorineuvoksetar oli tarmokas nainen, joka hallitsi ruukkia lähes 60 vuotta rautaisella otteella. Hänen jäljiltään on koko paikan nykyinen muoto.

Ruukin kankirautapajassa tehtiin työtä kahdessa 12 tunnin vuorossa. Samaan aikaan vuorossa olivat kaksi mestaria, kaksi kisälliä sekä muutamia renkejä.

Sepät olivat arvostettuja. Heillä oli suuremmat palkat ja asunnot kuin muilla. Heidän etuoikeuksiinsa kuului myös saunominen lauantaisin. Arvoasteikossa alemmat työläiset joutuivat saunomaan viikolla. Sepillä oli myös kirkossa omat penkit ja juhlapyhinä he pukeutuivat komeasti valkoisiin hansikkaisiin, silinteriin sekä hännystakkiin.

Af Forselles - suvun hallussa Strömfors oli vuoteen 1872 asti.

Strömforsissa on ollut aina monenlaista



toimintaa. Ruukin lisäksi siellä oli panimo, krouvi, saha, mylly sekä tiilitehdas.

Monenlainen toiminta jatkuu paikassa edelleen. Ruukkialueella on kesäteatteri, pieniä puoteja sekä ravintola. Oikein kiinnostavia ovat taontänäytökset, joissa kerrotaan samalla ruukin historiasta sekä erilaisista taontatavoista. Puuha on meluisaa; siitä pitää huolen Suomen ainoa käyttökuntoinen, vesivoimalla toimiva vasara.

Valimossa juhlietaan

Salosta parisenkymmentä kilometriä lounaaseen sijaitseva Mathildedal, eli suomeksi Matilda sai olla rauhassa ihmisten katseilta aika pitkään. Hiukan piilossa ollut Matilda rysähti matkailijoiden tietoisuuteen, kun suuret päivälehdet alkoivat kirjoittaa idyllisestä kylästä.

Hieno paikka Matilda kyllä onkin.

Sen ruukin rakennukset muodostavat Museoviraston määrittelemän valtakunnallisesti merkittävän rakennetun kulttuuriympäristön.

Pienimuotoista ruukkitoimintaa alueella oli jo vuonna 1686, kun puron varteen rakennettiin vasaralaitos. Varsinainen kuokoistuskauti alkoi 1800 - luvun alussa, kun paikalta löydettiin malmia.

Ruukista rakennettiin rautatie, joka vei satamaan. Valssauslaitoksen ruukki sai vuonna 1857.

Takkirautaa tuotiin Teijosta, Vantaalta sekä Taalintehtaalta.

Valimossa oli töissä parisensataa miestä, ja siellä valmistettiin maatalouskoneita, työkaluja, veneen moottoreita sekä höyrykoneita.

Valssaus lopetettiin vuonna 1904, mutta vuonna 1917 siellä avattiin laivatelakka.

Kaikki teollinen toiminta Matildassa loppui vuonna 1978.

Nyt ruukkialue on elinvoimaisempi kuin koskaan ja se on varsinainen kulttuurimatkailukohde. Siellä järjestetään tapahtumia ympäri vuoden konserttien ja näyttelyiden muodossa.

Elävässä kylässä on kauppiaita, hotelli, >

ravintoloita, vanhaan kouluun perustettu suklaatehdas sekä panimo. Oikein söpöjä ovat tien varressa ruohoa nyhtävät alpakat. Pelkkinä koristeina ne eivät ole, vaan niiden villaa käyttää ruokin oma kehräämö.

Kauas on tultu kankivasaroiden kolinnasta. Nykyään entinen kankirautavarasto toimii kokous- ja juhlatilana ja vanhassa valimossa voi järjestää vaikka minkälaisia kesäisiä tilaisuuksia.

Jos oikein reippaalla päällä sattuu olemaan, Teijon kansallispuisto on lähes vieressä ja sinne voi mennä patikoimaan. Teijosta löytyy myös ruukkirakennuksia.

Suomen ruukkikylät ovat upeita kesämatkakohteita ja niissä voi aistia, kuinka maamme metallinen historia kättelee nykypäivän matkailua.

Muita kiinnostavia ruukkeja

- Noormarkku. Tänä päivänä siellä tuotetaan ekoenergiaa. Upean alueen kruunaa Alvar Aallon suunnittelema Villa Mairea.

- Möhkön rautaruukissa Pohjois- Karjalassa on ruukkimuseo.

- Taalintehdas Kemiössä on elävä ruukkikylä, ja sieltä löytyy myös kuona - eli slagitiilestä muurattuja hiiliuuneja. ▲



Wherever there's mining, there are challenges. Lowering costs. Keeping people safe.
Working more efficiently. Managing your assets. Reducing fuel consumption.

And wherever there are challenges, there's Caterpillar. We don't just sell mining
equipment; we solve problems. We're true business partner who shares your
goal of mining excellence – however you define it. And we have the knowledge,
products, technologies and solutions to help you get there.

WHEREVER THERE'S MINING, WE'RE THERE.



TAPOJÄRVI

BELONG TO OUR STORY
EST. 1955

Suomalainen
kaivos- ja
teollisuuspalveluiden
erikoisosaaja,
kiertotalouden
rohkea edistäjä

TAPOJÄRVI

Kotimainen
kaivostoimija
- vahvasti Lapista

 **Hannukainen
Mining**



Pyhäsalmen kupari-sinkki-rikkikaivos

- Tuotanto alkoi 1.3.1962
- Kokoluokassaan maailman tehokkaimpiin kuuluva maanalainen kaivos, jossa työskentelee n. 250 henkilöä
- Tehokkuuden lisäksi kiinnitämme erityistä huomiota turvallisuuteen, miellyttävään ja terveelliseen työympäristöön sekä ympäristönsuojeluun
- Olemme olennainen osa Pyhäjärveä ja yhteisöämme.



Pyhäsalmi Mine

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

Korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betoniteollisuudelle



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

Edustamme tunnettuja tuotteita maailman johtavilta valmistajilta.

- Laaja valikoima kalliopultteja mm. vaijeripultti ja dynaaminen pultti
- CEMENTA Ab:n injektointisementit
- Teräskuidut ja FortaFerro -makrokuidut
- Kaivosverkot
- Zitrón -puhaltimet
- Protan Ventiflex -tuuletusputket
- Alvenius -pikaliitinputket



info@suomentpp.fi • puh. 0400 407 235



KUVA: TATIANA SAMARINA

Arctic Mines Summer School 29.07.-23.08.2019

KIRJOITTAJAT **ESTHER TAKALUOMA** JA **JOUKO KARINEN** KUVAT **ESTHER TAKALUOMA**

Sustainable Mining, Intelligent mining, and Arctic Prospecting – three keywords attracted 25 participants from all around the world to visit North Finland to participate in the “Arctic Mines Summer-school” in August 2019. The course was offered in collaboration between the University of Applied Science Lapland (Lapland UAS) and the University of Applied Science Kajaani (Kajaani UAS) – and attraction it showed. In the end, the number of participants had to be capped at 25 students and the best individuals were selected. By keeping the course compact it was guaranteed, that each student had the chance to practice during hands-on work in the laboratories and that the group works and discussions remained meaningful and easy flowing. Applications for studentship were more than twice the number finally selected for the course.

Most students came from China, from the University of Science and Technology in Beijing and from the University of Shandong. These were accompanied by three professors, Yuye Tan, Hao Sun, and Zhihe Liu, respectively. In addition there were students from the University of Chongqing, from Japan, USA, and Australia, one from each. The course had the equivalent of 15 ECTS, divided between orientation work (3 ECTS), four week camp in Finland (10

ECTS), and final report (2 ECTS). The time in Finland was divided into three parts: two weeks in Kajaani with lectures, mine visits, and laboratory work, followed by a more relaxed period about Finnish geology and arctic living at the Saariselkä area in North Lapland, and a final week in Rovaniemi and Kemi at the University of Applied Science Lapland.

The course was facilitated by the Moodle-interface and the three introductory pre-lectures were streamed through Ado-



be Connect. These pre-lectures with the subject of “Geology of Finland” (MSc Jouko Karinen), “Sustainable Mining” (Dr Esther Takaluoma), and “Challenges in prospecting and mining industry in the Arctic” (MSc Antti Peronius), gave the ground work for the intensive period in Finland.

On Sunday evening 29.07., a tired and hungry group of students arrived at the Oulu Airport, where the delegation from Kajaani UAS (Esther Takaluoma) and Lapland UAS (Rauno Toppila) wished them welcome. From there transport by bus to the dormitories at KAMK was arranged and the students were able to find their living place for the next two weeks. Mrs Kirsi Sievers arranged for all practical matters and ensured, that all students felt at home in Kajaani.

The next day, the President and CEO of Kajaani University of Applied Science, Dr Matti Sarén wished all students warmly welcome into cold Finland and officially opened the Arctic Mines Summer School 2019. The students were introduced to some quirks of Finnish language and culture, and everybody learned to speak a few sentences in Finnish.

The three Chinese professors also presented and discussed their own research topics and fields of interests, providing the Finnish counterparts with new insight and understanding. Professor Yuey Tan intro-



duced her research on “Detection technology of goaf and application in metal mine” and Professor Hao Sun spoke of the subject “Overview of gravity flow of caved ore and rock”. Professor Zhihe Liu gave a presentation about the student training and different research topics at Shandong University of Technology. During the first week, the students had the opportunity to present their orientation work either in groups or alone.

The topics hosted by KAMK were Virtual Mines (Mrs Jonna Kalermo-Poranen), Sustainable Mining (Dr Susanne Mulbah), and the current research topics on Circular Economy concerning mining industry (Dr Minna Sarkkinen and Dr Esther Takaluoma). Lectures were followed by workshop and lively group discussions. Presentations were also warmly welcomed from Erkki Kurkonen (CEO, Sotkamo Silver), Elen Toodu (Sandvik Ab), Mark Ryan (Normet Ltd.), and Joni Kivipelto (Kainuu Centre for Economic Development). The role and viewpoints of Finnish Mining Industry Association were introduced by CEO Pekka Suomela and those of Finnish Network for Sustainable Mining by Eero Yrjö-Koskinen. Prof Saija Luukkanen ja Prof Ulla Lassinen gave expert lectures about their current research at the University of Oulu. All students were highly motivated and active participants in discussions showing the high level of their education.

Two days were dedicated to laboratory work at KAMK, showing examples and outtakes from the research done at KAMK. The laboratory exercises included stabilization and leaching of tailings, formation and granulation of geopolymers with different

formulae and reactivities. More basic exercises were also carried out, such as particle size determination by test sieving and jet mill, or flotation with and without collector.

Raw materials were acquired and the formulation of tests was carried out and coordinated in fruitful cooperation with local mines (Sotkamo Silver, Terrafame and Elementis. The help of all participants is gratefully acknowledged).

Solid materials from laboratory tests were analyzed by XRD and XRF, liquid samples by UV-vis. The laboratory exercises were very well welcomed by the students and for many of them they were the first time experience in practical work. Most of them were absolutely delighted about the possibility to use all the machines and equipment themselves. And everyone saw the need to bring the students from theoretical learning from books to hands-on experiences. In the collected feedback, these hands-on exercises were one of the highlights of the course, and for future years they will be further expanded.

On 09.08. the group, accompanied by Esther Takaluoma, travelled by bus to

Rovaniemi. Here, Lapland UAS took over the responsibility of the summer school and Mr Antti Peronius was in charge for the next two weeks. The students and teachers were split into four groups of 6-8 people and the journey continued by four minibuses with four drivers to Laanila's Savotakahvila, where accommodation was in a large cottage, with breakfast and light lunch provided at the restaurant. The dedicated drivers and teachers for this period were Mr Antti Peronius, Dr Esther Takaluoma, Mr Jouko Karinen, and Mr Henri Nybacka. All drivers took later also the guidance for each group during field exercises.

The field excursion to Lapland was as much about hands-on geology exercises as also about learning the Finnish way of life, getting in touch with nature, and slowing down. Facultative evening activities included hiking to Fell Nattanen, fishing, and several evening walks in the surrounding nature. Mr Peronius also arranged a field-food tasting event with canned meat, dried food, and traditional dried bread. Toasts to the success of the Summer School and to both Chinese and Finnish participants



were proposed. One student from the University of Science and Technology in Beijing performed a traditional Han dance for everyone to enjoy, complete in costume and Han hairstyle. Already in Kajaani, the sauna was a big hit for all guests, so it was heated every evening.

The first weekend in Laanila was relaxed to recover from the previous extensive two week period, with time to visit the Gold museum and Gold Panning World championship in Tankavaara, and to see the Horst and Graben formations around Lake Inari. Starting on Monday morning, the pace of teaching increased. Each morning, Mr Peroniuss gave a 1,5- 2 h lecture explaining the theoretical background of the field task ahead. The topics ranged from ore exploration, glacial movement and placer gold mining to prospecting under arctic conditions. Field tasks were hematite-ore exploration and the calculation of glacial movement. Till samples were also collected from Vuotso area for the mineral processing exercise organized in Kemi –Tornio during the following week. One day was dedicated to gold mining, and every student had the chance to enrich some ore by sluice box and to learn how to pan for gold. This day was of particular success and the excitement of finding gold was shared among the whole group.

Following the morning lectures, the students were encouraged to present their reports about the previous day's tasks in a very concise oral manner, including cost calculation and suggestions for cost cutting.

On Friday, the 16th of August, the journey was southbound again, stopping on the way to pay a visit at Kevitsa mine. The last week of the summer school was implemented in Rovaniemi and Kemi-Tornio area. In the beginning of the week, the students got acquainted with the work of mine authorities, and with the role of public and private service providers in ore exploration. The goal for the students was to understand the tasks of mine and environmental authorities, the process of obtaining mining permission and the pros and cons of the current permission system. Terho Liikamaa from TUKES; Erkki Kantola from AVI and Pekka Tuomala from GTK presented the outlook of their respective companies. In addition Alekski Autti from Arctic Drilling Company explained the role of private sector in the mining industries. Later the foreign students familiarized themselves with the virtual mining environment KaiVi, a computer game, in which the leading of a mine is simulated and the player gives tasks to subordinates in underground mine.



During the end of the week, the till samples collected in Vuotso were analyzed, and the students learned about gravimetric beneficiation techniques and their use in heavy mineral processing. The students worked with the samples on a Knelson spiral separator and with a shaking table. The mineral composition was determined by FE-SEM EDS and Raman-microscope in the test laboratory of Lapland UAS and in the RikasTek learning environment of Lappia.

In addition to activities at Lapland UAS, the students visited the chalk mine of SMA minerals.

The last day of the summer school was crowned by the ending seminar, in which the CEO of Lapland UAS Riitta Rissanen handed each student their certificate, while the teachers gathered to discuss the development of the Summer School for the next year.

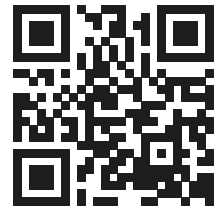
In conclusion, we proudly consider the Summer School as a great success, in which both receiving and travelling participants benefited from the multicultural interaction. Upon leaving, everyone felt enriched with the experience, both teachers and students, foreign and Finnish. ▲

FINNMATERIA

18.-19.11.2020

TERVETULOA NÄYTTEILLE- ASETTAJAKSI!

KATSO LISÄÄ



Pohjoismaiden suurin kattavasti vuoriklusteriin keskittyvä messutapahtuma järjestetään jo kahdeksannen kerran! Teemoina kaivosteollisuus, metallinjalostus, kiviainesteollisuus, kiertotalous ja maarakentaminen!

Ota yhteyttä, niin varaamme sinun tarpeisiisi parhaiten soveltuvan osaston!

MYNNIN YHTEYSTIEDOT

www.finnmateria.fi

Raimo Pylvänäinen

raimo.pylvanainen@paviljonki.fi

+358 400 671 923

Hannu Mennala

hannu.mennala@paviljonki.fi

+358 50 591 5428



PAVIL
JONKI

JYVÄSKYLÄN MESSUT OY
puh. 014 334 0000
www.jklmessut.fi

Jyväskylän
MESSUT

Pampaloitti, AuSbTe, uusi mineraali Pampalon kaivoksesta

KOJONEN, K. KOSKELOTIE 5, 23360 KUSTAVI, KARIPOST2@GMAIL.COM

VYMAZALOVÁ, A. CZECH GEOLOGICAL SURVEY, GEOLOGICKÁ 6, 15200 PRAGUE 5, CZECH REPUBLIC

LAUFEK, F. CZECH GEOLOGICAL SURVEY, GEOLOGICKÁ 6, 15200 PRAGUE 5, CZECH REPUBLIC

JOHANSON, B. GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS, P.O. BOX 96, 02150 ESPOO

STANLEY, C.J. NATURAL HISTORY MUSEUM, DPT. OF EARTH SCIENCES, LONDON SW7 5BD, UK

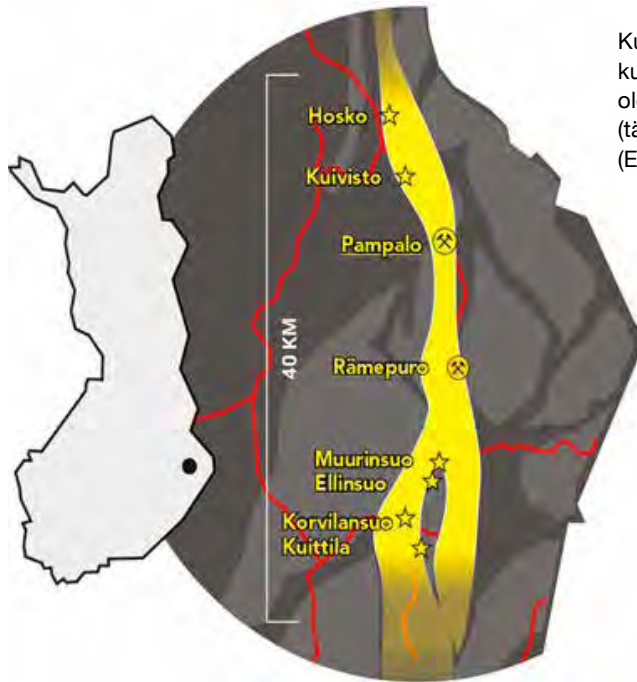
PLÁŠIL, J. INST. OF PHYSICS, AS CR V.V.I NA SLOVANEC2, 18221, PRAGUE 8, CZECH REPUBLIC

HALODOVÁ, P. CZECH GEOLOGICAL SURVEY, GEOLOGICKÁ 6, 15200 PRAGUE 5, CZECH REPUBLIC

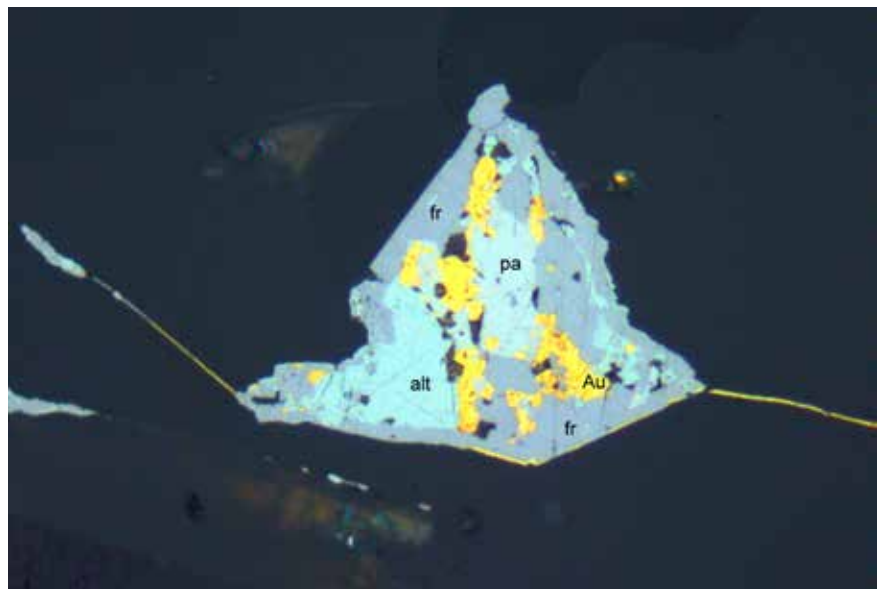
JOHDANTO

Ilomantsin Kuittilasta löytyi syksyllä 1985 molybdeenihohde-scheeliitti malmiaiheen tutkimuksissa geologi Martti Damstenin näyte, jossa havaittiin mikroskooppitutkimuksissa metallista kultaa ja hopeaa sekä telluridimineraaleja rikki-, kupari- ja magneettikiisun sekä kubaniitin yhteydessä (Kojonen et al. 1993).

Muutamista monttunäytteistä saadut kulta-telluridi havainnot Kuittilasta ja geokemialliset moreenitutkimukset johtivat vuosina 1986-1992 Geologian tutkimuskeskuksessa mittavaan kultamalmin etsintäprojektiin Ilomantsissa niin kutsutulla Karjalan kultalinjalla (Kuva 1), joka on yli 40 km pitkä vyöhyke Ilomantsin kirkonkylästä etelään ja pohjoiseen (Nurmi & Sorjonen-Ward, 1993, Nurmi et al. 1993b, Damsten et al. 1994), joka jatkuu Venäjän puolella rajaa Itä-Karjalassa pohjoisessa ja etelässä. Tutkimusten tuloksena löydettiin useita kultamalmaiheita, joista huomattavin ja sittemmin kaivostoimintaan johtanut esiintymä löytyi 1990 Pampalosta kalliopaljastumasta geologi Peter Wardin toimesta. Hänen mukaansa myös esiintymä aluksi nimettiin Wardin malmiksi (Damsten et al. 1994). Myöhemmin esiintymän omistajaksi tuli Outokumpu Oy, joka rakensi sinne koekaivoksen vuonna 1995 ja nimeksi muutettiin Pampalon kaivos paikan nimen mukaan. Vuonna 1999 yhtiö myi kaivoksen australialaiselle Dragon Mining N.L. -yhtiölle. Endomines AB:lle Pampalon kaivos siirtyi vuonna 2006. Endomines Ab aloitti kaivostoiminnan Pampalossa vuonna 2009. Yhteensä todettiin Karjalan kultalinjalla olevan 23 kultaesiintymää vuonna 2009 (Endomines 2019). Vuosina 2010-2018 Pampalon kaivos on tuottanut 5200 kg kultaa. Outokumpu Oy:n omistuksessa vuosina 1996-1999 koekaivos tuotti 1740 kg kultaa (Endomines AB, kirjallinen tiedonanto 2019).



Kuva 1. Kartta Karjalan kultalinjasta ja siinä olevista kultaesiintymistä (tähdet) sekä kaivoksista (Endomines AB 2019)



Kuva 2. Pampaloitti (pa) yhteenkasvettuneena rautatelluridin eli frobergiitin (fr), lyijytelluridin eli altaitin (alt) sekä natiivin kullan (Au) kanssa. Tasopolarisoitu heijastunut valo, kuvan leveys noin 170 mikrometriä. Kuva Chris Stanley.

Uuden mineraalin löytäminen

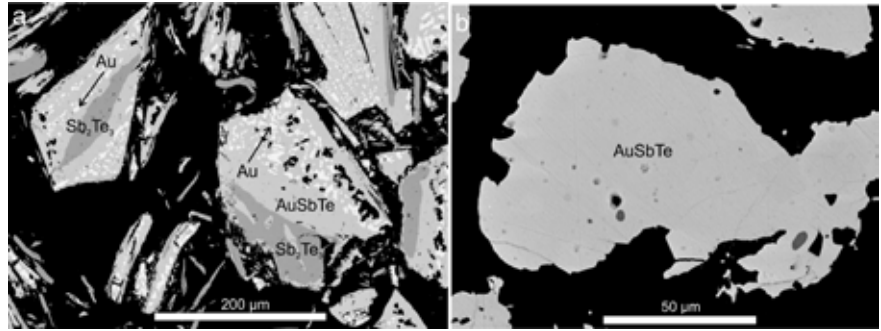
Malmintuotantovaiheessa kairatuista syväkairausreitistä otettiin näytteitä kulta-analyysijä, kokokivianalyysijä ja mineralogisia tutkimuksia varten. Tuntematon kulta-antimoni-telluridi löydettiin Pampalon kairausnäytteestä 23.3.1992 reistä R315 syvyydeltä 71,50 m tehdystä kiillotetusta ohuthieestä Ku 18516 Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) mineralogisessa laboratoriossa Espoossa tehdyssä pyyhkäiselektronimikroskoopi- ja EDS-analyysitutkimuksessa.

Tämän jälkeen tehtiin vielä elektronimikroanalyysointia standardien kanssa tarkat mikroanalyydit. Tulokset julkaistiin GTK:n Special Paper -sarjassa (Kojonen et al. 1993) ja kansainvälisen mineralogisen assosiaation (IMA, International Mineralogical Association) yleiskokouksessa Pisassa Italiassa (Kojonen ja muut 1994) seuraavana vuonna. Analysoidut rakeet olivat valitettavasti liian pieniä niiden täydelliseksi karakterisoinniseksi, eikä Suomessa ollut tarvittavia tutkimuslaitteita niiden määrittämiseen IMA:n vaatimusten mukaisesti. Tuntemattoman AuSbTe-mineraalin lisäksi näytteestä tunnistettiin rikkikiisua, kuparikiisua, molybdeenihohdetta, scheeliittiä, lyijyhohdetta, lyijytelluridia altaiittia, rautatelluridia frohbergiittia, natiivia kultaa ja vismutti-antimonitelluridia. Malmimineraalien isäntäkivi on kvartsimaa-sälpäliuske, jossa päämineraaleina ovat albiitti, kalimaasälpä, kvartsi, biotiitti, serisiitti ja karbonaatti (Kuva 2).

Uuden mineraalin määrittäminen

IMA:n vaatimusten mukaan uudesta mineraalista pitää tehdä määrättyjä kemiallisia ja fysikaalisia määrittämiä: kemiallinen koostumus, kiderakenne, VHN kovuus, heijastuskyky aallonpituudella 400-700 nm, asu, väri, pleokroismi, kahtaishajastus, anisotropia, omamuotoisuus, lohkeavuus ja kiilto.

Ensimmäisenä on sen kemiallisen koostumuksen määrittäminen, joka tehtiin GTK:n elektronimikroanalyysointia. Mineraalin koostumukseksi saatiin paino % Au 42,7, Sb 26,5 ja Te 28,9. Laskettuina atomi-%:ksi pitoisuudet ovat Au 32,6, Sb 32,7 ja Te 34,0 kolmen mikroanalyydin keskiarvona. Analyysitulosten perusteella voitiin todeta todennäköisen ideaalisen kaavan olevan AuSbTe, minkä koostumuksellista mineraalia ei tunnettu. Ongelmana mineraalin kovuuden, heijastuskyvyn ja kiderakenteen määrittämiselle oli kuitenkin löydetyn rakeen liian pieni koko, noin 20-50 mikrometriä.



Kuva 3. Laboratoriossa kvartsilasiampullissa valmistetuista näytteistä otetut takaisin sironneiden elektronien (BSE) muodostamat pyyhkäiselektronimikroskooppikuvat: a) lämpötilassa 350 °C tehdyn vuoden pituisen kuumennuksen jälkeen saatu epähomogeeninen ja b) lämpötilassa 400 °C tehdyn yhdeksän kuukauden pituisen lisäkuumennuksen jälkeen saatu homogeeninen näyte. Näytteiden syntetisointi ja kuvat Anna Vymazalová.

Synteettisen faasin AuSbTe valmistus

Tämän johdosta päätettiin syntetisoida laboratoriossa koostumuksen AuSbTe omaava faasi, josta voitaisiin tehdä tarvittavat lisämääritykset (Vymazalová et al. 2018). Syntetisointi tehtiin Tsekin Geologian tutkimuskeskuksen kokeellisen mineralogian laboratoriossa Prahassa. Luonnon mineraalia vastaavan homogeenisen faasin valmistus kesti yhden vuoden ja yhdeksän kuukautta. Faasin tekoon käytettiin määräsuhteissa punnittuja puhtaita (99,99%) alkuaineita Au, Sb ja Te (Aldrich Chem. Co.), ja ne kuumennettiin evakuoiduissa kvartsilasiampulleissa ensin sulaksi. Sen jälkeen niitä pidettiin lähes vuoden ajan 350 °C lämpötilassa ja lopuksi yhdeksän kuukautta 450 °C lämpötilassa. Tulokseksi saatiin kiteinen homogeeninen näyte (Kuva 3), jonka koostumus vastasi Pampalosta löytynyttä luonnon mineraalia.

Synteettisen AuSbTe-faasin homogeenisuus tarkistettiin optisesti ja elektronimikroanalyysointia (Kuva 3) Tsekin Geologi-

an tutkimuskeskuksessa ja se analysoitiin mikroanalyysointia samoin kuin myös Pampalosta löytynyt luonnon AuSbTe-mineraali (Taulukko 1).

Asu, fysikaaliset ja optiset ominaisuudet

Pampaloitti esiintyy vierasmuotoisina kiteinä, joiden koko on noin 20 µm, yhdessä natiivin kulta- ja frohbergiitin sekä altaiitin kanssa (Kuva 2). Silikaattimineraaleina näytteessä on kvartsi, albiitti, kalimaasälpä ja biotiitti. Lisäksi näytteessä Ku 18516 on karbonaattia, scheeliittiä, rikki- ja kuparikiisua, molybdeenihohdetta sekä lyijyhohdetta.

Pampaloitti on malmimineraali, joka on opaakki eli läpinäkymätön, ja sillä on metallinen kiilto. Mineraali on haurasta, helposti lohkeavaa. Kovuus VHN25 (Vickers Hardness Number painolla 25 g) mitattuna viidestä kohdasta on 245-295 kg/mm² (mitattu synteettisistä rakeista), ja se vastaa Mohsin kovuusasteikolla arvoa 4-5. Mine-

Taulukko 1. Mikroanalyytituloksia luonnollisesta ja synteettisestä pampaloitista.

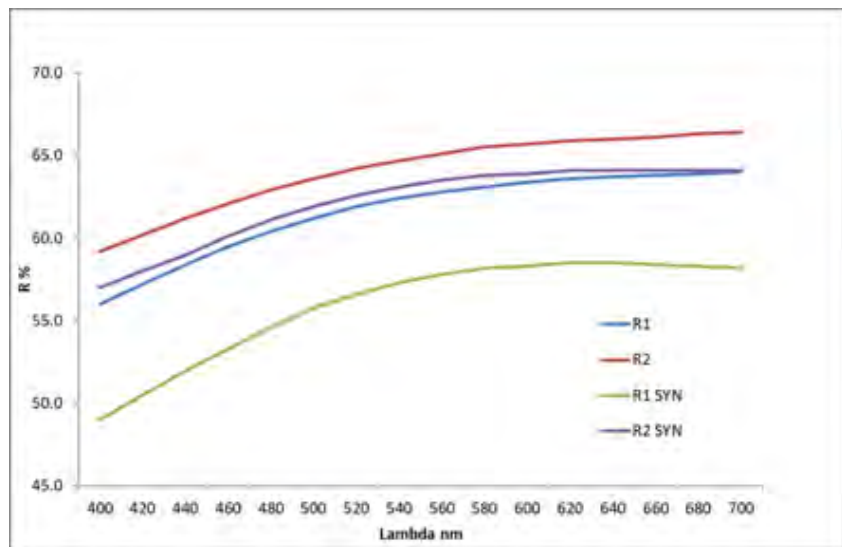
luonnon näyte					apfu = 3		
paino %	Au	Sb	Te	summa	Au	Sb	Te
keskiarvo	44.13	27.44	28.74	100.31	1.00	1.00	1.00
synteettinen näyte					apfu = 3		
paino %	Au	Sb	Te	summa	Au	Sb	Te
keskiarvo	44.03	27.26	29.08	100.38	0.99	0.99	1.01

Cameca SX-100, 15 kV, 10 nA, puhtaat Au, Sb ja Te standardit, apfu= kaavan määrä atomeja.

Tulokset ovat kymmenen mittauksen keskiarvoja kummastakin näytteestä.

raalin empiirisestä kaavasta laskettu tiheys on 9,33 g/cm³. Tasopolarisoidussa valossa pampaloitiitti on valkea (Kuva 2), hiukan sinertävän valkea synteettisessä materiaalissa, jossa näkyy eri optisia suuntia. Sillä on kohdalainen tai voimakas kahtaisheijastus, heikko heijastuspleokroismi vaalean punaisen ruskeasta hieman sinertävään valkoiseen (näkyy vain synteettisessä näytteessä), ja sillä on voimakas anisotropia, jossa näkyy sinertäviä ja ruskehtavia polarisaatiovärejä. Sillä ei ole sisäisiä heijastuksia.

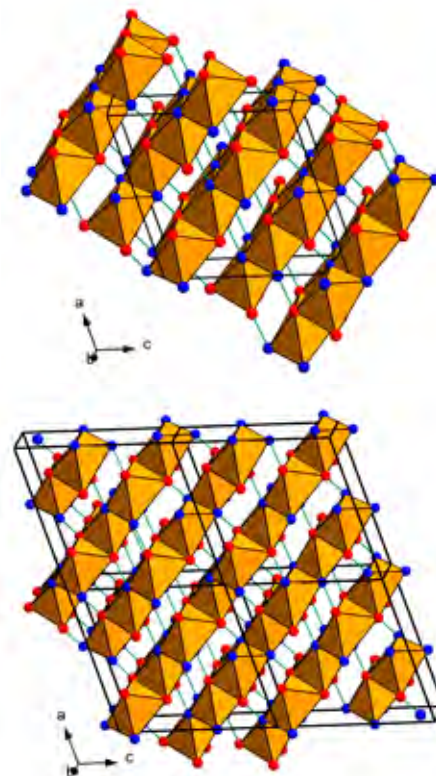
Heijastuskyky mittaukset tehtiin ilmassa käyttäen WTiC-standardia, ja sekä luonnon pampaloitiitti että synteettinen faasi mitattiin käyttäen J & M TIDAS -diodisädespektrometria Zeiss Axiotron -polarisaatiomikroskoopissa. Tulokset on taulukoitu (Taulukko 2) ja esitetty graafisesti (Kuva 4).



Kuva 4. Luonnollisen ja synteettisen pampaloitiitin (SYN) heijastuskyky R(%) ilmassa aallonpituudella λ=400-700 nm (CJS), mitattu 20 nm:n välein.

Taulukko 2. Heijastuskykyarvot luonnolliselle pampaloitiitille ja synteettiselle AuSbTe:lle. Mittaukset Chris Stanley.

λ (nm)	pampaloitiitti		synteettinen AuSbTe	
	R1(%)	R2(%)	R1(%)	R2(%)
400	56.0	59.2	49.0	57.0
420	57.2	60.2	50.5	58.0
440	58.4	61.2	52.0	59.0
460	59.5	62.1	53.3	60.1
480	60.4	62.9	54.6	61.1
500	61.2	63.6	55.8	61.9
520	61.9	64.2	56.6	62.6
540	62.4	64.7	57.3	63.1
560	62.8	65.1	57.8	63.5
580	63.1	65.5	58.2	63.8
600	63.4	65.7	58.3	63.9
620	63.6	65.9	58.5	64.1
640	63.7	66.0	58.5	64.1
660	63.8	66.1	58.4	64.1
680	63.9	66.3	58.3	64.1
700	64.0	66.4	58.2	64.1



Kuva 5. Pampaloitiitin kiderakenne AuSbTe, jossa näkyvät AuSb₂Te₂-oktaedrit. Kuva František Laufek.

Kuva 6. Pampaloitiitin AuSbTe kiderakenne, jossa korostuvat AuSb₂Te₂-neliöiden muodostamat kerrokset. Sb-Te -sidokset liittävätkerrokset toisiinsa, ja ne on merkitty vihreillä viivoilla. Kuva František Laufek.

Kiderakennemääritys

Pampaloitiitin kiderakennemääritys tehtiin synteettisestä AuSbTe-faasista Rigaku Denki Super Nova -yksikidediffraktometrillä MoKα-säteilyä käyttäen. Laite oli varustettu Atlas S2 CCD -detektorilla, mikrofocusputkella ja primääripeilioptiikalla; ω-pyöriviä skannauksia käytettiin kolmiulotteisen intensiteetidatan saamiseksi. Näytteestä irrotettiin 0,033 × 0,0220 × 0,014 mm suuruinen pala, joka kiinnitettiin lasikapillaarin päähän. Kaikkiaan saatiin 2016 röntgenheijastusta, joista 664 luokiteltiin uniikeiksi. Taustan, Lorenz-efektin, polarisaation ja absorbtion korjaukset tehtiin

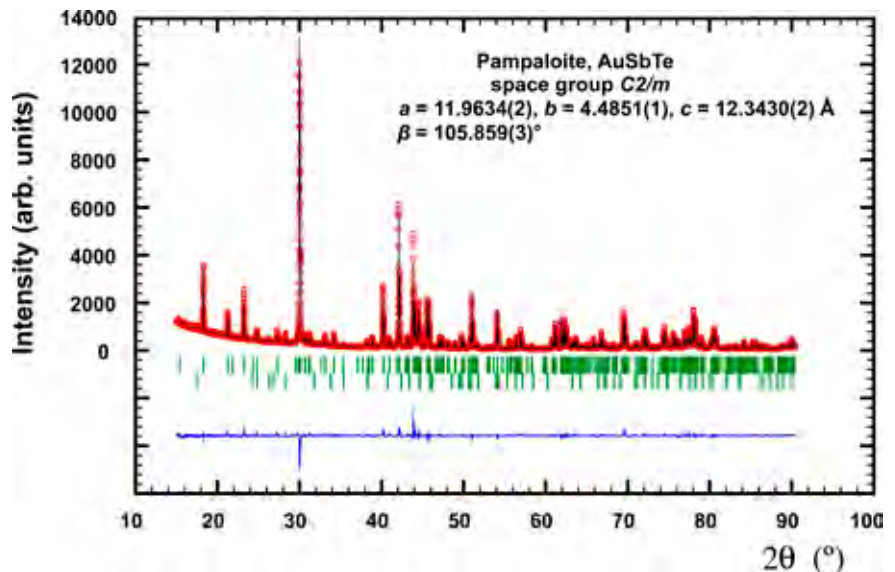
CrysAlis- ja JANA2006-ohjelmilla (Vymazalová et al., 2018, Petříček & Dušek 2014). Kiderakenne ratkaistiin ”charge flipping”-menetelmällä käyttäen Superflip-ohjelmaa (Palatinus & Chapuis 2007) ja viimeisteltiin JANA2006-ohjelmalla. Alkuperäisessä kiderakenteen ratkaisussa on kolme atomipaikkaa asymmetrisessä yksikössä. Yksi paikka on Au-atomille ja kaksi paikkaa Sb-atoimille. Kaikki atomit ovat Wyckoff-positiossa 8f avaruusryhmässä C2/c. Otettaessa

huomioon näytteen kemiallinen koostumus AuSbTe on selvää, että Te pitää olla rakenteessa mukana korvaten siinä Sb:a. Koska Sb ja Te atomien röntgenhajontakäyrät ovat samanlaisia, on vaikea erottaa näitä atomeja käyttäen vain röntgendiffraktiodataa. Kuitenkin antimonin ja telluurin suhde mineraalin koostumuksessa on stökiometrinen 1:1:1 ja on oletettavaa, että Sb ja Te korvaavat toisiaan järjestäytyneesti mineraalin rakenteessa suhteessa Au atomiin. Vähäistä

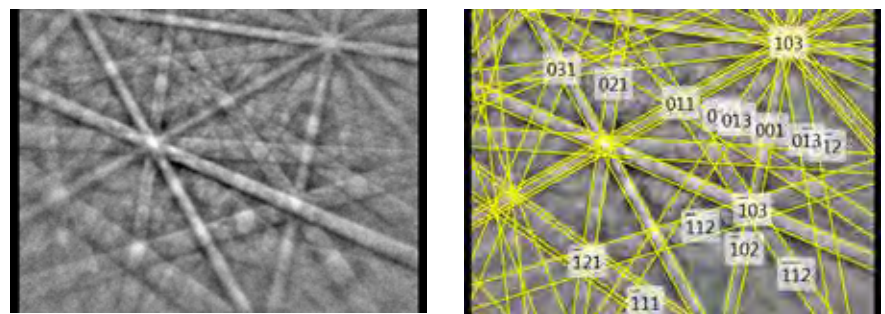
epäjärjestyä ei kuitenkaan voida sulkea pois. Pampaloitin rakenne on määritetty olettaen eri paikat Sb- ja Te-atomeille. Kokeellisessa systeemissä Au-Sb-Te (Nakamura & Ikeda 2002) ei ole havaittu kiinteäliuossarjaa pampaloitin koostumuksella. Tämä viittaa spesifiseen kemialliseen koostumukseen, jossa Sb ja Te korvaavat toisiaan suhteessa 1:1. Pampaloittia kemiallisesti lähellä olevat yhdisteet AuSb_2 ja AuTe_2 ovat kiderakenteeltaan erilaisia. Pampaloitin rakennetta verrattiin myös montbrayitiin ($\text{Au,Ag,Sb,Pb,Bi}_{23}(\text{Te,Sb,Pb,Bi})_{38}$ rakenteeseen (Bindi et al. 2018). Rakenteessa todettiin Au-atomin olevan täydellisesti hilassa omassa positiossaan yhdistyneenä Te-atomeihin. Au-atomia korvaa osittain Sb hilassa. Pampaloitissa Au on koordinoitunut suhteessa 4 +1+1 kolmeen Sb-atomiin ja kolmeen Te-atomiin (ks. Kuva 5) kaavan AuSb_3Te_3 mukaisesti venyneessä oktaedrissa, jossa Sb- ja Te-atomit ovat päädyissä. Sb- ja Te-atomien koordinaatio on samanlainen. Yksityiskohdat atomien välisistä hilamitoista (Å-yksiköissä) on annettu alla (Taulukko 3, Vymazalová et al. 2018). Oktaedrilevyt on yhdistetty Sb-Te sidoksilla levyjen välissä (ks. Kuva 6). Rakenne muistuttaa calaveriitin AuTe_2 (Bindi et al. 2009) ja sylvaniitin AuAgTe_4 (Pertlik 1984) sekä muthmanniitin AuAgTe_2 (Bindi & Cipriani 2004) rakennetta. Kaikissa on enemmän tai vähemmän vääntynyt oktaedrinen koordinaatio. Pampaloitin rakenne perustuu deformaatioon heksagoniseen Sb- ja Te-atomien pakkaukseen, jossa puolet oktaedrisistä tiloista on täytetty Au-atomeilla (Kuva 6).

Röntgendiffraktio pulverikuvaus synteettisestä AuSbTe -faasista

Synteettistä AuSbTe -faasia tutkittiin jauhe-tusta näytteestä Bruker D8-röntgendiffraktometrillä, jossa on LynxEye XE -detektori ja $\text{CuK}\alpha$ -säteilylähde Bragg-Bretano -geometriassa. Data kerättiin kulmilla $15\text{--}90^\circ 2\theta$ askeleella $0,005^\circ$ ja 1 sekunnin laskinajalla. Synteettisen faasin yksikideröntgendiffraktiokuvista saatua rakennemallia käytettiin hyväksi aloitettaessa Rietveld-mallinnus. Diffraktiopiikkien muodon luomiseen käytettiin FullProf-ohjelmaa (Rodriguez-Carvajal 2006) ja pseudo Voigt -funktiota (Kuva 7). Lasketut parametrit sisältävät piikkien muodon ja leveyden, piikkien asymmetrian, alkeiskopin parametrit ja yleisen isotrooppisen siirtymisparametrin. Parametrien tarkennuksessa todettiin 1,5 paino % Sb_2Te_3 -epäpuhtautta näytteessä.



Kuva 7. Synteettisestä AuSbTe -faasista tehty röntgendiffraktogrammi laskettuna Rietveld-menetelmällä (kiinteä punainen viiva) ja havaitut piikit (ympyrät). Alapuolella piikit (vihreä) johtuvat 1,5 paino % Sb_2Te_3 -epäpuhtaudesta. Kuva František Laufek.



Kuva 8. EBSD- kuvia luonnon pampaloitista vasemmalla ja synteettisestä AuSbTe -faasista oikealla. Kuvista näkyvät täsmälleen samat Kikuchi-viivat, jotka tulevat kiderakenteesta eri kidepinnoista. EBSD-kuvat on tehty TESCAN Mira 3GMU -pyyhkäiselektronimikroskoopilla, jossa on NordlysNano-detektori (Oxford Instruments). Tällä tekniikalla todistettiin luonnon pampaloitin ja synteettisen AsSbTe -faasin kiderakenteiden täydellinen samanlaisuus. Kuvat Patricie Holodová.

Pampaloitti- ja AuSbTe -faasien rakenteiden kiderakenteen yhdenmukaisuuden todistaminen EBSD-tutkimuksella

Luonnon pampaloitin ja synteettisen AuSbTe -faasin täydellinen kiderakenteellinen yhdenmukaisuus varmistettiin pyyhkäisy-

elektromikroskoopilla (SEM, Scanning Electron Microscope), johon on liitetty takaisin sironneiden elektronien diffraktioliite (EBSD, Electron Back Scattered Diffraction). Tällä menetelmällä saadaan tehdyksi kuvia kiderakenteesta heijastuneista kidepinnoista n.k. Kikuchi-viivoina

Taulukko 3. Röntgendiffraktiotutkimuksen tulokset pampaloitista.

Kidejärjestelmä	monokliininen
Avaruusryhmä	$C2/c$ (15)
Alkeiskopin sisältö	AuSbTe , $Z=8$
Alkeiskopin parametrit Å	$a=11.9634(2)$
	$b=4.48518(1)$
	$c=12.3430(2)$
	$\beta=105.859(3)^\circ$
Alkeiskopin tilavuus (Å ³)	637.1(5)

tai nauhoina vain muutaman mikrometrin suuruisesta pisteestä tutkittavassa rakeessa. Saaduissa EBSD-kuvissa voidaan todeta täydellinen yhteensopivuus ja siten sama kiderakenne pampaloitissa ja vastaavassa synteettisessä AuSbTe faasissa (Kuva 8).

Pampaloitin syntyolosuhteet

Pampaloitti on yhteenkasvettuneena altaiitin, frohbergiitin ja natiivin kullan kanssa silikaattimineraalien väliin jääneeseen avoimeen tilaan (Kuva 2), joka viittaa kullan ja telluridien kiteytyneen myöhäisessä hydrotermisessä vaiheessa Te- ja Sb-pitoisista liuoksista (Kojonen et.al. 1993). Calaveriitti, jota on tavattu rikkikiisusta sulkeumina, viittaa korkeaan telluurin osapaineeseen (Afifi et.al. 1988). Useimmat löydetty kultarakeet ovat yhteenkasvettuneina telluridien kanssa harmemineraalien välisissä raoissa ja onteloissa tai rikkikiisussa raoissa, sulkeumina tai rakeiden pinnalla. Tämän kaltainen Te-rikas mineraaliparageneesi on kiteytynyt alle 354 °C lämpötilassa (Afifi et.al. op. cit.) ja tyypillisesti alle 250 °C lämpötilassa. Mineraalit kulta-hessiitti-petziitti saavuttavat loppukiteytymisensä kemiallisen tasapainon jopa alle 50 °C lämpötilassa kokeellisten tutkimusten perusteella (Cabri 1965). Pampaloitin kiteytyminen alhaisessa lämpötilassa on todettu myös kokeellisissa systeemeissä Au-Sb-Te (Nakamura & Ikeda 2001), jossa AuSbTe-faasi syntetisoitiin lämpötilassa 350 °C. ▲

Lähteet

- Afifi, A.M., Kelly, W.C. and Essene, E.J. 1988: Phase relations among tellurides, sulphides and oxides: II. Applications to telluride-bearing ore deposits. *Economic Geology*, 83, 377-394.
- Bindi, L. & Cipriani C. 2004: Ordered distribution of Au and Ag in the crystal structure of muthmannite, AuAgTe₂, a rare telluride from Sacarimb, western Romania. *American Mineralogist*, 89, 1505-1509.
- Bindi, L., Arakcheeva, A., and Chapuis G. 2009: The role of silver on the stabilization of the incommensurately modulated structure of in calaverite, AuTe₂. *American Mineralogist*, 94, 728-736.
- Bindi, L. Paar. W.H. and Lepore G. O. 2018: Montbrayite, (Au,Ag,Sb,Pb,Bi)₂₃(Te,Sb,Pb,Bi)₃₈ from the Robb-montbray Mine, Montbray, Quebec: Crystal Structure and Revision of the Chemical Formula. *Can. Mineralogist*, 56 (2): 129-142.
- Cabri, L.J. 1965: Phase relations in the Au-Ag-Te system and their mineralogical significance. *Economic Geology*, 60, 1569-1606.
- Damsten, M., Nurmi, P, Sorjonen-Ward, P. ja Hartikainen, A. 1994: Tutkimustyöselostus Ilomantsin kunnassa valtaausalueilla Pampalo 1 (Kaivosrekisterinumero 4847/1), Pampalo 2 (Kaivosrekisterinumero 5055/1) ja Pampalo 3 (Kaivosrekisterinumero 5090/1) suoritetuista kultamalmitutkimuksista vuosina 1990-1993. GTK Hakku-palvelu M06/4333/-94/1/10, 34 s.
- Endomines AB 2019: Nettisivut <https://endomines.com/fi/>
- Kojonen, Kari, Johanson Bo, O'Brien Hugh and Pakkanen Lassi 1993: Mineralogy of gold occurrences in the late Archean Hattu schist belt, Ilomantsi, eastern Finland. *Geological Survey of Finland, Special paper 17, 233-271.*
- Kojonen, K, Johanson, B. and Pakkanen, L. 1994: Three new telluride minerals from Archean gold deposits in the Hattu schist belt, Ilomantsi, eastern Finland. Abstract volume in IMA 16th General meeting in Pisa Italy, 4-9 September 1994, p. 209-210.
- Nakamura, Y, & Ikeda, K. 2002: Isothermal phase relations in the Au-Sb-Te system at 350 °C. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte*, H6, 276-288.
- Nurmi, P.A. & Sorjonen-Ward, P. (editors) 1993: Geological development, gold mineralization and exploration methods in the late Archean Hattu schist belt, Ilomantsi, eastern Finland. *Geol. Survey. of Finland, Special Paper 17, Geologian tutkimuskeskus, Espoo.* 386 s.
- Nurmi, P.A. Sorjonen-Ward, P. and Damsten, M. 1993b: Geological setting, characteristics and exploration history of mesothermal gold occurrences in the late Archean Hattu schist belt, Ilomantsi, eastern Finland. *Geol. Survey. of Finland, Special Paper 17, Geologian tutkimuskeskus, Espoo.* s. 193-231, In: Nurmi, P.A. & Sorjonen-Ward, P. (editors) 1993: Geological development, gold mineralization and exploration methods in the late Archean Hattu schist belt, Ilomantsi, eastern Finland. *Geol. Survey. of Finland, Special Paper 17, Geologian tutkimuskeskus, Espoo.* 386 s.
- Palatinus, L. & Chapuis, G. 2007: SUPERFLIP – a computer program for the solution of crystal structures by charge flipping in arbitrary dimensions. *Journal of Applied Crystallography*, 41, 786-790.
- Pertlik, F. 1984: Kristallchemie natürlicher Telluride I: Verfeinerung der Kristallstruktur des Sylvanits AuAgTe₄. *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 33, 203-212.
- Petříček, V., Dušek, L. 2014: Crystallographic Computing System JANA2006: General features. *Zeitschrift für Kristallographie*, 229, 345-352.
- Rodriguez-Carvajal, J. 2006: Full Prof.2k Rietveld profile matching & integrated intensities refinement of X-ray and /or neutron data (powder and/or single crystal). *Laboratoire Léon Brillouin, Centre d'Etudes de Saclay, Gif-sur-Yvette.*
- Vymazalová, A., Kojonen, K., Laufec, F., Johanson, B., Stanley, C.J., Plášil, J. and P. Halodová, P. 2018: Pampaloite, AuSbTe, a new mineral from Pampalo gold mine, Finland. *Mineralogical Magazine*, July 2018.



CV Kari Kojonen s. 18.7.1949

Dosentti, Malmimineralogia, HY, Geologian ja mineralogian osasto 2002- 2018
Pj. Suomen Mineraloginen Seura r.y. 2012-2017
Dosentti, Taloudellinen geologia, TKK, Materiaali- ja kalliotekniikan laitos, 1984-2001
FT 1982 HY, Geologian ja mineralogian osasto, malmigeologia
FK 1974 HY, Geologian ja mineralogian osasto, malmimineralogia
LuK1972 HY, Geologian ja mineralogian osasto, malmigeologia
Yo 1969 Karjalan yhteiskoulu, Helsinki, matematiikkalinja
128 julkaisua malmigeologian ja -mineralogian alalta
Kansainväliset luottamustehtävät: International Mineralogical Association (IMA) council member 2002-2010
Commission on Ore Mineralogy (COM), sihteeri ja varapj 1998-2010
Malminetsintägeologi GTK 1985-87, Väli-Suomen aluetoimisto, Kuopio
Erikoistutkija (malmimineralogia) GTK, 1987-2016, Espoo.
Yksityinen malmimineralogian konsultti 2016-2019, Kustavi.

LinkedIn sivut: <https://www.linkedin.com/in/kari-kojonen-03300030/>
Yrityksen web-osoite <http://mineralogicalresearch.com/>

Julkaistut uudet mineraalit:
Tarkianiitti, Hitura
Miessiitti, Lemmenjoki
Törnroosiitti, Lemmenjoki
Pampaloitti, Ilomantsi



Kaivosalatuotteiden satamakäsittelyn asiantuntija

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

Ota yhteyttä:

Henrik Hagström

Kaupallinen johtaja

puh. +358 50 387 3330

s-posti: henrik.hagstrom@rauanheimo.com



RAUANHEIMO

www.rauanheimo.com



Knowledge grows

Kivestä leipää



Yaran Siilinjärven apatiittikaivos tuottaa fosforia, joka on yksi kasvin pääravinteista. Fosfori jatkojalostetaan fosforihapoksi ja lannoitteeksi. Näin kasvin tarvitsemat ravinteet kulkevat viljan kautta suomalaisten ruokapöytään.

**Tervetuloa
tutustumaan
FEM 2019
-osastoomme
Leville 29.–30.10.**



yara.fi @YaraSiilinjärvi

YIT

We rock Your mine

Rock and mine
construction expert with
decades of experience.

**COME AND MEET US AT FEM 2019
OR INVITE US TO MEET YOU.
ROCK TEAM ON STAND (B14).**

Read more:
www.yit.fi/en/infrastructure/rock-tunneling



yit.fi/en/infrastructure



Salin täyttänyt yleisö kuuntelemassa tarkkaavaisesti seminaarin avausesityksiä.

Valimoteollisuus teknologiamurroksessa

Valun käytön seminaari 28.-29.3.2019 Tampereella

Perinteinen Valun käytön seminaari järjestettiin 42. kerran Tampereella 28.-29. maaliskuuta. Paikkana oli tällä kerralla Original Sokos Hotel Ilves aivan kaupungin keskustassa. Seminaarin teema ”Valimoteollisuus teknologiamurroksessa” oli saanut liikkeelle yhteensä 115 valimoiden sekä valun käyttäjien edustajaa ja muuten alasta kiinnostunutta.

TEKSTI JA KUVAT: **TUOMO TIAINEN**

Tilastoja ja talousasiaa

Seminaarin avannut Valimoteollisuus ry:n puheenjohtaja **Eero Pellikka** kertoi seminaarin kehittyneen aloitusvuonna 1978 järjestetystä alan sisäisestä koulutustilaisuudesta valimoiden ja valun käyttäjien yhteiseksi tilaisuudeksi ajan hengessä pysymiseksi. Osoituksena tästä on mm. tämän seminaarin teemaksi valittu digitalisaation aiheuttama teknologiamurros.

Perinteitä noudattaen Aalto-yliopiston professori **Juhani Orkas** kävi lyhyesti läpi

valimoalan tilastoja päättyneeltä vuodelta 2018. Valurautojen ja -terästen sekä kuparimetallivalujen tuotanto oli vuoden 2017 tasolla. Kevytmetallivaluissa kasvua oli vuoden 2017 verrattuna 6%. Vientiin teräs- ja rautavaluista meni 32%. Tuotannon arvo vuonna 2018 oli 265 M€; kasvua oli edellisvuoteen verrattuna 9%. Henkilöstömäärä pysyi ennallaan eli 1751 henkilössä.

Teknologioteollisuus ry:n pääekonomisti **Jukka Palokangas** oli perinteen mukaisesti seuraavana vuorossa aiheenaan teknologioteollisuuden tilanne ja näkymät. Maailmantaloudelle leimallinen piirre vuon-

na 2018 on ollut epävarmuus, joka johtuu mm. USA:n ja Kiinan kauppasodasta ja sekavasta Brexit-prosessista. Maailmankauppa on laskusuunnassa. Kiinan tuonti on vähentynyt monista maista ja BKT-kasvuennusteet ovat menossa alaspäin erityisesti Euroopan maissa. Teollisuustuotanto ei ole vuoden 2017 jälkeen kasvanut lainkaan EU- maissa ja Japanissa. Myös USA:ssa teollisuustuotannon kasvu on hidastunut, mutta tuotanto on kuitenkin edelleen kasvussa.

Suomen teknologioteollisuudessa oli vuonna 2018 kuuden prosentin kasvu; tätä puolet oli volyyimikasvua ja toinen puoli

Seminaarin toimihenkilöitä ja puhujia yhteiskuvassa. Eturivissä vasemmalta Juhani Orkas, Jukka Palokangas, Harri Kulmala, Eero Pellikka ja Marko Telenius, takarivissä vasemmalta Antti Poikola, Jouni Lehto, Seppo Heinänen, Ilari Kinnunen, Jarkko Laine, Tommi Sappinen, Kalle Jalava ja Mika Linho. Puhujista kuvasta puuttuvat Matti Kiiskinen ja Arto Huuhtanen.



hintojen nousua. Metallien jalostusala kasvoi 7 %, muut alat 4-6 %. Uudet tilaukset pysyivät hyvällä tasolla vuoden 2018 loppuun saakka, mutta uusien tilausten arvosta 60 % tuli telakkateollisuudesta.

Kannattavuus on parantunut; liike-tulos/liikevaihto -indeksin mediaani oli yli 5 %, kun se alimmillaan oli alle 2 %. Teknologiaeteollisuudessa henkilöstö kasvoi vuonna 2018 11 000 hengellä.

Kansantalouden kannalta katsottuna Suomella on BKT:n kasvussa noin 7 %:n takamatka suhteessa euromaihin ja viennin kasvussa takamatkaa on lähes 40 %. Kansantalouden tuottavuuskehityksessä Suomella on yli 6 %:n takamatka EU- keskiarvoon verrattuna ja noin 3 %:n takamatka Saksaan ja Ruotsiin nähden. Investointiasteella (investoinnit/jalostusarvo) mitattuna Suomi on itäisen Euroopan tasolla sekä aineellisissa että aineettomissa investoinneissa. Investointiaste on meillä alle 20 %, kun se kilpailijamailla on yli 27 %. Kadonnutta teollisuuskapasiteettia ei saada takaisin muuten kuin investointien kautta. Positiivinen piirre on se, että työttömyys on Suomessa vähentynyt selvästi vuodesta 2015 alkaen.

Digitalisaation ja sen vaikutusten pohdintaa

Seminaarin keynote-puhuja, Dimecc Oy:n toimitusjohtaja **Harri Kulmala** tarkasteli valmistavan teollisuuden digitalisaatiota ja sen vaikutuksia. Digitalisaatio muuttaa asioita, mutta ei välttämättä ihmisten käyttäytymistä. Yleensä meillä on taipumus yliarvioida lyhyen aikavälin muutoksia ja aliarvioida pitkän aikavälin muutoksia. Ihminen tekee kaiken sen, mikä on teknologisesti mahdollista. Datan kerääminen on jo nyt mahdollista, mutta avainkysymys on

se, mihin ja miten dataa käytetään. Teknologia itsessään ei romuta liiketoimintaa; asiakaskeskeisyyden puute on voimakkain alas ajava tekijä.

Dimecc Oy:n tavoitteena on auttaa yrityksiä tekemään digitalisaatiomurroksessa asioita, joita ne eivät voi yksin tehdä. Esimerkiksi autonomisen laivaliikenteen kehittäminen Itämerelle auttaisi alentamaan tavaraliikenteen kustannuksia 30-40%. Toinen tavoite on käyttää kerättyä digitaalista tietoa koneiden tekemiseen paremmiksi. Esimerkkinä tästä voisi olla vaikkapa etäohjattava metsäkone tai yhdelle fyysiselle alustalle koottu kone, joka voi tunnin sisällä murskata kiveä, porata kalliota, kaataa puita ja kaivaa maata jne. Työpaikat eivät tästä välttämättä vähene, mutta työn luonne muuttuu.

Harri Kulmalan mukaan tulevaisuuden voitoista 75 % tulee kolmen vuoden sisällä liiketoiminnoista, joita ei vielä ole olemassakaan ja vain 25 % tulee nykyisestä ydintoiminnasta. Voittopotentiali on siirtymässä enemmän ja enemmän varsinaisesta kovasta tuotannosta palveluihin ja lopulta ohjelmistotuotteisiin. Toimituspohjaisesta taloudesta tulee siirtyä vaatimus pohjaiseen talouteen ja lineaarisista organisaatiopohjaisista arvoketjuista asiakastarve pohjaisiin erityisarvon verkostoihin. Toiminnallisesta tehokkuudesta siirrytään uusiin tuotteisiin ja palveluihin, edelleen tuottopohjaiseen talouteen (jossa ei osteta laitetta, vaan sen tuottamaa tuotetta) ja lopulta vaatimus pohjaiseen talouteen.

Työssä ei makseta ajasta, vaan tulokista. Keskiluokkainen työ katoaa ja siirtyy joko alemman tason palvelutehtäviin tai ylempään tason luoviin tehtäviin. Päätöksiä ohjaa data, ei korkeimmin palkatun henkilön mielipide.

Teknologiaeteollisuus ry:n Artificial Intelligence (AI) Accelerator **Antti Poikola** tarkasteli esityksessään datan jakamista ja tekoälyä. Hän pohti aluksi sitä, miten tietoon ja dataan tulisi suhtautua taloudellisenä toimintana. Kaikkiin tuotanto- ja palveluketjuihin liittyy aina myös joku määrä dataa. Datan omistamisesta ei pitäisi puhua, koska datan antaminen jonkun toisen käyttöön voi lisätä sen arvoa myös itselle. Esim DHL tekee yhteistyötä energiayhtiöiden kanssa saadakseen selville, onko toimittavan paketin toimitusosoitteessa joku kotona ("valot päällä") välttääkseen turhat jakelukäynnit. Useat toimijat voivat muodostaa keskenään yhteisen datan jakamisen ekosysteemin. Tämän myötä kentälle tulee uusia toimijoita, jotka erikoistuvat datan keräämiseen, prosessointiin ja jakamiseen.

Antti Poikola totesi, että datan kerääminen ja hallinnointi ovat edenneet sellaisella vauhdilla, että vastaavan kehityksen läpikäynyt vuoden 1971 Kupla VW kulkisi nyt 500 km/h, kuluttaisi litran polttoainetta 700 kilometrillä ja maksaisi muutamia senttejä. Teknologiaeteollisuus ry:n toteuttama tekoälykiihdyttämö auttaa suomalaisia yrityksiä ottamaan AI-teknologioita nopeammin ja merkityksellisemmin haltuun Hanke ajoittuu vuosille 2018-2020 ja sen



Illan kontaktitilaisuudessa tutustuttiin yritysesityihin, ateriointiin, juotiinkin vähäsen ja ennen kaikkea verkostoiduttiin.

rahoittaa työ- ja elinkeinoministeriö. Toimintamuotoina ovat kiihdyttämöryhmät, pelilinjat ja AI Landscape. Kiihdyttämöryhmät toimivat tällä hetkellä suomenkielisen puheentunnistuksen, myyntisopimusten automatisoinnin, rakennetun ympäristön energiatehokkuuden, ”small datan” ja läpinäkyvän suosittelun alueilla.

Digitalisaatiota valimoissa

Sales and Quality Manager **Ilari Kinnunen**, Oy Johnson Metall Ab, puhui materiaalien vaatimus pohjaisesta määrittelystä. Digitalisaatio, IoT, energia-alan sekä arvoketjujen muuttuminen ja uusien ekosysteemien syntyminen toimialojen välisille rajapinnoille ovat johtaneet toimialamurrokseen. Elinkaaripalvelut ja suorituskyky palvelut ovat kasvussa ja tämä tarjoaa mahdollisuuksia myös valimoille mm. materiaalin valinnan kautta. Materiaalivaatimusten tulisi lähteä käyttökohteen vaatimuksista standardipohjaisen ajattelun sijasta ja piirustuksissa pitäisi materiaalin sijasta määrillä vaadittu suorituskyky. Tämän jälkeen on mietittävä, mihin ominaisuuksiin materiaalin ja komponentin kestävyys perustuu, miten ko. ominaisuuksia pitää muuttaa esim. nelinkertaisen kestoajan saavuttamiseksi ja miten ko. ominaisuudet tuottava mikrorakenne saadaan aikaan ja testataan? Ongelmakokonaisuutta voidaan lähestyä mallintamisen ja simuloinnin kautta, mutta kokonaisuuden lopullinen toteuttaminen edellyttää verkostoitunutta työskentelytapaa ja ekosysteemiä, jossa jokainen voi hyötyä panoksestaan. Syntyvän hyvän jakaminen toimijoiden kesken on myös tärkeä pohdittava asia.

Chief Engine Expert Castings **Jarkko Laine**, Wärtsilä Oyj, kertoi suurten valukappaleiden 3D-valmistuksesta ja mallien skannauksesta. Lyhyen Wärtsilä-konsernin

ja sen Vaskiluotoon valmistumassa olevan Smart Technology Hubin esittelyn jälkeen hän totesi, että valukomponenteilla on suurten dieselmoottorien valmistuksessa keskeinen asema. Valujen paino yhdessä moottorissa vaihtelee 15 grammasta 88 tonniin. Wärtsilällä on itsellään noin 1 000 mallia moottoria kohti ja valimoilla niitä voi olla 6 000 – 10 000. Pelkästään yhden moottorirungon mallivarusteet täyttävät kolme rekkakuormaa. Tätä taustaa vasten on välttämätöntä muuttaa varsinkin sarjatuo- tannosta poikkeavien moottoreiden mallivarusteita 3D-skannauksen kautta sähköisiksi tiedostoiksi. Niitä voidaan hyödyntää mm. keernojen ja muottien hiekkatulostuksessa sekä täysmuottikaavauksen styrox-mallien valmistuksessa. Esityksessään Jarkko Laine kävi läpi esimerkkejä suurista valukappaleista, jotka oli valmistettu käyttäen joko perinteisten mallien ja hiekkatulosteiden yhdistelmistä valmistettua muottia tai täysmuottikaavausta.

Tohtorikoulutettava **Kalle Jalava** Aalto-yliopistosta tarkasteli esityksessään teollista internetiä (IoT) valimoissa ja konepajoissa. Hän esitteli Aallossa toteutettavan FIN3D- hankkeen, jonka tavoitteena on valimo-konepaja-arvoketjun modernisointi ja digitalisointi keskittyen myös mahdollistaviin teknologioihin kuten esineiden internetiin (IoT), 3D-tulostukseen, 3D-viimeistelyyn sekä IoT-perusteiseen tuotannon monitorointiin. Kalle Jalava kävi läpi hankkeeseen liittyviä haasteita, jotka liittyvät mm. arvoketjussa olevien laitteiden erilaiseen ikään ja teknologian tasoon, työkappaleiden tunnistamiseen sekä datan keräämiseen ja hyötykäyttöön. IoT:n hyödyntäminen valimoissa voi tapahtua mm. prosessidatan yhdistämisenä työkappaleeseen. Se mahdollistaa mm. parannetun laadun valvonnan,

koneiden ja prosessien tilojen samoin kuin työntekijöiden ja tuotteiden paikan seurannan ja jatkossa mahdollisesti aktiivisen ohjauksen. Hän esitteli myös valmistelussa olevia tutkimushankkeita ja niiden suunnitelmia.

Sovellusarkkitehti ja -kehittäjä **Mika Linho**, Power Instruments Oy, esitteli prosessitiedon keräämistä ja hyödyntämistä valimoissa esimerkkinään Ulefos Oy:n Niemisen valimo. Lähtötilanne valimossa oli se, että hiekkalinjoilla oli ongelmia: automaatio oli vanhaa ja vailla ylläpitomahdollisuuksia. Vanha tiedonkeruujärjestelmä oli hajautettu usealle mittaustietokoneelle ja palvelimelle valimon alueella. Järjestelmän sisälsi kuitenkin paljon käyttökelpoista tietoa. Kunnossapidossa huoltoja ylläpidettiin sadoissa Excel-tiedostoissa. Kehitystoimenpiteinä tehtiin hiekkalinjojen sähköistyksen ja automatisoinnin sekä tiedonkeruujärjestelmien uusiminen. Samassa yhteydessä toteutettiin myös tuotannon parannuksia mm. kaavauksessa, muottilaskennassa, panostuksessa ja sulaton toiminnassa. Valimoon rakennettiin keskitetty tiedonkeruujärjestelmä, johon myös kunnossapito keskitettiin ja aikaisemmin kerätty tieto tallennettiin. Järjestelmän avulla voidaan reaaliajassa seurata tuotannon tilaa hiekkalinjalla, kaavauksessa, panostuksessa ja sulatuksessa myös mobiililaitteilla. Toimenpiteiden myötä valimossa on yletty uusiin tuotantoennätyksiin ja ensimmäisellä seurantajaksolla on saavutettu noin 17 % keskimääräinen parannus tuotantomäärissä. Mika Linho esitteli myös mm. älykameroiden ja koneoppimisen hyödyntämiseen pohjautuvia valimon jatkehityssuunnitelmia.

Hankintoja ja tuotannon kehitystä

Kehityspäällikkö **Matti Kiiskinen**, SKOL ry, totesi esityksessään, että julkisen sektorin tuotteiden ja palvelujen hankinnat ovat vuositasolla luokkaa 37 miljardia euroa ja ne edustavat 17 % BKT:sta. Luokkaa 10 % oleva parannus julkisen hankintojen elinkaaritaloudellisuudessa poistaisi lähes puolet Suomen kestävyysvajasta. Hankinnoissa esiintyviä tyypillisiä virheitä ovat mm. se, että tilaaja määrittää sen, miten tuote tai palvelu pitää tuottaa; hinnan painoarvo hankinnassa on merkittävä ja tarjous on tehtävä pyynnössä speksatulla tavalla, vaikka tarjolla olisi parempikin vaihtoehto. Hankkeen tai palvelun suunnittelu on merkittävä tekijä. Esimerkiksi suuressa sairaalahankkeessa suunnittelu edustaa vain 0,2 % kokonaiselinkaarikustannuksista, mutta sen aikana lyödään lukkoon 80-90 % hankkeen

kokonaiskustannuksista. Uusi hankintalaki painottaa hankinnan kokonaistaloudellisuutta, se ei pakota kilpailuttamaan alle 60 000 euron kansallisia hankintoja ja varsinkaan se ei pakota kilpailuttamaan hinnalla. Lopuksi Matti Kiiskinen esitti esimerkin Olympiastadionin uusien penkkien hankinnasta. Hankinta toteutettiin käyttäen innovaatiokumppanuustyypistä toimintatapaa, jossa huomiota kiinnitettiin hinnan lisäksi myös arkkitehtonisiin ja teknisiin näkökohtiin kuten penkkien kiinnitykseen.

Suunnittelupäällikkö **Arto Huuhanen**, Componenta Finland Oy Pori, tarkasteli tuotekehitysyhteistyötä asiakkaan suunnittelun kanssa. Hän totesi, että tässä yhteistyössä on edelleen toivomisen varaa. Tässä yhteistyössä valimolla ja asiakkaalla on omat roolinsa ja molemmat saavat hyötyä onnistuneesta yhteistyöstä. Esimerkkinä hän kertoi tuotteesta, jonka kokonaiskustannuksista saatiin leikatuksi 36 % asiakkaan kanssa tehdyllä yhteistyöllä. Säästö kappaleta kohti oli 4,12 euroa, joka 15 000 kappaleen vuosivolyymilla tekee 62 000 euroa ja tuotteen 10 vuoden elinkaaren aikana jo 620 000 euroa. Suurimmat säästöt saavutettiin keerna-, kaavaus ja hiontavaiheissa. Asiakkaan, koneistajan ja valimon yhteisellä suunnittelutyöllä saadaan aikaan tuotantoystävällisempiä, laadukkaampia ja halvempia valuja.

Päivän viimeisessä esityksessä DI **Olavi Piha** esitteli kirjoittamansa, tammikuussa 2019 julkistetun Suomen Valimoteollisuuden historian. Teos on esitelty Materia-lehden numerossa 1/2019.

Kontakttilaisuus kruunasi ensimmäisen päivän

Päivä päättyi hotelli Ilveksen yökerhossa järjestettyyn perinteiseen kontakttilaisuuteen, jossa mm. julkistettiin vuoden 2018 valun käyttäjä. Valimoteollisuus ry:n myöntämän palkinnon sai tällä kerralla Danfoss Drives Vaasasta. Tilaisuudessa valimot ja valuja käyttävät yritykset esittelivät tuotteitaan ja seminaarin osanottajat verkostoituivat maittavan ruuan ja juomatarjoilun parissa.

Sähköautoja ja koulutusasiaa

Toinen seminaaripäivä alkoi prof. Juhani Orkaksen kysymyksellä: Miten sähköautobuumi muuttaa valubisnestä? Esityksensä aluksi prof. Orkas kävi läpi sähköauton plussia ja miinuksia ja tarkasteli Suomen sähköautokannan kehitystä ja sen sekä latauspisteiden valtakunnallista jakautumista. Yleinen trendi sähköautoissa on se, että valuosien määrä pienenee siirryttäessä sähköautoi-



Tohtorikoulutettava **Tommi Sappinen** Aalto-yliopistosta kertoi valimoiden ympäristöhaasteista ja hiilijalanjäljestä sekä ajankohtaisia asioita valimoalan ympäristötutkimuksesta.

hin. Tyypillisesti sähköauton moottorissa on kahdeksan valettua pääkomponenttia polttomoottoriauton 11 vastaan ja voimalinjassa yksi valettu pääkomponentti polttomoottoriauton kolme vastaan. Toinen trendi on se, että sähköautojen valuissa alumiini ja muut kevytmetallit ovat valtamateriaaleina, kun taas polttomoottoriautoissa käytetään myös rauta- ja teräsvaluja.

Koulutussuunnittelija **Jouni Lehto**, Tampereen seudun ammattiopisto Tredu, kertoi hänen ja prof. Orkaksen yhteisesityksessä valimoalan ja valunsuunnittelijoiden koulutuksen nykytilasta ja tulevaisuudesta. Kone- ja metallialan vetovoima ammatillisessa koulutuksessa on vähentynyt ja tällä hetkellä ensi- ja toissijaisia hakijoita on yhteensä vähemmän kuin koulutuksen aloituspaiikkoja. Tredun aikaisemmin antama valaja- ja valumallin valmistajakoulutus on opiskelijamäärän vähyden vuoksi lopetettu. Ammattikorkeakouluissa valimotekniikan opetus on satunnaista ja yliopistoissakin valimoalan opetuksen määrä on pienentynyt radikaalisti. Valimoalan koulutusta ei Suomesta kuitenkaan olla lopettamassa. Valimoinstituutti on rakentamassa koulutusjärjestelmää, jossa alan koulutusta tarjotaan jatkossa yrityksissä työelämälähtöisesti. Tämän vuoden keväällä toimintamallia kehitetään ja toimintaa käynnistetään valimo-

paikkakunnilla. Vuoden 2019 aikana yrityksistä kootut koulutustarpeet tuoteistetaan koulutuskokonaisuuksiksi, valmistellaan valimoalan koulutustarjotin ja tuotetaan opinnoissa tarvittavaa etäopetusmateriaalia. Alalle voi edelleen tehdä opinnäytetöitä Aalto-yliopistossa, Tampereen yliopistossa ja ammattikorkeakouluissa.

Ympäristöhaasteita ja tutkimusta

Tohtorikoulutettava **Tommi Sappinen** Aalto-yliopistosta kertoi valimoiden ympäristöhaasteista ja hiilijalanjäljestä. Sulatukseen liittyviä suurempia CO₂-päästöongelmia on vain kupoliuuneja käyttävillä valimoilla. Sähkösulatusta käyttävillä valimoilla päästöt riippuvat sähkön tuotantotavasta. Muottihiekka on toinen päästölähde valimoissa. Nyt valimoissa on vallalla neutseellisen hiekan käyttö, jolloin jätehiekkää syntyy noin tonni jokaista valettua metallitonnia kohti. Jos siirryttäisiin hiekan termiseen elvytykseen ja uusiokäyttöön, pienensivät hiekasta aiheutuvat valutonnia kohti lasketut CO₂-päästöt noin 99 kilosta noin 42 kiloon eli alle puoleen. Nykyisillä hiekan käyttömäärillä tämä merkitsi valimohiekkaan liittyvien CO₂-päästöjen pienenemistä 13 miljoonalla kilolla vuodessa.

Ympäristöyksikön johtaja **Seppo Heinänen**, AX-suunnittelu, kartoitti esityksessään valimo- ja konepajateollisuuden ympäristövaatimuksia. Hän korosti oikein suoritettujen mittausten merkitystä päästöjen vähentämisen suunnittelussa. Mittaukset tulee aina sitoa tuotantoon ja erilaiset tuotantotilanteet on otettava huomioon mittausten tuloksia analysoitaessa sekä päästövähennystoimia suunniteltaessa.

Seminaarin viimeisessä esityksessä tohtorikoulutettava **Tommi Sappinen** kertoi ajankohtaisia asioita valimoalan ympäristötutkimuksesta. Kotimaisen Kiertovalu-hankkeen (rahoittaja Business Finland) kolmessa työpaketissa tutkitaan käytetyn valimohiekan teknisiä ominaisuuksia maanrakennuksessa, hiekan luonnollista ikääntymistä sadeveden vaikutuksesta ja sen kiihdyttämistä sekä hiekan termisen elvytyksen vaikutusta hiekan elinkaari-päästöihin. Aalto-yliopistossa toteutettavan hankkeen rinnalla on kolme yritysprojektia ja neljä seuraajayritystä. Niin ikään Aallossa tutkitaan hiekan 3D-tulostuksen monipuolistamista erilaisten sideaineiden ja synteettisten hiekkojen käytöllä sekä kromiittihiekan korvaamista bauksiitilla muotintuotuksessa. Yhteiseurooppalaisena EU-hankkeena on parhaillaan käynnissä Green Foundry -hanke, jossa tutkitaan >

mm päästöjä ja sisäilman laatua eri sideainesysteemejä käyttävissä valimoissa, tehdään testivaluja epäorgaanisilla sideaineilla Suomessa ja Italiassa, kehitetään käytäntöjä epäorgaanisen sideaineen käyttöönottamiseksi rautavalimoissa ja tutkitaan hiekkojen uudelleenkäyttöä, kierrätystä eri elvytysmenetelmin sekä kompostointia. Myös valimoalan BAT-käsikirjan uudistustyö on käynnissä EU:ssa.

Seminaari päättyi perinteiseen tapaan runsaaseen ja maittavaan lounaaseen, jonka jälkeen oli hyvä suunnistaa kotimatalle.▲



Kiinnostaako virtuaalinen työturvallisuusperehdytys?

SAFETYWALK -
KUTSUTILAISUUDET
29. - 30.10.19 LEVILLÄ!

Lisätietoja:
hanna.repo(at)infrasuunnittelu.fi

SUUNNITTELU – MITTAUS – VALVONTA – RAKENNUTTAMINEN –
VIRTUAALINEN TYÖTURVALLISUUS

www.infrasuunnittelu.fi

NEWPAAKKOLA

CONVEYOR MAINTENANCE SPECIALIST

Factory Service

Longer lifetime, with less operating costs

Analyze & Report

Maintenance

Spare Parts

MAKE THINGS BETTER

UNDERSTAND THE WHOLE PROCESS

KEEP THINGS RUNNING

www.newpaakkola.com



**MAAILMA
SIIRTYY
LITIUM-
TALOUTEEN**



www.keliber.fi

PORT OF KOKKOLA

WELCOME TO THE PORT OF KOKKOLA

www.portofkokkola.fi

A Member of
The Linde Group

AGA

Improved efficiency.
Reduced emissions.

Environmental technology delivering
peak heating performance.

Ideas become solutions.

KOMATSU



VARMISTA TUOTTAVUUTESI

KOMATSU

**SR-O
RENT**

HAMM

Husqvarna

KVX

HENSLEY

**SUOMEN
RAKENNUSKONE**

WWW.SR-O.FI

Vaihe 020 775 8400

PIRKKALA

METALLITIE 6, 33960 PIRKKALA

Konemyynti 020 775 8410
Konevuokraus 040 450 9278
Huolto ajanvaraus 020 775 8430
Varaosamynti 020 775 8442
Tekninen neuvonta 020 775 8460

ESPOO

MINTTUPELTO 7, 02920 ESPOO

Konemyynti 020 775 8483
Huolto, ajanvaraus 020 775 8481
Varaosamynti 020 775 8482

OULU

KAARNATIE 28, 90530 OULU

Konemyynti 020 775 8473
Huolto, ajanvaraus 020 775 8471
Varaosamynti 020 775 8472



Metallurgijaoston kesäretki Meyerille

TEKSTI: LAURI NÄRHI KUVAT: LEENA K. VANHATALO

Metallurgijaosto suuntasi torstaina 28.8. kohti Turku perinteiselle kesäretkelleen. Kohteena oli Meyerin Turun telakka, joka on ollut jo vuosia jäsenten toiveena retkikohteeksi. Innostusta oli selvästi ilmassa, sillä retki saatiinkin myydyksi loppuun. Kokoonnuimme Turun linja-autoasemalle, josta suuntasimme kohti telakkaa. Vierailu alkoi lounaalla, jonka söimme telakan ruokalassa. Heti tässä vaiheessa selvisi, että telakka on täydessä työkuormassa, sillä ruokala oli tupaten täynnä varsin kansainvälisiä työntekijöitä. Tämän jälkeen saimme kattavan esityksen isännältämme, kunnonapidon päällikkö Jaakko Lehtiseltä telakan toiminnasta ja jäsenillä oli kovasti tarkentavia kysymyksiä. Seuraavaksi kiersimme valtavaa telakka-aluetta linja-autolla. Näimme, miten laivanrakennus etenee levyistä moduuleiksi ja siitä eteenpäin valmiiksi laivaksi. Laiturissa oli sopivasti viimeistelyssä valtava risteilijä Costa Smeralda ja seuraava sisaralus oli myös rakenteilla vieressä. Telakan iso mittakaava teki vaikutuksen jäseniin, ja pohdimme myös asiaankuuluvia asioita, kuten paljonko laivat painavat, montako metriä niissä on hitsausaamaa, montako tonnia lisäainetta ym.

Telakan jälkeen siirryimme illanviettoon Mauno Circukseen, jossa sponsorimme Outokumpu, AGA ja SSAB pitivät mielenkiintoiset laivanrakennukseen liittyvät esitykset. Niissä esiteltiin

uusia teräslatuja sekä käyttökohteita ja kaasujen käyttöä. Esitykset herättivät paljon keskustelua ja mielenkiintoisia kysymyksiä. Pohdimme jopa Neuvostoliittoon toimitettujen sotakorvauslaivojen saunojen kokemuksista oppineena, että voisiko Outokumpu tai SSAB kehittää matalan lämmönjohtavuuden ”saunaterästä” risteilijöiden saunoihin. Ilta jatkui paikallista musiikkia (mm. Matti ja Teppo, Tommi Läntinen) kuunnellen, syöden ja saunoen kesäisen sään säästämänä ja keskustelut jatkuivat muistellen mm. menneitä kesäretkiä. Toki välillä puhuimme asiaakin kimmomoduulista ja muista metallurgien sydäntä lähellä olevista asioista.





KUVA ERKKI KIISKI

Vauriot ja niiden juurisyyt kiinnostivat yleisöä.

Miksi laitteet ja komponentit särkyvät?

ASM Finland ry:n vaurioanalyysiseminaari 11.4.2019

ASM Finlandin seminaarien sarja sai jatkoa 11.4.2019 Taitotalossa Helsingissä järjestetyssä tapahtumassa, jonka teemana oli ”Vaurioanalyysimenetelmät ja case-tutkimuksia”. Seminaarissa käsiteltiin vaurioanalyysien suoritusta ja niissä käytettäviä menetelmiä käyttäen esimerkkeinä erilaisia merkittäviä vauriotapauksia. Uusista valmistusmenetelmistä käsiteltiin mm. 3D-tulostukseen liittyvää laadunhallintaa. Seminaariin osallistui kaikkiaan 50 henkilöä.

TEKSTI: TUOMO TIAINEN

Seminaarin avannut ASM Finland ry:n puheenjohtaja **Erkki Kiiski**, Encore Partners Oy, esitteli ASM Finlandin toimintaa ja organisaatiota sekä jäsenyyden etuja. Hän esitteli lyhyesti myös päivän seminaariohjelman.

Eliniän arvioinnin ja vaurioanalyysin systematiikkaa

Senior Principal Scientist **Pertti Auerkari**, VTT Oy, käytti esityksessään ”Systematiikan kehittyminen eliniän arvioinnissa 1960-2020” esimerkkeinä Turun sähkölaitoksen

höyrykattilan räjähdystä 13.5.1920, höyryturbiinin matalapaineroottorin hajoamista Irschingissä Saksassa 31.12.1987 sekä kattilavaurioiden ennakoimista. Hän tarkasteli näiden esimerkkien valossa mm. vaurioanalyysimenetelmien, materiaalien valintaan, tuotevalmistukseen ja tuotteiden käyttöön liittyvien tarkastusmenetelmien sekä laitteiden rakentamiseen ja käyttöön liittyvien määräysten ja säädösten kehitystä. Hän totesi mm., että kattilalaitoksissa siirtyminen syklisestä säätövoimakäytöstä tasaisempaan sähkön ja kaukolämmön yhteistuotantoon on vähentänyt merkittävästi kattilalaitosten

suhteellista vauriotaajuutta. Toisaalta taas tulevaisuudessa kattilalaitosten monipolttoainekäyttö sekä aurinko- ja tuulienergian luonteesta johtuva syklisen säätövoiman tarve saattavat lisätä kattilalaitosten rakentamiseen, käyttöön, eliniän ennakoimista ja turvallisuuteen kohdistuvia haasteita.

Johtava materiaaliasiantuntija **Aapo Pohjonen**, Metlab Oy, käsitteli esityksessään ”Vaurioselvityksen eteneminen, käytännön kokemuksia” vaurioselvitysten tavoitteita, usein puutteellisia tai rajoitetusti saatavilla olevia lähtötietoja, asiakkaan kanssa sovittavaa tarkastelujen laajuutta yksinkertaisista

testeistä aina yksityiskohtaisiin mikrorakenetarkasteluihin ja korroosiotesteihin saakka sekä vaurio selvityksiin liittyviä rajoitteita. Esimerkkeinä hänellä oli nuorrutusteräksinen hammaskehä, joita oli murtunut kaksi samassa kohteessa ja haponkestävän kierto-vesiputkiston vuoto. Edellisessä tapauksessa vaurion syyksi paljastui virheellisen lämpökäsittelyn tuottama väärä mikrorakenne ja jälkimmäisessä virtausanturin putkeen kiinni hitsattu maadoitusjohto, joka aiheutti paikallisen korroosion.

Uutta valmistustekniikkaa, tekoälyä ja koneoppimista

Juha Kotila, EOS Finland Oy, kertoi metallien lasersintraus pohjaiseen 3D-tulostukseen liittyvistä laadunvalvontamenetelmistä teemanaan ”Utilization of Digital Twin in Quality Assurance of Metal Additive Manufacturing”. Wikipedian mukaan ”Digitaalinen kaksonen on koneiden kunnossapitoa ja tuotekehitystä koskeva tarkka virtuaalinen malli, joka raportoi toiminnastaan kerätyn datan perusteella. Digitaalisen kaksosen avulla voi alentaa käyttökustannuksia ja ylläpitokustannuksia”.

Aluksi Juha Kotila esitteli laajasti saksalaisen EOS-emoyhtiön ja sintrattavien metallipulverien hankintaan, tuotantoon, laadunvarmistukseen ja pulverien sekä sinttrattujen tuotteiden tuote- ja prosessikehitykseen keskittyvän EOS Finlandin toimintaa ja laitteistoja. Perinteiset metallituotteisiin liittyvät laadunvalvontamenetelmät eivät välttämättä aina toimi 3D-tulostettujen tuotteiden kohdalla mm. riittämättömän erotuskykyä vuoksi. Tämän vuoksi metallisten 3D-tulosteiden laadunvalvonnassa on keskitytty kehittämään prosessimonitorointimenetelmiä, joiden avulla viat voidaan havaita jo tuotteen valmistusvaiheessa. EOS-konserni on kehittänyt 3D-tulostuksen käyttöön perusprosessin (EOSState System), pulveripedin (EOSState Powder Bed), sulalammikon (EOSState Melt Pool) ja prosessitalan (EOSState Exposure) monitorointijärjestelmät. Niiden avulla voidaan havaita tuotteisiin mahdollisesti syntyviä virheitä, ymmärtää paremmin prosessin toimintaa ja koota laajoja tietokantoja asiakas-, materiaali- ja tuotekohtaisten tulostusprosessien räätälöintiä varten. Esimerkkinä monitoroinnin tuloksista Juha Kotila esitteli suojakaasun virtausvaikutusta lasersintrattujen metallituotteiden laatuun.

Toimitusjohtaja **Iikka Virkkusen**, Truflaw Oy, esityksen teemana oli ”Realistiset keinoviat tarkastusten luotettavuuden pa-

rantamisessa”. Hän tarkasteli ensin ainetta rikkomattoman testauksen (NDT) hyötyjä jäljellä olevan eliniän määrittämisessä sekä niitä haasteita, joita NDT:n käytössä kohdataan. Tulosten luotettavuuden parantamiseksi on kehitetty menetelmiä, joiden avulla materiaaleihin ja olemassa oleviin komponentteihin synnytetään oikeita säröjä, joiden havaitsemistodennäköisyyttä tutkitaan käytössä olevilla NDT-menetelmillä. Säröt synnytetään yleensä termistä väsymistä hyödyntäen. Havaituista vioista saatua mittaustietoa käyttäen voidaan synnyttää myös virtuaalisia vikoja, joiden avulla NDT-toimintaa voidaan automatisoida ja liittää siihen sekä tekoälyn että koneoppimisen käyttö. Tällä tavalla toteutetun NDT:n avulla voidaan esim. havaita pienempiä vikoja ja välttää kokonaan vialle vikojen esiintymiseltä analyysituloksissa ihmisen suorittamaan analysointiin verrattuna. Analysointiajat lyhenevät merkittävästi ja tulosten toistettavuus paranee.

Hitsausta ja betonirakenteita

International Welding Engineer (IWE) **Timo Kauppi**, Oulun yliopisto/Lapin ammattikorkeakoulu, totesi esityksensä ”Hitsausvirheet Suomen hitsaavassa teollisuudessa ja vaurioesimerkkejä” aluksi, että täysin virheettömän hitsin valmistaminen on käytännössä mahdotonta ja siksi hitsausliitoksissa sallitaan tietty määrä tietyntyyppisiä virheitä. Vaadittava laatutaso ja tarkastuksen laajuus riippuvat mm. siitä, onko kyseessä esimerkiksi painelaite, kantava teräsrakenne vai kone. Timo Kauppi kävi esityksessään läpi alan standardeihin sisältyvän hitsausvirheiden luokittelun ja esitteli Suomen hitsaavasta teollisuudesta vuosina 2015 - 2017 kerättyjen hitsausvirhetietojen tilastollisen tarkastelun tuloksia. Tarkastelun aineisto koostui yli 22 000 hitsin tarkastustuloksista, jotka perustuivat yli 72 000 röntgenfilmin analysointiin ja joissa oli todettuna 16 756 hitsausvirhettä. Tuloksina hän esitti hitsausprosessikohtaisesti mm. eri hitsausvirhetyyppien prosentuaalisen jakauman sekä liittymä-, muoto- ja mittavirheiden ja hylättyjen hitsien osuudet. Lopuksi hän esitti esimerkkejä erilaisten hitsausvirheiden aiheuttamista murtumis- ja korroosiovaurioista.

Principal Scientist **Ludovic Fulop**, VTT Oy, tarkasteli esityksessään ”Failures in bridges, concrete structures: 93 bridges” VTT:n työtä teräsbetonirakenteisten siltojen testauksen ja tarkastusten parissa. Työ sisältää koekuormituksia, käyttökuormitustilanteiden etämonitorointia sekä liikenne-

määrien mittausta ja monitorointitulosten analysointia esim. väsymisen suhteen. Esimerkkinä hän kertoi Kemijärvellä sattuneesta tapauksesta, jossa rakenteilla ollut lähes valmis rautatiesilta jouduttiin purkamaan betonivalun riittämättömän lujuuden vuoksi. Syyksi lujuuden riittämättömyyteen todettiin betonin sisältämä liiallinen ilma. Tapauksen vuoksi testattiin kaikkiaan 93 vastaavan kaltaista teräsbetonirakenteista maantie- ja rautatiesiltaa. Testien tulokset olivat pääsääntöisesti positiivisia eikä turvallisuuteen liittyviä ongelmia havaittu. Viiden sillan kohdalla nähtiin jatkotutkimukset tarpeelliseksi. Tapauksen ja sen jälkeisten selvitysten perusteella päätettiin käynnistää laajempi tutkimushanke betonin sisältämän ilman ja sen jakautumisen vaikutuksista betonin lujuuteen. Tämä työ on parhaillaan käynnissä.

Materiaalitekniikkaa ja juurisyiden etsintää

Sandvik Mining and Construction Oy:n johtava materiaalitutkija **Tuomo Saarinen** aloitti esityksensä ”Vaurioesimerkkejä koneenrakennuksen ja materiaalien kannalta” tarkastelemalla materiaalitekniikan nykytilaa teollisuuden näkökulmasta. Alalla on paljon katoavaa kansanperinnettä työelämästä poistuvan hiljaisen tiedon vuoksi erityisesti lämpökäsittelyjen alueella. Tutkimuksen pitkäjänteisyys on vähentynyt erityisesti teollisuudessa, mutta myös yliopistoissa, joissa on viime aikoina painotettu muihin alueisiin kuin perinteiseen metallurgiaan. Tuotteiden ja palveluiden kompleksisuus sekä tehoon, hyötysuhteeseen ja kustannuksiin kohdistuvat vaatimukset asettavat haasteita materiaaliosaamiselle. Koneensuunnittelun ajatusmaailmassa ei juurikaan kiinnitetä huomiota materiaalien mikrorakenteiden ja ominaisuuksien välisiin yhteyksiin ja mikrorakenteeseen vaikuttamiseen, vaan valitaan standardimateriaaleja ja niitä, joita on ennenkin käytetty. Materiaalitekniikan arvostus konepajoissa on yleensä alhaisella tasolla ja vaatii kohentamista.

Saarinen esitti esimerkkejä kovuusvaatimukset täyttävistä, mutta lämpökäsittelyssä mikrorakenteeltaan ja kestävyydeltään täysin erilaisiksi muodostuneista teräskomponenteista sekä saman teräksen hiiletyskarkaisussa erilaisiksi muodostuneista pintarakenteista. Hän kertoi myös liian nopeasti kuluvista tai katkeilevista putkista sekä 1980-luvulla esiintyneistä porakoneiden mäntien rikkoutumisongelmista, jotka saatiin eliminoiduksi vasta pitkällisten raa- >



Juha Kotila, EOS Finland Oy, käsitteli metallien lasersintrausta ja siihen liittyvää laadunvalvontaa.

ASM International (aikaisemmin American Society for Metals) on kansainvälinen voittoa tavoittelematon organisaatio, jonka tehtävänä on levittää materiaaliteknikan alan uusinta tietämystä teollisuuden ja tutkimuslaitosten piirissä toimiville jäsenilleen ja muille kiinnostuneille. ASM Finland ry (ASM Finland Chapter) on yhdistyksen suomalainen osasto, joka toimii materiaaliteknikasta ja sen soveltamisesta kiinnostuneiden suomalaisten jäsenten yhteisönä järjestäen kokouksia ja seminaareja sekä tukien alan julkaisu- ja opiskelijatoimintaa. Lisäinformaatiota on saatavissa osoitteista www.asmfinland.fi ja www.asminternational.org.

ka-aineisiin, lämpökäsittelyyn ja hiontaan kohdistuvien tutkimusten jälkeen. Lopuksi Tuomo Saarinen kertoi The Manufacturing Excellence Finland (MEX Finland) -hankkeesta. Sen tavoitteena on vetovoimainen maailmanluokan konepaja/valmistusteollisuuden ekosysteemi, joka systemaattisesti soveltaa uusia teknologioita ja toimintatapoja. Hankkeesta on saatavissa tietoja osoitteessa www.mexfinland.org.

Seminaarin viimeisessä esityksessä ”Failure analysis on-site and in-laboratory, methods and examples” Specialist, Materials **J. Vagn Hansen**, FORCE Technology, Tanska kävi läpi sekä vauriopaikalla että laboratoriossa tarvittavat toimenpiteet onnistuneen vaurioanalyysin suorittamiseksi. Hän korosti erityisesti vaurioituneessa laitteessa vauriokohdan lähiympäristön NDT-testausta mahdollisten päävaurioon liittyvien sekundääristen vaurioiden löytämiseksi. Ensimmäisenä esimerkkinä hän kävi läpi ruostumattoman duplex-teräksen putkikäyrän hitsausliitokseen syntyneen vuodon, jonka syiksi hän osoitti happamassa ympäristössä ferriittifaasiin keskittyneen selektiivisen korroosion sekä korroosion tuottaman vedyn indusoiman jännityskorroosiotyyppisen ferriitin haurasmurtumahalkeilun.

Toisena esimerkkinä hän esitti sähkötoimisen höyrytulistimen kuumennuselementin poikkipalamisvaurion. Kuumennuselementti oli rakenteeltaan kaapeli, jossa oli kupariydin, sen ympärillä magnesiumoksidinen eristevaippa ja eristevaipan päällä taas

kuparivaippa. Kaapelivaurion syyksi osoitettiin tulistimen kuormitusvaihteluun liittyvän syklistä vaihtuvan lämpötilan kupariyttimeen aiheuttama veto-puristusjännitys, joka johti lopulta ytimen kuroutumiseen, paikalliseen kuumenemiseen ja sulamiseen. Lopullinen vaurio syntyi sulaneen kuparin tunkeutuessa oksidieristevaipan säröihin

ja oikosulkiessa kuparisen ulkovaipan ja ytimen välisen jännitteen. Lopuksi J. Vagn Hansen huomautti, että vaurioanalyysi on vain osa vaurion juurisyyden selvittämistä. Vähintään yhtä paljon on kiinnitettävä huomiota vaurioon johtaneiden käyttöolosuhteiden selvittämiseen. ▲

HAKUILMOITUS

Toimitusjohtaja Tapani Järvisen ympäristöteknologiarahasto

A!

Aalto-yliopisto

Aalto -yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu julistaa haettavaksi Tapani Järvisen ympäristöteknologiarahastosta 10.000 euron suuruisen apurahan.

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

Vapaamuotoinen hakemus toimitetaan rahaston asiamiehelle viimeistään 10.12.2019 klo 16:00 ensisijaisesti sähköpostilla (pdf-tiedostoina) osoitteeseen pirjo.muukkonen@aalto.fi; viestiin viitteeksi Tj. Järvisen rahasto tai postitse osoitteella Aalto -yliopisto, Kemian tekniikan korkeakoulu, Pirjo Muukkonen, PL 16100, 00076 Aalto ja kuoreen merkintä Tj. Järvisen rahasto. Hakemuksesta tulee käydä ilmi hakijan henkilötiedot ja apurahan käyttösuunnitelma (tutkimussuunnitelma max 2xA4) ja sen liitteenä tulee olla hakijan CV julkaisuluetteloiheen.

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



Kevitsan kaivos

Perustietoja

Perustettu:	2012
Henkilöstömäärä:	500
Kaivoksen tyyppi:	avolouhos
Päätuotteet:	kupari- ja nikkelikaste
Louhintamäärä:	9,5 milj. tonnia malmia vuodessa

Boliden tuottaa metalleja, joiden avulla moderni maailma toimii. Välitämme ihmisistä, ympäristöstä ja yhteiskunnasta kaikessa toiminnassamme. Kuulumme toimialan kärkeen kestävän kehityksen mukaisessa metallintuotannossa ja olemme johtavassa asemassa metallien kierrätyksessä. Kaivoksillamme ja sulatoillamme on vahva asema haastavilla markkinoilla pitkän kokemuksen ja parhaan mahdollisen tekniikan ansiosta. Bolidenilla on 5 800 työntekijää Ruotsissa, Suomessa, Norjassa ja Irlannissa. Konsernin liikevaihto on 50 miljardia kruunua.



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

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



BOLIDEN
Metals for modern life



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

Geophysics - Rockmechanics - Geohydrology

- ✓ speeds up and facilitates your decision making
- ✓ more information from your site
- ✓ easy to utilize



geovisor.fi
+358 40 539 9727
pekka.kantia@geovisor.fi

FROM MINE TO MINE



For more information please contact:
Erja Kilpinen, phone +358 (0)400 814 156
www.nordkalk.com





Wide range of geoservices
www.palsatech.fi
contact: +358 20 773 9616

 **PALSATECH**

**ROTATOR.
LUOTETTAVIA
RATKAISUJA.**

BELL



ROTATOR

www.rotator.fi

Ja pyörät pyörivät...

Metso mukana murskauksessa, seulonnassa, pumppauksessa ja vedenpoistossa:

Sotkamo Silver kaivaa jo tänä vuonna yli 32 tonnia hopeaa

TEKSTI JA KUVAT: EERO HÄMÄLÄINEN

▲ Keskellä kaunista sotkamolaista korpimaisemaa, mutkittelevan soratien päässä avautuvat Euroopan ainoan hopeakaivoksen uudet ja siistit tuotantotilat. Sotkamo Silver on saanut tuotannon käyntiin varsin ripeästi. Kun ensimmäiset malmikivet ajettiin prosessiin maaliskuun lopussa, tähtää kaivos jo tänä vuonna yli 32 tonnin hopeatuotantoon. Monimetallikaivos tuottaa lisäksi kultaa, sinkkiä ja lyijyä.

”Kaivoksen ylösajo on hyvässä vauhdissa ja sujunut suunnitelmien mukaan. Rekat ajavat jo tasaiseen tahtiin hopea-lyijyrikastetta Bolidenille Rönnskäriin ja sinkkirikastetta Kokkolaan jalostettavaksi. Tähtäämme jatkossa 45 tonnin hopeatuotantoon vuodessa,” kertoo Sotkamo Silver Oy:n toimitusjohtaja **Erkki Kuronen**.

Metso on keskeisesti mukana kaivoksen eri prosessivaiheissa. Metson murskaimilla tehdään malmin esi- ja välimurskaus, kaksitasoseula lajittelee partikkelit, pumput kuljettavat malmilietettä prosessin eri vaiheisiin ja painesuodatin poistaa veden rikasteesta.

Ruotsalaisyhtiö, joka on suomalaisomistuksessa

Hopeakaivoksen omistaa Sotkamo Silver AB, jonka osakkeista noin 80% on suomalaisomistuksessa. Suurin yksittäinen omistaja on vakuutusyhtiö Ilmarinen.

Sotkamon kaivoksen ohessa yhtiöllä on kultaan liittyvä hanke Tampereella, wolframi-suunnitelma Bergslagenissa Ruotsissa sekä sinkki-kupari-lyijykaivosprojekti Mo i Ranassa Norjassa.

Oulun yliopiston tutkijat löysivät Sotkamon hopeaesintymän vuonna 1980, jonka jälkeen alueelle on louhittu 2,6 kilometrin vinotunneli. Vuonna 2006 kaivosoikeudet siirtyivät Silver Resources Oy:lle. Pörssi-yhtiöksi Sotkamo Silver listautui 2010.



Toimitusjohtaja Erkki Kuronen esittelee hopeamalmia, josta yhtiö aikoo jo tänä vuonna jalostaa yli 32 tonnia hopeaa.

Kaivosyhtiö hallinnoi noin 25 kilometriä pitkää Tipasjärven vihreäkiviesintymää, jossa on nykyisen kaivoksen lisäksi useita eri satelliittimalmioita. Hopeaa malmitonniasta löytyy 121 grammaa, kultaa 0,42 grammaa, sinkkiä 0,89% ja lyijyä 0,43%.

Raportoitu malmivaranto on vajaat kolme miljoonaa tonnia, ja sen mukainen kaivoksen elinikä on 7 vuotta. Koeporausissa malmion on todettu jatkuvan nykyiseltä tasolta ainakin 400-600 metrin syvyyteen ja jopa puolentoista kilometrin syvyyteen, joten todennäköinen elinikä on pidetyssä.

Hopeamalmi irtoaa 20 000 tonnin lohkoissa

Malmia irrotetaan avolouhintana sekä pengerialouhintana maan alta. Porauksesta, räjäytyksestä, malmin kuljetuksesta ja esimurskauksesta huolehtii pääurakoitsijana Tapojärvi Oy. Penkereen korkeus on 20 metriä. Yhdestä louhoksesta saadaan noin 20 000 tonnia malmia.

Esimurskauksessa Tapojärvi Oy on ottamassa käyttöön Metson kaksivaiheisen, sähkökäyttöisen vaunulaitoksen, jossa on leuka- ja karamurskaimilla varustetut vaunut ja neljä kuljetinta.

Murskattu, kooltaan 0-70 mm:n mal-

UUTISIA ALALTA

mi siirtyy välivaraston kautta kaksitasoseulalle, jossa on käytössä kumiverkot. Ylätasolla reikäkoko on 50 mm ja alatasolla 18 mm.

Alatasolta malmi siirtyy suoraan siiloon ja ylätasolta toiseen murskaimeen. Murskain toimii 13 mm:n asetuksella, jolloin tanko- ja kuulamylyihin siirtyy 0-13 mm:n kokoista malmia. Karan läpi kulkee noin 170 tonnia syötettä tunnissa.

Rikastamossa on kolme rinnakkaista vaahdotuslinjaa: omat hopea-lyijyrikasteelle sekä sinkki- ja pyriittirikasteelle. Rikasteen kuivatuksessa on käytössä painesuodatin, joka poistaa veden kahdesta tonnista kerrallaan 15 minuutin sykleissä.

”Murskauspiiri on tuottanut myllyille riittävän määrän prosessoitavaa malmia, eikä odottamattomia katkoksia ole ilmennyt”, arvioi rikastamon päällikkö **Jarmo Huuskonen**.

”Murskauspiiri toimii noin 16 tuntia päivässä, joten sen kapasiteetti mahdollistaa myös nykyisen tuotannon noston. Louhittava malmi on kvartsipitoisena melko kuluttavaa,” Huuskonen lisää.

Hopean kysyntä kasvussa, ympäristöasiat hallinnassa

Hopean hinta on pysynyt viime vuoden varsin vakaana. Erityisesti teollisen käytön arvioidaan kasvavan lähivuosina.

”Aurinkopaneelien ja sähköautojen käytön laajeneminen lisää hopean kysyntää, joten kaivoksen aloitus osui sopivaan hetkeen”, arvioi toimitusjohtaja Erkki Kuronen.

Ympäristöasioihin ja toimintaan paikallisten yhteisöjen kanssa kaivos on kiinnittänyt erityistä huomiota.



Murskausvaiheiden jälkeen jauhinmyllyihin syötettävä malmi varastoidaan omaan siiloonsa.

”Panostimme hyvään, hiekka- ja kemikaalisuodatuksella toimivaan vedenhoiduslaitokseen, ja esimerkiksi rikastushiekan rikkipitoisuus on vain 0,1 %. Vettä käyttävä prosessi toimii suljetussa kierrossa,” Erkki Kuronen huomauttaa.

Kaivos ja urakoitsija työllistävät 80-90 työntekijää. Hopeakaivos kiinnostaa ympäristöä - äskettäiseen avoimien ovien päivään osallistui useita satoja kävijöitä.



Kerrallaan kahden tonnin rikasterästä poistetaan vesi Metson painesuodattimella.



Rikastamon päällikkö Jarmo Huuskonen (vas.) ja Metson aluemyyntipäällikkö Sauli Pekkala seuraamassa malmin prosessointia siistissä rikastamossa.

Boliden Kevitsa pyrkii parhaaksi kaivosalalla Ensimmäinen seitsemästätoista Komatsu 830E-5 kiviautosta luovutettu

TEKSTI: SUOMEN RAKENNUSKONE

▲ Noin 500 henkeä suoraan työllistävä Kevitsan kaivos sijaitsee yhdellä Suomen merkittävimmistä malmipotentialisista alueista, puolen tunnin matkan päässä Sodankylästä ja puolentoista tunnin päässä Kittilästä, Ivalosta ja Rovaniemeltä.

Kaivoksen määrätietoinen matka kohti automatisoitua, tehokkaampaa ja turvallisempaa työympäristöä kulkee jatkuvana kehitysprosessina.

Yksi kaivoksen merkkipaaluista ohitettiin heinäkuun alkupuolella, kun yhtiölle luovutettiin virallisesti ensimmäinen seitsemästätoista Komatsu 830E-5 kiviautosta. Autot on varustettu dieselgeneraattorilla, jonka tuottama sähköteho käytetään takapyörien sisään sijoitettujen ajomootoreiden pyörittämiseen.

Kevitsan kaivoksen tuotanto

Vuonna 2018 rikastettiin 7,6 miljoonaa tonnia malmia. Kaivoksen lopputuotteet ovat nikkeli- ja kuparirikasteet. Nikkeliin ja kuparin lisäksi rikasteet sisältävät kultaa, platinaryhmän metalleja sekä kobolttia. Kevitsaan on suunniteltu neljä louhintavaihetta, nyt ollaan vaiheessa kolme ja tänä vuonna siirrytään samanaikaisesti louhimaan vaihetta neljä. Tuotannon on ennustettu kestävän vuoteen 2033. Kaivoksen toiminnan loputtua alue maisemoidaan.

Kevitsa kulkee kohti sähköistä tulevaisuutta

Luovutuspäivän tilaisuudessa Kevitsan kaivososaston päällikkö Esko Pystynen korosti yhteistyöverkoston merkitystä matkalla kohti muillekin malliksi kelpaavaa kaivosta.

”Meillä on yksi vahva pyrkimys Kevitsan kaivoksella. Haluamme olla yhteistyökumppaneillemme alan paras referenssi. Ja jotta sellainen voisimme olla, meidän on toimittava yhteistyössä toimintaamme jatkuvasti parantaen.”

Bolidenin CEO Mikael Staffas korosti globaalin Bolidenin kykyä integroitua myös paikallisena yrityksenä kuten Kevitsassa, jossa kaivos muodostaa ison osan alueen aktiivisuudesta. Hän koros-



Symbolisen avaimen luovutus. Vasemmalta Kevitsan kaivososaston päällikkö Esko Pystynen, Suomen Rakennuskoneen Kari Kokkonen, Komatsu Europan CEO Mas Morishita, sekä Komatsu American Diego Santo.

ti myös Bolidenin asennetta yrityksenä, joka on myönteisellä tavalla vanhanaikainen ja konservatiivinen. ”Me emme ota suuria riskejä ja toimimme tavalla, joka tuo mukanaan turvallisuutta. Toisaalta haluamme tuoda mukaan uusinta sähköistä teknologiaa edistämään tavoitettamme, kuten turvallisuutta. Haluamme olla siinäkin ykkösiä.”

Ensimmäiset Euroopassa

USA:ssa valmistetut ja Suomessa kootut ja varustellut 220 tonnin nimelliskuormaa

kantavat kiviautot ovat päänavaus Komatsun sähköisille kiviautoille Kevitsassa ja Euroopassa. Maailmanlaajuisesti tätä 830-sarjaa on louhoksilla ja kaivoksilla jo 1943 kappaletta, eniten Pohjois-Amerikassa. Sähköinen voimansiirto on yksi osa paitsi uuden kiviauton toiminnallisuutta, myös kuljettajan mukavuutta. Mukavuuteen liittyy myös henkilöautomainen sisustus, täysikokoinen kouluttajan istuin ja 40% aiempaa suurempi ohjaimo. Eikä sähköinen veto katkeile, kun vaihtamisia ei tarvita.

Kevitsan kiviautoissa trolley-valmius

▲ Komatsu kiviautotehtaan myyntijohtaja Diego Santo mainitsi, että Komatsu 830 E-5 ei ole halvin, mutta sen kustannukset siirrettyä tonnia kohti ovat pienet. Minkä tahansa kiviauton pääkomponentin vaihto on mahdollista 24 tunnin aikaan sisällä.

Bolidenin kehitystavoitteiden mukaisesti uusi 17 kiviauton laivasto varustetaan täyssähkökäytön mahdollistavalla trolley-valmiudella. Se merkitsee tiettyjä rakenteellisia valmiuksia, jolloin täyssähköisiksi muuntaminen voi aikanaan tapahtua jopa neljässä viikossa. Energian säästön lisäksi trolley-autojen keskeinen etu on kaksinkertainen nopeus ylämäkeen kuormalla ajettaessa verrattuna diesel-sähköiseen versioon.

Louheensiirto ei aina tehostu kiviautojen kokoa kasvattamalla, vaan käytettävyyttä lisäämällä.

Bolidenin ja Komatsun mittava kauppa sisältää 17 Komatsu 830 E-5 kiviautoa. Ne tuodaan USA:sta pääkomponentteina ja kokoamisesta vastaa Kevitsan huoltoalueella Suomen Rakennuskone. Kun kahden piston Komatsu PC5500 ja PC8000, sekä pyöräkuormaan WA1200 lisäksi huollettavan kaluston määrä kasvaa kiviautojen myötä huomattavasti, on Suomen Rakennuskone palkannut lisää henkilöstöä koneiden ylläpitoon. Nyt yhtiöllä on töissä Kevitsassa reilut kolmekymmentä henkeä ja lisää tarvitaan.

Flowrox Oy on ostanut Polar-automaatio Oy:n

TEKSTI: FLOWROX LEHDISTÖTIEDOTE

▲ Johtava lappeenrantalainen teollisuusventtiilien ja -pumppujen valmistaja Flowrox Oy on ostanut suomalaisen teollisuusautomaation suunnitteluun, kokonaistoimituksiin ja huoltoon erikoistuneen Polar-Automaatio Oy:n, jonka pääpaikka on Keminaalla. Kauppa vahvistaa Flowroxin automaatio-osaamista sekä tukee Flowroxin vahvaa kasvua.

”Polar-Automaatiolla on pitkä historia samoilla toimialoilla Flowroxin kanssa. Erityisen vahva Polar on ollut automaatioitujen tuotantolinjojen modernisointiprojektien avaimet käteen -toimittajana. Tällaiset projektit tarjoavat usein mahdollisuuden sisällyttää pakettiin myös Flowroxin muita laitteita ja komponentteja, kuten venttiilejä, pumppuja ja suodatimia”, kertoo Flowroxin toimitusjohtaja **Jukka Koskela**.

”Flowrox on viime vuosina panostanut voimakkaasti IIoT pohjaisten Smart automaatiiosysteemien kehittämiseen. Niin Suomessa kuin maailmankin on paljon ikääntyneitä automaatiojärjestelmiä, jotka vaativat uudistamista lähitulevaisuudessa. Näissä projekteissa Polarin kaltaisella, järjestelmätoimittajista riippumattomalla osaajalla, on erityinen asema. Yrityskaupan myötä Flowrox pystyy jatkossa tarjoamaan entistä laaja-alaisemman ratkaisun asiakkaiden tarpeisiin”, Koskela jatkaa.

”Kauppa vahvistaa Polar-Automaation asemaa prosessi- ja automaatioteknologiaosaajana ja mahdollistaa huoltoliiketoiminnan kasvun sekä avaa mahdollisuudet viedä Polar-Automaation osaamista ja perintöä kansainvälisille markkinoille. Flowroxin kasvuhakuisuus, olemassa oleva globaali myynti- ja huoltoverkosto sekä kehittyneet IIoT-ratkaisut tekevät Flowroxista täydellisen partnerin. Yhdistämällä erityisosaamisemme muodostamme erittäin kilpailukyisen, globaalin palvelutarjoajan”, sanoo Polar-Automaation toimitusjohtaja **Markus Saloniemi**.

Polar-Automaatio jatkaa toimintaansa Suomessa Flowrox Oyn tytäryhtiönä. Kaikki kansainvälinen toiminta hoidetaan Flowroxin nimissä.

Metso Mineralsin ja Outotecin yhdistyminen

▲ Materia-lehden toimitus lähetti yhdistymistä koskevia kysymyksiä Metson ja Outotecin toimitusjohtajille. Saimme heiltä seuraavat vastaukset.

Miksi Metso ja Outotec yhdistyvät?

Yhdistymisessä hyödynnetään sekä Metson että Outotecin hyvin toisiaan täydentävää osaamista ja luodaan toimialalle ainutlaatuinen yhtiö, joka tarjoaa prosessiteknologiaa, laitteita ja palveluja mineraali-, metalli- ja kivenmurskausteollisuuden aloille.

Miten yhdistyminen etenee tästä aikataulullisesti?

Molempien yritysten ylimääräiset yhtiökokoukset pidetään lokakuun lopussa (29.10). Kokouksissa haetaan osakkeenomistajilta hyväksyntä hankkeen jatkamiselle. Yhdistymisen edellyttämät kilpailuviranomaisselvitykset ovat meneillään, ja yhdistymisen vahvistamisen arvioidaan tapahtuvan vuoden 2020 toisella vuosineljänneksellä.

Miksi yhdistyminen tapahtuu juuri nyt?

Ajoitus todettiin tässä kohtaa molemmipuolisesti sopivaksi.

Millaisia synergiaetuja yhdistymisellä halutaan saavuttaa?

Julkistuksen yhteydessä kerrottiin, että yhdistymisellä tavoitellaan noin 150 miljoonan euron verran liikevaihtosynergioita ja noin 100 miljoonan euron verran kustannussynergioita.

Mitä lisäarvoa yhdistymisestä on erisidosryhmille (osakkeenomistajat, asiakkaat, työntekijät jne.)?

- toisiaan täydentävät palvelukeskukset
- laajentunut asennuskanta
- yhdistetty tuotekehityspotentiaali
- mahdollisuus kasvattaa palveluliiketoimintaa merkittävästi
- merkittävät liikevaihto- ja kustannussynergiat
- vahva tase ja houkutteleva osinkopolitiikka
- uusia mahdollisuuksia henkilöstölle

Mitä lisäarvoa Outotec tuo uuteen yhtiöön ja toisaalta, mitä Metso Minerals?

Metsolta tulee kaivosliiketoimintaan prosessiratkaisuja ja laitteita hienonnukseseen, rikastamiseen, pyroprosesointiin ja materiaalien käsittelyyn. Lisäksi kivenmurskausliiketoiminnan laitteet, vara- ja kulutusosat sekä palvelut. Kierrätysliiketoiminnassa metalliromun ja jätteen käsittelyyn ja repimiseen tarkoitetut kierrätyslaitteet.

Outotecilta tulevat kaivosliiketoimintaan kattavat prosessiratkaisut ja palvelut sekä kokonaiset laitostoimitukset mineraali- ja metalli-, energia- ja vesiliiketoiminnossa.

Miksi venttiiliiketoiminnasta (Neles) luovutaan?

Metson tämänhetkistä liiketoiminnosta venttiileillä ja Minerals-liiketoiminnalla on keskenään rajallisesti synergioita ja paljon eroavaisuuksia liittyen esimerkiksi asiakkaisiin, liiketoiminnan syklisyyteen, kasvutekijöihin, myyntikanaviin ja tuotekehitykseen. Tämän vuoksi Metso ilmoitti jo kesäkuussa kehittävänsä liiketoimintoja erillään toisistaan. Metso-Outotec -julkistuksen yhteydessä yhtiö ilmoitti, että Metson venttiiliiketoiminta tulee jatkumaan virtauksensäätöön keskittyneenä itsenäisenä pörssi-yhtiönä.

Miten Outotecin Metals, Energy and Water -liiketoiminnan nähdään synkronisoituvan uuden yhtiön portfolioon?

Sieltä tulee yhtiöön kattava valikoima kaivosliiketoiminnan johtavia prosessiratkaisuja ja palveluja sekä kokonaiset laitostoimitukset.

Mitkä ovat tulevan yhtiön tärkeimmät kilpailijat ja miten markkinaosuudet eri alueilla tulevat kehittymään fuusion jälkeen?

Alan tärkeitä muita toimijoita ovat mm. Sandvik, Epirock, Weir ja FLSmidth. Markkinaosuuksien kehittyminen jää nähtäväksi.



Research for a sustainable future

The metals research institute Swerim conducts needs-based industrial research and development concerning metals and their route from raw material to finished product. Our vision is a fossil-free and circular industry. www.swerim.se



WELCOME TO OUR STAND B41



DIAMOND DRILLING EQUIPMENT

- Casing tubes
- Core barrels
- Drill rods
- Drilling fluids
- Diamond drill bits and casing shoes



Define and visualize your critical lithological boundaries, before you log the core.

Using the driller-operable REFLEX EZ-GAMMA™, real-time data access through IMDEXHUB-IQ™ and the new wavelet tessellation feature in ioGAS™ provides an accurate and repeatable workflow, adding necessary confidence to your logging.



imdexlimited.com
reflexnow.com
amcmud.com

TERRA-TEAM OY | Juvan teollisuuskatu 16, 02920 ESPOO, Finland | Tel. +358 9 849 4030 | www.terra-team.fi



MENESTYS LOUHITAAAN POHJOISESSA

POHJOINEN TEOLLISUUS

6.-7.5.2020 OULU

Tavoita pohjoisen teollisuuden tärkeimmät kontaktit.

**Mukana mm. kaivosteollisuus, teollisuuden kunnossapito ja automaatio
sekä pohjoisen suurhankkeet.**

2 päivää | 5000 kävijää | 350 näytteilleasettajaa

Merkitse kalenteriin ja ole mukana!



Oulu Mining Summit 2019

TEKSTI: PROF. ELENA KOZLOVSKAYA, ERIKOISTUTKIJA KARI MOISIO, TOHTORIKOULUTETTAVA JOUNI NEVALAINEN
KUVAT: ILKKA HYNYNEN

Annually organized Oulu Mining Summit aims to build up a platform for mining companies, universities, research institutes, consulting companies and other mining-related enterprises. This year was the 4th time that the summit was organized by University of Oulu and its main partners Oulu Business, Agnico Eagle and Outokumpu.

The summit offers a possibility to disseminate updated science and technology covering the whole mining chain from geology and geophysics to mining engineering and mineral processing. There is also a good possibility for networking with new partners, exchanging knowledge, experiencing new ideas and discussing challenges in current mining and mining related fields.

This year the summit focused on recent developments and future of mining geophysics. Invited speakers from Finland and abroad gave a number of talks about recent developments of geophysics at different stages of mine life cycle, including exploration, safe operation of mines, treatment of mining waste, mine closure and rehabilitation.

These topics included geophysical tools from drone-based surveys, electrical methods for controlling mining tailings, their 3D modelling, newest trends in seismic monitoring to observe rock mass intactness at mines and also muography technology applied to underground measurements. In addition, the opportunities of 6G technology were discussed in the digitalization of the mining environment.

The seminar day, organized in September 10th, is about sharing knowledge, presenting activities and applications but no smaller importance is in networking and mind swapping with colleagues. For the students the Oulu Mining Summit is a good experience and possibility to see how science and theoretical knowledge is applied in practise by different operators around mining industry. It also offers excellent chance for students to create contacts with the mining industry.



PhD student Jouni Nevalainen from Oulu Mining School and Director Gareth Goldswain from the Institute of Mining Seismology, Australia discussing while enjoying a coffee break.

Gareth Goldswain representing the Institute of Mine Seismology (IMS) from Australia gave a presentation: 'Recent advances in seismic monitoring technologies for mines'. He shared his thoughts about the event:

"I thought the summit was overall a successful event. It was great to meet people from many different (yet related) professional backgrounds and learn about some new techniques which I previously did not even know to exist. Hopefully this was reciprocated by me imparting something about what my company, Institute of Mine Seismology, does to the audience."

Also the infrastructure of Oulu University was credited as Gareth continued "I really liked the venue: auditorium L2 at the university was very well equipped with good screens and acoustics."

Suvi Heinonen from Geological Survey of Finland (GSF) showed in her presentation how GSF is developing deep geophysical mineral exploration. During the summit



Senior scientist Suvi Heinonen from the Geological Survey of Finland and CEO Arto Julkunen from Astrock Oy

she commented that "It was interesting to listen about different applications of geophysics in exploration and mining activities". She thought that the program was well planned and comprehensive, and speakers with different backgrounds varying from researchers and consultants to entrepreneurs gave diversity to the presentations. She thought that there was also a good possibility to interact and network with other participants. The auditorium and its functionality were also credited by her.

Following the seminar day, there was a one-day excursion to Outokumpu Oy Kemi mine. During the visit a thorough presentation of past, present and future visions of the Kemi mine was given by Chief Geologist Timo Huhtelin. After the presentation Huhtelin and Geology Manager Jyri Meriläinen gave tour in the underground part of the mine. Transportation was given by 'a minebus' and introduction to the mine and its operations was done during the trip to the 1000 m level where the New

Mines (Deep Mine project) main base of operations will be constructed. During the underground visit the main features, core sample analysis and the operational planning and command centre of the mine at the level of 500 m were presented. In every part of the trip the safety was number one priority.

In Year 2020, the Oulu Mining Summit is planned to be a larger event as all disciplines of mining from Mineral Processing, Geological Exploration, Mining Engineering to Geophysics are all on the table. ▲



Eero Heikkinen from Pöyry Oy and Hans Thunehed from Geovista AB. Hans thought that the “Summit is a good initiative. There is no similar meeting organized in the Nordic countries. Good opportunity to meet other people in the mining industry”.

Antti Pyy from Agnico Eagle, Finland, CEO Marko Holma from Muon solutions, Research professor Vesa Nykänen and Senior scientist Suvi Heinonen from the Geological Survey of Finland.

ARTO JULKUNEN

Group picture from the visit to the Kemi mine.



Upgrading knowledge and skills in mineral processing through a lifelong learning program-PROCHAINE

MARIA SINCHE GONZALEZ, DOC., DR., SENIOR LECTURER, MINERAL PROCESSING
SAIJA LUUKKANEN, PROF., HEAD OF OULU MINING SCHOOL
UNIVERSITY OF OULU

The intensive training program in mineral processing (PROCHAINE) provides to professionals working in the mining and processing sector an excellent basis to enhance their skills in mineral processing and process modelling. The training program is built upon the latest expertise in the field and covers the mineral processing chain from ore mineralogy and bench scale testing to continuous mode process testing, process optimization in a state-of-the-art pilot plant and modelling and simulation using HSC Chemistry software. Each module includes important process-related aspects such as environmental effects and Occupational Health and Safety (OHS).

1. Background of the program

In the past decades, the competitiveness of European mining and mineral processing operations has been decreasing. A key contributing factor to this decrease is the deterioration of the grade of ores as well as the increasing complexity of ore mineralogy. However, current developments make it possible to profitably recover valuable components from low-grade sources including both mines and secondary sources such as tailings. Therefore, the competitiveness of mining and mineral processing firms in the Nordic and other European countries will potentially increase.

A key prerequisite for such an increase in European competitiveness is to enhance the competences of the mining and processing experts currently working in the sector. These professionals need to gain new knowledge and skills about mineralogy and processing of low grade sources as well as to develop new abilities to collaborate, to shape creative approaches for solving production problems, to use digital tools such as modelling and simulation and to take responsibility for the completed projects. These skills are required to continually design and redesign more complex mineral

processing operations – which also need to be run in even more resource effective ways.

One major challenge in designing effective mineral processing operations is the significant differences between laboratory scale tests and industrial scale process operations. These differences arise from the large variation that naturally occurs in ores/secondary sources. Such variety needs to be thoroughly considered in process design and implementation.

Accordingly, Prochaine supports lifelong learners to gain insight into overcoming such challenges by making use of novel pilot scale facilities and laboratory tests combined with modelling and simulation, in order to better illustrate the impact that

Oulu Mining School (OMS) from the University of Oulu, Finland

Luleå University of Technology (LTU), Sweden

Geological Survey of Finland (GTK), Finland

Outotec, Finland

Schneider Electric, Finland

The education is based upon the expertise in:

- continuous mode concentrating plant facilities at Oulu Mining School and Geological Survey of Finland
- process mineralogy and bench scale testing at Luleå University of Technology
- process simulation software of Outotec
- control and automation of Schneider Electric

variation (ore and conditions) has on the effectiveness of processes as well as on the types of good practices that better optimize the processes.

2. The Prochaine Project

The educational project PROCHAINE initiated in 2017 for upgrading the skills and knowledge in mineral processing.

PROCHAINE is under the sponsorship of the European Institute of Innovation and Technology (EIT Raw Materials), a body of the European Union under the Horizon 2020, the EU Framework Program for Research & Innovation. The consortium of the project consists of academia, a research organization and technology providers:



3. Project objective and scope

The goal of this project is to develop an advanced level and practical training program in mineral processing. The objective is to ensure that mineral processing engineers working in the sector gain new knowledge and experiences on the factors affecting the process design and upscaling to better plan, implement and manage operations.

The target group of learners consists of professionals already working in the mining sector, who are keen to learn more about mineral processing and to gain an advanced level of knowledge and understanding about

the theory and practical issues concerning the laboratory tests, pilot and demonstration plants of ore beneficiation as well as about the influence of upscaling on the operations and economics of mineral processing plants. Therefore, after the program participants can contribute to more efficient and better-controlled processes considering the environment and personal safety.

The scope of the training program comprises of three individual training modules, each focusing on specific aspects of the beneficiation chain: ore characterization, process design in laboratory and pilot scale, and process optimization in pilot and industrial scale.

Use of modelling and simulation tools will be integrated to be a part of each module. In addition, environmental aspects and health and safety issues related to the process design are taken into account in each course, as shown in Figure 1.

The training modules are organized once a year and accept a maximum of 15 participants in each module (Figure 4). After the standard package has become constant and gained more publicity among the players in the field, it could be held more than once a year on a tailored basis.

4. Facilities and infrastructure

At Oulu Mining School, participants use the flotation laboratories and the small-scale continuous mode pilot plant of 20 - 70 kg per hour (Figure 2), which creates an excellent platform for developing eco-efficient process solutions for material treatment and for studying the upscaling of the processes.

The laboratories of LTU are equipped to develop mineral processing methods anywhere along the beneficiation chain from mineralogical analysis to different mineral separation methods and dealing with process waste.

GTK Mineral Processing (GTK Mintec) offers a unique platform for the development and testing of energy saving, low-environmental-impact crushing, grinding and concentration processes. The demonstration plant with a capacity of 500 to 5000 kg per hour of mineral treatment is used in the training. It contains not only a flotation circuit but also various beneficiation processes such as gravimetric separator, low and high intensity magnetic separator (LIMS, HIMS) and automatic control.

Outotec provides the training in modelling and simulation using HSC Chemistry software. Simulations from basic to advanced level are carried out by participants

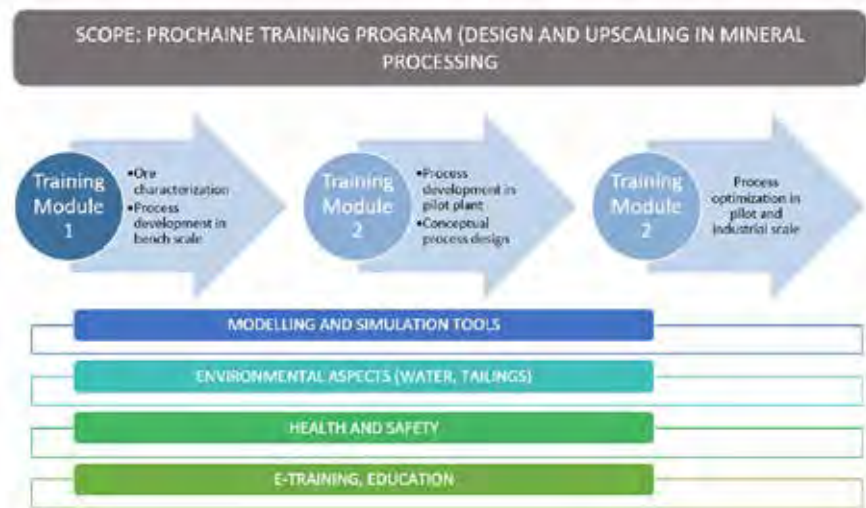


Figure 1. Scope of the lifelong learning program PROCHAINE



Figure 2. OMS Pilot plant



Figure 3. Participants in the first PROCHAINE course

using the information collected during the tests in laboratory scale and in pilot and demonstration plant.

Schneider Electric provides the training in control and automation, testing the software and instrumentation available in the pilot plant to manage the energy and process.

5. Impact

Various stakeholders in Europe, e.g., in the Nordic countries must sustain and develop the competitiveness of mineral processing companies.

Mining and mineral processing professionals need to gain competences in new mineral processing approaches to be able to run effective operations with low grade ores and tailings.

The persons participating in the lifelong learning program will benefit from the theoretical lectures and hands-on practice in state-of-the-art facilities. Those professionals will enhance their personal workplace position and their companies will as well gain from the more capacitated personnel.

Individuals are welcome to apply and companies are welcome to contact us to arrange a tailored package.

6. Participation and satisfaction

The first PROCHAINE course consisting of three modules and intensive six weeks

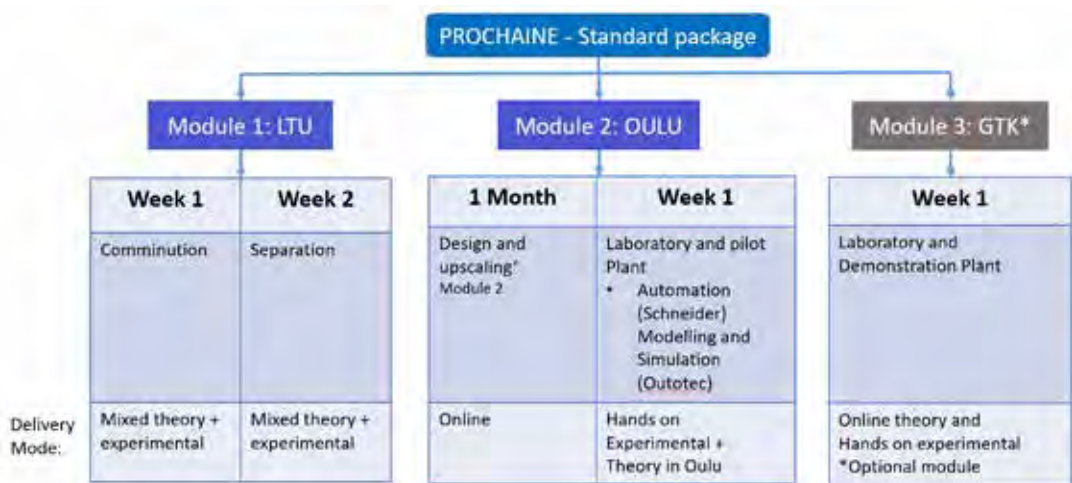


Figure 4. PROCHAINE - Standard training package

of lectures and practice concluded satisfactorily with participation of five companies: Boliden, Nordkalk, Outotec, Yara and Metso and 14 participants with a background in mineral processing, mineralogy and environment (Figure 3).

From the feedback of participants, their satisfaction on achieving their learning outcomes was higher than 95%.

7. Structure of training courses

One of the problems with working professionals aiming for continuous development is the time needed for attending face-to-face. Based on the experiences obtained while developing first Prochainé, the next program will have an improved structure and schedule. Module 1 will last two weeks

in LTU and module 2 in OMS takes one month of theory online and one week in laboratory and pilot plant. Module 3 of one week in the GTK demonstration plant is an optional choice for participants.

8. Acknowledgments

The authors acknowledge the financial support received for the PROCHAINE project (2017-2019) from the European Institute of Innovation and Technology (EIT RawMaterials), a body of the European Union under the Horizon 2020, the EU Framework Program for Research and Innovation. Cordial thanks also to PROCHAINE partners and lecturers of the program.

Information: www.prochaine.eu

InDEx-ohjelma rakentaa teollisuuden datayhteisöä ja yhteistä data-alustaa

SSAB:n teräkseen liittyvä data hyödyttää tuotantoketjua esimerkiksi koneiden säätämisessä ja tuotannon tukiprosesseissa

TEKSTI: KAISA KAUKOVIRTA

DIMECC:in uusi InDEx-ohjelma (Industrial Data Excellence) keskittyy rakentamaan Suomeen teollisuuden datayhteisöä ja yhteistä data-alustaa. Ohjelmaan osallistuvat Konecranes, Cargotec, Danfoss, Elekmerk, Fastems, HT Laser, Nokia, PrimaPower, Raute, SSAB ja Tieto. Akateemisia kumppaneita ovat Aalto-yliopisto, Tampereen yliopisto, Turun yliopisto, Helsingin yliopisto, Jyväskylän yliopisto, Vaasan yliopisto ja VTT. Lisäksi mukana on alihankinnan kautta ainakin 40 pk-yritystä ja start-upia. Ohjelman johtaja on TkT Seppo Tikkanen DIMECC Oy:stä.

SSAB:n teräkseen liittyvästä datasta on asiakkaan tuotannossa hyötyä esimerkiksi koneiden säätämisessä. Teräksen paksuuteen, lujuuteen ja muihin mekaanisiin sekä myös kemiallisiin ominaisuuksiin liittyvää dataa voidaan hyödyntää esimerkiksi teräksen leikkaukseen ja taivuttamiseen käytettävien koneiden säädöissä.

”Esimerkiksi taivutuskoneen tulee tietää teräksen paksuus ja lujuus, jotta kone voi käyttää oikeaa taivutusvoimaa. Nyt koneen asettaminen tapahtuu tuotantoerän alussa koetaivutuksen avulla. Tämä aika voitaisiin säästää, kun data on koneen käytettävissä suoraan. Näin läpimenoajat lyhenevät, ja lisäksi taivutuksen laatu paranee. Asiakas voi myös käyttää säästön eräköön pienentämiseen, mikä lisää joustavuutta. Lisäksi tuotteen oikea käsittely lisää työturvallisuutta”, kertoo **Niko Korte**, Director of Digital Business Development SSAB:ltä.

Valmistava teollisuus on tällä hetkellä sekä yksi eniten dataa tuottavista että vähiten dataa hyödyntävistä toimialoista. InDEx-ohjelma keskittyykin datan jakamiseen ja hyödyntämiseen valmistavan teollisuuden aroverkostoissa useiden eri toimijoiden ja useiden eri datalähteiden välillä.

Datan arvon realisointi vaatii koko teollisuuden toimintamallien muuttamista siten, että dataa jaetaan toimijoiden kesken ja sitä hyödynnetään kaikissa toiminnoissa.



KARI MURANEN

SSAB:n data hyödyttää teräksen käyttöä, kun aineodistukset siirtyvät osaksi myöhempien prosessien dokumentaatiota. Toiminnot automatisoituvat ja jäljitettävyyden parane.

”Tässä on myös uusi mielenkiintoinen toimintamalli, kun materiaalityöntekijät ja laitetöitä tekevät lähestyvät asiakasta yhdessä”, Korte sanoo. Materiaalit ja niiden valmistus kytetään InDExissä ja DIMECCin tulevissa ohjelmissa osaksi teollisen datan jaon kautta löytyviä uusia liiketoimintoja.

InDEx-ohjelman rahoittavat Business Finland ja ohjelmaan osallistuvat yritykset yhdessä. Se on Intelligent Industry -ekosysteemin ensimmäinen suuri kehityshanke. **Juha Pankakoski**, Intelligent Industry -ekosysteemin puheenjohtaja ja Konecranes Oyj:n teknologiajohtaja kertoo, että avainroolissa on datan radikaalisti tehokkaampi hyödyntäminen muun muassa tekoälyn avulla.

”Älykkään teollisuuden synnyttämiseksi ihmiset, koneet ja laitteet täytyy saada kommunikoidaan saumattomasti keskenään. Kunnianhimoisia tuloksia voidaan saada aikaan vain mittavalla yhteistyöllä, ja juuri siihen ekosysteemiimme pyrkii. Intelligent Industry kokoa yhteen teollisuutemme merkittävimpiä ja innovatiivisimpia toimijoita”, Pankakoski toteaa.

Niko Korte, SSAB:n Director of Digital Business Development kertoo, että teräksen paksuuteen ja lujuuteen liittyvä data nopeuttaa esimerkiksi sen leikkaukseen ja taivuttamiseen käytettävien koneiden säätämistä.

InDEx Programme

- InDEx (Industrial Data Excellence) program builds an industrial data community and a common data platform to Finland.
- It focuses on data sharing in manufacturing networks between multiple partners and on merging multiple data sets.
- InDEx is financed together by Business Finland and the participating companies: Konecranes, Cargotec, Danfoss, Elekmerk, Fastems, HT Laser, Nokia, PrimaPower, Raute, SSAB and Tieto.
- The academic partners are Aalto University, University of Tampere, University of Turku, University of Helsinki, University of Jyväskylä, University of Vaasa and VTT Technical Research Centre of Finland.
- InDEx involves over 40 SME's and start-ups as subcontractors.
- InDEx is led by DIMECC Ltd and it is the first large development program of the Intelligent Industry ecosystem.

DIMECC Program
InDEx – Industrial Data Excellence



PEKKA SUOMELA
KAIVOSTEOLLISUUS RY
TOIMINNANJOHTAJA

Kaivosteollisuus tyrmäsi hallitusohjelman – vai toisinpäin?

Uusi hallitus on ollut vallan kahvassa reilut kolme kuukautta ja ryhtyy nyt syyskaudella toden teolla töihin. Vuoden 2020 budjetti on kansissa ja hallituksen huomio kiinnittyy hallitusohjelman toteuttamiseen muilta osin. Kaivosteollisuus ja malminetsintä on nostettu hallitusohjelmassa esiin enemmän kuin koskaan. Pääministeri Antti Rinteen hallitusohjelma sisältää monia epämiellyttäviä kokonaisuuksia kaivosteollisuudelle.

Hallitusohjelman kaivoskirjaukset voi lajitella kolmeen koriin. Ensimmäisessä ovat lainsäädäntömuutokset. Kaivoslain kehittämisen taustalla on TEM:n asettaman selvityshenkilön, korkeimman hallinto-oikeuden emeritus presidentti Pekka Vihervuoren raportti kaivostoimintaa koskevan lainsäädännön kehittämistarpeista. Selvityshenkilö, OTT Pekka Vihervuori ei esitä kaivoslakiin perustavanlaatuisia muutoksia. Lainsäädännön toimivuutta voidaan parantaa erilaisiin säännöstarkistuksiin sekä kaivoslaissa että muissa laeissa. Vaikka muutoshalukkuutta on ilmassa ja erityisesti eteläisellä ilmastovyöhykkeellä, Vihervuoren selvitysraportti vahvistaa sen, että tarvitaan laajapohjaista jatkoselvitystä. Kaiken pohjana on malminetsintä. Sen on oltava mahdollista jatkossakin, jos investointeja ja turvallista kaivostuotantoa halutaan jatkossakin.

Kaivoslakikeskustelussa on hyvä muistaa, että julkisessa keskustelussa iso osa kritiikistä suuntautuu ympäristölainsäädännön puoleen. Kuntatasolla puolestaan päätöksenteon kannalta tärkeintä on muistaa, että kaavoituksen uudistamista pohditaan laajapohjaisesti maankäyttö- ja rakennuslain muutostyössä ympäristöministeriössä.

Toisessa korissa ovat veromuutokset. Paitsi kaivos- ja sähkövero, toimenpidelistalla ovat myös polttoaineiden verokorotukset sekä kiinteistövero. Sähköveron korotuksen osalta asiaa tuntematon voisi kysyä, eikö tämä tarkoita kädenojennusta fossiilisten polttoaineiden käytölle. Kaivosteollisuus on ollut alusta pitäen teollisuuden veroluokassa nykyisen sähköverolain mukaisessa luokittelussa. Sähköveroluokan muutos hidastaisi säh-

köistämistä ja vahvistaisi fossiilisten polttoaineiden asemaa, mikä on hallituksen omien tavoitteiden vastaista.

Kaivosverosta on puhuttu väsyksiin asti. Hallitusohjelmaan se tuli kirjatuksi, mutta sen perusteet ovat vielä epäselvyyden peitossa. Kaivosvero tukee välillisesti ulkomailla tapahtuvaa kaivostoimintaa suomalaisten työpaikkojen kustannuksella. On suuri vaara, että ulkomailta tuotujen kaivostuotteiden osuus kasvaa.

Kolmannessa korissa ovat jälkihoitokysymykset, vakuudet ja rahastoinnit. Tässä painetta tulee eduskunnasta ja kaivoslakia koskevalta kansalaisaloitteelta. Tälläkin saralla on useita asioita vireillä, mutta tutkimushankkeet ovat vielä kesken. Ympäristöministeriön vetovastuulla on koko teollisuutta koskevan ns. TOVA-selvityksen jatkaminen (konkurssitilanteet ja muut toissijaiset vastuut). Keskustelussa olisi hyvä huomata, että viranomaisvalvonta on kehittynyt nopeasti viimeisten kymmenen vuoden aikana. Samalla kaivoksilta vaadittavia vakuuksia on nostettu merkittävästi.

Kaivosteollisuus katsoo, että vakuudet ovat ensisijainen keino huolehtia kaivosten jälkihoidosta.

Pakollinen ympäristövahinkovakuutus ei ole toimiva vaihtoehto, ja Ruotsi onkin jo luopunut vakuutuksesta.

Hallitusohjelman mukaan kiinnitetään erityistä huomiota siihen, että *investointiympäristö on Suomessa houkutteleva*. Ohjelman mukaan myös *pidämme huolta teollisuuden kilpailukyvystä*. Nyt hallitusohjelma tahottomatta antaa signaalin sille, ettei Suomeen kannata tehdä kaivosalan investointeja. Kaivosteollisuus ry odottaa käynnissä olevalta kaivoskeskustelulta kokonaisvaltaista lähestymistä. Tarvitsemme metalleja ja mineraaleja. Suomessa on alaan liittyen paljon mahdollisuuksia. Moderni suomalainen yhteiskunta voi olla esimerkkinä siitä, miten kannamme oman vastuumme yhteiskunnan globaalissa raaka-ainehuollossa osana kiertotaloutta. Metallit ja mineraalit voidaan tuottaa Suomessa kestävästi ja siten tarjota ratkaisuja ilmastomuutokseen ja kiertotalouteen. ▲



KIMMO JÄRVINEN
TOIMITUSJOHTAJA
METALLINJALOSTAJAT RY
P. 043 825 7642

Mikä ihmeen hiilitulli ??

Suomen hallitusohjelmaan kirjattiin: ”Selvitetään lisämekanismien, esimerkiksi hiilitullien, kehittämistä EU:n ja sen ulkopuolisten maiden väliseen kauppaan, jotta hiilidioksidin hinta kohdistuu tasapuolisesti sekä EU:ssa että sen ulkopuolella valmistettuihin tuotteisiin.”

Rakkaalla lapsella on monta nimeä. Uuden, juuri parhaillaan valittavana olevan komission ohjelmassa ”Carbon Border Tax” esiintyy niin uuden pääjohtajan Ursula van der Leyenin kuin hänen lähimpien komissaarikandidaattiansa Frans Timmermansin (DG Climate Action: European Green Deal), Valdis Dombrovskisin (DG Finance: An economy that works for the people) ja Phil Hoganinkin (DG Trade) toimenkuviissa.

Useimmat kauppapolitiikan suomalaiset ammattilaiset näkevät hiilitullit protektionistisena toimena, joka saattaa aiheuttaa vakavia vastatoimia EU:n ulkopuolisissa Suomen kauppakumppaneissa. Vastustajien näkemyksen mukaan tullit olisivat haitallisia nimenomaan Suomen kaltaiselle pienelle avotaloudelle, jonka tuotanto nojaa suurelta osin ulkomaisiin raaka-aineisiin ja komponentteihin. Logiikka kulkee siten, että jos EU:n ulkopuolelta hankittaville tuotannon komponenteille asetetaan hiilitulli, valmistavan teollisuuden kilpailukyky viedä tuotteitaan EU:n ulkopuolisille markkinoille heikkenee (koska EU:n ulkopuolisilla kilpailijoilla ei ole vastaavaa tariffia). Lisäksi pelkona ovat mahdolliset EU:hun tuovien valmistusmuiden vastatoimet EU:n viennille.

Hiilitullien puolustajat taas näkevät hiilitulleissa nykyisen päästökauppajärjestelmän hiilivuototyökaluja (ilmaisjako ja epäsuorien kustannusten kompensatio) tehokkaamman ilmastopoliittisen järjestelmän, jolla EU:n ympäristösuorituskyvyltään tehokkaat yritykset voisivat tasapuolisemmin kilpailla EU:n ulkopuolelta tulevan, kasvihuonepäästöiltään joissakin tapauksessa moninkertaisen tuotannon kanssa. Logiikka on sellainen, että kun EU:hun tuotaville tuotteille asetetaan EU:ssa toimivien tuottajien päästöoikeuskustannuksia vastaava lisätariffi (=tulli), EU:ssa toimivat tuottajat ovat tasavertaisessa asemassa tuonnin kanssa EU:n sisämarkkinoilla.

Kuten niin usein ennenkin, haaste kauppaa- ja ilmastopoliitikassa on enemmän toimivan ja tasavertaisen käytännön sääntöpohjan luomisessa ja toteutuksessa, ei ideologiassa. Suomelle haaste on siinä, että me haluamme olla yhtä aikaa sekä vapaan kaupan että ilmastopoliitiikan vahva puolestapuhuja EU:ssa. Molemmat ideologiat ovat erittäin kannatettavia ja osa suomalaista identiteettiä, mutta valitettavasti usein ristiriitaisia.

Kauppaa- ja ilmastopoliitiikan käytännön yhteensovittamisen tasolla meidän onkin kysyttävä itseltämme, hyväksymmekö sen, että Suomeen ja EU:n tuodaan ympäristösuorituskyvyltään heikompia tuotteita kuin EU:ssa tehdyt (hiilidumppaus). Jos hyväksymme tämän, niin minkä arvoisia ovat omalle tuotannollemme asetet tiukat ympäristötavoitteet ja -lisäverot? Jos ainoa asia, jonka saamme ympäristöveroilla aikaan, on kotimaisen tuotannon alasajo ja maailmalaajuisten päästöjen kasvattaminen, tämä ei ole oikea keino. Jos taas emme hyväksy hiilidumppausta ja asetamme rajoillemme selkeät hiilitariffit, niin teemme kotimarkkinoista ympäristön kannalta hyvin toimivan ja mahdollistamme kotimaisten yritysten elossapysymisen, mutta pystyvätkö ne kehittymään kilpailukykyisiksi kotimarkkinoiden ulkopuolella ja viemään tuotteitaan EU:n ulkopuolelle?

Vai onko sittenkin mahdollista kehittää toimiva hiiliverojärjestelmä?

Syy siihen, että ”Carbon Border Tax” esiintyy uuden komission ja neljän komissaarin ohjelmassa, johtuu siitä, että Brysselissä on jo jonkin aikaa kaikessa hiljaisuudessa valmisteltu järjestelmä, jossa ei olisi yllä kuvattuja perinteisen hiilitullin haittoja. Logiikka tässä on se, että valituille EU:ssa tuotettaville tuotteille lasketaan keskiarvoinen hiilipäästö ja vero sekä tuontitulli asetetaan tämän vertailuarvon (Benchmark) pohjalta. Jos tuoja pystyy osoittamaan päästöjänsä olevan alle EU:n keskiarvon, niin tullia alennetaan samoin kuin EU:ssakin alhaisemman päästön tuottajat saavat helpotusta päästöoikeuksien hankinnasta. Vastaavasti jos EU:n komissio toteaa, että tuotavan tuotteen valmistuksen päästöt ovat EU:n keskiarvoa suuremmat, tuotteelle asetetaan keskiarvoa korkeampi hiilitulli. Jo nyt enemmän päästävät EU:n tuottajat maksavat suurempaa päästömaksua (=päästökaupan päästöoikeudet). Jotta EU:ssa tuotetut tuotteet olisivat kilpailukykyisiä EU:n ulkopuolella, EU:ssa maksettu hiilivero ja tulli palautetaan viejille.

Valitettavasti yllä kuvattun kaltaisen järjestelmän luominen ei ole helppoa eikä mutkatonta. Järjestelmän luomiseen tulee käyttää riittävästi aikaa ja resursseja, jotta vältetään esim. päästökauppajärjestelmän alkuvaiheessa esiintyneet lastentaudit. Aikaa on varattava vähintään 3-5 vuotta. Suomen hallituksen kirjaus on juuri oikein tehty. Uutta järjestelmää kehitettäessä on jatkettava päästökaupan ja päästökaupan hiilivuotokomponenttien soveltamista ainakin niin kauan, kunnes uusi hiilitariffijärjestelmä toimii. Ilmaston lämpenemisen hidastamiseksi ”Carbon Border tax” on kuitenkin luotava. ▲



PERTTI VOUTILAINEN

Voittaako järki?

Hämmästyin kovasti, kun iltapäivälehti kesän lopulla pääkirjoituksessaan kirjoitti, että olisi tyhmää nyt ryhtyä uusimaan vasta lyhyen aikaa voimassa ollutta kaivoslakia. Media on viimeisimmät vuodet suhtautunut hyvin kriittisesti kaivostoimintaan ja on muun muassa ollut vaatimassa erillistä kaivosveroa lääkkeeksi todellisiin ja kuviteluihin ongelmiin. Jokainen lisäkustannus on kuitenkin teollisuudelle myrkyä, jota se ei haluaisi nauttia. Ilahduttavaa oli oppia, että median keskuudesta löytyi yksi rohkea, joka kritiikin valtavirrasta huolimatta ymmärsi kaivostoiminnan näkökulmaa. ”Ei yksi pääsky kesää tee”, sanoo sananlasku, mutta usko järjen voittoon vahvistui. Sitä tosin horjutti pari päivää pääkirjoituksen jälkeen ministeritasolta kuultu kommentti, että kaivosveron jonkinlainen uudistus on välttämättömyys. Lausunnosta paistoi läpi, että uudistuksen vaatijoista kukaan ei taida tietää, mistä on kysymys. Jos olisin diktaattori, panisin kaikki poliitikot kaksipäiväiselle kurssille, jossa opetettaisiin kaivostaloutta. Samaa ehdottaisivat kaikkia muitakin ammattialoja edustavat diktaattorit omissa asioissaan. Eipä taida tämä idea toteutua.

Mutta älkäämme liikaa irvistelkö poliittisten päättäjiemme toimintaa. Kun meillä on viime aikoina ollut tilaisuus joka päivä seurata päätöksentekoa parlamentarismin ja demokratian mallimaassa Britanniassa, ko hoaa suomalainen järjestelmä arvoon arvaamattomaan. Huonotkin päätökset meillä tehdään järjestyneesti ja vähemmän valehdellen. Tätä kirjoittaessani en vielä tiedä, mikä Brexit-prosessin lopputulos tulee olemaan. Mutta sen tiedän, että kaiken sähellyksen jälkeen kaikki kärsivät eikä meillä ole varaa vahingoniloon brittien suhteen. Enemmän pitäisi tuntea sääliä.

Brexit on vain yksi osatekijä maailmantalouden epävarmuudessa. Diktaattorit tekevät aina vain kummallisempia asioita, kauppasodat jatkuvat ja öljynjalostamoja pommitetaan. Elämme hullussa maailmassa. Globaalissa taloudessa niin hyvät kuin huonotkin asiat heijastuvat koko maailmaan. Pari vuotta olemme Suomessa saaneet nauttia hyvästä talouskehityksestä. Nyt ovat merkit huolestuttavia. Ei käy sääliksi uutta hallitusta. Sen talousohjelma rakennettiin alun perinkin epärealistiselle pohjalle, joka nyt on pettämässä. Pelkäänpä, että ihan lähiaikoina joudumme taas moittimaan poliittisia päättäjiä ja ammattijärjestöjä lepsuilusta. Toivon olevani väärässä, mutta vanhan koke-

muksen mukaan uudet sukupolvet haluavat aina tehdä omat virheensä. Vai voittaisikohan lopulta järki.

Hallitusohjelma on oikeilla jäljillä, kun se kertoo, että nykyiset vallanpitäjät painottavat pitkän ajan tavoitteita ja osaamisen tason korottamista. Nämä ovat tärkeitä asioita tulevan kasvun ja vakauden kannalta. Moni iäkkäämpi analyysoija näyttää jälleen muistaneen Urho Kekkosen kuuluisan kysymyksen: ”Onko meillä malttia vaurastua?”. Samalla kysymyksen esittäjät omana kantanaan esittävät, että eipä taida maltti riittää tälläkään kertaa. Jotta rahaa riittäisi tulevaisuuden rakentamiseen, lyhyen ajan menoja olisi pakko karsia. Jokaiselle irtonaiselle eurolle löytyy niin monta ottajaa, että mahtaako rahan jakajien kantti kestää. Epäilen. Muistakaa nyt ainakin pitää huolta yksityisten investoijien eduista. Ellei heiltä löydy halua riskinottoon, joudutaan korkeat työllisyystavoitteet ja niiden myötä moni muu hyvä asia unohtamaan.

Olen odottanut tilaisuutta kirjoittaa positiivisia uutisia Kainuusta, jossa kipsisakka-altaan vuoto joitakin vuosia sitten aiheutti suurta hämminkiä. Viimeisimmät uutiset Terrafame-yhtiön toiminnasta ovat siinä määrin hyviä, että tehtaan jatkon voidaan uskoa varmistuneen. Sitä olen kovasti toivonut ja edistyksestä olen iloinen. Vaikka vastoinkäymisiä oli, riski kannatti ottaa sekä Kainuun että koko Suomen kannalta. Silloin kun tilanne oli kriittinen, ilkkujia riitti. Pahin riehujia asiassa oli silloinen ympäristöministeri, joka ehdotti jopa pakkokeinoja kaivoksen sulkemiseksi, vaikka asia ei muodollisesti tainnut edes kuulua hänen toimivaltaansa. Toivon, että mies nyt osaisi hävetä kiihkoiluun ja antaisi tunnustusta parastaan tehneille ammattilaisille. Anteeksipyyntöäkin uskallan suosittelaa. Laitos antaa leivän pöytään hyvin suurelle joukolle kainuulaisia. Ja pysyvät jäljet luontoon ovat pienet hyötyihin verrattuina.

Vielä lopuksi hyvä uutinen: Kuivan kesän jälkeen on sienisatoa saatu odottaa kauan. Tämän kirjoittamisen aikaan syyskuun lopulla tilanne on hyvä. Mutta en kerro, mistä näitä herkkuja löytyy. Menkää metsään joka tapauksessa. Sieltä saa voimia talven varalle.▲

”Kummalleko puolelle päätä laitetaan jakaus?”, kysyi parturi savolaiselta asiakkaaltaan.

”Jospa laitettas vaikka ulukopuolelle”, kuului vastaus.

Hipsu Hiilen ihmeelliset seikkailut

Osa 7: Martensiitti

Itsenäisyyttään ja vapauttaan rakastava pieni pieni hiiliatomi Hipsu tunki lopultakin löytäneensä tasa-painomaasta yhteisön, jossa se saattoi ajatella ehkä viihtyvänsä. Ensi tutustumisen aikana se oli oppinut, että rauta-atomien muodostama kiinteä yhteisö tarjosi tilaa ja liikkumismahdollisuuksia Hipsulle ja muille hiiliatomeille. Lisäksi raudassa tapahtui lämpötilan muuttuessa merkittäviä muutoksia, jotka tekivät elämästä mielenkiintoista. Korkeammassa lämpötilassa mukaan mahtui enemmän hiiliatomeja, mutta liikkuminen oli vaikeampaa. Matalissa lämpötiloissa taas mukaan sopi vähemmän yksittäisiä hiiliatomeja, mutta niiden liikkuminen oli helpompaa. Ylimääräisiksi jääneet hiiliatomit voivat tällöin muodostaa rauta-atomien kanssa oman rakenteen, jota Hipsu kutsui totuttuun tapaansa rautakarbidiiksi.

Kun liikkuminen kiinteässä raudassa ei missään tapauksessa ollut kaikkein helpointa, utelias Hipsu oli kiinnostunut siitä, mitä tapahtuisi todella nopeiden lämpötilan muutosten yhteydessä. Mitä tapahtuisi, jos lämpötilan laskiessa ylimääräiset hiiliatomit eivät olisikaan kyllin nopeita kulkeutuakseen karbideihin? Millaisia rakenteita silloin syntyisi? Hipsu mietti miettimistään, miten asiaa voisi selvittää. Lämpötila oli tasapainomaassa verkkainen kaveri, joka ei taipunut nopeisiin muutoksiin. Hipsu kokeili mukaan menoa useisiin rauta- ja hiiliatomien muodostamiin yhteisöihin, mutta tapahtumat lämpötilan muuttuessa ja niiden tuottama lopputulos olivat aina samoja.

Kerran kuitenkin tilanne muuttui dramaattisesti kesken sellaisen kokeilun. Juuri kun yhteisöön oli lämpötilan noustessa muodostunut rakenne, johon sopi runsaasti yksittäisiä hiiliatomeja ja rautakarbideissakin olleet hiiliatomit olivat karanneet mukaan nauttimaan vapaudestaan, puhkesi tasapainomaassa harvinainen kaatosade. Vettä kuollakseen pelkäävä lämpötila otti siinä silmänräpäyksessä hatkat ennen näkemättömällä nopeudella. Yhteisön lämpötila putosi saman tien sen päälle kaatuvan veden lukemiin.

Rauta-atomien muodostama yhteisö oli nopea. Siinä lämpötilan laskuun liittyvä rakennemuutos tapahtui kuin sormia napsauttamalla huikeasta jäähtymisnopeudesta huolimatta. Hiiliatomeille tuli hätä käteen. Ne eivät ehtineet tehdä oikeastaan juuri mitään. Onnekseen Hipsu sattui olemaan sellaisessa paikassa, jossa hiiliatomille sopiva kolo oli samassa kohdassa myös uudessa rakenteessa eikä sen tarvinnut tehdä mitään.

Katsoessaan ympärilleen Hipsu näki, että kaikki sellaiset kolot olivat hiiliatomien miehittämiä. Ilmeisesti myös lähellä tällaisia kohtia olleet hiiliatomit olivat ehtineet juuri ja juuri nytkähtää sen verran, että pääsivät vierähtämään tällaiseen paikkaan. Niinpä valtaosa hiiliatomeista oli sijoittunut näihin koloihin ja vain muutamat harvat olivat jäätyneet niille sijoilleen.



Hipsu tunki kuitenkin, että uusi kolo ei ollut sille sopiva. Varsinkin yhdessä suunnassa kolo oli erityisen ahdas ja Hipsu tunki puristuvansa tässä suunnassa lähes kestävänsä rajoille rauta-atomien tunkeutuessa lähelle toisiaan. Se päätteli, että muilla samanlaisissa koloissa olevilla kumppaneilla oli sama tilanne ja lähinaapureiltaan kysymällä se sai asiaan varmistuksen. Lopulta Hipsu keksi, että yhdessä voimansa ponnistaen hiiliatomit voisivat mahdollisesti työntää tunkeilevia rauta-atomeja kauemmaksi toisistaan tässä suunnassa ja saada hiukan helpotusta tilanteeseensa.

Sanaa levittämällä Hipsu sai muut hiiliatomit liittymään mukaan tuumaansa. Ne kaikki ponnistivat yhtä aikaa voimansa ja pullistuivat kaikki samassa suunnassa mahdollisimman isoiksi. Ja toden totta, rauta-atomit antoivat hiukan periksi. Samalla ne kuitenkin alkoivat valittaa, että ne itse joutuivat äärimmäiseen ahdinkoon ja koko niiden muodostama rakenne vääristyi. Jännitykset niiden rakenteessa kohosivat lähes sietämättömiksi hiiliatomien pullistelun vuoksi. Lopulta ne huusivat yhteen ääneen, että rakenteen kestävyys oli loppumaisillaan ja pieninkin lisäpullistelu saattaisi räjäyttää koko rakenteen. Hiiliatomien oli pakko lopettaa pullistelunsa ja tyytyä samaansa tulokseen.

Rakenne oli äärimmäisen kireä. Se suorastaan soi, kun sateen lakattua ohi kulkevat atomit kävivät sitä kopauttelemassa. Lopulta rakenteessa olevien atomien oli pakko kieltää sellainen kopauttelu, koska se olisi saattanut saada koko rakenteen murtumaan. Niin kovaksi ja hauraaksi rakenne oli muodostunut siinä vaikuttavien massiivisten sisäisten jännitysten ansiosta.

Hipsu oli yllätynyt syntyneestä rakenteesta ja sen ominaisuuksista. Käytännön atomina se kuitenkin tajusi pian, että muodostuneet ominaisuudet eli korkea kovuus ja lujuus olivat poikkeuksellisia metallien joukossa. Hipsu ei sitä tuossa vaiheessa luonnollisestikaan tiennyt, mutta myöhempien vaiheidensa yhteydessä se sai kuulla, että syntynyt rauta-hiiliyhteisön rakennetta ruvettiin kutsumaan martensiitiksi.

Hipsu päätteli, että syntyneillä ominaisuuksilla saattaisi olla jatkossa paljonkin käyttöä, kunhan rakenne vain saataisiin kestävämmän paremmin siihen kohdistuvia kuormituksia eli erityisesti iskuja. Matala lämpötila ja siihen liittyvä atomien huono liikkuvuus estivät kuitenkin kaikki yritykset tilanteen muuttamiseksi. Hipsu mietti päänsä puhki mahdollisuuksia ja keinoja tilanteensa parantamiseksi ja koko rakenteessa vaikuttavan kireyden helpottamiseksi. Millaisiin tuloksiin Hipsu näissä pohdinnoissaan tuli, ja mitä siitä sitten seurasi, onkin seuraavien tarinoiden aiheena. ▲



Real Mining. Real People. Real Difference.

METALLEJA ENERGIAMURROKSEN TARPEISIIN



AA Sakatti Mining Oy
vastuullista kaivostoimintaa

CTS Engtec Oy is one of the leading engineering, project management and consulting companies in the process industry.

New methods.
Best solutions.

www.ctse.fi

Teräspalvelukeskus

Hannu Rantasuo
Mikko Harjula
Harri "Hemmi" Hutka
Juha Huttunen

044 7713 695
050 4347 030
050 4302 873
044 7713 694

www.miilux.fi

Kuljetin hinnat ja tarvikkeet.
Asennus- ja huoltopalvelut.

www.contitech.fi

ContiTech



NORNICKEL

HARJAVALTA

Nikkelijalostuksen
maailmanluokan
asiantuntija

www.nornickel.fi

Toimintavarmat ovet koviin olosuhteisiin



www.championdoor.com

Research for a
sustainable future

The metals research institute Swerim conducts needs-based industrial research and development concerning metals and their route from raw material to finished product.
www.swerim.se

LABORATORIOKUMPPANISI Pohjoismaissa

WWW.LABTIUM.FI

* Revitalisation of the Outokumpu Mining Camp
* Aiming to produce Traceable and Responsible battery-grade Co-and Ni-chemicals

Hallituksen hyväksymät jäsenet ja nuoret jäsenet (N)

13.9.2019: Harjukelo, Ville (met); Howett, Peter (kai); Klemola, Lotta (met)N; Kotzschmar, Andreas (met); Nerweyi, Dino (met); Rinne, Marja (met)N; Saavalainen, Jussi (kai); Sankila, Hannu (met); Untinen, Lasse (rik)



MIKA ALASUUTARI

Geosählyturnaukseen osallistui lähes 70 pelaajaa. Ensi vuonna Kolarisiin odotetaan joukkueita myös Ruotsin puolelta.

Geosählyturnauksessa paidan värillä ei ole väliä

TEKSTI: MIKA KULJU

”Ensi vuonna otamme askeleen kansainvälisyyteen”

Historian ensimmäinen Geosählyturnaus pelattiin viime vuoden toukokuussa Kemissä. Mukana oli tuolloin viisi joukkuetta, jotka silminnähden nauttivat pelaamisesta ja kollegojen tapaamisesta. Tämän vuoden syyskuussa tapahtuma sai jatkoa, kun Sodankylässä pelattiin järjestyksessään toinen turnaus kuuden joukkueen ja lähes 80 pelaajan voimin.

- Tapahtuma on kasvussa! On hienoa päästä tapaamaan oman alan ihmisiä muutenkin kuin vain työn parissa. Tavoitteena on hyvä fiilis ja verkostoituminen liikunnan merkeissä. Toisena tavoitteena on, ettei kenellekään satu mitään, hymyilee Palsatechin toimitusjohtaja ja innokas urheilumies Mika Alasuutari.

Turnauksesta tuli nopeasti perinne

Viime vuonna ensimmäisen Geosählyturnauksen järjestäjänä oli Palsatech Oy. Koko turnauksen idea lähti liikkeelle jo vuosia sitten, kun Alasuutari ja Anglo Americanin Janne Siikaluoma ryhtyivät FEM:ssä tavatessaan ideoimaan alan ammattilaisten

yhteistä liikuntatapahtumaa.

Tänä vuonna Sodankylän liikuntahallin kentällä nähtiin AA Sakatti Miningin, Agnico Eaglen, NewBolidenin, Hannukainen Mining/Tapojärven, Palsatechin ja Terrafamen joukkueet.

- Tällä kertaa panostimme entistä enemmän tapahtuman näkyvyyteen sosiaalisessa mediassa ja pelit striimattiin livenä, mistä saimme hyvää palautetta niiltä, jotka eivät tällä kertaa päässeet paikalle. Lisäksi liikuntahallille saatiin sponsorit näyttävästi esille, Janne Siikaluoma kertoo.

Katse kohti Ruotsia

Turnauksen voitti Hannukainen Mining/Tapojärven yhteisjoukkue, joka kukisti finaalissa Palsatechin niukasti 2-1.

- Kolme parasta joukkuetta palkittiin mitalein. Emme halunneet palkita yksittäisiä pelaajia, sillä tässä on kysymys nimenomaan joukkueliikunnasta ja yhteishengen nostamisesta koko porukan kesken. Pelipaidan värillä ei ole väliä erittäin vapaamuotoisissa tapaamisissa, naureskelee Alasuutari.

Joitain suurten kilpaurheiluturnausten

tunnusmerkkejä sentään on olemassa Geosählyssäkin. Voittajajoukkue sai kiinnityksen komeaan kiertopalkintoon, josta taistellaan ensi vuonna todennäköisesti kansainvälisissä merkeissä.

- Palkintojenjaossa Hannukaisen/Tapojärven Ville Vakkala ilmoitti, että ensi vuonna turnaus pelataan Kolarissa. Rajakaupungin logistiikka mahdollistaa turnauksen laajentamisen myös Ruotsin suuntaan. Tavoitteena onkin, että Kolarissa kentällä nähdään myös länsinaapurin joukkueita, sanoo Alasuutari.

Komea summa hyväntekeväisyyteen

Turnauksessa tehtiin myös roppakaupalla hyväntekeväisyyttä, sillä sen tuotto lahjoitettiin paikalliselle salibandyn juniorityölle. Yhteensä Geosähly keräsi peräti 5886 euroa sodankyläisille tulevaisuuden salibandyestareille!

- Oli todella hienoa, että yhteistyökumppanit lähtivät turnaukseen mukaan näin hienolla tavalla. Haluamme jatkossakin kehittää nuorten ja lasten liikuntaa niillä paikkakunnilla, joilla turnaus järjestetään, kertoo Alasuutari.▲

Puumailamestaruus 2019 lisaimeen

TEKSTI: SAKARI MONONEN, KUVA: LEENA K. VANHALALO

Jo viides puumailatenniksen SM-turnaus pelattiin kesäkuun lopulla Kuopion Väinölänniemen loistokuntoisilla massakentillä. Uutuutena oli vihdoinkin löytynyt Englannista alkuperäisiä valkoisia tennispalloja. Lisäksi saatiin uusi mestari, kun kaivosinsinööri Sakari Mononen yllätti finaalissa kolminkertaisen mestarin Mikko Airaksisen. Mikon kommentit turnauksesta: ”Tämä turnaus on muodostunut jo klassikoksi ennen kesälomien alkamista. Turnauksen taso ja tunnelma tuntuvat nousevan vuosi vuodelta. Pelipaikka sekä turnausmuoto ovat hioutuneet ajan kuluessa, jonka johdosta turnaus on voitu viedä läpi tehokkaasti suhteellisen lyhyen ajan sisällä. Turnaustuloksissa on viime vuosina ollut mukavasti vaihtelua, ja turnauksen järjestäjät sekä sponsorit ovat hoitaneet oman osansa loistavasti. On ollut etuoikeus osallistua tähän turnaukseen sen alusta lähtien.”▲



Ylh.vas. Jyrki Pulsa, Kimmo Ulvelin, Teemu Partanen ja Mikko Airaksinen. Alh.vas. Juhani Tiikkaja, Poorang Vosough, Sakari Mononen ja Tomi Rinta-Jaskari.

BRENNTAG

Kaivosteollisuuden raaka-aineet



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

Pohjoismaisessa kaivosteollisuudessa hyödynnämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

PÄÄTUOTTEET

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

PALVELUT

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

YHTEYSTIEDOT

Brenntag Nordic Oy

Mikko Kähäri

Puhelin 040 708 7006

mikko.kahari@brenntag-nordic.com

<http://www.brenntag-nordic.com/fi/>

Terveiset pääsihteeriltä!



Kevään 2020 Vuorimiespäivät pidetään 27.3.2020 Marina Congress Centerissä. Perinteistä poiketen sekä perjantain illallistanssiaiset että lauantain lounas nautitaan samassa paikassa, Dipolissa. Iki-ikäinen iloisen lauantailounaan Crowne Plaza on keväällä remontissa. Toivottavasti se on remontin jälkeen entistä ehompaa käytettävissämme. Vuorimiespäivän isäntäyrityksen vaativan tehtävän hoitaa ABB!

Viime Vuorimiespäivillä otimme käyttöön uuden ilmoittautumis- ja varausjärjestelmän ja totesimme, että siinä on vielä paljon kehittämistä. Teemme kaikkemme, jotta saisimme siitä ensi kevääksi toimivan ja helppokäyttöisen ja ennen kaikkea oikeudenmukaisen rivijäsenille silti unohtamatta isompien ryhmien ja firmojen tarpeita. Kehitystyö on käynnissä!

Olethan jo nähnyt Materia-lehden erikoisnumeron, joka on Vuorimiesyhdistyksen suurimpia ponnistuksia ja aikaansaannoksia pitkään aikaan, ehkä kautta aikojen. Se on tarkoituksellisesti aivan erilainen kuin Materia-lehti yleensä. Se on näet suunnattu tärkeälle kohderyhmälle, opintojaan suunnitteleville nuorille, joille tavantomainen Materia-lehtemme tuskin avautuu. Toivomme erikoisnumeromme herättävän kiinnostusta ja ymmärtämystä alammee kohtaan paitsi nuorten, myös suuren yleisön piirissä muutenkin. Vuorimiesyhdistyksen lisäksi lehden tekemistä ovat tukeneet yhteistyökumppanimme Kaivosteollisuus ry ja Metallinjalostajat ry.

ARI JUVA, PÄÄSIHTEERI

Tehokkaat Järjestelmäratkaisut

- Suunnittelu
- Kokonaistoimitukset
- Kenttähuollot

Digitaaliset Palvelut

- Prosessin etäseuranta 24/7
- Ilmoitukset laitteiden kunnosta & vikaantumisesta
- Analytiikkatyökalut prosessin optimoiseksi & huollon ennakointiin



KIINNOSTUITKO? KYSY LISÄÄ:

016 4590 500 / office@polar-automaatio.fi

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

Ilmoittajamme tässä lehdessä:

Aalto-yliopisto	60	Jyväskylän Messut	42	Sandvik Mining and Construction Oy	4
AA Sakatti Mining	80	Oy KATI Ab	62	Scandinavian Geopool	18
Agnico Eagle Finland Oy	2.kansi	Keliber Oy	54	Sibelco	10
AGA GAS AB	55	Kemira	11	Sotkamo Silver Oy	6
Algol Chemicals	3	Kokkolan Satama Oy	54	Stress Measurement	24
Arctic Drilling Company Oy	84	Labtium Oy	80	Suomen Rakennuskone	56
Astrock Oy	31	Lapin Ammattikorkeakoulu	3	Suomen TPP Oy	38
Atlas Copco	10	Lapin Liitto	84	Swerim Ab	68, 80
Boliden Kevitsa Mining,		Malvern Panalytical	18	Tallqvist	9
Boliden FinnEx	59	M.Rauanheimo	48	Tapojärvi	38
Brenntag Nordic Oy	82	Metso Minerals Oy	takakansi	Terra-Team	68
Champion Door	80	Miilux Oy	80	Wihuri Oy Tekninen kauppa	37
ContiTech Finland Oy	80	New Paakkola Oy	54	Vulcan Hautalampi Oy	80
CTS Engtec Oy	80	Nolia	27	Yara Suomi	49
Doofor	11	Nordkalk Oy Ab	62	YIT Suomi Oy Rakennus	49
EIT Raw Material	15	NoriNickel Harjavalta Oy	80		
Epiroc Finland Oy	3.kansi	Normet Group Oy	25		
Expomark	69	Orica	12		
FinMeas Oy	3	Oulun yliopisto	6		
Flowrox Oy	83	Outotec	28		
Forcit Oy	8	Palsatech Oy	63		
Geovisor	62	POHTO	6		
GRM Services Oy	8	Pyhäsalmi Mine Oy	38		
InfraSuunnittelu	54	Rotator	63		



VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2019

PUHEENJOHTAJA/ President

DI Jari Rosendal, Kemira Oyj Porkkalan-
katu 3, 00180 HELSINKI 040 595 1456,
etunimi.sukunimi@kemira.com

VARAPUHEENJOHTAJA/

Vice president

TkT Kalle Härkki, Outotec (Finland) Oyj PL
86, FI-02201 Espoo 040 513 3383, etunimi.
harkki@outotec.com

PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

TkL Ari Juva Adjutantinkatu 8 b 19, 02650
Espoo 0400457907
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

WEBMASTER

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

RAHASTONHOITAJA/Treasurer

DI Leena K. Vanhatalo Vasamantie 122,
33450 Siivikkala 050 383 4163
leena.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

GEOLOGIJAOSTO/ Geology section

FM Leena Rajavuori, pj/chairman Agnico
Eagle Finland Oy,
Leena.Rajavuori@agnicoeagle.com,
puhelin: 040 350 1127
FM Jouko Nieminen, sihteeri/secretary,
GTK, 0400 714582
etunimi.sukunimi@gtk.fi

KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO/ Mining and Excavation section

DI Mari Halonen pj/chairman Forcit Oy,
040 869 0417
etunimi.sukunimi@forcit.fi
DI Simo Laitinen, sihteeri/secretary,
YIT Oyj, 050 411 8400
etunimi.sukunimi@yit.fi

RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/

Mineral processing section

Ins. Simo Pyysing, pj/chairman,
Weir Minerals Finland Oy,
040 3505542 etunimi.sukunimi@mail.weir
DI Sini Anttila, sihteeri/secretary
Terrafame, 0407091776
etunimi.sukunimi@terrafame.com

METALLURGIJAOSTO/

Metallurgy section

DI Lauri Närhi pj/chairman Outotec
(Finland) Oy, 040 189 6868
etunimi.sukunimi@outotec.com
DI Miia Pesonen sihteeri/secretary Boliden
Kokkola Oy, 040 176 4301
etunimi.sukunimi@boliden.com



DIRECTIONAL CORE DRILLING

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

SEE THE KID
IN ACTION ON
ADCLTD.FI

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



Arctic Drilling Company Ltd.

Call us +358 40 511 2289 or
visit www.adcltd.fi



12th FENNOSCANDIAN EXPLORATION AND MINING

29 - 31 October 2019 • Levi • Lapland • Finland
Congress & Exhibition Centre Levi Summit • femconference.fi

Älä heitä rahojasi ilmaan

United. Inspired.



Ilma ei ole ilmaista

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

 **Epiroc**

epiroc.fi

Mitä kaivoksellesi merkitsisi, jos saisit vuodessa enemmän tuotantopäiviä?

Murskausprosessilla on keskeinen rooli kaikessa kaivostoiminnassa. Tiedätkö, että juuri murskainten kulutusosat ovat pääosassa siinä, miten tehokkaasti tuotanto toimii, vai syntyykö katkoksia.

Metson kammio-optimointiohjelma on kehitetty parantamaan kaivoksen kokonaistehokkuutta. Suunnittelemme kulutusosat juuri sinun tarpeittesi mukaan. Työkalumme tukeutuu satoihin optimointiprojekteihin, joita olemme toteuttaneet eri puolilla maailmaa.

Kulutusosien optimointipalvelu yhdistettynä pitkäjänteiseen yhteistyöhön ja Elinkaaripalveluihimme takaavat parhaiten tuotannon tehokkuuden koko hienonnuksprosessissa.

Miten voimme auttaa sinua kulutusosien optimoinnissa?
Ota yhteyttä:

Timo Sarvijärvi, puhelin 050 317 0906
Jouko Tolonen, puhelin 050 355 7580
Joakim Colpaert, puhelin 045 317 5198
Sauli Pekkala, puhelin 040 595 8065

