



OULU MINING SCHOOL



UNIVERSITY OF OULU

The GoZee app makes the brochure come alive



GoZee: Get started in 30 seconds

1. Go to App Store or Google Play, enter "GoZee" in the search field and download the app to your smartphone or tablet.
2. Open the app and use it on pages with the GoZee icon.



Cinemagraph



360°
panorama



Snap
video



Photo
gallery



Web
icon



AGNICO EAGLE
KITILÄN KAIVOS

A GOOD FUTURE

is built through responsible decisions

For us, success is not just gold. It means a good future for all those close to us. That's why we think about nature, people, and the entire community in every decision we make.

www.agnicoeagle.fi

Sisältö

Contents

4-5	Oulu Mining School	Oulu Mining School
6-7	Geotieteet	Geosciences
8-9	Sovellettu geofysiikka	Applied Geophysics
10-11	Kaivostekniikka	Mining Engineering
14-15	Rikastustekniikka	Mineral processing
16-17	Arktiset resurssit	Arctic resources
18-19	Nordic Mining School	Nordic Mining School
20-21	Kansainvälinen yhteistyö	International cooperation
24-25	Geologian tohtorikoulutus	Doctoral Programme in Geology
26-27		Video of OMS' international students.
28-29	OMS-tutkimuskeskus	OMS Research Centre
30-31	Laboratoriot	Laboratories
32-33		Publications
34-35	Koulutus-tutkimusyhteistyö	Cooperation in Education and Research
36-37		Projects
38-39	Kestävä kehitys	Sustainable development
42-43	Ota yhteyttä	Contact us

Hosmed

Luotettu mittalaitetekniikan kumppani kaivosteollisuudelle

Tuotannon ohjaus ja laadunvalvonta: ICP-OES, ICP-MS, AAS, raekoko, FT-NIR, Raman jne.

www.hosmed.fi puh 020 7756 330

Oulu Mining School

Oulun yliopiston Kaivannaisalan yksikkö (Oulu Mining School, OMS) on vuonna 2014 perustettu kaivannaisalan opetus- ja tutkimusyksikkö. Perustamisen keskeisenä lähtökohtana on ollut integroida geotieteiden, geofysiikan sekä kaivos- ja rikastustekniikan opetus ja tutkimus saman kokonaisuuteen. Tavoitteena on, että opiskelijat saavat kattavan käsityksen kaivoksen elinkaaren aikaisista toiminnoista jo opiskeluvaiheessaan ja näin oppivat kommunikoimaan selkeästi koko alan operatiivisen verkoston kanssa. Tämä mahdollistaa sen, että kaivannaistoimialaa ja sen sidosryhmiä pystytään palvelemaan aiempaa kokonaisvaltaisemmin. Erityisesti arktiseen kaivostoimintaan liittyvä tutkimus on keskeinen aihealue yksikön toiminnassa ja sidosryhmäyhteistyössä. Tähän linkittyy läheisesti myös koulutusyhteistyö pohjoismaisten yliopistojen kanssa.

Sekä geotieteiden, geofysiikan että kaivos- ja rikastustekniikan opetussuunnitelmat on laadittu siten, että kaikissa on sisäänrakennettuna myös yksikön muiden erikoistumisalojen opetusta. Kurssitarjonnassa huomioidaan paitsi alojen erikoisosaamista, myös kaivannaisalan arvoketjuun liittyviä taloudellisia ja kestävän kaivostoiminnan kannalta olennaisia aiheita. Oulun yliopiston monitieteisyyttä voidaan hyödyntää opetuksessa esim. ympäristötekniikan kursseja tai yrittäjyysopintoja valitsemalla.

Läheinen yhteistyö alan teollisuuden kanssa koetaan OMS:ssa ensiarvoisen tärkeäksi. Työelämäyhteistyötä ylläpidetään ja edistetään opetuksessa mm. harjoittelujaksojen, kaivosvierailujen ja kenttäkurssien avulla sekä hyödyntämällä vierailevien luennoitsijoiden osaamista. OMS myös järjestää räätälöityjä työpajoja halukkaille, jo työelämässä oleville osaajille elinikäisen oppimisen teeman mukaisesti. Vuosittain Business Oulun kanssa järjestettävä Oulu Mining Summit -seminaari on erinomaiseksi havaittu sidosryhmäyhteistyön muoto, jossa opiskelijat pääsevät kuulemaan kaivannaisalan eri osa-alueiden kehityksestä ja tilanteesta sekä verkostoitumaan työelämän toimijoiden kanssa.

Kansainvälinen maisteriohjelma ”Mineral resources and sustainable mining” kattaa molemmat yksikössä toimivat tutkinto-ohjelmat. Kansainvälisyys on muutenkin vahvasti esillä Kaivannaisalan yksikössä erityisesti Nordic Mining Schoolin ja lisääntyvän arktisten alueiden yliopistojen yhteistyön seurauksena. Eri puolilta maailmaa tulevat vaihto-opiskelijat ja harjoittelijat elävöittävät osaltaan OMS:n opiskelukulttuuria.

Kaivannaisalan yksikön professorit ovat alansa kansainvälisiä asiantuntijoita, joilla on työkokemusta sekä tutkimusmaailmasta että teollisuudesta. Heidän lisäksi henkilökuntaan kuuluu yliopistolehtoreita, tutkijatohtoreita sekä jatko-opiskelijoita. Oman ryhmänsä muodostavat OMS-tutkimuskeskuksen asiantuntijat.

Työturvallisuuden ja kestävän kehityksen vaatimukset täyttävä OMS-tutkimuskeskus on ainutlaatuinen kokonaisuus yliopistomaailmassa. Se tarjoaa erinomaisen alustan opetukseen ja tutkimukseen paitsi kansallisille myös kansainvälisille yhteistyökumppaneille, mukaan lukien yliopistot, tutkimuslaitokset ja elinkeinoelämän edustajat.

Saija Luukkanen
Professori
Head of the Unit
Kaivannaisalan yksikkö/ Oulu Mining School



Oulu Mining School (OMS) is a mining education and research unit established in 2014. The main reason for establishing OMS has been to integrate education and research in geosciences, geophysics, and mining technology and mineral processing into the same entity. The aim is for students to have a comprehensive understanding of operations during the life cycle of a mine while they are still students, and thus learn to communicate clearly with the entire operational network of the industry. As a result, the mining industry and its stakeholders can be served more comprehensively. In particular, research related to Arctic mining is a key topic in the school's activities and stakeholder collaboration. Educational cooperation with Nordic universities is also closely linked to this.

The curricula of geosciences, geophysics, and mining technology and mineral processing have been developed to include the training of other specialised fields of the school. The courses take into account both the specialised expertise of the various fields as well as topics of the mining value chain that are relevant to financial and sustainable mining. Students can take advantage of the multidisciplinary approach of the University of Oulu can by choosing environmental technology or entrepreneurial studies, for example.

Close cooperation with the industry is considered to be essential in OMS. Collaboration with the working world is maintained and promoted in teaching, including through traineeships, visits to mines and field courses, and by benefiting from the know-how of visiting lecturers. OMS also organises tailored workshops for professionals who are already employed, in line with the theme of lifelong learning. The Oulu Mining Summit Seminar, which is held annually with Business Oulu, is an excellent form of stakeholder collaboration where students can hear about the development and situation of the various mining sectors and network

with people and entities in the working world.

The international master's programme: "Mineral Resources and Sustainable Mining" covers both degree programmes in the school. Internationalism is featured strongly in the mining school, particularly as a result of the increasing collaboration between Nordic Mining School and universities in the Arctic regions. Exchange students and trainees from around the world contribute to enlivening the study culture of OMS.

The professors of the mining school are international experts in their field, with work experience both in the world of research and in industry. In addition to them, the staff includes university lecturers, post-doctoral researchers and post-graduate students. The experts of the OMS Research Centre constitute a group of their own.

The OMS Research Centre, which meets the requirements for safety and sustainable development, is a unique entity in the university world. It provides an excellent platform for teaching and research, not only for national but also for international partners, including universities, research institutes and representatives of the business community.

Saija Luukkanen
Professor
Head of the Unit
Oulu Mining School



SUSTAINABLE USE OF EARTH'S NATURAL RESOURCES

 Sustainable use of
Earth's natural resources

Outotec develops leading technologies and services for the sustainable use of Earth's natural resources. Our 4,000 top experts are driven by each customer's unique challenges across the world. Outotec's comprehensive offering creates the best value for our customers in the mining, metal, energy, and chemical industries. Outotec had sales of approximately EUR 1.3 billion in 2018, and its shares are listed on NASDAQ Helsinki. www.outotec.com

Outotec

Geotieteet – kallioperä ja maa-aines

Geotieteiden tutkimusryhmän tutkimusteemoihin kuuluu malmien ominaisuuksien ja synnyn tutkiminen.

Tutkimukseen piiriin kuuluvat mm. magmaattiset Ni-Cu-PGE-, Cr- ja Fe-Ti-V-malmit sekä orogeeniset kultamalmit, unohtamatta kuitenkin muita hyödyllisiä metalli- tai teollisuusmineraaliesiintymiä. Tällaisia voivat olla esimerkiksi akkumetalleja (mm. litiumia ja kobolttia) sisältävät esiintymät, massiiviset sulfidimalmit ja mustaliuskeet sekä muut tärkeät sedimenttiperäiset esiintymät. Malminetsinnän perustana on syvälinen tieto Fennoskandian kilven kallio- ja maaperästä.

Tutkimusryhmä on kartoittanut tietoa pitkäjänteisellä tutkimuksella liittyen etenkin Pohjois- ja Itä-Suomen prekambriksen kallioperän syntyyn ja kehitykseen sekä

maapallon pohjoisten alueiden myöhempään glasiaali- ja kerrostumishistoriaan ja pohjavesiin. Maaperätutkimuksessa tutkimuspanos on erityisesti glasiaaligeologian, kvartaaristatigrafian ja sedimentologian sekä globaalimuutostutkimuksen aloilla.

Maaperägeologiassa soveltava tutkimus liittyy maaperägeologisten malminetsintämenetelmien käytännön sovelluksiin, hiekka-, sora- ja pohjavesivarojen hyödyntämiseen sekä ympäristönsuojeluun liittyviin tutkimuksiin. Soveltavaa tutkimusta tehdään yhteistyössä mm. valtion sektoritutkimuslaitosten, alueellisten ympäristökeskusten ja yksityisten yritysten kanssa.



EI KOMPROMISSEJA.

HITACHI
Reliable solutions

ROTATOR

www.rotator.fi

Geosciences – Bedrock and soil

Research themes in the geoscience research group include studying the properties and origin of ores.

Research covers the magmatic Ni-Cu-PGE, Cr and Fe-Ti-V ores, as well as orogenic gold ores, along with other useful metal and industrial mineral deposits. These may include deposits that contain battery metals (e.g. lithium and cobalt), massive sulphide ores and black schists, and other important deposits of sediment origin. Mineral exploration is based on in-depth knowledge of the bedrock and soil of the Fennoscandian shield.

In connection with long-term research, the research team has mapped out information on the emergence and development of the Precambrian bedrock, especially of northern and eastern Finland, and the subsequent glacial and stratification history and groundwater of the northern regions of the globe.

The research contribution from quaternary geology comes particularly in the fields of glacial geology, quaternary stratigraphy and sedimentology and global change research.

Applied research in quaternary geology is related to practical applications of methods for prospecting for ores in the quaternary geological layer; utilisation of sand, gravel and groundwater resources; and studies on environmental protection. Applied research is carried out in cooperation with state sector research institutes, regional environmental centres and private companies, among others.



TALLQVIST

kivenkovaa ajoa.

tallqvist.fi

Sovellettu geofysiikka

Geofysiikka sisältää maapallon ja sitä ympäröivän lähiavaruuden fysikaalisen rakenteen ja ominaisuuksien sekä niihin liittyvien fysikaalisten prosessien tutkimuksen.

Geofysiikka on luonnontiede, joka tutkii maapallon ja sitä ympäröivän lähiavaruuden fysikaalista rakennetta ja ominaisuuksia, sekä näihin liittyviä fysikaalisia prosesseja. Oulun yliopistossa geofysiikan opetus ja tutkimus keskittyy sovellettuun geofysiikkaan, jossa painoalueena on geofysikaalisten tutkimusmenetelmien soveltaminen luonnonvarojen etsintään ja kartoitukseen sekä ympäristö- ja insinöörialojen kohteisiin. Oleellinen opetus- ja tutkimusala on laskennallinen geofysiikka, jossa keskitytään geofysikaalisten mittaustulosten tulkintaan numeerisen mallintamisen ja inversion avulla. Toinen merkittävä opetus- ja tutkimusaihe on litosfäärigeofysiikka, missä keskitytään

tutkimaan Maan kuoren ja ylävaipan rakennetta, koostumusta ja kehityshistoriaa, jotka ovat suoraan vaikuttaneet maankamarassa olevien resurssien jakaumaan ja muodostumiseen.

Geofysiikalla on tärkeä rooli kaivoksien koko elinkaaren aikana. Ennen kaivoksen avaamista geofysiikkaa sovelletaan malminetsintään, kaivostoiminnan aikana ympäristön ja kallioperän monitorointiin sekä lisäresurssien etsintään ja kaivostoiminnan päätyttyä ympäristön monitorointiin ja mahdollisesti saastuneiden maa-alueiden kartoittamiseen.

**NOT JUST LIME, BUT A MINE
OF OPPORTUNITIES**

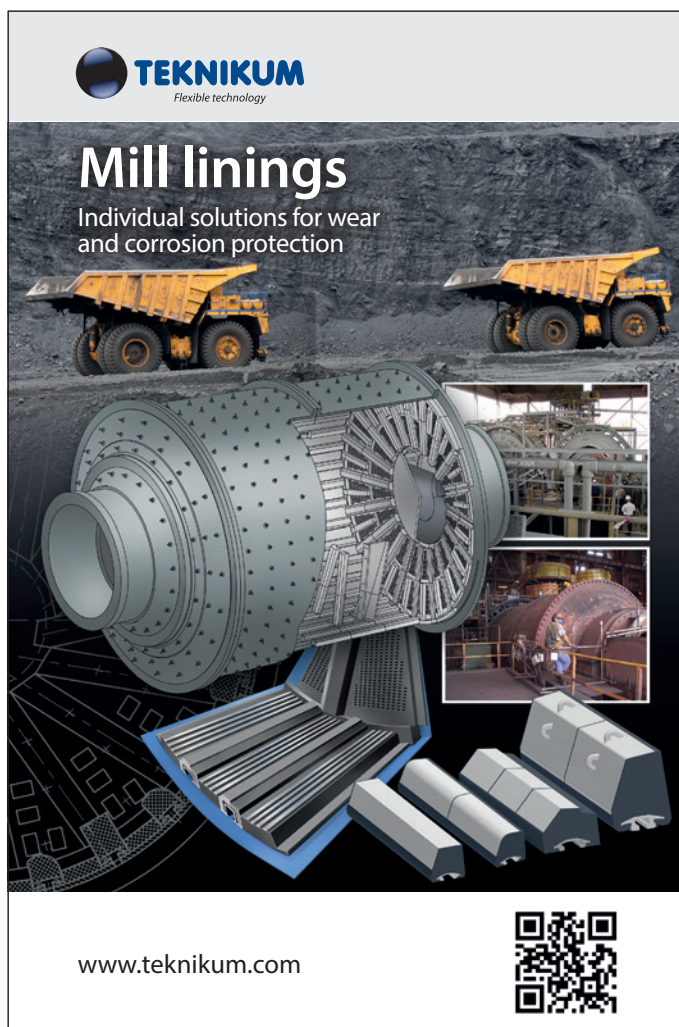
#rockstarsinlime
#rocksolidprofessionals
#stonehardtalents



Nordkalk
www.nordkalk.com

TEKNIKUM
Flexible technology

Mill linings
Individual solutions for wear and corrosion protection



www.teknikum.com



Applied Geophysics

Geophysics involves the study of the physical structure and physical properties of the Earth and its surrounding space environment, and related physical processes.

Geophysics is a natural science that involves the study of the physical structure and physical properties of the Earth and its surrounding space environment, and related physical processes. At the University of Oulu, teaching and research in geophysics focuses on Applied Geophysics, with emphasis on the use of geophysical methods in exploration and mapping of natural resources and in environmental and engineering studies. A central subject is Computational Geophysics, in which multidimensional numerical modelling and inversion are taught and investigated as an essential part in the interpretation of geophysical data. Litho-

sphere Geophysics is also taught and studied, dealing with the structure, composition and evolution of the Earth's crust and upper mantle, which are linked to the genesis and distribution of geological resources.

In the life cycle of a mine, geophysics plays an important role before opening the mine (mineral exploration and resource assessment), during mining operations (exploration for additional resources, environmental monitoring), and after the closure of the mine (environmental monitoring and mapping of potentially contaminated areas).

GTK Mintec offers
industrial-scale pilot testing

- All kinds of ores and secondary materials
- Capacity up to 5 t/h
- State-of-the-art process mineralogy
- Bankability studies

Contact us: mineraalitekniikka@gtk.fi

Watch our video: www.gtk.fi/mintec_video



Kaivostekniikka

Kaivostekniikka on insinöörیتieteiden ala.

Kaivostekniikka on insinöörیتieteiden ala, joka soveltaa mekaniikkaa (erit. kalliomekaniikkaa) ja konetekniikkaa, sekä muita tieteenaloja ja teknologiaa kuten fysiikkaa, materiaalitiedettä, kemiaa ja liiketaloutta mineraalien saamiseksi hyötykäyttöön kallioperästä. Kaivostekniikka liittyy läheisesti rikastustekniikan, geologian, metallurgian ja geotekniikan aloihin. Kaivannaisalan tiedekunnassa kaivostekniikan tutkimus keskittyy seuraaviin teemoihin: kaivostoiminnan optimointi ja menetelmäkehitys, kiviaineksen lujuus, poraus- ja kairaus, louhinta ja murskaus, tunnelointi, tärinän vaimennus, tuenta, kiviainesmassojen luokittelu, kallioperän halkeilu ja seismiset tapahtumat, ilmanvaihtojärjestelmien ja kaivosturvallisuuden kehittäminen, kaivostoiminnan taloudellisuus, energiajärjestelmien ja resurssien tehokkuus sekä luonnonvarojen hyödyntäminen kestävän kehityksen mukaisesti.

Kaivosteollisuus tarvitsee osaavia, vastuullisia, luovia ja taitavia ammattilaisia, jotta kaivostoiminnoista saataisiin tuottavampia, turvallisempia ja taloudellisempia käyttämällä nykyaikaista tekniikkaa ja tuotantomenetelmiä. Kaivosinsinöörien työtehtäviin kuuluu suunnittelu sekä avolouhoksille että maanalaisille kaivoksille, valmistelut lyhyen ja pitkän aikavälin kaivos- ja tuotantosuunnittelusta sekä laitteiden valinta, poraus- ja räjäytyssuunnittelu, ilmanvaihtosuunnittelu maanalaisille kaivoksille, henkilöstön ja laitteiden turvallisuuden suunnittelu ja huomioiminen, prosessien optimointi jne. Kaivosinsinöörit eivät vain suunnittele, vaan tuovat myös innovatiivisia näkökulmia kestävän kehityksen mukaiseen kaivostoimintaan haastavissa ympäristöolosuhteissa ja vaikeissa markkinaolosuhteissa. Hyväksi päätöksentekijäksi tullakseen kaivosinsinöörit tarvitsevat korkeatasoisen teknillis-tieteelliset perustaidot sekä käytännön valmiudet kommunikoida ja työskennellä kaivosalan monitieteellisissä ryhmissä.

World-class mining and rock excavation equipment, service and solutions for automation and interoperability.

epiroc.fi



Mining Engineering

Mining Engineering is an engineering discipline.

Mining Engineering applies science in mechanics (especially in rock mechanics) and machinery technology, as well as the science and technology in other disciplines such as physics, materials science, chemistry, and business management, to extract minerals from the earth. Mining Engineering is associated with other disciplines, such as Mineral Processing, Geology, Metallurgy, and Geotechnical Engineering. Research in Mining Engineering at Oulu Mining School covers mining system, mining methods, rock fracture under static and dynamic loads, rock drilling and boring, rock blasting and rock fragmentation, tunneling, vibration reduction, rock support, rock mass classification, rock bursts and seismic events, ventilation, mining safety, mining economy, efficiency of mining energy, and efficiency of resource recovery. Mining brings natural earth minerals to the surface in a safe, efficient, and responsible way without causing undue disturbance to the environment, to satisfy societal and industrial needs, and to promote significant contributions to the economy.

To make mine operations more productive, safe, and economical using modern technology and highly sophisticated equipment methodologies, the industry needs intelligent, responsible, creative, and skillful practitioners. The job responsibilities of Mining Engineers include designing layouts for both surface and underground mines, preparation of short- and long-range mine plans and production sequences, selection and scheduling of equipment, designing drill and blast patterns for rock fragmentation and excavation, designing ventilation plans for underground mines, monitoring safety of personnel and equipment, optimizing processes, etc. Mining engineers not only plan, design and supervise the exploitation of both the surface and underground mining operations for safe and profitable extraction, but also to bring innovative decisions for making the mining operation sustainable in challenging environmental and difficult market conditions. To become a good decision maker, mining engineers require sound fundamental technical and scientific multi-disciplinary knowledge as well as practical skills for communicating and working in multidisciplinary teams.

normet
NORMET.COM



EQUIPMENT



SERVICES



CONSTRUCTION
CHEMICALS



ROCK
REINFORCEMENT

DEFINING THE FUTURE UNDERGROUND

Securing a safe and sustainable future
Building the safest places underground

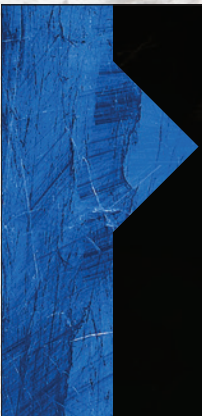
Innovating for performance
Delivering productivity with leading-edge solutions and technology

Partnering for the future
Our whole team is committed to our customers' goals

Kaivostekniikan koulutusohjelma toteuttaa opetussuunnitelmaan ja innovatiiviseen tutkimukseen pohjaavia tutkinto-ohjelmia. Tavoitteena on tuottaa päteviä kaivostekniikan insinöörejä, jotka omaavat hyvät tiimityötaidot ja ovat tietoisia muutostarpeista kestävän kehityksen mukaisissa kaivosprosesseissa.



“The mining expert of tomorrow will have a thorough knowledge of matters related to sustainable mining, as well as of the impacts that mining and its related fields have on society and the environment.”



**FURTHER.
FASTER.
Robit**



The mission of the Mining Engineering programme is to continue to improve and maintain quality undergraduate and graduate programs supported by an up-to-date curriculum and innovative research, and to produce technically competent mining engineers who possess team skills and are cognizant of the changing needs of an environmentally sensitive society.



Heavy-duty slurry pumps are part of our wide product offering



We know what it takes to be successful in abrasive and corrosive environments. Product innovation in close cooperation with our customers secures optimal reliability at the lowest possible energy consumption.

Our offering also includes a wide range of repair, spare parts and services.

<https://www.sulzer.com/en/shared/contact/contact-us>

Our contacts in Finland

New equipment: jukka.vanhala@sulzer.com

Spares: niko.eriksson@sulzer.com

Services: panu.mikkola@sulzer.com

SULZER

Rikastustekniikka

Rikastustekniikka käsittää rikastukseen liittyvät prosessimenetelmät ja ilmiöt.

Energiankulutuksen vähentäminen, prosessien optimointi entistä matalapitoisemmille malmeille sekä vedenkäytön optimointi rikastusprosessissa ovat haasteita, joita kaivosyritykset kohtaavat yhä enenevässä määrin. Rikastuksessa suurin energiankuluttaja on malmin hienonnusvaihe ja jauhatuksen optimoinnilla on merkittävä vaikutus prosessin kokonaistalouden kannalta. Malmisyytteen laadun vaihtelu vaikuttaa olennaisesti jauhatustulokseen, ja mitä paremmin sitä pystytään seuramaan reaaliaikaisesti, sen paremmin muutoksiin voidaan reagoida ajoissa. Jauhatusvaiheen optimointi onkin eräs keskeisistä tutkimusaiheista Rikastustekniikan tutkimusryhmässä.

Matalapitoisia malmeja louhittaessa muodostuu huomattavia määriä sivukiveä. Erilaisten esirikastusmenetelmien soveltaminen tapauskohtaisesti ja niiden edelleen kehittäminen voivat tarjota merkittäviä mahdollisuuksia rikastustuloksen parantamiseksi ja rikastushiekan määrän vähentämiseksi. Käyttösovellusten löytäminen rikastushiekan eri komponenteille on merkittävä kiinnostuksen kohde maailmalla, ja myös Rikastustekniikan tutkimusryhmä on mukana aiheeseen liittyvässä tutkimuksessa.

Vedenkäytön optimointi rikastusprosessissa on hyvin keskeisessä roolissa paitsi tiukentuvien ympäristönormien ja jätteenhallinnan kannalta, myös erityisesti kuivilla alueilla, joissa tuoreveden saanti on merkittävä ongelma. Meriveden käyttö tuoreveden korvaajana on vaihtoehto, mutta se tuo omat haasteensa prosessiin ja vaatii suolanpoistoyksikön rakentamisen. Prosessiveden laatuun vaikuttavat muun muassa eri ionien konsentraatiot ja keskinäiset suhteet, hienoaaines sekä prosessissa käytettävät kemikaalit ja niiden hajoamistuotteet. Veden laadun vaihtelusta johtuvat ei-toivotut reaktiot saattavat aiheuttaa ennalta arvaamattomia häiriöitä prosessissa. Reaaliaikaisten mittaus- ja säätömenetelmien hyödyntäminen ja jatkuva kehittäminen olennaisten mittausparametrien selvittämiseksi auttaa osaltaan vedenkierrätyksen optimoinnissa ja prosessiohjauksessa.

Prosessiautomaation ja simulointimenetelmien sekä reaaliaikaisten mittausmenetelmien käyttö auttaa myös saavuttamaan ratkaisuja, jotka vastaavat paremmin kestävän kehityksen mukaisten rikastusprosessien haasteisiin. Kaivannaisalan yksikössä eräs keskeisistä tutkimusaihepiireistä liittyy nimenomaan prosessiautomaation ja mittausmenetelmien kehittämiseen, mihin puolestaan linkittyy prosessin toimivuuden kannalta oleellisten fysikaaliskemiallisten ilmiöiden tutkimus ja tunnistaminen eri yksikköprosesseissa.

outokumpu
high performance stainless steel



Outokumpu is the global leader in stainless steel. We create advanced materials that are efficient, long lasting and recyclable. Outokumpu offers numerous career opportunities for people with different backgrounds around the world.

www.outokumpu.com

Mineral processing

Mineral processing involves methods and phenomena related to the processing of minerals.

Reducing energy consumption, optimising processes for increasingly low grade ores, and optimising water use in mineral processing are challenges that mining companies are increasingly confronted with. The biggest consumption of energy in mineral processing is from the crushing and grinding stage, and optimisation of grinding has a major impact on the overall economy of the process. Variation in the quality of ore significantly affects the grinding result, and the better it can be monitored in real time, the easier it is to react in time. Optimisation of the grinding phase is one of the key research topics in the Mineral processing technology research group.

A considerable amount of waste rock is formed when mining low grade ores. The application of different pre-processing methods on a case-by-case basis, and their further development, can provide significant opportunities to improve the mineral processing results and reduce the amount of tailings. There is significant interest in the world to find applications for the various components of tailings, and the Mineral processing research team is also involved in the related research.

Optimising water use in mineral processing plays a key role not only in terms of stringent environmental standards and waste management, but also in particularly dry areas where access to fresh water is a major problem. The use of seawater as a substitute for fresh water is an option,

but it brings its own challenges to the process and requires the construction of a desalination unit. The quality of processing water is affected by, among other things, the concentrations and interrelationships of the various ions; fine particles; and the chemicals and breakdown products used in the process. Unwanted reactions caused by variations in water quality may cause unpredictable disturbances in the process. The use and continuous development of real-time measurement and control methods to determine the essential measurement parameters contributes to the optimisation of water recycling and process management.

The use of process automation and simulation methods, as well as real-time measurement methods, also helps to achieve solutions that are better suited to tackle the challenges of sustainable mineral processing. One of the key research themes in the Mining School relates specifically to the development of process automation and measurement methods, which in turn is linked to the research and identification of the physical chemical phenomena relevant to the functioning of the process in different unit processes.



Pyhäsalmi Copper-Zinc-Pyrite Mine

- Sustainable mining since 1962
- One of the most efficient underground mines in its size-group with 250 employees
- Pioneered advanced technologies in mining and in process
- Driven by our values in safety & health, profitable business, respecting environment and socially responsible actions



Pyhäsalmi Mine

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

Arktisten resurssien kestävä hyödyntäminen

Arktisten alueiden geologinen tutkimus ja luonnonvarojen kartoitus on yhä laajeneva toimintakenttä.

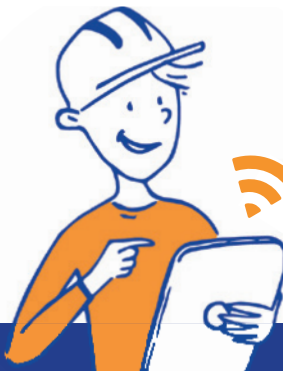
Nykypäivinä kaivannaisalalla korostuu kansainvälinen yhteistyö. Kasvavan kiinnostuksen kohteena ovat erityisesti arktisen alueen mineraaliresurssit ja ympäristönmuutos. Uudet tutkimusmenetelmät ja kokonaiskuva koko arktisen alueen geologisesta kehityksestä ovat tulevaisuudessa yhä keskeisempää osaamisaluettamme ja tämän tiedon tarve korostuu uusien malmivarojemme arvioinnissa. Samalla kun hyödynnetään uusia analytiikan ja tiedonhallinnan menetelmiä on mahdollista rajata kriittisiä geologisia alueita ja optimoida Arktisten mineraalivarojen etsintää ja ymmärtää niiden syntyä.

Arktista yhteistyötä toteutetaan erityisesti mm. Nordic Mining School-konseptimme alla, jossa yhteistä koulutusta on Oulun yliopiston, Luulajan teknillisen korkeakoulun ja Tromssan yliopiston/ Norjan Arktisen yliopiston ja nyttemmin myös tanskalaisten ja islantilaisten partnerien kanssa. Yhteinen tavoiteteemme on perustaa vielä laajempi konsortiumi Euroopan arktisten alueiden yliopistojen välille liittyen siihen tutkimukseen ja koulutukseen, joka kattaa kestävän mineraalivarojen hyödyntämisen. Tämä sisältää aktiviteetit malminetsinnästä rikastukseen ja myös kaivostoiminnan ympäristölliset ja sosiaaliset näkökohdat.

**“We do science
with an
Arctic attitude.”**

SKY

Suomen Kaivosyrittäjät ry



FinMeas

|||||

**AUTOMATIC MONITORING OF
SOIL AND ROCK STRUCTURES**

- ▶ Up-to-date measurement data
- ▶ Automatic alerts of critical events

finmeas.com

Sustainable exploitation of Arctic resources

Geological exploration of the Arctic and mapping out its natural resources is a growing field.

International cooperation is becoming increasingly important in the mining industry. In particular, there is growing interest in the mineral resources and environmental change of the Arctic. New research methodologies and an overall view of the geological development of the Arctic will become increasingly central to our area of expertise and the need for this information will grow in the assessment of our new ore resources. When using new methods of analytics and data management, it is possible to narrow down critical geological areas and optimise the exploration of Arctic mineral resources and understand their origins.

In particular, Arctic cooperation is carried out under our Nordic Mining School concept, in which joint teaching is conducted at the University of Oulu, Luleå University of Technology, and the University of Tromsø/Arctic University of Norway and now also Danish and Icelandic partners. Our common objective is to establish an even broader consortium between universities in the European Arctic related to research and education that deals with the sustainable exploitation of mineral resources. This includes activities from exploration to mineral processing and also the environmental and social aspects of mining operations.



Suomen Rakennuskone Oy maahantuo, huoltaa ja kunnossapitää **KOMATSU KAIVOS- JA MAARAKENNUSKONEITA.**

Koneiden digitaaliset valvonta- ja ohjausjärjestelmät kehittyvät nopeaa vauhtia. Etsimme jatkuvasti joukkoomme uusia tuloksentekijöitä Sodankylän ja Oulun toimipisteisiin.



830E-5 LOUHEENSIIRTOAUTO on Komatsun ensimmäinen dieselsähköinen auto Suomessa ja EU maissa. Ne voidaan varustella myöhemmin virroittimilla ja niissä on esivalmius autonomiseen ajoon. Lastaamassa Komatsun 220 tonnin työpainoinen **PYÖRÄKUORMAIN WA1200-6**, kauhakoko 18 m³.

SR-O.fi TARJOAA DUUNIA JA KASVUN PAIKKOJA



PROJEKTI SUSIKORPI. Vuoden 2020 lopussa teemme töitä Oulussa (Kempele) sekä Sodankylässä uusissa tiloissa.

Lue lisää sivuiltamme

[SR-O.fi/suomenrakennuskone/ura](https://www.sr-o.fi/suomenrakennuskone/ura)

Nordic Mining School

Nordic Mining School yhdistää Oulun, Luulajan ja Tromssan yliopistojen osaamisen.

Kaivostoimintaan liittyvät haasteet herkällä arktisella alueella edellyttävät alan toimijoilta paikallisen toimintakentän ja sen ominaispiirteiden syvällistä tuntemusta, jotta voidaan toimia mahdollisimman hyvin kestävä kehityksen edellytysten mukaisesti ja ympäristöstä huolehtien. Tähän liittyen pohjoisen alueen yliopistojen asiantuntemus ja toiminta korkeasti koulutettujen osaajien tuottajana on merkittävässä roolissa.

Nordic Mining School on alun perin Oulun yliopiston ja Luulajan teknillisen korkeakoulun vuonna 2008 perustama yhteisö. Vuonna 2016 toimintaan liittyi mukaan Tromssan yliopisto ja sittemmin myös tanskalaisten ja islantilaisien partnerien mukautulosta on keskusteltu. Sysäyksen yhteistoiminnalle on antanut huoli osaajien riittävyydestä kattamaan Pohjoismaiden kaivosteollisuuden tarpeita tulevaisuudessa. Erityisesti Euroopan mittakaavassa Suomen, Ruotsin ja Norjan malmipotentialiaali on merkittävä, ja uusien kaivosprojektien myötä myös

kaivosalan osaajien määrä on lisääntynyt huomattavasti – asiantuntijoita kaivataan kipeästi kaivos-toiminnan eri osa-alueille. Jotta varmistettaisiin osaajien riittävyys yhteispohjoismaisille työmarkkinoille myös tulevaisuudessa, on nähty tarpeelliseksi tiivistää yhteistyötä erityisesti korkeasti koulutettujen geologien ja insinöörien koulutuksessa.

Nordic Mining Schoolissa tehtävä yhteistyö mahdollistaa opiskelijoille laajemman verkostoitumisalueen jo opiskeluvaiheessa. Se tarjoaa myös monipuolisemman opintokurssitarjonnan sekä mahdollisuuden kaksoistutkintoon (toistaiseksi mahdollista Oulun ja Luulajan välillä). Käytännön yhteistyö Nordic Mining Schoolissa on sisältänyt mm. yhteisprofessorin, jaettuja luentoja ja kursseja eri yliopistojen välillä sekä yhteisesti järjestettyjä työpajoja ja lyhytkursseja. Vahvistunut yhteistyö alan koulutuslaitosten välillä on lisännyt ja monipuolistanut yhteistyötä myös yliopistojen henkilökuntien välillä, mikä on johtanut mm. osallistumiseen yhteisiin EU-hankemakemuksiin ja -hankkeisiin.



Nordic Mining School

Nordic Mining School combines the knowledge of the universities of Oulu, Luleå and Tromsø.

The challenges related to mining in the sensitive Arctic area require in-depth knowledge of the local operating environment and its characteristics in order to allow us to work in accordance with the requirements of sustainable development and take care of the environment. In this context, the expertise and activities of universities in the northern region play an important role in producing highly skilled professionals.

Nordic Mining School was originally a community founded in 2008 by the University of Oulu and Luleå University of Technology. In 2016 it was joined by the University of Tromsø, and since then the involvement of Danish and Icelandic partners has also been considered. The reason for starting the collaboration was a concern that there are not enough skilled professionals to meet the future needs of the mining industry in the Nordic countries. In particular, on a European scale the potential of Finnish, Swedish and Norwegian ore is significant, and with new mining projects there has also been a significant

increase in the number of mining professionals – experts are desperately needed for the different areas of mining operations. In order to ensure the adequacy of the skills of the people of the common Nordic labour market in the future, it has been deemed necessary to intensify cooperation, especially in the training of highly educated geological and engineers.

Cooperation in Nordic Mining School enables students to have a wider networking area already during their studies. It also offers a great variety of courses and the possibility of earning a double degree (so far possible between Oulu and Luleå). Practical cooperation in Nordic Mining School includes joint professors, shared lectures and courses between different universities, and jointly organised workshops and short courses. The enhanced cooperation between educational institutions in the field has also boosted and diversified the cooperation between staff members of universities, which has led to participation in joint EU project applications and projects.

ROXON



NEW ERA IN BULK MATERIAL HANDLING

- Feeding, conveying and components
- Service and upgrades

FAST DELIVERY & INSTALLATION

SEE MORE:
www.roxon.com



Kansainvälinen yhteistyö teollisuuden ja tutkimusyhteistyökumppaneiden kanssa on olennainen osa tohtorikoulutettavan työnkuvaa. Tohtoritutkinto antaa pohjan akateemiselle uralle ja tarjoaa mahdollisuuden kouluttautua korkeatasoiseksi ja monialaiseksi asiantuntijaksi kansallisille ja kansainvälisille työmarkkinoille.



International cooperation with industry and research partners is an integral part of the work of doctoral students. A doctoral degree provides a foundation for your academic career and offers an opportunity to educate yourself into a high-quality and multidisciplinary expert for the national and international labour market.

“Our organisation culture promotes internationalisation. Our degree programmes support exchange studies and internships abroad.”

“Our international master’s programmes are integrated with other master’s programmes and offer more international career options for all graduates. Tuition fees for students from outside the EU and EEA are transparent and the scholarship system is motivating.”

You, me, she, he, we, you, they...

Sotkamo Silver is the first Finnish mining company who has founded an environmental working group together with the local community.

SOTKAMO SILVER

Kainuu ELY Centre - Sotkamo Municipality - Tipasoja Fishing Association - Tipasoja Village Association - Sapsoperä Village Association - Sotkamo Association of Nature Conservation - Kainuu Health and Social Care Services - Metsähallitus (Hiidenportti National Park) - UPM

Kaivannaisalan yksikkö palvelee kokonaisuudessaan Suomen mineraalistrategian ja EU:n mineraalisten luonnonvarojen strategisen vision toteutumista ja antaa hyvät puitteet tutkimukselliselle ja koulutukselliselle yhteistyölle kansallisten kaivosalan toimijoiden kanssa.

Kaivannaisalan yksikössä harjoitetaan kansainvälisesti korkealaatuista tutkimusta. Erityisen tärkeää alalla on myös kaivos- ja teknologiayritysten kanssa tehtävä yhteistyö, joka antaa lisäarvoa kaivannaisalan kokonaisvaltaiselle koulutukselle ja tutkimukselle.

Kansainvälinen yhteistyö on laajaa varsinkin tutkimuksessa. Yksikkö osallistuu useiden kansainvälisten koulutusverkostojen, kuten Nordic Mining Schoolin toimintaan, ja sillä on kansainvälinen maisterikoulu taloudellisen geologian alalla.

**“Strategic
partnerships
allow for better
results.”**



EcoTruxure™
Innovation At Every Level

Schneider Electric helps Mining, Minerals and Metals companies grow in a sustainable way and get the most of their production.

se.com/fi

Life Is On

Schneider
Electric

Oulu Mining School, as a whole, facilitates the implementation of the Finnish mineral strategy and the EU's strategic vision for mineral resources, and provides a good framework for research and educational cooperation with national mining operators.

Internationally top-quality research is conducted in the School. Also of particular importance in the industry is cooperation with mining and technology companies, which adds value to comprehensive mining education and research.

International cooperation is very extensive, especially in research. The School participates in the operations of several international training networks, such as that of Nordic Mining School, and it has an International Master's programme in the field of economic geology.

BusinessOulu supports economic growth of the Oulu region mining industry

Mining industry provides significant business opportunities in the Northern Finland. There are currently over 100 companies in the region operating in mining industry and providing services directly for mining industry.

Cooperation between BusinessOulu, regional companies and educational and R&D institutions focuses on

- increasing mining industry investment potential
- building national and international networks and partnerships
- developing mining industry clusters
- promoting and improving IoT and digitalization for the benefit of mining industry

Contact: Olli Löytynoja
Head of Key Accounts and Investments
+358 (0) 400 340 028
olli.loytynoja@businessoulu.com

Tiina Haapaniemi
Coordinator Cleantech & Industry
+358 (0) 50 3023 196
tiina.haapaniemi@businessoulu.com



www.businessoulu.com
www.oulu.com



BusinessOulu



#businessoulu



BusinessOulu

OULU | BusinessOulu

Oulu Capital
of Northern
Scandinavia



**Oulu Mining
Summit 2019**

Tohtorikoulutus

Tutkijakoulu tarjoaa tohtoriopiskelijoille yhteisiä kursseja sekä tieteenalakohtaista koulutusta tohtoriohjelmassa, jotka tukevat laadukasta tutkimusta.

Tohtorikoulutettavan tavoitteita ovat tohtoritutkinnon suorittaminen, uuden tieteellisen tiedon julkaiseminen ja oman tutkijaprofiilin kehittäminen. Työhön kuuluu tutkimuksen lisäksi yliopiston opetustehtäviä.

Väitöskirjatyön aikana on mahdollisuus vierailla ulkomaisissa tutkimusinstituuteissa ja osallistua kansainvälisiin konferensseihin, jotka tarjoavat tilaisuuden esitellä tutkimustuloksia ja verkostoitua tutkimusalan huippujen ja teollisuuden partnereiden kanssa.



Doctoral programme

The graduate school offers doctoral students joint courses and discipline-specific training in doctoral programmes that support high quality research.

The goals of doctoral students are earning a PhD degree, publishing new scientific information and developing their own researcher profile. The work includes research as well as university teaching assignments.

While completing a doctoral thesis, there is an opportunity to visit foreign research institutes and participate in international conferences, which provide an opportunity to present research results and network with top players in the research field and industry partners.



SAVONIA
AMMATTIKORKEAKOULU



POHJOIS-SAVON LIITTO

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto
Euroopan sosiaalirahasto

Kuopio Water Cluster – osaamisesta kansainväliseksi liiketoiminnaksi

Savonia ammattikorkeakoulu oy koordinoi Pohjois-Savoon perustettavaa merkittävää vesiteknologian tutkimus- ja tuotekehityskittymää Kuopio Water Clusteria. Kuopio Water Cluster edesauttaa uusien teknologioitten, tuotteitten ja palveluitten kehittämistä vesialan ajankohtaisiin haasteisiin, kuten kaivosteollisuuden ja sellu- ja paperiteollisuuden vedenkäsittelyyn. Ratkaisuja kehitetään tiiviissä yhteistyössä alalla toimivien yritysten kanssa. Kuopion vesiklusterin keskeisiä toimijoita ovat: Savonia-ammattikorkeakoulu oy (Savonia), Itä-Suomen yliopisto (UEF), Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL), Geologian tutkimuskeskus (GTK), Ruokavirasto sekä Luonnonvarakeskus (Luke).

Kuopio Water Clusterin tuotekehityspalveluitten fokuksessa ovat:

Prosessit: Vedenkäsittelyteknologioitten ja suljettujen vesikiertojen kehittäminen
Ympäristö: Vesistöjen ja pohjavesien pilaantumisen ehkäiseminen ja teollisuusvesien hallinta
Smart Solutions: Älykkäät vesihuollon ratkaisut

Kuopion Vesiklusterin erityisenä vahvuutena on kyvykkyys kehittää ja testata uusia vesiteknologian sovelluksia käytäntöön sekä laboratorio-olosuhteissa että pilotmittakaavassa kenttäkohteissa yhteistyössä alalla toimivien yritysten kanssa. Tästä on merkittävä etu kehitettäessä veteen liittyviä käsittelyprosesseja sekä uusia sovelluksia esim. teollisuuteen.

Klusteri tulee muodostamaan yhden tiiviin toiminnallisen kokonaisuuden, joka kykenee vastaamaan yhden luukun periaatteella vesialan yritysten tuotekehitys- ja testauspalvelutarpeisiin. Lopputuloksena muodostuu laaja-alainen vesiosaamisen ekosysteemi, joka kehittää, tuotteistaa ja kokoaa uusia innovaatioita ja ratkaisuja kansainvälisille markkinoille yhteistoiminnassa alalla toimivien yritysten kanssa.



Pohjois-Savon liitto on myöntänyt Kuopio Water Clusterille merkittävän EAKR-rahoituksen toimintojen kehittämiseen. Toukokuussa 2019 saatu 4,5 milj. euron hankerahoitus vahvistaa merkittävästi vesiklusterin toimintaedellytyksiä ja kyvykkyyttä edesauttaa vesialalla toimivien yritysten tutkimus- ja tuotekehitystoimintoja sekä uuden yritystoiminnan muodostumista. Hankerahoituksella toteutetaan strategisia laiteinvestointeja sekä käynnistetään klusterin toiminnot.

Kuopio Water Cluster:

Edesauttaa uuden liiketoiminnan syntymistä vesiosaamisesta (startupit, uudet tuotteet ja palvelut)
Vahvistaa nykyisten yritysten asemaa ja kyvykkyyttä potentiaaliseen kasvuun
Houkuttelee alueelle uusia yrityksiä (veturiyritykset, pk-yritykset...)
Tukee alalla toimivien yritysten pääsyä kansainvälisille markkinoille



**“Watch our video of OMS’
international students.”**



TAPOJÄRVI



**KAIVOS- JA
TEHDASPALVELUT
KIERTOTALOUDEN
EDELLÄKÄVIJÄLTÄ**

**ON ILO OLLA
TAPOJÄRVELÄINEN -
TULE MEILLE TÖIHIN!**

www.tapojarvi.com/rekrytointi

Tapojärvi Oy on vuonna 1955 perustettu pohjoissuomalainen yritys.
Olemme erikoistuneet kaivos- ja tehdaspalveluihin
sekä materiaalien prosessointiin.
Työllistämme lähes 500 työntekijää.
Toimimme usealla eri paikkakunnalla Suomessa ja ulkomailla.

OMS-tutkimuskeskus

Huippuluokan tieteellisen tutkimuksen ja koulutuksen sekä yritysten ja tutkimuslaitosten kanssa tehtävän perustutkimuksen takeena on moderni infrastruktuuri, laboratorioista jatkuvatoimiseen vaahdotusrikastamoon.



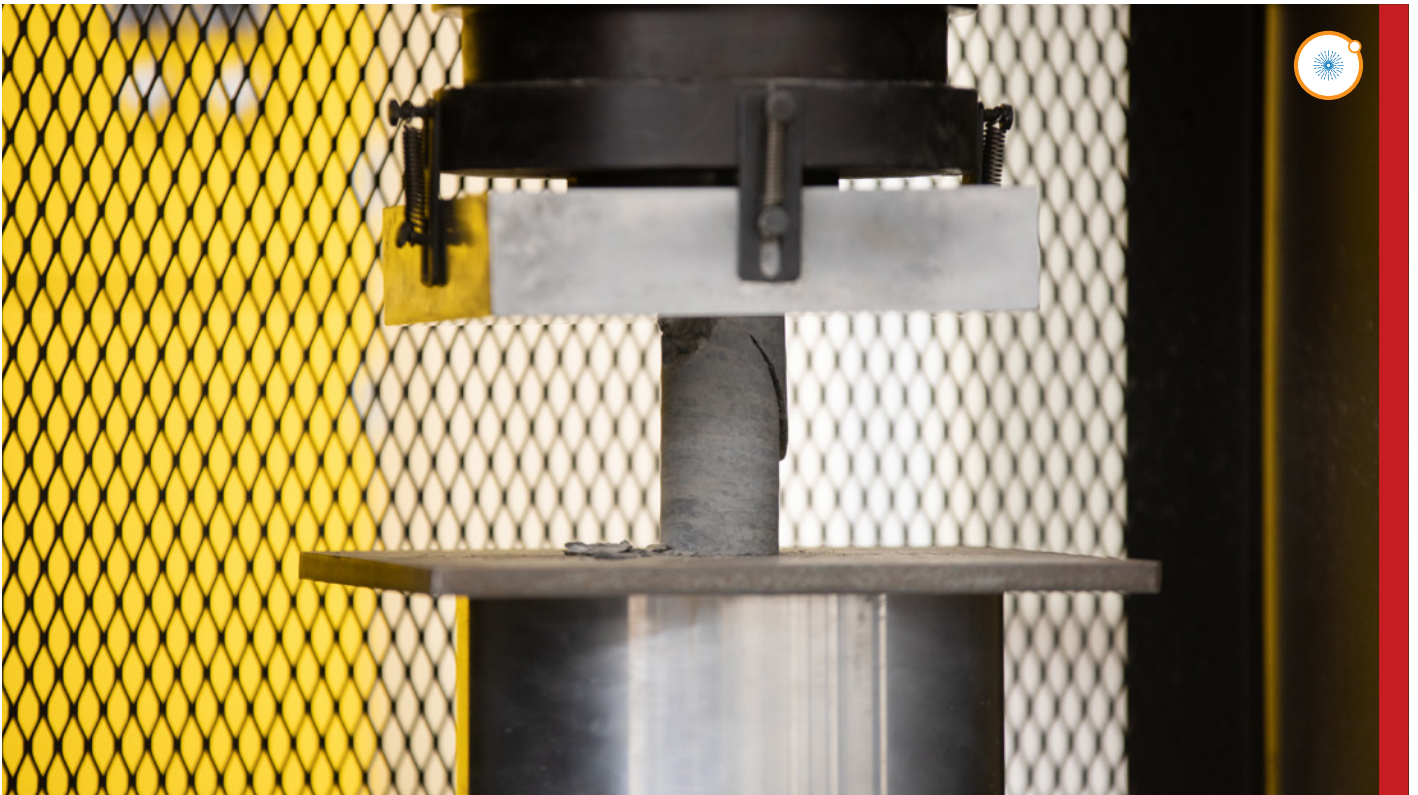
Kaivannaisalan yksikön
korkeatasoiset analysaattorit
sijaitsevat Oulun yliopiston
materiaalianalysikeskuksessa,
www.oulu.fi/mnt

OMS Research Centre

A modern infrastructure, from laboratories to a froth flotation plant, is a guarantee of cutting-edge scientific research and education, as well as basic research carried out with companies and research institutes.



The high quality analysers of Oulu
Mining School are located in the
Centre for Material Analysis of the
University of Oulu:
www.oulu.fi/mnt



GW B

Ratkaisuja laboratorioon



RETSCH	myllyt ja jauhimet
ELEMENTAR	CS/ONH -analytiikka
RIGAKU	XRF- ja XRD -analytiikka
MILESTONE	mikroaaltomärkäpoltto



www.gwb.fi

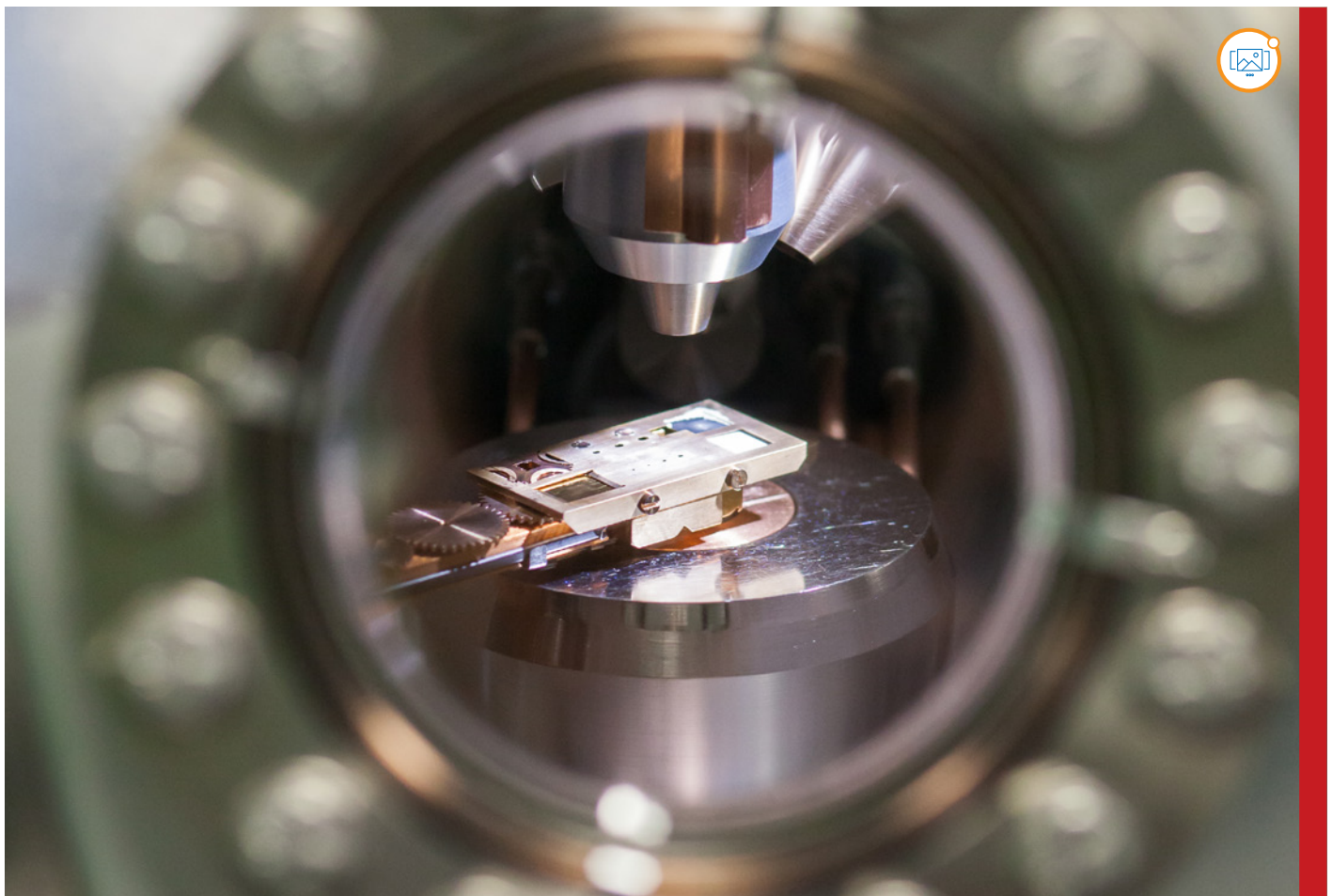
OMS-tutkimuskeskuksen laboratoriot ja rikastuslaitokset palvelevat koko kaivannaisalan ilmiö- ja teknologiatutkimusta mineralogisista ilmiöistä modulaarisiin automaatioprosesseihin.

Ohuthielaboratoriossa valmistetaan kiinteistä materiaaleista (kivet, betoni, kuona jne.) ohuthieitä, kiillotettuja ohuthieitä sekä kiillotettuja nappeja mikroskooppista ja mineraalianalyttistä tutkimusta varten.

Geokemian laboratoriossa suoritetaan kivi- ja maaperänäytteiden liuotusta, mineraalien separointia, erilaisia titrauksia, adsorptiotutkimuksia sekä analyysitoimintaa käyttäen FAAS-, GAAS-, XRF-, XRD-, FTIR-, LECO- ja spektrofotometrisiä menetelmiä.

Kaivannaisalan yksikön laboratoriossa on huippu-tutkimuslaitteisto kaivosalan tutkimus- ja koulutus-käyttöön. Laboratoriossa on mm. tutkimuslaitteet jauhatukseen ja kaikkiin erottelumenetelmiin sekä tutkimuksissa tarvittavat mitta- ja analyysilaitteet.

Geotekninen laboratorio on kaivannaisalan yksikön ja vesi- ja ympäristötekniikan yhteinen laboratorio, jossa tehdään geoteknisiä perusmäärittäyksiä maaperänäytteille ja teollisuuden sivutuotteille, kuten rikastushiekoille, tuhkalle ja kuonalle, käyttäen esim. paisuntakoe-, kolonnikoe- ja routakoe-laitteistoa ja ödometriä.



The laboratories and mineral processing facilities of the OMS Research Centre assist in research on phenomenon and technology of the entire extractive industry, from mineralogical phenomena to modular automation processes.

In the thin section laboratory, thin sections, polished thin sections, and polished buttons are made from solid samples (rocks, concrete, slag etc.) for microscopic and mineral analytical studies.

In the geochemistry laboratory, rock and soil samples are dissolved, minerals are separated, different kinds of titrations and adsorption studies are performed, and analytical work is done using FAAS, GAAS, XRF, XRD, FTIR, LECO and spectrophotometric methods.

The laboratory of Oulu Mining School has high-end equipment for mining research and training. For example, the laboratory has research equipment for grinding and all separation methods, as well as measuring and analysis devices needed for research.

The Geotechnical Laboratory is a joint laboratory of Water and Environmental Engineering (Technical Faculty) and Oulu Mining School, in which basic geotechnical properties are determined for soil samples and industrial by-products such as tailings, ash and slag, using various equipment for determining expansion and frost heave and performing leaching and adsorption tests, and an oedometer.



Labtium



Analytical services for mining and exploration

Eurofins Labtium Oy is committed to deliver efficient and reliable analytical services using the most suitable methods throughout the whole lifetime of the mine.

- services to support the mining and mineral exploration
- services for development stages to mine production
- comprehensive and full service for testing of mining waste materials and for environmental monitoring
- analytical services for mineral processing samples including independent party and umpire analysis
- design and implement laboratory services for active mines as the operator or outsourcing all of the services to Eurofins

Contacts: Arja Sarpola, +358 50 470 4608, Sodankylä ArjaSarpola@eurofins.fi
Lea Hämäläinen, +358 40 720 2231, Kuopio and Outokumpu LeaHamalainen@eurofins.fi

Eurofins is the largest laboratory company in Finland providing analytical, testing, sampling and expert services for the industry and environment. As part of the Eurofins group Eurofins Labtium is a leading local service provider for the mining industry in Nordic countries. Eurofins Labtium is accredited according to ISO/IEC 17025:2005 standard (Finas testing laboratory T025) and in our nationwide service network we have over 80 professionals at your service and working for you.

Publications

Geosciences research group

- Cuzzzone, J. K., Clark, P. U., Carlson, A. E., Ullman, D. J., Rinterknecht, V. R., Milne, G. A., Lunkka, J.-P., Wohlfarth, B., Marcott, S. A. & Caffee, M. 2016. Final deglaciation of the Scandinavian Ice Sheet and implications for the Holocene global sea-level budget. *Earth and Planetary Science Letters* 448, 34–41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.epsl.2016.05.019>
- Graettinger, A.H., McGarvie, D.W., Skilling, I.P., Höskuldsson, A.H. and Strand, K., 2019. Ice-confined construction of a basaltic volcano – Austurfjöll massif, Askja, Iceland. *Bulletin of Volcanology* 81, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s00445-019-1269-x>
- Hanski, E. Huhma, H., Lahaye, Y, Lunkka, J.P., Nilsson, E., Mäki, T., O'Brien, H., & Strand, K., 2019. Zn-Pb-Cu sulfide-bearing glacial sandstone erratics near Raahe on the western coast of Finland: Indicators of Paleozoic base metal mineralization at the bottom of the Bothnian Bay. *Geol. Soc. Finl. Bull.* (publ. online 17 September 2019 http://www.geologinenseura.fi/bulletin/In_Press/Hanski_et_al_AOP.pdf)
- Kaparulina, E., Junttila, J., Strand, K. & Lunkka, J. P. 2018. Provenance signatures and changes of the southwestern sector of the Barents Ice Sheet during the last deglaciation. *Boreas*, Vol. 47, pp. 522–543. <https://doi.org/10.1111/bor.12293>
- Lunkka, J. P., Kaparulina, E., Putkinen, N. and Saarnisto, M. 2018. Late Pleistocene palaeoenvironments and the last deglaciation on the Kola Peninsula, NW Russia. *Arktos – the Journal of Arctic Geosciences* 4:18 pp. doi.org/10.1007/s41063-018-0053-z
- Lunkka, J. P., Nikarmaa, T. & Putkinen, N. 2019. Baltic Ice Lake levels and a LiDAR/DEM-based estimate of glacio-isostatic uplift gradient of the Salpausselkä zone, SE Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 91, 119–137.
- Maier WD, Smithies RH, Spaggiari CV, Barnes SJ, Kirkland CL, Yang SH, Lahaye Y, 2016. Petrogenesis and Ni-Cu sulphide potential of mafic-ultramafic rocks in the Mesoproterozoic Fraser Zone within the Albany-Fraser Orogen, Western Australia. *Precambrian Research* 281, 27–46.
- Moilanen M, Hanski E, Konnunaho J, Yang SH, Törmänen T, 2019. Re-Os isotope geochemistry of the komatiite-hosted Ni-Cu-PGE deposits in Finland. *Ore Geology Reviews* 105, 102–122.
- Putkinen, N., Eyles, N., Putkinen, S., Ojala, A., Palmu, J.-P., Sarala, P., Väänänen, T., Räsänen, J., Saarelainen, J., Ahtonen, N., Rönty, H., Kiiskinen, A. & Tervo, T., 2017. High-resolution LiDAR mapping of glacial landforms and ice stream lobes in Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 89:2, 64–81. doi:10.17741/bgsf/89.2.001.
- Sarala, P. & Koskinen, H., 2018. Application of the portable X-Ray Diffraction (pXRD) analyser in surficial geological exploration. *Geologi* 70:3, 58–68. Electronic version available at: <http://www.geologinenseura.fi/geologi-lehti/3-2018/index.html>
- Taivalkoski, A., Sarala, P., Lahaye, Y., Lukkari, S. & Sutherland, D., 2019. Snow in mineral exploration – Examples and practices in glaciated terrain. *Journal of Geochemical Exploration* 200, 1–12. doi:10.1016/j.gexplo.2019.01.006
- Yang SH, Maier WD, Godel B, Barnes SJ, Hanski E, O'Brien H, 2019. Parental magma composition of the Main Zone of the Bushveld Complex: evidence from in-situ LA-ICP-MS trace element analysis of silicate minerals of the cumulate rocks. *Journal of Petrology* 60, 359–392.



Publications

Mining Engineering and Mineral Processing research group

Afonin, N., Kozlovskaya, E., Kukkonen, I. and DAFNE/FINLAND Working Group, 2017. Structure of Suas-selkä Postglacial Fault in northern Finland obtained by analysis of local events and ambient seismic noise. *Solid Earth*, 8, 531-544, doi:10.5194/se-8-531-2017.

Afonin, N., Kozlovskaya, E., Narkilahti, J., Nevalainen, J., 2019. Improving quality of empirical Greens functions, obtained by cross-correlation of high-frequency ambient seismic noise, *Solid Earth*, 10, 1621–1634, <https://doi.org/10.5194/se-10-1621-2019>.

Chi LY, Zhang ZX, Aalberg A, Li CC. Experimental investigation of blast-induced fractures in rock cylinders. *Rock Mechanics and Rock Engineering* 2019; 52(8):2569–2584.

Chi LY, Zhang ZX, Aalberg A, Li CC. Fracture processes in granite blocks under blast loading. *Rock Mechanics and Rock Engineering* 2019; 52(3):853-868.

Chi LY, Zhang ZX, Aalberg A, Li CC. Measurement of shock pressure and shock-wave attenuation near a blast hole in rock. *Int J impact Engng* 2019; 125:27-38.

Heiskari, H., Kurki, P., Luukkanen, S., Sinche Gonzalez, M., Lehto, H., Liipo, J., Development of a comminution test method for small ore samples, *Minerals Engineering*, 130, 2019.

Kumar H., Luukkanen, S., Selective flotation of fine-grained pentlandite from low grade polymetallic ore, *Minerals engineering*, 130, 2019.

Pavlenko, O., Kozlovskaya, E., 2018. Characteristics of radiation and propagation of seismic waves in the northern Finland estimated based on records of local earthquakes. *PAGEOPH*, <https://doi.org/10.1007/s00024-018-1919-5>

Peltoniemi, M., Kallio, R., Tanhua, A., Luukkanen, S., Perämäki, P., (manuscript in preparation). Mineralogical and surface chemical characterization of flotation feed and products after wet and dry grinding. *Minerals Engineering*.

Koulutus–tutkimusyhteistyö

Kaivannaisalan yksikkö tekee runsaasti yhteistyötä sekä suomalaisten että kansainvälisten kaivosalan toimijoiden kanssa.

Kaivannaisalan yksikkö on aktiivinen toimija useissa kansainvälisissä koulutusverkostoissa, kuten muun muassa EU:n EIT Raw Materials KIC -konsortiossa ja Nordic Mining Schoolissa. Yksiköllä on myös kansainvälinen maisterikoulu taloudellisen geologian alalla.

Laajaa koulutus- ja tutkimusyhteistyötä harjoitetaan etenkin Luulajan teknillisen yliopiston, Aalto-yliopiston, Lappeenrannan teknillisen yliopiston sekä Lapin ja Itä-Suomen yliopistojen kanssa.

Tärkeä kotimainen yhteistyökumppani on myös Geologian tutkimuskeskus, jonka kanssa kaivannaisalan yksiköllä on yhteisprofessuurit sovelletussa geofysiikassa ja geokemiallisessa malminetsinnässä. Tutkimusyhteistyötä tehdään myös usean ulkomaisen yliopiston ja tutkimuslaitoksen kanssa.

“Our two campuses provide exceptional possibilities for multidisciplinary research and education complemented by a welcoming atmosphere.”

Cooperation in Education and Research

Oulu Mining School engages in a lot of collaboration with both Finnish and international mining actors.

The School is an active player in several international training networks, including in the EU's EIT Raw Materials KIC Consortium and Nordic Mining School. The School also has a master's programme in the field of economic geology.

Extensive training and research cooperation is carried out in particular with the University of Luleå, Aalto University, Lappeenranta-Lahti University of Technology, the University of Lapland and the University of Eastern Finland.

An important Finnish partner is the Geological Survey of Finland with whom Oulu Mining School has joint professorships in Applied Geophysics and Geochemical Exploration. Research cooperation is also conducted with several foreign universities and research institutes.

WE OFFER PROFESSIONAL SERVICE IN LABORATORY, OPEN PITS AND UNDERGROUND FOR DETERMINING ROCK STRENGTH, *IN SITU* STRESS AND JOINT SHEAR PROPERTIES. THESE ARE REQUIRED FOR OPTIMIZING THE SUPPORT AND EXCAVATION DESIGN.

TESTING ROCK DRILLABILITY ALLOWS YOU TO ESTIMATE EXCAVATION COSTS AND SCHEDULE ALREADY AT THE PROJECT PLANNING PHASE.

STRESS MEASUREMENT COMPANY

OUR SERVICES INCLUDE E.G.

ROCK
DRILLABILITY
AND FIELD
INVESTIGATIONS

JOINT SHEAR PROPERTIES

UCS AND POINT LOAD

TENSILE STRENGTH

MONITORING AND WARNING SYS.

HYDRAULIC FRACTURING

SHOTCRETE INSPECTION

LVDT CELL IN
SITU STRESS
MEASUREMENT
FROM TUNNEL
SURFACE

WWW.SMCOY.FI

Projects

Geosciences research group

Biopeitto – Utilization of biochar as a tool in dry cover material and landscaping of mine waste areas. European Regional Development Fund. (2017-2020)

Cenozoic East Antarctic ice sheet history from Wilkes Land sediments, IODP Expedition 318. Funded by Academy of Finland.

HazArctic – Geo-Bio Hazards in the Arctic Region. ENI CBC Kolarctic. (2019-2021)

Ice sheet inversion modelling project investigating the history of the former Scandinavian Ice Sheet. Funded by Osk. Huttunen Foundation.

Indexing transitions in ice-sheet decay in the Eurasian Arctic marine and land record (ICE). Funded by Academy of Finland.

In-situ trace element of sulfide and oxide minerals to constrain the ore-formation processes of Ni-Cu-(PGE) sulfide and chromitite deposits in northern Finland

Loss of Ice in Arctic System (LIAS): geological perspective of global environmental change. KVANTUM Institute, University of Oulu.

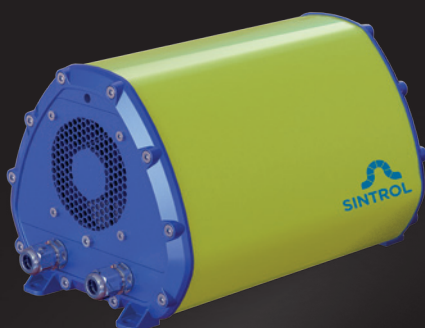
Mineral Resource Assessment Platform

Mineral system of Finnish Lapland

NEXT – New exploration technologies. Horizon 2020 (2018-2020)

Re-Os isotope systematic of the Archean to Paleoproterozoic sulfide-bearing komatiite in Finland
Stratigraphic and crustal evolution of the northern Fennoscandian Shield. University of Oulu research project.

UpDeep – Upscaling deep buried geochemical exploration techniques into European business. EIT Raw Materials. (2017-2020)



Manage Your Dust on All Levels

From fence line monitoring in open pit mines down to working face in underground mines.

Get a reliable online trend and alarms for critical dust levels.

info@sintrolproducts.com, www.sintrolproducts.com



Projects

Mining Engineering and Mineral Processing research group

Controlled and optimized process water management in sulphide ore processing

Effect of stemming on rock blasting. Renlund Foundation. (2018-2019)

EPOS IP Anthropogenic Hazard: Funded by HORIZON2020 program, dealing with induced seismicity in mines. (2017-2019)

Geomet rolls breakage test

Impact of dry grinding and conditioning on flotation process performance.

Impact of extreme weather events in the Arctic on technological system, critical facilities and urban environment. Spearhead project funded by KVANTUM Institute, University of Oulu. (2017-2020)

INFACIT: Innovative Non-Invasive and Fully Acceptable Exploration Technologies. Horizon2020/European Union project coordinated by Helmholtz Institute Freiberg for Resource Technology. Funded by EU. (2017-2020)

Marctic – Master in Arctic Mineral Resources. Coordinated by LTU. (2018-2019)

MINETRAIN: Economic Study of the Implementation of Pyhäsalmi Open Education and Research (2018-2020)

PROCHAINE: Design and Upscaling in Mineral Processing (2017-2019)

USEFULWASTE – Evaluation of technologies to extract market products from mine waste and add value to tailing by transforming in an inert material to the environment. Funding from NordMin and Renlund Foundation.

XSodEx: Experiment on Sodankylä Deep Exploration. Coordinated by the Geological Survey of Finland and performed in cooperation with Freiberg Technical University, Germany. (2017-2019)



LEADING TECHNOLOGY
FOR SUCCESS

ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK



Kestävä kehitys

Kestävä kehitys on ajankohtainen teema
kaivannaisalan tutkimuksen kehittämisessä.



TRFM
Extracting Talent

Kyky rakentaa kestävää maailmaa

Haemme erilaisia kykyjä niin tuotanto-
kuin asiantuntijatehtäviin. Tutustu työ-
mahdollisuuksiimme osoitteessa
www.kykyjentalteenotto.fi.

Terrafame

Sustainable development

Sustainable development is a currently relevant theme in the development of research in the mining industry.

Jotta kaivostoiminta aiheuttaisi mahdollisimman vähän haittaa ympäröivälle luonnolle, tarvitaan lisää tutkimusta ja koulutusta malmien etsintävaiheesta lähtien aina sivuvirtojen hyödyntämiseen.

Suomessa pyritään siihen, että pieniäkin malmipitoisuuksia sisältäviä esiintymiä voitaisiin hyödyntää kannattavasti ja vastuullisesti. Tämä on mahdollista muun muassa kehittämällä erityyppisiä rikastusteknologioita, parantamalla koneiden ja laitteiden energiatehokkuutta, keskittämällä tutkimusta kaivosten vesienhallintaan ja etsimällä uusia ratkaisuja kaivosten automaatiotoimintoihin.

In order to minimise any harm to the environment around mining operations, further research and training will be needed, from the ore exploration phase to the utilisation of effluents.

In Finland, efforts are made to utilise deposits containing even small amounts of ore profitably and responsibly. This is possible by developing different types of mineral processing technologies, improving the energy efficiency of machinery and equipment, focusing research on the water management of mines, and searching for new solutions for the automation functions of mines.



Kaivosteollisuus

Kestävää kaivostoimintaa Suomessa



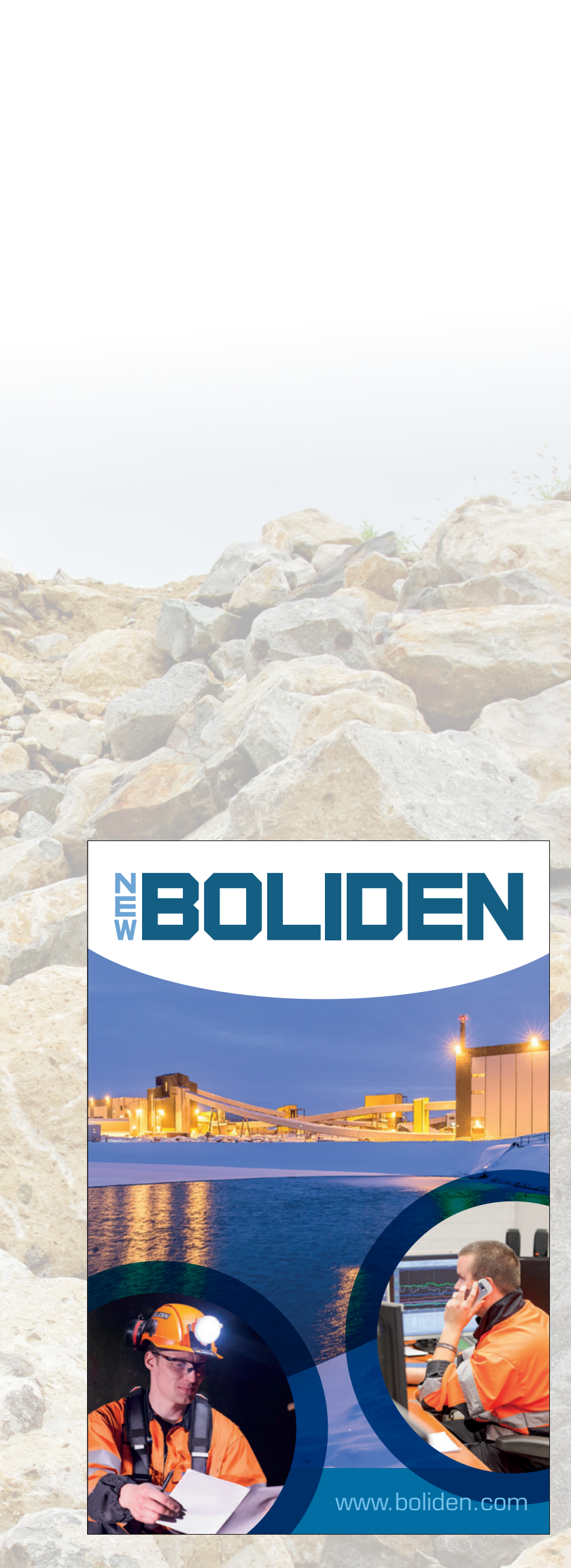
**“If you can’t
grow it,
you have to
mine it.”**



RF Valves Oy

Tullitie 9, 53500 Lappeenranta, Finland
Phone +358 207 851 790 • www.rfvalves.com

Home of the RF Valve®, aiRFlex®, RF Valve® SKG and Vent-O-Mat®



NORMIN **BOLIDEN**



oulu.fi/oms

**Teknillinen tiedekunta
Kaivannaisalan yksikkö
Oulu Mining School**

**Pentti Kaiteran katu 1, Linnanmaa
PL 8000
P.O. Box 8000
FI-90014 Oulun yliopisto**

**www.oulu.fi/oms
oulun.yliopisto@oulu.fi**

Tel. +358 294 48 0000





OULU MINING SCHOOL

FLOWROX

Proven Performance

Enhance your performance with Smart Solutions™

- Online monitoring of any brand pumps, valves and filters 24/7
- Check pump speed, flow, media temperature, pressure, tank liquid levels
- Get equipment condition & alarms
- Use analytics tools for preventive maintenance
- High security standards



Next Generation Metering Pump Is IIoT Ready!

- Ideal for chemical dosing when accurate metering is required
- Expanded logic programming and functionality as well as higher capacity
- New FXM2 and FXM3 series with integrated Smart Solutions features
- Data is fully secured by SSL/TLS encryption



Flowrox pumps running at Oulu Mining School

SINCE 1977

FLOWROX.COM

ASK FOR MORE: +358 (0)201 113 311 / sales@flowrox.com

Follow us:





In the heart of research and education

Professor Saija Luukkanen, Head of the Unit
saija.luukkanen@oulu.fi, +358 50 465 2982

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

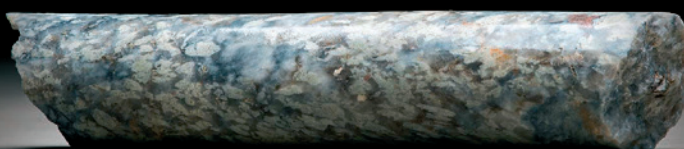
Professor Kari Strand
kari.strand@oulu.fi
+358 29 448 3556

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

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

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

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



**ILMASTONMUUTOS TORJUTAAN METALLEILLA
– GLOBAALIA HUIPPUKTEKNOLOGIAA
KOTIMAISISTA RAAKA-AINEISTA**

AA SAKATTI MINING OY

