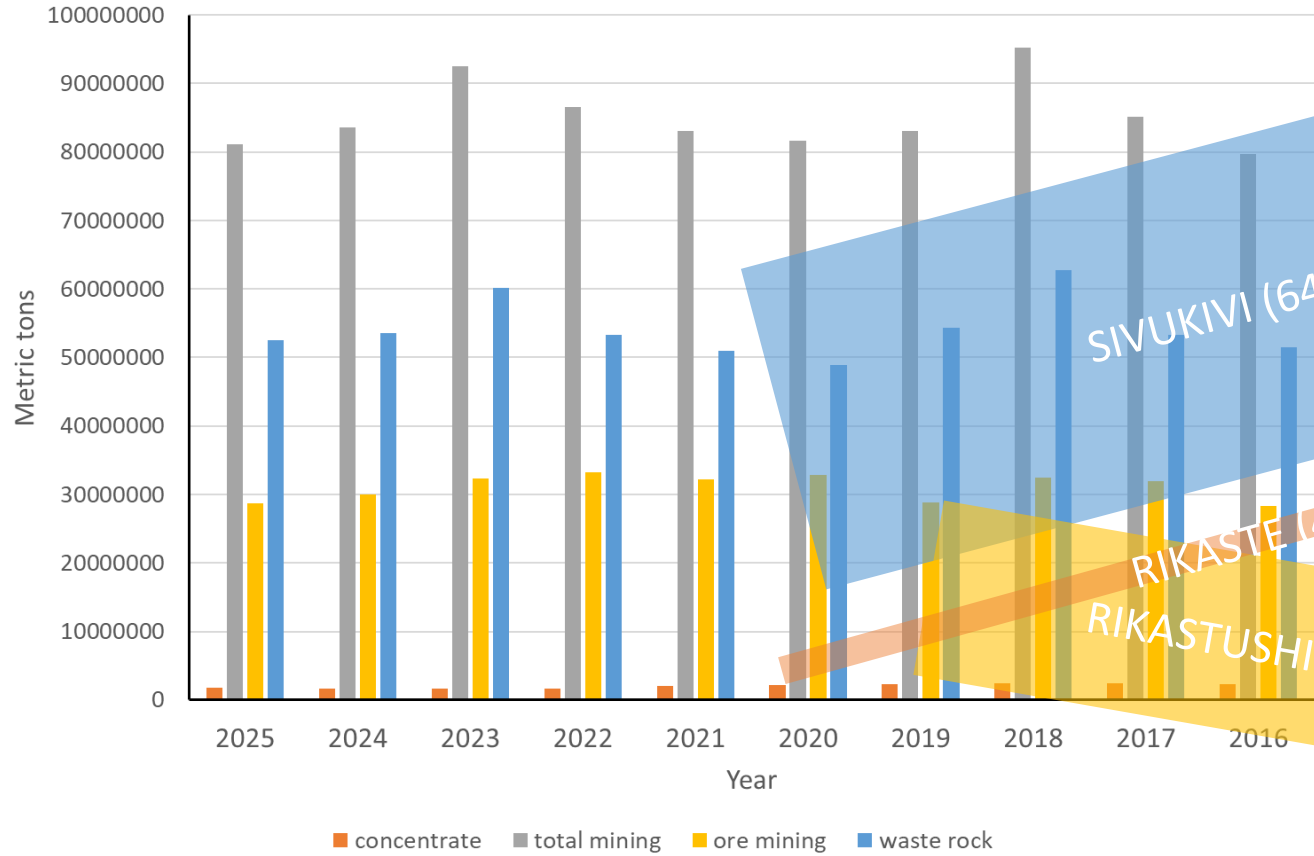


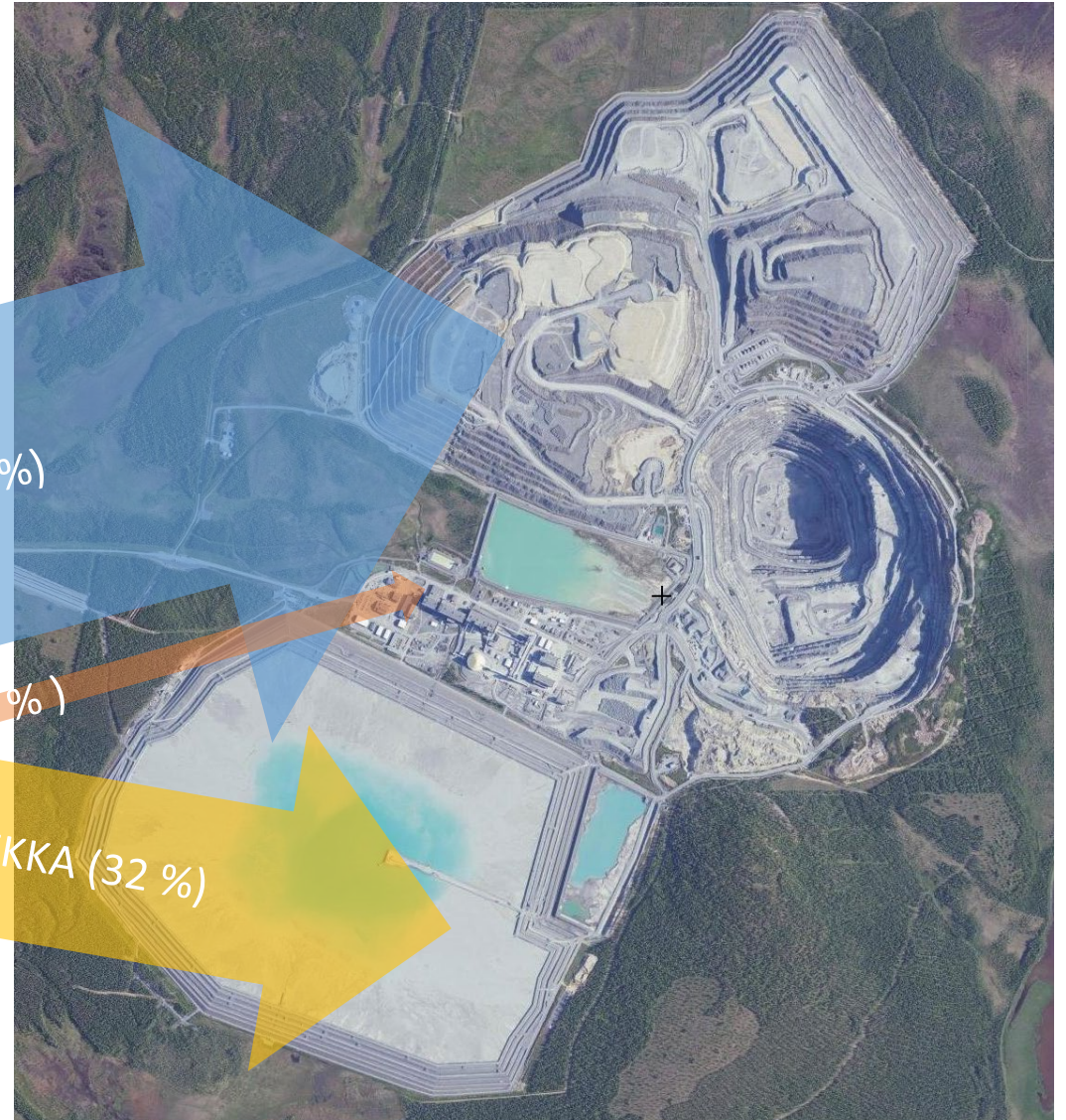
# Mineraalien kiertotaloustutkimus juuri nyt

*Tommi Kauppila, GTK*

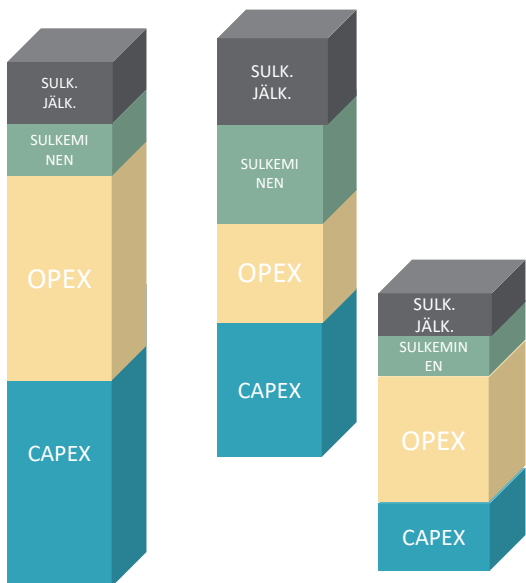
# Louhimme enimmäkseen jätettä



Metal mining statistics for Finland, Tukes



# Mitä jätteillä on väliä?



Riskit ja vastuut,  
krooniset vaikutukset

Sijoittajat,  
vaatimustenmukaisuus

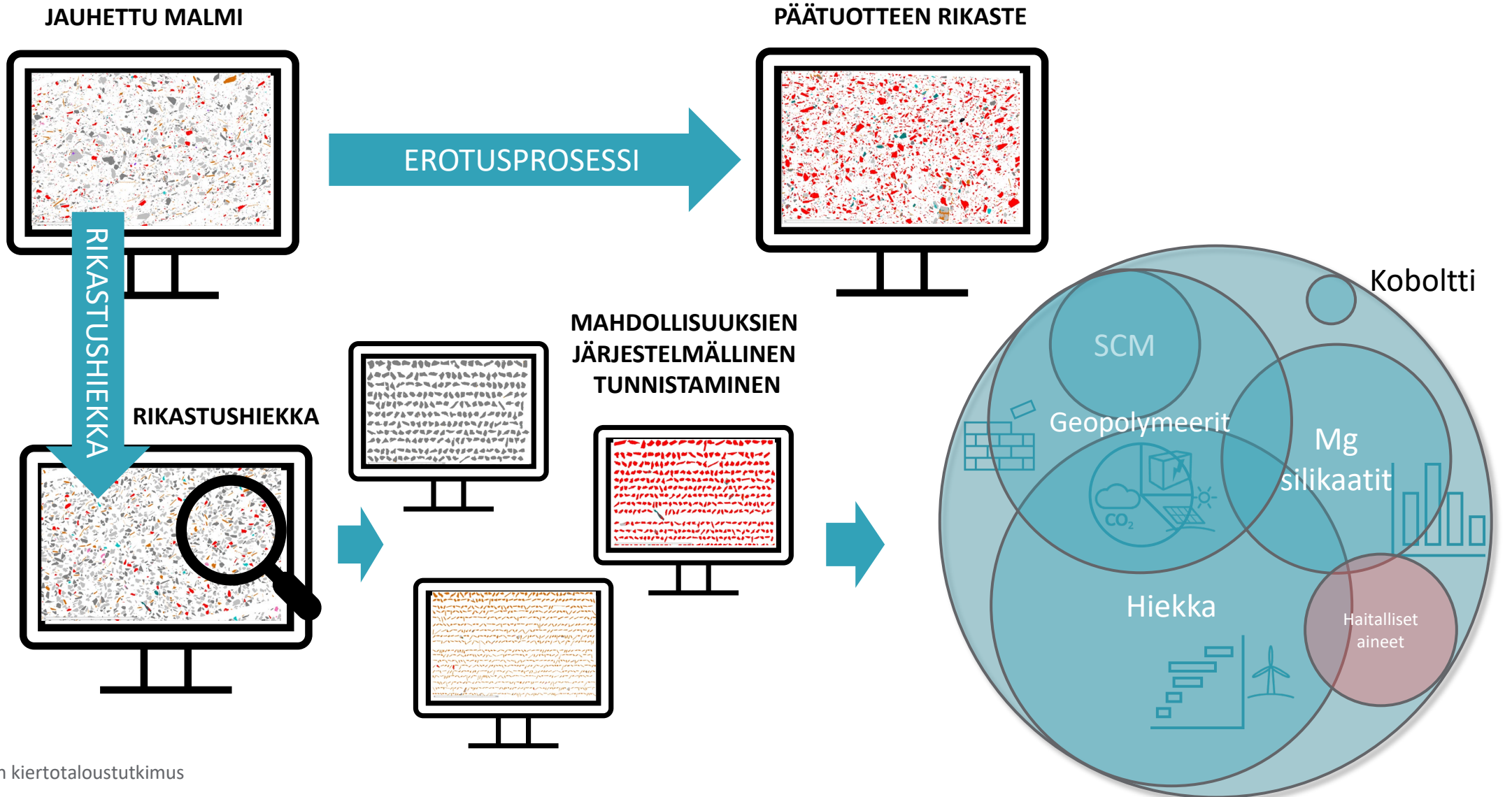
Jätteiden hallinnan  
kustannukset

Aluejalanjälki

Louhinta, kuljetus,  
murskaus, jauhatus...  
CO<sub>2</sub>

Hukattu mahdollisuus

# Jätteissä on myös mahdollisuuksia



# Mineraalistrategia 2024

## **Toimenpide: Valmistellaan ja otetaan käyttöön keinoja, kannusteita ja sääntelyä mineraalialan kiertotalouden edistämiseksi**

Vahvistetaan mineraalisten raaka-aineiden kiertotaloutta valmistelemalla keinoja, kannusteita ja sääntelyä sekundääristen raaka-aineiden käytön edistämiseksi. Toteutetaan soveltuvilta osin kaivannaisteollisuuden sivukivien kiertotalouden koordinaatiotyöryhmän loppuraportissa tunnistettuja toimenpiteitä kiertotalouden edistämiseksi.

## **Toimenpide: Edistetään arvonnisan syntyä vahvistamalla teollisten symbioosien muodostumista yksityisellä sektorilla**

Edistetään teollisten symbioosien muodostumista esimerkiksi kannustamalla avoimen tiedon jakamiseen ja uudenlaisia yhteistyömalleja kehittämällä. Yksityisellä sektorilla syntyvien teollisten symbioosien kautta mineraalisektorin tuotteiden käyttöä voidaan edistää suomalaisessa teollisuudessa. Avoimen tiedon jakamisen ja yhteistyön kautta arvonnisää voidaan luoda myös esimerkiksi hyödyntämällä sekä toiminnassa olevia että suljettuja kaivosalueita muussa teollisessa käytössä kuten uusiutuvan energian tuotannossa. Selvitetään mahdollisuutta teollisuuspuistojen yhteisluvitukseen niiden syntymisen ja uusien toimintojen ja teknologioiden käyttöönoton nopeuttamiseksi.

## **Toimenpide: Suunnitellaan kannusteet parhaiden teknologioiden ja kiertotalousratkaisujen käyttöönottoon**

Edistetään kannusteilla, sääntelyllä ja markkinaratkaisulla ympäristövaikutuksia vähentävien teknologioiden, rakenneratkaisujen ja käytäntöjen sekä kiertotalouden toimintamallien kehittymistä ja käyttöönottoa mineraalialalla. Keskeisiä tarpeita liittyy esimerkiksi vesiensuojelun vahvistamiseen ja siihen tähtäävien teknologioiden kehittämiseen ja käyttöönottoon. Vaikutetaan EU:n politiikkalinjauksiin, sääntelyyn, mittareihin ja tukimekanismeihin, jotta ne kannustavat kehittämään mineraalisektoria ympäristöllisesti kestäväksi ja taloudellisesti kannattavaksi.

## **Toimenpide: Täytäntöönpano tukee kestävyttä ja kiertotaloutta (CRMA)**

Asetuksen kansallisessa täytäntöönpanossa edistetään kiertotaloutta ja kestävyttä tukevia toimenpiteitä myös laajemmin kuin asetuksen vähimmäisvaatimukset edellyttävät. Kun selvitetään asetuksen mukaisesti kriittisiä raaka-aineita suljetuilta kaivannaisjätteiden jätealueilta, selvitetään samalla myös muiden potentiaalisten hyödynnettävissä olevien raaka-aineiden määrät. Toteutetaan asetuksen edellyttämä kiertotalousohjelma tiiviissä yhteistyössä keskeisten sidosryhmien kanssa.

## **Toimenpide: Käännetään liikenneyhteydet ja logistiikkaratkaisut riskeistä vahvuudeksi**

Vahvistetaan yhteistyössä ymmärrystä liikenneyhteyksistä ja logistiikkaratkaisusta johtuvista riskeistä kansallisesti. Varmistetaan kaivosalueiden ja -teollisuuden sekä teollisuuspuistojen hyvä saavutettavuus ja sähkön kantaverkon kehittyminen teollisuutta edistävästi.

# Mineraalien kiertotaloustutkimuksen teema-alueet

- Suunnittelulähtöinen ekosysteeminen kiertotalous kaivosprojekteissa
  - Miten tunnistetaan mahdollisuudet mineraaleissa, jotka eivät kuulu pääliiketoimintamalliin
  - Miten rakennetaan lisätuotteita tuottava ekosysteemi esiintymän ympärille
  - Liiketoimintamallit, kilpailuetu
  - Elinkaarivaikutukset, kestävyys
- Mineraalisten sivuvirtojen tuotteistaminen
  - Mitä uusia tuotteita voidaan kehittää mineraalisista sivuvirroista
  - Miten uudet tuotteet voidaan tuotteistaa ja niiden toimivuus testata
  - Rakennusteollisuuden tuotteet – sideainejärjestelmät
  - Hiilidioksidin varastointi mineraaleihin ja sen sivutuotteet
  - Hydrometallurgia, hydrometallurgian sakat

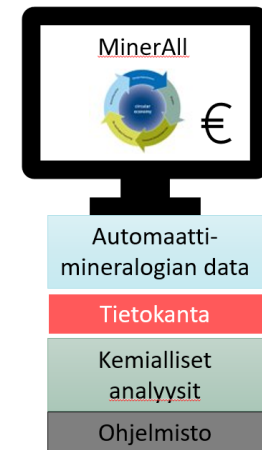
# Mineraalien kiertotaloustutkimuksen teema-alueet

- Miten kiertotalouskaivos toimii
  - Datalähtöisyys, sensorit, tekoäly
  - E2E Geometallurgia
  - Sivukivien integrointi kaivossuunnitteluun ja esiintymän tutkimiseen
  - Kaivoskohteissa hyödynnettävät kiertotalousmateriaalit
- Vanhojen kaivannaisjätteiden kiertotalousmahdollisuudet
  - Mitä arvoaineita vanhoilta jätealueilta löytyy
  - Miten jätealueet voidaan tutkia ja niiden arvoa kasvattaa investointipäätösten pohjaksi

# **Suunnittelulähtöinen ekosysteeminen kiertotalous kaivosprojekteissa**

# Suunnittelulähtöinen kiertotalous ja ekosysteemit

- Miten tunnistetaan mahdollisuudet mineraaleissa, jotka eivät kuulu pääliiketoimintamalliin
- Miten rakennetaan lisätuotteita tuottava ekosysteemi esiintymän ympärille
- Mineraalijakeiden erottaminen
- Liiketoimintamallit, kilpailuetu
- Elinkaarivaikutukset, kestävyys



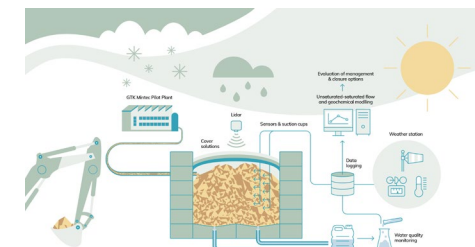
# Mineraalisten sivuvirtojen tuotteistaminen

# Mineraalipohjaisia tuotteita eri käyttökohteisiin

- Mitä uusia tuotteita voidaan kehittää mineraalisista sivuvirroista
- Miten uudet tuotteet voidaan tuottaa ja niiden toimivuus testata
- Tuotteistusta haittaavat tekijät
- Rakennusteollisuuden tuotteet – sideainejärjestelmät
- Hiilidioksidin varastointi mineraaleihin ja sen sivutuotteet
- Hydrometallurgia, hydrometallurgian sakat



**Hiiltä sitovat  
rakennusmateriaalit  
suomalaisista  
sivuvirroista-HIRAS**



**MinSurf: Mineraalisivuvirtojen  
kiinteä-neste rajapintojen kehittynyt  
modifointi ja karakterisointi**

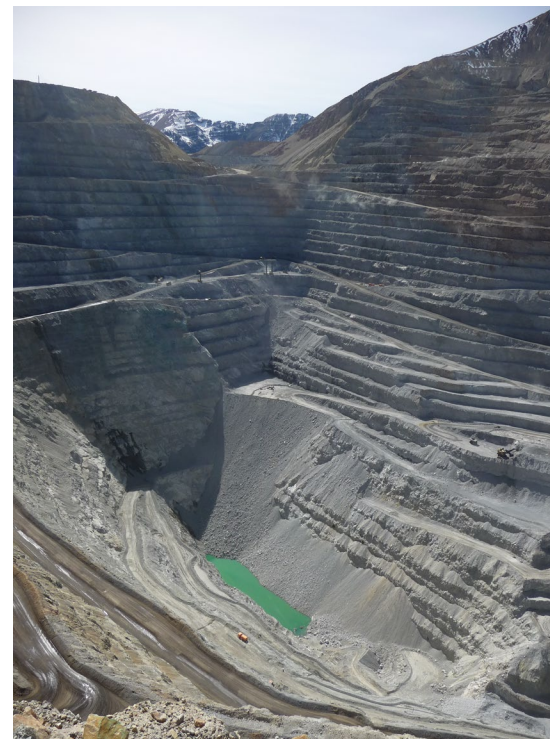


Reesource

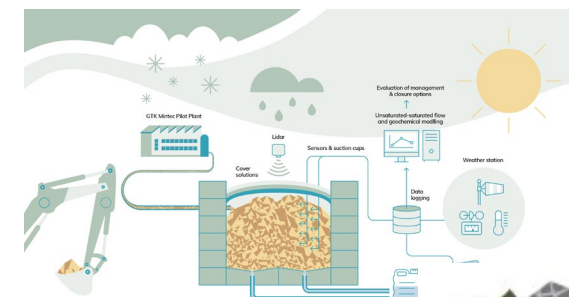
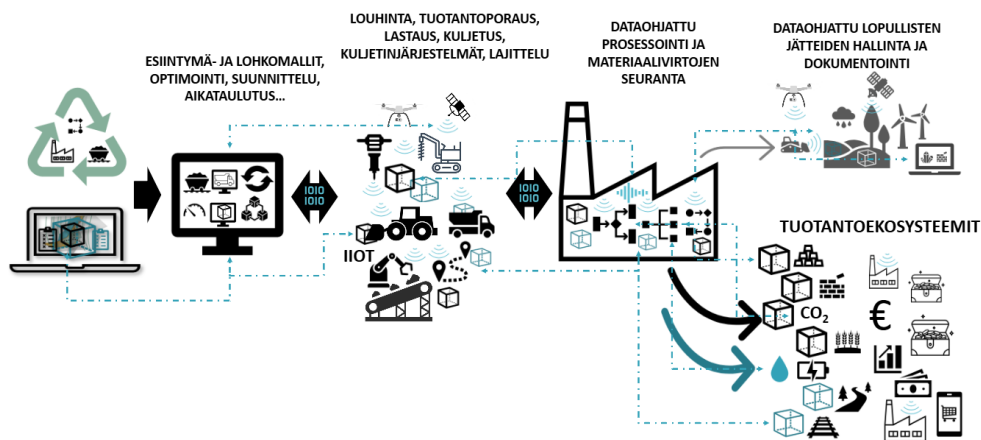
# Kiertotalouteen integroidun kaivoksen toiminta

# Teknologioita ja lähestymistapoja kiertotalouskaivoksen pyörittämiseen

- Datalähtöisyys, sensorit, tekoäly
- E2E geometallurgia
- Sivukivien integrointi kaivossuunnitteluun ja esiintymän tutkimiseen
- Kaivoskohteissa hyödynnettävät kiertotalousmateriaalit



**CIMTECH**  
Technologies for  
circularity-integrated  
mining



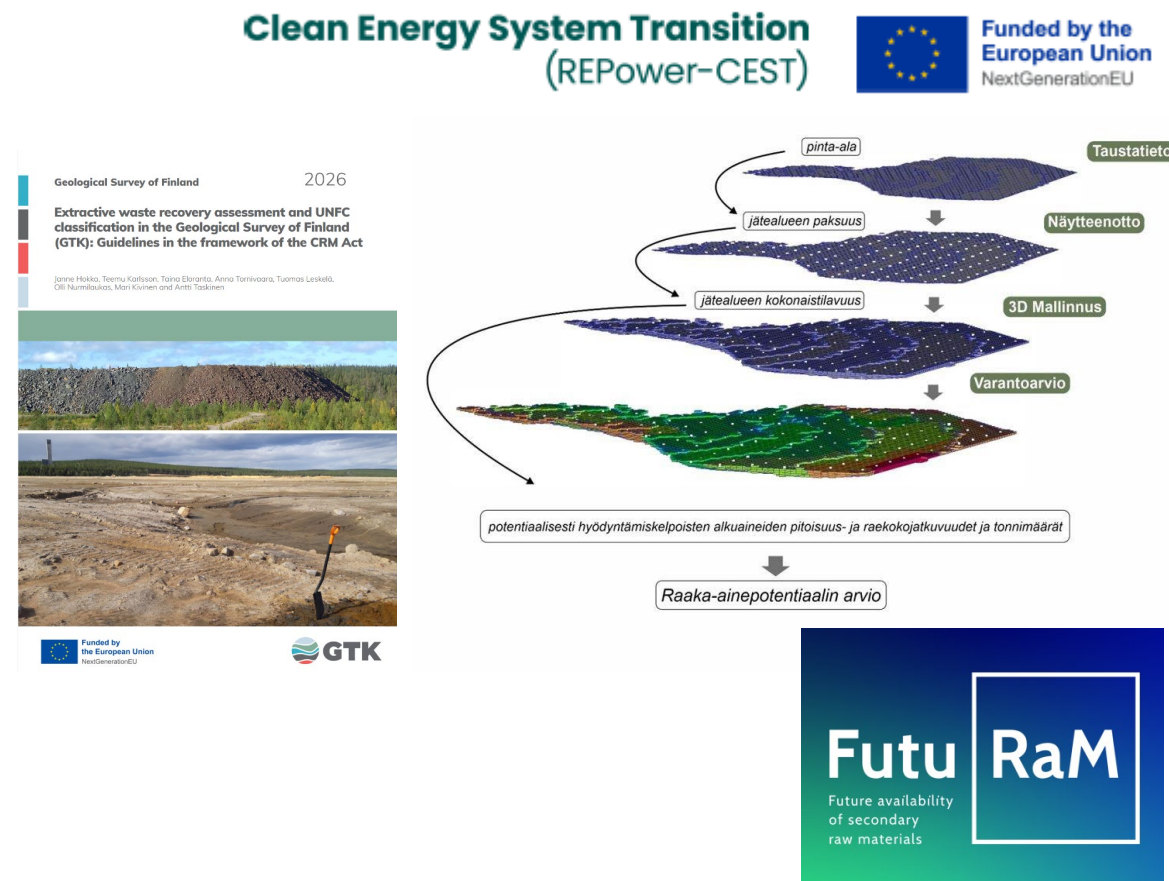
**SANDVIK**  
DataDrive'31



# **Vanhojen kaivannaisjätteiden kiertotalousmahdollisuudet**

# Olemassa olevien kaivannaisjätealueiden hyödyntäminen

- Mitä arvoaineita vanhoilta jätealueilta löytyy
- Miten jätealueet voidaan tutkia ja niiden arvoa kasvattaa investointipäätösten pohjaksi



# Mineraalien kiertotalous on nosteessa

Media » Outokummun Kemin kaivos käynnistää laajan kiertotalousekosysteemin – tavoitteena ensimmäinen euroop kaivosten sivuvirtojen hyödyntämiseen

Outokummun Kemin kaivos käynnistää laajan kiertotalousekosysteemin – tavoitteena ensimmäinen eurooppalainen malli kaivosten sivuvirtojen hyödyntämiseen

Outokumpu Oyj  
Lehdistötiedote  
24.3.2026 klo 8.30



Mineraalien kiertotaloustutkimus

**SOKLI**

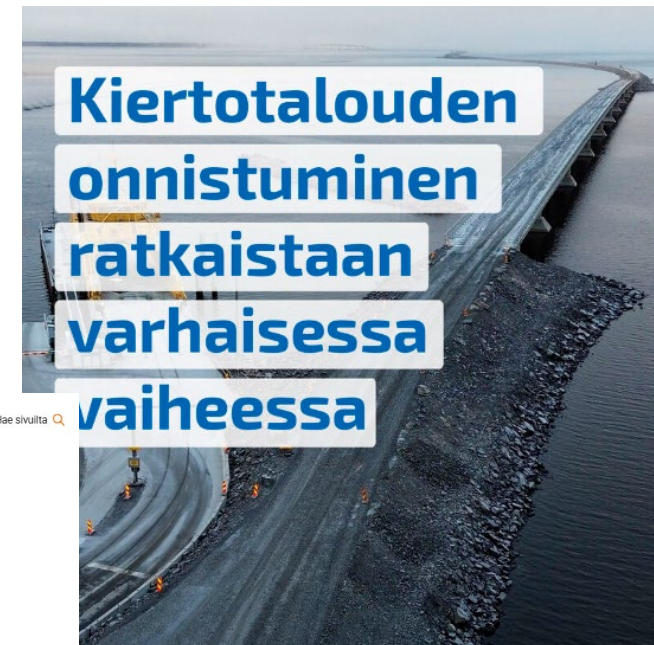
Esiintymä ▾ Vastuullisuus ▾ Ajankohtaista ▾ Sokli Oy ▾ Yhteys

Sokli / Ajankohtaista / Sokli ryhtyy rakentamaan teollista ekosysteemiä kaivoshankkeen ympärille

## Sokli ryhtyy rakentamaan teollista ekosysteemiä kaivoshankkeen ympärille

Soklin mahdollisuuksiin pohjautuva hanke kokoaa yritykset ja muut osapuolet yhteen tekemään tutkimusta, kehitystä ja innovaatioita koko alan kehittämiseksi.

📅 21.04.2026



**Tommi Kauppila**

Tutkimusprofessori – Kestävä  
kaivostoiminta

Tel. +358 40 528 4622

[firstname.lastname@gtk.fi](mailto:firstname.lastname@gtk.fi)



[gtk.fi/en](https://gtk.fi/en)



[@GTK.FI](https://www.facebook.com/GTK.FI)



[@GTK](https://www.linkedin.com/company/gtk)



[@geologicalsurvey\\_fi](https://www.instagram.com/geologicalsurvey_fi)



[@gtk-fi.bsky.social](https://bsky.app/profile/gtk-fi.bsky.social)



[GeologiantutkimuskeskusGTK](https://www.youtube.com/channel/UCGeolTK)

## FOR EARTH AND FOR US

The **Geological Survey of Finland GTK** produces impartial and objective research data and services in support of decision-making in industry, academia, and wider society to accelerate the transition to a sustainable, carbon-neutral world. GTK employs more than 400 experts specializing in the mineral economy, circular economy, solutions related to energy, water and the environment, as well as digital solutions. GTK is a research institution governed by the Finnish Ministry of Employment and the Economy, operating in Finland and globally.