

TEM toimialaraportit 2023:4

Toimialaraportit

Kaivosala 2023



www.temtoimialapalvelu.fi



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

TEM toimialaraportit 2023:4

Kaivosalan toimialaraportti

Heino Vasara, Jussi Pokki, Bo Långbacka, Mari Kivinen,
Heino Vasara (toim.)

Työ- ja elinkeinoministeriö Helsinki 2023

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Työ- ja elinkeinoministeriö

This publication is copyrighted. You may download, display and print it for Your own personal use.

Commercial use is prohibited.

ISBN pdf: 978-952-327-597-3

ISSN pdf: 2736-9382

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2023

Kaivosalan toimialaraportti

TEM toimialaraportit 2023:4

Julkaisija Työ- ja elinkeinoministeriö

Tekijä/t Heino Vasara, Jussi Pokki, Bo Långbacka, Mari Kivinen

Toimittaja/t Heino Vasara

Kieli suomi

Sivumäärä 125

Tiivistelmä

Vuonna 2022 Suomessa louhittiin yhdeksästä metallimalmikaivoksesta malmia ja sivukiveä yhteensä 86,6 miljoonaa tonnia. Tästä malmien osuus oli 33,2 miljoonaa tonnia, mikä oli kasvua vuodesta 2021. Teollisuusmineraalia louhittiin yhteensä 16,3 miljoonaa tonnia. Liikevaihdon kehitys on pitkän nousukauden jälkeen kääntynyt laskuun vuoden 2023 alusta.

EU:ssa valmistellaan kriittisten raaka-aineiden asetusta, jonka tavoitteena on nostaa omavaraisuutta, teollisuuden jalostusastetta ja kierrätystä. Pyrkimyksenä on saada asetus voimaan pian.

EU:ssa Suomi on merkittävä kaivostuotannon maa ja viiden metallin (kromi, koboltti, platina, palladium, nikkeli) joko ainoa tai ylivoimaisesti suurin tuottaja. Vuonna 2021 EU:n nikkelin tuotannosta Suomen osuus oli noin 90 %. Globaalisti Suomen osuus useimpien tuotettavien metallien kaivostuotannosta on alle prosentti.

Suomi profiloituu selkeästi metallien jatkojalostuksen maana. Suomessa tuotetaan useita metallijalosteita enemmän kuin niiden raaka-aineita tuotetaan Suomen kaivoksista. Metallien nykyiset jalostustuotannon määrät eivät olisi mahdollisia ilman tuontia. Vuonna 2022 metallinjalostajat tuottivat noin viisinkertaisen määrän sinkkiä ja kuparia verrattuna Suomessa toimiviin kaivoksiin. Hopean jalostustuotanto oli kolminkertainen verrattuna kaivosten tuotantomääriin, nikkelin kaksinkertainen ja koboltin kymmenkertainen.

Asiasanat kaivostoiminta, kaivosteollisuus, henkilöstö, yritykset, metallit, mineraalit, TEM toimialaraportit

ISBN PDF 978-952-327-597-3

ISSN PDF 2736-9382

Julkaisun osoite <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-597-3>

Branschrapport om gruvbranschen

ANM Branschrapporter 2023:4

Utgivare Arbets- och näringsministeriet

Författare Heino Vasara, Jussi Pokki, Bo Långbacka, Mari Kivinen

Redigerare Heino Vasara

Språk finska

Sidantal 125

Referat

I Finland bröts sammanlagt 86,6 miljoner ton malm och gråberg i nio metallmalmgruvor år 2022. Av detta utgjorde malmens andel 33,2 miljoner ton, vilket var en ökning jämfört med 2021. Sammanlagt bröts 16,3 miljoner ton industrimineraler. Omsättningen ökade under en lång tid men har gått nedåt sedan början av 2023.

EU bereder en förordning om kritiska råvaror. Syftet är att höja självförsörjningsgraden, industrins förädlingsgrad och återvinningen. Avsikten är att förordningen ska träda i kraft inom kort.

I EU är Finland ett land med betydande gruvproduktion och den enda eller överlägset största producenten av fem metaller (krom, kobolt, platina, palladium, nickel). År 2021 stod Finland för 90 procent av nickelproduktionen i EU. Globalt sett står Finlands andel för mindre än en procent av gruvproduktionen av de flesta metaller.

Finland profilerar sig tydligt som ett land där man vidareförädlar metaller. I Finland produceras flera förädlade metallprodukter i större omfattning än råvarorna till dessa produkter bryts i gruvorna i Finland. Det är inte möjligt att förädla metaller i nuvarande mängd utan import. År 2022 producerade metallförädlarna cirka fem gånger mer zink och koppar än de gruvor som är verksamma i Finland. Förädlingsproduktionen av silver var tre gånger större än den mängd som gruvorna producerade, produktionen av nickel var dubbelt så stor och produktionen av kobolt var tio gånger så stor.

Nyckelord gruvdrift, gruvindustri, personal, företag, metaller, mineraler, TEM toimialaraportit

ISBN PDF 978-952-327-597-3

ISSN PDF 2736-9382

URN-adress <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-597-3>

Sector Report on the Mining Sector

MEAE Sector Reports 2023:4

Publisher Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland

Author(s) Heino Vasara, Jussi Pokki, Bo Långbacka, Mari Kivinen

Editor(s) Heino Vasara

Language Finnish

Pages

125

Abstract

In 2022, a total of 86.6 million tonnes of ore and left-over rock were mined from nine metal ore mines in Finland. Of this, ore accounted for 33.2 million tonnes, which was more than in 2021. A total of 16.3 million tonnes of industrial mineral were mined. After a long period of growth, turnover started to decline at the beginning of 2023.

The EU is preparing a regulation on critical raw materials with the aim of increasing the processing and recycling of such materials and improving the Union's self-sufficiency in them. The regulation is expected to enter into force soon.

Finland is a significant producer of minerals in the EU. In five metals (chromium, cobalt, platinum, palladium and nickel), Finland is either the only producer or the largest producer by far. In 2021, Finland accounted for about 90% of the EU's nickel production. Globally, Finland produces less than one per cent of most produced metals.

Finland is clearly profiled as a country that defines and processes metals. Several processed metals are produced in Finland in larger quantities than the amount of raw materials extracted for them from Finnish mines. The current amount of processed metal products would not be possible without imports. In 2022, the metal processing industry produced approximately five times more zinc and copper than the mines operating in Finland. The amount of silver processed was three times as much as was extracted from Finnish mines and that of nickel and cobalt twice and ten times as much, respectively.

Keywords mining activities, mining industry, personnel, enterprises, metals, minerals, TEM toimialaraportit

ISBN PDF 978-952-327-597-3

ISSN PDF

2736-9382

URN address <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-597-3>

Sisältö

SAATTEEKSI	8
1 Kaivosalan infograafi kokoa kaivosalan avainluvut yhteen	10
2 Katsaus toimialaan	12
2.1 Johdanto toimialaan	12
2.2 Toimialan näkymät liikevaihdon ja henkilöstön kehityksen mukaan	14
2.3 Suomen mineraalistrategia.....	22
2.4 Kaivannaisalan hankkeet.....	23
2.5 EU:n kriittisten raaka-aineiden aloitteen tausta ja käsittely.....	23
2.6 Kriittiset ja strategiset raaka-aineet (Mari Kivinen, GTK).....	25
2.7 Markkinoiden kokonaiskuva.....	28
3 Toimialan sijoittuminen	32
3.1 Toimialan yritykset Suomessa	32
3.2 Kaivosalan yritysten näkymiä ja haasteita.....	34
3.3 Toimialan alueellinen jakauma ja hankkeiden kehitysvaiheet (Bo Långbacka, GTK)	35
3.3.1 Uudet kaivokset	37
3.3.2 Suljettuja kaivoksia pyritään avaamaan uudelleen	37
3.3.3 Kaivoshankkeet ja pitkälle edenneet malminetsintäprojektit	38
3.3.4 Pohjanmaan litiumhanke	39
3.3.5 Toimintansa lopettamassa olevat kaivokset.....	40
4 Kaivosten tuotantomäärät (Jussi Pokki, GTK)	41
4.1 Yleiskatsaus vuoteen 2022.....	41
4.2 Metallimalmit	43
4.2.1 Louhinta.....	43
4.2.2 Rikastetuotanto	46
4.2.3 Rikasteisiin tuotetut metallit.....	48
4.2.3.1 Kromi ja perusmetallit	48
4.2.3.2 Lyijy.....	50
4.2.3.3 Koboltti.....	50
4.2.3.4 Jalometallit	51
4.3 Teollisuusmineraalit	52
5 Merenpohjan resurssien hyödyntäminen (Aarno Kotilainen ja Jyrki Hämäläinen, GTK)	56

5.1	Tulevaisuuden resurssit aaltojen alla	57
5.2	Merenpohjan geologiset aineistot vapaasti saatavilla	58
5.3	Merenpohjan mineraalien hyödyntämisen lainsäädäntö ja kehittämisen selvitys käynnissä (Heino Vasara)	59
6	Kaivosten sivuvirtojen hyödyntäminen (Tuula Sivonen, Lapin ELY-keskus).....	61
7	Mineraalisten raaka-aineiden ulkomaankauppa (Jussi Pokki, GTK).....	64
7.1	Johdanto	64
7.2	Metallimalmirikasteet.....	65
7.2.1	Rikasteiden tuonnilla ratkaiseva merkitys.....	65
7.2.2	Rikasteiden ulkomaankaupan pääpiirteet vuonna 2022	65
7.2.3	Tuonti	67
7.2.4	Vienti	69
7.2.5	Tärkeimmät tuonti- ja vientimaat	72
7.3	Nikkeli-, koboltti- ja kuparikivi.....	74
7.3.1	Johdanto	74
7.3.2	Nikkelikivi.....	75
7.3.3	Kuparikivi	77
7.3.4	Kobolttikivi	78
7.4	Jalometallit.....	78
7.5	Teollisuusmineraalit (kaoliini, kalkkikivituotteet, talkki).....	80
7.6	Suomen ja Venäjän välinen mineraalisten raaka-aineiden kauppa	82
8	Akkualan näkymät ja akkumineraalikaivokset.....	84
8.1	Akkuteollisuuden näkymät Euroopassa (Jarkko Vesa, TEM).....	84
8.2	Akkumineraaliesiintymät, -kaivokset ja -prosessointilaitokset (Bo Långbacka, GTK)	85
9	Toimialan yleiset muutosvoimat ja toimialan merkitys	88
9.1	PESTE-tarkastelu megatrendeistä ja muutosvoimista vuonna 2023	88
9.2	SWOT-tarkastelu toimialalle.....	89
9.3	Yleiset muutosvoimat ja yhteenveto	90
	Liite 1. Vienti- ja tuontitilastoissa käytetyt CN8-tullinimikkeet	91
	Liite 2. Kaoliinin, kalkkikivituotteiden, dolomiittituotteiden ja talkin vientii ja tuonti	96
	Liite 3. Päättyneet hankkeet	98
	Liite 4. Käynnissä olevat hankkeet.....	109
	Lähteet.....	122

SAATTEEKSI

Toimialaraportit-julkaisusarjassa on koottu tietoaineistoja eri lähteistä toimialakohtaisiksi perustietopaketeiksi. Näissä toimialaraporteissa käsitellään toimialan rakennetta, markkinoiden kehitystä, alan yritysten taloudellista tilaa, investointeja ja kriittisiä raaka-aineita sekä tulevaisuuden näkymiä. Lähteinä käytetään viimeisintä saatavilla olevaa tilastoaineistoa ja toimialan yrittäjien, yritysten ja alan muiden merkittävien toimijoiden näkemyksiä.

Vuoden 2023 toimiala- tai teemaraaportit käsittelevät elintarvikealaa, uusiutuvaa energiaa, kaivosteollisuutta, sote-palveluita sekä matkailua. Edellinen kaivostoimialaa tarkasteleva raportti on julkaistu lokakuussa 2022. Toimialaraporttien lisäksi julkaistaan ajankohtaiskatsauksia toimialojen näkymiin. Kaivosalan näkymät julkistettiin kesäkuussa 2023.

Toimialapalvelu on työ- ja elinkeinoministeriön johdolla toimiva asiantuntijaverkosto. Verkosto kokoaa, analysoi ja välittää tietoa yritysten toimintaympäristöstä päätöksenteon pohjaksi. Toimialapalvelun verkosto toteuttaa julkaisutoimintaa ja viestintää sekä järjestää asiantuntijaseminaareja. Julkaisut sekä uutiskirje ovat saatavissa Toimialapalvelun verkkosivuilta osoitteesta www.tem.fi/toimialapalvelu.

Kaivosalan toimialaraportti on peruspaketti, josta saa tietoa toimialan keskeisiin tilastoihin ja näkymiin. Kaivosteollisuudessa on takana vahvat investointivuodet. Investoinneilla turvataan toiminnan jatkuvuus. Uusia kaivoksia on tuloillaan ja kaivoshankkeet ovat YVA- ja lupavaiheissa.

Eryteisesti EU:n vihreä siirtymä ja kriittisten raaka-aineiden aloite ovat toimialalle myönteisiä tekijöitä. Resurssinationalismi ja globaali kauppapolitiikka korostavat omavaraisuuden merkitystä raaka-ainepolitiikassa.

Kansainvälisillä rahoittajilla on mielenkiintoa Suomen kaivosteollisuutta kohtaan. Omasta kaivostoiminnasta huolimatta Suomi on erittäin riippuvainen raaka-aineiden tuonnista.

Kansalaisjärjestöjen kritiikki uusia kaivoshankkeita kohtaan on kasvanut. Yhtiöiden tuleekin jatkuvasti lisätä avoimuutta ja kuvata toimintansa kokonaisvaikutuksia alueen ympäristöön ja ihmisiin. Yhteiskunnassa tulisi käydä luontoarvoista ja luonnonvarojen käytöstä enemmän keskustelua myös poliittisella tasolla.

Kaivosalan toimialaraportin valmistelusta ovat vastanneet TEM:n Toimialapalvelu ja GTK. GTK:ssa Minerals Intelligence -ryhmän johdolla kirjoitustyöhön osallistuivat tänä vuonna Jussi Pokki, Bo Långbacka ja Mari Kivinen, TEM:stä Jarkko Vesa ja Teo Kangaspunta sekä Lapin ELY-keskuksesta Tuula Sivonen. Karttojen toteutuksesta vastasi Jussi Pokki. Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle (Tukes) kiitos hyvistä lounintamääriä koskevista aineistoista.

Toivon, että raportti kannustaa toimialaa kehittävään keskusteluun ja toimintaan sekä palvelee mahdollisimman monipuolisesti alasta kiinnostuneita.

Rovaniemellä 24.11.2023

Heino Vasara

kaivosalan toimialapäällikkö

1 Kaivosalan infograafi kokoa kaivosalan avainluvut yhteen

Kuvio 1. Katsaus kaivosalaan -infograafi, joka kokoa kaivosalan avainluvut yhteen vuodelta 2022.



Lähde: Kaivosviranomaisen tilastotiedot (Tukes), Kestävän kaivostoiminnan verkoston vastuullisuusraportit, Tilastokeskuksen yritystilastot sekä GTK:n aineistot¹.

1 Katsaus kaivosalaan by Ely Lappi - Infogram.

Kuviossa 1 on kuvattu Suomessa toimivat metallimalmi- ja teollisuusmineraalikaivokset vuonna 2022. Sinisellä värillä on merkitty metallimalmikaivokset ja ruskealla teollisuusmineraalikaivokset. Sijainti kartassa ei ole kohdennettu juuri kaivoksen päälle.

Infograafin tarkoituksena on antaa katsojalle nopeasti toimialan yleinen tilannekuva. Infograafi toimii mainiosti myös mobiiliversioissa. Se on päivitetty myös englanniksi.

Kaivosalan avainluvut -infograafista löytyy metallimalmien ja hyötykivien sekä sivukivien louhintamääriä. Talouden osalta on koottu liikevaihto- ja henkilöstötietoa niin yritys-kohtaisesti kuin koko toimialalta. Viennin ja tuonnin osalta on kokonaislukuja ja keskeisiä vienti- ja tuontimaita.

2 Katsaus toimialaan

Yhteiskuntien digitalisaation kasvu ja vihreän siirtymän monet toimet lisäävät kysyntää ja raaka-ainetarvetta. Globaali epävarmuus (Venäjän hyökkäyssota, Lähi-idän jännitteet sekä ilmastonmuutos) toimii vahvana ajurina raaka-aineiden omavaraisuudelle. Kaikki teollistuneet maat ovat heränneet tarkastelemaan raaka-aineisiin kohdistuvia riippuvuuksia.

2.1 Johdanto toimialaan

Maailmantalouden ennustetaan kasvavan vuonna 2023 ja ensi vuonna noin kolme prosenttia. Keskeinen vaikuttava tekijä talouden tilaan on palveluiden ja kulutuksen elpyminen. Globaalin talouden kehitykseen liittyvät riskit ovat kasvaneet, ja kehitys heijastuu korkojen nousuun ja edelleen investointien hyytymiseen. Lisäksi hintojen ja korkojen nousu vähentää kotitalouksien kulutusta ja investointeja.

Suomen talous ei kasva tänä vuonna, kun hintojen ja korkojen nousu vähentää kotitalouksien kulutusta ja investointeja. Suomen ulkomaankaupan nettovaikutus talouteen sen sijaan on selvästi positiivinen, kun vienti hieman kasvaa ja tuonti vähenee selvästi. Vuonna 2025 kasvu nopeutuu, mihin vaikuttavat kotimainen kysyntä ja vihreän siirtymän investoinnit (Valtiovarainministeriö 2023:51, IMF 2023).

Teknolohiateollisuuden näkymät ovat synkentyneet erityisesti euroalueella loppukevään ja kesän aikana. Nyt näyttää jo hyvin selvästi siltä, että Suomen teollisuudelle loppuvuosi 2023 on haastava. Euroalueen teollisuuden tilaa mittaava ostopäällikköindeksi on jatkuvasti heikentynyt tammikuusta lähtien. Investointeja vihreään siirtymään ei ole vielä käynnistynyt siinä määrin, että ne vaikuttaisivat toimialan isoon kuvaan. (Teknolohiateollisuus: Talousnäkymät 3 ja 4 /2023)

Geopoliittisten jännitteiden, kriisien sekä eri talouksien välisten raaka-ainehuollon kilpailun seurauksena on epävarmuus raaka-ainenäkömien ennustamisessa lisääntynyt. Raaka-aineiden hinnat olivat koronapandemian jälkeen korkealla tasolla, minkä jälkeen hintakehitys on ollut sahaavaa ja hinnat ovat laskeneet. Hyvänä esimerkkinä on nikkelin hinnan kehitys. Kiinan talouden kehityksellä on merkittävä vaikutus raaka-aineiden kysyntään ja hintakehitykseen. Suomen kaivosteollisuuden näkymät ovat raaka-aineiden vahvan kysynnän myötä pysyneet vakaina.

Taulukko 1. Taulukossa 1 on bruttokansantuotteen kehitys ja arvio maailmalla ja euroalueella vuosina 2021–2025.

BKT kehitys ja arvio	2021	2022	2023	2024	2025
Euroalueen bruttokansantuote	5,6	3,4	0,7	1,0	1,5
Maailman bruttokansantuote (pl. euroalue)	6,7	3,3	3,2	3,0	3,2

Lähteet: Eurojärjestelmä ja Suomen Pankki.

Kriittisten ja strategisten raaka-aineiden tarve nousee EU-alueella merkittävästi lähivuosina. Näyttäisi siltä, että mineraaliraaka-aineet ovat ratkaisevan tärkeitä Euroopan tulevaisuudelle, sillä ne muodostavat EU:n teollisten ekosysteemien selkärangan ja edistävät monien jokapäiväisessä elämässä käytettävien hyödykkeiden tuotantoa.

Mineraalit ovat myös keskeisessä asemassa kehitettäessä puhtaita teknologioita, joita tarvitaan maailmanlaajuisten ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Koska kehittyvät teknologiat ja teollisuudenalat ovat vahvasti riippuvaisia mineraaleista, kysynnän odotetaan kasvavan tulevina vuosina. (Critical Raw Materials Act, CRMAto)

Ajankohtaisia teemoja toimialalle ovat myös verotus, kiertotalous ja muut EU:n toimenpiteet. Vuonna 2024 otetaan käyttöön louhittuihin kaivosmineraaleihin kohdistuva vero. Veroa maksetaan Suomessa louhituista, kaivoslaissa tarkoitetuista kaivosmineraaleista². Kaivannaisjätteiden sivukiven ja rikastushiekan hyödyntämisen mahdollisuudet ovat tulleet entistä tärkeämmiksi. Suomessa on koottu työryhmiä kaivannaisjätteiden hyötykäytön ympärille.

Kaivostoiminnan kiertotalousmahdollisuudet ovat mukana myös ympäristöministeriön vetämässä Kiertotalouden green deal -prosessissa, jolla pyritään vauhdittamaan Suomen kiertotalousasteen kasvattamista vuoteen 2035. Kiertotalouden Green Dealissa esitetään toimialakohtaisia toimia ja tavoitteita, joihin yritykset, järjestöt ja muut toimijat voivat

2 Kaivosmineraaleista hopean, koboltin, kromin, kullan, kuparin, litiumin, nikkelin, palladiumin, platinan, sinkin, lyijyn ja uraanin vero on 0,6 prosenttia niiden sisältämän metallin verotusarvosta. Verohallinto vahvistaa verotusarvot kutakin vuotta varten kalenterivuoden alussa edellisen vuoden hintatietojen perusteella. Hintatiedot määritellään valtioneuvoston asetuksella. Muiden kaivosmineraalien vero on 0,20 euroa tonnilta louhittua malmia tai hyötykiveä.

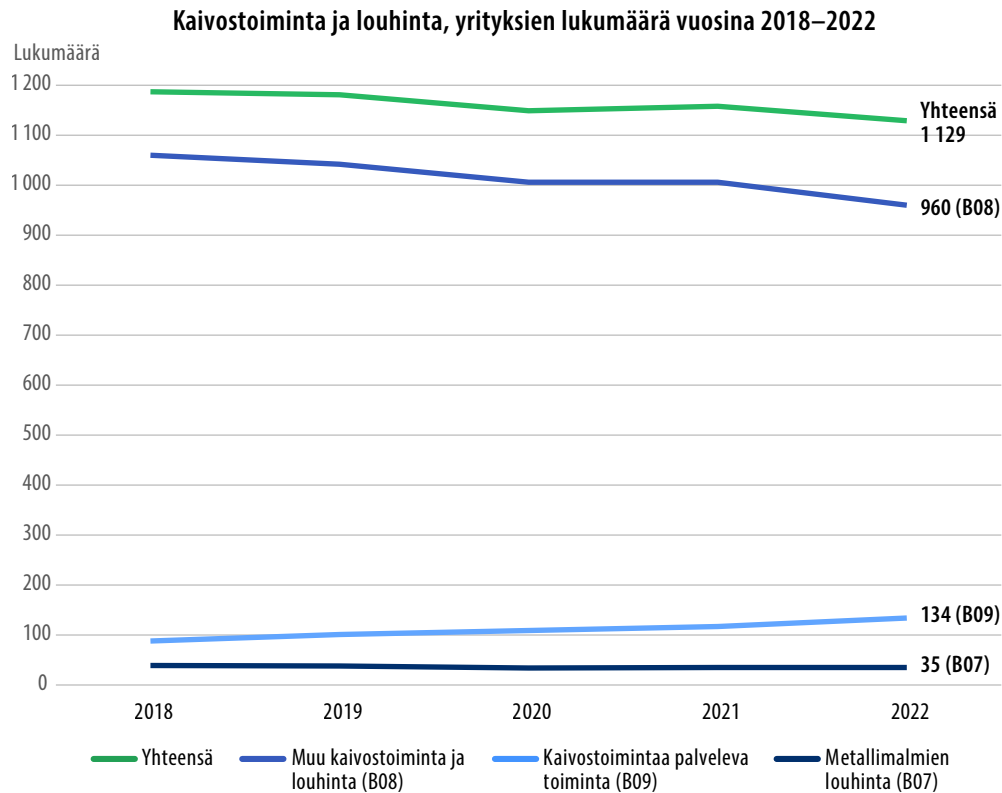
sitoutua kiertotalouden edistämiseksi omassa toiminnassaan. Kiertotalouden green dealia on koottu yhteistyössä TEM:n ja Lapin ELYn vetämän kaivosten kiertotaloushankkeen kanssa

EU:n tavoitteena on myös vahvistaa alueellisia ekosysteemejä vihreän siirtymän ja EU:n strategisen riippumattomuuden edistämiseksi mineraaliraaka-aineista ja parantaa samalla kansalaisten hyvinvointia kaivosalueilla. Tavoitetta tukemaan on käynnistetty EU-tasoinen hanke OECD:n EU mining regions, jolla tuetaan kymmentä aluetta. Myös Suomalaisia alueita on mukana.

2.2 Toimialan näkymät liikevaihdon ja henkilöstön kehityksen mukaan

Kaivostoimialalla toimi 1 129 yritystä vuonna 2022 ja metallimalmien louhinnassa 35 yritystä. Kaivostoimintaa palvelevalla alalla yrityksiä oli 134³. Muu kaivostoiminta työllistää 960 yritystä. Tällä sektorilla yritysten määrä on ollut laskeva vuodesta 2018 asti. Esimerkiksi turveala kuuluu tähän sektoriin (Kuvio 2).

3 [Yritysten rakenne- ja tilinpäätöstilaston tilastoyksiköiden joukko muuttuu - Tilastokeskus \(stat.fi\)](#). Tilastoissa ovat mukana kaikki markkinaehtoiset yritykset, joilla on tilastovuonna ollut liikevaihtoa, henkilöstömäärää, liiketoiminnan muita tuottoja, investointeja tai tasetta. Aiemmin tilastoissa on ollut mukana vain vähintään puoli vuotta toimineet yritykset, joiden liikevaihto, henkilöstömäärä, investoinnit tai tase ylittivät tilastorajan. Uudistus on vaikuttanut pääasiassa yritysten lukumäärään.

Kuvio 2. Kaivostoiminta- ja louhintayrityksien lukumäärät vuosina 2018–2022.

Lähde: Statistics, Enterprises by Industry, TEM Macrobond.

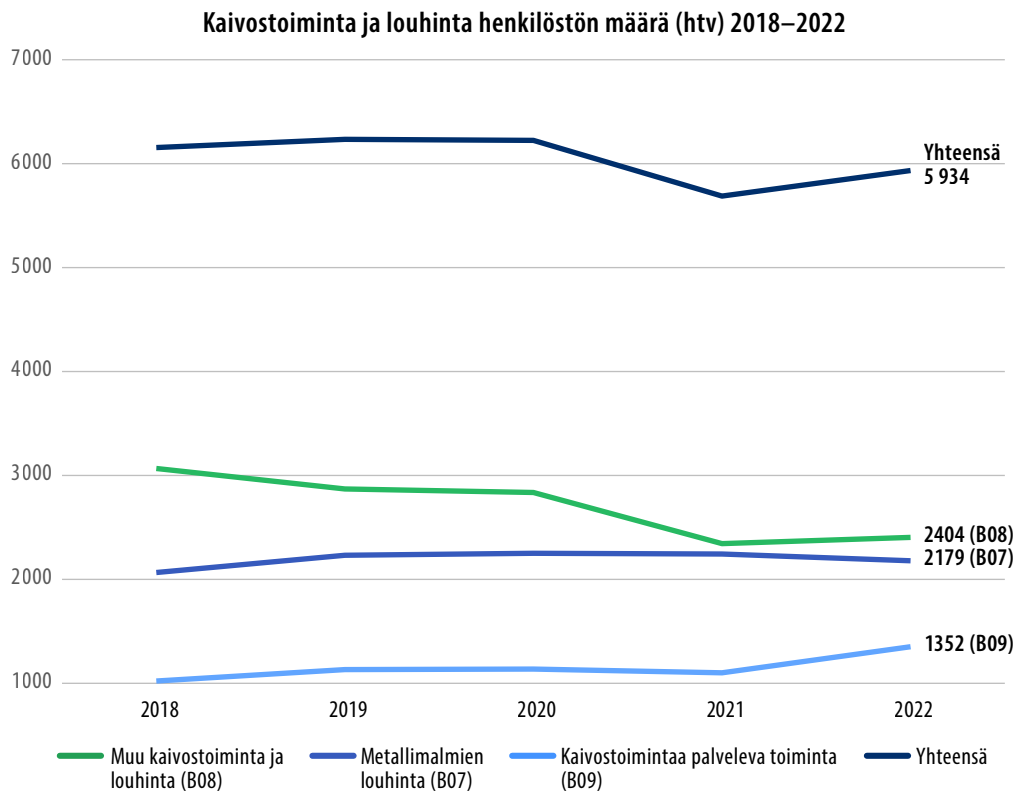
Kaivosala työllisti vuonna 2022 suoraan noin 5 934 henkilöä (htv). Kasvua edelliseen vuoteen oli reilu 200 henkilötyövuotta. Toimialan henkilöstömäärä jakaantui toimialan sisällä seuraavasti: kaivostoimintaa palveleva toiminta työllisti noin 1 352, muu kaivostoiminta 2 179 ja metallimalmien louhinta 2 404 henkilötyövuotta (Kuvio 3). On kuitenkin huomattava, että yritysten rakennetilastoissa tehtiin syksyllä 2022 uudistuksia, jotka aiheuttavat aikasarjakatkoksen vuosien 2020–2021 välille. Uudistus laski henkilöstömääriä 9,0 %.⁴

Kaivostoimintaa palvelevan toiminnan henkilöstömäärä kääntyi voimakkaampaan kasvuun vuonna 2022. Henkilöstömäärä kasvoi myös metallimalmien louhinta-alalla notkahduksen jälkeen. Muu kaivostoiminta ja louhinta-alalla henkilöstömäärä on vähentynyt tasaisesti vuodesta 2018, ja kehitys jatkuu laskevana. Viimeisen vuoden aikana vähentyminen on ollut voimakkaampaa.

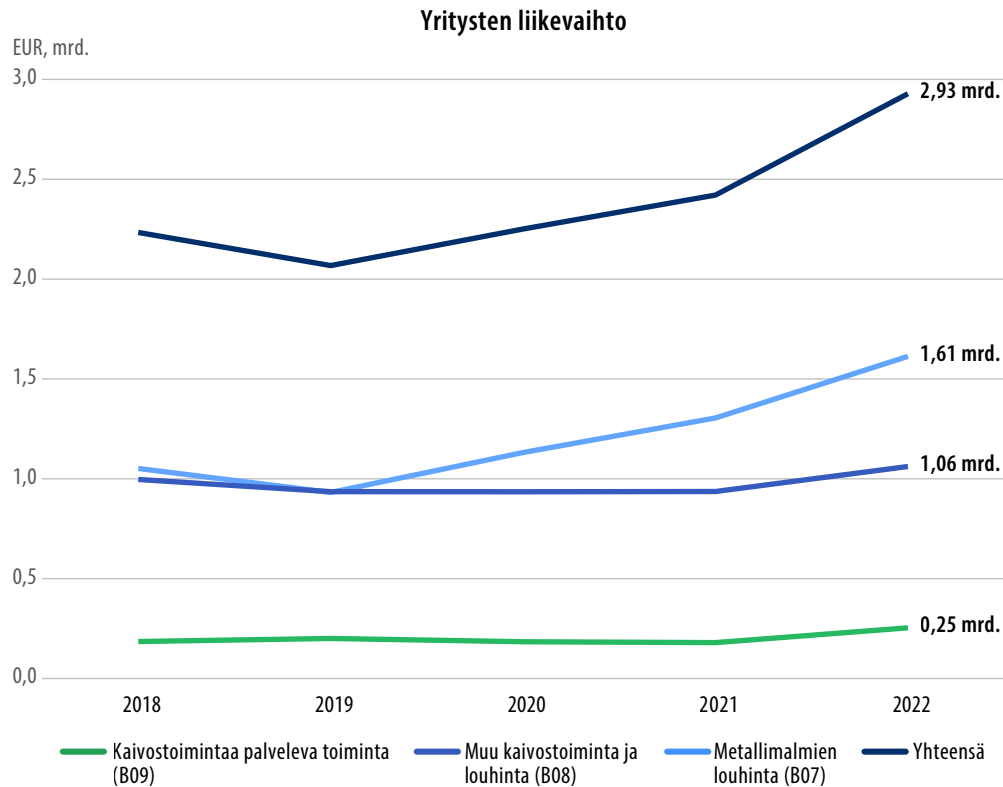
4 Rakennetilastoissa aikasarjakatkoksen aiheuttamia muutoksia tilastovuodesta 2021 alkaen <https://www.stat.fi/muutostiedote/cl830vmdylj6y0dvnwrsr6dbg>

Kaivostoimintaa palvelevan toiminnan ja metallimalmien louhinnan kasvu heijastuu myös kokonaishenkilöstömäärän kasvuun vuonna 2022 (kuvio 3).

Kuvio 3. Kaivosalan henkilöstömäärä ja sen kehitys eri vuosina.



Lähde: Statistics, Enterprises by Industry, TEM Macrobond.

Kuvio 4. Kaivosalan euromääräinen liikevaihto ja liikevaihdon kehitys eri vuosina.

Lähde: Statistics, Enterprises by Industry, TEM Macrobond.

Kaivosalan yritysten liikevaihto oli vuonna 2022 yhteensä 2,93 miljardia euroa. Kasvu edellisestä vuodesta oli noin 0,5 miljardia euroa. Liikevaihto muodostuu seuraavista osista:

- kaivostoimintaa palvelevan toiminnan, lähinnä pk-yritysten, liikevaihtokehitykset 0,25 miljardia euroa
- muu kaivostoimintaa ja louhintaa harjoittavien yritysten liikevaihto 1,06 miljardia euroa
- varsinainen metallimalmien louhinta 1,61 miljardia euroa.

Kaikkien seurattavien alojen liikevaihto kasvoi edellisestä vuodesta (kuvio 4). Kaivostoiminnan ja louhinnan toimialalla tuotannon volyymissä oli selvästi laskua jo vuoden 2022 aikana. Liikevaihdon kasvuun vaikuttaa kysynnän lisäksi hintojen nousu.

Taulukko 2 kuvaa mineraaliklusterin liikevaihdon kehitystä vuosina 2018–2022. Klusterissa liikevaihdolla mitattuna merkittävin toimiala on metallin jalostus. Metallin jalostuksen kasvu on ollut merkittävää vuodesta 2020 alkaen. Kasvu on lähes tuplaantunut kahden vuoden aikana. Syyskuusta 2022 syyskuuhun 2023 kaivostoiminnan ja louhinnan

toimialalla oli tuotannossa laskua 18,5 % verrattuna edelliseen vuoteen. Vastaavalla ajanjaksolla metalliteollisuudessa tuotantoa oli 3.8 % enemmän. (Lähde: Tilastokeskus, teollisuustuotannon volyymi-indeksi) Metalliteollisuus vastaa suurimmasta osasta teollisuuden arvonlisäyksestä.

Raaka-aineiden hintojen nousulla on ollut positiivinen vaikutus kehitykseen, ja kaivos-toimintaa harjoittavilla yrityksillä on ollut kasvun vuosia. Mineraalisklusterin arvoketjujen menestys on tärkeä osa Suomen teollisuutta ja taloutta.

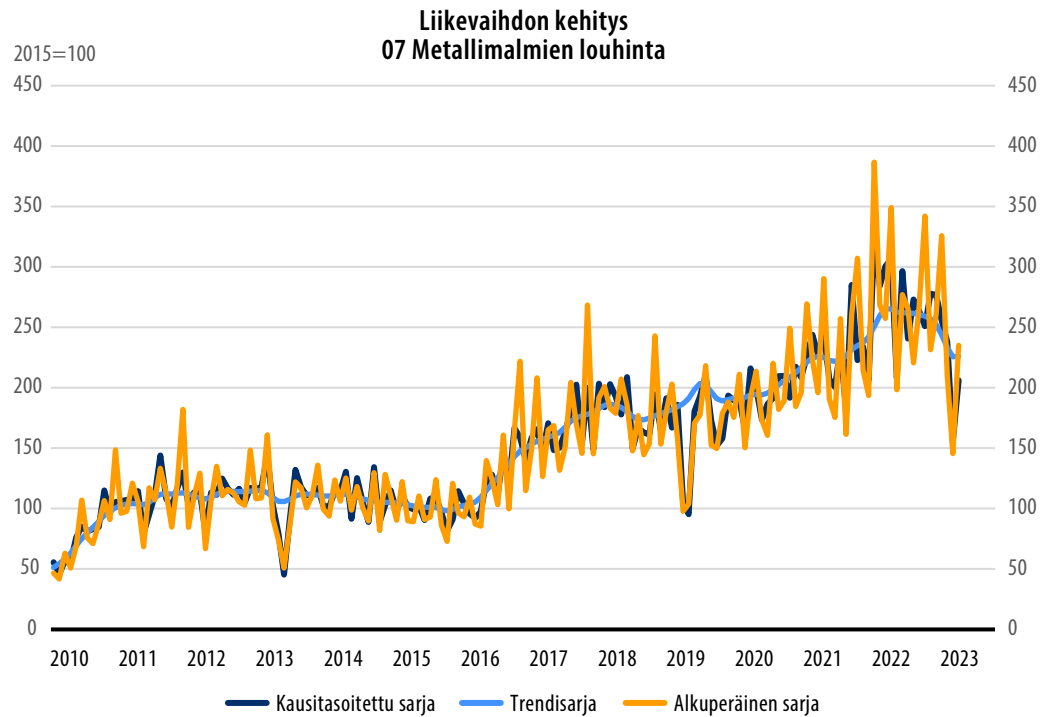
Taulukko 2. Kaivosteollisuutta lähellä olevien toimialojen liikevaihto vuosina 2018–2022.

Liikevaihto, oikeudelliset yksiköt (1000 euroa)	2018	2019	2020	2021	2022
B Kaivostoiminta ja louhinta (05-09)	2 233 571	2 067 720	2 250 851	2 420 796	2 928 372
07 Metallimalmien louhinta	1 051 720	931 637	1 131 648	1 304 683	1 613 020
08111 Koriste- ja rakennuskiven louhinta	36 612	33 103	32 994	33 079	40 889
08112 Kalkkikiven, kipsin, liidun ja dolomiitin louhinta	2 364	3 288	2 632	3 085	2 960
08113 Liuskekiven louhinta	890	751	914	931	905
0812 Soran, hiekan, saven ja kaoliinin otto	341 292	338 028	346 730	367 211	410 120
0892 Turpeen nosto	509 356	455 248	460 758	438 390	514 285
08990 Muualla luokittelematon kaivostoiminta ja louhinta	106 158	105 212
09 Kaivostoimintaa palveleva toiminta	185 180	200 454	184 118	179 713	253 802
23700 Kiven leikkaaminen, muotoilu ja viimeistely	142 496	141 382	150 252	163 829	178 539
24 Metallien jalostus	13 632 986	13 221 492	12 844 709	18 543 939	23 929 539
28920 Kaivos-, louhinta- ja rakennuskoneiden valmistus	2 997 771	3 131 405	3 217 762	3 916 615	4 629 347

Kaivosalan (07) yritysten määrä on säilynyt samana. Kaivostoimintaa palvelevan alan yritysten määrä on kasvanut tasaisesti, mutta vuoden 2021 ja 2022 välillä oli hieman enemmän kasvua.

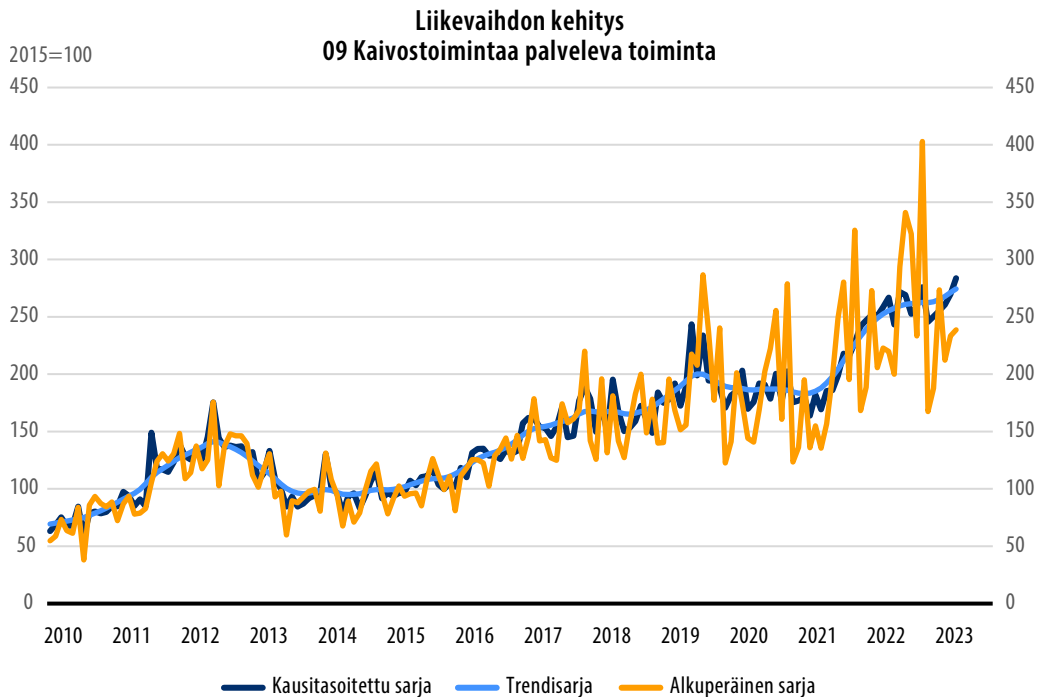
Liikevaihdon trendivertailu kuvaa sitä, kuinka toimialan yritysten liikevaihto on kehittynyt viimeisten reilun 12 vuoden aikana. Kaivosalan liikevaihto seuraa raaka-aineiden kysynnän ja hinnan sekä louhinnan määrien kehitystä. Yleinen inflaation nousu on laskenut kysyntää, mutta myös raaka-aineiden hintojen lasku näkyy yritysten liikevaihdossa laskuna vuoden 2023 toisella neljänneksellä (Kuvio 5).

Kuvio 5. Liikevaihdon suhdannekehitys vuosina 2010–2/2023 (Indeksi 2015 = 100).



Lähde: Tilastokeskus / asiakaskohtainen suhdannepalvelu.

Kuvio 6. Kaivosteollisuutta palvelevan toiminnan liikevaihdon suhdannekehitys vuosina 2010–2/2023 (Indeksi 2015 = 100).

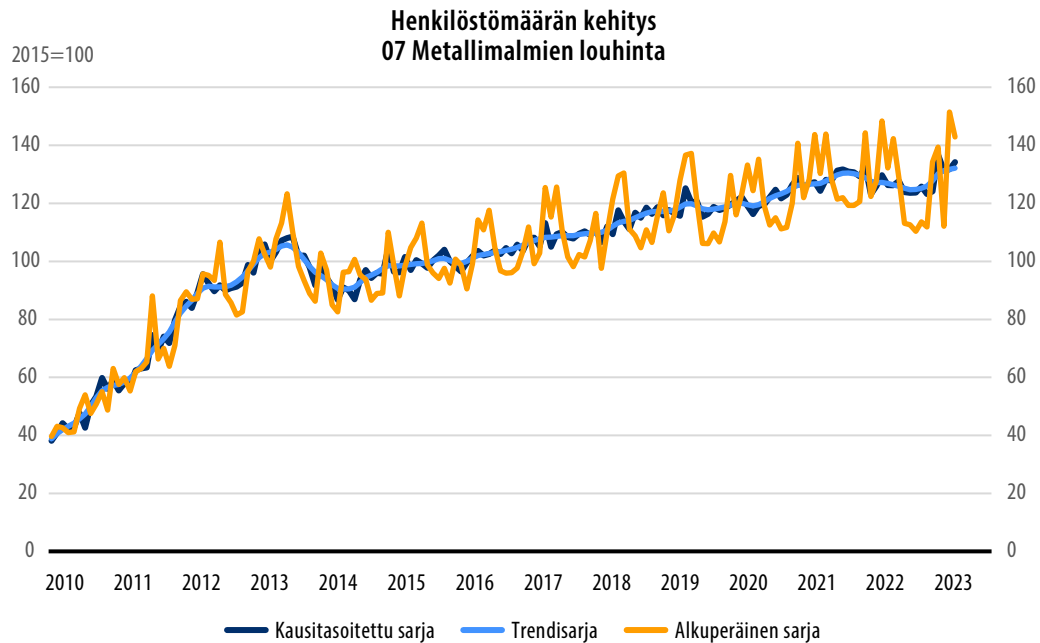


Lähde: Tilastokeskus / asiakaskohtainen suhdannepalvelu.

Kaivosteollisuutta palvelevilla aloilla liikevaihdon trendi on seurannut päätoimialan kehitystä, mutta toisin kuin metallimalmien louhinnassa, kaivostoimialaa palvelevalla alalla kehitys vuoden 2023 toisella neljänneksellä on kasvava. Tekijöinä ovat yleinen hintatason nousu ja kaivosyhtiöiden alihankintatyöt.

Kaivostoimialalla on investoitu voimakkaasti viime vuosina. Molemmilla toimialoilla (TOL 07, 09) liikevaihdon trendi kääntyi laskuun tai tasaantui vuonna 2019. Kaivostoiminta lähti kasvuun vuoden 2020 toisella neljänneksellä, ja kasvu on jatkunut tasaisen vahvana vuoden 2023 ensimmäiselle neljännekselle. Kaivostoimintaa palvelevalla alalla trendi kääntyi kasvuun päätoimialaa myöhemmin eli toisella neljänneksellä vuonna 2021 (Kuvio 6).

Kuvio 7. Metallimalmien luohinnan henkilöstömäärän suhdannekehitys vuosina 2010–2/2023 (Indeksi 2015 = 100).

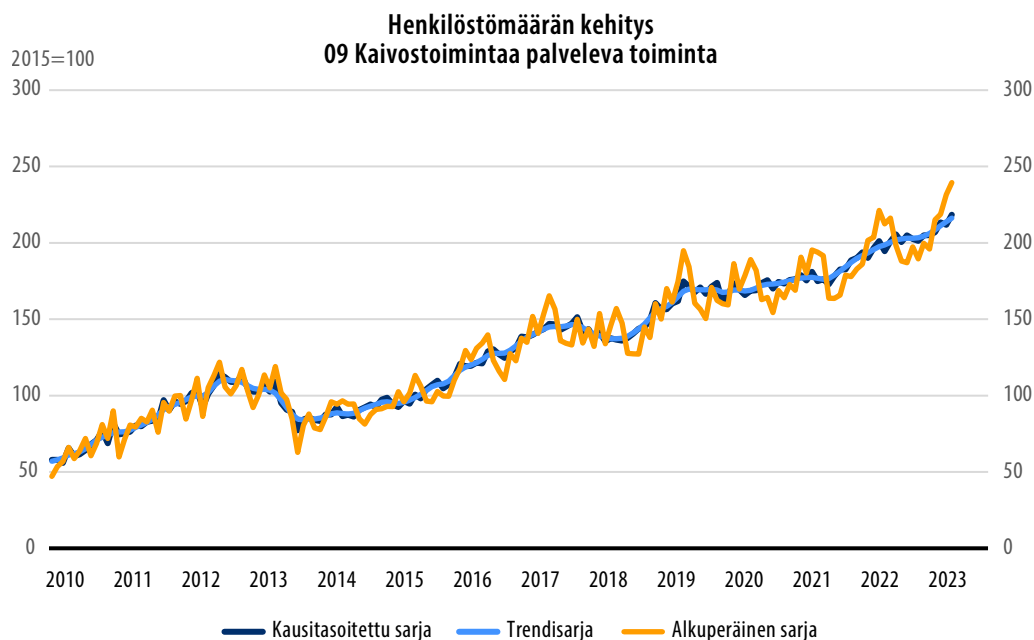


Lähde: Tilastokeskus / asiakaskohtainen suhdannepalvelu.

Henkilöstömäärä on ollut kasvussa viimeisten kymmenen vuoden aikana. Vuoden 2021 viimeisellä neljänneksellä henkilöstön kasvua kuvaava trendi lähti laskemaan, mutta kääntyi 2022 loppuvuodesta selvään nousuun. Teollisuutta palvelevilla aloilla kasvu on ollut voimakkaampaa (kuvio 7).

Henkilöstölle tulee uusia osaamistarpeita, kun digitalisaatio, sähköistyminen ja automaatio lisääntyvät kaivoksilla. Etäohjaus ja autonomisten laitteiden kehittämistyö etenee. Kaivosten tarjoama työ monipuolistuu ja muuttuu osaamisen kannalta vaativammaksi, mikä tuo koulutustarpeita ja tarjoaa toisaalta työmahdollisuuksia erilaisille osaajille.

Kuvio 8. Kaivostoimintaa palvelevan toiminnan henkilöstömäärän suhdannekehitys vuosina 2010–2/2023 (Indeksi 2015 = 100).



Lähde: Tilastokeskus, teollisuuden henkilöstökuvaaja.

Kaivostoimintaa palvelevan toiminnan henkilöstömäärässä on ollut pk-yritystoiminnalle tyypillisempää aaltoilevaa kehitystä. Metallimalmikaivokset ovat investoineet vahvasti viime vuosien aikana, mikä näkyy trendikehityksessä (kuvio 8). Vuoden 2021 puolivälissä henkilöstömäärässä käännyttiin taas kasvuun. Kasvu on jatkunut kiihtyen vuoden 2023 toiselle neljännekselle.

2.3 Suomen mineraalistrategia

Suomen hallitus on kirjannut hallitusohjelmaansa, että hallituskauden aikana tehdään uusi mineraalistrategia. Edellinen mineraalistrategia on vuodelta 2010.

Mineraalistrategian valmistelu käynnistyy syksyllä 2023, ja se valmistuu kesän 2024 jälkeen. Mineraalistrategiassa tarkastellaan Suomen mineraalialan nykytilaa ja kansallisia tavoitteita sekä teollisuuden raaka-ainehuollon turvaamista. Mineraalistrategian toteutuksesta vastaa työ- ja elinkeinoministeriö. Työhön kutsutaan mukaan kattavasti eri sidosryhmien edustajia.

2.4 Kaivannaisalan hankkeet

Kattavan yleiskuvan saamiseksi ja oleellisten uusien toimenpiteiden pohjaksi tehtiin kaivosalan tutkimus- ja kehitystoiminnasta kartoitus. GTK, TEM, Lapin liitto ja Lapin ELY-keskus tekivät kaivannaisalan hankekartoituksen kevättalvella 2023. Halusimme selvittää, minkälaista kehittämistoimintaa kaivannaisalalle on tehty ja miten varmistetaan, että hyvät teot eivät jää pölyttymään Kartoituksen tavoitteena oli selvittää käynnissä olevat ja viime vuosina (aikaisintaan 2019) päättyneet kaivannaisalaan liittyvät, julkista rahoitusta saaneet hankkeet.

Hankelistaukseen saatiin sata hanketta. Hankekartoitus uusittiin lokakuussa, jotta saatiin selville kesällä ja syksyllä käynnistyneet hankkeet. Hankkeita on nyt listattu kaikkiaan noin 110. Lista hankkeista löytyy toimialaraportin liitteistä 3 ja 4.

Hankekartoituksen innoittamana Kaivosteollisuus ry ja kaivosten kiertotalouden kansallinen koordinaatio järjestivät syyskuussa Kaivannaisalan hankkeita -webinaarin, jossa esiteltiin yhdeksän listalla olevaa hanketta.

2.5 EU:n kriittisten raaka-aineiden aloitteen tausta ja käsittely

Euroopan komissio julkaisi 16.3.2023 ehdotuksen Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi kriittisten raaka-aineiden turvallisista sekä kestävästä toimitusketjuista⁵ sekä siihen liittyvän tiedonannon (COM(2023) 165).

Asetusehdotuksesta ja komission tiedonannosta koostuvan kriittisten raaka-aineiden pakettina tavoitteena on vahvistaa raaka-aineiden arvoketjuja Euroopassa, monipuolistaa tuontia strategisten riippuvuuksien vähentämiseksi, parantaa kriittisiin raaka-aineisiin liittyvää seurantaa ja vähentää niihin liittyviä toimitusriskejä. Lisäksi tavoitteena on varmistaa raaka-aineiden vapaa liikkuvuus sisämarkkinoilla ja ympäristönsuojelun korkea taso kiertotaloutta ja vastuullisuutta edistämällä. Ehdotetuilla toimilla pyritäisiin turvaamaan eurooppalaisen teollisuuden raaka-ainetarpeet kaksoissiirtymää ja puolustusteollisuuden tarpeita varten sekä parantamaan koko unionin kriisinkestävyttä.

5 [European Critical Raw Materials Act \(europa.eu\)](https://european-critical-raw-materials-act.europa.eu/)

Tavoitteiden saavuttamiseksi asetuksessa ehdotetaan säädettävän muun muassa ns. strategisen hankkeen asemasta ja luvituksen edistämisestä kriittisten raaka-aineiden hankkeille. Strategisen hankkeen aseman voisi asetusehdotuksen perusteella saada esimerkiksi kaivoshanke tai kiertotaloushanke. Ehdotuksen mukaan strategisen hankkeen aseman saaneet projektit hyötyisivät eräistä luvitukseen liittyvistä sujuvoittamistoimista. Strategisia hankkeita koskisivat esimerkiksi luvituksen kestolle asetettavat enimmäismääräajat, ja velvoite toteuttaa lupamenettelyt mahdollisimman nopeasti unionin ja kansallisen lainsäädännön mukaisesti.

Luvitukseen liittyvien toimien lisäksi asetukseen sisältyy useita muita kokonaisuuksia. Asetusehdotus sisältää mm. jäsenvaltioihin kohdistuvan veloitteen laatia kansalliset etsintäohjelmat sekä sääntelyä, jolla pyritään parantamaan kriittisten raaka-aineiden uudelleenkäyttöä kaivannaisjätteistä sekä muita kestävyiden ja kiertotalouden parantamiseen liittyviä toimia. Lisäksi asetusehdotus sisältää jäsenvaltioita koskevia raportointivelvoitteita sekä toimia, joilla pyritään vähentämään strategisia riippuvuuksia esimerkiksi EU:n ja kolmansien maiden kumppanuuksien avulla.

Aloitteesta on laadittu u-kirjelmä, jossa aloite sekä Suomen kannat kuvaillaan tarkemmin.⁶ Suuri valiokunta hyväksyi 20.6.2023 eduskunnan kannan aloitteeseen⁷ ja yhtyi u-kirjelmässä esitettyyn valtioneuvoston kantaan.

Aloitteen julkaisemisen jälkeen sen käsittely on edennyt hyvin nopeasti. Neuvoston teollisuustyöryhmässä aloitteen käsittely aloitettiin huhtikuussa 2023, ja neuvosto vahvisti kantansa kolmikantaneuvotteluihin 30.6.2023.

Euroopan parlamentti puolestaan on hyväksynyt oman kantansa neuvotteluihin 14.9.2023. Kriittisten raaka-aineiden aloitteen puolesta äänestettiin Euroopan parlamentissa yli 500 äänellä. Syksyllä 2023 alkavien kolmikantaneuvotteluiden aikana pyritään EU-prosessien mukaisesti saavuttamaan sopu asetuksen lopullisesta sisällöstä eri ehdotusten välillä.

Neuvosto ja parlamentti ovat päässeet alustavaan sopuun ja pyrkimyksenä on saada asetukset voimaan pian.

6 [Hallitukselta kirjelmät eduskuntaan EU:n aloitteista Euroopan omavaraisuuden kasvattamiseksi \(valtioneuvosto.fi\).](#)

7 [Suuri valiokunta päätti eduskunnan kannan aloitteesta kriittisten raaka-aineiden saannin varmistamiseksi \(eduskunta.fi\).](#)

2.6 Kriittiset ja strategiset raaka-aineet (Mari Kivinen, GTK)

Euroopan komission huomio on keskittynyt kriittisiin raaka-aineisiin vuodesta 2011 lähtien, jolloin laadittiin ensimmäinen EU-alueen kriittisten raaka-aineiden lista. Kriittisillä raaka-aineilla tarkoitetaan raaka-aineita, jotka ovat kansantaloudelle tärkeitä ja joihin kohdistuu merkittävä saantiriski. Euroopan parlamentti on syyskuussa 2023 lisäksi ehdottanut kriteereiksi raaka-aineen niukkuutta ja raaka-aineen tuotannon energiantensiivisyyttä. Uusin listaus (kuvio 9) julkistettiin keväällä 2023 Critical Raw Materials Actin julkistuksen yhteydessä.

Kriittisten raaka-aineiden lisäksi strategiset raaka-aineet tuotiin mukaan vuoden 2023 listaukseen. Strategiset raaka-aineet ovat kriittisten raaka-aineiden listan raaka-aineita, jotka ovat lisäksi välttämättömiä raaka-aineita EU:n puolustus-, ilmailu- tai avaruusteollisuudelle, vihreälle energiasuorituskyvälle tai digitaaliselle siirtymälle.

Strategisia raaka-aineita on myös hyvin vaikea korvata jollain toisella raaka-aineella, niiden tuotantoa on vaikea kasvattaa globaalisti ja niiden ennustettu globaali tarve kasvaa erittäin voimakkaasti. Esimerkiksi kupari ja nikkeli nostettiin EU:lle strategisten raaka-aineiden listalle. Listoja päivitetään jatkossa kahden vuoden välein ja mukana on myös uusi lista: strategiset sekundääriset raaka-aineet (Euroopan parlamentin lisäys 14.9.2023).

Suomessa toimii useita kaivoksia, joissa tuotetaan vuoden 2023 listauksen (kuvio 9) mukaisia kriittisiä tai strategisia raaka-aineita (kuvio 10). Myös useita uusia kaivoshankkeita ja malminetsintää kohdistuu näitä raaka-aineita sisältäviin mineraaliesiintymiin. Kaivos-tuotanto ja kaivoshankkeet keskittyvät erityisesti nikkeliin, kupariin, kobolttiin, platina-ryhmän metalleihin, litiumiin ja fosforiin. Lisäksi Suomesta on tunnistettu useita muita kriittisiä raaka-aineita sisältäviä mineraaliesiintymiä.

Kuvio 9. EU:n kriittisten ja strategisten mineraalien listaus vuonna 2023.

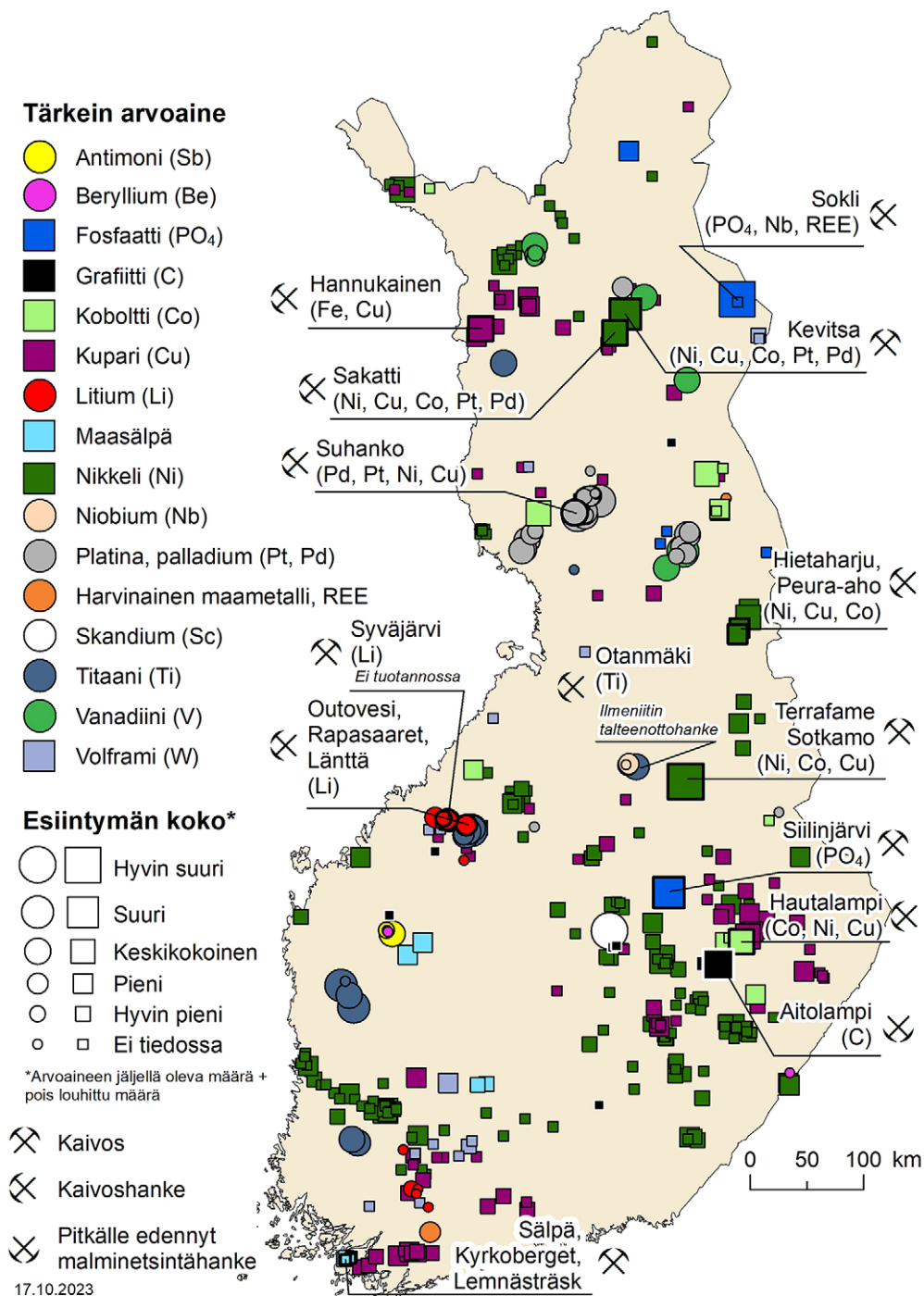
Kriittiset raaka-aineet v. 2023 listauksen mukaan		Strategiset raaka-aineet v. 2023 listauksen mukaan	
Antimoni	Litium	Vismutti	Akkulaatuinen mangaani
Arseeni	Magnesium	Metallurginen boori	Akkulaatuinen grafiitti
Bauksiitti (alumiinimalmi)	Mangaani	Koboltti	Akkulaatuinen nikkeli
Baryytti	Grafiitti	Kupari	Platinametallit
Beryllium	Akkulaatuinen nikkeli	Gallium	Metallinen pii
Vismutti	Niobi	Germanium	Titaanimetalli
Boori	Fosfaattimalmi	Akkulaatuinen litium	Volframi
Koboltti	Fosfori	Magnesiummetalli	Harvinaiset maametallit*
Koksi	Platinametallit		
Kupari	Skandium		
Maasälpä	Metallinen pii		
Fluorisälpä	Strontium		
Gallium	Tantaali		
Germanium	Titaanimetalli		
Hafnium	Volframi		
Helium	Vanadiini		
Kevyet harvinaiset maametallit	Raskaat harvinaiset maametallit		

*Magneetteihin käytettävät harvinaiset maametallit

Strategisia raaka-aineita käytetään:

1. vihreän siirtymän teknologioissa
2. digitalisaation teknologioissa
3. puolustusteollisuuden teknologioissa

Kuvio 10. Mineraaliesiintymät, joiden tärkein arvoaine on jokin EU:lle kriittinen raaka-aine. Lisäksi Suomessa on muitakin mineraaliesiintymiä, joissa kyseisiä raaka-aineita esiintyy pää- tai sivuarvoaineina, mutta niistä esitetään alla olevassa kartassa vain kaivoshankkeiksi edenneet kohteet. Esiintymien kokoluokittelun tonnirajat vaihtelevat arvoaineittain.



Lähde: GTK.

2.7 Markkinoiden kokonaiskuva

PwC:n tekee vuosittain globaalin kyselyn 40 suurimmalle kaivosyhtiölle. Kysely kohdistuu kaivosyhtiöiden johtajille ja kyselyn mukaan 41 % johtajista oli sitä mieltä, että yhtiön toiminta ei ole taloudellisesti järkevää 10 vuoden kuluttua, jos toiminta jatkuu nykyisellään. Kriittisten raaka-aineiden aika on tullut, millä on kymmeniin vuosiin suurimmat vaikutukset alaan.

Nopea kriittisten mineraalien tarve ja korkea mineraalivarojen keskittyminen harvoihin käsiin on johtanut siihen, että päättäjät ovat perustaneet valtioiden välisiä sopimuksia, muuttaneet lainsäädäntöä ja käyttäneet valtion rahavaroja kriittisten mineraalien saannin varmistamiseksi. Julkisten varojen käyttö tarkoittaa, että kaivosyhtiöt joutuvat miettimään uudestaan, miten maksimoida toimintansa tuottoa.

Kaivosyhtiöiden pitää kasvattaa niiden kriittisten mineraalien tuotantoa, joita tarvitaan vihreää siirtymää varten. Yhtiöiden pitää myös itse pienentää hiilipäästöjään. Yli kolmasosa yritysjohtajista katsoo, että heidän yhtiönsä on hyvin altistunut ilmaston aiheuttamille uhille.

Vertailussa 40 suurinta kaivosyhtiötä teki hyvää taloudellista tulosta vuonna 2022. Merkillepantavaa on, että ensimmäistä kertaa vuoden 2013 jälkeen hiili tuotti näiden yhtiöiden suurimmat taloudelliset tulot. Hiilitulojen pitkän aikavälin kehityskaari on kuitenkin selvästi laskeva.

Kriittiset mineraalit olivat myös keskiössä vuoden 2022 yrityskaupoissa (mergers and acquisitions), kun isot ja pienet yhtiöt valmistelivat toimintaansa vihreää siirtymää varten. Jatkuva hintojen heilunta ja valtioiden toimet jatkuvat ja vaativat lisää toimia yhtiöiltä myös tulevaisuudessa. (PwC Mine 2023)

Maailmanlaajuinen kuparin tarve ylittää tuotannon ensi vuosikymmenen aikana, jos uusia kaivoksia ei rakenneta tusinoittain. Useampi tutkimus osoittaa samaan suuntaan. Goldman Sachs'n mukaan viranomaisten uusien kuparikaivosten luvitus on nyt alimmillaan viimeisten 10 vuoden aikana. Tilanne on uhkaava, sillä uuden kaivoksen luvitus ja rakentaminen usein kestää 10–20 vuotta. Goldman arvioi kuparin hinnan nousevan 15 000 dollariin (per tonni) vuoteen 2025 mennessä.

Globaalit kuparirikastemarkkinat näkevät huomattavaa vajausta vuosina 2025–2027, sillä aasialaiset sulatot lisäävät kapasiteettia seuraavien vuosien aikana. Kiina lisää kapasiteettia 2,6 miljoonaa tonnia seuraavan viiden vuoden aikana ja Indonesia 725 000 tonnia. Intian Adanin sulatto lisää ensi vaiheessa kapasiteettia 500 000 tonnia ja nostaa toisessa vaiheessa kapasiteettia miljoonaan tonniin asti.

Wood Mackenzien tekemä analyysi osoittaa, että ensi vuosikymmenellä maailmassa tuotetaan 10 miljoonaa tonnia liian vähän kuparia. Tuotantoon ei ole tulossa riittävästi uusia kaivoksia. Tutkimusorganisaatio BloombergNEF arvioi, että kuparin tarve nousee 53 % vuoteen 2040 mennessä, mutta tuotanto kasvaa vain 16 %. (Reuters, Bloomberg 2023)

Nikkelin hinta on jonkin aikaa jatkanut laskuaan kohti 20 000:ta dollaria per tonni. Indonesia ja Kiina ovat nikkelituotannon kasvun pääasiallinen lähde. Indonesia on investoinut nikkelin jalostukseen sen jälkeen, kun nikkelirikasteen vienti kiellettiin alkuvuodesta 2020. Indonesian nikkelituotanto nousi vuonna 2022 edellisvuodesta 31 %, ja sen arvioidaan nousevan tänä vuonna 20 % lisää.

Nikkelin hinta pysyy oletettavasti historiallisiin tasoihin verrattuna koholla vuonna 2023 terästeollisuuden ja sähköautojen (EV) korkeiden tuotantomäärien takia. EV-tuotannon takia nikkelin hinnan odotetaan nousevan 29 000 dollariin per tonni vuoteen 2028 mennessä. (Australian Resources & Investment, 2023). Nikkelin hinta on palannut koronaa ja Venäjän hyökkäystä edeltäneelle tasolle.

Kuvio 11. Nikkelin hinnan kehitys vuosina 2018–9/2023.



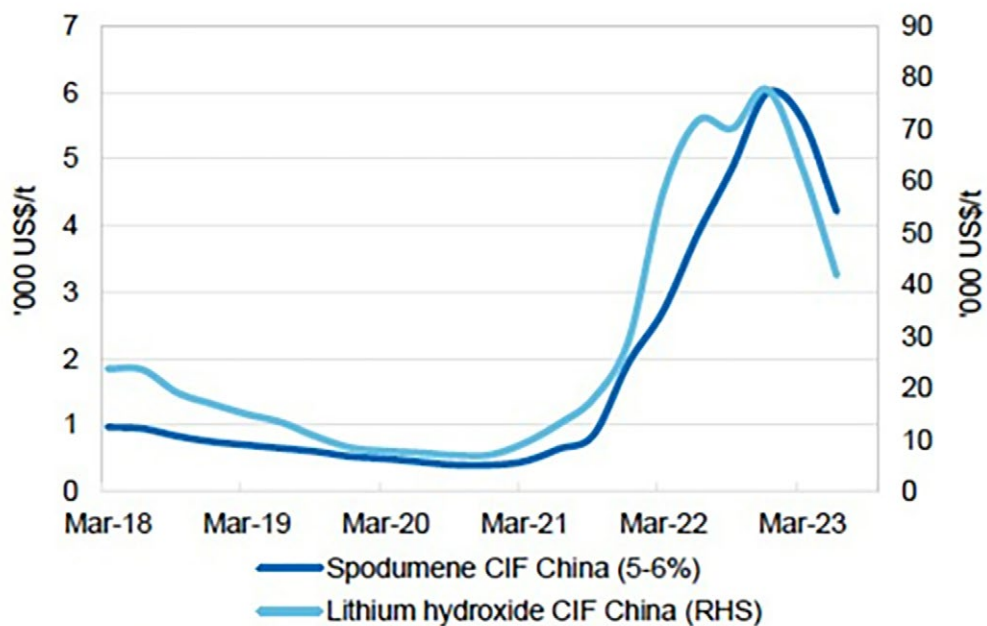
Lähde: London Metal Exchange (LME), LME Stock Data, TEM, Macrobond (21.11.2023)

Litiumin markkinat ovat olleet käymistilassa viimeisten viiden vuoden aikana voimakkailla hintamuutoksilla, kun akkumarkkinoiden tarve on kasvanut. Samalla globaalilla tuotannolla on ollut vaikeuksia pysyä perässä.

Australian valtio ennustaa litiumhydroksidin hinnan olevan tänä vuonna noin kolmanneksen alhaisempi kuin viime vuoden keskihinta, (69 370 dollaria per tonni). Hinta tippuu ensi vuonna 35 415 dollariin tonnilta ja asettuu vuonna 2025 30 000 dollariin per tonni.

Globaali litiumin tuotanto tänä vuonna on noin miljoona tonni. Määrä nousee 1,5 miljoonaa tonniin vuonna 2025, kaksinkertaistaen näin vuoden 2022 tuotannon. Litiumin kiertäys edustaa vain noin kahta tai kolmea prosenttia tuotannosta vuosina 2022–2025.

Kuvio 12. Litiumin spot-hinnat neljännesvuosittain keskimäärin vuosina 2018–2023.



Lähde: Bloomberg (2023).

Lisääntynyt koboltintuotanto Kongon demokraattisesta tasavallasta (DRC) kyllästää markkinat ja aiheuttaa hintapaineita tänä ja myös ensi vuonna, vaikka lisääntynyttä kulutusta onkin odotettavissa. Globaali koboltintuotannon kasvu tänä vuonna on 24 %, vaikka kulutuksen nousu on vain 8 %.

Inflaatio ja tuotantovaikeudet Kiinassa ovat vähentäneet koboltin tarvetta sähköautoihin, teollisuuteen ja kulutuselektroniikkaan. Kiinalaiset akunvalmistajat ovat siirtymässä pois nikkelin, koboltin ja mangaanin käytöstä akuissa ja käyttävät tilalla litium-, rauta- ja fosfaattiakkuja, mikä vaikuttaa suoraan koboltin tarpeeseen.

Myös Kiinan ulkopuolella ollaan siirtymässä käyttämään LFP-akkuja tai korkeampaa nikkelpitoisuutta ja matalampaa kobolttipitoisuutta. LFP-akkuja käytettiin vuonna 2022 sähköautoissa 34 % ja arvio on, että niiden osuus akkumarkkinoista olisi 39 % vuonna 2024. (Reuters 7.3.2023).

3 Toimialan sijoittuminen

3.1 Toimialan yritykset Suomessa

Taulukossa 3 on esitetty ne yhdeksän metallimalmikaivosta, joista louhittiin malmeja Suomessa vuonna 2022. Näistä kolme on kultakaivoksia, ja muista kaivoksista tuotetaan kromia, kuparia, nikkeliä, sinkkiä, rikkiä, kobolttia, hopeaa, lyijyä ja platinaryhmän metalleja sekä uutena litiumia.

Ulkomaalaiset yhtiöt omistavat useimmat metallimalmikaivokset. Kaksi metallimalmikaivosta on kotimaisessa omistuksessa. Suomessa ei ole riittävästi kotimaista pääomarahoitusta kaivosalalle, minkä vuoksi suuri osa pääomasta tulee ulkomailta. Ulkomaiset yhtiöt ovat myös investoineet Suomeen.

Taulukko 3. Malmeja louhineet metallimalmikaivokset Suomessa vuonna 2022. Lähde: Tukes.

Kaivos, kunta	Yrityksen nimi	Emoyhtiön nimi	Tärkeimmät arvoaineet
Kittilä, Kittilä	Agnico-Eagle Finland Oy	Agnico-Eagle Mining Ltd. (CA)	kulta
Jokisivu, Huittinen (rikastamo Sastamala)	Dragon Mining Oy	Dragon Mining Ltd. (AU)	kulta
Pampalo, Ilomantsi	Endomines Finland Oy	Endomines Finland Oy	kulta
Kemi, Keminmaa	Outokumpu Chrome Oy	Outokumpu Oyj	kromi
Pyhäsalmi, Pyhäjärvi	Pyhäsalmi Mine Oy	First Quantum Minerals Ltd. (CA)	kupari, sinkki, rikki
Sotkamo, Sotkamo	Terrafame Oy	Suomen Malmijalostus Oy	sinkki, nikkeli, koboltti, kupari
Kevitsa, Sodankylä	Boliden Kevitsa Mining Oy	Boliden AB (SE)	nikkeli, kupari, PGE, koboltti
Hopeakaivos, Sotkamo	Sotkamo Silver Oy	Sotkamo Silver AB (SE)	hopea, kulta, lyijy, sinkki
Syväjärvi, Kaustinen Kokkola	Keliber Technology Oy	Sibanye-Stillwater-konserni (SA)	litium

Vuonna 2022 teollisuusmineraaleja louhittiin 26 kaivoksesta tai louhoksesta. Kaikki luvitetut teollisuusmineraalikaivokset tai -louhokset eivät ole aktiivisessa tuotannossa joka vuosi. Karbonaattikiviä louhittiin 12 kaivoksesta ja muita teollisuusmineraaleja 14 kaivoksesta. Lisäksi korukiviä louhittiin kahdesta ja vuolukiviä kuudesta kaivoksesta (Taulukko 4).

Taulukko 4. Teollisuusmineraaleja louhineet kaivokset Suomessa vuonna 2022. Lähde: Tukes.

Kunta (kaivos tai louhos)	Yrityksen nimi	Emoyhtiön nimi	Tärkeimmät arvoaineet
Paltamo (Reetinniemi)	Juuan Dolomiittikalkki Oy	-	dolomiitti
Salo (Kalkkisilta)	Lesel Oy	-	kalsiitti
Huittinen (Matkusjoki, Putkinotko), Lappeenranta (Ihalainen), Lohja (Tytyri), Parainen (Limberg-Skräbböle), Sipoo (Sipoo), Vimpeli (Ryytimaa, Vesterbacka)	Nordkalk Oy Ab	Rettig Group	kalsiitti, dolomiitti, wollastoniitti
Tornio (Kalkkima, Ristimaa), Pieksämäki (Ankele)	SMA Mineral Oy	SMA Mineral AB (SE)	dolomiitti, kvartsi
Kemiönsaari (Sälpä, Kyrkoberget, Lemnästräsk), Kuopio (Kinahmi)	Sibelco Nordic Oy Ab	Sibelco Group	maasälpä, kvartsi
Siilinjärvi (Siilinjärvi)	Yara Suomi Oy	Yara International ASA (NO)	apatiitti
Sotkamo (Uutela, Punasuo), Polvijärvi (Horsmanaho, Karnukka)	Elementis Minerals B.V.	Mondo Minerals B.V. (NL)	talkki, nikkeli
Lapinlahti (Joutsenenlampi), Mäntyharju (Lehlampi), Salo (Sallittu), Parainen (Ybbersnäs)	Paroc Oy Ab	Paroc Group Holding -konserni	teollisuuskivet

3.2 Kaivosalan yritysten näkymiä ja haasteita

Suomen kaivosalan yritysten näkymät ovat keskipitkällä aikavälillä hyvät. Energiamurros, vihreä siirtymä ja EU:n omavaraisuuden haasteet luovat vahvaa kysyntää kotimaiselle raaka-aineelle ja jalostustoiminnalle. Kaivosten keskeinen haaste ympäristöasioissa ovat vesistökykykset ja muutokset maisemaan.

Yaran kaivoksen nykyiset malmivarat mahdollistavat kaivostoiminnan jatkumisen noin 15 vuotta. Kaivostoiminnan ja lannoitetuotannon jatkuminen Siilinjärvellä tämän jälkeen vaatii uusien malmivarojen hyödyntämistä sekä uudet läjitysalueet sivukivelle ja rikastushiekalle. Laajennus mahdollistaisi toiminnan jatkumisen Siilinjärvellä 2060-luvulle saakka. Yara on käynnistänyt YVA-prosessin elokuussa 2022 kaivoksen laajentamisen mahdollistamiseksi.

Kaivoksilla on myös isoja haasteita. Korkein hallinto-oikeus on katsonut Agnico Eagle Finlandin Kittilän kultakaivoksen toiminnan laajentamisen ja rikastushiekka-altaan korottamisen ympäristövaikutuksia korkeimmassa hallinto-oikeudessa esitettyjen näkökohtien pohjalta. Aikaisemmin Pohjois-Suomen AVI on myöntänyt kaivosyhtiölle ympäristöluvan Kittilän kultakaivoksen toimintaan ja sen laajentamiseen sekä vesitalousluvan vesitalous-hankkeisiin. Lisäksi Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on myöntänyt kaivosyhtiölle ympäristöluvan kaivannaisjätteen jätealueen (CIL2-rikastushiekka-altaan) laajentamiseen patoja korottamalla sekä runsasrikkisen sivukiven hyödyntämiseen patorakenteissa.

Molemmissa päätöksissä on sallittu toiminnan aloittaminen muutoksenhausta huolimatta. Vaasan hallinto-oikeus on kumonnut aluehallintoviraston päätökset ja palauttanut asiat aluehallintovirastolle uudelleen käsiteltäväksi (KHO 15.6.2023). Lokakuun lopussa KHO piti Kittilän kaivoksen ympäristöluvat voimassa, ja yhtiö voi jatkaa toimintaansa täydellä kapasiteetilla (KHO 27.10.2023).

Vuonna 2012 tuotannossa aloittanut Boliden Kevitsan monimetallikaivos on nyt tunnettuihin malmivarioihin perustuvan elinkaarensa puolivälissä. Boliden tekee aktiivista malminetsintää sekä kannattavuus selvitystä tavoitteenaan aktiivisen toiminta-ajan pidentäminen. Monimetallikaivoksella tehtiin merkittäviä investointeja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi rakentamalla Suomen ensimmäinen louheensiirtoautojen sähköinen ajorata.

Boliden Kevitsan toimesta laitettiin toukokuun 2022 lopussa vireille ympäristö- ja vesitalousluvan muutoshakemus ympäristölupaviranomaisille. Yhtiö haki tarkennusta louhinnan vuosittaisiin enimmäismääriin ja päivitystä useampaan voimassa olevaan lupamääräykseen vastaamaan toiminnan suunniteltuihin muutoksiin. Pohjavesien suojeleohjelmaan kuuluvan suotovesien keräilyjärjestelmän tehostamiseen kaivostuotannon aikaisilla suojapumppauksilla haettiin laajennusta. Lupamääräykset tarkastetaan samassa

yhteydessä myös pitkän aikavälin pohjavesivaikutusten osalta vireillä olevan sulkemista koskevan hakemuksen mukaisesti. Vuonna 2023 ympäristö- ja vesitalousluvan muutos-hakemus kuulutettiin ja se aiheutti huolta mediassa ja luonnonsuojelujärjestöissä. Kaksi luonnonsuojeluyhdistystä on jättänyt esitutkintapyynnön Kevitsan kaivoksen ja sitä valvo-
van viranomaisen toiminnasta.

3.3 Toimialan alueellinen jakauma ja hankkeiden kehitysvaiheet (Bo Långbacka, GTK)

Malminetsintää tehdään koko Suomessa, mutta etsintä keskittyy entistä enem-
män Lappiin, jonne vuonna 2022 kohdistui 81 % Suomen malminetsinnästä. Malmin-
etsinnän luonne on muuttunut, ja viimeisten 10 vuoden aikana tutkimustoiminta on
painottunut alkuvaiheen tutkimustoimintaan (grassroot) alueille, joiden mahdollisista
mineralisaatioista on vähemmän tietoa.

Kaivosviranomaisen tilaston mukaan vuonna 2022 malminetsinnän investoinnit nousivat
edellisvuodesta 17,4 % 80,4 miljoonaan euroon, mutta kairaukset vähenivät 2,2 %. Toimi-
joiden määrä pysyi samalla tasolla. Maanomistajille maksettiin malminetsintäkorvauksia
5,9 miljoonaa euroa, josta Metsähallitus suurena maanomistaja sai merkittävän osan.

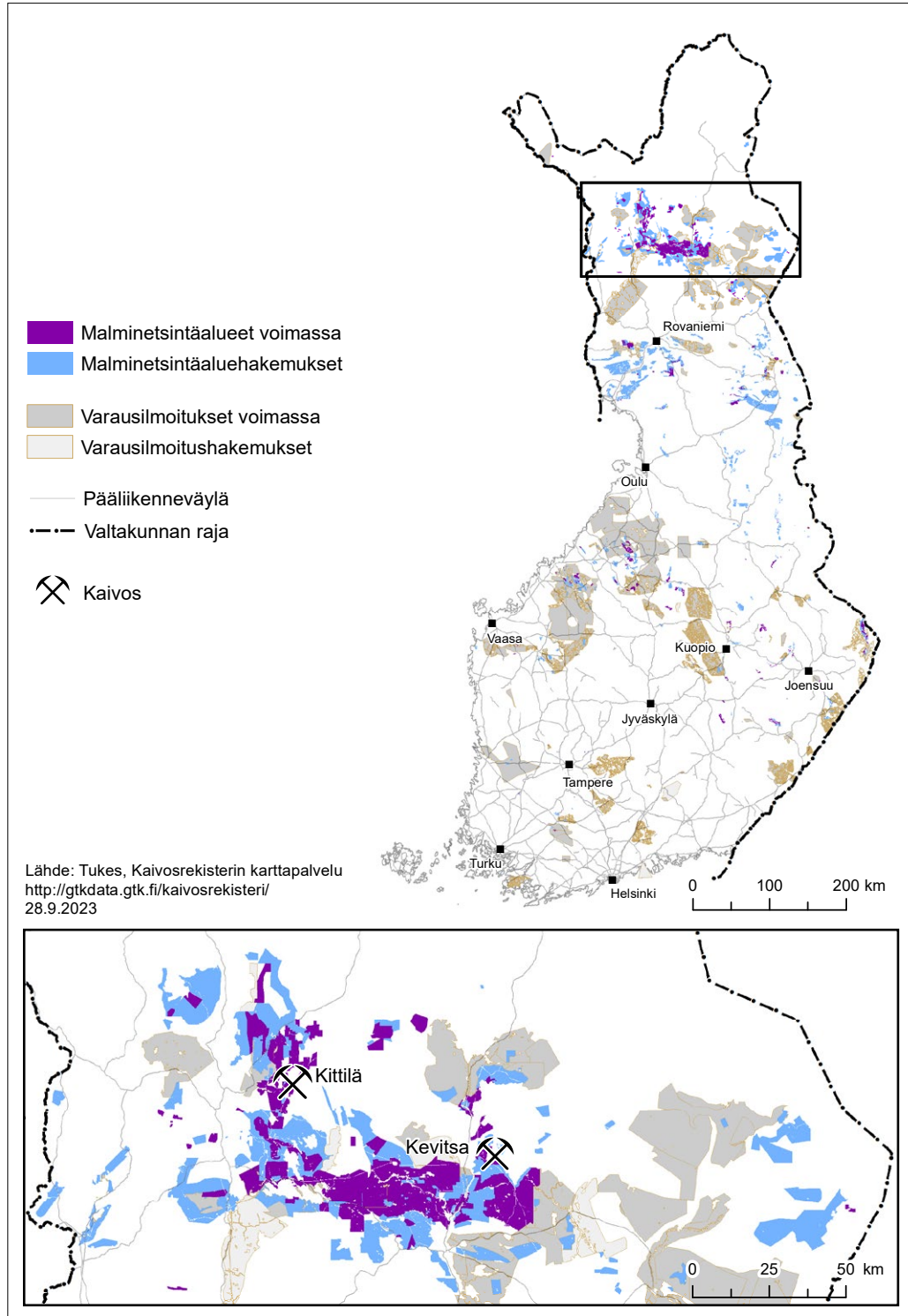
Kaivosten investoinnit vuonna 2022 olivat 304 miljoonaa euroa ja laskivat 2 %, mutta
kokonaislouhinta nousi 3,4 %.

Malminetsintälupa- ja varausalueet on esitetty kuviossa 13.

Fraser Instituutin vuosittaisessa kyselytutkimuksessa (2022), jonka tulokset julkaistiin
toukokuussa 2023, Suomi oli edellisen tutkimuksen tapaan houkuttelevuuden suhteen
sijan 10 ulkopuolella. Suomi oli kuitenkin ensimmäisenä poliittisen vakauden suhteen ja
10 parhaan joukossa turvallisuuden ja infrastruktuurin suhteen. Edellisessä vertailussa
Suomen geologiset tietokannat arvioitiin kaikkein parhaiksi, mutta nyt sijoitus oli 15.

Eurooppaa tutkimuksessa edustivat vain Suomi ja Espanja, sillä muista maista yhtiöiltä ei
tullut tarpeeksi vastauksia (Fraser Institute 2023). Suomen sijoitus on pudonnut merkittä-
västi viimeisten 10 vuoden aikana.

Kuvio 13. Malminetsintä- ja varausilmoitusalueet syyskuussa 2023. Malminetsintäalueet ovat voimakkaasti painottuneet Pohjois-Suomeen.



3.3.1 Uudet kaivokset

Vuoden 2022 aikana ei avattu uusia metallimalmikaivoksia. Keliber Oy on kuitenkin aloittanut Syväjärven kaivoksen valmistelevat työt ja on jo päässyt aloittamaan rakennustyöt. Keliberin hankkeesta kerrotaan enemmän jäljempänä kohdassa 3.3.4.

3.3.2 Suljettuja kaivoksia pyritään avaamaan uudelleen

Raahessa sijaitseva Laivan kultakaivos käynnisti toimintansa uudelleen marraskuussa 2021. Louhinta kuitenkin keskeytettiin jo maaliskuussa 2022 talousvaikeuksien takia. Lokakuussa 2022 kanadalainen [Pilar Gold hankki kaivoksen](#) hallintaansa. Kaivoksen avaus siirtyy kesään 2024. Yhtiön tavoitteena oli käynnistää monia vaikeuksia kokeneen kaivoksen tuotanto jo vuonna 2023.

Rupert Resources harkitsee Pahtavaaran kaivoksen mahdollista käynnistämistä Ikkarin esiintymän louhinnan loppuvaiheessa satelliittikaivoksena. Tällä hetkellä Pahtavaaran toiminta on pitkälläkin tähtäimellä ajettu alas (long term care and maintenance), mutta yhtiö pitää kuitenkin luvat voimassa. Ikkarin esiintymän pitkälle edenneet malminetsintä-projektit kuvataan tarkemmin alaluvussa 3.3.3.

Otanmäki Mine Oy aikoo hyödyntää Otanmäen vanhan kaivoksen rikastushiekka-altaaseen varastoitua materiaalia rikastamalla rikastushiekan sisältämää ilmeniittiä sekä toimittamalla rikastuksen sivutuotteena muodostuvaa magnetiittia terästeollisuuteen ja hiekka- ja sorajakeita maanrakennukseen. Rikastushiekka-allas sisältää noin 9,8 miljoonaa tonnia rikastushiekkaa, jonka ilmeniittipitoisuus on noin 16 %.

YVA-prosessi on käynnistetty kesäkuussa 2023. Ilmeniittiä käytetään titanidioksidin ja titaanimetallin valmistukseen. Titanidioksidin pääasiallinen käyttökohde on maalit, muovit ja päällystepigmentti paperiteollisuudessa.

Otanmäki Mine Oy suunnittelee myös avaavansa Otanmäen rauta-titaani-vanadiini-kaivoksen, joka tuottaisi vanadiinipentoksidia, ilmeniittiä ja rautapellettiä.

Kolarissa Hannukaisen rautakaivoshankkeen kaivoslupahakemus on käsittelyssä kaivosviranomaisella ja ympäristö- ja vesilupahakemus on käsittelyssä Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa.

Strategic Resources Inc selvittää Mustavaaran kaivoksen potentiaalia ja on päivittänyt esiintymän malmivarantolaskelman sekä laatinut alustavan taloudellisen arvion vuonna 2021.

3.3.3 Kaivoshankkeet ja pitkälle edenneet malminetsintäprojektit

Sakatti Mining Oy on saanut päätökseen ympäristövaikutusten arvioinnin Sakatti-esiintymän hyödyntämisestä, ja Lapin ELY-keskus on antanut perustellun päätelmän hankkeesta 16.8.2023. Sakatin kaivoshankkeessa yhteysviranomaisena toimiva Lapin ELY-keskus on tarkastanut hankkeen ympäristövaikutusten arviointiselostuksen riittävyden ja laadun. Perustellussa päätelmässä yhteysviranomaisena on esittänyt näkemyksensä YVA-selostuksen ja sen täydennyksen riittävydestä ja laadusta sekä hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista. Perustellussa päätelmässä on myös käsitelty vaikutusten arvioinnin epävarmuuksia.

Eurobattery Minerals Ab on hankkinut omistukseensa enemmistön FinnCobalt Oy:sta ja sen myötä Hautalammen kaivosprojektin. Outokummun kaivoshankkeella on ympäristölupa maanalaiselle kaivokselle, mutta ei vielä jatkojalostuslaitokselle. Hautalammen päivitetty kaivoshankkeen YVA-arviointiselostus on toimitettu viranomaiselle, ja Pohjois-Karjalan ELY-keskus on antanut YVAn perustellun päätelmän hankkeesta elokuussa 2023. Yhtiö on päivittänyt Syyskuussa 2022 mineraalivarantoarvion ja Maaliskuussa 2023 on valmistunut pre-feasibility study.

Suomen Malmijalostus Oy:n omistuksessa olevan Soklin kaivoshankkeen alustava selvitys valmistui loppuvuonna 2022. Selvityksen tulokset osoittavat, että fosfaatin ja raudan lisäksi Sokli voisi tuottaa mm. harvinaisia maametalleja, jotka ovat välttämättömiä siirryttäessä uusiutuvan energian käyttöön. Sokli voisi tuottaa vähintään 10 % harvinaisten maametallien määrästä, joka Euroopassa tarvitaan kestopagneettien valmistukseen vuosittain. Lisäksi Soklista voitaisiin saada jopa yli 20 % Euroopan vuotuisesta fosfaatin tarpeesta. Alustavassa selvityksessä kartoitettiin myös infrastruktuuri- ja logistiikkaratkaisuja. Mineraalipotentialista on edelleen tutkittu vasta pieni osa ja hanke vaatii myös muita lisäselvityksiä, minkä vuoksi Sokli Oy peruutti vireillä olleen ympäristölupahakemuksen maaliskuussa 2023. Lupaprosessi käynnistetään uudelleen selvitysten edistyessä.

Suhanko Arctic Platinum oy on jättänyt Kemijokeen johdettavaa purkupuutkea koskevan ympäristö- ja vesitalouslupahakemuksen Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle. Kaivokselle johtavan tien rakentaminen alkoi kesällä 2023, ja sen on määrä valmistua syksyllä 2024. Kaivoksen rakentamisen on suunniteltu alkavan vuonna 2024 ja tuotannon vuonna 2026.

Rupert Exploration on tehnyt alustavan taloudellisen arvion (Preliminary Economic Assessment) Ikkarin esiintymälle. Arvion mukaan kaivos voisi toimia 20 vuotta, jonka aikana kaivos tuottaisi 4,25 miljoonaa unssia kultaa. Yhtiö on myös käynnistänyt hankkeen YVA-prosessin.

Karelialan Diamond Resources PLC:n Kaavilla sijaitsevan Lahtojoen timanttiesiintymän alustava kannattavuusarviointi valmistui vuonna 2017. Kaivoksen toiminta-ajaksi arvioidaan yhdeksän vuotta. YVA on käynnistetty vuonna 2011, ja viranomainen on antanut arviointiohjelmasta lausunnon. Arviointiselostusta ei vielä ole toimitettu ELY-keskukselle.

Mawson Gold on lokakuussa 2022 tehnyt alustavan taloudellisen arvion (Preliminary Economic Assessment) Rajapalot-esiintymälle. Arvion mukaan toiminta-aika olisi yhdeksän vuotta, jonka aikana kaivos tuottaisi 0,7 miljoonaa unssia kultaa ja 2 800 tonnia kobolttia.

Keski-Lapin vihreäkivivyöhykkeellä on lisäksi vireillä useita lupaavia hankkeita, muun muassa Aurion Resources -yhtiön Risti-projekti sekä Firefox Gold -yhtiön Mustajärvi-projekti.

3.3.4 Pohjanmaan litiumhanke

Keliber-litiumhanketta kehittää Keliber Oy, joka on kansainvälisen kaivos- ja metallinjalostusyhtiön Sibanye-Stillwaterin tytäryhtiö. Toiseksi suurin yhtiön omistaja on valtion omistama Suomen Malmijalostus Oy.

Keliber Oy etenee Keski-Pohjanmaan litiumhankkeessaan. Yhtiöllä on hallussaan useita litiumesiintymiä, ja kaivostoimintaa on tällä hetkellä suunnitteilla niistä viiteen. Kaivostoiminta sijoittuu Kaustisen ja Kruunupyyn kuntien alueille. Rikastamo rakennetaan pääkaivosalueiden viereen. Se tuottaa vuodessa 200 000 tonnia spodumeenirikastetta, joka kuljetetaan Keliberin litiumkemia-yritykselle.

Pääkaivosten Syväjärven ja Rapasaaren toiminta-aika on nykyiset malmivarat huomioon ottaen noin 14 vuotta. Myöhemmin avattavat kaivokset ovat Länttä, Emmes ja Outovesi.

Rakentamisen valmistelevat työt on aloitettu Syväjärven kaivosalueella. Tien rakentaminen on aloitettu Syväjärven kaivosalueelta Päivänevan rikastamolle. Rakentaminen on aloitettu vuonna 2022, ja se saadaan päätökseen vuonna 2024. Litiumkemia-yritykselle, rikastamon ja Rapasaaren, Syväjärven ja Läntän kaivosten toimintojen ympäristöluvut on myönnetty.

Kokkolan suurteollisuusalueelle rakennettavan kemiantehaan peruskivi muurattiin toukokuussa 2023. Kaivos- ja rikastustoiminta alkaa vuonna 2024, ja litiumkemia-yritys tuottaa litiumhydroksidi-monohydraattia 15 000 tonnia vuodessa vuodesta 2026 alkaen.

Yhtiön tavoitteena on kehittää vastuullinen akkulaatuisen litiumhydroksidin tuotanto. Yhtiöllä on omia työntekijöitä nyt reilu 70. Tuotantovaiheessa yhtiöllä arvioidaan olevan jopa 300 työpaikkaa.

3.3.5 Toimintansa lopettamassa olevat kaivokset

Pyhäsalmen kaivos lopetti malmilouhinnan elokuussa 2022, mutta rikastushiekka-altaiden rikastushiekasta tuotetaan vielä rikkikiisua.

4 Kaivosten tuotantomäärät (Jussi Pokki, GTK)

4.1 Yleiskatsaus vuoteen 2022

Vuonna 2022 Suomessa louhittiin metallimalmeja 33,2 miljoonaa tonnia. Se on enemmän kuin koskaan aikaisemmin (kuvio 14) ja prosentti enemmän kuin edellinen louhintaennätys vuodelta 2020. Metallimalmeista 17,9 miljoonaa tonnia eli 54 % louhittiin Terrafamen Sotkamon kaivoksesta, jonka edellinen louhintaennätys vuodelta 2018 ylittyi hiuksenhienosti.

Suomi on ainut EU-maa, jossa on kromin ja koboltin kaivostuotantoa. Kromin kaivostuotanto, noin 270 000 tonnia, oli kaksinkertainen verrattuna sinkin, nikkelin ja kuparin yhteenlaskettuun kaivostuotantoon. Kromin tuotanto laski 17 % sähkön korkeasta hinnasta johtuneen ferrokromin tuotannon säännöstelyn vuoksi. Koboltin kaivostuotanto kasvoi 14 % ja oli noin 1 200 tonnia. Sitä tuotettiin Sotkamosta ja Kevitsasta, jossa tehtiin uusi tuotantoennätys.

Lisäksi Suomi on EU:ssa ylivoimaisesti merkittävin platinametallien tuottaja, selvästi merkittävin nikkelin tuottaja ja Bulgarian ja Ruotsin ohella merkittävin kullan tuottaja (Idoine et al. 2023). Vuonna 2022 nikkeliä tuotettiin Suomessa 45 000 tonnia, joka on suurin nikkelin tuotantomäärä 2000-luvulla. Nikkelistä noin 70 % tuotettiin Sotkamossa, joka kasvatti edellistä nikkelin tuotantoennätystään 10 %.

Platinametallin ja kullan tuotantomäärät eivät poikenneet merkittävästi viimeisten viiden vuoden keskimääräisestä tuotannosta. Kullasta 80 % tuotettiin Kittilän kaivoksesta, joka ylsi toiseksi korkeimpaan tuotantolukuunsa.

Sinkin ja kuparin kotimainen kaivostuotanto on vähentynyt muutaman vuoden takaisista ennätyksistä. Kummankin metallin suurimman tuottajan, sinkin osalta Terrafamen Sotkamon kaivoksen ja kuparin osalta Bolidenin Kevitsan kaivoksen, tuotanto on pysynyt varsin tasaisesti korkeana. Suurin selittävä tekijä näiden metallien tuotannon väheneemiseen onkin sinkin ja kuparin tuotannon väheneminen Pyhäsalmen kaivoksessa, jossa ei enää vuodesta 2021 lähtien ole tuotettu sinkkiä lainkaan. Kuparin osalta merkitystä on selvästi myös tuotannon vuosittaisella vähenemisellä Kylylahden kaivoksessa. Kylylahdessa metallien tuotanto loppui vuonna 2020.

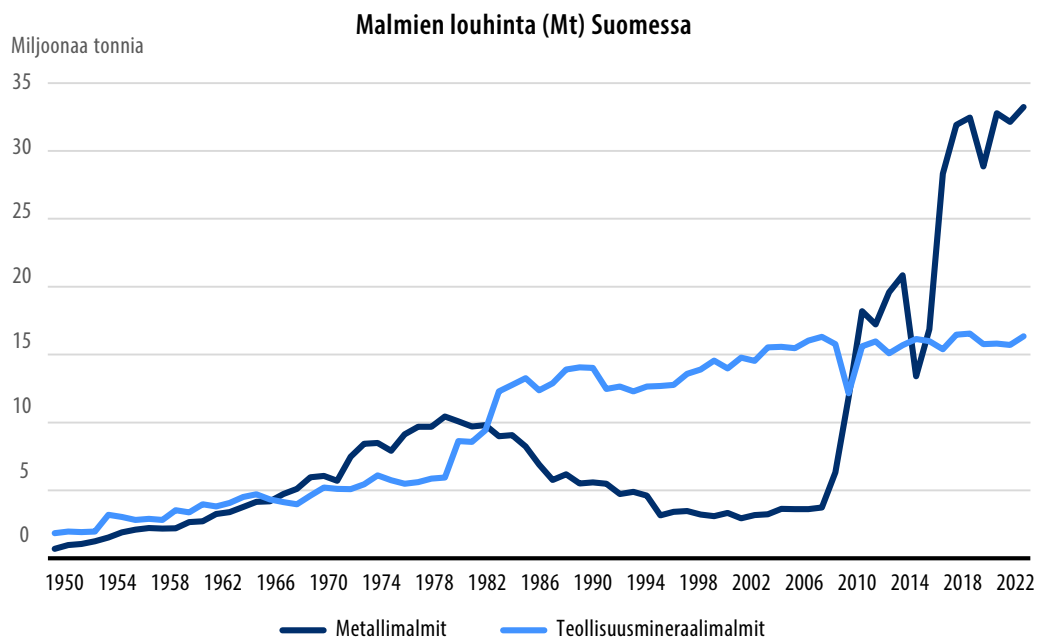
Lisäksi vuonna 2022 hopeakaivos teki uuden lyijyn tuotantoennätyksensä (1 535 tonnia) parantaen viidellä tonnilla edellistä ennätystään vuodelta 2020. Keliberin Syväjärven litiumkaivoksessa alkoi sivukivien louhinta, mutta malmia ei vielä louhittu.

Teollisuusmineraalimalmien louhinta pysyi edelleen 16 miljoonan tonnin tasossa, ja louhintamäärä oli aiempiin vuosiin verrattuna kolmanneksi korkein (kuvio 14). Karbonaattikiviä louhittiin 3,4 miljoonaa tonnia.

Siilinjärven apatiittikaivos teki uuden malminlouhinnan ennätyksen (11,4 miljoonaa tonnia), mutta apatiitin tuotanto laski 7 % ja oli 923 000 tonnia. Suomi on EU:ssa ainoa apatiitin (ja siten fosfaatin) tuottaja.

Talkki on aiemmin ollut seuraavaksi eniten tuotettu teollisuusmineraali apatiitin jälkeen, mutta vuonna 2022 magnesiittihiekan tuotanto (324 000 tonnia) kasvoi 80 % ja oli ensimmäistä kertaa suurempi kuin talkin tuotanto (242 000 tonnia), joka väheni 19 %. Molemmat arvoaineet tuotetaan talkkikaivoksista. Suomi on EU:n kolmen suurimman talkin tuottajamaan joukossa Ranskan ja Italian kanssa (Idoine et al. 2023).

Kuvio 14. Metallimalmien ja teollisuusmineraalimalmien louhinta Suomessa vuosina 1950–2022.



Lähde: 1950–2022 Puustinen (2003), 2003–2010 TEM, 2011–2022 Tukes.

4.2 Metallimalmit

4.2.1 Louhinta

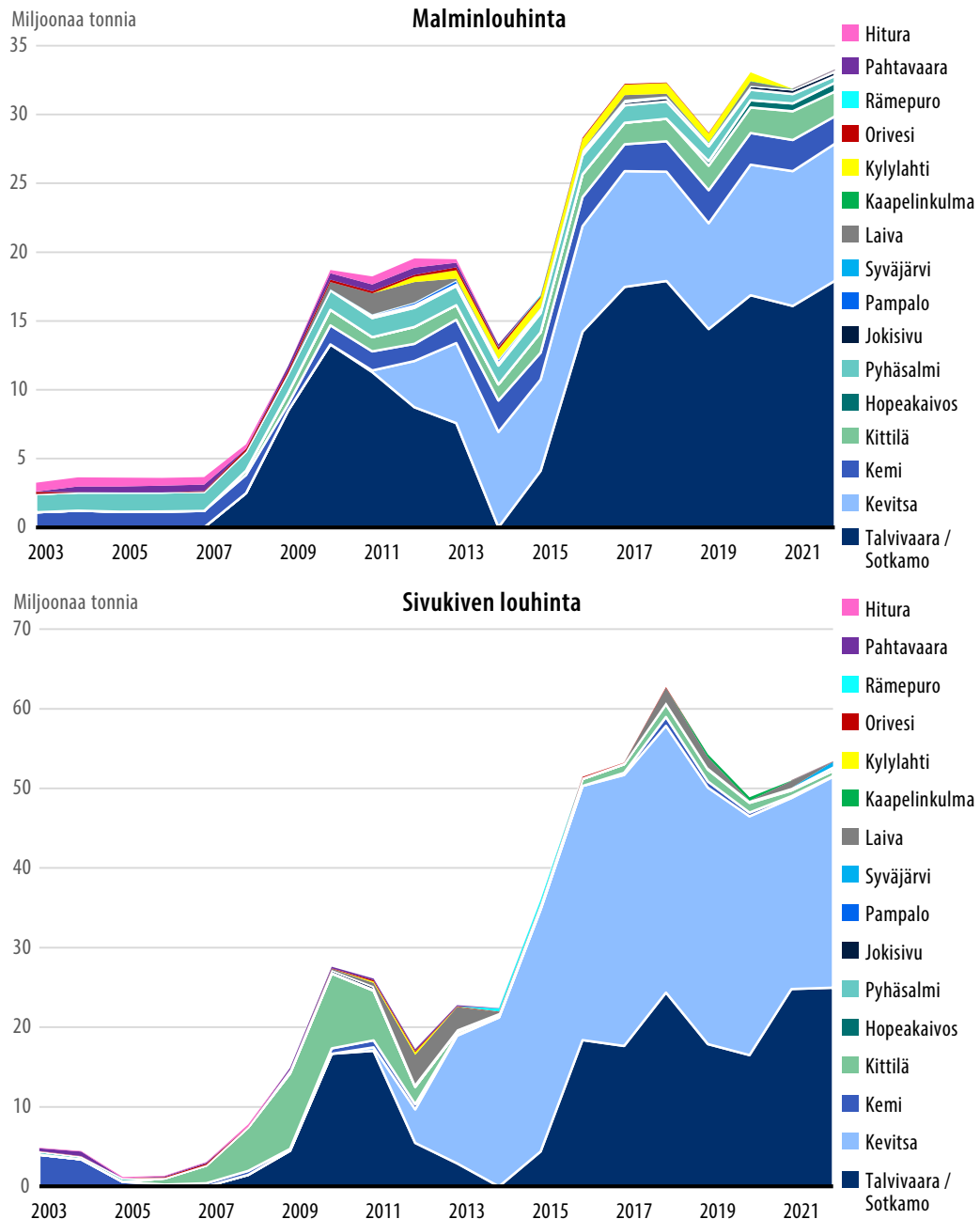
Vuonna 2022 Suomessa louhittiin yhdeksästä metallimalmikaivoksesta malmia ja sivukiveä yhteensä 86,6 miljoonaa tonnia. Tästä malmien osuus oli 33,2 miljoonaa tonnia ja sivukivien osuus 53,4 miljoonaa tonnia.

Malminlouhinnan määrä kasvoi 3 % vuodesta 2021 ja oli suurempi kuin koskaan aikaisemmin. Edellinen ennätys oli 32,8 miljoonaa tonnia vuodelta 2020. Metallimalmien louhintamäärä Suomessa on nykyään noin yhdeksän kertaa suurempi kuin ennen vuotta 2008, jolloin louhintamäärä alkoi kasvaa uusien kaivosten perustamisen myötä (kuvio 15).

Metallimalmeja louhittiin selvästi eniten Terrafamen Sotkamon kaivoksesta, yhteensä 17,92 miljoonaa tonnia, mikä oli 54 % kaikesta metallimalmien louhinnasta Suomessa. Kevitsan osuus oli 9,9 miljoonaa tonnia eli 30 %. Yli miljoona tonnia metallimalmeja louhittiin myös Kemin (2,0 milj. t) ja Kittilän (1,8 milj. t) kaivoksista (kuviot 15 ja 16). Sotkamon kaivos teki uuden malminlouhintaennätyksen; edellinen ennätys oli 17,91 miljoonaa tonnia vuodelta 2018.

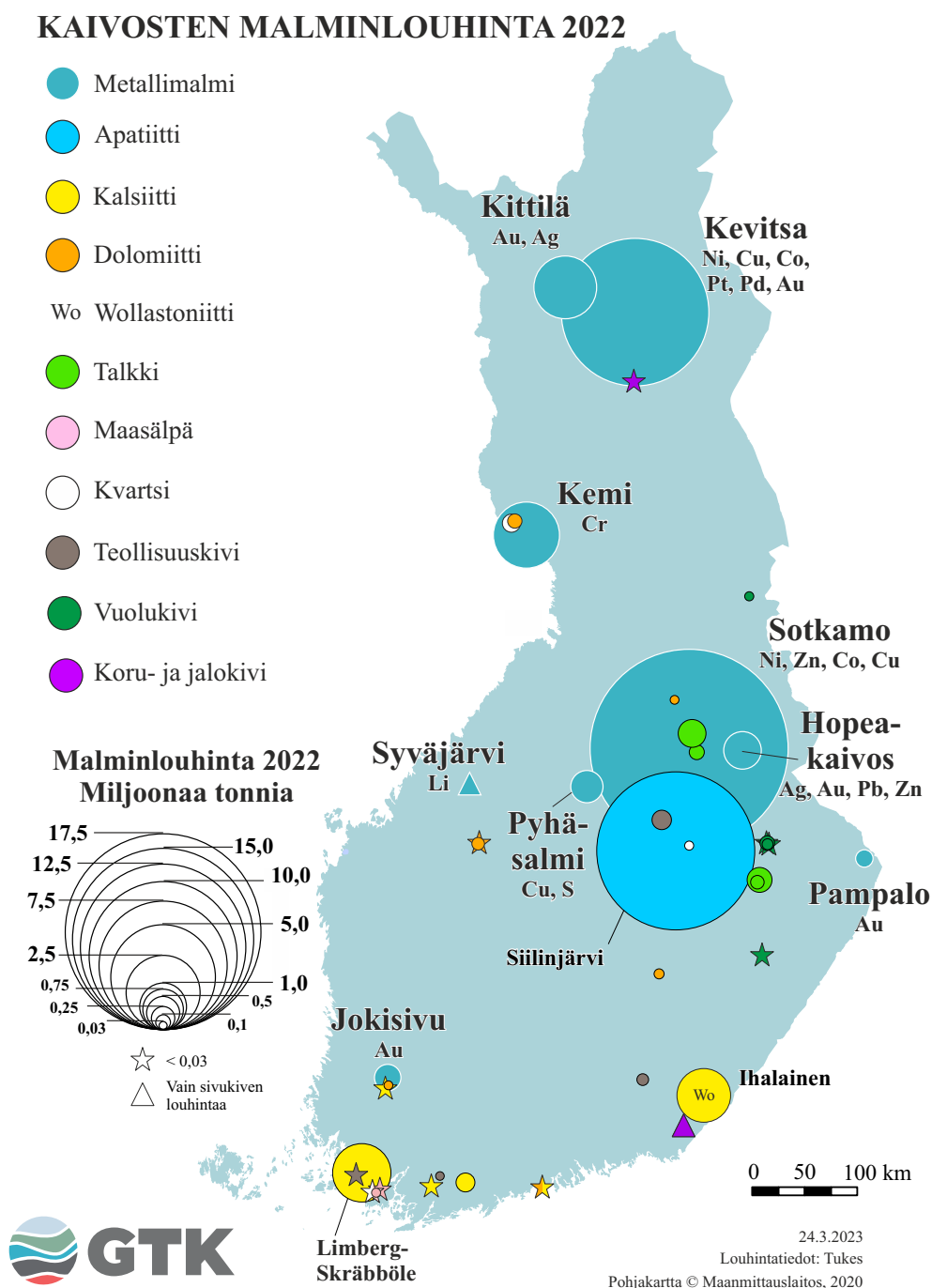
Metallimalmien sivukiven louhinnan tähänastinen huippu on vuodelta 2018. Vuonna 2021 sivukiven louhinta kääntyi jälleen kasvuun, ja vuonna 2022 se kasvoi 5 % edellisvuodesta. Sivukiveä louhittiin eniten Kevitsan kaivoksesta, 26,5 miljoonaa tonnia, joka oli 50 % sivukiven louhinnasta Suomessa. Sotkamon osuus oli 25 miljoonaa tonnia eli 47 %, ja muiden seitsemän kaivoksen osuus oli yhteensä 3 % (kuvio 15, alaosa). Vuonna 2022 sivukiveä alettiin louhia myös Keliberin Syväjärven litiumkaivoksesta, josta louhittiin sivukiveä neljänneksi eniten, 593 000 tonnia.

Kuvio 15. Eri kaivosten osuus metallimalmien (ylhäällä) ja niihin liittyvän sivukiven (alhaalla) louhinnasta Suomessa vuosina 2003–2022. Kuvan aluekaavioissa kaivokset on ladottu päällekkäin samaan järjestykseen kuin legendassa. Järjestys perustuu malminlouhinnan määrään vuonna 2022 siten, että se pienenee kuvassa ylöspäin siirryttäessä.



Lähde: 2003–2010 TEM, 2011–2022 Tukes.

Kuvio 16. Malminlouhinnan määrä Suomen kaivoksissa vuonna 2022. Kunkin kaivoksen malminlouhinnan määrä (tonneissa) esitetään suoraan verrannollisena sitä kuvaavan ympyrän pinta-alaan. Itse kaivos sijaitsee kunkin ympyrän keskipisteessä.



Tietolähde: Tukes. Kartan valmistelu: GTK.

4.2.2 Rikastetuotanto

Metallimalmirikasteista Suomessa tuotetaan selvästi eniten kromiitista koostuvaa kromirikastetta ja rikkikiisusta koostuvaa rikkirikastetta. Vuonna 2014 molempia tuotettiin noin miljoona tonnia. Sen jälkeen kromirikasteen tuotannon trendi on ollut hienoisesti nouseva, kun taas rikkirikasteen trendi on ollut jyrkästi laskeva.

Vuonna 2022 kromirikasteen tuotanto oli kuitenkin alimmillaan sitten vuoden 2012, ja sitä tuotettiin 0,94 miljoonaa tonnia. Rikkirikastetta tuotettiin 0,36 miljoonaa tonnia (taulukko 5).

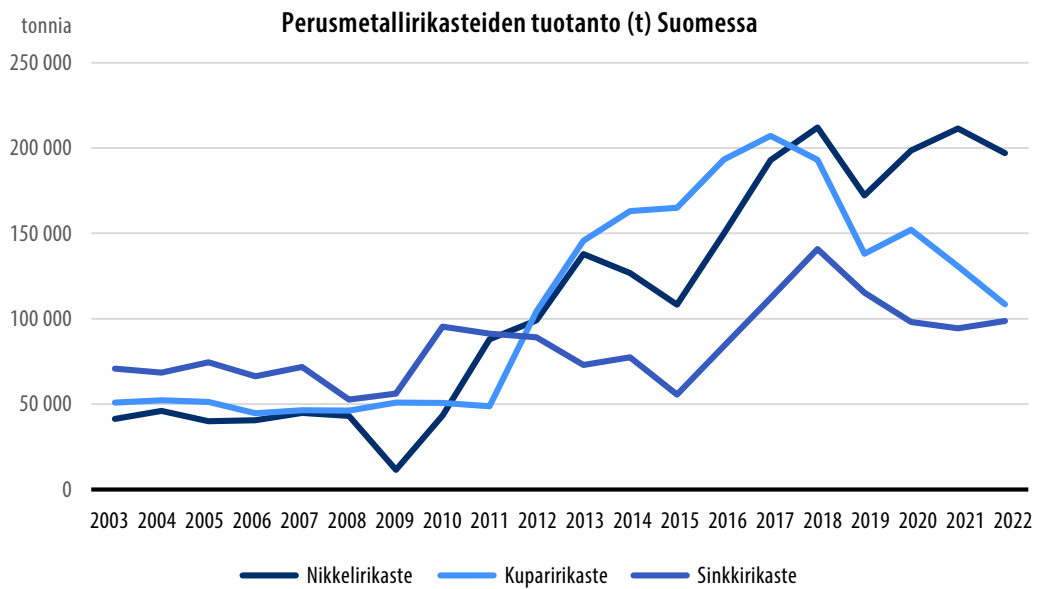
Kromirikaste tuotetaan Outokummun Kemin kaivoksesta. Siitä valmistetaan ferrokromia. Kromirikasteen tuotannon lasku vuonna 2022 johtui siitä, että toinen ferrokromin valmistuksessa käytettävistä sulatusuuneista oli poissa käytöstä sähkön korkean hinnan vuoksi. Taloudellisesti vuosi 2022 oli kuitenkin Outokummun kaikkien aikojen paras (Outokumpu 2023).

Valtaosa rikkirikasteesta tuotetaan Pyhäsalmen kaivoksesta, ja tuotannon väheneminen johtuu Pyhäsalmen malmivarojen ehtymisestä. Malminlouhinta kaivoksessa loppui elokuussa 2022, mutta rikkikiisua ennakoidaan tuotettavan 350 000 tonnia vielä vuonna 2023 (First Quantum Minerals 2023).

Pyhäsalmen rikkirikastetta käytetään Siilinjärvellä rikkihapon valmistuksessa. Rikkihappoa puolestaan tarvitaan valmistettaessa Siilinjärven apatiittirikasteesta lannoitteita. Käyttökohteensa vuoksi rikkirikastetta voidaan pitää myös teollisuusmineraalirikasteena.

Nikkelirikasteen tuotanto lähti voimakkaaseen kasvuun vuonna 2010 ja kuparirikasteen vuonna 2012. Sinkkirikasteen tuotanto kasvoi vuonna 2010, mutta palautui aikaisemmalle tasolle ja kasvoi voimakkaammin vuodesta 2016 lähtien (kuvio 17). Kupari- ja sinkkirikasteen tuotannon väheneminen viime vuosina johtuu suureksi osaksi tuotannon vähenemisestä Pyhäsalmen kaivoksessa. Siellä ei ole tuotettu sinkkiä enää vuodesta 2021 lähtien. Nikkelirikasteen tuotanto Suomessa on pysynyt korkeana.

Vuonna 2022 Suomessa tuotettiin 197 000 tonnia nikkelirikastetta, 108 000 tonnia kuparirikastetta ja 99 000 tonnia sinkkirikastetta (kuvio 17, taulukko 5). Vuodesta 2021 lähtien ei ole enää tuotettu kobolttirikasteena tilastoitua rikastetta Kylylahden kaivoksen lopetettua tuotannon.

Kuvio 17. Perusmetallirikasteiden tuotanto (tonnia) Suomessa vuosina 2003–2022.

Lähde: 2003–2010 TEM, 2011–2022 Tukes.

Taulukko 5. Metallirikasteiden tuotanto (tonnia) Suomessa vuosina 2018–2022.

Rikaste	2018	2019	2020	2021	2022
Kromirikaste	1 099 438	1 183 862	1 131 336	1 141 184	940 200
Rikkirikaste	771 452	658 530	530 888	448 648	355 972
Nikkelirikaste	212 069	172 195	198 582	211 407	196 956
Kuparirikaste	193 091	138 140	152 122	130 769	108 356
Sinkkirikaste	140 845	115 285	98 017	94 381	98 735
Hopearikaste	-	1 989	3 073	3 446	3 357
Kobolttirikaste	19 428	14 504	6 277	-	-

- Ei tuotantoa.
Lähde: Tukes.

4.2.3 Rikasteisiin tuotetut metallit

4.2.3.1 Kromi ja perusmetallit

Rikasteiden tonnimäärien sijaan on informatiivisempaa tarkastella rikasteiden sisältämien metallien tonnimääriä. Suomen metallimalmikaivoksista tuotetaan selvästi eniten kromia. Sitä tuotetaan noin kaksi kertaa enemmän kuin kuparia, nikkeliä ja sinkkiä yhteensä. Näin oli myös vuonna 2022, vaikka kromin tuotanto vähenikin 17 %.

Kromi tuotetaan Kemin kaivoksesta, ja vuonna 2022 tuotanto oli 268 000 tonnia kromia (Cr) (taulukko 6). Suomi on ainut EU-maa, jossa on kromin kaivostuotantoa.

Perusmetallien tonnimäärien tilanne muuttuu rikasteiden tonnimääriin verrattuna siinä mielessä käänteiseksi, että sinkkiä tuotetaan Suomen kaivoksista enemmän kuin nikkeliä tai kuparia (kuvio 18, taulukko 6). Terrafamen Sotkamon kaivoksen tuotannon vaihtelut ovat merkittävin syy selittämään sinkin ja nikkelin kotimaisen kaivostuotannon nykykehitystä.

Sinkin kaivostuotannon voimakas kasvu vuodesta 2016 lähtien johtuu tuotannon kasvusta Sotkamon kaivoksessa. Sotkamossa ja samalla Suomessa tehtiin sinkin tuotantoennätys vuonna 2018. Vuoden 2018 jälkeinen lasku sinkin tuotannossa johtuu suurimmaksi osaksi tuotannon laskusta Pyhäsalmen kaivoksessa; tuotanto Sotkamossa on pysynyt korkealla tasolla.

Hopeakaivos alkoi tuottaa sinkkiä pieniä määriä vuonna 2019. Vuonna 2022 Suomen kaivoksista tuotettiin sinkkiä 62 000 tonnia, josta noin 95 % tuotettiin Sotkamossa ja 5 % Hopeakaivoksessa. Pyhäsalmen kaivos ei tuottanut sinkkiä enää lainkaan. Vuonna 2021 Suomen osuus sinkin tuotannosta EU:ssa oli noin 5 % ja suurimmat tuottajamaat olivat Ruotsi (236 000 tonnia), Portugali (188 000 tonnia) ja Irlanti (112 000 tonnia) (Idoine et al. 2023).

Myös nikkelin kaivostuotannon voimakas kasvu vuodesta 2016 lähtien johtuu tuotannon kasvusta Sotkamon kaivoksessa. Vuonna 2022 nikkeliä tuotettiin Suomen kaivoksista 45 000 tonnia, joka on suurin nikkelin tuotantomäärä 2000-luvulla. Nikkelistä noin 70 % tuotettiin Sotkamossa ja noin 26 % Kevitsassa. Sotkamossa nikkeliä tuotettiin 31 550 tonnia, joka on Terrafamen uusi tuotantoennätys. Terrafamen edellinen tuotantoennätys vuodelta 2020 kasvoi 10 %.

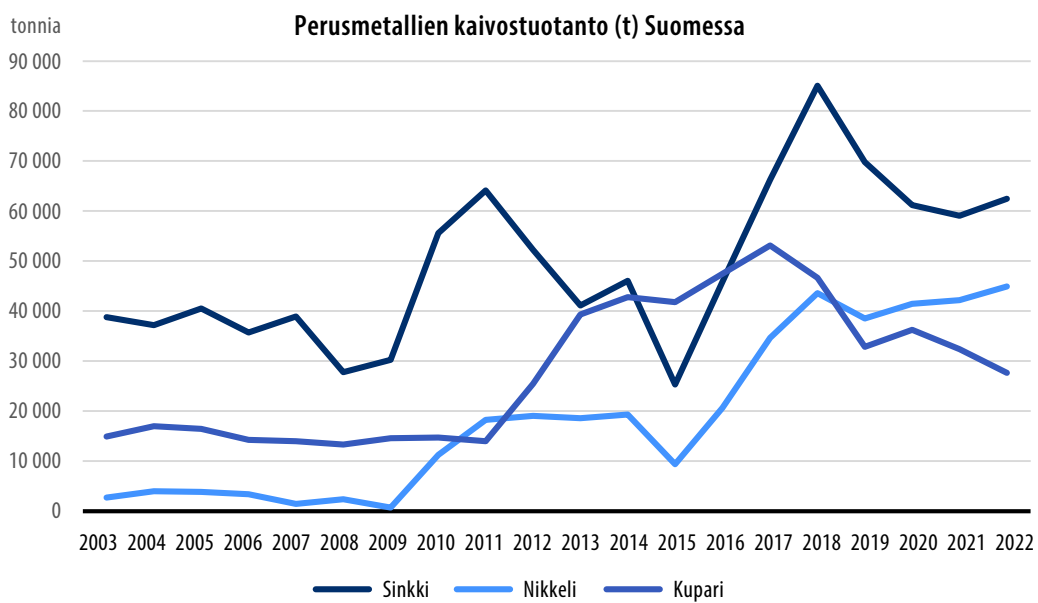
Suomi on selvästi merkittävin nikkelin tuottaja EU:ssa. Vuonna 2021 Suomen osuus nikkelin tuotannosta EU:ssa oli noin 90 % ja toiseksi suurin nikkelin tuottaja, Kreikka, tuotti 4 800 tonnia nikkeliä (Idoine et al. 2023).

Kuparin tuotannon huippu Suomessa osui vuodelle 2017. Siitä alkanut laskeva trendi johtuu tuotannon vuosittaisesta vähenemisestä Pyhäsalmissa ja Kylylahdessa.

Vuonna 2022 kuparia tuotettiin 28 000 tonnia, josta 91 % Kevitsassa ja 9 % Pyhäsalmissa. Suurimman kuparin tuottajan, Kevitsan, tuotanto on pysynyt melko tasaisesti korkealla tasolla vuodesta 2017 asti, lukuun ottamatta tilapäistä laskua vuonna 2019.

Vuonna 2021 Suomen osuus kuparin tuotannosta EU:ssa oli noin 5 % ja suurimmat tuottajamaat olivat Puola (443 000 tonnia), Espanja (142 000 tonnia) ja Ruotsi (88 000 tonnia) (Idoine et al. 2023).

Kuvio 18. Perusmetallien kaivostuotanto (tonnia) Suomessa vuosina 2003–2022.



Lähde: Tukes.

Taulukko 6. Metallien kaivostuotanto (tonnia) Suomessa vuosina 2018–2022.

Metalli	2018	2019	2020	2021	2022
Kromi	...	336 580	321 996	323 554	267 806
Sinkki	85 067	69 800	61 213	59 080	62 433
Nikkeli	43 572	38 530	41 429	42 163	44 921
Kupari	46 674	32 861	36 278	32 384	27 637
Lyijy	-	937	1 530	1 494	1 535
Koboltti	1 377	1 454	1 559	1 084	1 235
Hopea	12,849	40,461	54,833	45,338	36,760
Kulta	8,732	7,927	8,668	9,082	8,390
Platina	1,576	0,953	1,277	1,447	1,243
Palladium	1,157	0,699	0,858	1,036	0,960

... Vertailukelpoista lukua ei saatavilla.
 - Ei tuotantoa.
 Lähde: Tukes.

4.2.3.2 Lyijy

Lyijyn kaivostuotanto alkoi Suomessa vuonna 2019 Sotkamo Silver Oy:n alkaessa tuottaa lyijyä Hopeakaivoksen sivutuotteena. Vuonna 2022 Hopeakaivoksesta tuotettiin lyijyä 1 535 tonnia, joka on muutaman tonnin enemmän kuin edellinen tuotantoennätys vuodelta 2020. Määrä vastaa alle yhtä prosenttia lyijyn kaivostuotannosta EU:ssa, jossa eniten lyijyä vuonna 2021 tuottivat Ruotsi (65 000 tonnia), Portugali (30 000 tonnia) ja Bulgaria (21 000 tonnia) (Idoine et al. 2023).

4.2.3.3 Koboltti

Suomi on ainoa EU-maa, jonka kaivoksista tuotetaan kobolttia. Vuonna 2022 kobolttia tuotettiin Sotkamon ja Kevitsan kaivoksista yhteensä 1 235 tonnia.

Koboltin kaivostuotanto kasvoi 14 %. Kevitsan kaivos teki oman uuden ennätöksensä koboltin tuotannossa. Koboltin tuotannon lasku vuonna 2021 johtuu tuotannon loppumisesta Kylylahden kaivoksessa.

4.2.3.4 Jalometallit

Vuonna 2022 platinaa tuotettiin 1 243 kiloa ja palladiumia 960 kiloa, molemmat Kevitsan kaivoksesta. Tähänastisen tuotannon huippu osui vuoteen 2018, ja vuoden 2021 tuotantomäärät ovat toiseksi korkeimmat (kuvio 19).

Suomi on ylivoimaisesti suurin platinan ja palladiumin tuottaja EU-maiden joukossa. Vuonna 2021 Suomen osuus platinametallien tuotannosta EU:ssa oli noin 99 % ja toiseksi suurimman tuottajamaan, Puolan, arvioidaan tuottaneen yhteensä 15 kiloa platinaryhmän metalleja (Idoine et al. 2023).

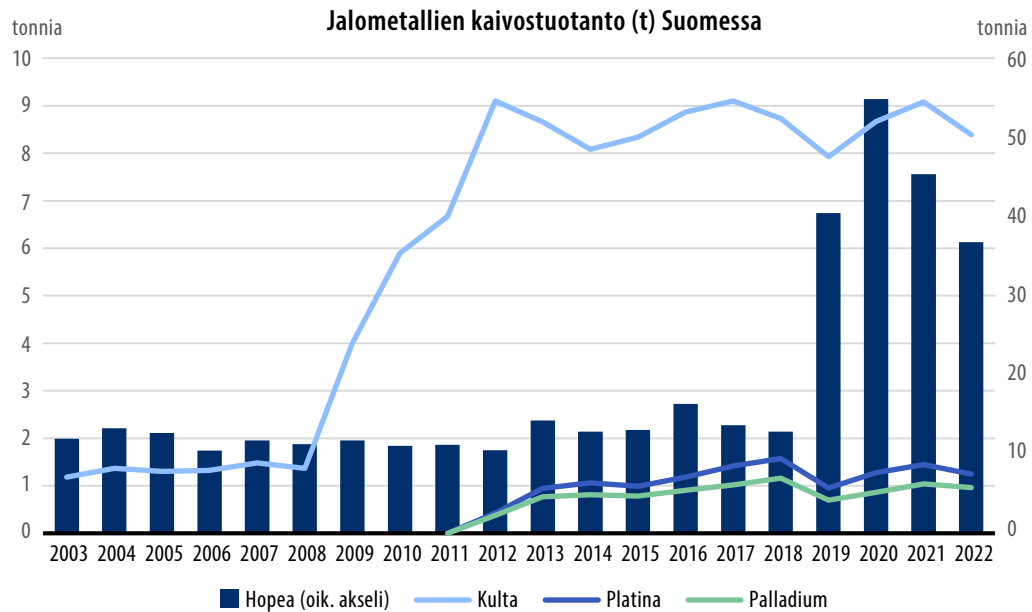
Vuonna 2022 kultaa tuotettiin Suomen kaivoksista 8 390 kiloa. Tästä 6 748 kiloa eli 80 % tuotettiin Kittilän kaivoksesta, joka ylsi toiseksi korkeimpaan tuotantolukuunsa: ennätys (7 441 kg) on vuodelta 2021.

Kullan tuotanto Suomessa on pysynyt 8–9 tonnin paikkeilla vuodesta 2012 lähtien (kuvio 19). Suomessa vuonna 2022 malmeja louhineesta kahdeksasta metallimalmikaivoksesta kolme on kultakaivoksia ja viidessä tuotettiin kultaa. Vuonna 2021 Suomen osuus kultan tuotannosta EU:ssa oli noin 25 %. Bulgaria (9 966 kg), Suomi (9 082 kg) ja Ruotsi (8 805 kg) olivat EU:n suurimmat kultan tuottajamaat (Idoine et al. 2023).

Hopean kotimainen kaivostuotanto oli 36,8 tonnia. Tästä 99 % tuotettiin Hopeakaivoksessa ja 1 % Kittilän kaivoksessa. Hopean tuotanto Sotkamo Silver Oy:n Hopeakaivoksessa käynnistyi vuonna 2019, ja se moninkertaisti hopean kotimaisen kaivostuotannon.

Tähänastinen tuotannon huippu Hopeakaivoksessa ja Suomessa osui vuoteen 2020. Vuonna 2021 Suomen osuus hopean tuotannosta EU:ssa oli 2 %. Puola (1 522 t), Ruotsi (429 t) ja Portugali (98 t) olivat EU:n suurimmat hopeantuottajat (Idoine et al. 2023).

Kuvio 19. Jalometallien kaivostuotanto Suomessa. Suomessa tuotetaan jalometalleista eniten hopeaa (noin 35 tonnia), jonka trendi on ollut laskeva vuodesta 2020 alkaen. Kullan vuosituotanto on pysynyt 8–9 tonnin paikkeilla, ja platinaa ja palladiumia on molempia tuotettu vuosittain noin tonni. Vain hopean tuotantomäärät luetaan oikeanpuoleiselta akselilta.



4.3 Teollisuusmineraalit

Kalsiitti ja dolomiitti, apatiitti, talkki ja magnesiittihiekka, kvartsi sekä vuorivillan raaka-aineina käytettävät teollisuuskivet ovat Suomessa eniten louhittavia teollisuusmineraaleja. Vuonna 2022 Suomessa louhittiin 16,3 miljoonaa tonnia teollisuusmineraalimalmeja (taulukko 7). Teollisuusmineraalimalmien yhteenlaskettu vuotuinen louhintamäärä Suomessa on pysynyt melko tasaisena koko 2000-luvun (kuvio 20).

Vuonna 2022 Siilinjärven apatiittikaivoksesta louhittiin malmia 11,4 miljoonaa tonnia. Siilinjärven edellinen malminlouhintaennätys oli 11,3 miljoonaa tonnia vuodelta 2015. Siilinjärvi on malminlouhinnan määrältään Suomen toiseksi suurin kaivos ja ylivoimaisesti suurin teollisuusmineraalikaivos. Toiseksi suurimmasta teollisuusmineraalikaivoksesta, Limberg-Skräbbölen kalsiittikaivoksesta Paraisilla, louhittiin malmeja 1,6 miljoonaa tonnia.

Siilinjärven apatiittimalmin osuus teollisuusmineraalien louhinnasta oli 70 %. Karbonaattimalmeja louhittiin 12 kaivoksesta, ja niiden osuus oli yhteensä 21 %. Talkkimalmeja louhittiin neljästä kaivoksesta, ja niiden osuus oli 5 %. Jäljelle jäävä 4 prosentin osuus koostuu teollisuuskivien, vuolukivien ja jalokivien louhinnasta.

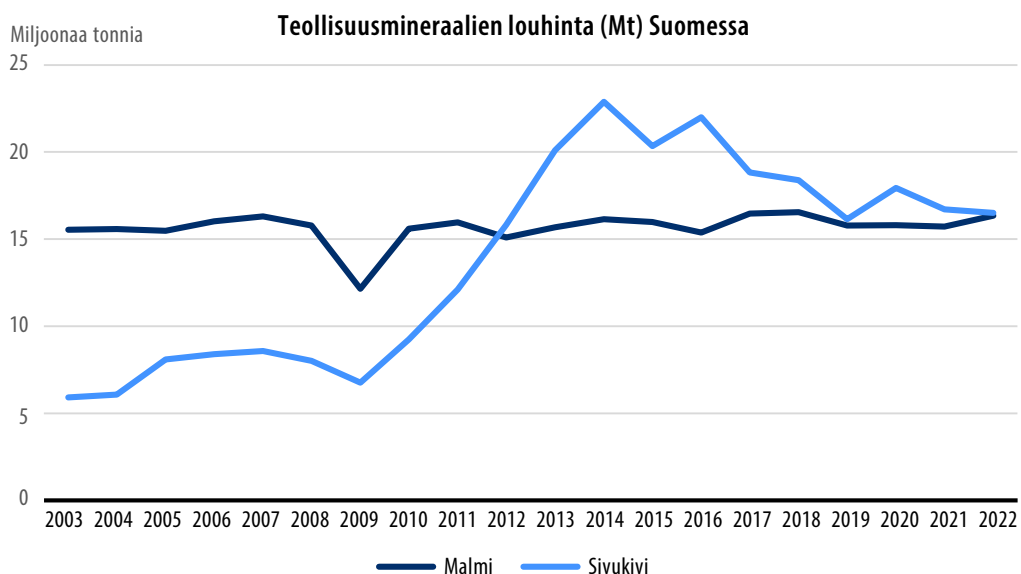
Teollisuusmineraalimalmien sivukivien louhinta lähti voimakkaaseen kasvuun vuonna 2010. Huippu saavutettiin vuonna 2014, minkä jälkeen trendi on ollut laskeva (kuvio 20). Kehitys heijastelee lähes yksinomaan sivukiven louhintaa Siilinjärven kaivoksessa. Vuonna 2022 Suomessa louhittiin 16,5 miljoonaa tonnia teollisuusmineraaleihin liittyviä sivukiviä (taulukko 7), ja Siilinjärven osuus tästä oli 69 %. Toiseksi eniten sivukiviä (1,1 miljoonaa tonnia) louhittiin Karnukan talkkikaivoksesta.

Taulukko 7. Teollisuusmineraalimalmien ja sivukivien louhinta (t) Suomen teollisuusmineraalikaivoksissa vuosina 2018–2022.

	2018	2019	2020	2021	2022
Malmi	16 546 882	15 774 595	15 810 724	15 713 818	16 345 354
Sivukivi	18 382 146	16 154 617	17 949 787	16 714 489	16 509 496
YHTEENSÄ	34 929 028	31 929 212	33 760 511	32 428 307	32 854 850

Lähde: Tukes.

Kuvio 20. Teollisuusmineraalimalmien ja niiden sivukivien louhinta vuosina 2003–2022. Malminlouhinnan määrä on pysynyt varsin tasaisena, mutta sivukivien louhinta kasvoi voimakkaasti vuosina 2010–2014 ja on sen jälkeen laskenut samalle tasolle kuin malminlouhinta.



Lähde: 2003–2010 TEM, 2011–2022 Tukes.

Teollisuusmineraaleista Suomessa tuotetaan selvästi eniten karbonaatteja (kalsiitti ja dolomiitti). Niiden tuotantomäärien osalta on saatavissa vain malminlouhinnan määrä karbonaattikivikaivoksissa. Huippuvuosina 2006–2008 karbonaattikiviä louhittiin vuosittain 4,3–4,6 miljoonaa tonnia, ja sen jälkeen niitä on louhittu vuosittain 3,1–4 miljoonaa tonnia. Vuonna 2022 karbonaattikiviä louhittiin 3,4 miljoonaa tonnia.

Muista teollisuusmineraaleista Suomessa tuotetaan selvästi eniten apatiittia. Apatiittirikasteen tuotantomäärä on pääosin nousujohteinen aina 1970-luvun lopusta lähtien, jolloin tuotanto Siilinjärvellä aloitettiin. 900 000 tonnin vuosituotanto ylittyi ensimmäisen kerran vuonna 2014.

Vuonna 2022 apatiittirikastetta tuotettiin 923 000 tonnia, ja tuotanto väheni edellisvuodesta 7 %. Tähänastisen tuotannon huippu on 995 000 tonnia vuodelta 2020 (taulukko 8, kuvio 21). Suomi on ainut apatiittia tuottava EU-maa (Idoine et al. 2023).

Talkki ja magnesiittihiekka tuotetaan molemmat talkkikaivoksista. Talkki on aiemmin ollut toiseksi eniten tuotettu teollisuusmineraali Suomessa. Sen tuotannon trendi on ollut laskeva vuodesta 2006, kun taas magnesiittihiekan tuotanto alkoi vuonna 2014 ja on kasvanut todella voimakkaasti vuodesta 2020 lähtien.

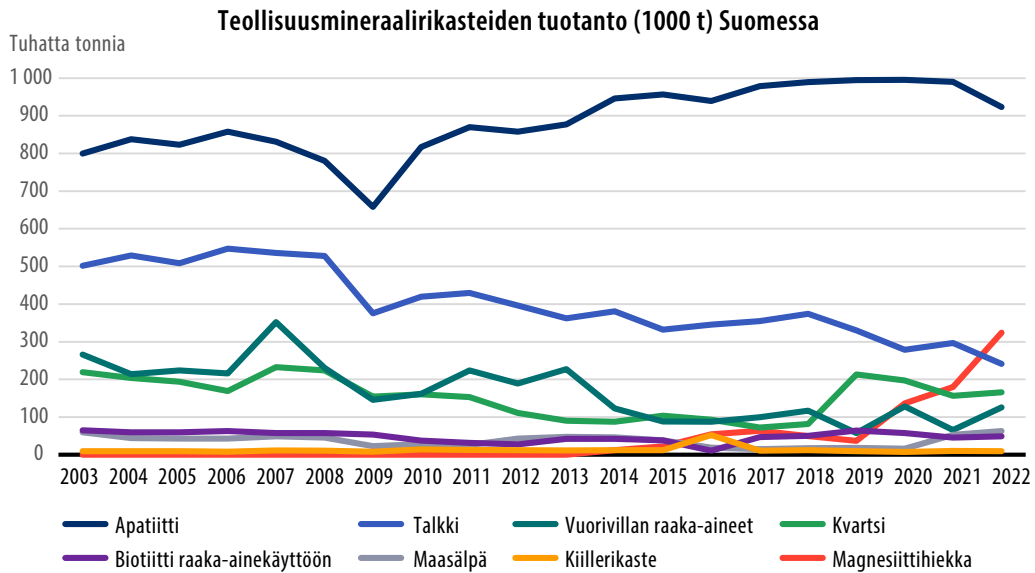
Vuonna 2022 magnesiittihiekan tuotanto (324 000 tonnia) kasvoi 80 %, jälleen uuteen ennätyslukemaan. Se oli ensimmäistä kertaa korkeampi kuin talkin tuotanto (242 000 tonnia), joka väheni 19 %.

Suomi on EU:n suurimpia talkin tuottajia. Vuonna 2021 Suomen osuus talkin tuotannosta EU:ssa oli noin 30 %. Eniten talkkia tuotettiin Ranskassa (arviolta 320 000 tonnia), Suomessa (297 000 tonnia) ja Italiassa (arviolta 170 000 tonnia) (Idoine et al. 2023).

Maasälpä määritettiin EU:ssa ensimmäistä kertaa kriittiseksi raaka-aineeksi vuonna 2023 (European Commission 2023). Vuonna 2022 Suomessa tuotettiin 63 000 tonnia maasälpää. Noin puolet EU-maista raportoi tuottavansa maasälpää, ja Suomen tuotanto on suuruusluokaltaan noin prosentti maasälvän tuotannosta EU:ssa (Idoine et al. 2023).

Lisäksi Nordkalkin Ihalaisten kaivoksesta tuotetaan wollastoniittia. Euroopassa wollastoniittia tuottavat vain Espanja ja Suomi. Suomen vuosittaisen wollastoniitin tuotannon arvioidaan olevan noin 11 000 tonnia, joka olisi noin 40 % wollastoniitin tuotannosta Euroopassa (Idoine et al. 2023).

Kuvio 21. Teollisuusmineraalirikasteiden ja -tuotteiden tuotanto (tuhatta tonnia) Suomessa vuosina 2003–2022.



Lähde: 2003–2010 TEM, 2011–2022 Tukes.

Taulukko 8. Teollisuusmineraalirikasteiden ja -tuotteiden tuotanto (tonnia) Suomessa vuosina 2018–2022.

Tuote	2018	2019	2020	2021	2022
Apatiittirikaste	989 073	994 572	995 066	990 261	923 245
Magnesiittihiekka	49 601	37 002	136 167	179 781	324 226
Talkki	374 398	329 891	278 331	296 833	241 538
Kvartsi	81 418	212 972	196 850	156 254	165 930
Vuorivillan raaka-aineeksi	116 867	57 632	128 358	65 873	125 467
Maasälpä	17 469	17 997	16 137	52 706	63 034
Biotiitti raaka-ainekäyttöön	50 456	64 505	57 681	45 757	48 775
Vuolukivituotteet	13 044	11 447	11 515	10 942	14 357
Kiillerikaste	12 122	9 440	7 247	10 138	9 465

Lähde: Tukes.

5 Merenpohjan resurssien hyödyntäminen (Aarno Kotilainen ja Jyrki Hämäläinen, GTK)

Infrastruktuurihankkeet ja raaka-aineiden kulutuksen lisääntyminen ovat kiihdyttäneet tarvetta merenpohjan resurssien, kuten hiekan ja soran, käytölle. Suomessa on käytetty vain rajallisia määriä merihiekkaa ja -sora, mutta niiden käyttöpaine kasvaa, kun sopivat maanpäälliset luonnonvarat ehtyvät.

1980-luvulle asti suurin osa materiaalista tai merihiekasta käytettiin kohteiden täyttämiseen, kuten maanparannukseen ja telakoiden ja tiepohjien täyttämiseen. Merihiekkaa pidettiin materiaalina, joka voitiin ruopata ilman järjestelmällistä sopimuslupakäyttöä. Suomessa on viime aikoina käytetty merihiekkaa ja -sora lähinnä suurissa rannikkorakennushankkeissa, kuten satamarakentamisessa.

Suomen merialueilla merihiekka- ja soravarat sijaitsevat pääasiassa harjujen vedenalaisissa jatkeissa ja päätemoreeneissa. Pienempiä määriä hyödynnettäviä resursseja löytyy muista moreenimuodostumista ja eroosiohiekkakerrostumista. Merkittäviä yksittäisiä muodostumia on mm. Porin edustalla Yyterin harjun vedenalaisilla jatkeilla.

Pohjanlahden muita potentiaalisia hiekka- ja soravaroja ovat harjut Kokkolan, Lohtajan ja Kalajoen edustalla sekä eroosiohiekkasiintymät Hailuodossa ja Hailuodosta pohjoiseen päin. Lähes kaikki mahdolliset hiekka- ja soraesiintymien alueet Suomen merialueilla on tutkittu viime vuosikymmeninä. Tällä hetkellä esimerkiksi Pohjanlahdella ei ole voimassa olevia lupia merenpohjan hiekan ja soran nostamiselle.

On arvioitu, että Suomen merialueilla on 2–3 miljardia kuutiota hiekkaa ja sora, mikä vastaa noin 50 vuoden kivimateriaalien käyttöä Suomessa (Kostamo 2021). Maa-alueilla hiekka- ja soravarat ovat 48 miljardia kuutiometriä.

Miksi merenpohjaa sitten kannattaisi hyödyntää? Merenpohjan resursseja käyttämällä on mahdollista säästää materiaali- ja logistiikkakustannuksissa, jos maanpäälliset resurssit ovat ehtyneet ja esiintymisalue merellä on lähellä. Merihiekan ja merisoran hyödyntäminen on myös tehokasta.

Merenpohjan luonnonvaroihin kuuluvat myös ns. rauta-mangaanisaostumat, jotka ovat merenpohjasta löytyviä mineraalisaostumia. Rauta-mangaanisaostumia muodostuu merenpohjassa ja merenpohjan pintasedimenteissä suotuisissa, hapellisissa olosuhteissa

mikro-organismien katalysoimien biogeokemiallisten prosessien tuloksena. Näissä saostumissa on suuria pitoisuuksia mm. rautaa, mangaania, fosforia sekä harvinaisia maa-metalleja. Rauta-mangaanisaostumia arvioidaan löytyvän yli 10 prosentista Suomen merialueista (Kaikkonen ym. 2019), mutta näitä mineraaleja ei tällä hetkellä hyödynnetä kaupallisesti.

5.1 Tulevaisuuden resurssit aaltojen alla

Merenpohjan resursseilla voi olla merkittävä rooli, koska ne vähentävät painetta käyttää mantereiden ja maa-alueiden hiekka- ja soravaroja, jotka ovat tärkeitä laadukkaan pohjaveden ja luontoarvojen takia. Esimerkiksi Oulun seudulla on jo puutetta maalla sijaitsevasta hiekasta ja sorasta betonintuotantoon. Pulan vuoksi hiekkaa ja soraa joudutaan kuljettamaan jopa 100 kilometrin päästä, mikä aiheuttaa lisäkustannuksia ja lisää hiilidioksidipäästöjä.

Kiviaineksen mahdollisesti lisääntyvä tarve liittyy myös merituulivoimaloiden rakentamiseen. Kiviainesta tarvitaan erilaisissa tuulivoimaloiden perustuksiin liittyvissä rakennustöissä. Hiekan ja soran hyödyntäminen merialueilta edellyttää kuitenkin ympäristövaikutusten perusteellista selvitystä.

On myös huomioitava, että merellä ja maalla vain pientä osaa hiekka- ja soravaroista voidaan hyödyntää teknisistä syistä ja aluevarausten, kuten rajoitettujen sotilasalueiden, luonnonsuojelualueiden ja kaupunkikehityksen takia.

Kuten jo aiemmin todettiin, merenpohja tarjoaa myös muita resursseja. Vaikka rauta-mangaanisaostumia ei ole varsinaisesti hyödynnetty Itämerellä, on mahdollista, että hyödyntäminen tulee kannattavaksi akkumineraaliteollisuutta kiinnostavien mineraalien, kuten harvinaisten maametallien, markkinahintojen noustessa.

Merenpohjan luonnonvarojen kestävä käyttö edellyttää kuitenkin luonnonvarojen käytön sosioekonomisten ja ympäristöriskien perusteellista selvitystä ja taloudellisen potentiaalın hyödyntämistä mahdollisimman vähäisin ympäristövaikutuksin (Kostamo 2021). Sitä, min-kälaisia vaikutuksia esimerkiksi saostumien mahdollisella laajamittaisella hyödyntämisellä olisi meriympäristölle, ei vielä tiedetä.

5.2 Merenpohjan geologiset aineistot vapaasti saatavilla

Geologian tutkimuskeskus (GTK) on tuottanut jo monta vuosikymmentä tutkimustietoa ja aineistoja Suomen merialueiden merenpohjan geologiasta, niin suunnittelun kuin merenhoidon tueksi. Pelkät aineistot eivät kuitenkaan yksin riitä, sillä niiden pitää olla myös helposti löydettävissä ja käyttöön otettavissa. GTK on ollut aktiivinen eurooppalaisessa yhteistyössä muun muassa European Marine Observation and Data Network (EMODnet) -projekteissa, joissa on koottu tietoa Euroopan merialueiden geologiasta. Tällä hetkellä GTK koordinoi laajaa EMODnet Geology -projektia.

GTK jakaa geotietoa aktiivisesti. GTK:n [Hakku-palvelu](#) ja EU:n [EMODnet-portaali](#) ovat hyviä kanavia merenpohjan geologista tietoa tarvitseville. [EMODnet Data Ingestion](#) -portaali puolestaan tarjoaa palvelun tiedon jakamiseen osapuolille, joilla ei ole tarkoitukseen sopivia omia verkkopalveluja. [Itameri.fi](#)-sivusto pitää sisällään aineistojen lisäksi monipuolista tietoa Itämerestä, esimerkiksi Itämeren geologiasta.

Kuvio 22. Rauta-mangaanisaostumia merenpohjan pintasedimenttinäytteessä. Kuvassa näkyy myös senttimetrimittakaava. Kuva: GTK.



Kuvio 23. Merihiekan nostoa. Kuva: GTK.



5.3 Merenpohjan mineraalien hyödyntämisen lainsäädäntö ja kehittämisen selvitys käynnissä (Heino Vasara)

Työ- ja elinkeinoministeriö on käynnistänyt selvitystyön merenpohjan mineraalien hyödyntämisestä. Työ rahoitetaan valtioneuvoston yhteisen selvitys- ja tutkimustoiminnan rahoituksella.

Merenpohjan mineraalien hyödyntämiseen sovellettava lainsäädäntö on kaivoslain yleisestä sovellettavuudesta huolimatta muun lainsäädännön soveltamisen kannalta epäselvä muun muassa riippuen siitä, sijoittuuko toiminta yksityiselle vai yhteiselle vesialueelle tai yleiselle vesialueelle vai Suomen talousvyöhykkeelle.

Selvityksessä haetaan vastauksia muun muassa seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Mikä on merenpohjan mineraalien hyödyntämistä koskevan lainsäädännön nykytila?
- Miten merenpohjan mineraalien hyödyntämistä koskeva lainsäädäntö on järjestetty muissa maissa?
- Mitä vaihtoehtoja merenpohjan mineraalien hyödyntämisen sääntelemiseksi olisi?

Selvitystyö on käynnistynyt toukokuussa 2022. Loppuraportin arvioidaan valmistuvan kuluvan vuoden 2023 loppupuolella. (VNTEAS, Ramboll jne)

6 Kaivosten sivuvirtojen hyödyntäminen (Tuula Sivonen, Lapin ELY-keskus)

Valtioneuvosto teki periaatepäätöksen kiertotalouden strategisesta ohjelmasta keväällä 2021. Kiertotalousohjelman visio on, että vuonna 2035 Suomen menestyvän talouden perusta on hiilineutraali kiertotalousyhteiskunta. Tämän vision toteutuminen edellyttää luonnonvarojen kestävä ja tehokasta käyttöä.

Yhtenä tavoitteena on, että materiaalien kiertotalousaste kaksinkertaistuu vuoteen 2035 mennessä. Tällä hetkellä Suomi on merkittävästi muuta Eurooppaa jäljessä sekä kierrätys- että kiertotalousasteen kehityksessä.

Nykyisessä hallitusohjelmassa on paljon toimenpiteitä kierrätystoiminnan kehittämiseksi. Tähän liittyvä lainsäädäntö- ja kehitystyö tukee myös kaivannaissivuvirtojen nykyistä laajempaa hyödyntämistä. Kaivosten ja louhosten kiertotaloutta ohjataan tällä hetkellä pääosin kansallisen jäte- ja ympäristölainsäädännön kautta.

Myös EU:n kriittisiä raaka-aineita koskevan säädöksen (CRMA) on tarkoitus tukea raaka-aineiden kestävä hankintaa osana EU Green Deal -kokonaisuutta. Kriittisiä raaka-aineita koskevalla säädöksellä EU pyrkii varmistamaan kriittisten raaka-aineiden toimitukset Euroopan teollisuudelle sekä vähentämään merkittävästi EU:n riippuvuutta yksittäisistä EU:n ulkopuolisista raaka-ainetoimittajista. Asetuksen yhtenä tavoitteena on edistää raaka-aineiden kierrätystä. Yhtenä keinona on kannustaa kriittisten raaka-aineiden talteenottoa myös kaivannaisteollisuuden jätealueilta.

Kaivannaisjätteitä syntyy Suomessa noin 90 miljoonaa tonnia vuodessa. Tämä on 75 prosenttia kaikesta vuosittain Suomessa syntyvästä jätemassasta. Työ- ja elinkeinoministeriön teettämän esiselvityksen (TEM:n julkaisu 2021:48) mukaan kaivosten sivukiviä ja rikastushiekkaa on mahdollista hyödyntää monipuolisesti. Selvityksessä esitettiin, että TEM voisi edistää kansallisen tahtotilan muodostumista ja koordinoita tarvittavaa yhteistyötä kaivosten sivuvirtojen hyödyntämisen edistämiseksi.

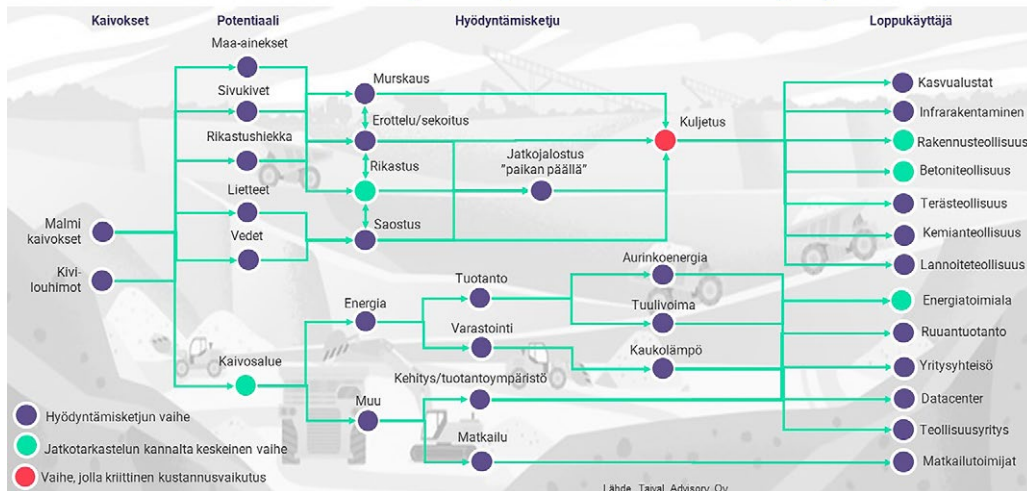
Kaivosten kiertotalouden kansallinen koordinaatiotyö käynnistyi toukokuussa 2022 puheenjohtaja Hannele Pokan johdolla. Perustetun koordinaatioryhmän tehtäviksi annettiin sektorirajat ylittävä julkisten ja yksityisten tahojen yhteistyö, konkreettisten

hankkeiden käynnistämisen vauhdittaminen sekä hankkeita hidastavien esteiden tunnistaminen ja purkaminen. Tämä koordinaatiotyö päättyi vuoden 2023 lopussa. Tällöin julkistetaan myös kansallisen koordinaation loppuraportti.

Konsulttitoimisto Taival selvitti kaivannaisteollisuuden hyödyntämisketjuja vuoden 2022 lopulla koordinaatioryhmän toimeksiannosta. Tavoitteena oli kartoittaa kaivannaisjätteiden hyödyntämisketjujen (kuvio 24) skaalauspotentiaali sekä löytää mahdollisesti potentiaalisia edistettäviä kohteita. Lisäksi pyrittiin tunnistamaan hankkeita hidastavia tekijöitä ja niiden mahdollisia purkamistoimia. Samalla haluttiin myös tunnistaa eri toimijoiden tarpeet ja odotukset kaivannaiskosysteemiä ja sitä palvelevia digitaalisia työkaluja varten.

Kuvio 24. Kaavio potentiaalisista kaivosten sivuvirtojen hyödyntämisketjuista.

Mahdollisia hyödyntämisketjuja



Lähde: Taival Advisory Oy.

Kaivosten sivukivistä ja rikastushiekoista merkittävä määrä käytetään kaivosalueiden sisäpuolella kaivosalueen rakennustöissä sekä kaivoksen täyttö- ja sulkemistoimissa. Tämän käytön ulkopuolella kaivosten sivuvirtojen hyötykäyttö on vielä vähäistä.

Tutkimuksia ja tutkimustuloksia sivuvirtojen hyötykäytöstä on olemassa, mutta kaupallista hyödyntämistä ei juurikaan, vaan toiminta on vasta lähinnä kokeiluasteella. Kaupallista hyödyntämistä rajoittavat taloudellinen kannattavuus ja kysyntä markkinoilla.

Vuoden 2023 aikana kansallinen koordinaatio järjesti neljä työpajaa, joilla kartoitettiin toimijoiden näkemyksiä haasteista kaivosten sivuvirtojen hyödyntämisessä sekä tarvittavista toimenpiteistä hyödyntämisen lisäämiseksi. Järjestetyt työpajat olivat seuraavat: 1. Kaivosten sivuvirtojen analyysidatan hyödyntäminen, 2. Kaivosten sivuvirtojen hyödyntämisen logistiikka - haasteet ja ratkaisut, 3. Julkista kysyntää kaivosten sivuvirroille sekä 4. Kaivosten sivuvirroista uusia tuotteita. Alan toimijoille tehtiin myös lokakuussa kysely kaivannaisalan kiertotalouden sääntelystä ja siihen liittyvistä muutostarpeista.

Toimijoiden suhtautuminen sivuvirtojen hyödyntämiseen on positiivista, kiinnostus on laajaa ja valmiutta tarttua toimeen on. Käytännössä kaikilla toimijoilla on jo menossa tai suunnitteilla jotakin kiertotalouteen liittyvää toimintaa. Sivukivien ja rikastushiekan lisäksi kaivosten vesissä ja erilaisissa tuotannossa muodostuneissa sakoissa nähdään hyödyntämispotentiaalia. Kaivosten ja kaivosalueiden uusiokäytössä esimerkiksi energiantuotantoon on kiinnostavia mahdollisuuksia.

Kuljetuskustannukset koetaan suurimmaksi sivuvirtojen hyödyntämisen esteeksi. Kaivosten sivukivet ja rikastushiekat sijaitsevat yleensä väärissä paikoissa mahdollisiin käyttökohteisiin nähden. Julkisissa hankinnoissa usein annetaan pisteitä alhaisista CO₂-päästöistä, jolloin kivi- ja maa-ainesta kannattaa kuljettaa vain lyhytmatka päästöjen minimoimiseksi. Muille ympäristövaikutuksille ja luontoarvoille, kuten neitseellisen raaka-aineen säästämiseksi, ei juuri anneta painoarvoa. Asiakkaiden suhtautuminen kierrätysraaka-aineisiin ja uusiokäyttötuotteisiin on myös hyvin varovaista, koska pitkään aikaiset käyttökokemukset puuttuvat.

Sääntelyn, erityisesti jätteitä koskevan sääntelyn, kehittämiseen nähdään laajasti tarvetta. Sivukivi saa liian helposti ja nopeasti jätestatuksen, jonka jälkeen sen hyötykäyttöä muuttuu byrokraattiseksi ja vaatii ympäristöluvan. Myös regulaation tavoin toimivat normit, erityisesti maanrakennusosalalla, nähdään hitaasti muuttuvina ja kiertotaloutta tällä hetkellä hidastavina.

Useat toimijat peräänkuuluttavat myös avointa dataa. Jotta sivuvirtojen kysyntä ja tarjonta sekä tuottajat ja jalostajat kohtaisivat, tarvitaan tietoa siitä, mitä, missä ja millaisia määriä sivuvirtoja erilaisine metalleineen ja mineraaleineen on tarjolla.

Tuottajien olisi myös hyvä olla nykyistä paremmin selvillä potentiaalisten asiakkaiden ja jatkojalostajien laatuvaatimuksista raaka-aineen suhteen. Tietotarvetta palvelemaan tarvittaisiin ns. sekundäärinen malminetsinnän tietokanta, josta tieto raaka-aineista ja niiden massa- ja laatuvaatimuksista löytyisi.

Alan toimijat kokevat, että kaivosten sivuvirtojen nykyistä laajemman hyödyntämisen lisäämiseksi tarvitaan pysyvää keskustelua, kiertotalousliiketoiminnan systemaattista kehitystä sekä ekosysteemi eri toimijoiden väliselle yhteistyölle.

7 Mineraalisten raaka-aineiden ulkomaankauppa (Jussi Pokki, GTK)

7.1 Johdanto

Tässä osiossa käydään läpi metallimalmien ja -rikasteiden, jalometallien sekä ulkomaankaupan kannalta tärkeimpien teollisuusmineraalien tuonnin ja viennin pääpiirteitä. Katsaus kattaa myös nikkelikiven, kobolttikiven ja kuparikiven ulkomaankaupan. Nikkelikivi, kobolttikivi ja kuparikivi ovat rikasteista valmistettuja välituotteita, joiden ulkomaankauppa on kasvanut viime vuosina hyvin suureksi.

Lisäksi esitetään metallimalmien ja -rikasteiden tärkeimmät vienti- ja tuontimaat ja tarkastellaan Suomen ja Venäjän välistä mineraalisten raaka-aineiden kauppaa. Kaikki tiedot on koottu Tullin ulkomaankauppatilastojen [Uljas-tietokannasta](#), ellei toisin mainita.

Metallien ulkomaankauppa on rajattu tarkastelun ulkopuolelle, mutta jalometallit muokkaamattomana, puolivalmisteena tai jauheena ovat mukana. Katsauksessa pääosin sivuutetaan pasutettu rikkikiisu ("rautapyriitti"), koska se ei täysin rinnastu metallimalmeihin ja -rikasteisiin. Teollisuusmineraalien tarkastelu ei sisällä energiamineraaleja. Kaikki tarkastelussa mukana olevat raaka-aineet tullinimikkeineen esitetään liitteessä 1.

Vuonna 2022 Suomeen tuotiin tonnimääräisesti eniten rautamalmeja (2 760 000 tonnia), kalkkikivituotteita (1 570 000 tonnia), kuparirikasteita (590 000 tonnia), sinkkirikasteita (570 000 tonnia) sekä kaoliinia (258 000 tonnia). Tuonnin arvo oli suurin nikkelikivellä (1 740 milj. euroa), kuparirikasteilla (1 099 milj. euroa), sinkkirikasteilla (709 milj. euroa), kobolttikivellä (694 milj. euroa) ja rautamalmeilla (512 milj. euroa). Metallimalmien ja -rikasteiden euromääräisen tuonnin kolme kärkimaata olivat Ruotsi (23 %), Brasilia (13 %) ja Kanada (10 %).

Vuonna 2022 Suomesta vietiin tonnimääräisesti eniten sinkkirikasteita (83 000 tonnia); kalkkikivituotteita (81 000 tonnia), nikkelikivituotteita (71 000 tonnia), kuparirikasteita (55 000 tonnia) ja rautamalmeja (45 000 tonnia). Tietoa talkin tonnimääräisestä viennistä ei ole saatavilla.

Viennin arvo oli suurin kullalla (966 milj. euroa), kuparikivellä (732 milj. euroa), nikkelikivellä (707 milj. euroa), nikkelikivituotteilla (340 milj. euroa) ja kobolttikivellä (323 milj. euroa). Metallimalmien ja -rikasteiden euromääräisen viennin kolme kärkimaata olivat Kiina (32 %), Ruotsi (24 %) ja Sveitsi (17 %).

7.2 Metallimalmirikasteet

7.2.1 Rikasteiden tuonnilla ratkaiseva merkitys

Suomen osuus useimpien Suomessa tuotettavien metallien globaalista kaivostuotannosta on alle prosentti⁸. EU-maiden joukossa Suomi on kuitenkin merkittävä metallien kaivostuotannon maa ja viiden metallin (kromi, koboltti, platina, palladium, nikkeli) osalta ainut tai ylivoimaisesti suurin tuottaja. Suomi profiloituu selkeästi myös metallien jatkojalostuksen maana.

Suomessa metallinjalostajat tuottavat useita metalleja enemmän kuin mitä niiden raaka-aineita tuotetaan Suomen kaivoksista. Näiden metallien nykyiset jalostustuotannon määrät eivät olisikaan mahdollisia ilman rikasteiden tuontia.

Vuonna 2022 metallinjalostajat tuottivat noin viisinkertaisen määrän sinkkiä ja kuparia verrattuna Suomessa toimiviin kaivoksiin. Hopean jalostustuotanto oli kolminkertainen verrattuna kaivosten tuotantomääriin, nikkelin jalostustuotanto kaksinkertainen ja kobolttin jalostustuotanto kymmenkertainen. Massataseen näkökulmasta ulkomailta on tuotava rikasteita niin paljon, että tuontirikasteet sisältävät metalleja vähintään jalostustuotannon ja kotimaisen kaivostuotannon välisen erotuksen verran sekä lisäksi kompensoivat rikasteiden viennin.

7.2.2 Rikasteiden ulkomaankaupan pääpiirteet vuonna 2022

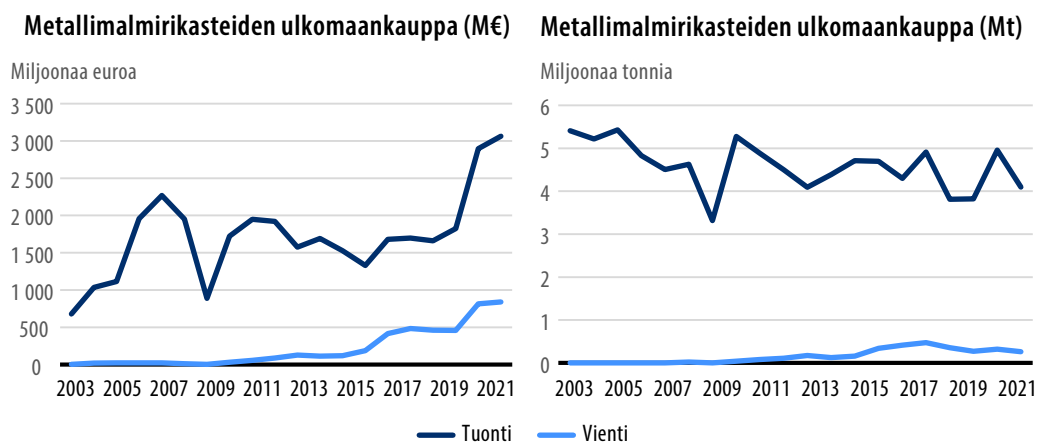
Metallimalmien ja rikasteiden ulkomaankaupalle on tunnusomaista, että tuonti on moninkertainen vientiin verrattuna, niin euromääräisesti kuin tonnimääräisestikin. Vuonna 2022 metallimalmirikasteita tuotiin Suomeen yhteensä 4,1 miljoonaa tonnia, 3 063 miljoonan euron arvosta. Metallimalmirikasteita vietiin 0,264 miljoonaa tonnia, 841 miljoonan euron arvosta. Vuodesta 2017 lähtien rikasteiden tuonnin euromääräinen arvo on ollut noin neljä kertaa viennin arvoa suurempi.

Vuosi 2021 oli metallirikasteiden ulkomaankaupan osalta hyvin poikkeuksellinen, kun niiden tuonnin arvo kasvoi 59 % ja viennin arvo 78 %. Vuonna 2022 sekä metallirikasteiden euromääräinen tuonti (+6 %) että vienti (+3 %) kasvoivat maltillisesti, molemmat jälleen uusiin ennätyslukemiin, mutta tonnimääräisesti molemmat laskivat edellisvuodesta noin 17 % (kuvio 25, taulukko 9).

8 USGS:n (2023) tilastojen mukaan vuonna 2021 Suomen osuus kromimalmien globaalista kaivostuotannosta oli noin 5 % ja nikkelin globaalista kaivostuotannosta 1,5 %. Muiden metallien osalta Suomen osuus oli alle prosentti.

Tonnimääräisen tuonnin lasku johtuu pääasiassa rautamalmien tuonnin vähenemisestä. Tonnimääräisen viennin lasku johtuu kuparirikasteiden, nikkelikasteiden ja sinkkirikasteiden viennin vähenemisestä.

Kuvio 25. Metallimärikasteiden ulkomaankauppa vuosina 2003–2022. Metallimalmeja ja -rikasteita tuodaan Suomeen moninkertainen määrä verrattuna niiden vientiin Suomesta ulkomaille. Vuonna 2022 tuonti ja vienti kasvoivat euromääräisesti jälleen uuteen ennätykseen, mutta tonnimääräisesti tuonti ja vienti laskivat noin viidenneksen edellisestä vuodesta.



Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

Taulukko 9. Metallimalmien ja -rikasteiden tuonti ja vienti vuosina 2018–2022.

	2018	2019	2020	2021	2022
Tuonti (€)	1 697 055 905	1 661 048 068	1 824 203 919	2 896 311 300	3 062 848 672
Vienti (€)	483 997 878	460 837 834	458 067 605	815 969 020	840 863 711
Tuonti (tonnia)	4 911 629	3 812 175	3 824 337	4 955 100	4 098 156
Vienti (tonnia)	475 224	353 617	273 629	320 928	264 207

Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

7.2.3 Tuonti

Vuonna 2022 Suomeen tuotiin tonnimääräisesti selvästi eniten rautamalmeja (2 760 000 tonnia). Seuraavaksi eniten tuotiin kuparirikasteita (590 000 tonnia), sinkkirikasteita (570 000 tonnia) ja nikkelikasteita (124 000 tonnia) (kuvio 26). Kulta- ja platinametallirikasteita tuotiin 49 000 tonnia. Näistä vain kuparirikasteen tuontitonnit kasvoivat (+61 000 tonnia; +12 %), kun taas tuontitonnit vähenivät kulta- ja platinametallirikasteilla (–6 000 tonnia; –12 %), nikkelikasteilla (–11 000 tonnia; –8 %), sinkkirikasteilla (–17 000 tonnia; –3 %) ja erityisesti rautamalmeilla (–871 000 tonnia; –24 %).

Tuonnin euromääräinen arvo oli selvästi korkein kuparirikasteilla (1 099 milj. euroa). Seuraavaksi korkein se oli sinkkirikasteilla (709 milj. euroa), rautamalmeilla (512 milj. euroa), nikkelikasteilla (327 milj. euroa) ja kulta- ja platinametallirikasteilla (312 milj. euroa) (kuvio 27).

Tuonnin arvo kasvoi eniten nikkelikasteilla (+128 milj. euroa ; +64 %), sinkkirikasteilla (+117 milj. euroa ; +20 %) ja kulta- ja platinametallirikasteilla (+58 milj. euroa ; +23 %). Kuparirikasteiden tuonnin arvo kasvoi vain hieman (+7 milj. euroa ; +1 %), ja rautamalmien tuonnin arvo väheni selvästi (–144 milj. euroa ; –22 %).

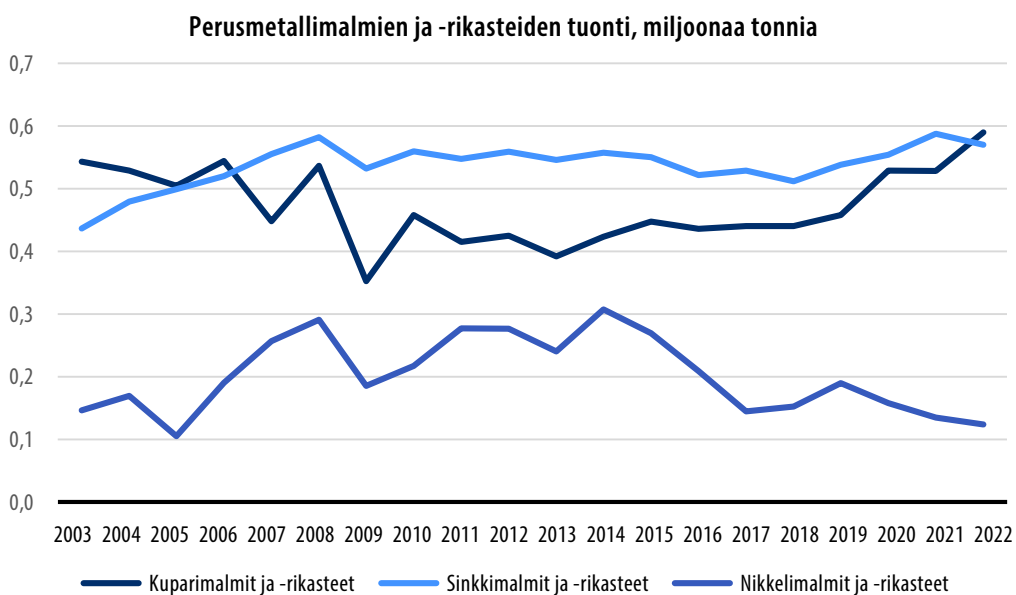
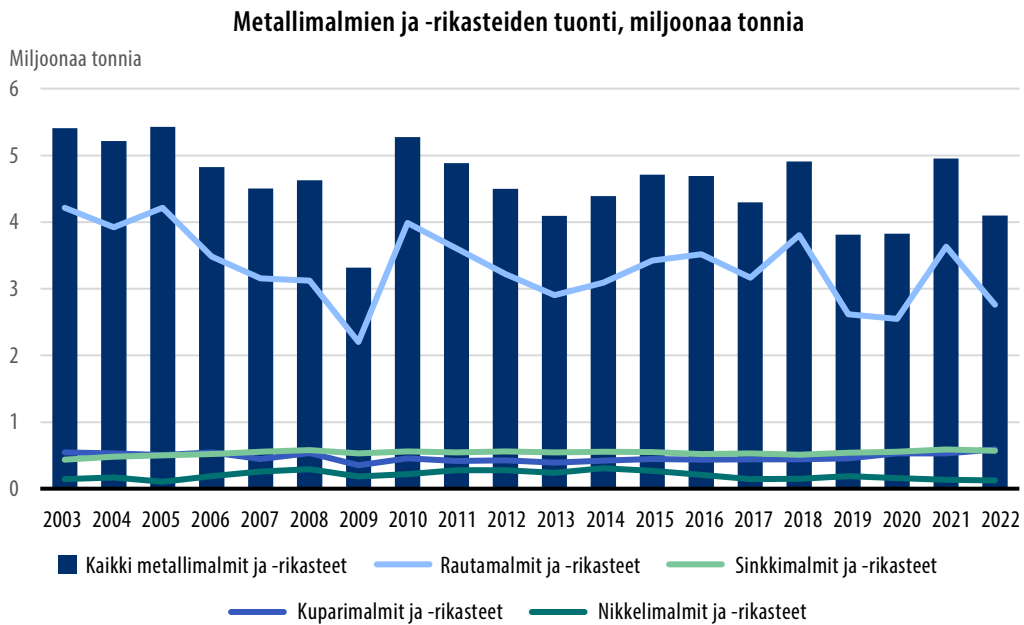
Tietyn malmin tai rikasteen hinta on noussut, jos euromääräisen arvon prosentuaalinen kasvu on suurempi kuin tonnimäärien prosentuaalinen kasvu. Nikkelirikasteen tuontitonnit vähenivät (–8 %), mutta tuonnin arvo kasvoi selvästi (+64 %), mikä kertoo voimakkaasta hinnan noususta. Myös kulta- ja platinametallirikasteiden tuontitonnit vähenivät (–12 %), mutta tuonnin arvo nousi (+23 %). Lisäksi sinkkirikasteiden tuontitonnit vähenivät (–3 %), mutta tuonnin arvo kasvoi (+20 %).

Rautamalmien tuontitonnit ja tuonnin arvo laskivat molemmat hieman yli 20 %, mikä kertoo hinnan pysyneen keskimäärin edellisvuoden tasolla. Kuparirikasteen tuontitonnit kasvoivat 12 %, mutta tuonnin arvo kasvoi vain prosentoin, mikä puolestaan kertoo hinnan laskusta.

Tuotannon alkaminen Sotkamon, Kevitsan ja Kylylahden kaivoksissa kymmenisen vuotta sitten moninkertaisti kotimaisten nikkeli-, kupari- ja sinkkirikasteiden tuotannon. Tuotannon lisääntyminen ei kuitenkaan näytä vähentäneen näiden rikasteiden tuontia (ks. kuvio 26), mutta se on kasvattanut niiden vientiä (ks. kuvio 28).

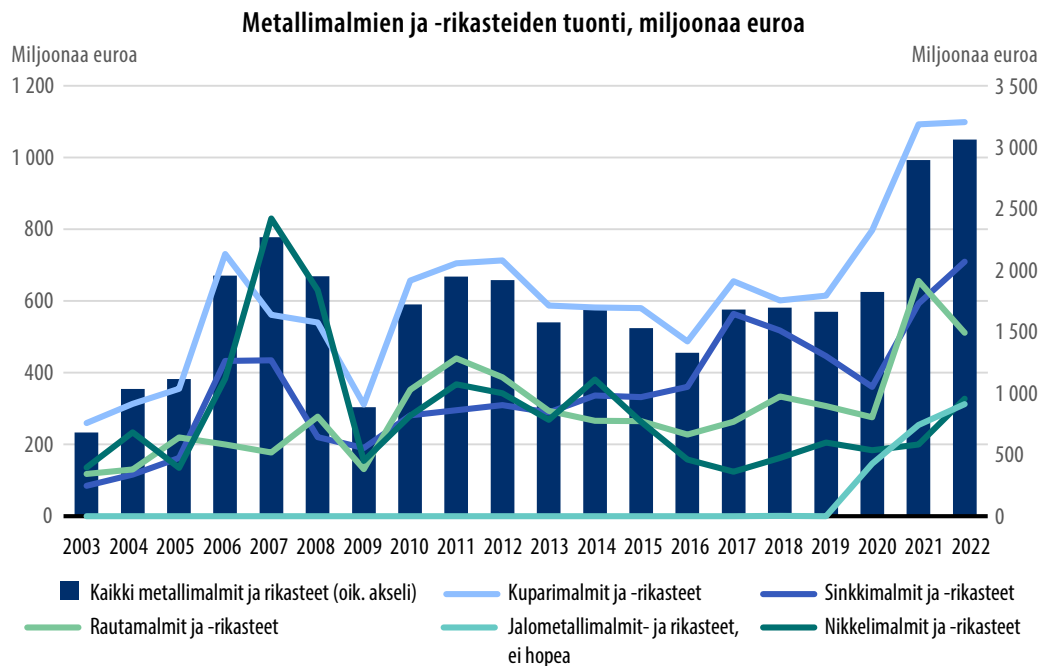
Nikkelikasteiden tuonti väheni selvästi vuosina 2015–2017 ja on sen jälkeen pysynyt jo usean vuoden ajan alhaisemmalla tasolla (kuvio 26). Muutoksessa näyttää kuitenkin olevan kyse siitä, että nikkelikasteiden sijaan on alettu tuoda yhä enemmän ns. nikkelikiveä, jonka tuonti alkoi kasvaa voimakkaasti vuonna 2016 (kuvio 32).

Kuvio 26. Kuvassa yhdistelmäkaavion viivat kuvaavat neljän tärkeimmän metallimalmin ja -rikasteen tuonnin määrää ja pylväät kuvaavat kaikkien Suomeen tuotujen metallimalmien ja -rikasteiden yhteenlaskettua määrää. Pylväiden korkeusvaihtelu johtuu suurimmaksi osaksi rautamalmin tuonnin vaihtelusta. Alakuvassa esitetään perusmetallien tuontitonni aikasarja tarkemmalla asteikolla.



Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

Kuvio 27. Yhdistelmäkaavion viivat kuvaavat viiden tärkeimmän metallimalmin ja -rikasteen tuonnin euromääräistä arvoa (vasen akseli) ja pylvääit kaikkien Suomeen tuotujen metallimalmien ja -rikasteiden yhteenlaskettua euromääräistä arvoa (oikea akseli). Nikkeli-, sinkki- sekä kulta- ja platinametallirikasteiden tuonnin arvo kasvoi selvästi vuonna 2022.



Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

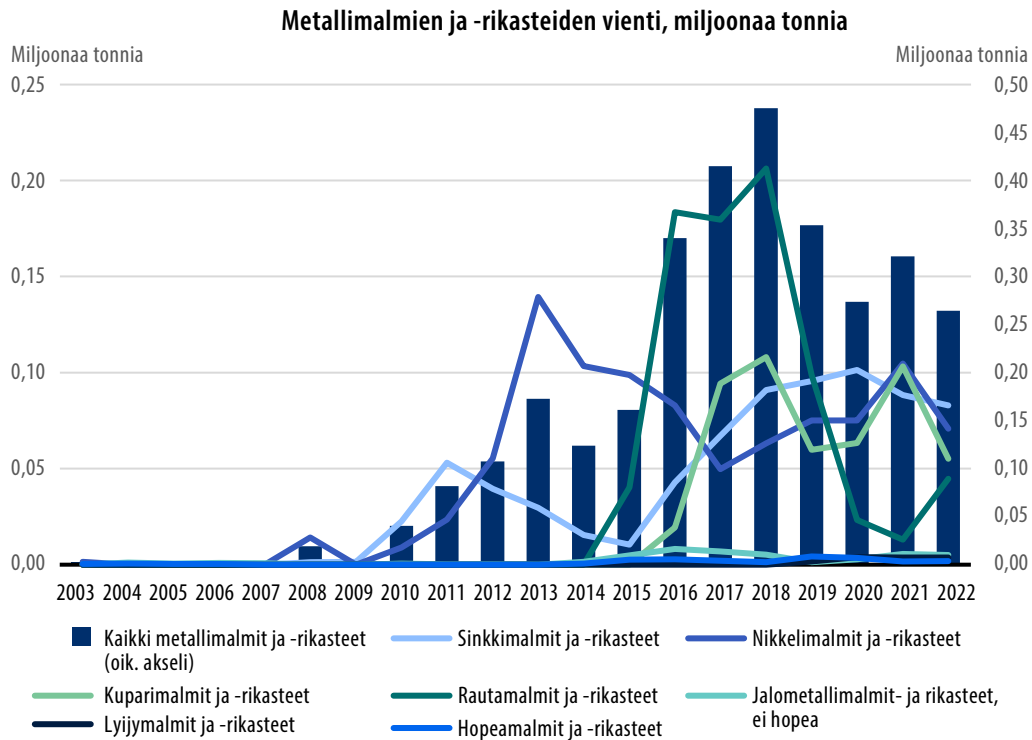
Kulta- ja platinametallirikasteiden tuonti on ollut hyvin vähäistä, kunnes se alkoi kasvaa vuonna 2020 (kuvio 27). Vuonna 2022 puolet kulta- ja platinametallirikasteista tuotiin Ecuadorista. Papua-Uusi-Guineasta ja Tansaniasta molemmista tuotiin neljännes. Näissä maissa on merkittävää kullan kaivostuotantoa, mutta platinametallimalmien kaivostuotannosta ei ole mainintaa (Idoine et al. 2023). Tällä perusteella kyse olisi kulta-rikasteiden tuonnista.

7.2.4 Vienti

Vuonna 2022 Suomesta vietiin tonnimääräisesti eniten sinkkirikasteita (83 000 tonnia), nikkelirikasteita (71 000 tonnia) ja kuparirikasteita (55 000 tonnia) (kuvio 28). Rautamalmeja vietiin erityisen paljon vuosina 2016–2018. Sen jälkeen niiden vienti romahti, mutta se kasvoi jälleen vuonna 2022 siten, että rautamalmeja vietiin 47 000 tonnia eli vain hieman vähemmän kuin kuparirikasteita.

Vientitonnit kasvoivat vain rautamalmilla (+32 000 tonnia; +243 %), ja lisäksi vientitonnit kasvoivat hopearikasteilla (+208 tonnia; +13 %). Vientitonnit vähenivät lyijyrikasteilla (–126 tonnia; –3 %), sinkkirikasteilla (–5 000 tonnia; –6 %), nikkelikasteilla (–34 000 tonnia; –32 %) ja kuparirikasteilla (–48 000 tonnia; –47 %).

Kuvio 28. Yhdistelmäkaavion viivat kuvaavat tärkeimpien metallimalmien ja -rikasteiden viennin määrää (vasen akseli) ja pylväät kaikkien Suomesta vietyjen metallimalmien ja -rikasteiden yhteenlaskettua määrää (oikea akseli). Vuonna 2022 nikkelikasteiden ja kuparirikasteiden vienti väheni jälleen sinkkirikasteita pienemmäksi.



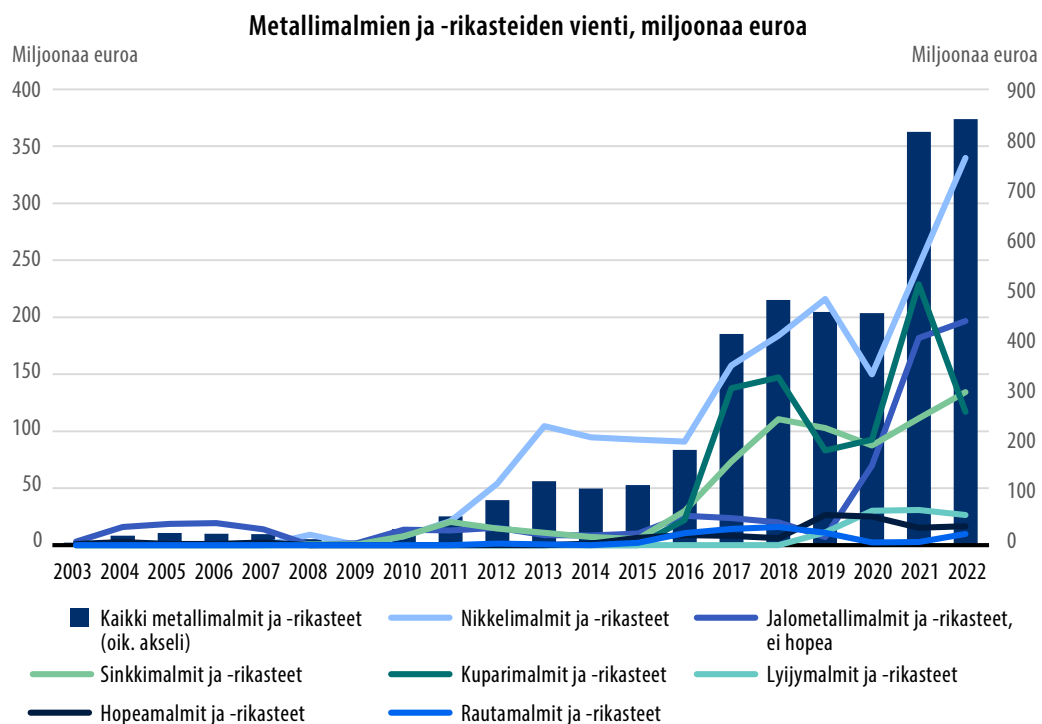
Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

Euromääräisesti selvästi arvokkainta oli nikkelikasteiden (340 milj. euroa) vienti, joka kasvoi jälleen uuteen ennätykseen. Seuraavaksi arvokkainta oli kulta- ja platinametallirikasteiden (197 milj. euroa) sekä sinkkirikasteiden (134 milj. euroa) vienti, jotka niin ikään kasvoivat uuteen ennätykseen, kulta- ja platinametallirikasteet kuparirikasteita arvokkaammaksi (kuvio 29). Neljänneksi arvokkainta oli kuparirikasteiden (112 milj. euroa) vienti, joka laski hieman sinkkirikasteita matalampaan arvoon.

Arvoltaan eniten kasvoi nikkelikasteiden (+95 milj. euroa; +39 %), sinkkirikasteiden (+23 milj. euroa; +21 %) ja kulta- tai platinametallirikasteiden (+15 milj. euroa; +8 %) vienti. Kuparirikasteiden vienti väheni (–112 milj. euroa; –49 %) voimakkaasti vuoden 2021 ennätyslukemasta. Rautamalmien (+7 milj. euroa; +275 %) ja hopearikasteiden (+1 milj. euroa; +9 %) viennin arvo kasvoi, lyijyrikasteiden (–4 milj. euroa; –14 %) viennin arvo laski.

Nikkelikasteen vientitonnit laskivat (–32 %), mutta viennin arvo kasvoi (+39 %). Samoin sinkkirikasteen vientitonnit vähenivät (–6 %), mutta viennin arvo kasvoi (+21 %). Muutos kertoo molempien rikasteiden voimakkaasta hintojen noususta, mikä ilmeni myös niiden tuonnissa. Sen sijaan kuparirikasteella sekä vientitonnit että viennin arvo vähenivät hie- man alle 50 %, mikä kertoo hintojen pysyneen suunnilleen vuoden 2021 tasolla.

Kuvio 29. Yhdistelmäkaavion viivat kuvaavat tärkeimpien metallimalmien ja -rikasteiden viennin euromääräistä arvoa (vasen akseli) ja pylväät kaikkien Suomesta vietyjen metallimalmien ja -rikasteiden yhteenlaskettua arvoa (oikea akseli). Vuonna 2022 nikkelikasteiden viennin arvo kasvoi voimakkaasti ja kuparirikasteiden viennin arvo laski voimakkaasti.



Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

7.2.5 Tärkeimmät tuonti- ja vientimaat

Vuonna 2022 metallimalmien ja -rikasteiden tuonnin arvo oli yhteensä 3 063 miljoonaa euroa. Eniten niitä tuotiin Ruotsista, 700 miljoonan euron arvosta, mikä oli 23 % metallimalmien ja -rikasteiden kaikesta tuonnista (kuvio 30). Ruotsista tuotiin rautamalmeja 425 miljoonalla eurolla (456 milj. € vuonna 2021) ja sinkkirikasteita 262 miljoonalla eurolla (223 milj. € vuonna 2021), molempia enemmän kuin mistään toisesta maasta.

Toiseksi eniten metallimalmeja ja -rikasteita tuotiin Brasiliasta, yhteensä 392 miljoonan euron arvosta. Brasilian osuus oli 13 %. Sieltä tuotiin kuparirikasteita 246 miljoonalla eurolla (178 milj. € vuonna 2021) ja nikkelikasteita 145 miljoonalla eurolla (46 milj. € vuonna 2021). Kuparirikasteita tuotiin Brasiliasta enemmän kuin mistään toisesta maasta.

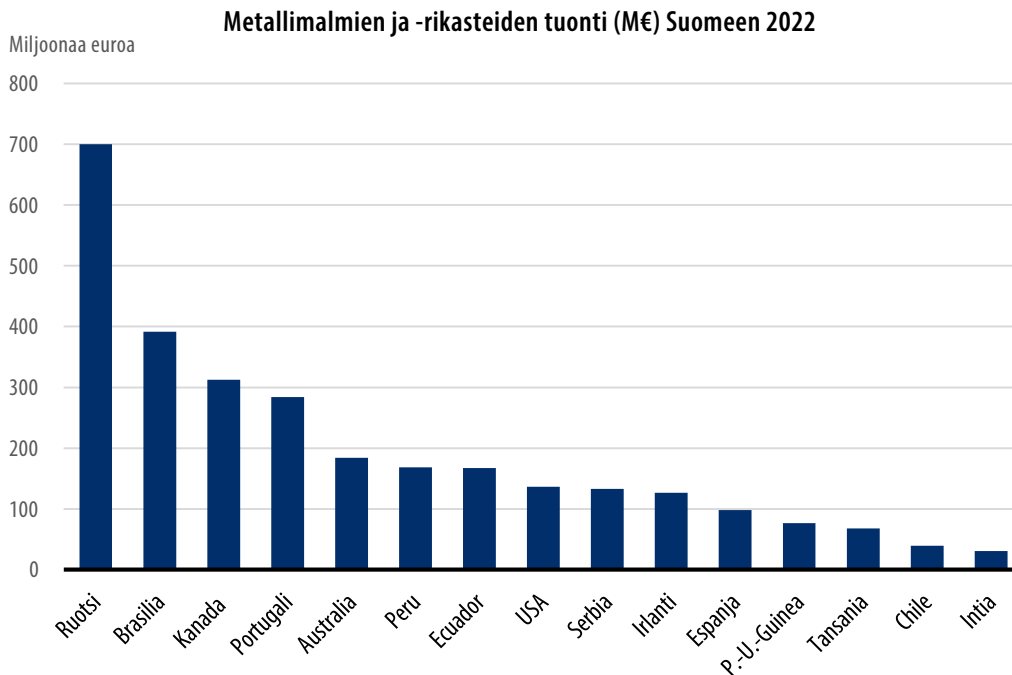
Kolmanneksi eniten metallimalmeja ja -rikasteita tuotiin Kanadasta, yhteensä 313 miljoonan euron arvosta. Kanadasta tuotiin nikkelikasteita 172 miljoonalla eurolla (112 milj. € vuonna 2021) ja kuparirikasteita 141 miljoonalla eurolla (106 milj. € vuonna 2021). Nikkelirikasteita tuotiin Kanadasta enemmän kuin mistään toisesta maasta.

Seuraavaksi tärkeimpiä metallimalmien ja -rikasteiden tuontimaita olivat Portugali, Australia, Peru ja Ecuador. Neljän kärkimaan yhteenlaskettu osuus metallimalmien ja -rikasteiden tuonnista oli 55 %, ja 12 kärkimaan osuus oli 91 %. Kultarikasteita tuotiin Ecuadorista enemmän kuin mistään toisesta maasta.

Serbia nousi ensimmäistä kertaa kymmenen tärkeimmän metallimalmien ja -rikasteiden tuontimaan joukkoon. Sieltä tuotiin kuparimalmeja ja -rikasteita 133 miljoonan euron arvosta.

Hyökkäyssodan vaikutuksena eniten väheni tuonti Venäjältä. Vuonna 2021 Venäjä oli kuudenneksi tärkein metallimalmien ja -rikasteiden tuontimaa, ja niitä tuotiin Venäjältä 200 miljoonan euron arvosta. Vuonna 2022 Venäjä oli vasta 20. tärkein metallimalmien ja -rikasteiden tuontimaa, ja niitä (vain rautamalmia) tuotiin Venäjältä 6 miljoonan euron arvosta.

Kuvio 30. Maat, joista tuotiin arvoltaan eniten metallimalmeja ja -rikasteita Suomeen vuonna 2022.



Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

Metallimalmien ja -rikasteiden vientimaiden joukko on pienempi kuin tuontimaiden joukko: vuonna 2022 viennistä 88 % kohdistui neljään kärkimaahan, jotka olivat Kiina, Ruotsi, Sveitsi ja Belgia (kuvio 31). Metallimalmeja ja -rikasteita vietiin myös Kanadaan, Iso-Britanniaan, Australiaan ja Saksaan. Luetellut kahdeksan maata kattoivat 99 % metallimalmien ja -rikasteiden viennistä.

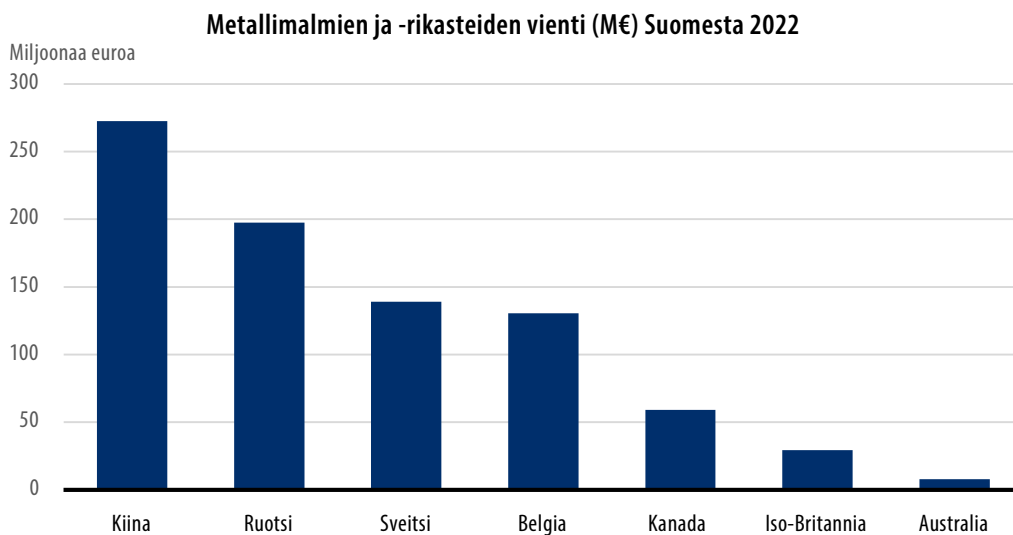
Kiinaan vietiin lähes yksinomaan nikkelikasteita, ja niiden arvo oli 272 miljoonaa euroa (193 milj. € vuonna 2021). Kiina oli tärkein nikkelikasteiden vientimaa, sillä 80 % nikkelikasteiden viennistä kohdistui Kiinaan.

Ruotsiin vietiin kuparikasteita 117 miljoonalla eurolla (101 milj. € vuonna 2021), kultatai platinametallirikasteita 28 miljoonalla eurolla (25 milj. € vuonna 2021), lyijyrasteita 27 miljoonalla eurolla (31 milj. € vuonna 2021), hopearikasteita 16 miljoonalla eurolla (15 milj. € vuonna 2021) ja rautamalmeja 10 miljoonalla eurolla (3 milj. € vuonna 2021). Ruotsi oli tärkein kuparikasteiden vientimaa, ja sen osuus kuparikasteiden viennistä oli lähes 100 %. Ruotsi oli myös tärkein rautamalmin (100 %), lyijyrasteiden (100 %) ja hopearikasteiden (96 %) vientimaa.

Sveitsiin vietiin kulta- tai platinametallirikasteita 139 miljoonan euron arvosta (141 milj. € vuonna 2021). Niiden viennistä 71 % kohdistui Sveitsiin. Ennen vuotta 2020 metallimalmien ja rikasteiden vienti Suomesta Sveitsiin on ollut lähes olematonta.

Belgia oli sinkkirikasteiden tärkein vientimaa, sillä 97 % sinkkirikasteiden viennistä kohdistui Belgiaan.

Kuvio 31. Maat, joihin vietiin arvoltaan eniten metallimalmeja ja -rikasteita Suomesta vuonna 2022.



Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

7.3 Nikkeli-, koboltti- ja kuparikivi

7.3.1 Johdanto

Myös nikkelikiven, kobolttikiven ja kuparikiven ulkomaankauppa muodostaa hyvin merkittävän materiaalivirran edellä esitettyjen metallimalmien ja -rikasteiden ulkomaankaupan lisäksi. Viimeisten kuuden vuoden aikana erityisesti niiden tuonti on kasvattanut merkitystään suhteessa metallimalmien ja -rikasteiden tuontiin. Nikkelikiven englanninkielinen

termi on *nickel matte*, ja kyse on kiinteässä muodossa olevasta, kertaalleen sulatetusta nikkelikivestä. Kobolttikiven ja kuparikiven tullinimikkeet voivat kattaa *matten* lisäksi myös muita välituotteita⁹.

Vuonna 2022 nikkelikiven tuonti Suomeen (1 740 milj. €) oli tässä raportissa käsiteltävien tullinimikkeiden joukosta kaikkein arvokkainta ja kobolttikiven tuonti (694 milj. €) neljänneksi arvokkainta. Nikkeli-, koboltti- ja kuparikiven yhteenlasketun tuonnin arvo on ollut vuosina 2018–2022 keskimäärin 2/3 verrattuna kaikkien metallimalmien ja -rikasteiden tuonnin arvoon (kuvio 32).

Vuonna 2022 kuparikivi (732 milj. €) ja nikkelikivi (707 milj. €) olivat muokkaamattoman kullan jälkeen kaksi arvokkainta vientiartikkelia, ja kobolttikivi (323 milj. €) oli viidenneksi arvokkain. Kuparikiven ja nikkelikiven viennin arvo oli siis suurempi kuin yhdenkään varsinaisen metallimalmin tai -rikasteen viennin arvo. Kupari-, nikkeli- ja kobolttikiven yhteenlasketun viennin arvo on ollut vuosina 2018–2022 keskimäärin lähes kaksi kertaa suurempi (1,7-kertainen) kuin kaikkien varsinaisten metallimalmien tai -rikasteiden yhteenlaskettu viennin arvo (kuvio 32).

Tietoa siitä, kuinka suuri osa ulkomaille vietävästä kuparikivestä, nikkelikivestä tai kobolttikivestä on tuotettu Suomen kaivoksista, ei kuitenkaan ole saatavilla. Niinpä pelkästään tullitilastoja käyttämällä ei ole mahdollista muodostaa täydellistä kuvaa Suomen kaivoksista tuotettujen metallisten raaka-aineiden viennistä.

7.3.2 Nikkelikivi

Nikkelikiven tuonti on tonnimäärältään noin kaksinkertainen verrattuna sen vientiin. Nikkelikiven tuonti alkoi kasvaa voimakkaasti vuonna 2016 (kuvio 32). Vuodesta 2017 alkaen nikkelikiveä on tuotu lähes yksinomaan Venäjältä. Nikkelikiven tuonti kompensoi nikkelikivestä tuontia, joka väheni selvästi vuosina 2015–2017 (vrt. kuviot 26 ja 32).

⁹ Kyseessä ovat seuraavat CN8-tullinimikkeet:

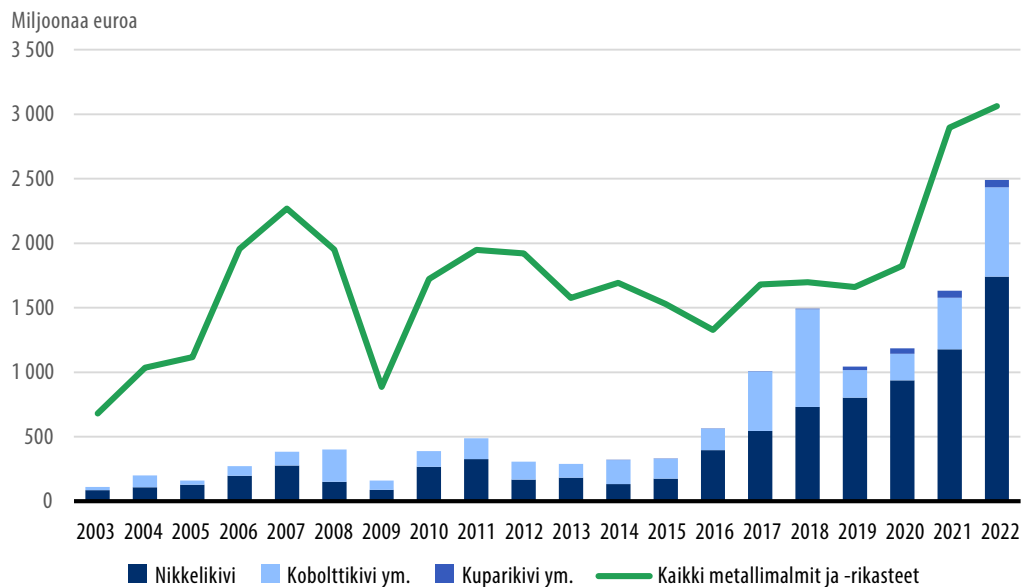
75011000: Nikkelikivi

81052000: Kobolttikivi ja muut kobolttin valmistuksen välituotteet; muokkaamaton koboltti; kobolttijauhe

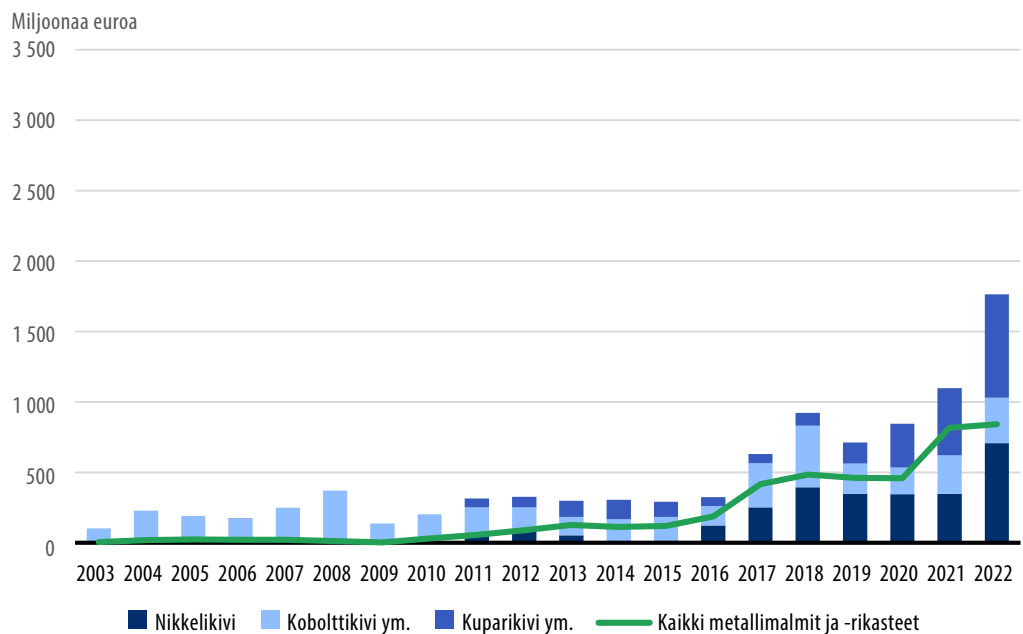
74010000: Kuparikivi; sementoitu kupari, saostettu kupari.

Kuvio 32. Yhdistelmädiagrammeissa viivat kuvaavat kaikkien varsinaisten metallimalmien ja -rikasteiden yhteenlasketun tuonnin (yläkuva) ja yhteenlasketun viennin (alakuva) arvoa. Pylväät kuvaavat niiden lisäksi tapahtuvaa nikkelikiven, kobolttikiven ja kuparikiven tuontia ja vientiä. Nikkeli-, koboltti- ja kuparikiven viennin yhteenlaskettu arvo on suurempi kuin kaikkien varsinaisten metallimalmien ja -rikasteiden yhteenlaskettu viennin arvo, mutta on kuitenkin epäselvää, kuinka suuri osa nikkeli-, koboltti- ja kuparikivestä on Suomen kaivoksista tuotettu.

Tuonti Suomeen



Vienti Suomesta



Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

Vuosina 2018–2022 Suomeen on tuotu nikkelikiveä vuosittain 89 000–117 000 tonnia. Tuodun nikkelikiven tonnimäärä on ollut 62–86 % verrattuna nikkelikasteiden tonnimäärään. Nikkelikiven tuonnin euromääräinen arvo on sen sijaan ollut 4–6 kertaa korkeampi kuin nikkelikasteilla. Nikkelikivi on näistä pidemmälle jalostettu välituote, joten sen hinta on korkeampi. Vuonna 2022 nikkelikiveä tuotiin 107 000 tonnia. Sen tuonnin arvo kasvoi edellisvuodesta 49 % ja oli ennätyselliset 1 740 miljoonaa euroa.

Nikkelikiven vienti Suomesta alkoi varsinaisesti vuonna 2011. Vuosina 2018–2022 nikkelikiveä on viety Suomesta vuosittain 36 000–56 000 tonnia. Myös nikkelikiven vienti on tonnimäärältään pienempi, mutta arvoltaan suurempi kuin nikkelikasteiden vienti. Vuonna 2022 nikkelikiveä vietiin 49 000 tonnia. Viennin arvo kasvoi edellisvuodesta 103 % ja oli ennätyselliset 707 miljoonaa euroa. Sen viennistä 36 % suuntautui Norjaan, 33 % Ranskaan, 24 % Japaniin ja 6 % Kanadaan.

7.3.3 Kuparikivi

Kuparikiven (CN8-artikkelin 74010000) vienti on tonnimäärältään noin nelinkertainen verrattuna sen tuontiin, eli tilanne on päinvastainen kuin nikkelikivellä. Tullinimikkeen perusteella ei käy ilmi, mitä vientimateriaali tarkkaan ottaen on, ja epäselväksi jää myös se, kuinka suuri osa raaka-aineesta on tuotettu Suomen kaivoksista. Yksi mahdollisuus on, että kyseessä voisi olla Suomeen tuodusta nikkelikivestä erotettu kuparituote. Kuparikiven vienti, kuten myös nikkelikiven vienti, alkoi vuonna 2011, ja samanaikaisuus voisi viitata kummankin välituotteen syntyvän samassa prosessissa.

Kuparikiven viennin arvo alkoi kasvaa hyvin voimakkaasti vuonna 2019 (kuvio 32). Vuosina 2018–2022 kuparikiveä on viety vuosittain 25 000–40 000 tonnia. Vuonna 2022 kuparikiveä vietiin tonnimääräisesti hieman (2 %) enemmän kuin edellisenä ennätysvuotena 2020. Silti kuparikiven viennin arvo kasvoi 1,5-kertaiseksi edellisestä ennätyksestä vuodelta 2021 ja oli 733 miljoonaa euroa. Venäjä on ollut ylivoimaisesti merkittävin kuparikiven vientimaa vuodesta 2020 lähtien.

Kuparikiven viennin arvo on ollut useimpina vuosina korkeampi kuin kuparirikasteilla, mutta vuosina 2017 ja 2018 tilanne oli päinvastainen. Kuparirikasteita Suomesta on viety merkittäviä määriä vasta vuodesta 2016 lähtien. Vuonna 2022 kuparikiven viennin arvo oli jopa kuusi kertaa suurempi kuin kuparirikasteiden viennin arvo.

Kuparikiven tuonti on ollut hyvin vähäistä ennen vuotta 2018. Vuonna 2022 sen tuonnin arvo oli 55 miljoonaa euroa eli 5 % verrattuna kuparirikasteiden tuonnin arvoon. Tärkein tuontimaa on ollut Belgia vuodesta 2019 lähtien.

7.3.4 Kobolttikivi

Kobolttikivi (CN8-artikkeli 81052000) on ylivoimaisesti tärkein koboltin raaka-aineiden tuonnin muoto: vuonna 2022 sen tuonnin arvo oli 694 miljoonaa euroa, kun kobolttirikasteiden tuonnin arvo oli vain 16 miljoonaa euroa. Kobolttikiven nykyiset tuonti- ja vientimaat eivät käy ilmi tullitilastoista, mutta ainakin vuoteen 2014 asti ylivoimaisesti suurin osa kobolttikivestä tuotiin Suomeen Kongon demokraattisesta tasavallasta.

Kobolttikiven tuonnin ja viennin arvot ovat olleet keskenään suunnilleen samaa suuruusluokkaa viime vuosina. Joinain vuosina tuonnin arvo on ollut poikkeuksellisen suuri viennin arvoon verrattuna, kuten vuonna 2022, jolloin kobolttikiven tuonnin arvo oli jopa 694 miljoonaa euroa, kun sen viennin arvo oli 323 miljoonaa euroa.

Myös tonnimäärät ovat kobolttikiven tuonti- ja vientitilastoissa salattuja. Tulli voi salata ulkomaankauppätietoja kauppaa harjoittavan yrityksen pyynnöstä silloin, kun kauppaa on harjoittanut alle kolme yritystä tai yksi yritys edustaa vähintään 75:tä prosenttia kaupankäynnin arvosta kyseisessä tilastoluokassa.

Suomen tullin ulkomaankauppatilaston mukaan kobolttirikasteet tuodaan Suomeen lähes yksinomaan Itävallasta, vaikkakaan Itävallan vientitilastoista ei käy ilmi vastaavaa kobolttirikasteiden vientiä Suomeen. Itävallassa ei ole koboltin kaivostuotantoa.

7.4 Jalometallit

Tässä luvussa käsitellään muokkaamattomana, puolivalmisteena tai jauheena olevan metallisen kullan, platinaryhmän metallien ja hopean ulkomaankauppaa, mutta ei jalometallirikasteita. Tullinimikkeet esitetään liitteessä 1.

Kulta hallitsee selvästi jalometallien ulkomaankauppaa ja aivan erityisesti vuodesta 2020 lähtien, jolloin sekä kullan viennin että tuonnin euromääräinen arvo alkoi kasvaa todella voimakkaasti (kuvio 33). Päinvastoin kuin useimmilla metallirikasteilla, jalometallien Suomen ulkomaankaupan kauppataase on voimakkaasti positiivinen: viimeisten viiden vuoden aikana esimerkiksi kullan viennin arvo on ollut 9–16-kertainen kullan tuonnin arvoon verrattuna. Vuoden 2010 jälkeen ainut poikkeus positiiviseen kauppataaseeseen on platinametallien ulkomaankauppa vuonna 2021.

Kullan kaivostuotanto Suomessa lähti todella voimakkaaseen kasvuun vuonna 2009, mikä johtuu kullan tuotannon alkamisesta Kittilän kaivoksessa. Jo vuonna 2012 kultaa tuotettiin Suomen kaivoksista yli kuusi kertaa enemmän kuin vuonna 2008. Valtaosa Suomen kaivoksista tuotetusta kullasta jalostetaan doré-harkoiksi Suomessa, joten tuotannon kasvu ei näy kultarikasteiden vaan kultametallin viennin kasvuna.

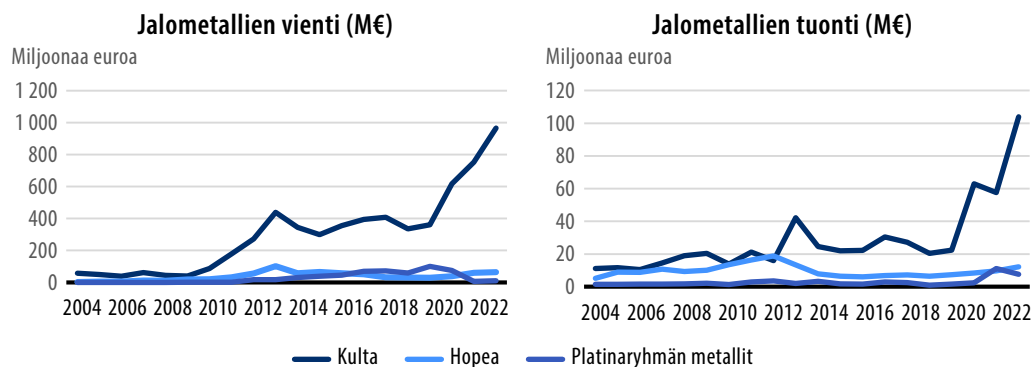
Kullan kaivostuotannon tavoin myös kullan viennin arvo alkoi kasvaa todella voimakkaasti vuonna 2009 (kuvio 33). Se oli noin 300–400 miljoonaa euroa vuosina 2011–2019, mutta kasvoi voimakkaasti vuosina 2020–2022 siten, että vuonna 2022 viennin arvo oli 966 miljoonaa euroa. Kolmen vuoden aikana vienti lähes kolminkertaistui. Kyse ei ole monetaariseen tarkoitukseen käytettävästä kullasta. Sveitsin osuus Suomen kullan viennistä on ollut 97–98 % vuosina 2021–2022. Aiemmillä vuosilla kohdamaa, kuten myös viennin tonnimäärä ovat salattuja. Suomesta vietiin kultaa 15 836 kg vuonna 2021 ja 17 853 kg vuonna 2022. Vuonna 2022 kullan vienti kasvoi tonnimäärältään 13 % arvoltaan 28 %.

Myös kullan tuonnin arvo lähti voimakkaaseen kasvuun vuonna 2019. Vuonna 2022 kulta tuotiin 1 992 kiloa, yhteensä 104 miljoonan euron arvosta. Kullan tuonti on määrältään kolminkertaistunut vuodesta 2019, ja tuonnin arvo on kasvanut 4,6-kertaiseksi. Viimeisten viiden vuoden aikana valtaosa kullasta on tuotu Sveitsistä. Vuonna 2022 Sveitsin osuus kullan tuonnista oli 78 %.

Sekä hopean että platinaryhmän metallien viennin arvo on käynyt noin 100 miljoonassa eurossa, hopealla vuonna 2012 ja platinaryhmän metalleilla vuonna 2019. Vuonna 2021 platinaryhmän metallien viennin arvo romahti kymmenesosaan ja oli 7 miljoonaa euroa. Vuonna 2022 se nousi 10 miljoonaan euroon. Hopean viennin arvo on kaksinkertaistunut viimeisten viiden vuoden aikana ja oli 64 miljoonaa euroa vuonna 2022.

Platinaryhmän metallien tuonnin arvo viisinkertaistui vuonna 2021, ja vuonna 2022 niiden tuonnin arvo oli edelleen poikkeuksellisen korkea, 8 miljoonaa euroa. Hopean tuonnin arvo on kaksinkertaistunut viimeisten viiden vuoden aikana ja oli 12 miljoonaa euroa vuonna 2022.

Kuvio 33. Kullan, hopean ja platinaryhmän metallien viennin (vasemmalla) ja tuonnin (oikealla) arvo (muokkaamattomana, puolivalmisteena tai jauheena). Huomaa, että viennin kuvaajassa Y-akselin asteikko on kymmenkertainen tuonnin kuvaajaan verrattuna.



Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

7.5 Teollisuusmineraalit (kaoliini, kalkkikivituotteet, talkki)

Suomen ulkomaankaupan kannalta tärkeimmät teollisuusmineraalit (ml. myös vain suhteellisen vähän jalostetut teollisuusmineraalituotteet) ovat kalkkikivi, kaoliini ja talkki (kuviot 34 ja 35). Niistä tuonnin kannalta merkittävin on kalkkikivituotteet, viennin kannalta talkki.

Vuonna 2022 kalkkikivituotteita tuotiin noin 1,6 miljoonaa tonnia. Niiden tuonti väheni tonnimäärältään 17 %, mutta niiden tuonnin arvo kasvoi 52 % ja oli 143 miljoonaa euroa. Kalkkikivituotteiden tuonnista arvokkainta on sammuttamaton kalkki ja sementin valmistuksessa käytettävä kalkkikivi. Kaoliinin tonnimääräisen ja euromääräisen tuonnin trendit ovat olleet viimeisten 10 vuoden aikana laskevia (kuvio 34, liite 2).

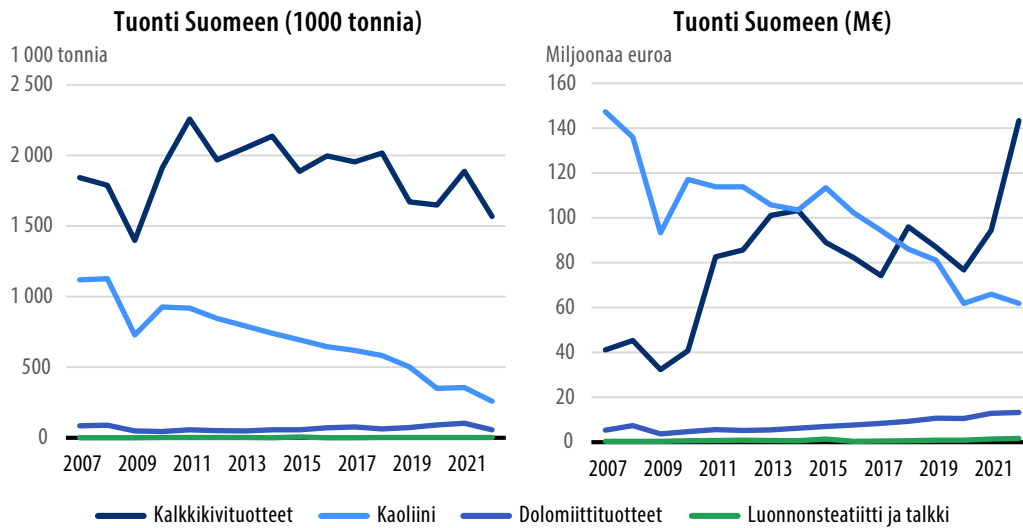
Kalkkikivituotteiden tonnimääräinen vienti lähti voimakkaaseen kasvuun vuonna 2019, mutta vuonna 2022 se palautui kasvua edeltäneelle tasolle. Viimeisten viiden vuoden aikana kalkkikivituotteiden viennin arvo on ollut 5–19 % verrattuna niiden tuonnin arvoon.

Talkin osalta tilanne on päinvastainen, sillä viimeisten viiden vuoden aikana talkin viennin arvo on ollut 28–82 kertaa suurempi kuin sen tuonnin arvo. Suomi onkin Ranskan jälkeen toiseksi suurin talkin tuottajamaa EU:ssa (Idoine et al. 2023).

Suomessa ei ole kaoliinin kaivostuotantoa, joten Suomesta vietävä kaoliini lienee tuontimateriaalia, jota on jollain tavalla prosessoitu Suomessa. Dolomiittituotteiden vienti on hyvin vähäistä.

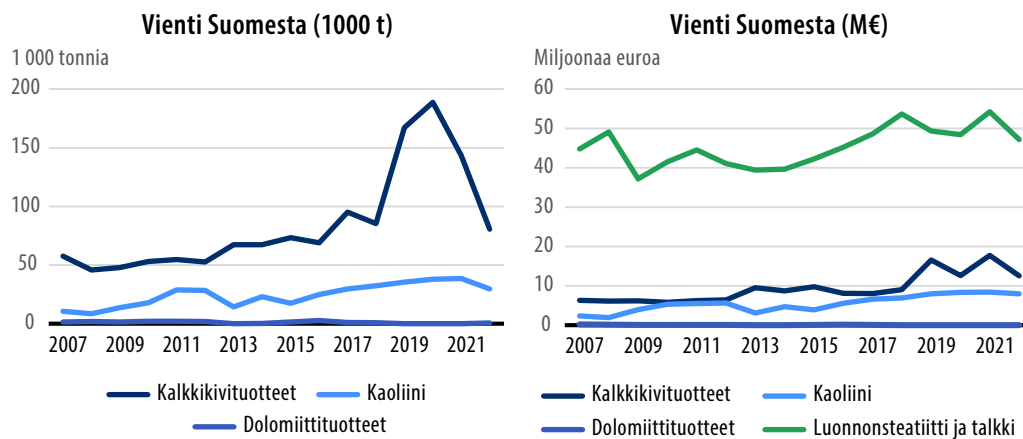
Pasuttamattoman rikkikiisun viennin arvo on ollut erityisen korkea vuosina 2010–2015, jolloin se on vaihdellut 8,9–23,8 miljoonan euron välillä ja ollut arvokkaampaa kuin kaoliinin tai kalkkikiven vienti. Viimeisten viiden vuoden aikana pasuttamattoman rikkikiisun viennin arvo on ollut noin 3 miljoonaa euroa.

Kuvio 34. Kalkkikivituotteiden, kaoliinin, dolomiittituotteiden ja talkin tuonti, vasemmalla tuhansina tonneina, oikealla miljoonina euroina.



Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

Kuvio 35. Kalkkikivituotteiden, kaoliinin ja dolomiittituotteiden vienti, vasemmalla tuhansina tonneina, oikealla miljoonina euroina. Oikealla myös talkin euromääräinen vienti.



Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

7.6 Suomen ja Venäjän välinen mineraalisten raaka-aineiden kauppa

Vuonna 2021 metallimalmeja ja -rikasteita tuotiin Venäjältä Suomeen 200 miljoonan euron arvosta. Se vastasi 7 prosentin osuutta metallimalmien ja -rikasteiden tuonnista Suomeen, ja euromääräisesti Venäjä oli kuudenneksi tärkein metallimalmien ja -rikasteiden tuontimaa.

Tuonti koostui rautamalmeista, joiden tuonnin arvo yli kaksinkertaistui vuodesta 2020 (taulukko 10). Venäjä ei ole ollut Suomen kannalta merkittävä metallimalmien ja -rikasteiden vientimaa.

EU:n asettamien pakotteiden vuoksi metallimalmien ja -rikasteiden tuonti Venäjältä keskeytyi helmikuun 2022 jälkeen. Helmikuussa 2022 Venäjältä tuotiin Suomeen rautamalmeja 6,1 miljoonan euron arvosta, ja vuoden 2022 muina kuukausina metallimalmien ja -rikasteiden tuontia ei ollut. Venäjä putosi tärkeimpien metallimalmien ja -rikasteiden tuontimaiden joukossa 20. sijalle 0,2 prosentin osuudellaan.

Pakotteet eivät kuitenkaan koskeneet muun muassa nikkelikiven ja kuparikiven kauppaa Venäjän ja Suomen välillä. Kun tarkasteluun otetaan metallimalmien ja -rikasteiden lisäksi myös kuparikivi ja nikkelikivi, Venäjä oli myös vuonna 2022 Suomen selvästi tärkein kauppakumppani niin tuonnin kuin vienninkin osalta.

Vuonna 2022 Venäjältä Suomeen tuodun nikkelikiven arvo oli 1 747 miljoonaa euroa. Se on yksistään yli kaksi kertaa enemmän kuin kaikkien metallimalmien ja -rikasteiden yhteenlaskettu tuonti Ruotsista (700 miljoonaa euroa), joka oli euromääräisesti tärkein tuontimaa. Vastaavasti vuonna 2022 Suomesta Venäjälle viedyn kuparikiven arvo oli 608 miljoonaa euroa. Se on yksistään yli kaksi kertaa enemmän kuin kaikkien metallimalmien ja -rikasteiden yhteenlaskettu vienti Kiinaan (272 miljoonaa euroa), joka oli euromääräisesti tärkein vientimaa.

Vuonna 2022 niin nikkelikiven tuonti Venäjältä (+49 %) kuin kuparikiven vienti Venäjälle (+52 %) kasvoi selvästi edellisestä vuodesta. Nikkelikivi (1 747 miljoonaa euroa) oli selvästi arvokkain Venäjältä Suomeen tuotu kauppa-artikkeli¹⁰, ja se muodosti 28 % kaikesta Venäjältä Suomeen suuntautuneesta tavaratuonnista. Seuraavaksi arvokkainta oli maaöljyjen tuonti (922 miljoonaa euroa).

10 Tullin CN-8 tavaraluokituksessa jokainen olemassa oleva kauppa-artikkeli huomioiden

Vastaavasti kuparikivi (608 miljoonaa euroa) oli selvästi arvokkain Suomesta Venäjälle viety kauppaa-artikkeli, ja se muodosti 29 % kaikesta Suomesta Venäjälle suuntautuneesta tavaraviennistä. Seuraavaksi arvokkainta oli moottoriöljyjen vienti (65 miljoonaa euroa). Tammi-kesäkuussa 2023 nikkelikiven tuonti Venäjältä jatkui voimakkaana, mutta kuparikiven viennissä näkyi merkkejä laantumisesta.

Venäjältä tuodaan myös hyvin paljon lannoitteiden raaka-aineita. Venäjältä tuodun ammoniakkin arvo oli 167 miljoonaa euroa vuonna 2021 ja 196 miljoonaa euroa vuonna 2022. Kaliumkloridin vastaavat arvot olivat 108 miljoonaa euroa ja 38 miljoonaa euroa.

Jos tarkasteluun otetaan mukaan edellä mainittujen mineraalisten raaka-aineiden lisäksi muokkaamattomana, puolivalmisteena tai jauheena olevat jalometallit, Sveitsi nousee vientimaiden kärkeen Venäjän ohi, sillä vuonna 2022 kullan vienti Sveitsiin oli arvoltaan 939 miljoonaa euroa.

Taulukko 10. Mineraalisten raaka-aineiden ulkomaankauppa Suomen ja Venäjän välillä vuosina 2018–2022 sekä tammi-kesäkuussa 2023.

Tuonti Venäjältä (miljoonaa euroa)	2018	2019	2020	2021	2022	Q1–2/2023
Nikkelikivi	731	804	936	1 174	1 747	612
Rautamalmit ja -rikasteet	107	84	76	200	6	-
Nikkelimalmit ja -rikasteet	-	-	5	0	-	-

Vienti Venäjälle (miljoonaa euroa)	2018	2019	2020	2021	2022	Q1–2/2023
Kuparikivi	0	18	309	401	608	112
Nikkelikivi	-	-	-	-	-	-
Kromimalmit ja -rikasteet	0,2	0,06	0,2	0,03	0,2	0,088

- Ei kauppaa
Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

8 Akkualan näkymät ja akkumineraalikaivokset

8.1 Akkuteollisuuden näkymät Euroopassa (Jarkko Vesa, TEM)

Eurooppalainen akkuteollisuus lähti vahvaan nousuun, kun European Battery Alliance -yhteistyö käynnistyi vuonna 2018. Seuraavien viiden vuoden aikana akkutehdas-hankkeiden määrä Euroopassa kasvoi voimakkaasti.

Viimeisten parin vuoden aikana, jo ennen Venäjän hyökkäystä Ukrainaan, on herännyt huoli akkumineraalien ja -materiaalien riittävydestä Euroopassa ja globaalisti. Tässä keskustelussa Suomen mineraaliklusteri on ollut vahvasti esillä positiivisessa mielessä. Valtion erityistehtäväyhtiön Suomen Malmijalostus Oy:n työ suomalaisen akkuklusterin kehittäjänä on ollut merkittävässä roolissa, ja useita suuria hankkeita on valmistelussa. Myös muilla toimijoilla on valmisteilla runsaasti uusia investointihankkeita.

Uuden käänteen akkuteollisuuden investointeihin toi presidentti Bidenin hallinnon elokuussa 2022 julkistama Inflation Reduction Act (IRA) -tukipaketti, joka tarjoaa akku- ja kaivosteollisuudelle merkittäviä tukia sekä investointeihin että operatiivisiin kustannuksiin. Arvioiden mukaan IRA on houkutellut ensimmäisen vuoden aikana uusia investointeja Yhdysvaltoihin jo noin 270 miljardin dollarin edestä. Myös useat Eurooppaan suunnitellut – ja jopa jo aloitetut – hankkeet ovat joutuneet uudelleentarkasteluun joutuen USA:n tarjoamista mittavista tukipaketeista ja verohelpotuksista.

Eräissä selvityksissä on arvioitu, että jopa puolet Eurooppaan suunnitelluista akkutehdas-hankkeista on vaarassa. Eräät suuret EU-jäsenmaat ovat hyödyntäneet keväällä 2023 esiteltyjä väljempiä valtiontukikehikoita ja luvanneet huomattavia tukia akkutehdashankkeille. Suomen linja on, että EU:ssa ei tulisi lähteä valtiontukikilpailuun, vaan korostaa sisämarkkinoiden ja innovaatioiden merkitystä.

8.2 Akkumineraaliesiintymät, -kaivokset ja -prosessointilaitokset (Bo Långbacka, GTK)

Viimeaikainen kiinnostus akkumineraaleja (koboltti, litium, grafiitti ja nikkeli) kohtaan näkyy varsinkin koboltin ja litiumin etsinnän aktiivisuutena.

Suomessa kobolttia tuotetaan Terrafamen Sotkamon kaivoksesta sekä Bolidenin Kevitsan kaivoksesta Sodankylässä. Kobolttia tuottavien kaivosten lisäksi Suomessa on kaksi pitkälle edennyttä muun muassa kobolttia tuottavaa hanketta, Hautalampi ja Sakatti, sekä useita hankkeita, jotka ovat malminetsintävaiheessa tai mineraalivarantojen arviointivaiheessa.

Outokummussa sijaitseva Hautalampi on ollut tuotannossa vuosina 1985–1986. Ruotsalainen Eurobattery Minerals AB on hankkinut projektista osake-enemmistön, ja yhtiön YVA-prosessi on saatettu päätökseen.

Sodankylässä sijaitseva Sakatti on monimetalliesiintymä, joka tuottaisi myös kobolttia. Sakatti on saanut YVA-prosessin päätökseen.

Keliber Oy:llä on Pohjanmaalla vireillä pitkälle edennyt hanke, johon kuuluu useita litiumspodumeeniesiintymiä sekä rikastamo ja jatkojalostuslaitos. (Hanke on esitetty laajemmin luvussa 3.3.4). Yrityksen pääomistaja on nykyään eteläafrikkalainen Sibanye-Stillwater.

Suomessa on muutamia alkuvaiheen grafiittikohteita. Beowulf Mining Oy:lla on useita grafiittihankkeita, joista Heinäveden Aitolampi on edistynyt pisimmälle.

Terrafamen kaivospiirissä sijaitsee kaksi todennettua malmiesiintymää: yhtiön nykyinen avolouhos, Kuusilampi, sekä Kolmisoppi, jonka hyödyntämisen aloittamista suunnitellaan 2020-luvun loppupuolelle. Terrafame on jättänyt Kolmisopen hyödyntämistä ja kaivospiirin laajentamista koskevan ympäristölupahakemuksen Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle, joka kuitenkin on päättänyt helmikuussa 2023 keskeyttää tämän käsittelyn. Ympäristövaikutukset on arvioitu aiemmin ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä.

Euroopan suurimmat nikkelimalmivarat sijaitsevat Terrafamen kaivospiirillä Sotkamossa. Nikkelin lisäksi malmista otetaan talteen sinkkiä, kobolttia ja kuparia. Vuodesta 2021 alkaen nikkeli ja koboltti on jalostettu yhtiön omalla akkukemikaalitehtaalla sähköautojen akuissa käytettäviksi akkukemikaaleiksi. (Terrafame, 17.2.2023)

Valmet Automotive Oy on käynnistänyt autoteollisuuden käyttöön tarkoitettujen akkujen tuotannon sekä Salossa että Uudessakaupungissa ja vuonna 2023 myös Saksassa Kirchartin tehtaalla. (Valmet 2023)

BASF on rakentanut Harjavaltaan tehtaan, joka tuottaisi litiumioniakkujen valmistuksessa tarvittavaa katodimateriaalin esiasetta (PCAM, precursor cathode active material). BASF on jättänyt viranomaiselle ympäristölupahakemuksen, jossa se on määritellyt lopputuotteen vuosituotannoksi 30 000 tonnia. Yrityksellä on toistaiseksi voimassa ympäristölupa koeluontaista toimintaa varten. BASF ja Nornickel ovat solmineet sopimuksen nikkelin ja koboltin toimituksista Nornickelin metallijalostamosta. Hankkeen ympäristölupahakemus on päivitetty syksyllä 2022. (Yle 30.6.2023)

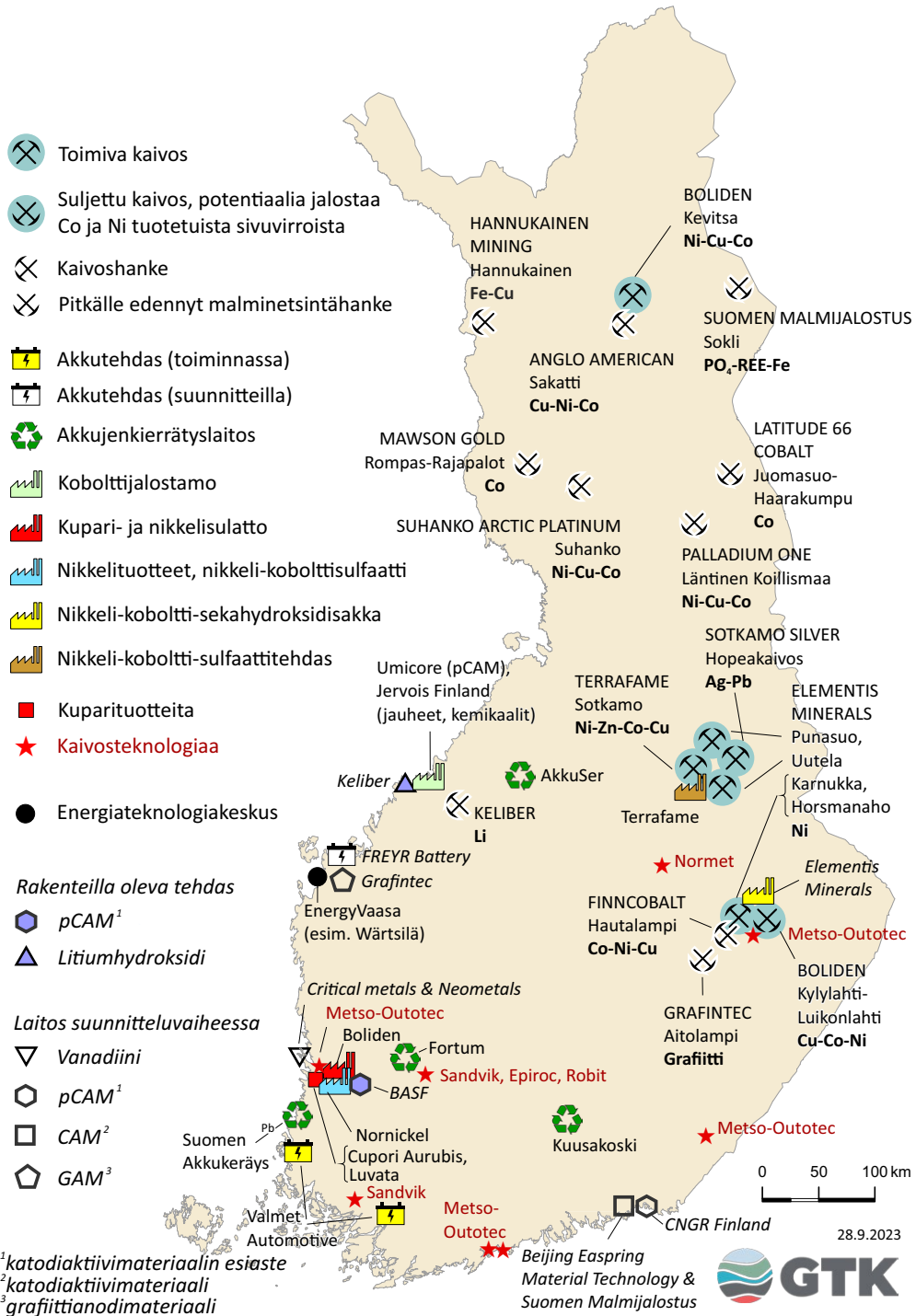
Suomen Malmijalostus ja teknologiayhtiö CNGR Advanced Material ovat perustaneet yhteisyrityksen edistämään prekursorimateriaalia (akun katodiaktiivimateriaalin esiasete) tuottavan pCAM-tehtaan rakentamista Haminaan. Yhteisyrityksen nimi on CNGR Finland Oy.

CNGR Finland Oy on jättänyt alkuvuodesta 2023 ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaisen lupahakemuksen koskien Haminaan suunniteltua akkumateriaalitehdasta. CNGR Advanced Material omistaa uudesta yrityksestä 60 % ja Suomen Malmijalostus 40 %. (CNGR Finland Oy 2023)

Jervois Global Limited -yhtiölle on myönnetty 12 miljoonan euron rahoitus Business Finlandilta mahdollisen kobolttiliiketoiminnan tuotantokapasiteetin nostoon Kokkolassa. Rahoitus on ehdollinen. Jervois Finland Oy tuottaa kobolttikemikaalia ja -hienopulvereita. (Jervois 2023)

Myös Umicore laajentaa Kokkolan toimintojaan ja nostaa akkumateriaalien valmistuskapasiteettiaan kaupungissa. Umicore ja Terrafame Oy ovat allekirjoittaneet pitkäaikaisen sopimuksen korkealaatuisen, vähähiilisen ja vastuullisen nikkelisulfaatin toimittamisesta. (Umicore 2023)

Kuvio 36. Akkuminaeralikaivokset ja -prosessointilaitokset Suomessa.



9.2 SWOT-tarkastelu toimialalle

Mahdollisuudet

- energiamurros ja ilmastonmuutos lisäävät metallien ja mineraalien kysyntää
- ulkomainen rahoitus mahdollistaa investoinnit
- Kotimainen rahoitus lisääntyy
- teknologiat kehittyvät
- kaivos on alusta monen toimijan yhteistyölle
- julkinen sektori tukee sivuvirtojen hyötykäytön kehittämistä
- yhteiskunnassa on ymmärrys raaka-aineiden keskeisestä roolista

Uhat

- globaalin talouden vaikutukset ja rajoittava kauppapolitiikka
- osaavan työvoiman saatavuus
- alan opintojen matala vetovoima
- energian korkea hinta
- elinkeinojen vastakkainasettelu
- ympäristövaikutukset
- kansalaisten käsitys ja mielikuva kaivosalasta

Vahvuudet

- tunnetut mineraalivarat ja geologiset aineistot
- vakaa toimintaympäristö, selkeät ja ymmärrettävät viranomaismenettelyt
- kaivoslaite- ja teknologiaosaaminen
- klusteri luo edellytyksiä pk-yritysten kansainvälistymiselle (Mining Finland)
- kattava ja kehittyvä jatkojalostus luo lisäarvoa
- teollisuuspalveluiden vihreän siirtymän osaaminen

Heikkoudet

- esiintymät ovat pääosin pienehköjä
- kotimaisen rahoitus on vähäistä
- osaajien määrä ei kata työvoimatarvetta
- ymmärrys yhteiskunnan raaka-aineriippuvuudesta ei ole levinnyt riittävän laajalle
- raaka-aineen alkuperään ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota
- yhtiöillä on turhan matala profiili
- toimialan imago on huono

9.3 Yleiset muutosvoimat ja yhteenveto

Globaalit jännitteet maailmalla heijastuvat Eurooppaan ja Suomeen. Jännitteitä ja kriisejä sodan ja terrorismin myötä tuntuu puhkeavan, ja ne ovat läsnä päivittäisessä uutisoinnissa. Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan on nopeasti muuttanut energiapaletin.

Yhdysvallat, Eurooppa ja erityisesti EU-maat ovat tiivistäneet yhteistyötään ja pyrkivät löytämään ratkaisuja raaka-ainehuoltoon. Energian hinta ja inflaatio ovat tasaantuneet alkushokin jälkeen.

Kriisi on vauhdittanut vihreää siirtymää. EU:n kriittisen raaka-ainealoitteen tavoitteena on varmistaa etenkin strategisten raaka-aineiden toimitusvarmuus ja omavaraisuus vihreässä siirtymässä. EU-tasoisella asetuksella halutaan luoda vähimmäisvaatimukset omavaraisuudelle louhinnan, kierrätyksen ja jatkojalostuksen osalta sekä vähentää riippuvuutta yksittäisestä valtiosta. riippuvuus yksittäisestä valtiosta. Suomen näkökulmasta edellä mainitut painopisteet ovat tärkeitä, mutta kiertotalouden näkökulmasta kaivosten sivuvirrat ja kaivannaisjätteiden hyötykäyttö avaavat uusia mahdollisuuksia kaivosympäristön ulkopuolella.

Kriisit ja jännitteet ohjaavat valtioita varmistamaan raaka-aineiden saatavuuden. Yksittäiset maat pyrkivät varmistamaan raaka-aineiden saannin kahden välisillä sopimuksilla raaka-ainerikkaiden maiden kanssa.

Raaka-aineita haetaan kaikkialta, ja myös merenpohjan mineraalit kiinnostavat. Kiinnostus on kasvanut kansainvälisesti viime vuosina. Myös Suomessa on käynnistetty selvitys lainsäädännön osalta merenpohjan mineraaleista. Ruotsissa yksityinen yritys on osoittanut kiinnostusta ja hakenut malminetsintälupia useammalle alueelle Pohjanlahdella Skellefteån korkeudella.

Keskustelu kaivostoiminnasta ja kaivostoiminnan hyödyistä ja haitoista on voimistunut. Kaivospaikkakunnilla keskustelu on vähäisempää, mutta uudet kaivokset ja suunnitteilla olevat kaivoshankkeet herättävät alueellisesti monen suuntaista keskustelua. Kaivosten keskeiset vaikutukset ympäristöasioissa ovat vesistöekosysteemit ja muutokset maisemaan.

Liite 1. Vienti- ja tuontitilastoissa käytetyt CN8-tullinimikkeet

METALLIMALMIT JA -RIKASTEET

26011100 (2002--.) Rautamalmit ja -rikasteet, agglomeroimattomat (paitsi pasutetut rautapyriitit)

26011200 (2002--.) Rautamalmit ja -rikasteet, agglomeroidut (paitsi pasutetut rautapyriitit)

26020000 (2002--.) Mangaanimalmi ja -rikasteet, ml. rautapitoiset mangaanimalmi ja -rikasteet, joissa on mangaania ≥ 20 % kuiva-aineen painosta

26030000 (2002--.) Kuparimalmit ja -rikasteet

26040000 (2002--.) Nikkelimalmit ja -rikasteet

26050000 (2002--.) Kobolttimalmit ja -rikasteet

26060000 (2002--.) Alumiinimalmit ja -rikasteet

26070000 (2002--.) Lyijymalmi ja -rikasteet

26080000 (2002--.) Sinkkimalmit ja -rikasteet

26090000 (2002--.) Tinamalmit ja -rikasteet

26100000 (2002--.) Kromimalmit ja -rikasteet

26110000 (2002--.) Volframimalmit ja -rikasteet

26121010 (2002--.) Uraanimalmi ja pikivälke, sekä niiden rikasteet, joissa on > 5 painoprosenttia toriumia *Euratom*

26121090 (2002--.) Uraanimalmi ja -rikasteet (paitsi uraanimalmi ja pikivälke, joissa on > 5 painoprosenttia toriumia)

26122010 (2002--.) Monatsiitti; uraanitorianiitti ja muut toriummalmit ja -rikasteet, joissa on > 20 painoprosenttia toriumia *Euratom*

26122090 (2002--.) Toriummalmit ja -rikasteet (paitsi monatsiitti; uraanitorianiitti ja muut toriummalmit, joissa on > 20 painoprosenttia toriumia)

26131000 (2002--.) Molybdeenimalmit ja -rikasteet, pasutetut

26139000 (2002--.) Molybdeenimalmit ja -rikasteet (paitsi pasutetut)

26140000 (2010--.) Titaanimalmi ja -rikasteet

26140010 (2002--2009) Ilmeniitti ja sen rikasteet

26140090 (2002--2009) Titaanimalmi ja -rikasteet (paitsi ilmeniitti ja sen rikasteet)

26151000 (2002--.) Zirkoniummalmit ja -rikasteet

26159000 (2010--.) Niobium-, tantaali- ja vanadiinimalmit ja -rikasteet

26159010 (2002--2009) Niobium- ja tantaalimalmit ja -rikasteet

26159090 (2002--2009) Vanadiinimalmit ja -rikasteet

26161000 (2002--.) Hopeamalmit ja -rikasteet

26169000 (2002--.) Jalometallimalmit ja -rikasteet (paitsi hopeamalmit ja -rikasteet)

26171000 (2002--.) Antimonimalmit ja -rikasteet

26179000 (2002--.) Malmi ja malmirikasteet (paitsi rauta-, mangaani-, kupari-, nikkeli-, koboltti-, alumiini-, lyijy-, sinkki-, tina-, kromi-, volframi-, uraani-, torium-, molybdeeni-, titaani-, niobium-, tantaali-, vanadiini-, zirkonium-, jalometallit)

KUPARIKIVI, NIKKELIKIVI JA KOBOLTTIKIVI

74010000 (2007--.) Kuparikivi; sementoitu kupari *saostettu kupari*

75011000 (2002--.) Nikkelikivi

81052000 (2002--.) Kobolttikivi ja muut koboltin valmistuksen välituotteet; muokkaamaton koboltti; kobolttijauhe

HOPEA

71061000 (2002--.) Hopeajauhe ml. kullattu tai platinoitu hopea

71069100 (2011--.) Hopea, ml. kullattu tai platinoitu hopea, muokkaamattomana (paitsi hopeajauhe)

71069110 (2002--2010) Hopea, ml. kullattu tai platinoitu hopea, muokkaamattomana, hienous ≥ 999 ‰ (paitsi hopeajauhe)

71069190 (2002--2010) Hopea, ml. kullattu tai platinoitu hopea, muokkaamattomana, hienous < 999 ‰ (paitsi hopeajauhe)

71069200 (2011--.) Hopea, ml. kullattu tai platinoitu hopea, puolivalmiste

71069220 (2002--2010) Hopea, ml. kullattu tai platinoitu hopea, puolivalmiste, hienous ≥ 750 ‰

71069280 (2002--2010) Hopea, ml. kullattu tai platinoitu hopea, puolivalmiste, hienous < 750 ‰

KULTA

71081100 (2002--.) Kulta, ml. platinoitu kulta, jauheena, muuhun kuin monetaariseen tarkoitukseen

71081200 (2002--.) Kulta, ml. platinoitu kulta, muokkaamattomana, muuhun kuin monetaariseen tarkoitukseen (paitsi jauhe)

71081310 (2002--.) Tangot, lanka ja profiilit, laatat sekä levyt ja nauhat, joiden paksuus tukiainetta lukuun ottamatta on $> 0,15$ mm, kultaa, ml. platinoitua kultaa

71081380 (2002--.) Kulta, ml. platinoitu kulta, puolivalmisteena, muuhun kuin monetaariseen tarkoitukseen (paitsi nauhat, joiden paksuus tukiainetta lukuun ottamatta on $> 0,15$ mm ja ontot tangot, sekä tangot, lanka ja profiilit)

PLATINARYHMÄN METALLIT (PGM)

71101100 (2002--.) Platina, muokkaamaton ja jauhe

71101910 (2002--.) Tangot, lanka ja profiilit, laatat sekä levyt ja nauhat, joiden paksuus tukiainetta lukuun ottamatta on $> 0,15$ mm, platinaa

71101980 (2002--.) Platina, puolivalmisteena (paitsi nauhat, joiden paksuus tukiainetta lukuun ottamatta on > 0, 15 mm ja ontot tangot, sekä tangot, lanka ja profiilit)

71102100 (2002--.) Palladium, muokkaamaton ja jauhe

71102900 (2002--.) Palladium, puolivalmisteena

71103100 (2002--.) Rodium, muokkaamaton ja jauhe

71103900 (2002--.) Rodium, puolivalmisteena

71104100 (2002--.) Iridium, osmium ja rutenium, muokkaamattomat ja jauhe

71104900 (2002--.) Iridium, osmium ja rutenium, puolivalmisteina

KAOLIINI

25070020 (2002--.) Kaoliini

KALKKIKIVITUOTTEET

25210000 (2002--.) Sulatuskalkkikivi; kalkkikivet, jollaisia käytetään kalkin tai sementin valmistukseen

25221000 (2002--.) Sammuttamaton kalkki

25222000 (2002--.) Sammutettu kalkki

25223000 (2002--.) Hydraulinen kalkki (paitsi puhdas kalsiumoksidi ja kalsiumhydroksidi)

DOLOMIITTITUOTTEET

25181000 (2002--.) Kalsinoimaton ja sintraamaton *raaka* dolomiitti, myös murskattu tai rouhittu, karkeasti lohkottu tai ainoastaan sahaamalla tai muulla tavalla suorakaiteen *myös neliön* muotoisiksi kappaleiksi tai laatoiksi leikattu (paitsi murskattu tai rouhittu dolomiitti, jollaista käytetään betonin täytekenä, maantien kiveämiseen, rautatien rakentamiseen tai muuten täytekenä)

25182000 (2002--.) Dolomiitti, kalsinoitu tai sitrattu (paitsi murskattu tai rouhittu dolomiitti, jollaista käytetään betonin täytekenä, maantien kiveämiseen, rautatien rakentamiseen tai muuten täytekenä)

TALKKI

25261000 (2002--.) Luonnonsteatiitti, myös karkeasti lohkottu tai ainoastaan sahaamalla tai muulla tavalla suorakaiteen tai neliön muotoisiksi kappaleiksi tai laatoiksi leikattu; talkki

25262000 (2002--.) Luonnonsteatiitti ja talkki, murskatut tai jauhetut

RIKKIKIISU

25020000 (2002--.) Pasuttamattomat rautapyriitit

Liite 2. Kaoliinin, kalkkikivituotteiden, dolomiittituotteiden ja talkin vienti ja tuonti

Kaoliinin, kalkkikivituotteiden, dolomiittituotteiden ja talkin tuonnin määrä (tonnia).

Tuote	2018	2019	2020	2021	2022
Kaoliini	583 379	501 029	350 845	356 374	258 426
Kalkkikivituotteet	2 018 112	1 672 166	1 648 922	1 888 972	1 568 807
Dolomiittituotteet	63 124	73 776	90 462	103 687	57 342
Luonnonsteatiitti ja talkki	1 198	1 455	1 545	2 000	2 108

Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

Kaoliinin, kalkkikivituotteiden ja dolomiittituotteiden sekä talkin tuonnin arvo (1 000 €).

Tuote	2018	2019	2020	2021	2022
Kaoliini	86 069	81 165	61 945	65 958	61 921
Kalkkikivituotteet	96 041	87 014	76 815	94 457	143 358
Dolomiittituotteet	9 267	10 719	10 617	12 914	13 217
Luonnonsteatiitti ja talkki	658	862	838	1 423	1 664

Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

Kaoliinin, kalkkikivituotteiden ja dolomiittituotteiden viennin määrä (tonnia). Talkin viennin määrää ei ole saatavilla.

Tuote	2018	2019	2020	2021	2022
Kaoliini	32 411	35 456	38 063	38 566	29 618
Kalkkikivituotteet	85 405	167 294	188 795	143 384	80 594
Dolomiittituotteet	821	111	24	0	682

Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

Kaoliinin, kalkkikivituotteiden ja dolomiittituotteiden sekä talkin viennin arvo (1 000 €).

Tuote	2018	2019	2020	2021	2022
Kaoliini	6 940	7 974	8 367	8 423	7 956
Kalkkikivituotteet	9 017	16 533	12 586	17 729	12 568
Dolomiittituotteet	28	20	4	0	24
Luonnonsteatiitti ja talkki	53 686	49 367	48 434	54 231	47 186

Lähde: Tulli, Uljas-tietokanta.

Liite 3. Päättyneet hankkeet

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Jatkuvatoiminen rännierottelija	Kehittää kultapartikkelien erotukseen jatkuvatoiminen ränni, jonka toiminta perustuu liikkuvaan rihlaan. Perusajatuksena rännierottelijalle on, että arvoaine kulkeutuu liikkuvan rihlan mukana rikasteeksi ja harmeaine huuhtoutuu rihlan toisesta päästä pois. Tavoitteena on poistaa Batch-rännierottelussa havaittuja epävarmuuksia	01/2019– 08/2020	Jukka Joutsenvaara, Lapin AMK	-
Sustainable Intelligent Mining Systems - SIMS	SIMS kehittää, testaa ja esittelee uusia innovatiivisia kaivosteknologioita. Konsortio koostuu hyvin innovatiivisia teknologioita hyödyntävistä kaivosyrityksistä, maailman johtavista laite- ja järjestelmätoimittajista, erikoistuneista PK-yrityksistä ja huippuluokan yliopistoista.	05/2017– 04/2020	AGNICO-EAGLE FINLAND OY	-
Kairasydännäytteiden käsittelypalveluiden kehitysprojekti	Rahoitus kohdistuu hakijalle uuden kairasydännäytteiden esikäsitteily-palvelukokonaisuuden jäsittä tukevien järjestelmien suunnitteluun ja kehittämiseen sekä myyntiä ja markkinointiatukevien digitaalisten järjestelmien suunnitteluun	6/2020– 11/2021	Markus Latvala, Feasib Oy	-
TKO Teollisen kiertotalouden osaamisalusta	Vahvistetaan Suomen teollisen kiertotalouden kestäväää kasvua ja innovaatio toimintaa. Kootaan alueellisia ja kansallisia voimavaroja ja osaamista kehittäviä kumppanuuksia kansalliseksi osaamisalustaksi uusien teollisen kiertotalouden liiketoiminnan lisäämiseksi ja uusien työpaikkojen luomiseksi.	9/2020– 6/2022	Tuomas Pussila, Digipolis	Lapin AMK
Kestävien luonnonvarojen digitaalisen tutkimusprosessin kehittäminen	Projektin tarkoituksena on kehittää, rakentaa ja mahdollistaa innovatiivista ja digitaalista kestävien luonnonvarojen tutkimustoimintaa sekä viedä käytäntöjä lähemmäs hiilineutraalia toimintaa.	10/2021– 12/2022	Mika Alasuutari, Palsatech Oy	ELY
ADMA2	Tohtorikoulutusprojekti, raaka-aineet	1/19–12/21	OMS	Aalto-yliopisto, GTK
KIERTOKOULU- Yritysräjapinnassa toteutettavan kiertotalous ja teolliset sivuvirrat opintokokonaisuuden kehittäminen	Tavoitteena on nostaa kiertotalouden ja teollisuuden sivuvirtojen hyödyntämisen osaamista Lapissa. Tavoitteena on suunnitella kiertotalouteen ja teollisuuden sivuvirtoihin hyödyntämiseen liittyvä opintokokonaisuus, toteuttaa se yhteistyössä yritysten kanssa, pilotoida oppimis-/kehittämisprojekteja yhdessä yritysten kanssa ja kehittää moduulia edelleen pilotoinnista saadun kokemuksen perusteella.	08/2017– 12/2020	Sanna Tyni, Lapin AMK	Lapin AMK, Digipolis Oy

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
MiGaEL - Mining Game for Education and Learning	Kaivosalan koulutuksen kehittäminen uuden työelämän tarpeisiin vastaavan virtuaalisen oppimisympäristön avulla. Tavoitteena on nostaa kaivosalan osaamisen tasoa, parantaa kaivosteollisuuden työturvallisuutta, lisätä alan vetovoimaisuutta ja parantaa työvoiman saatavuutta sekä parantaa kaivosalan tunnettavuutta.	08/2019– 12/2021	Toni Westerlund, Lapin AMK	Lapin AMK
RAMES (The Raw Materials Exploration and Sustainability)	RaMES is designed as a blend between a Resources Geology curriculum and a set of crucial subjects for mastering the exploration and deployment of raw materials as a sustainable process.	1/19–12/21	Pertti Sarala, Oulun yliopisto	-
TÄRY - Teollisuuden Älykkäiden Ratkaisujen Yritysyhteistyö	Tavoitteena on vastata teollisuuden osajapulaan käynnissäpidon ja kunnossapidon ammattilaisista.	1/2019– 8/2021	Risto Oikari, Kajaanin ammattikorkeakoulu	CSC, Oulun yliopisto
Underground Rescue	Callio Pyhäjärvi Underground Rescue -hankkeessa Pyhäsalmen kaivokseen perustetaan maanalainen työturvallisuuden koulutus-, harjoittelu-, kehittämis- ja innovaatioympäristö, jossa voidaan tehdä mm. teknologiatestausta ja harjoitella suojele- ja pelastustoimintaa.	1/19–9/22	Callio - Pyhäjärven kaupunki	TVO, Respetra, FirePRO Finland, Normet, Nepean Conveyors, Infra, Posiva, Agnico Eagle, AA Sakatti Mining, Sotkamo Silver, M-Solutions, Pyhäsalmi Mine, Dräger Finland, Pyhäjärven kaupunki, SPPL, Centria AMK, Kerttu Saalasti Instituutti, Nihak
Kaivannaisjätealueiden kunnostustarpeen arviointi Orijärven suljetulla kaivosalueella	Pilotoitiin KAJAK III-hankkeessa laaditun ”Suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden kunnostustarpeen arviointi”-ohjeistuksen toimivuutta. Toteutetun riskinarvioinnin perusteella, Orijärven kaivannaisjätealueiden nykyisen vesistökuormituksen vähentäminen kunnostustoimenpiteillä on perusteltua vesiekosysteemille aiheutuvien haittojen rajoittamiseksi.	2018–2021	Nina Lehtosalo, ympäristöministeriö	GTK, SYKE, Envineer Oy, Pirkanmaan ELY-keskus
Suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden kunnostustarpeen arviointi	Laadittiin ohjeistus suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden riskiperusteisen kunnostustarpeen arvioimiseksi metallimalmikaivosten jätealueilla.	2018–2020	Nina Lehtosalo, ympäristöministeriö	-

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
KAJAK pilot -hanke pintavesien käsittely suodatusperiaatteella	Suodatinmateriaalin soveltuvuus vanhan kaivosalueen metallipitoisten valumavesien käsittelyyn. Käsittelyalueena Orijärven vanha kaivos Salossa.	01/2022– 12/2022	Kari Pyötsiä, Pirkanmaan ELY-keskus	Envitop Oy, Engwater Oy
Mining and Metallurgy Regions of EU - MIREU	Tavoitteena on luoda Euroopan laajuinen kaivos- ja metallurgia-alueiden verkosto. Auttaa alueita jakamaan tietoa ja kokemuksia kaivosteollisuuden perustamisen ja ylläpidon haasteista. MIREU helpottaa tiedonvaihtoa Euroopan kaivos- ja metallurgia-alueiden erisidosryhmien välillä. 17 kaivosaluetta Euroopasta.	12/2017– 4/2021	Juha Kaija, GTK	Lapin liitto, Lapin yliopisto, Business Joensuu, SmartNorth
FinChiMine - Finland-China Knowledge Exchange in Sustainable Mining and Mineral Processin	Tavoitteena on vahvistaa suomalaisten ja kiinalaisten yliopistojen yhteistyötä kaivos- ja mineraalienkäsittelyn koulutuksessa ja T&K-toiminnassa. Parantaa kaivosteollisuuden houkuttelevuutta opiskelijoiden keskuudessa lisäämällä nuorten ammattilaisten tietoisuutta kansainvälisistä mahdollisuuksista ja vaihtamalla tietoa nykyaikaisesta kaivosteollisuudesta.	08/2019– 12/2022	Jukka Joutsenvaara, Lapin AMK	Lapin AMK, Kajaanin AMK, Oulun Yliopisto
Arctic Geoinvest - Arktinen geoinnovaatiokeskus - innovaatiopotentialin hyödyntäminen ja käyttöönotto	Luoda innovaatio- ja kehitysympäristö, joka edistää arktisten geoinnovaatioiden ja niiden teknisten sovellusten hyödyntämistä ja käyttöönottoa alueen yrityksissä. 3 painopistettä: 1) Arktisten geotieteiden tutkimus- ja rahoitusmarkkinoiden etsiminen. 2) Arktisten geotieteiden teknologisten sovellusten ja rajapintojen etsiminen. 3) T&K-organisaatioiden tutkimusosaamisen hyödyntäminen yrityksissä ja jatkotoimenpiteiden suunnittelu.	01/2017– 12/2019	Milla Hirvaskari, Lapin AMK	Lapin AMK, Oulun Yliopisto, Sodankylän kunta, Ilmatieteen laitos, GTK, MML-paikkatietokeskus FGI
Implement a European-wide coordination of research and innovation programs on raw materials to strengthen the industry competitiveness and the shift to a circular economy - ERA MIN 2	Raaka-aineita koskevan ERA-NET-yhteisrahaston (ERA-MIN 2) tavoitteena on vahvistaa muiden kuin energiaraaka-aineiden kansallisten ja alueellisten tutkimusohjelmien koordinaointia. ERA-MIN 2 keskittyy metalli-, teollisuus- ja rakennusmineraaleihin ja se kattaa koko arvoketjun: etsintä, kriittisten raaka-aineiden louhinta, käsittely/jalostus sekä kierrätys ja korvaaminen.	12/2016– 11/2022	Business Finland	-
Kuopio Water Cluster (KWC)	Vakinaistaa Kuopio Water Clusterin toiminta. Hankkia kaivosvesitutkimuskalustoa ja tehdä tutkimusta kaivosvesien hallintaan liittyen. Kaivosvesiklusterin kehittäminen. Lisäksi TKI toimintaa kaivosvesien alalta.	5/2019– 11/2022	Eero Antikainen, Savonia ammattikorkeakoulu Oy	THL, GTK, LUKE, UEF, Ruokavirasto

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Optimising quality of information in RAW Materials data collection across Europe - ORAMA	Pyrkiä parantamaan primäärisiin raaka-aineisiin ja kierrätysraaka-aineisiin liittyvää tiedonkeruuta Euroopan unionin jäsenvaltioissa. Keskittyi tietojen saatavuuteen, maantieteelliseen kattavuuteen, standardointiin, harmonisointiin, yhteentoimivuuteen, laatuun ja eri aihealueiden kattavuuteen eri jäsenvaltioissa.	12/2017–11/2019	Perttu Mikkola, GTK	-
Green minerals – Graphite and Lithium, Exploration to production	Project makes research and piloting, how mineral resources launches industrial activities in practice. Flake graphite research includes actions from resources to product evaluation, with lithium pegmatites interest is in litho geochemical and soil geochemical exploration methods.	1/18–4/20	Seppo Leinonen, GTK	Fennoscandian Resources Ab Oy, Keliber Oy
Biopeitto – Biohiilen hyödyntäminen kaivannaisjätteiden peittomateriaaleissa ja viherrakentamisessa	Biopeitto-projektin tavoitteena on kehittää biohiilipohjaisia sulkemiskäytöksiä kaivosteollisuuden tarpeisiin. Tähtäimessä on parantaa kuivapeiton pitkäaikaista kestävyyttä, stabiilisuutta ja viherryttämistä, sekä estää eroosiota ja parantaa peiton vesitaloutta ja hiili- ja ravinnetasapainoa.	1/17–5/20	Raija Pietilä, GTK	Luke, Oulun yliopisto
BSUIN interreg BSR - Itämeren alueen maanalainen innovaatioverkosto	-	10/17–3/21	OMS	OAMK
DigiProcess - Supporting digitalization of process industry ecosystems: Developing service ecosystems among process industry and SMEs	Tavoitteena on tukea digitalisaatiota ja digitaalisten palveluekosysteemien kehittämistä prosessiteollisuutta palvelevien pk-yritysten keskuudessa. Tavoitteena on tehostaa toimiala- ja maakohtaista yhteistyötä toimialojen ja maiden välillä. Pk-yritykset hyötyvät hankkeesta ekosysteemi liiketoiminnan mallintamisen, teknisen pilotoinnin, TKI-hankkeiden valmistelun sekä ekosysteemi yhteistyön rakentamisen kautta suurempien toimittajien kanssa.	10/2019–09/2022	Jani Sipola, Lapin AMK	Lapin AMK, Digipolis, Oulun Yliopisto, NIHA
EMPOWERING UNDERGROUND LABORATORIES NETWORK USAGE - EUL	Maanalaisten laboratorioden kehittämishanke	4/21–12/21	Eija-Riitta Niinikoski, Oulun yliopisto	OAMK
Energy Park	Projektissa kehitetään Pyhäsalmen kaivoksesta energiatasapainoltaan houkuttelevin yritys ympäristö.	6/20–12/21	Callio - Pyhäjärven kaupunki	YIT Suomi, Loiste Energia, Suomen Voima, Pyhäsalmi Mine, Nihak

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Geo - Bio Hazards in the Arctic Region HazArctic	3 työpakettia, joissa tutkittiin Barentsin alueen arktisten ja subarktisten alueiden geo-biohasardeja. (WP2.1) kaivosalueen ympäristövaikutuksiin liittyvän koulutuspaketin, (WP2.3) Kovdorin alueen rikastushiekköjen hyötykäyttötutkimuksen ja (WP2.2) Kovdorissa sijaitsevan louhoksen luiskan vakavuuteen (slope stability) liittyviä kaukokartoitustutkimuksia.	3/19–5/22	Tiina Kaipainen, GTK	Luke
HypeLAP – Hyperspectral Lapland	Tavoitteena on tarjota ratkaisuja mineraalien etsintään hyödyntämällä huippuluokan hyperspektrikuvausta ja kädessä pidettävää instrumentointia. Lisäksi tarkastellaan mahdollisuutta rakentaa uusi hyperspektrikuvantamisen konsultointipalvelu.	6/20–5/22	Vesa Nykänen, GTK	-
Identify and prioritize exploration targets with geochemical surface methods UpDeep	Keskittyy pintageokemiallisiin tekniikoihin erikoistuneen vähäisen ympäristövaikutuksen geokemiallisen etsintäpalvelun kehittämiseen. Konsepti auttaa tunnistamaan ja priorisoimaan etsintäkohteet vähentämällä aikaa ja kustannuksia sekä parantamalla kohteen havaitsemisen luotettavuutta. Pintageokemiallinen tutkimus perustuu metallien tai muiden alkuaineiden ja maaperän hiilivetyjen jäämien analysointiin kasveissa ja maaperän horisonteissa.	4/17–3/20	GTK	-
Innovative, Non-invasive and Fully Acceptable Exploration Technologies - INFACT	Tavoitteet: innovatiivisten, ei-invasiivisten etsintäteknologioiden kehittäminen ja testaaminen, kolmen malminetsintäteknologian testauspaikan perustaminen Etelä-, Keski- ja Pohjois-Eurooppaan. Sidosryhmien osallistaminen, koulutus ja EU:n raaka-ainepolitiikan uudistaminen.	11/2017–01/2021	-	SYKE, AA Sakatti Mining, Oulun yliopisto, UEF
Integrated mineral technologies for more sustainable raw material supply - ITERAMS	Tavoitteena on kehittää kaivosalueille uusi ympäristöystävällisempi ja taloudellisempi konsepti Euroopassa ja maailmanlaajuisesti. Keskittyy prosessivesien eristämiseen kokonaan luonnon vesijärjestelmistä. Tämä edellyttää uusien menetelmien kehittämistä veden laadun optimoimiseksi ja hallitsemiseksi.	06/2017–11/2020	VTT	Metso Outotec, Boliden Kevitsa, Oulun yliopisto, IMA Engineering, Aalto, LUT
Lennot kaivosvalvonnan tukena LeKaT	Kehittää dronemenetelmiä kaivosten metallipitoisten suotovesien etsintään, sivukivikasojen sortumisherkkyyden tutkimiseen ja kaivannaisjätteiden peittorakenteen deformaation seurantaan	3/20–6/22	Hannu Panttila, GTK	Oulun yliopisto

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Malminetsintää tukevien kenttämenetelmien testaus ja demonstrointi Sodankylässä, Indika Au	Indika-pilotissa kehitetty tutkimuskonsepti viedään käytännön tasolle. Testataan menetelmien toimivuutta kullon etsinnässä ja soveltuen mahdollisissa muissa mineralisaatiotyypeissä. Pilotointia tuetaan mineralogisella tutkimuksella ja potentiaalisten markkinoiden selvityksellä yritystoiminnan tueksi sekä koulutuspalveluiden räätälöidyllä kehittämisellä.	5/21–12/22	Sodankylän kunta	GTK, Oulu Mining School, Rovaniemen koulutuskuntayhtymä REDU
ProcessSME - Business Model Innovation and Internalization of Process Industry SMEs	Tavoitteena on parantaa niiden pk-yritysten kilpailukykyä, joiden asiakkaat löytyvät prosessi-/kaivos-/energia-/öljy-/kaasuteollisuudesta. Tukea pk-yrityksiä mahdollisuuksien löytämisessä, uusien liiketoimintamallien kehittämisessä, eurooppalaisten kumppanuuksien rakentamisessa, EU-rahoituksen hakemisessa sekä tuotteiden ja palveluiden kehittämisessä.	09/2016– 08/2019	Jani Sipola, Lapin AMK	Lapin AMK, Oulun Yliopisto, NIHAK, Nivalan teollisuuskylä
Urban Infra Revolution (UIR)	Kierrätystalouden materiaalit ja uudenlaisen menetelmän kehittäminen kierrätettävien ja toimivien kaupunkirakentamisen tuotteiden valmistukseen.	11/2017– 10/2020	Eeva Pihlajaniemi, Lappeenrannan kaupunki	LUT, LAB AMK, Imatran seudun kehitysytio, Metsä Group, Apila Group, Metso Outotec, Nordkalk, FIMAtec, UPM, Stora Enso, Totaldesign, Design Reform
Waste-free mining	-	3/22–12/22	Callio - Pyhäjärven kaupunki	-
UPACMIC Utilisation of by-products and alternative construction materials in new mine Construction, LIFE12 ENV/FI/000592 UPACMIC	Käyttää vaihtoehtoisia rakennusmateriaaleja uusissa kaivoshankkeissa ja jo olemassa olevien kaivosten ennallistamisessa. Hankkeessa hyödynnetään erilaisia jäte- ja sivutuote-materiaalien sekoituksia, joiden käytöstä on jo kokemuksia infrarakentamisen kehittämisprojekteista. Tässä UPACMIC -hankkeessa ko. teknologiaa sovelletaan ensimmäistä kertaa kaivosteollisuudessa. Hankkeessa rakennetut vesienkäsittelyn testialtaat jäivät Feasib Oy:n hallintaan ja niiden käyttö kaupallistettiin hankkeen jälkeen.	7/2013– 8/2022	Ramboll Finland Oy	Fortum Waste Solutions Oy, Skarta Finland Oy

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit Suomessa
Kaivoksen sulkeminen - Vaikutukset ja uudet mahdollisuudet (KAIVASU)	Selvitetään Hituran suljettavan kaivosalueen mahdollisuuksia uusien toimintojen alustana. Lisätä ymmärrystä mm. peittorakenteiden toimivuudesta, sekä hydrogeologisista ja kemiallisista muutoksista suljettavilla kaivosalueilla. Tutkitaan sekundääristen raaka-aineiden hyödyntämistä eri sulkemiskäytöksissä. Yhtenä selvityskohteena ovat mikrobiyhteisöt kaivosalueen ympäristöindikaattoreina ja avolouhoksissa toimivien bioreaktoreiden mahdollistajana.	1/2019– 12/2021	Seppo Hellsten, SYKE	Kerttu Saalasti instituutti, GTK
KAKKU - Kainuun akkukemikaaliosaamisen ja verkostojen kehittäminen	Kainuun aseman vahvistaminen sähköautoihin liittyvässä liiketoiminnassa eli akkukemikaalien kehittämisessä. Kehitetään KAMK:n osaamista akuissa metallien talteenotossa ja suunnitellaan tarvittava t&k-ympäristö sekä rakennetaan akkukemikaalien kehittämiseen liittyvää alueellista, kansallista ja kansainvälistä yhteistyöverkostoa.	05/2019– 12/2020	Tuula Haverinen, Kajaanin ammattikorkeakoulu	-
OredVR - Malmietietojen visualisointi virtuaalitodellisuuden avulla	OredVR-hanke pyrkii edistämään ymmärrystä siitä, kuinka kaivosyhtiöt voisivat hyödyntää virtuaalitodellisuuden (VR) ja lisätyn todellisuuden (AR) mahdollisuuksia malmiesiintymien visualisoinnissa kaivoksen arvoketjussa toimiville eri käyttäjäryhmille. Hankkeessa luodaan virtuaalitodellisuuden / laajennetun todellisuuden alusta malmiesiintymien visualisointiin.	02/2018– 12/2020	Jonna Kalerio-Poranen, Kajaanin ammattikorkeakoulu	-
Integrated Modular Plant and Containerised Tools for Selective, Low-impact Mining of Small High-grade Deposits - IMPACT	Ehdotetaan ratkaisua, joka kehittää uuden SOSO (Switch on-Switch Off) -kaivosparadigman kriittisten metallien ja pienten monimutkaisten mineraaliesiintymien kaivostoiminnan parantamiseksi. Järjestelmälähestymistapa keskittyy kaivoslaitteiden suunnittelun ja kaivossuunnittelun teknologisiin innovaatioihin, jotka vähentäisivät vaadittuja toteutettavuustutkimuksia, infrastruktuuria, maankäyttöä, resurssien kulutusta ja jätettä.	12/2016– 11/2020	Itä-Suomen yliopisto	Global Ecoprocess Services Oy
CeraTAIL - Novel synthesis methods for advanced porous ceramics from mine tailings	CeraTail projektissa kehitetään tehokkaita prosesseja kaivosten rikastushiekkojen hyödyntämiseen huokoisten keraamien raaka-aineena. Tutkimus keskittyy matalaenergiisiin prosesseihin ja niiden uusiin yhdistelmiin.	09/2015– 08/2019	Päivö Kinnunen, Oulun yliopisto	VTT, GTK, TUT
GEOMINS - Steps towards the use of mine tailings in geopolymer materials: reactivity, CO2	Tutkimushankkeen tarkoituksena on luoda uutta tietoa, joka mahdollistaa rikastushiekkojen hyödyntämisen arvokkaana raaka-aineena	10/2018– 09/2021	Priyadharshini Perumal, Oulun yliopisto	-

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Magnesium raaka-aineen tutkimus ja pilotointi	Tutkimuksessa selvitettiin kotimaisten magnesiumia sisältävien kaivossivuvirtojen hyödyntämistä magnesiumkemikaalien valmistuksen raaka-aineena. - Kaivosteollisuuden sivutuotteen jalostaminen raaka-aineeksi, prosessin suunnittelu, rakentaminen, pilotointi ja ajo-olosuhteiden optimointi.	01/2019– 07/2021	Antti Rinta-Harri, Berner Chemicals Oy	Owatec Oy, Renotech Oy
Near-zero-waste recycling of low-grade sulphidic mining waste for critical-metal, mineral and construction raw-material production in a circular economy NEMO	NEMO-hankkeessa pilotoitiin ratkaisuja metallien talteen ottamiseksi rikastushiekoista ja sekundäärikasoista. NEMO kehittää, demonstroi ja hyödyntää uusia tapoja hyödyntää sulfidirikastushiekkaa. Neljä NEMO pilottia sijaitsevat lähellä prosessikaavion keskeisiä kohtia, kattaen arvokkaiden ja kriittisten metallien talteenoton, vaarallisten alkuaineiden turvallisen pitoisuuden, rikin poistamisen sulfaattisuoloina samalla kun käytetään mineraalijakeen jäämiä sementissä, betonissa ja rakennustuotteissa	01/2018– 11/2022	Mika Paajanen, VTT	Terrafame Oy, Terrafame Group Oy
New Exploration Technologies - NEXT	Kriittiset raaka-aineet. Keskittyy geofysiikan ja geokemian menetelmiin. Geoinformatiikkaan liittyen malminetsintädatan integroinnin ja analysoinnin kehittämiseen. Malminetsinnän yhteiskunnallinen hyväksyttävyyden yhtenä tutkimuskohteena. Hyödyntää mm. drooni-tekniikkaa yhdessä geofysikaalisten ja geokemiallisten etsintätyökalujen ja kaukokartoitustekniikoiden kanssa.	5/2018– 9/2021	Juha Kaija, GTK	Lapin yliopisto, Radai Oy, Loop & Line Oy, Mawson Resources, YARA Suomi Oyj
MINE.THE.GAP - The mining sector needs sustainable solutions	Raw materials are the basis of most industrial value chains. This is especially true for the industrial and metallic mining, construction, and related sectors. These industries are very important for our industrial, social, and technological progress in the European Union.	9/2020– 8/2023	-	Digipolis
LTKT2.0 - Lapin teollinen kiertotalous 2.0 – Lapin kiertotaloustoiminnan vahvistaminen	Lapin teollinen kiertotalous 2.0 -hankkeen tavoitteena on vahvistaa Lapin teollisen kiertotalouden alueellista kilpailukykyä ml. Lapin kaivosteollisuus. Toiminnan fokuksena vahvasti myös teollisuuden ja kaivosten sivuvirrat.	06/2020– 8/2023	Tuomas Pussila, Digipolis	Lappia, Lapin AMK
European Industrial Doctorate in future efficient minerals analysis, processing and training - MetallIntelligence	Reitti mineraaliesiintymien etsimisestä metallintuotantoon on monimutkainen ja sisältää useita aloja, jotka ovat yleensä työskennelleet silloissa. MetallIntelligence yleistenä tavoitteena on häiritä tätä lokeroitumista kouluttamalla 6 ESR:ää akateemisten ja alan johtajien monialaisen verkoston kautta. MetallIntelligence ehdottaa European Industrial tohtoriohjelmia.	09/2016– 08/2020	-	METSO OUTOTEC FINLAND OY, IMA ENGINEERING LTD OY, AGNICO-EAGLE FINLAND OY

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
European Training Network for the remediation and reprocessing of sulfidic mining waste sites – SULTAN	Eurooppalainen koulutusverkosto sulfidisten kaivosjätealueiden kunnostusta ja jälleenkäsittelyä varten	09/2018– 08/2022	Mirja Illikainen, Oulun yliopisto	-
METSO - Malminetsintään ja -tutkimiseen suunnattu osaamisen kehittäminen	Kaivosteollisuus on vakaassa kasvussa. Kasvu kohdistuu lähes kokonaan Itä- ja Pohjois-Suomeen. Merkittävintä kasvu on Lapissa. Pääpaino on nikkelissä, kuparissa ja erityisesti kullassa. Varsinaisen kaivostoiminnan lisäksi on syntynyt paljon työpaikkoja malminetsinnässä.	6/21–6/23	Antti Peronius, REDU	Oulu Mining School
EU-rahoitusmahdollisuuksien selvittäminen KAJAK-kohteisiin	Hankkeessa selvitettiin KAJAK-kohteisiin soveltuvia EU-rahoituslähteitä, niiden suuruusluokkia sekä soveltuvuutta yksittäisille KAJAK-kohteille ja koko KAJAK-hankkeelle, miten ja milloin rahoitusta on mahdollista hakea, kuka rahoitusta voi hakea ja millainen konsortiokokonaisuus hankkeeseen olisi tyypillisesti tarpeen muodostaa sekä mahdollisen oheisrahoituksen tarve.	05/22– 02/2023	Nina Lehtosalo, ympäristöministeriö	Ramboll Finland Oy, Pirkanmaan ELY-keskus
Pyhäsalmen pilotointi	Pilotoidaan raudan poistoa ja kuparin ja sinkin selektiivistä talteenottoa esimerkiksi Pyhäsalmen kaivosvedestä	8/2022– 5/2023	Esther Takaluoma, KAMK	-
PuhdasAu vesi	Kullankaivuun vedenkäytön kehittäminen, veden määrä, veden käyttö, varauttaminen poikkeustilanteisiin, ja veden tarkastussuunnitelman uudistaminen	4/2021– 4/2023	Esther Takaluoma, KAMK	Lapin Kullankaivajain Liitto
Excellency Network Building for Comprehensive Research and Assessment of Geofluids - ENeRAG	ENeRAG vahvistaa merkittävästi geofluidien tutkimuksen tutkimus- ja innovointivalmiuksia ja siten pohjaveden, geotermisen energian ja hydrotermisten mineraalivarojen resurssien arviointia Eötvös Lorándin yliopistossa (ELTE, Unkari). Tämä tehdään yhteistyössä Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) ja Milanon yliopiston (UMIL, Italia) kanssa.	10/2018– 03/2022	Nike Luodes, GTK	-
Outokumpu Sustainable Mining Solutions (OSM)	Hankkeen tavoitteena on luoda Outokumpu Mining Hub ekosysteemi, jonka tuottaa palveluja sivukivien ja rikastushiekköjen parempaan hyödyntämiseen. Palveluja tarjotaan kaivosteollisuudelle kotimaassa ja ulkomailla.	1.2022– 4.2023	Ilkka Nykänen, Business Joensuu	GTK
Lapin kaivannaisalan yhteistoiminnan kehittäminen	1. kehittää Lapin kaivannaisalueiden yritysten yhteistoimintaa, 2. käynnistää uudelleen IP-alueen kaivannaisalan dialogi ja 3. kv-verkostoituminen ja vaikuttaminen	9/22–5/23	Hannu Panttila, GTK	-

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Solutions for CRITICAL Raw materials - a European Expert Network 2 - SCRREEN 2	Käynnistettiin kehittämään SCRREEN-asiiantuntijaverkoston kattamaan kaikki raaka-aineet. Eryteisesti SCRREEN2 kehittää verkostoa ja julkaisee alakohtaisia näkymiä, joissa analysoidaan raaka-aineiden tulevaa tarjontaa ja kysyntää.	11/2020– 10/2023	GTK	VTT
CLT-levyt maan pinnan kantavuuden vahvistajana puunkorjuussa. CLT Access Matting	Tutkia CLT-levyjen hyödynnettävyyttä pehmeiden maiden ympärivuotisessa puunkorjuussa ja löytää uusia ratkaisuja tilapäisen tien ja kulun parantamiseksi. Tuottaa tietoa ja tiedottaa maan kantavuuden parantamismenetelmistä. Mahdollisia hyödyntäjiä ovat mm. malminetsintä, pelastustoimi sekä puolustusvoimat.	1.10.2020– 31.8.2023	Anne Saloniemi, Lapin AMK	Kemin Digipolis, Luke, Metsäkeskus
Earth observation and Earth GNSS data acquisition and processing platform for safe, sustainable and cost-efficient mining operations - GoldenEye	Kehittää järjestelmän, jonka avulla satelliitit, droonit ja in situ -anturit keräävät korkearesoluutioista dataa kaivosympäristöstä. Tiedot muunnetaan AI-käsittelyssä tietovarannoiksi, joita voidaan käyttää turvallisuuden ja ympäristön havainnointiin sekä tehokkaampaan materiaalien hyödyntämiseen. Yhdistää kaukokartoitus- ja paikannusteknologioita maanhavainnointi- ja GNSS-datan hyödyntämiseksi sekä data-analytiikkaan ja koneoppimisalgoritmeihin perustuvaa datafuusiota ja prosessointia. Järjestelmää demonstroidaan Bulgariassa, Suomessa, Saksassa, Kosovossa ja Romaniassa.	01/2020– 10/2023	Marko Paavola, VTT	Radai Oy, Sandvik Mining and Construction, Timegate Instruments, Oulun yliopisto
Kierroksia biopeittoon – kiertotaloutta edistävät uudet alueelliset toimintamallit ja biopeittoratkaisut kaivosten jälkihoidossa	Hankkeen päätavoitteena on selvittää, voidaanko tätä riskiä pienentää käyttämällä peittoratkaisua, joka sisältää vettä ja raskasmetalleja sitovaa biohiiltä sekä kasvien kasvua parantavaa jätevesilietekompostia ja tuhkaa.	1/20–6/23	Luke	GTK
Sustainable processing and traceability of battery metals, minerals and materials BATTRACE	BATTRACE-konsortio kehittää teknologiaa akkumetallien, -mineraalien ja -materiaalien jäljitettävyyteen ja kestävään tuotantoon. Miten pystyy muodostamaan koostumukseen perustuvan sormenjäljen, miten pitkälle sormenjälki säilyy tunnistettavana arvoketjussa ja missä määrin sen perusteella pystyy erottelemaan, mistä tietyistä mineraalesiintymästä akkumineraali on peräisin.	05/2020– 10/2023	Päivi Kinnunen, VTT ja Jussi Pokki, GTK	GTK, Suomen Malmijalostus, Finnish Battery Chemicals, Keliber, Metso Outotec, Valmet Automation, Latitude 66 Cobalt, Grafintec, Mawson, FinnCobalt

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
MineRobotics Digital learning environment for mining automation - automatic control of mining machines	Hankkeessa kehitetään digitaalinen oppimisympäristö kaivosautomaatioon ja robotiikkaan	4/22–10/23	Tanja Kolli, Oulu Mining School	-
NextGeneration Mining	5G kaivosympäristössä	4/21–5/23	-	-
Kovettuvat kaivostäytöt Kove-Pro	Tutkitaan kuivatun rikastushiekan stabilointia ja hyötykäyttöä kaivosten täyttömateriaalina. Mikä on optimaalisin resepti täyttömateriaalille ja miten materiaali reagoi kaivostoiminnan aikana, ennen kaivoksen sulkemista ja täyttymistä vedellä. Tutkitaan täyttömateriaalissa käytettävän sementin määrän vähentämistä ja sen korvaamista kuonalla tai tuhalla ja näiden uusien täyttömateriaalien reaktioita simuloituissa kaivosolosuhteissa. Rikastushiekan stabiloitavuutta ja pumpattavuutta pyritään parantamaan tehostinkemikaalien avulla.	6/2019–8/2021	Petri Juntunen, Savonia-ammattikorkeakoulu	GTK
Sivukivi kiertoon	Hankkeella pyrittiin edistämään Pirkanmaan rakennuskivilouhimoiden sivukivivarantojen käyttöönottoa, vähentämään sivukiven syntyä jatkossa sekä parantamaan luonnonkivialan ja maarakentamisen resurssitehokkuutta.	2/2019–5/2020	Iris Lehtonen, Pirkanmaan liitto	Oriveden kaupunki, Tampereen kaupunki, Ylöjärven kaupunki, Kiviteollisuusliitto ry
INFACT - Innovatiivinen, haitaton ja hyväksyttävä malminetsintäteknologia	Projektin tarkoituksena on kehittää hyväksyttävämpiä teknologioita, edistä malminetsintäteollisuutta ja vapauttaa hyödyntämätön potentiaali uusilla ja kypsillä alueilla. Tätä varten on valittu kolme eurooppalaista esimerkkikohdetta Saksassa Geyer, Suomessa Sakatti ja Espanjassa Minas de Riotinto, Gerena.	10/2017–1/2021	Kari Oinonen, SYKE	Oulun yliopisto, UEF, AA Sakatti Mining

Liite 4. Käynnissä olevat hankkeet

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Jatkuvatoiminen rännierottelija	Kehittää kultapartikkelien erotukseen jatkuvatoiminen ränni, jonka toiminta perustuu liikkuvaan rihlaan. Perusajatuksena rännierottelijalle on, että arvoaine kulkeutuu liikkuvan rihlan mukana rikasteeksi ja harmeaine huuhtoutuu rihlan toisesta päästä pois. Tavoitteena on poistaa Batch-rännierottelussa havaittuja epävarmuuksia	01/2019– 08/2020	Jukka Joutsenvaara, Lapin AMK	-
Sustainable Intelligent Mining Systems - SIMS	SIMS kehittää, testaa ja esittelee uusia innovatiivisia kaivosteknologioita. Konsortio koostuu hyvin innovatiivisia teknologioita hyödyntävistä kaivosyrityksistä, maailman johtavista laite- ja järjestelmätoimittajista, erikoistuneista PK-yrityksistä ja huippuluokan yliopistoista.	05/2017– 04/2020	AGNICO-EAGLE FINLAND OY	-
Kairasydännäytteiden käsittelypalveluiden kehitysprojekti	Rahoitus kohdistuu hakijalle uuden kairasydännäytteiden esikäsittely-palvelukokonaisuuden jasitā tukevien järjestelmien suunnitteluun ja kehittämiseen sekä myyntiä ja markkinointitukevien digitaalisten järjestelmien suunnitteluun	6/2020–11/2021	Markus Latvala, Feasib Oy	-
TKO Teollisen kiertotalouden osaamisalusta	Vahvistetaan Suomen teollisen kiertotalouden kestävää kasvua ja innovaatiotoimintaa. Kootaan alueellisia ja kansallisia voimavaroja ja osaamista kehittäviä kumppanuuksia kansalliseksi osaamisalustaksi uusien teollisen kiertotalouden liiketoiminnan lisäämiseksi ja uusien työpaikkojen luomiseksi.	9/2020–6/2022	Tuomas Pussila, Digipolis	Lapin AMK
Kestävien luonnonvarojen digitaalisen tutkimusprosessin kehittäminen	Projektin tarkoituksena on kehittää, rakentaa ja mahdollistaa innovatiivista ja digitaalista kestävien luonnonvarojen tutkimustoimintaa sekä viedä käytäntöjä lähemmäs hiilineutraalia toimintaa.	10/2021– 12/2022	Mika Alasuutari, Palsatech Oy	ELY
ADMA2	Tohtorikoulutusprojekti, raaka-aineet	1/19–12/21	OMS	Aalto-yliopisto, GTK

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
KIERTOKOULU- Yritysräjipinnassa toteutettavan kiertotalous ja teolliset sivuvirrat opintokokonaisuuden kehittäminen	Tavoitteena on nostaa kiertotalouden ja teollisuuden sivuvirtojen hyödyntämisen osaamista Lapissa. Tavoitteena on suunnitella kiertotalouteen ja teollisuuden sivuvirtoihin hyödyntämiseen liittyvä opintokokonaisuus, toteuttaa se yhteistyössä yritysten kanssa, pilotoida oppimis-/kehittämisprojekteja yhdessä yritysten kanssa ja kehittää moduulia edelleen pilotoinnista saadun kokemuksen perusteella.	08/2017– 12/2020	Sanna Tyni, Lapin AMK	Lapin AMK, Digipolis Oy
MiGaEL - Mining Game for Education and Learning	Kaivosalan koulutuksen kehittäminen uuden työelämän tarpeisiin vastaavan virtuaalisen oppimisympäristön avulla. Tavoitteena on nostaa kaivosalan osaamisen tasoa, parantaa kaivosteollisuuden työturvallisuutta, lisätä alan vetovoimaisuutta ja parantaa työvoiman saatavuutta sekä parantaa kaivosalan tunnettavuutta.	08/2019– 12/2021	Toni Westerlund, Lapin AMK	Lapin AMK
RAMES (The Raw Materials Exploration and Sustainability	RaMES is designed as a blend between a Resources Geology curriculum and a set of crucial subjects for mastering the exploration and deployment of raw materials as a sustainable process.	1/19–12/21	Pertti Sarala, Oulun yliopisto	-
TÄRY - Teollisuuden Älykkäiden Ratkaisujen Yritysyhteistyö	Tavoitteena on vastata teollisuuden osaajapulaan käynnissäpidon ja kunnossapidon ammattilaisista.	1/2019–8/2021	Risto Oikari, Kajaanin ammattikorkeakoulu	CSC, Oulun yliopisto
Underground Rescue	Callio Pyhäjärvi Underground Rescue -hankkeessa Pyhäsalmen kaivokseen perustetaan maanalainen työturvallisuuden koulutus-, harjoittelu-, kehittämis- ja innovaatioympäristö, jossa voidaan tehdä mm. teknologiatestausta ja harjoitella suojelu- ja pelastustoimintaa.	1/19–9/22	Callio - Pyhäjärven kaupunki	TVO, Respetra, FirePRO Finland, Normet, Nepean Conveyors, Infra, Posiva, Agnico Eagle, AA Sakatti Mining, Sotkamo Silver, M-Solutions, Pyhäsalmi Mine, Dräger Finland, Pyhäjärven kaupunki, SPPL, Centria AMK, Kerttu Saalasti Instituutti, Nihak

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Kaivannaisjätealueiden kunnostustarpeen arviointi Orijärven suljetulla kaivosalueella	Pilotoitiin KAJAK III-hankkeessa laaditun ”Suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden kunnostustarpeen arviointi”-ohjeistuksen toimivuutta. Toteutetun riskinarvioinnin perusteella, Orijärven kaivannaisjätealueiden nykyisen vesistökuormituksen vähentäminen kunnostustoimenpiteillä on perusteltua vesiekosysteemille aiheutuvien haittojen rajoittamiseksi.	2018–2021	Nina Lehtosalo, ympäristöministeriö	GTK, SYKE, Envineer Oy, Pirkanmaan ELY-keskus
Suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden kunnostustarpeen arviointi	Laadittiin ohjeistus suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden riskiperusteisen kunnostustarpeen arvioimiseksi metallimalmikaivosten jätealueilla.	2018–2020	Nina Lehtosalo, ympäristöministeriö	-
KAJAK pilot -hanke pintavesien käsittely suodatusperiaatteella	Suodatinmateriaalin soveltuvuus vanhan kaivosalueen metallipitoisten valumavesien käsittelyyn. Käsittelyalueena Orijärven vanha kaivos Salossa.	01/2022– 12/2022	Kari Pyötsiä, Pirkanmaan ELY-keskus	Envitop Oy, Engwater Oy
Mining and Metallurgy Regions of EU - MIREU	Tavoitteena on luoda Euroopan laajuinen kaivos- ja metallurgia-alueiden verkosto. Auttaa alueita jakamaan tietoa ja kokemuksia kaivosteollisuuden perustamisen ja ylläpidon haasteista. MIREU helpottaa tiedonvaihtoa Euroopan kaivos- ja metallurgia-alueiden eri sidosryhmien välillä. 17 kaivosaluetta Euroopasta.	12/2017–4/2021	Juha Kaija, GTK	Lapin liitto, Lapin yliopisto, Business Joensuu, SmartNorth
FinChiMine - Finland-China Knowledge Exchange in Sustainable Mining and Mineral Processin	Tavoitteena on vahvistaa suomalaisten ja kiinalaisten yliopistojen yhteistyötä kaivos- ja mineraalienkäsittelyn koulutuksessa ja T&K-toiminnassa. Parantaa kaivosteollisuuden houkuttelevuutta opiskelijoiden keskuudessa lisäämällä nuorten ammattilaisten tietoisuutta kansainvälisistä mahdollisuuksista ja vaihtamalla tietoa nykyaikaisesta kaivosteollisuudesta.	08/2019– 12/2022	Jukka Joutsenvaara, Lapin AMK	Lapin AMK, Kajaanin AMK, Oulun Yliopisto

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Arctic Geoinvest - Arktinen geoinnovaatiokeskus - innovaatiopotentialin hyödyntäminen ja käyttöönotto	Luoda innovaatio- ja kehitysympäristö, joka edistää arktisten geoinnovaatioiden ja niiden teknisten sovellusten hyödyntämistä ja käyttöönottoa alueen yrityksissä. 3 painopistettä: 1) Arktisten geotieteiden tutkimus- ja rahoitusmarkkinoiden etsiminen. 2) Arktisten geotieteiden teknologisten sovellusten ja rajapintojen etsiminen. 3) T&K-organisaatioiden tutkimusosaamisen hyödyntäminen yrityksissä ja jatkotoimenpiteiden suunnittelu.	01/2017– 12/2019	Milla Hirvaskari, Lapin AMK	Lapin AMK, Oulun Yliopisto, Sodankylän kunta, Ilmatieteen laitos, GTK, MML-paikkatietokeskus FGI
Implement a European-wide coordination of research and innovation programs on raw materials to strengthen the industry competitiveness and the shift to a circular economy - ERA MIN 2	Raaka-aineita koskevan ERA-NET-yhteisrahaston (ERA-MIN 2) tavoitteena on vahvistaa muiden kuin energiaraaka-aineiden kansallisten ja alueellisten tutkimusohjelmien koordinoitua. ERA-MIN 2 keskittyy metalli-, teollisuus- ja rakennusmineraaleihin ja se kattaa koko arvoketjun: etsintä, kriittisten raaka-aineiden louhinta, käsittely/jalostus sekä kierrätys ja korvaaminen.	12/2016– 11/2022	Business Finland	-
Kuopio Water Cluster (KWC)	Vakinaistaa Kuopio Water Clusterin toiminta. Hankkia kaivosvesitutkimuskalustoa ja tehdä tutkimusta kaivosvesien hallintaan liittyen. Kaivosvesiklusterin kehittäminen. Lisäksi TKI toimintaa kaivosvesien alalta.	5/2019–11/2022	Eero Antikainen, Savonia ammattikorkeakoulu Oy	THL, GTK, LUKE, UEF, Ruokavirasto
Optimising quality of information in RAW MAterials data collection across Europe - ORAMA	Pyrkiä parantamaan primäärisiin raaka-aineisiin ja kierrätysraaka-aineisiin liittyvää tiedonkeruuta Euroopan unionin jäsenvaltioissa. Keskittyy tietojen saatavuuteen, maantieteelliseen kattavuuteen, standardointiin, harmonisointiin, yhteentoimivuuteen, laatuun ja eri aihealueiden kattavuuteen eri jäsenvaltioissa.	12/2017– 11/2019	Perttu Mikkola, GTK	-
Green minerals – Graphite and Lithium, Exploration to production	Project makes research and piloting, how mineral resources launches industrial activities in practice. Flake graphite research includes actions from resources to product evaluation, with lithium pegmatites interest is in lithochemical and soil geochemical exploration methods.	1/18–4/20	Seppo Leinonen, GTK	Fennoscandian Resources Ab Oy, Keliber Oy

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Biopaitto – Biohiilen hyödyntäminen kaivannaisjätteiden peittomateriaaleissa ja viherrakentamisessa	Biopaitto-projektin tavoitteena on kehittää biohiilipohjaisia sulkemiskäytöksiä kaivosteollisuuden tarpeisiin. Tähtäimessä on parantaa kuivapeiton pitkäaikaista kestävyttä, stabiilisuutta ja viherryttämistä, sekä estää eroosiota ja parantaa peiton vesitaloutta ja hiili- ja ravintetasapainoa.	1/17–5/20	Raija Pietilä, GTK	Luke, Oulun yliopisto
BSUIN interreg BSR - Itämeren alueen maanalainen innovaatioverkosto	-	10/17–3/21	OMS	OAMK
DigiProcess - Supporting digitalization of process industry ecosystems: Developing service ecosystems among process industry and SMEs	Tavoitteena on tukea digitalisaatiota ja digitaalisten palveluekosysteemien kehittymistä prosessiteollisuutta palvelevien pk-yritysten keskuudessa. Tavoitteena on tehostaa toimiala- ja maakohtaista yhteistyötä toimialojen ja maiden välillä. Pk-yritykset hyötyvät hankkeesta ekosysteemi liiketoiminnan mallintamisen, teknisen pilotoinnin, TKI-hankkeiden valmistelun sekä ekosysteemyhteistyön rakentamisen kautta suurempien toimittajien kanssa.	10/2019–09/2022	Jani Sipola, Lapin AMK	Lapin AMK, Digipolis, Oulun Yliopisto, NIHAK
EMPOWERING UNDERGROUND LABORATORIES NETWORK USAGE - EUL	Maanalaisten laboratoriorien kehittämishanke	4/21–12/21	Eija-Riitta Niinikoski, Oulun yliopisto	OAMK
Energy Park	Projektissa kehitetään Pyhäsalmen kaivoksesta energiatasapainoltaan houkuttelevin yritys ympäristö.	6/20–12/21	Callio - Pyhäjärven kaupunki	YIT Suomi, Loiste Energia, Suomen Voima, Pyhäsalmi Mine, Nihak
Geo - Bio Hazards in the Arctic Region HazArctic	3 työpakettia, joissa tutkittiin Barentsin alueen arktisten ja subarktisten alueiden geo-biohasardeja. (WP2.1) kaivosalueen ympäristövaikutuksiin liittyvän koulutuspaketin, (WP2.3) Kovdorin alueen rikastushiekkien hyötykäyttötutkimuksen ja (WP2.2) Kovdorissa sijaitsevan louhoksen luiskan vakavuuteen (slope stability) liittyviä kaukokartoitustutkimuksia.	3/19–5/22	Tiina Kaipainen, GTK	Luke

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
HypeLAP – Hyperspectral Lapland	Tavoitteena on tarjota ratkaisuja mineraalien etsintään hyödyntämällä huippuluokan hyperspektrikuvausta ja kädessä pidettävää instrumentointia. Lisäksi tarkastellaan mahdollisuutta rakentaa uusi hyperspektrikuvantamisen konsultointipalvelu.	6/20–5/22	Vesa Nykänen, GTK	-
Identify and prioritize exploration targets with geochemical surface methods UpDeep	Keskittyy pintageokemiallisiin tekniikoihin erikoistuneen vähäisen ympäristövaikutuksen geokemiallisen etsintäpalvelun kehittämiseen. Konsepti auttaa tunnistamaan ja priorisoimaan etsintäkohteet vähentämällä aikaa ja kustannuksia sekä parantamalla kohteen havaitsemisen luotettavuutta. Pintageokemiallinen tutkimus perustuu metallien tai muiden alkuaineiden ja maaperän hiilivetyjen jäämien analysointiin kasveissa ja maaperän horisonteissa.	4/17–3/20	GTK	-
Innovative, Non-invasive and Fully Acceptable Exploration Technologies - INFACT	Tavoitteet: innovatiivisten, ei-invasiivisten etsintäteknologioiden kehittäminen ja testaaminen, kolmen malminetsintäteknologian testauspaikan perustaminen Etelä-, Keski- ja Pohjois-Eurooppaan. Sidosryhmien osallistaminen, koulutus ja EU:n raaka-ainepolitiikan uudistaminen.	11/2017–01/2021	-	SYKE, AA Sakatti Mining, Oulun yliopisto, UEF
Integrated mineral technologies for more sustainable raw material supply - ITERAMS	Tavoitteena on kehittää kaivosalueille uusi ympäristöystävällisempi ja taloudellisempi konsepti Euroopassa ja maailmanlaajuisesti. Keskittyy prosessivesien eristämiseen kokonaan luonnon vesijärjestelmistä. Tämä edellyttää uusien menetelmien kehittämistä veden laadun optimoimiseksi ja hallitsemiseksi.	06/2017–11/2020	VTT	Metso Outotec, Boliden Kevitsa, Oulun yliopisto, IMA Engineering, Aalto, LUT
Lennot kaivosvalvonnan tukena LeKaT	Kehittää dronemenetelmiä kaivosten metallipitoisten suotovesien etsintään, sivukivikasojen sortumisherkkyyden tutkimiseen ja kaivannaisjätteiden peittorakenteen deformaation seurantaan	3/20–6/22	Hannu Panttila, GTK	Oulun yliopisto

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Malminetsintää tukevien kenttämenetelmien testaus ja demonstrointi Sodankylässä, Indika Au	Indika-pilotissa kehitetty tutkimuskonsepti viedään käytännön tasolle. Testataan menetelmien toimivuutta kullan etsinnässä ja soveltuen mahdollisissa muissa mineralisaatiotyypeissä. Pilotointia tuetaan mineralogisella tutkimuksella ja potentiaalisten markkinoiden selvityksellä yritystoiminnan tueksi sekä koulutuspalveluiden räätälöidyllä kehittämisellä.	5/21–12/22	Sodankylän kunta	GTK, Oulu Mining School, Rovaniemen koulutuskuntayhtymä REDU
ProcessSME - Business Model Innovation and Internalization of Process Industry SMEs	Tavoitteena on parantaa niiden pk-yritysten kilpailukykyä, joiden asiakkaat löytyvät prosessi-/kaivos-/energia-/öljy-/kaasuteollisuudesta. Tukea pk-yrityksiä mahdollisuuksien löytämisessä, uusien liiketoimintamallien kehittämisessä, eurooppalaisten kumppanuuksien rakentamisessa, EU-rahoituksen hakemisessa sekä tuotteiden ja palveluiden kehittämisessä.	09/2016–08/2019	Jani Sipola, Lapin AMK	Lapin AMK, Oulun Yliopisto, NIHAK, Nivalan teollisuuskylä
Urban Infra Revolution (UIR)	Kierrätystalouden materiaalit ja uudenlaisen menetelmän kehittäminen kierrätettävien ja toimivien kaupunkirakentamisen tuotteiden valmistukseen.	11/2017–10/2020	Eeva Pihlajaniemi, Lappeenrannan kaupunki	LUT, LAB AMK, Imatran seudun kehitysyhtiö, Metsä Group, Apila Group, Metso Outotec, Nordkalk, FIMAttec, UPM, Stora Enso, Totaldesign, Design Reform
Waste-free mining	-	3/22–12/22	Callio - Pyhäjärven kaupunki	-
UPACMIC Utilisation of by-products and alternative construction materials in new mine Construction, LIFE12 ENV/FI/000592 UPACMIC	Käyttää vaihtoehtoisia rakennusmateriaaleja uusissa kaivoshankkeissa ja jo olemassa olevien kaivosten ennallistamisessa. Hankkeessa hyödynnetään erilaisia jäte- ja sivutuote-materiaalien sekoituksia, joiden käytöstä on jo kokemuksia infrarakentamisen kehittämisprojekteista. Tässä UPACMIC -hankkeessa ko. teknologiaa sovelletaan ensimmäistä kertaa kaivosteollisuudessa. Hankkeessa rakennetut vesienkäsittelyn testialtaat jäivät Feasib Oy:n hallintaan ja niiden käyttö kaupallistettiin hankkeen jälkeen.	7/2013–8/2022	Ramboll Finland Oy	Fortum Waste Solutions Oy, Skarta Finland Oy

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Kaivoksen sulkeminen - Vaikutukset ja uudet mahdollisuudet (KAIVASU)	Selvitetään Hituran suljettavan kaivosalueen mahdollisuuksia uusien toimintojen alustana. Lisätä ymmärrystä mm. peittorakenteiden toimivuudesta, sekä hydrogeologisista ja kemiallisista muutoksista suljettavilla kaivosalueilla. Tutkitaan sekundääristen raaka-aineiden hyödyntämistä eri sulkemistrategioissa. Yhtenä selvityskohteena ovat mikrobisyhteisöt kaivosalueen ympäristöindikaattoreina ja avolouhoksissa toimivien bioreaktoreiden mahdollistajana.	1/2019–12/2021	Seppo Hellsten, SYKE	Kerttu Saalasti instituutti, GTK
KAKKU - Kainuun akkukemikaaliosaamisen ja verkostojen kehittäminen	Kainuun aseman vahvistaminen sähköautoihin liittyvässä liiketoiminnassa eli akkukemikaalien kehittämisessä. Kehitetään KAMK:n osaamista akuissa metallien talteenotossa ja suunnitellaan tarvittava t&k-ympäristö sekä rakennetaan akkukemikaalien kehittämiseen liittyvää alueellista, kansallista ja kansainvälistä yhteistyöverkostoa.	05/2019–12/2020	Tuula Haverinen, Kajaanin ammattikorkeakoulu	-
OredVR - Malmietietojen visualisointi virtuaalitodellisuuden avulla	OredVR-hanke pyrkii edistämään ymmärrystä siitä, kuinka kaivosyhtiöt voisivat hyödyntää virtuaalitodellisuuden (VR) ja lisätyn todellisuuden (AR) mahdollisuuksia malmiesiintymien visualisoinnissa kaivoksen arvoketjussa toimiville eri käyttäjäryhmille. Hankkeessa luodaan virtuaalitodellisuuden / laajennetun todellisuuden alusta malmiesiintymien visualisointiin.	02/2018–12/2020	Jonna Kalermo-Poranen, Kajaanin ammattikorkeakoulu	-
Integrated Modular Plant and Containerised Tools for Selective, Low-impact Mining of Small High-grade Deposits - IMPACT	Ehdotetaan ratkaisua, joka kehittää uuden SOSO (Switch on-Switch Off) -kaivosparadigman kriittisten metallien ja pienten monimutkaisten mineraaliesiintymien kaivostoiminnan parantamiseksi. Järjestelmäjähestymistapa keskittyy kaivoslaitteiden suunnittelun ja kaivossuunnittelun teknologisiin innovaatioihin, jotka vähentäisivät vaadittuja toteutettavuustutkimuksia, infrastruktuuria, maankäyttöä, resurssien kulutusta ja jätettä.	12/2016–11/2020	Itä-Suomen yliopisto	Global Ecoprocess Services Oy
CeraTAIL - Novel synthesis methods for advanced porous ceramics from mine tailings	CeraTail projektissa kehitetään tehokkaita prosesseja kaivosten rikastushiekkojen hyödyntämiseen huokoisten keraamien raaka-aineena. Tutkimus keskittyy matalaenergiisiin prosesseihin ja niiden uusiin yhdistelmiin.	09/2015–08/2019	Päivö Kinnunen, Oulun yliopisto	VTT, GTK, TUT

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
GEOMINS - Steps towards the use of mine tailings in geopolymer materials: reactivity, CO2	Tutkimushankkeen tarkoituksena on luoda uutta tietoa, joka mahdollistaa rikastushiekkojen hyödyntämisen arvokkaana raaka-aineena	10/2018–09/2021	Priyadharshini Perumal, Oulun yliopisto	-
Magnesium raaka-aineen tutkimus ja pilotointi	Tutkimuksessa selvitettiin kotimaisten magnesiumia sisältävien kaivossivuvirtojen hyödyntämistä magnesiumkemikaalien valmistuksen raaka-aineena. - Kaivosteollisuuden sivutuotteen jalostaminen raaka-aineeksi, prosessin suunnittelu, rakentaminen, pilotointi ja ajo-olosuhteiden optimointi.	01/2019–07/2021	Antti Rinta-Harri, Berner Chemicals Oy	Owatec Oy, Renotech Oy
Near-zero-waste recycling of low-grade sulphidic mining waste for critical-metal, mineral and construction raw-material production in a circular economy NEMO	NEMO-hankkeessa pilotoitiin ratkaisuja metallien talteen ottamiseksi rikastushiekoista ja sekundäärikasoista. NEMO kehittää, demonstroi ja hyödyntää uusia tapoja hyödyntää sulfidirikastushiekkaa. Neljä NEMO pilottia sijaitsevat lähellä prosessikaavion keskeisiä kohtia, kattaen arvokkaiden ja kriittisten metallien talteenoton, vaarallisten alkuaineiden turvallisen pitoisuuden, rikin poistamisen sulfaattisuoloina samalla kun käytetään mineraalijakeen jäämiä sementissä, betonissa ja rakennustuotteissa	01/2018–11/2022	Mika Paajanen, VTT	Terrafame Oy, Terrafame Group Oy
New Exploration Technologies - NEXT	Kriittiset raaka-aineet. Keskittyy geofysiikan ja geokemian menetelmiin. Geoinformatiikkaan liittyen malminetsintädatan integroinnin ja analysoinnin kehittämiseen. Malminetsinnän yhteiskunnallinen hyväksyttävyys yhtenä tutkimuskohteena. Hyödyntää mm. drooniteknologiaa yhdessä geofysikaalisten ja geokemiallisten etsintätyökalujen ja kaukokartoitustekniikoiden kanssa.	5/2018–9/2021	Juha Kaija, GTK	Lapin yliopisto, Radai Oy, Loop & Line Oy, Mawson Resources, YARA Suomi Oyj
MINE.THE.GAP - The mining sector needs sustainable solutions	Raw materials are the basis of most industrial value chains. This is especially true for the industrial and metallic mining, construction, and related sectors. These industries are very important for our industrial, social, and technological progress in the European Union.	9/2020–8/2023	-	Digipolis

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
LTKT2.0 - Lapin teollinen kiertotalous 2.0 – Lapin kiertotaloustoiminnan vahvistaminen	Lapin teollinen kiertotalous 2.0 -hankkeen tavoitteena on vahvistaa Lapin teollisen kiertotalouden alueellista kilpailukykyä ml. Lapin kaivosteollisuus. Toiminnan fokuksena vahvasti myös teollisuuden ja kaivosten sivuvirrat.	06/2020– 8/2023	Tuomas Pussila, Digipolis	Lappia, Lapin AMK
European Industrial Doctorate in future efficient minerals analysis, processing and training - MetallIntelligence	Reitti mineraaliesiintymien etsimisestä metallintuotantoon on monimutkainen ja sisältää useita aloja, jotka ovat yleensä työskennelleet siiloissa. MetallIntelligenen yleisenä tavoitteena on häiritä tätä lokeroitumista kouluttamalla 6 ESR:ää akateemisten ja alan johtajien monialaisen verkoston kautta. MetallIntelligence ehdottaa European Industrial tohtoriohjelmää.	09/2016– 08/2020	-	METSO OUTOTEC FINLAND OY, IMA ENGINEERING LTD OY, AGNICO-EAGLE FINLAND OY
European Training Network for the remediation and reprocessing of sulfidic mining waste sites – SULTAN	Eurooppalainen koulutusverkosto sulfidisten kaivosjätealueiden kunnostusta ja jälleenkäsittelyä varten	09/2018– 08/2022	Mirja Illikainen, Oulun yliopisto	-
METSO - Malminetsintään ja -tutkimiseen suunnattu osaamisen kehittäminen	Kaivosteollisuus on vakaassa kasvussa. Kasvu kohdistuu lähes kokonaan Itä- ja Pohjois-Suomeen. Merkittävintä kasvu on Lapissa. Pääpaino on nikkelissä, kuparissa ja erityisesti kullassa. Varsinaisen kaivostoiminnan lisäksi on syntynyt paljon työpaikkoja malminetsinnässä.	6/21–6/23	Antti Peronius, REDU	Oulu Mining School
EU-rahoitusmahdollisuuksien selvittäminen KAJAK-kohteisiin	Hankkeessa selvitettiin KAJAK-kohteisiin soveltuvia EU-rahoituslähteitä, niiden suuruusluokkia sekä soveltuvuutta yksittäisille KAJAK-kohteille ja koko KAJAK-hankkeelle, miten ja milloin rahoitusta on mahdollista hakea, kuka rahoitusta voi hakea ja millainen konsortiokokonaisuus hankkeeseen olisi tyyppillisesti tarpeen muodostaa sekä mahdollisen oheisrahoituksen tarve.	05/22–02/2023	Nina Lehtosalo, ympäristöministeriö	Ramboll Finland Oy, Pirkanmaan ELY-keskus
Pyhäsalmen pilotointi	Pilotoidaan raudan poistoa ja kuparin ja sinkin selektiivistä talteenottoa esimerkiksi Pyhäsalmen kaivosvedestä	8/2022–5/2023	Esther Takaluoma, KAMK	-

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
PuhdasAu vesi	Kullankaivuun vedenkäytön kehittäminen, veden määrä, veden käyttö, varauttaminen poikkeustilanteisiin, ja veden tarkastussuunnitelman uudistaminen	4/2021–4/2023	Esther Takaluoma, KAMK	Lapin Kullankaivajain Liitto
Excellency Network Building for Comprehensive Research and Assessment of Geofluids - ENeRAG	ENeRAG vahvistaa merkittävästi geofluidien tutkimuksen tutkimus- ja innovointivalmiuksia ja siten pohjaveden, geotermisen energian ja hydrotermisten mineraalivarojen resurssien arviointia Eötvös Lorándin yliopistossa (ELTE, Unkari). Tämä tehdään yhteistyössä Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) ja Milanon yliopiston (UMIL, Italia) kanssa.	10/2018–03/2022	Nike Luodes, GTK	-
Outokumpu Sustainable Mining Solutions (OSM)	Hankkeen tavoitteena on luoda Outokumpu Mining Hub ekosysteemi, jonka tuottaa palveluja sivukivien ja rikastushiekköjen parempaan hyödyntämiseen. Palveluja tarjotaan kaivosteollisuudelle kotimaassa ja ulkomailla.	1.2022–4.2023	Ilkka Nykänen, Business Joensuu	GTK
Lapin kaivannaisalan yhteistoiminnan kehittäminen	1. kehittää Lapin kaivannaisalueiden yritysten yhteistoimintaa, 2. käynnistää uudelleen IP-alueen kaivannaisalan dialogi ja 3. kv-verkostoituminen ja vaikuttaminen	9/22–5/23	Hannu Panttila, GTK	-
Solutions for CRITICAL Raw materials - a European Expert Network 2 - SCRREEN 2	Käynnistettiin kehittämään SCRREEN-asiantuntijaverkostoa kattamaan kaikki raaka-aineet. Erityisesti SCRREEN2 kehittää verkostoa ja julkaisee alakohtaisia näkymiä, joissa analysoidaan raaka-aineiden tulevaa tarjontaa ja kysyntää.	11/2020–10/2023	GTK	VTT
CLT-levyt maan pinnan kantavuuden vahvistajana puunkorjuussa. CLT Access Matting	Tutkia CLT-levyjen hyödynnettävyyttä pehmeiden maiden ympärivuotisessa puunkorjuussa ja löytää uusia ratkaisuja tilapäisen tien ja kulun parantamiseksi. Tuottaa tietoa ja tiedottaa maan kantavuuden parantamismenetelmistä. Mahdollisia hyödyntäjiä ovat mm. malminetsintä, pelastustoimi sekä puolustusvoimat.	1.10.2020–31.8.2023	Anne Saloniemi, Lapin AMK	Kemin Digipolis, Luke, Metsäkeskus

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Earth observation and Earth GNSS data acquisition and processing platform for safe, sustainable and cost-efficient mining operations - GoldenEye	Kehittää järjestelmän, jonka avulla satelliitit, dronit ja in situ -anturit keräävät korkearesoluutioista dataa kaivosympäristöstä. Tiedot muunnetaan AI-käsittelyssä tietovarannoiksi, joita voidaan käyttää turvallisuuden ja ympäristön havainnointiin sekä tehokkaampaan materiaalien hyödyntämiseen. Yhdistää kaukokartoitus- ja paikannusteknologioita maanhavainnointi- ja GNSS-datan hyödyntämiseksi sekä data-analytiikkaan ja koneoppimisalgoritmeihin perustuva datafuusiota ja prosessointia. Järjestelmää demonstroidaan Bulgariassa, Suomessa, Saksassa, Kosovossa ja Romaniassa.	01/2020–10/2023	Marko Paavola, VTT	Radai Oy, Sandvik Mining and Construction, Timegate Intruments, Oulun yliopisto
Kierroksia biopeittoon – kiertotaloutta edistävät uudet alueelliset toimintamallit ja biopeittoratkaisut kaivosten jälkihoidossa	Hankkeen päätavoitteena on selvittää, voidaanko tätä riskiä pienentää käyttämällä peittoratkaisua, joka sisältää vettä ja raskasmetalleja sitovaa biohiiltä sekä kasvien kasvua parantavaa jätevesilietekompostia ja tuhkaa.	1/20–6/23	Luke	GTK
Sustainable processing and traceability of battery metals, minerals and materials BATTRACE	BATTRACE-konsortio kehittää teknologiaa akkumetallien, -mineraalien ja -materiaalien jäljitettävyyteen ja kestävään tuotantoon. Miten pystyy muodostamaan koostumukseen perustuvan sormenjäljen, miten pitkälle sormenjälki säilyy tunnistettavana arvoketjussa ja missä määrin sen perusteella pystyy erottelemaan, mistä tietystä mineraaliesiintymästä akkumineraali on peräisin.	05/2020–10/2023	Päivi Kinnunen, VTT ja Jussi Pokki, GTK	GTK, Suomen Malmijalostus, Finnish Battery Chemicals, Keliber, Metso Outotec, Valmet Automation, Latitude 66 Cobalt, Grafintec, Mawson, FinnCobalt
MineRobotics Digital learning environment for mining automation - automatic control of mining machines	Hankkeessa kehitetään digitaalinen oppimisympäristö kaivosautomaatioon ja robotiikkaan	4/22–10/23	Tanja Kolli, Oulu Mining School	-
NextGeneration Mining	5G kaivosympäristössä	4/21–5/23	-	-

Hankkeen nimi	Hankkeen tavoitteet	Kesto	Koordinaattori Suomessa	Suomalaiset partnerit
Kovettuvat kaivostäytöt Kove-Pro	Tutkitaan kuivatun rikastushiekan stabilointia ja hyötykäyttöä kaivosten täyttömateriaalina. Mikä on optimaalinen resepti täyttömateriaalille ja miten materiaali reagoi kaivostoiminnan aikana, ennen kaivoksen sulkemista ja täyttymistä vedellä. Tutkitaan täyttömateriaalissa käytettävän sementin määrän vähentämistä ja sen korvaamista kuonalla tai tuhalla ja näiden uusien täyttömateriaalien reaktioita simuloituissa kaivosolosuhteissa. Rikastushiekan stabiloitavuutta ja pumpattavuutta pyritään parantamaan tehostinkemikaalien avulla.	6/2019–8/2021	Petri Juntunen, Savonia-ammattikorkeakoulu	GTK
Sivukivi kiertoon	Hankkeella pyrittiin edistämään Pirkanmaan rakennuskivilouhimoiden sivukivivarantojen käyttöönottoa, vähentämään sivukiven syntyä jatkossa sekä parantamaan luonnonkivialan ja maarakentamisen resurssitehokkuutta.	2/2019–5/2020	Iris Lehtonen, Pirkanmaan liitto	Oriveden kaupunki, Tampereen kaupunki, Ylöjärven kaupunki, Kiviteollisuusliitto ry
INFACT - Innovatiivinen, haitaton ja hyväksyttävä malminetsintäteknologia	Projektin tarkoituksena on kehittää hyväksyttävämpiä teknologioita, edistää malminetsintäteollisuutta ja vapauttaa hyödyntämätön potentiaali uusilla ja kypsillä alueilla. Tätä varten on valittu kolme eurooppalaista esimerkkikohdetta Saksassa Geyer, Suomessa Sakatti ja Espanjassa Minas de Riotinto, Gerena.	10/2017–1/2021	Kari Oinonen, SYKE	Oulun yliopisto, UEF, AA Sakatti Mining

Lähteet

Australian Resources & Investment (2023), Tom Parker, Nikkelin hintakehitys. Saatavissa: <https://www.australianresourcesandinvestment.com.au/2023/04/06/nickel-could-average-us32000-in-years-to-come/>

Blomberg (2023), Litiumin hintakehitys, saatavissa: <https://www.mining.com/australia-forecasts-brutal-lithium-price-correction-as-output-surges/>

CNGR Finland Oy, 31.5.2023, CNGR Finland Oy:n ympäristölupahakemus: kommentointijakso käynnissä, saatavissa: <https://cngr.fi/ajankohtaista/cngr-finland-oy-n-ymp%C3%A4rist%C3%B6lupahakemuksen-komentointijakso-on-k%C3%A4ynnistynyt>

Erkki Hollo, Ympäristölakiasiantoinen Ekroos&Kiviniemi Oy Merenpohjan mineraalien hyödyntämisen lainsäädäntö ja kehittäminen, VN TEAS;2020, Ramboll Finland Oy, Geologiantutkimuskeskus GTK, Saatavissa: [Merenpohjan mineraalien hyödyntämisen lainsäädäntö ja kehittäminen | Tieto käyttöön \(tietokayttoon.fi\)](#)

European Commission 2023. Critical raw materials. Saatavissa: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en

Euroopan unioni 2023, EU:n kaivostoiminnan alueellisten ekosysteemien parantaminen vihreän siirtymän tukemiseksi ja mineraaliraaka-aineiden saannin turvaamiseksi, [Enhancing EU Mining Regional Ecosystems to Support the Green Transition and Secure Mineral Raw Materials Supply \(europa.eu\)](#)

First Quantum Minerals 2023. 2022 Annual Report. 166 s. Saatavissa: https://s24.q4cdn.com/821689673/files/doc_downloads/2022-annual-report/First-Quantum-2022-AR-online.pdf

Fraser Institute 4.5.2023, Annual Survey of Mining Companies, 2022 saatavissa: [Annual Survey of Mining Companies, 2022 | Fraser Institute](#)

Idoine, N. E., Raycraft, E. R., Price, F., Hobbs, S. F., Deady, E. A., Everett, P., Shaw, R. A., Evans, E. J. & Mills, A. J. 2023. World Mineral Production 2017–2021. British Geological Survey. 88 s. Saatavissa: <https://www2.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/worldStatistics.html>

IMF (2023), WORLD ECONOMIC OUTLOOK INTERNATIONAL MONETARY FUND Near-Term Resilience, Persistent Challenges UPDATE, 7/2023. Saatavissa: (World Economic Outlook Update, July 2023: Near-Term Resilience, Persistent Challenges ([imf.org](https://www.imf.org)))

[Jervois 23.6.2023](https://www.jervois.com), yhtiölle on myönnetty 12 M€ rahoitus Business Finlandilta mahdollisen koboltti liiketoiminnan tuotantokapasiteetin nostoon Kokkolassa, Saatavissa: <https://wcsecure.weblink.com.au/pdf/JRV/02678975.pdf>

Kaikkonen, L., Virtanen, E.A., Kostamo, K., Lappalainen, J., Kotilainen, A.T., 2019. Extensive Coverage of Marine Mineral Concretions Revealed in Shallow Shelf Sea Areas. *Frontiers in Marine Science* 6: 541. doi: 10.3389/fmars.2019.00541

Korkein hallinto-oikeus, 15.6.2023, Korkein hallinto-oikeus teki katselmuksen Kittilän kaivokselle, Saatavissa: [KHO arvioi katselmuksella Kittilän kultakaivoksen ympäristövaikutuksia - Korkein hallinto-oikeus](https://www.kho.fi/kho/arkisto/kho-arvioi-katselmuksella-kittilan-kultakaivoksen-ymparistovaikutuksia-korkein-hallinto-oikeus)

Kostamo, K. (toim.) 2021. Merihiekan ja merenalaisten mineraalivarantojen keskeinen käyttö. Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:3, Helsinki, 109 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-193-1>

Outokumpu 2023. Annual report 2022. 220 s. Saatavissa: <https://www.outokumpu.com/en/investors/materials/2022>

Puustinen, K. 2003. Suomen kaivosteollisuus ja mineraalisten raaka-aineiden tuotanto vuosina 1530-2001, historiallinen katsaus erityisesti tuotantolukujen valossa. 578 s. Saatavissa: https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/m10_1_2003_3.pdf

PwC Mine 2023: 20th edition. The era of reinvention. Saatavissa: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/energy-utilities-resources/publications/mine.html>

Reuters (2023), [Pratima Desai](https://www.reuters.com/markets/commodities/cobalt-supplies-swamp-market-pressure-prices-further-2023-03-07/), 7.3.2023. Saatavissa: <https://www.reuters.com/markets/commodities/cobalt-supplies-swamp-market-pressure-prices-further-2023-03-07/>

Reuters, Bloomberg (2023). Kuparin hinnan ja saatavuuden vaikutukset teollisuudelle, Saatavissa: <https://www.reuters.com/markets/commodities/copper-industry-warns-looming-supply-gap-without-more-mines-2023-04-20/>

<https://www.bloomberg.com/news/features/2023-05-02/copper-faces-troubled-future-as-renewable-energy-causes-demand-to-surge?leadSource=uverify%20wall>

Rikasteiden, metallien, mineraalien ja vuolukiven tuotanto Suomessa (tonnia /v). Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) ja Geologian tutkimuskeskus (GTK). Saatavissa: <https://tukes.fi/documents/5470659/6373016/Metallien+ja+mineraalien+tuotanto+Suomessa++2013-2022.pdf/962068ce-1955-7ff5-dee3-d53387e42fee/Metallien+ja+mineraalien+tuotanto+Suomessa++2013-2022.pdf?t=1679637813519>

Statistics, Enterprises by Industry, TEM macrobond

Suomen Pankki (2023), SUOMEN TALOUDEN VÄLIENNUSTE – SYYSKUU 2023, saatavissa: [Talouden toipuminen viivästyy – Euro ja talous](#)

Terrafame 17.02.2023, Terrafamen Kolmisoppi-hanke etenee kaksivaiheisena, saatavissa: [Terrafamen Kolmisoppi-hanke etenee kaksivaiheisena - Terrafame](#)

Tilastokeskus, teollisuuden liikevaihtokuvaaja

Tilastokeskus, asiakaskohtainen suhdannepalvelu

Tilastokeskus, Yritysten rakenne- ja tilinpäätöstilaston tilastoyksiköiden joukko muuttuu. Tiedote 3.3.2023. Osoitteessa: <https://www.stat.fi/muutostiedote/cleog8dvackwt0bvyrqenfexu>

Tilastokeskus 2022b. Rakennetilastoissa aikasarjakatkoksen aiheuttavia muutoksia tilastovuodesta 2021 alkaen. Tiedote 19.12.2022. Osoitteessa: <https://www.stat.fi/muutostiedote/cl830vmdylj6y0dvxnwsr6dbg>

Tilastotietoja vuoriteollisuudesta 2022. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Saatavissa: <https://tukes.fi/documents/5470659/6373016/Tilastotietoja+vuoriteollisuudesta+2022.pdf/bee6aeec-36ec-6ac8-49eb-9eccf2604f60/Tilastotietoja+vuoriteollisuudesta+2022.pdf?t=1679638030923>

Teknolomiteollisuus (2023), Talousnäkymät 3/2023. Saatavissa: [T_Talousnäkymät_3-2023-FI-digi2.pdf \(teknolomiteollisuus.fi\)](#)

Uljas – Tavaroiden ulkomaankauppatilastot. Digitaalinen tilastotietokanta [Elektroninen aineisto]. Tulli. Saatavissa: <https://uljas.tulli.fi/>

Umicore 2.2.2023, Umicore ja Terrafame solmivat pitkäaikaisen sopimuksen vähähiilisen ja vastuullisen nikkelin toimituksista, saatavissa: [Umicore solmivat pitkäaikaisen ja vastuullisen nikkelin toimituksista | Umicore Finland](#)

USGS 2023. Mineral Commodity Summaries 2023. Saatavissa: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf>

Valmet 23.2.2023, Valmet automotive on aloittanut akkutuotannon Kirchardtin tehtaalla Saksassa, saatavissa: <https://www.valmet-automotive.com/fi/media/valmet-automotive-on-aloittanut-akkutuotannon-kirchardtin-tehtaalla-saksassa/>

Valtiovarainministeriö, kansantalousosasto, Taloudellinen katsaus, kesä 2023, Valtiovarainministeriön julkaisuja 2023:51 [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165030/VM_2023_51.pdf?sequence=1&isAllowed=y]

Verohallinto, 2023, Kaivosmineraalivero, saatavissa: [Kaivosmineraalivero - vero.fi](https://www.vero.fi/kaivosmineraalivero)

Yle 30.6.2023, Ely-keskus: BASF:n akkumateriaalitehtaan uudet ympäristötoimet voivat mahdollistaa tehtaan käynnistämisen, saatavissa: <https://yle.fi/a/74-20039223>

Äffärer 12.1.2022, Lennart Häkkansson, Halutaan louhia merenpohjan mineraaleja Pohjanlahden pohjasta, saatavissa: [WHO haluaa louhia mineraaleja Pohjanlahdella - \(affarerinorr.se\)](https://www.affarerinorr.se/)

Työ- ja elinkeinoministeriö

www.tem.fi

Maa- ja metsätalousministeriö

www.mmm.fi

ELY-keskus

www.ely-keskus.fi

Geologian tutkimuskeskus

www.gtk.fi

Business Finland

www.businessfinland.fi



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet