

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 40/2018

TEM Toimialapalvelu • Syksy 2018

# Toimialaraportit

## Kaivosala

[www.temtoimialapalvelu.fi](http://www.temtoimialapalvelu.fi)



Työ- ja elinkeinoministeriö  
Arbets- och näringsministeriet

# Kaivosala

Toimialaraportti | Heino Vasara  
40/2018 |



Tekijät (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)		Julkaisu-aika
Vasara, Heino		21.11.2018
		Toimeksiantaja(t)
		Työ- ja elinkeinoministeriö
		Toimielimen asettamispäivä
Julkaisun nimi		
Toimialaraportit – Kaivosala		
Tiivistelmä		
<p>Toimialaraportti keskittyy kaivosteollisuuden nykytilaan ja näkymiin Suomessa ja osin globaalisti.</p> <p>Suomessa toimi vuonna 2017 yhdeksän metallimalmikaivosta ja 27 teollisuusmineraalikaivosta. Kaivosteollisuuden suora ja välillinen työllisyysvaikutus on noin 13 000 henkilötyövuotta. Kaivosteollisuuden vaikutus arvonlisään arvioidaan olevan noin 1 200 miljoonaa euroa vuonna 2016. Olemassa olevat kaivokset ovat laajentaneet toimintaansa. Vuonna 2017 Suomen metallimalmikaivoksista louhittiin malmia yhteensä 32 miljoonaa tonnia ja teollisuusmineraalien hyötykiveä 16,5 miljoonaa tonnia. Investoinnit malminetsintään ovat edelleen kasvaneet vuonna 2017. Malminetsintää harjoittavat Suomessa sekä kaivosyhtiöt että junioriyhtiöt. Junioriyhtiöt keskittyvät etsimään ja tutkimaan otollisia uusia kohteita, myös vähemmän tutkituilta alueilta.</p> <p>Suomen kaivokset parantavat raaka-aineomavaraisuutta, mutta Suomen metallien jalostus on silti riippuvainen raaka-aineiden tuonnista. Vuonna 2017 metallimalmirikasteita tuotiin Suomeen yhteensä 4,3 miljoonaa tonnia, ja metallimalmirikasteita vietiin 0,415 miljoonaa tonnia. Vuoden 2015 jälkeen yritysten liikevaihdon kasvu on jatkunut suhteellisen voimakkaana ja kehityksen arvioidaan jatkuvan kasvavana.</p> <p>Kaivosteollisuus on syklinen ala, johon vaikuttaa maailmanmarkkinoiden raaka-aineiden hintakehitys. Metallien hintakehitykseen vaikuttavat kysynnän ja tarjonnan lisäksi kansainväliset suhdanteet kauppapolitiikassa, maiden asettamat tullit sekä sijoittajien käyttäytyminen. Kaivostoiminnan aktivoituminen on myös synnyttänyt uusia teknologiaritityksiä ja vauhdittanut pk-yritysten kasvua. Paljon keskustelua globaalilla taosolla ovat viime aikoina herättäneet liikenteen sähköistyminen, energiamurros ja ympäristövaatteet. Myös raaka-aineiden jäljitettävyyden lisääminen ja siihen teollisuus ja hallinto haluavat parannuksia.</p> <p>Kaivostoiminnalla on Suomessa pitkät perinteet. Suomen vetovoimatekijöitä ovat hyvä geologinen tieto, malmipotentiaali, infrastruktuuri, yleinen korkea koulutustaso sekä maan yhteiskunnallinen ja poliittinen vakaus. Kaivostoiminta on globaalia liiketoimintaa. Hyvä esiintymä sekä hyvin ja vastuullisesti tehty pohjatyö edesauttavat ulkopuolisen rahoituksen saamista. Uusia liiketoimintamahdollisuuksia yrityksille voi syntyä esimerkiksi ratkaisuihin kestävästi kaivostoimintaan, sivuvirtojen hallintaan ja muista uusista teknologioista. Kaivostoimintaa tulee edelleen kehittää ympäristön kannalta sosiaalisesti ja taloudellisesti kestäväällä tavalla. Myös molemminpuolista vuoropuhelua alueen muiden elinkeinojen kanssa tulee lisätä.</p> <p>TEM:n yhdyshenkilö: Innovaatiot- ja yritysrahoitus-osasto/Toimialapalvelu/Katri Lehtonen, s-posti: katri.lehtonen(at)tem.fi puh. 029 506 4926 ELY-keskuksen yhdyshenkilö: Heino Vasara; heino.vasara(at)ely-keskus.fi, puh. 050 396 2695</p>		
Asiasanat		
Kaivosteollisuus, kaivostoiminta, kaivannaistoiminta, malminetsintä, louhinta, metallimalmit, mineraalirikasteet, teollisuusmineraalit, kestävä kaivostoiminta		
ISSN Verkkojulkaisu	ISBN Verkkojulkaisu	
1797-3562	978-952-327-353-5	
Kokonaissivumäärä	Kieli	Hinta
89	Suomi	-
Julkaisija	Kustantaja	
Työ- ja elinkeinoministeriö		



Författare  Vasara, Heino	Publiceringsdatum 21.11.2018	
	Uppdragsgivare Arbets- och näringsministeriet	
	Organets tillsättningsdatum	
Publikationens titel Branschrapporter - gruvindustrin		
Referat <p>Branschrapporten fokuserar på gruvindustrins nuläge och utsikter i Finland och delvis även på global nivå.</p> <p>År 2017 var nio metallmalmgruvor och 27 industrimineralgruvor verksamma i Finland. Gruvindustrins direkta och indirekta sysselsättningseffekt är cirka 13 000 årsverken. Gruvindustrins bidrag till förädlingsvärdet beräknas ha uppgått till cirka 1 200 miljoner euro 2016. De befintliga gruvorna har utvidgat sin verksamhet. År 2017 bröts det sammanlagt 32 miljoner ton malm och 16,5 miljoner ton nyttosten för industrimineraler i Finlands metallmalmgruvor. Investeringarna i malmletning har fortsatt att öka under 2017. Malmletning bedrivs i Finland av både gruvbolag och juniorbolag. Juniorbolagen koncentrerar sig på att leta efter och undersöka lämpliga nya objekt, även i mindre utforskade områden.</p> <p>Finlands gruvor förbättrar självförsörjningsgraden i fråga om råvaror, men metallförädlingen i Finland är ändå beroende av råvaruimport. År 2017 importerades sammanlagt 4,3 miljoner ton malmkoncentrat till Finland, och 0,415 miljoner ton malmkoncentrat exporterades. Efter 2015 har företagets omsättning fortsatt att öka relativt starkt, och utvecklingen bedöms fortsätta i samma riktning.</p> <p>Gruvindustrin är en cyklisk bransch, som påverkas av hur råvarupriserna utvecklas på världsmarknaden. På metallernas prisutveckling inverkar utöver efterfrågan och utbud de internationella konjunkturerna inom handelspolitiken, olika länders tullar och placerarnas beteende. Att gruvdriften har blivit aktivare har även gett upphov till nya teknikföretag och påskyndat de små och medelstora företagens tillväxt. Under den senaste tiden har elektrifiering inom transportsektorn, energiomställningen och miljökrav väckt mycket diskussion på global nivå. Både industrin och förvaltningen vill också förbättra råvarornas spårbarhet.</p> <p>Gruvdriften har långa anor i Finland. Faktorer som gör Finland till ett attraktivt land med tanke på gruvdrift är god geologisk kunskap, malmpotential och infrastruktur, en hög allmän utbildningsnivå samt samhälllig och politisk stabilitet. Gruvdriften är global affärsverksamhet. En god fyndighet samt ett gott och ansvarsfullt utfört grundarbete gör det lättare att få extern finansiering. Nya möjligheter till affärsverksamhet för företag kan uppkomma till exempel av lösningar för hållbar gruvdrift, hantering av biprodukter och annan ny teknik. Gruvdriften bör vidareutvecklas på ett sätt som är socialt och ekonomiskt hållbart för miljön. Även den ömsesidiga dialogen med övriga näringar i området bör bli aktivare.</p> <p>Kontaktperson vid arbets- och näringsministeriet: Avdelningen för innovationer och företagsfinansiering/ Branschtjänst/Katri Lehtonen, e-post: katri.lehtonen(at)tem.fi, tfn 029 506 4926 Kontaktperson vid närings-, trafik- och miljöcentralen: Heino Vasara; heino.vasara(at)ely-keskus.fi, tfn 050 396 2695</p>		
Nyckelord gruvindustri, gruvdrift, utvinning, malmletning, brytning, metallmalmer, mineralsliger, industrimineraler, hållbar gruvdrift		
ISSN Nätpublikation 1797-3562	ISBN Nätpublikation 978-952-327-353-5	
Sidantal 89	Språk Finska	Pris -
Utgivare Arbets- och näringsministeriet		Förläggare



Visiting address

Postal address

Publications of the Ministry of Economic Affairs and  
Employment

Aleksanterinkatu 4  
FI-00170 HELSINKI,  
FINLAND

P.O. Box 32  
FI-00023 GOVERNMENT,  
FINLAND

Tel. +358 295 0000  
Fax +358 9 1606 3666

Sector reports 40/2018

<p>Authors (institution: Name, Chairperson, Secretary)</p> <p>Vasara, Heino</p>	<p>Date</p> <p>21.11.2018</p>
	<p>Commissioned by</p> <p>Ministry of Economic Affairs and Employment</p>
	<p>Date of appointment</p>
<p>Title</p> <p>Sector reports – Mining industry</p>	
<p>Abstract</p> <p>This sector report examines the current state and outlook of mining industry mainly in Finland but also globally.</p> <p>In 2017, there were nine metallic mineral mines and 27 industrial mineral mines operating in Finland. The mining industry's direct and indirect effect on employment was around 13,000 man-years. Its estimated effect on added value was estimated at around EUR 1,200 million in 2016. The existing mines have expanded their operations. In 2017, a total of 32 Mt of ore was extracted in Finland's metallic mineral mines and 16.5 Mt in the industrial mineral mines. Investments in ore prospecting continued to grow in 2017. Both mining companies and junior companies carry out ore exploration in Finland. Junior companies focus on finding and investigating potential new sites even in areas where little or no exploration has taken place.</p> <p>While the mines operating in Finland are investing to improve their self-sufficiency for raw materials, the metal refining industry in Finland is strongly dependent on the imports of raw materials. In 2017, the imports of metallic ore concentrates totalled 4.3 Mt and the exports 0.415 Mt. Since 2015, enterprises' turnover growth has been fairly strong and the growth trend is expected to continue still.</p> <p>The mining industry is subject to cyclical changes affected by raw material prices in the global market. Metal price trends depend not only on supply and demand but also on international trade conditions, customs duties and investors' behaviour. The increasing activity in the mining industry has also generated new technology enterprises and accelerated growth in SMEs. Topical global developments include electrification of transport, the energy transition and environmental protection. The traceability of raw materials is another issue where both the industry and governments want to see improvement.</p> <p>Finland has a long tradition of mining. The key factors that attract international investors and operators include the good geological knowledge base, ore potential, infrastructure, high level of education, and social and economic stability. Mining is global business. A good ore deposit and well and responsibly conducted groundwork help in attracting external funding. Enterprises can find new business opportunities in sustainable mining, side-stream management and other new technologies. The mining industry must continue to develop its activities towards greater social, economic and environmental sustainability. More dialogue is also needed between different sectors of trade.</p> <p>Contact person at the Ministry of Economic Affairs and Employment: Innovations and Enterprise Financing/Business Sector Services/Katri Lehtonen, email: katri.lehtonen(at)tem.fi tel. +358 29 506 4926 Contact person at ELY Centre: Heino Vasara; heino.vasara(at)ely-keskus.fi, tel. +358 50 396 2695</p>	
<p>Keywords</p> <p>Mining industry, mining, mineral extraction, ore exploration, extraction, metallic minerals, ore concentrates, industrial minerals, sustainable mining</p>	
<p>ISSN</p> <p>1797-3562</p>	<p>ISBN</p> <p>978-952-327-353-5</p>
<p>Pages</p> <p>89</p>	<p>Language</p> <p>Finnish</p> <p>Price</p> <p>-</p>
<p>Published by</p> <p>Ministry of Economic Affairs and Employment</p>	<p>Sold byS</p>

# Sisällys

<b>Saatteeksi</b> .....	<b>7</b>
<b>Osa 1. Katsaus toimialaan</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Toimialan määrittely</b> .....	<b>9</b>
1.1 Alan kuvaus ja määrittely .....	9
1.2 Toimialan kytkeytyminen muihin aloihin .....	12
1.3 SWOT-tarkastelu toimialalle.....	13
<b>2 Toimialan sijoittuminen</b> .....	<b>16</b>
2.1 Toimialan yritykset Suomessa.....	16
2.2 Toimipaikat Suomessa .....	18
2.3 Toimialan alueellinen jakauma ja hankkeiden kehitysvaiheet (Bo Långbacka, GTK) .....	18
2.3.1 Vireillä olevia kaivoshankkeita .....	18
2.3.2 Suljettuja kaivoksia avataan uudelleen.....	18
2.3.3 Pidemmän aikavälin kaivoshankkeet.....	19
2.3.4 Kaivosten laajenemiset.....	21
2.3.5 Akkuminaeralikaivokset ja akkuminaeraliprojekteja.....	21
2.4 Toimialan logistiikka .....	22
<b>3 Tuotantomäärät (Jussi Pokki, GTK)</b> .....	<b>24</b>
3.1 Metallimalmit .....	24
3.2 Teollisuusmineraalit.....	30
<b>4 Markkinoiden rakenne ja kehitys</b> .....	<b>33</b>
4.1 Markkinoiden kokonaiskuva (Mari Kivinen, Bo Långbacka, GTK) .....	33
4.2 Kotimaan markkinat ja asiakastoimialat.....	33
4.2.1 Metallimalmit.....	33
4.2.2 Teollisuusmineraalit .....	34
4.3 Ulkomaankauppa (Jussi Pokki, GTK) .....	35
4.3.1 Metallimalmirikasteet .....	35
4.3.2 Jalometallit.....	43
4.4.3 Teollisuusmineraalit (kaoliini, kalkkikivituotteet, talkki).....	44
<b>5 Taloudellinen tila</b> .....	<b>46</b>

<b>6</b>	<b>Investoinnit, tutkimus ja kehitystoiminta sekä EU:n mineraalipolitiikka ja kriittiset raaka-aineet .....</b>	<b>47</b>
6.1	Toimialan investoinnit.....	47
6.2	Malminetsintä kaivosalan tutkimus- ja kehitystoimintana.....	48
6.3	Euroopan unionin mineraalipolitiikka (Mari Kivinen ja Asko Käpyaho, GTK).....	51
<b>7</b>	<b>Suomessa louhittujen metallien ja mineraalien globaalit markkinanäkymät (Simon Michaux, GTK) .....</b>	<b>54</b>
7.1	Metallien ja mineraalien globaaleihin resursseihin, tuotantoon ja markkinatilanteeseen vaikuttavat tekijät .....	54
7.2	Eräiden metallien ja mineraalien globaalit resurssit ja kaivostuotanto	60
7.2.1	Kromi .....	60
7.2.2	Koboltti.....	61
7.2.3	Kupari .....	62
7.2.4	Kulta.....	63
7.2.5	Grafiitti .....	64
7.2.6	Litium .....	65
7.2.7	Nikkeli .....	66
7.2.8	Fosfaattikivi.....	67
7.2.9	Platina ja palladium.....	68
7.2.10	Vanadiini .....	68
7.2.11	Sinkki .....	69
<b>8</b>	<b>Katsaus tulevaisuuteen .....</b>	<b>70</b>
8.1	Toimialan asema ja merkitys tulevaisuudessa .....	70
8.2	Toimialan yleiset muutosvoimat .....	72
8.2.1	Akkutoimialan kasvuun panostetaan vahvasti (Business Finland Seppo Kaikkonen).....	72
8.2.2	Suomen mahdollisuudet sähköautojen akkujen tuotannossa (Suomen malmijalostus Oy).....	74
<b>9</b>	<b>Yhteenveto.....</b>	<b>77</b>
Liite 1.	Vienti- ja tuontitilastoissa käytetyt CN8-tullinimikkeet.....	81
LIITE 2.	Aluehallintovirastolta haettava ympäristölupa .....	83
Liite 3.	Tuotanto ja tuotantomenetelmät (Mari Kivinen, GTK).....	85
Liite 4.	Kaoliinin, kalkkikivituotteiden, dolomiittituotteiden ja talkin viennin ja tuonnin määrät tonneina ja euroina .....	89

# Saatteeksi

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

Samanaikaisesti toimialaraporttien kanssa julkaistaan myös pk-toimialabarometrit, jotka käsittelevät pk-yritysten nykytilaa ja tulevaisuuden odotuksia. Pk-toimialabarometrit perustuvat työ- ja elinkeinoministeriön, Suomen Yrittäjien sekä Finnvera Oyj:n teettämään yrityskyselyyn.

Vuonna 2018 julkaistaan yhteensä kahdeksan toimialaraporttia. Ne käsittelevät elintarvikealaa, uusiutuvaa energiaa, puutuotealaa, kaivosteollisuutta, sosiaali- ja terveystaloutta, matkailua, liike-elämän palveluita sekä luonnontuotealaa.

Toimialaraporttien lisäksi julkaistaan kaksi kertaa vuodessa ajankohtaiskatsaus toimialojen näkymiin. Viimeisin **kaivosalan** näkymät julkaistiin **6.9.2018**.

Tämä kaivosalan toimialaraportti on tarkoitettu yrityksille, rahoittajille sekä alaa palvelevien organisaatioiden ja sidosryhmien tarpeisiin.

Julkaisujen tarkoituksena on tuoda esille alan asiantuntijoiden näkemyksiä työ- ja elinkeinoministeriön hallinnonalan julkisen rahoituksen suuntaamiseen sekä yritystoiminnan kehittämiseen. Ne palvelevat myös muiden sidosryhmien tarpeita.

Toimialapalvelu on työ- ja elinkeinoministeriön johdolla toimiva asiantuntijaverkosto. Se kokoaa, analysoi ja välittää tietoa yritysten toimintaympäristöstä päätöksenteon pohjaksi. Toimialapalvelun verkoston toteuttaa julkaisutoimintaa ja viestintää sekä järjestää asiantuntijaseminaareja. Julkaisut sekä uutiskirje ovat saatavissa Toimialapalvelun verkkosivuilta osoitteesta [www.tem.fi/toimialapalvelu](http://www.tem.fi/toimialapalvelu).

Kaivosteollisuuden näkymät Suomessa ja globaalisti ovat myönteiset, mutta haasteita on nähtävissä kansainvälisten suhdanteiden, resurssinationalismin ja kauppapolitiikan myötä. Suomen kaivosteollisuutta kohtaan on kuitenkin mielenkiintoa. Metallimalmikaivokset ovat nostaneet Suomen omavaraisuusastetta jatkojalostuksessa. Suomi on silti vahvasti riippuvainen raaka-aineiden tuonnista. Kaivosteollisuudella edistetään Suomessa sijaitsevien ja Suomeen sijoittuvien jatkojalostustehtaiden kilpailukykyä. Toimialan yritykset toimivat pääasiassa kasvukeskusten ulkopuolella, mikä on luonut työpaikkoja erityisesti Itä- ja Pohjois-Suomessa. Kasvun myötä on noussut esiin myös ongelmakohtia, ja kaivostoimintaa kohtaan on esitetty runsaasti kritiikkiä. Kaivosyhtiöiden tehtävänä on osoittaa jatkuvasti toimintansa positiiviset kokonaisvaikutukset alueelle ja minimoida haitalliset ympäristövaikutukset, sosiaaliset vaikutukset sekä haitat muille elinkeinoille.

Kaivosalan toimialaraportti valmisteltiin työryhmälähtöisesti TEM:n kaivosylitarkastaja Riikka Aaltosen johdolla. Valmistelusta vastasivat TEM Toimialapalvelu ja GTK. GTK:lla Pekka Tuomelan johdolla kirjoitustyöhön osallistuivat tänä vuonna Jussi Pokki, Bo Långbacka ja Simon Michaux. Ansiokkaiden karttojen toteutuksesta vastasi Jussi Pokki. Tukesille



kiitos hyvistä aineistoista. Toivon, että raportti kannustaa toimialaa kehittävään keskusteluun ja toimintaan sekä palvelee alasta kiinnostuneita.

Rovaniemellä 5.11.2018

Heino Vasara  
Kaivosalan toimialapäällikkö

# Osa 1. Katsaus toimialaan

## 1 Toimialan määrittely

### 1.1 Alan kuvaus ja määrittely

Kaivosteollisuuden näkymät Suomessa ja globaalisti ovat pysyneet myönteisenä. Nyky-yhteiskunta ei toimisi ilman kaivannaislähtöisiä materiaaleja ja tarvikkeita. Metalleja ei voida kasvattaa, mutta niitä voidaan kierrättää lähes rajattomasti. Kierrätys ja teollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen vähentävät syntyvää jätettä sekä säästävät energiaa ja luontoa. Esimerkiksi Tornion terästehtaan tuotannosta merkittävä osuus perustuu kierrätysromuun. EU:n taloudellisen kehityksen kannalta on listattu parikymmentä kriittistä raaka-ainetta, joiden kaikkien löytymiseen Suomesta on hyvät mahdollisuudet. Tärkeän ryhmän muodostavat high tech -metallit, joita tarvitaan erityisesti tulevaisuuden energia- ja ympäristöteollisuudessa. Maailmanpankin raportin mukaan Pariisin sopimukseen perustuva ilmastonmuutoksen torjuminen ja maapallon lämpötilan kasvun rajaaminen alle kahteen asteeseen sekä siirtyminen vihreään teknologiaan merkitsisivät yli 10-kertaista kasvua kobolttin, litiumin, nikkelin, kuparin ja alumiinin kulutuksessa vuoteen 2050 mennessä.

**Taulukko 1: Kaivosteollisuuden avainluvut 2017. Lähde: Yritysten raportit, tiedotteet ja muut lähteet.**

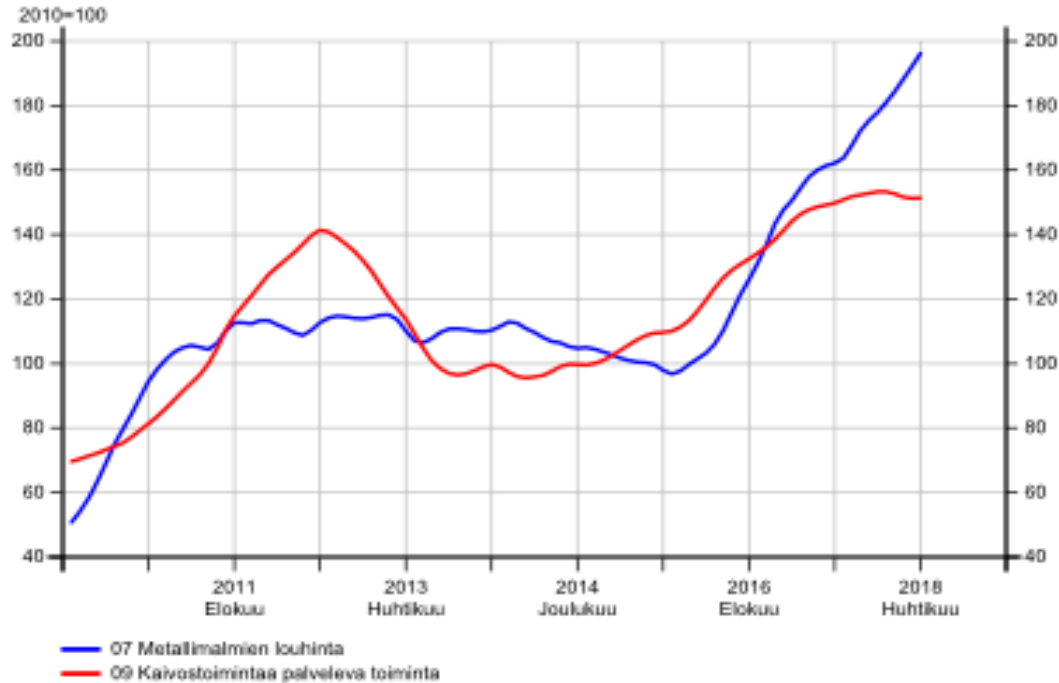
2017	Kaivosten lukumäärä	Liikevaihto (miljoonaa €)	Henkilöstö (pl. alihankinta)	Kokonaislouhinta (miljoonaa tonnia)	Päämetallit/-mineraalit
Metallimalmit	9	1 565	2 465*	85,1	kulta, kromi, kupari, PGE, nikkeli, sinkki, koboltti
Teollisuusmineraalit	27	1 032	1 716*	34,8	apatiitti, karbonaattikivet, talkki
Muut	6	29	216	0,5	vuolukivi, jalokivet, teollisuuskivet
<b>Yhteensä</b>	<b>42</b>	<b>2 053</b>	<b>4 517</b>	<b>120,4</b>	

\*Osan monialayhtiöiden henkilöstö- ja liikevaihtotietoja ei pysty erottelamaan kaivostoiminnan osuutta

Kuva 1: liikevaihdon suhdannekehitys aikavälillä 2010–4/2018 (Indeksi 2015 = 100).

Lähde: Toimiala Online/asiakaskohtainen suhdannepalvelu.

### Toimialapäälliköiden liikevaihdon suhdannekehitys: Aikasarjat Tiedot = Trendisarja

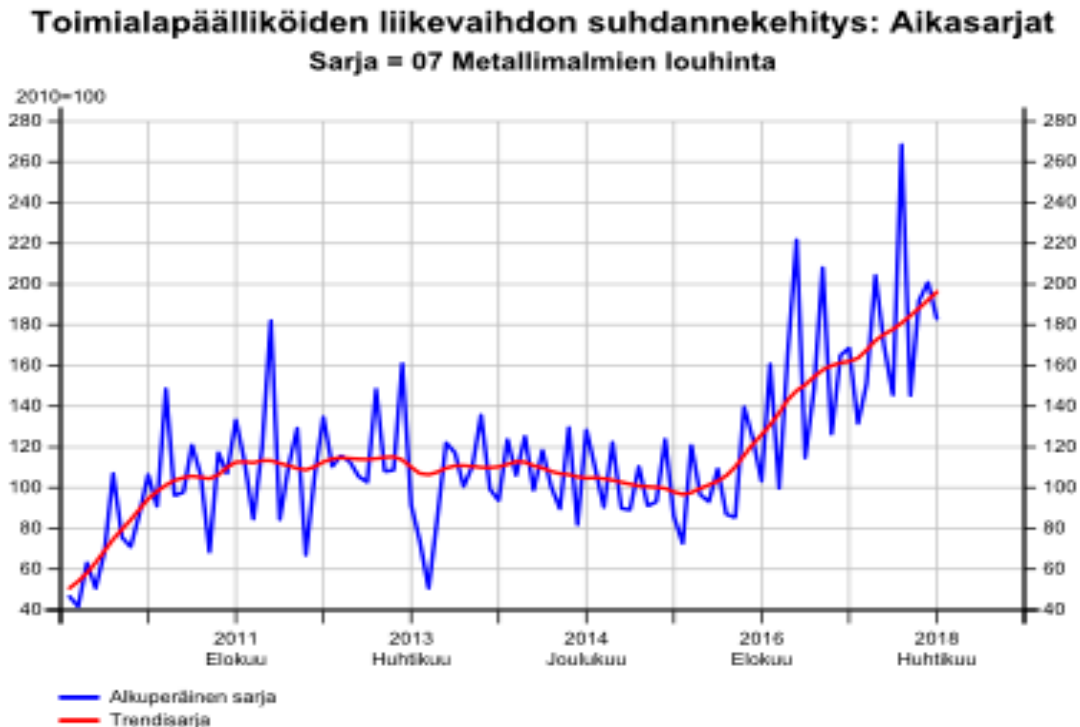


Metallien ja mineraalien kysyntää ovat lisänneet globaali väestönkasvu, elintason nousu ja kaupungistuminen. Metalleja tarvitaan muun muassa koneissa ja laitteissa, asunnoissa, autoissa ja elektroniikassa. Suomessa on louhittu rauta-, kromi-, kupari-, nikkeli-, sinkki-, kulta-, vanadiini-, titaani-, lyijy-, koboltti-, hopea-, wolframi- ja molybdeenimalmeja sekä harvinaisia maametalleja sisältävää malmia. Alla on esitetty metallimalmien louhinnan liikevaihtokuvaaja.

Teollisuusmineraaleja ovat laajasti ottaen kaikki mineraalit ja kivilajit, joilla on teollista käyttöä, lukuun ottamatta metallisia malmeja, mineraalisia polttoaineita ja jalokiviä. Teollisuusmineraaleja tarvitaan monien tuotteiden, muun muassa rakennusaineiden, lannoitteiden, astioiden, paperin, muovien, elektroniikan, kosmetiikan, lääkkeiden sekä elintarvikkeiden ja puhtaan juomaveden, valmistuksessa. Teollisuuskiviä ovat sellaisenaan murskatut ja jauhetut kivet, joita käytetään esimerkiksi vuorivillan tai sementin raaka-aineeksi.

Liikevaihdon kuvaajista näkee raaka-aineiden ja hintojen kysynnän muutoksen vaikutuksen 2010-2018 välillä. Vuodesta 2015 lähtien raaka-aineella on ollut hyvä kysyntä ja malmin louhintamäärät ovat olleet ennätyskorkeat.

**Kuva 2. Metallimalmien louhinnan (TOL 07) liikevaihdon kehitys 2010–4/2018 (Indeksi 2015 = 100). Lähde: Toimiala Online / Tilastokeskus, asiakaskohtainen suhdannepalvelu.**



Kaivannaisala on merkittävä työllistäjä Suomessa. Kesällä 2018 Teknologiateollisuus ry julkaisi selvityksen, jonka mukaan ala työllistää suoraan ja välillisesti 13 000 henkilötyövuotta, ja kaivosteollisuuden arvonlisän vaikutus kansantalouteen on 1 200 milj. euroa. EU:n ja Suomen metallien jalostus on riippuvainen mineraalien tuonnista. EU:ssa vain Ruotsilla ja Suomella on samanlainen malmipotentialinen kallioperä kuin suurissa kaivosmaissa.

Suomessa on käyty keskusteluja myös kotimaisen pääoman tärkeydestä kaivostoimialan kehittämisessä. Valtio on kuluvan vuoden aikana päättänyt satsata toimialan kehittämiseen Suomen Malmijalostus Oy:n kautta. Yhtiön erityistehtävänä on kehittää pitkäjänteisesti ja vastuullisesti Suomen akku- ja kaivostoimintaa yhdessä kotimaisten ja kansainvälisten toimijoiden kanssa. Suomeen avataan uusia merkittäviä kaivoksia, ja kaivosalasta odotetaan muotoutuvan tulevaisuudessa yksi Suomen kansantalouden teollisista tukipilareista. Vuonna 2017 kaivosteollisuuden, metallimalmien ja teollisuusmineraalienliikevaihto Suomessa oli noin 2 miljardia euroa. Kaivosteollisuuden liikevaihto kasvoi erityisesti raaka-aineiden hintojen nousun ja kysynnän kasvun takia (kuva 1). Ala työllisti vuonna 2017 Suomessa alihankkijoineen noin 4 500 henkilöä.

Tilastokeskuksen toimialaluokituksessa ala liittyy TOL 2008 -luokituksen mukaisiin toimialaluokkiin Metallimalmien louhinta (TOL 07) ja Kalkkikiven, kipsin, liidun ja dolomiitin louhinta (TOL 08112), Kemiallisten lannoitemineraalien louhinta (TOL 0891) ja Muualla luokittelematon kaivostoiminta ja louhinta (TOL 0899) sekä Kaivostoimintaa palveleva toiminta (TOL 09) ja Kaivos-, louhinta- ja rakennuskoneiden valmistus (TOL 2892). Tilastokeskuksen toimialaluokitusten mukainen tilastollinen toimialatarkastelu ei kuitenkaan ole mahdollista

tai mielekästä yritysten vähäisyyden ja heterogeenisuuden takia. Tietojen saantia on myös rajoitettu vähäisen yritysten määrän vuoksi, jotta tietosuoja säilyy. Esimerkiksi lannoitemineraalien louhintaa (TOL 08g1) Suomessa harjoittaa vain yksi yhtiö, Yara Suomi Oy, minkä takia tilastotietoja suojataan myös muissa toimialaluokissa ja luokituksen ylemmillä tasoilla. Lisäksi joitakin kaivostoimintaa harjoittavia yrityksiä on yritysrekisterissä luokiteltu muihin toimialaluokkiin, minkä vaikutus korostuu pienessä datapohjassa.

Suomella on vahva mineraaliklusteri, jolla on korkea rikastus- ja jatkojalostuskapasiteetti. Suomi valmistaa myös korkealaatuista kaivosteknologiaa. Yhdessä kaivannaisten tuottajat, rikastus- ja jatkojalostuslaitokset sekä palvelujen ja laitteiden toimittajat muodostavat mineraalisten raaka-aineiden ympärille vahvan teollisen ekosysteemin. Tämä vahva arvoketju tuottaa raaka-aineita, lisäarvoa ja hyvinvointia yhteiskunnalle. Tuoreimpana esimerkkinä klusterin vetovoimasta on kemian alan jättikonserni BASF:n päätös sijoittaa ensimmäinen uusia akkumateriaaleja valmistava tehtaansa Harjavaltaan. Tehdas sijoittuu nikkeliä ja kobolttia jalostavan Norilsk Nickelin viereen. BASF ja Norilsk Nickel aloittavat samalla yhteistyön.

Suomessa on paljon kaivannaistuotteiden jatkojalostukseen keskittyvää teollisuutta. Omavaraisuus raaka-aineissa auttaa ylläpitämään Suomen metallinjalostuksen kilpailukykyä pienentämällä metallinjalostuksen raaka-ainekustannuksia: esimerkiksi Outokummulle oma kromikaivos tuo kilpailuetua. Mustavaaran Kaivos Oy suunnittelee Taivalkoskelle kaivosta ja rikastamoita, josta magnetiittirikaste kuljetettaisiin vanadiinitehtaalle Raaheen. Lopputuotteena saataisiin ferrovanadiinia ja harkkorautaa.

Suomessa sijaitsevista kaivoksista syötetään raaka-ainetta jatkojalostukseen. Teknologiaeollisuus ry:n Tilanne ja näkymät -katsauksen 4/2018 mukaan metallien jalostusyri-tysten (terästuotteet, värimetallit, valut, metallimalmit) liikevaihto Suomessa vuonna 2017 oli 10,1 miljardia euroa, ja kasvua oli 17 % edelliseen vuoteen 2016. Kasvu tuli raaka-aineiden kohonneiden hintojen ja volyymikasvun vuoksi. Liikevaihdon kasvu on jatkunut tammi-heinäkuussa 2018. Liikevaihto on lähellä taantumaa edeltäneen vuoden 2007 lukua 11,1 miljardia. Henkilöstöä oli maaliskuussa 2018 kaikkiaan keskimäärin 16 500, joka on 350 enemmän kuin vuonna 2017. Maailmanlaajuisesti tuotanto lisääntyi Aasiassa, Pohjois-Amerikassa ja EU-maissa.

## 1.2 Toimialan kytkeytyminen muihin aloihin

Kaivosteollisuuden metallimineraalituotteita käytetään raaka-aineena metallien jatkojalostuksessa. Teollisuusmineraaleja, kuten kalkkikiveä ja talkkia, käytetään laajasti monissa käyttökohteissa. Kalkkikivituotteita sekä kalkkikivestä valmistettua poltettua ja sammutettua kalkkia käytetään muun muassa teräs-, kaivos-, sellu-, paperi- ja rakennusaineteollisuudessa sekä ympäristönhoidossa ja maataloudessa. Talkkia käytetään esimerkiksi sellu- ja paperiteollisuudessa, maaleissa, muoveissa ja farmaseuttisessa teollisuudessa. Kaivosteollisuuden lähialoja ovat alan koneiden, laitteiden, teknologian ja palveluiden tuotanto. Kaivosteollisuus on merkittävä kuljetuspalvelujen käyttäjä. Uudet kaivokset vaativat usein mittavia uusia liikennetkaisuja ja investointeja maanteihin, rautateihin ja satamiin. Uusien kaivosten perustamiset ovat myös suuria rakennushankkeita. Lisäksi eri viranomaisilla on

yhteys kaivostoimintaan, sillä kaivoksen perustaminen edellyttää erilaisia lupia ja lupamääräysten seuranta kaivostoiminnan aikana.

Toimialan sisällä toimii kestävän kaivostoiminnan verkosto, johon keskeiset toimijat ovat sitoutuneet. Tavoitteena on kehittää kestävämmän kaivostoiminnan edellytyksiä Suomessa. Verkosto toimii kaivosalan ja sen sidosryhmien jatkuvana keskustelu- ja yhteistyöfoorumina. Verkostossa on kehitetty ja räätälöity Suomeen sopivia työkaluja vastuullisemman ja kestävämmän kaivostoiminnan edistämiseksi sekä eri elinkeinojen välisten synergioiden hyödyntämiseksi ja konfliktien ehkäisemiseksi.

Suomi on maailman johtavia kaivoksiin liittyvän teknologian toimittajia. Korkealaatuinen teknologia ja resurssien viisas käyttö nousevat kovaa vauhtia kansainväliseksi kilpailuvaltiksi. Lisäksi luonnonvarojen hupeneminen, väestönkasvu ja ilmastonmuutos pakottavat yhteiskunnat muuttumaan tehokkaammiksi ja vähäpäästöisemmiksi. Kiertotaloudesta, energiatehokkuudesta ja yritysten yhteistoiminnasta raaka-aineiden säästämiseksi tulee arkea. Teollisuuden sivuvirrat halutaan hyötykäyttöön. Näin teollisuusyrityksellä on mahdollisuus leikata kuluja tavalla, joka ei heikennä prosessia tai tuotetta. Esimerkiksi Sitra on nostanut asiaa esille osana Suomen kiertotalouden tiekarttaa 2016–2025. Kiertotalouden yksi painopiste on tekniset kierrot, joissa tavoitteena on metallien ja mineraalien tehokas ja kestävä käyttö sekä niiden arvon säilyttäminen. Uusilla ratkaisuilla pyritään esiintymän kaikkien käyttökelpoisten mineraalien ja sivuvirtojen hyödyntämiseen sekä jätteiden synnyn minimoimiseen. Yksi tällainen esimerkki voisi olla Ferrovan Oy:n suunnittelema tehdashanke Raaheen. Tehtaan tuotantoprosessi perustuu kierrätysraaka-aineen hyödyntämiseen. Tehdas tulisi käsittelemään vanadiinipitoisia teräskuonia, jotka yhtiölle toimittaisi SSAB Suomen ja Ruotsin terästehtailtaan.

Yksi hallituksen tukemista kasvuohjelmista on Mining Finland. Ohjelman tavoitteena on ollut Suomen kaivosteollisuuden teknologian- ja palveluyritysten kansainvälistymisen edistäminen. Ohjelman jatkumisen pitäisi selvittää lähikuukausina.

Geoenergia eli maalämpö on maa- ja kallioperästä saatavaa puhdasta ja uusiutuvaa lämmitys- ja jäähdytysenergiaa, jota hyödynnetään lämpöpumpputekniikalla. Maa- ja kallioperään varastoitunutta maan sisäistä ja auringon energiaa otetaan käyttöön energiakäyttövoista 100–400 metrin syvyydestä.

### 1.3 SWOT-tarkastelu toimialalle

#### Mahdollisuudet

- energiamurros nostaa raaka-aineen tarpeen esiin, esim. sähköautot
- kotimainen rahoitus vrt. Sotkamo Silver oy piensijoittajat
- teknologian kehittyminen tuo jalostamiseen uusia ratkaisuja
- automaatio muuttaa toimintaympäristöä ja resurssitarpeita
- alihankinnan ja palveluiden tuottajien monipuolisempi rooli, jakaa pääomakuluja
- organisaatiomuutos

#### Uhkat

- alan vetovoima ja työvoimakysymykset
- muunto- ja täydennyskoulutukset eivät enää ole ratkaisu

- vuorovaikutuksen vähyys elinkeinojen välillä
- ympäristöhaasteet
- kansalaisten kielteinen suhtautuminen toimialaan

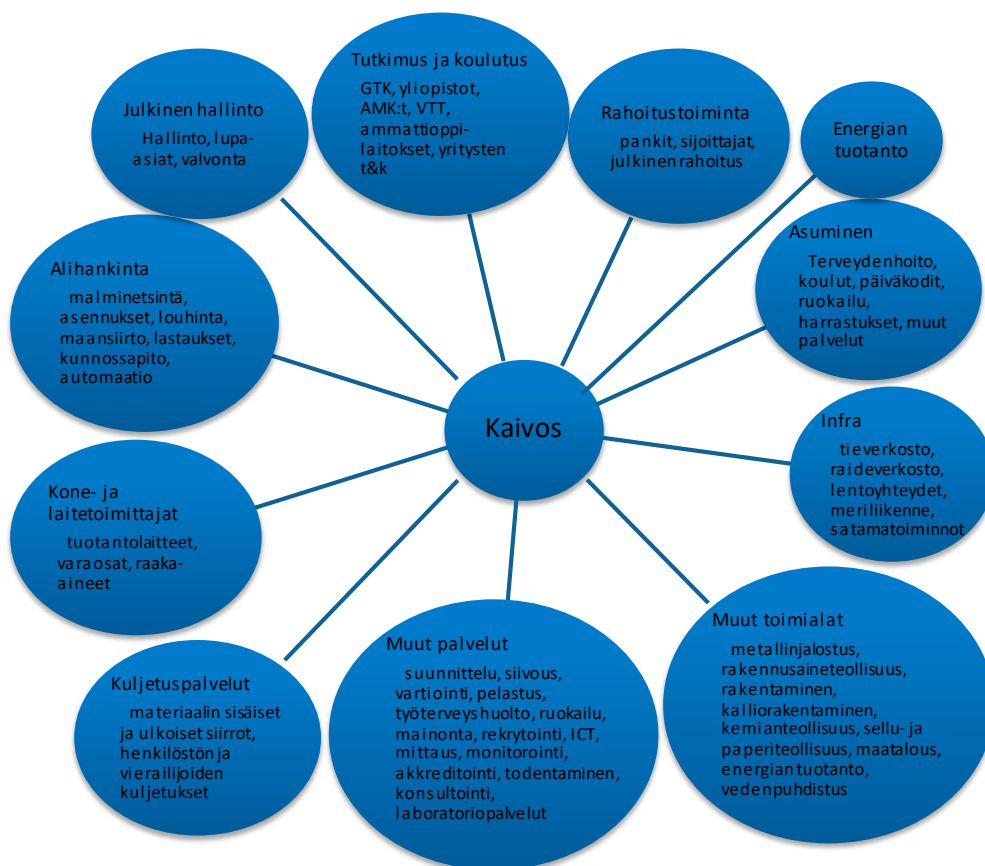
#### Heikkoudet

- esiintymät pieniä
- malminetsintään on panostettu, mutta Sakatin jälkeen ei merkittäviä löytöjä
- rahoituksen saaminen
- vanhakantainen ala
- ei ymmärretä raaka-aineriippuvuutta
- raaka-aineen alkuperän huomioiminen

#### Vahvuudet

- mineraalivarat ja geologiset aineistot
- koulutettu ja osaava työvoima sekä tutkimus- ja kehitysosaaminen
- malminetsintäosaaminen
- vakaa ympäristö
- luvitukset ja ohjauskäytännöt ovat selkeät ja ymmärrettävät
- teknologia ja teknologiaosaaminen

**Kuva 3: Kaivosteollisuuden liittyvät toimijat ja toimialat**



**Taulukko 2: Eräiden kaivosteollisuutta lähellä olevien toimialojen liikevaihto vuosina 2011–2016. Lähde: Tilastokeskus, Yritysrekisterin vuositilasto – Toimipaikkatiedot, TOL 2008.**

Liikevaihto 1 000 €	2011	2012	2013	2014	2015	2016
B Kaivostoiminta ja louhinta	1 861 734	1 900 681	1 708 584	1 637 792	1 521 554	1 714 462
07 Metallimalmien louhinta	627 837	700 164	674 086	642 317	525 398	685 565
08111 Koriste- ja rakennuskiven louhinta	61 375	61 755	62 959	52 526	42 846	33 667
08112 Kalkkikiven, kipsin, liidun ja dolomiitin louhinta	40 090	34 727	36 115	37 146	48 545	27 875
08113 Liuskekiven louhinta	889	887	1 060	.	1 358	1 225
0812 Soran, hiekan, saven ja kaoliinin otto	514 517	529 986	429 315	437 035	366 959	416 738
089 Muu mineraalien kaivu	557 770	509 683	443 789	395 676	442 258	437 430
0892 Turpeen nosto	449 187	404 853	347 464	302 115	352 937	345 919
09 Kaivostoimintaa palveleva toiminta	59 257	63 480	61 259	71 817	94 189	112 052
237 Kiven leikkaaminen, muotoilu ja viimeistely	170 237	164 324	157 330	143 974	132 862	131 791
24 Metallien jalostus	7 837 391	7 505 836	7 154 898	8 640 388	11 797 827	10 748 658
2892 Kaivos-, louhinta- ja rakennuskoneiden valmistus	1 837 639	2 482 907	2 157 736	1 924 018	2 048 346	2 053 181



## 2 Toimialan sijoittuminen

### 2.1 Toimialan yritykset Suomessa

Taulukossa 3 on esitetty Suomen metallimalmikaivokset, joista neljä on kultakaivoksia. Muista kaivoksista saadaan kromia, kuparia, nikkeliä, sinkkiä, rikkiä, kobolttia, hopeaa ja platinaryhmän metalleja. Ulkomaalaiset yhtiöt omistavat suurimman osan metallimalmikaivoksista. Kaksi metallimalmikaivosta on kotimaisten yhtiöiden hallussa. Tämä johtuu pitkälti siitä, ettei Suomesta löydy riittäviä pääomia kaivostoimintaan. Suomessa ei ole riittävästi kotimaista pääomarahoitusta kaivosalalle, minkä vuoksi suuri osa investoinneista on viime vuosina tullut ulkomailta.

**Taulukko 3: Suomen metallimalmikaivokset 2017. Lähde: Tukes ja asiakastieto.fi.**

Kaivos, kunta	Yrityksen nimi	Emoyhtiön nimi	Tärkeimmät arvoaineet	Henkilöstöä keskimäärin
Kittilä (Suurikuusikko), Kittilä	Agnico-Eagle Finland Oy	Agnico-Eagle Mining Ltd. (CA)	kulta	487
Kemi, Keminmaa	Outokumpu Chrome Oy	Outokumpu Oyj	kromi	444
Jokisivu, Huittinen (rikastamo Sastamala)	Dragon Mining Oy	Dragon Mining Ltd. (AU)	kulta	57
Orivesi, Orivesi (rikastamo Sastamala)	Dragon Mining Oy	Dragon Mining Ltd. (AU)	kulta	
Pyhäsalmi, Pyhäjärvi	Pyhäsalmi Mine Oy	First Quantum Minerals Ltd. (CA, UK)	kupari, sinkki, rikki, rauta	207
Talvivaara, Sotkamo	Terrafame Oy	Suomen Malmijalostus Oy	sinkki, kupari, nikkeli	694
Pampalo, Ilomantsi	Endomines Oy	Endomines AB (publ) (SE)	kulta	40
Kylylahti, Polvijärvi (rikastamo Kaavi)	Boliden Kylylahti Oy	Boliden AB	kupari, koboltti, nikkeli, sinkki	108
Kevitsa, Sodankylä	Boliden Kevitsa Mining Oy	Boliden AB	kupari, nikkeli, PGE	428

Vuonna 2017 teollisuusmineraaleja louhittiin 27 kaivoksesta tai louhoksesta. Kaikki luvitetut teollisuusmineraalikaivokset tai -louhokset eivät ole aktiivisessa tuotannossa joka vuosi. Karbonaattikiviä louhittiin 13:sta ja muita teollisuusmineraaleja 14 kaivoksesta.

**Taulukko 4: Teollisuusmineraalikaivokset ja -louhokset Suomessa. Lähde: Tukes, asiakastieto.fi.**

Kunta (kaivos/louhos)	Yrityksen nimi	Emoyhtiön nimi	Tärkeimmät arvoaineet	Henkilöstö keskimäärin
Paltamo (Reetinniemi)	Juuan Dolomiittikalkki Oy		dolomiitti	
Huittinen (Matkusjoki, Putkinotko, Siivikkala), Lappeenranta (Ihalainen), Savonlinna (Ruokojärvi), Lohja (Tytyri), Parainen (Limberg-Skräbböle), Sipoo, Vimpeli (Ryytimaa), Raasepori	Nordkalk Oy Ab	Rettig Group	kalsiitti, dolomiitti, wollastoniitti	407
Tornio (Kalkkimaä), Pieksämäki (Ankele)	SMA Mineral Oy	SMA Mineral AB (SE)	dolomiitti, kvartsi	32
Salo (Hyypiänmäki)	Salon Mineraali Oy	Omya Oy	kalsiitti	13
Kemiönsaari (Sälpä), Siilinjärvi/Kuopio (Kinahmi), Kemiönsaari (Kyrkoberget)	Sibelco Nordic Oy Ab	Sibelco Group	maasälpä, kvartsi	74
Siilinjärvi	Yara Suomi Oy	Yara International ASA (NO)	apatiitti	887*
Sotkamo (Uutela, Punasuo), Polvijärvi (Pehmytkivi, Horsmanaho)	Mondo Minerals B.V. Suomen sivuliike	Mondo Minerals B.V. (NL)	talkki, nikkeli	
Lapinlahti (Joutsenenlampi), Mäntyharju (Lehlampi), Savitaipale (Metsäasianniemi), Salo (Sallittu), Parainen (Ybbernäs)	Paroc Oy Ab	Paroc Group Holding -konserni	teollisuuskivet	368

\*Sisältää yhtiön kaikki Suomen toiminnot

Suomessa on merkittävää kaivosalan teknologia- ja palveluosaamista, mutta osaaminen on hajautunutta. Isoja veturiyrityksiä on tunnistettu muutamia. Keskisuurten veturiyritysten puutteen arvioidaan hidastavan pk-sektorin yritysten kasvua ja kansainvälistymistä. Kaivosalan keskittynyt omistusrakenne ja suurien, globaalien toimijoiden markkina-asema aiheuttavat haasteita esimerkiksi kaupallistamiselle, jolloin asiakasosaamisen, -ymmärryksen ja suorien kontaktien merkitys korostuu. Kaupallistamissyklit ovat pitkiä pääomaintensiivisellä, hitaasti kehittyvällä kaivosalalla. Pilottien ja kokeiluhankkeiden merkitys korostuu.

Gloaalien, suurten kaivosyritysten näkökulmasta suomalaiset teknologia- ja palvelu-toimittajat ovat pieniä, jolloin verkostoituminen ja yhteistyö veturiyritysten kanssa on mahdollisuus kansainvälistymiseen. Merkittävää kansainvälistymisen suunnittelussa on huomioida, että kansainväliset asiakkaat eivät osta pelkkää teknologiaa vaan edellyttävät lisäksi toimivaa palveluverkostoa. Verkostoituminen ja yhteistyö nähdään mahdollisuutena myös kaivosalan osaamisen välittämiseen yritysten välillä.

## 2.2 Toimipaikat Suomessa

Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2017 metallimalmien louhintaa (TOL 07) harjoittavia yrityksiä oli Suomen kunnissa 34 toimipaikalla. Kalkkikiven, kipsin, liidun ja dolomiitin (TOL 08112) louhintaa harjoittivat yritykset 15 toimipaikalla. Muuta kaivostoimintaa harjoittavia yrityksiä (TOL 0899) oli 21 toimipaikalla. Kaivostoimintaa palvelevia (TOL 09) yrityksiä oli 56 toimipaikalla. Kaivostoimintaa palvelevien yritysten määrä kasvoi edellisvuodesta.

Kaivosalan yritysten kohdalla Tilastokeskuksen toimialaluokkiin perustuvat tilastot ovat suuntaa-antavia, sillä kaivostoimintaa harjoittavia yrityksiä on luokiteltu myös muihin kuin tässä mainittuihin toimialaluokkiin.

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

Muutaman hiljaisemman vuoden jälkeen kaivannaisteollisuudessa on jälleen runsaasti aktiviteettiä. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) mukaan vuonna 2017 malminetsinnän investoinnit kasvoivat edellisvuodesta 50 %. Kaivosinvestoinnit kasvoivat 25 %. Malminlouhinnan määrä oli suurin Terrafamen Sotkamon kaivoksessa, mutta kokonaislouhinnan (malmi ja sivukivi) määrä oli suurin Bolidenin Kevitsan kaivoksessa. Suurin teollisuusmineraalikaivos oli Siilinjärvi.

### 2.3.1 Vireillä olevia kaivoshankkeita

Suomessa on käynnissä monia malminetsintä- ja kaivoshankkeita (kuva 4), joista kaksi on varsin lähellä kaivostoiminnan aloittamista. Sotkamo Silver Oy:n Taivaljärven hopeakaivoshankkeella on kaivoslupa sekä ympäristö- ja vesitalouslupa. Rakentamispäätös on tehty vuonna 2018 ja rikastamorakennuksen, patojen ja kaivoksen rakennustyöt ovat käynnissä. Tuotanto on tarkoitus käynnistää vuonna 2019. Esiintymä löydettiin vuonna 1980, joten näillä näkymin tuotanto alkaisi 39 vuotta esiintymän löytymisen jälkeen.

Dragon Mining Oy suunnittelee aloittavansa kultamalmin louhinnan Valkeakoskella Kaa-pelinkulmassa vuoden 2018 aikana. Kaivoksen suunniteltu toiminta-aika on kaksi vuotta. Malmi on tarkoitus käsitellä Dragon Mining Oy:n Vammalan tuotantokeskuksessa Sastamalassa.

### 2.3.2 Suljettuja kaivoksia avataan uudelleen

Kanadalainen Firesteel Resources Inc. on ostanut Raahessa sijaitsevan Laivakankaan (Laiva) kultakaivoksen konkurssipesän ja suunnittelee käynnistävänsä kaivostoiminnan uudelleen loppuvuodesta 2018. Elokuussa 2018 yhtiö ilmoitti muuttavansa nimensä, ja uusi nimi on Nordic Gold Corp.

Otanmäki Mine Oy suunnittelee avaavansa vuoden 2021 aikana Otanmäen rautatitaani-vanadiinikaivoksen, joka tuottaisi vanadiinipentoksidia, ilmeniittiä ja rautapellettiä.

Louhinnan on tarkoitus alkaa avolouhoksessa, ja maanalaiseen louhintaan siirryttäisiin 3–5 vuoden kuluttua.

Kolarissa Hannukaisen rautakaivoshankkeelle on annettu myönteinen kaivospiiripäätös, mutta päätöksestä on valitettu. Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA) on suoritettu, mutta ympäristölupahakemukseen ei ole vielä saatu päätöstä. Päätös kaivoksen avaamisesta tehdään vasta sen jälkeen, kun kaikki tarvittavat luvat ovat lainvoimaisia.

Rupert Resources Limited on ostanut Sodankylässä sijaitsevan Pahtavaaran kulta-kaivoksen konkurssipesän. Yhtiö tutkii esiintymän malmivarojen kokoa selvittääkseen kaivostoiminnan uudelleenaloittamisen mahdollisuuksia. Tässä vaiheessa hankkeen aikataulusta ei ole tarkempia tietoja.

### **2.3.3 Pidemmän aikavälin kaivoshankkeet**

Sodankylässä Sakatissa on käynnistetty ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA) kaivostoiminnasta, jossa malmia louhittaisiin maanalaisesti 1,25–1,75 Mtn vuodessa. Esiintymän rikkain osa sijaitsee Natura 2000 -alueen ja soidensuojelualueen reunassa 500–725 metrin syvyydessä. Käyttämällä suojelualueen ulkopuolelta alkavaa 5 km pitkää vinotunnelia esiintymää voitaisiin hyödyntää maanalaisesti suon luonnontilaan kajoamatta. Esiintymän mineraalivarantojen on arvioitu olevan 44,4 Mtn, mikä sisältää 1,9 % kuparia sekä vähemmässä määrin myös nikkeliä, kobolttia, platinaa, palladiumia ja kultaa. Luvitusten ja kannattavuusselvitysten vuoksi kaivostoiminta voisi alkaa aikaisintaan 2020-luvun loppussa. (Talouselämä 2018)

Kaavilla sijaitsevan Lahtojoen timanttiesiintymän alustava kannattavuusarviointi valmistui 2017. Selvityksessä suositellaan kaivostoiminnan aloittamista, mutta tyypillisesti hankkeille tehdään vielä tarkemmat kannattavuus selvitykset ennen investointipäätöstä. Kaivoksen toiminta-aika olisi yhdeksän vuotta.

Mawson Resources Ltd:n Ylitorniolla ja Rovaniemellä sijaitsevan Rompas-Rajapalojen tutkimushankkeen kultaesiintymien pitoisuudet ovat osoittautuneet hyviksi, minkä lisäksi mineralisaatio sisältää myös kobolttia. Kohteissa suoritetaan edelleen malminetsintää (inventointivaihe).

Savukoskella sijaitseva Soklin karbonaattihanke on saanut ympäristöluvan, mutta yhtiö on ilmoittanut, että kaivospäätöstä ei tehdä ainakaan kolmeen vuoteen.

Gold Fields Arctic Platinum on myynyt Suhangon PGE-Ni-Cu-projektin pääomasijoitusyhtiö CD APP:lle, ja kaivoshanketta jatkaa Suhanko Arctic Platinum Oy (SAP). Jatkotoimista ei ole toistaiseksi annettu tarkempaa tietoa julkisuuteen.

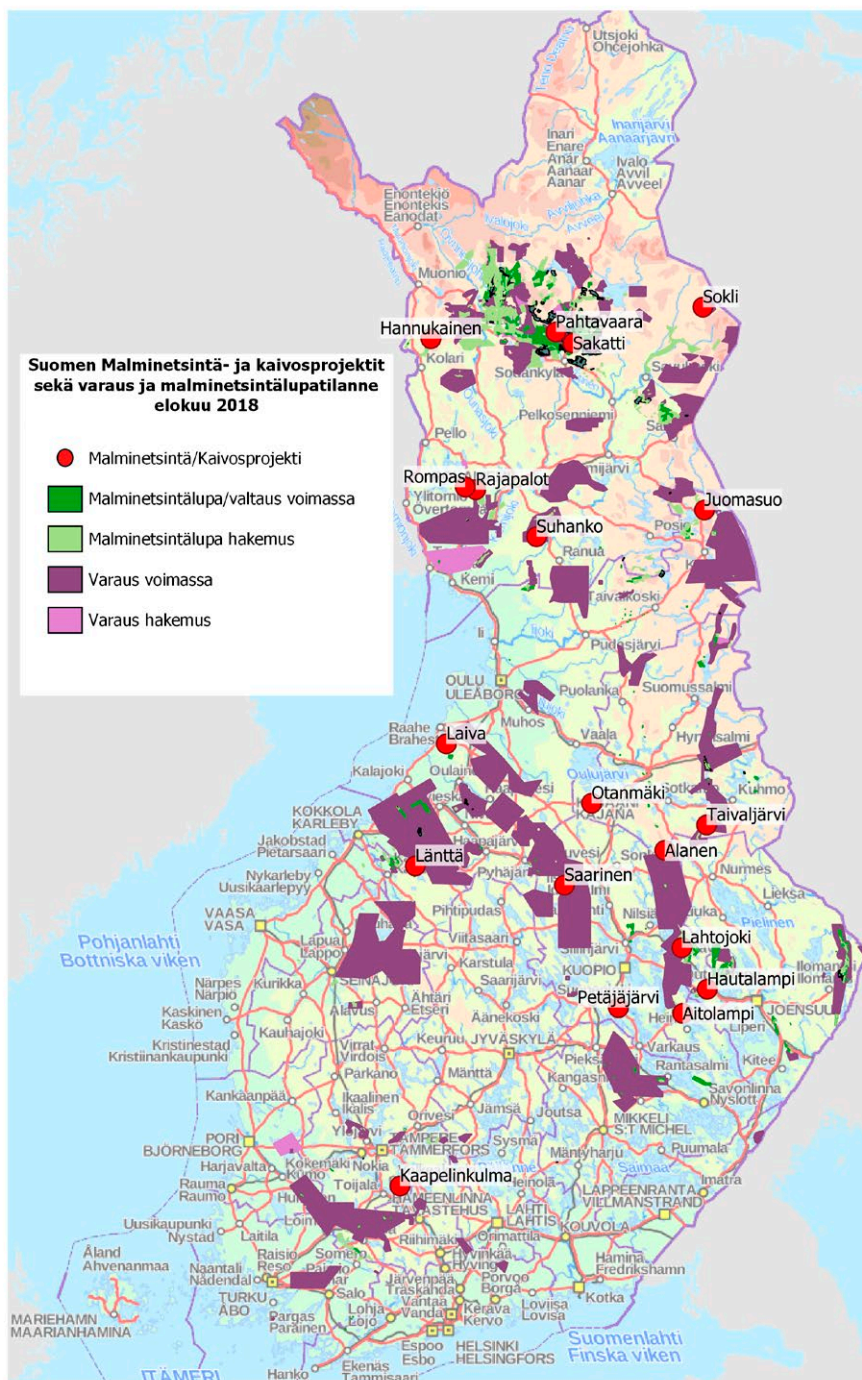
Ferrovon Oy:n (ent. Mustavaaran kaivos Oy) Taivalkosken kaivosprojekti ei ole ollut aktiivinen enää kolmeen vuoteen, vaan yhtiö on keskittynyt suunnittelemaan Raaheen vanadiinitedasta, joka tuottaisi ferrovanadiinia vanadiinipitoisista teräskuonista. Projektin investointipäätös on tarkoitus tehdä loppuvuoden 2018 aikana.

Sotkamossa Alasen talkkiesiintymällä on voimassa kaivospiiri ja ympäristölupa, mutta hankkeen etenemisestä ei ole tarkempia tietoja.

Yhtiöiden malminetsintäaktiivisuus on kasvussa. Tukesin mukaan vuonna 2017 malminetsintälupahakemusten määrä kasvoi edellisvuodesta 89 %. Malminetsintähankkeista valtaosa

liittyy kullan ja perusmetallien etsintään, mutta myös esimerkiksi grafiittia ja litiumia etsintään. Fraser Instituutin vuosittain suorittamassa kyselytutkimuksessa Suomi nousi vuonna 2017 viidenneltä sijalta kärkisijalle maailman houkuttelevimpana kaivosteollisuuden investointikohteena. Kyselyssä kaivostoiminnan ja malminetsinnän alalla toimivat yritykset arvioivat eri maiden mineraalipotentialia ja toimintaympäristöä.

**Kuva 4: Vireillä olevat malminetsintä- ja kaivosprojektit sekä hakemuksen tasolla olevat ja voimassa olevat varausilmoitukset, valtaukset ja malminetsintäalueet elokuussa 2018.**



### 2.3.4 Kaivosten laajenemiset

Terrafame Oy on lisännyt Sotkamon kaivoksen kapasiteettia siten, että kaivoksesta voidaan louhia 18 Mt malmia vuodessa. Yhtiö on tehnyt voitollista tulosta jo viitenä peräkkäisenä kvartaalina, heinäkuusta 2017 lähtien. Terrafame on päättänyt sijoittaa nikkeli- ja kobolttisulfaatteja valmistavan akkukemikaalitehtaan rakentamiseen Sotkamoon. Tehtaan investointikustannukset ovat noin 240 miljoonaa euroa. Toukokuussa 2018 valtio päätti, että Terrafame Group Oy, joka on Terrafame Oy:n omistava emoyhtiö, nimetään Suomen Malmijalostus Oy:ksi (Finnish Minerals Group). Sen tarkoitus on kehittää Suomen akku- ja kaivosekosysteemiä. Terrafamen lisäksi valtio omistaa Keliberistä Suomen Malmijalostus Oy:n kautta noin 18 %, Ferrovan Oy:stä noin 14 % ja Sotkamo Silver AB:stä noin 2 %. Tesin aiemmin hallinnoima kaivossijoitusohjelma siirrettiin järjestelyssä Suomen Malmijalostus Oy:lle.

Agnico Eagle Finland Oy investoi Kittilän kullantuotantoon 160 M€ ja rakentaa kilometrin syvyisen kaivoskuilun, joka mahdollistaa nykyisen kaivoksen syvimpien osien hyödyntämisen. Myös rikastamon kapasiteettiä nostetaan (YLE). Lisäksi yhtiö suunnittelee 10 km Kittilän kaivoksen pohjoispuolella sijaitsevan Kuotkon kaivospiirin kultaesiintymän hyödyntämistä. Kuotkon malmin murskaus ja rikastus tapahtuisivat Kittilän kaivoksen alueella, ja myös rikastushiekka sijoitettaisiin sinne.

Boliden on päättänyt investoida Kevitsan kaivoksen rikastamon laajentamiseen 80 M€, josta merkittävin osa liittyy neljännen malminjauhatusmyllyn hankintaan. Investoinnin myötä rikastamossa vuosittain käsiteltävän malmin määrää pystytään kasvattamaan siten, että se nousee 9,5 miljoonaa tonniin vuoteen 2021 mennessä.

Outokumpu investoi noin 250 miljoonaa euroa Kemin kaivoksen laajentamiseen vuosina 2017–2020. Kaivoksella on aikaisemmin toimittu 500 metrin syvyydessä, mutta laajenuksen jälkeen toiminta ulottuu kilometrin syvyyteen.

### 2.3.5 Akkumineraalikaivokset ja akkumineraaliprojekteja

Viimeaikainen kiinnostus akkumineraaleja (koboltti, litium, grafiitti, nikkeli) kohtaan näkyy varsinkin kobolttia ja litiumia koskevien malminetsintälupahakemusten määrän kasvuna. Kobolttia etsitään Itä- ja Pohjois-Suomessa ja litiumia Länsi-Suomessa.

Suomessa kobolttia tuotetaan Terrafamen Sotkamon kaivoksesta sekä Bolidenin Kevitsan ja Kylylahden kaivoksista. Tuotantomääristä kerrotaan tarkemmin kappaleen 3.1.1 lopussa. Kobolttia tuottavien kaivosten lisäksi Suomessa on kaksi pitkälle edennyttä kobolttihanketta, Hautalampi ja Juomasuo (kuva 4), sekä useita hankkeita, jotka ovat malminetsintävaiheessa tai mineraalivarantojen arviointivaiheessa. Outokummussa sijaitseva Hautalampi on ollut lyhyen aikaa tuotannossa 1980-luvun puolivälissä. Kaivokseen on tehty vinotunneli ja muita tunneleita (yhteensä 2,1 km) ja eri vaiheissa siellä on kairattu yhteensä 21 km. Louhittu malmi rikastettiin Outokummun kuparikaivoksen Keretin rikastamossa. Koboltin hinnan romahdettua Outokumpu luopui sen tuotannosta, ja samalla myös Hautalammen projekti lopetettiin. FinnCobalt on hankkinut alueen maa-alueet ja mineraalioikeudet hiljattain omistukseensa. Seuraavan kahden vuoden aikana yhtiön

tavoitteena on selvittää malmista saatavien rikasteiden soveltuvuus akkukemikaalien tuotantoon. Hautalammen kaivoksella on voimassa louhinnan mahdollistava ympäristölupa. Osana kehitysprojektia yhtiö selvittää rikaste- ja kemikaalituotannon sijainti- ja toteutusvaihtoehdot. (FinnCobalt 2018)

Kuusamossa Juomasuon kobolttiesiintymän alueella on kaivospiiri voimassa. GTK, Outokumpu ja Dragon Mining ovat tutkineet kohdetta, ja tehdasmittakaavan rikastuskoikeita, kannattavuus selvitys ja YVA on suoritettu. Nykyään esiintymän haltija on Latitude 66 Cobalt. Hanke on kohdannut huomattavaa vastustusta matkailua ja luonnonsuojelua edistävilta tahoilta.

Keliberillä on Keski-Pohjanmaalla Kaustisen alueella litiumprojekti, jonka esiintymien litiumspodumeenivarannot ovat Euroopan merkittävimpiä. Yhtiöllä on voimassa oleva ympäristölupa ja kaivoslupa Ullavan Läntässä sijaitsevaan esiintymään sekä ympäristölupa Kaustisen Kalavedelle rakennettavaa rikastamo varten. Syväjärven esiintymän ympäristölupahakemus on vireillä. Lopullinen kannattavuus selvitys on valmistunut vuonna 2018. Rakennusvaihe on suunniteltu vuodelle 2019 ja toiminnan käynnistyminen vuodelle 2020. Kalaveden rikastamo on suunniteltu 600 000 tonnin vuosikapasiteetille. Litiumkarbonaatin tuotantolaitos tulee sijaitsemaan Kokkolassa.

Suomessa on muutamia alkuvaiheen grafiittikohteita, mutta ei pitkälle edenneitä grafiittihankkeita. Beowulf Mining Oy:n grafiittiaihion tutkimuksista Heinäveden Aitolammella on uutisoitu runsaasti, mutta hanke on vielä alkuvaiheessa.

## 2.4 Toimialan logistiikka

Kustannustehokas logistiikka on yksi kannattavan kaivostoiminnan edellytys. Kuljetuspalveluita käytetään kaivosalueen sisällä tapahtuviin materiaalsiirtoihin sekä kaivosalueelta jatkojalostukseen toimitettaville tuotteille. Lisäksi kaivosten tarvitsemien raaka-aineiden, kuten räjähdysaineiden, kemikaalien ja polttoaineiden, kuljetusten järjestäminen kustannustehokkaasti vaikuttaa kaivostoiminnan taloudellisuuteen. Kaivosalueella louhitun kivi-materiaalin kuljetukset hoidetaan dumppereilla, erikoiskuljetuskalustolla ja kuljetinjärjestelmillä. Kaivosyhtiöt tekevät päätökset kuljetusten reittivalinnoista markkinatilanteen mukaan. Uusien tie- ja rataväylien rakentaminen vie aikaa muun muassa niihin liittyvien kaavoitusten, ympäristövaikutusten arvioinnin ja rahoituksen vuoksi. Jäämerelle kulkeva ratayhteys on noussut suunnittelu- ja keskustelupöydille. Yhteyttä suunnittelevat näkevät yhteyden olevan tärkeä eurooppalainen hanke, joka kytkisi pohjoisen, arktisen Euroopan kiinteämmin osaksi Manner-Eurooppaa.

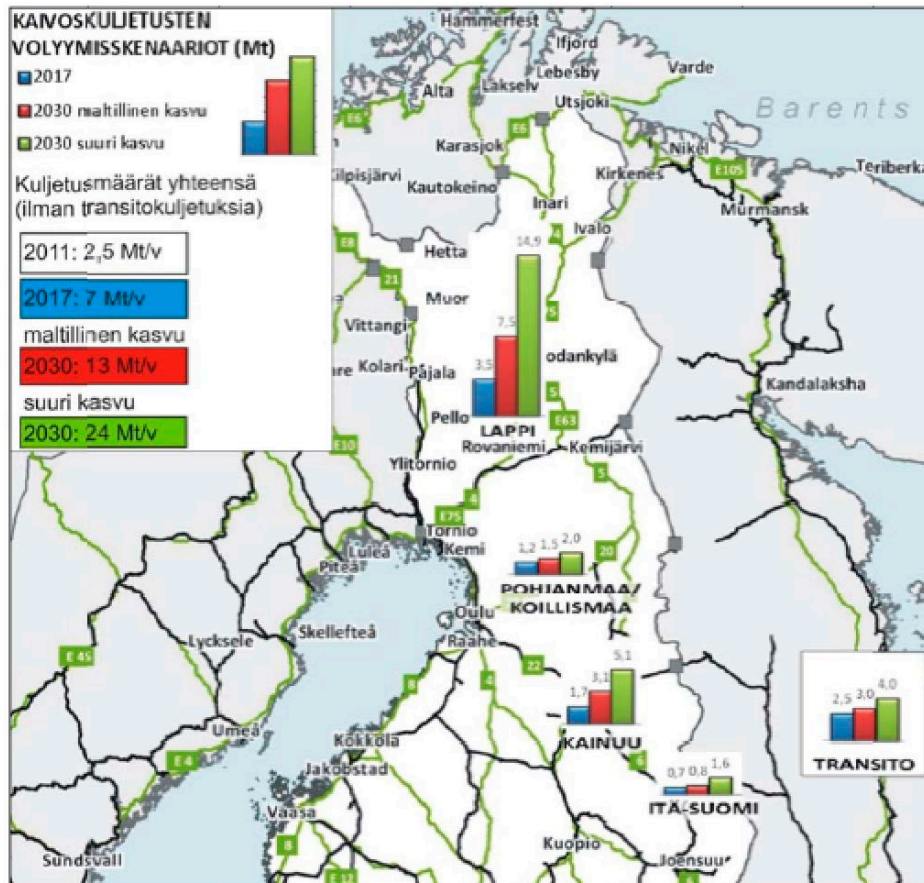
Kaivosteollisuuden tuotteiden kuljetusreitti ja -tapa riippuvat tuotettavasta mineraalista tai metallista, jalostusasteesta ja tuotettavista määristä. Teollisuusmineraalit jatkojalostetaan pääsääntöisesti Suomessa, mutta metallimalmeja kuljetetaan jatkojalostukseen muun muassa muualle Eurooppaan ja Aasiaan.

Uudet kaivokset vaativat myös kaivoksille johtavien maanteiden rakentamista ja parantamista. Suomessa valtioneuvosto on tehnyt periaatepäätöksen kaivosten infrahankkeiden tukemisesta. Teiden ja rautateiden rakentamiseen sovelletaan jälkirahoitusmallia, jossa valtio lunastaa tiet ja rautatiet kaivoksen käynnistyttyä. Yleinen valtion tie päättyy kaivospiiriin

rajalle. Kaivospiirin sisäisen tieverkoston rakentaa kaivosyhtiö. Vuonna 2013 voimaan tulleen asetuksen mukaan Suomen tieverkolla suurin sallittu ajoneuvoyhdistelmän kokonaispaino on 76 tonnia.

**Kuva 5: Kaivoskuljetusten volyymiskenaariot alueittain vuosina 2017 ja 2030.**

Lähde: Liikennevirasto 2013.



Tämän hetkisten tietojen perusteella kaivosten tuotekuljetukset tulevat suuntautumaan pääosin kotimaan tuotantolaitoksille tai Eurooppaan jatkojalostukseen. Myös tarvittavat raaka-aineet tuodaan kotimaan lisäksi pääsääntöisesti Skandinaviasta ja Euroopasta. Kaivoskuljetuksissa käytettävät reitit suuntautuvat nykyisiä yhteyksiä pitkin Perämeren satamiin ja länsirannikon jatkojalostuslaitoksille. Siksi nykyisten kuljetusreittien kehittäminen Perämeren ja Merenkurkun satamien kautta on kokonaistaloudellisesti edullisin vaihtoehto kasvavan liikenteen tarpeisiin. Nykyisten ja uusien kaivosten liikenteelliset tarpeet ja toimintaedellytykset pystytään turvaamaan pääsääntöisesti nykyistä liikenneverkkoa kehittämällä. Mahdolliset uudet kaivokset vaativat käynnistyäkseen investointeja kaivoksille johtavien maanteiden rakentamiseen ja parantamiseen. Lisäksi raskaan kaivosliikenteen kasvu päätieverkon vilkkaimmin liikennöidyillä osilla voi edellyttää kapasiteettia, liikenneturvallisuutta sekä teiden kantavuutta lisääviä investointeja.



## 3 Tuotantomäärät (Jussi Pokki, GTK)

### 3.1 Metallimalmit

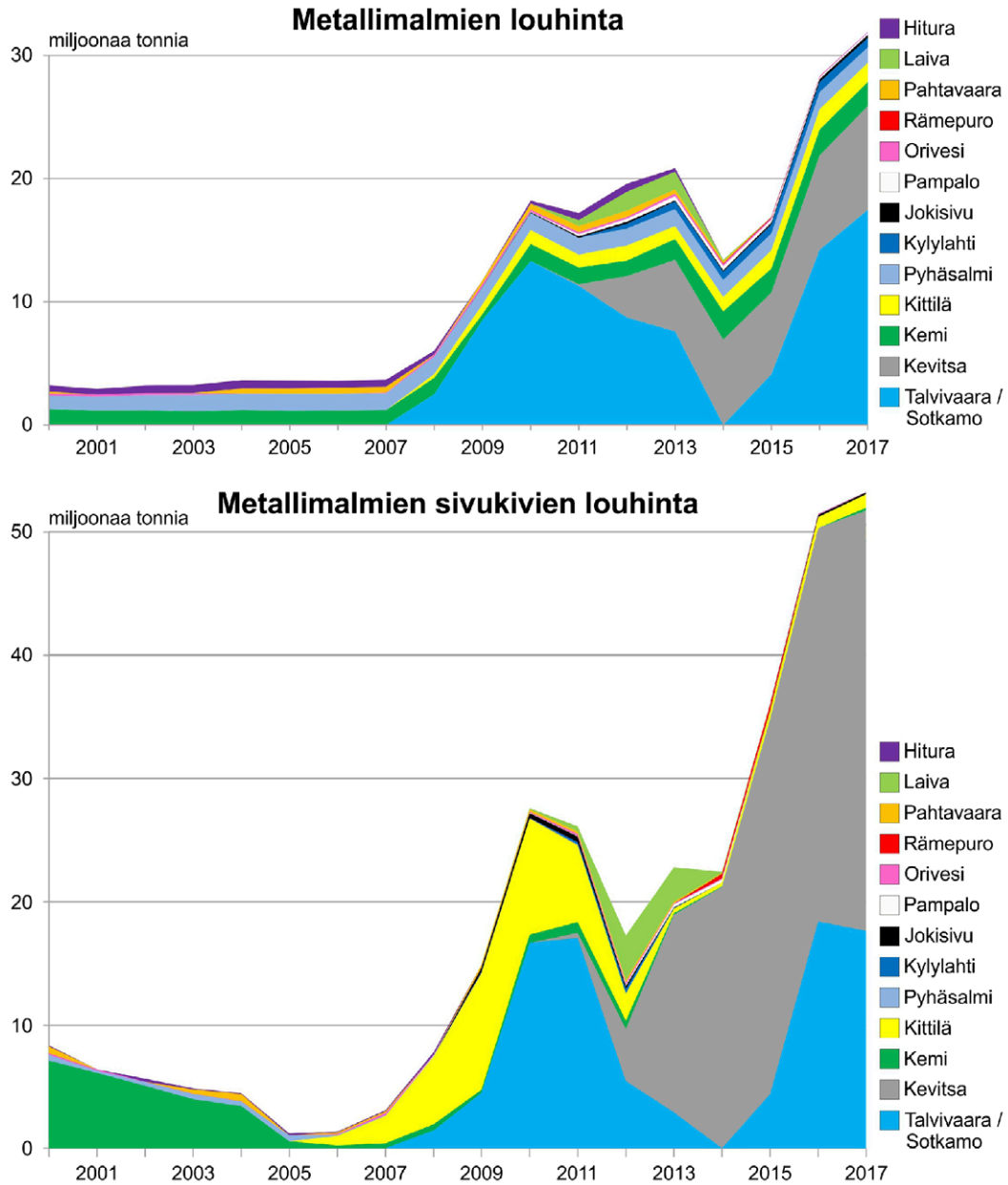
#### Louhinta

Vuonna 2017 Suomessa louhittiin yhdeksästä metallimalmikaivoksesta yhteensä 85,1 miljoonaa tonnia malmia ja sivukiveä. Metallimalmeja niistä louhittiin 31,9 miljoonaa tonnia ja sivukiveä 53,2 miljoonaa tonnia (kuva 6, taulukko 5). Molemmat luvut ovat suurempia kuin koskaan aikaisemmin Suomen kaivoshistoriassa. Metallimalmien louhinta kasvoi edellisvuodesta 13 % ja sivukiven louhinta 3 %. Metallimalmeja louhittiin selvästi eniten Terrafamen Sotkamon kaivoksesta 17,5 miljoonaa tonnia, mikä vastaa 55 % metallimalmien louhinnasta Suomessa vuonna 2017. Kevitsan osuus oli 8,4 miljoonaa tonnia eli 26 %. Yli miljoonaa tonnia metallimalmeja louhittiin myös Kemin (2,0 milj. t), Kittilän (1,6 milj. t) ja Pyhäsalmen (1,3 milj. t) kaivoksista (kuva 7).

Metallimalmien louhintamäärä Suomessa viisinkertaistui kolmessa vuodessa, kun Talvivaaran kaivos avattiin vuonna 2008 (kuva 6). Malminlouhinta Talvivaarassa väheni tasaisesti vuoden 2010 huipun jälkeen, mutta metallimalmien louhinnan kokonaismäärä jatkoi nousuaan, koska useampia uusia kaivoksia käynnistyi (Kevitsa, Laiva, Pampalo, Kylylahti ja Rämepuro) (kuva 6). Terrafamen käynnistettyä louhinnan uudestaan on metallimalmien kokonaislouhinta kasvanut edelleen voimakkaasti, mutta kasvun odotetaan tasaantuvan.

Metallimalmeihin liittyvän sivukiven louhintamäärä Suomessa väheni peräkkäisinä vuosina 2001–2005, mikä johtui sivukiven louhinnan vähenemisestä Kemin kaivoksessa (kuva 6). Louhinnan alkaminen Kittilän ja Talvivaaran kaivoksissa käänsi kuitenkin sivukiven louhintamäärän jyrkkään kasvuun, joka vuoden 2010 huipun jälkeen kääntyi laskuun. Sivukiven louhintamäärä Kevitsan kaivoksessa on kasvanut joka vuosi sen jälkeen, kun louhinta kaivoksessa alkoi vuonna 2011, ja kasvu on ollut hyvin jyrkkää vuoteen 2015. Vuonna 2017 sivukiveä louhittiin Kevitsan kaivoksesta ennätyselliset 34,0 Mt, ja sivukiven yhteenlaskettu louhintamäärä Suomen metallimalmikaivoksissa kohosi ennätyslukemaan 53,2 Mt.

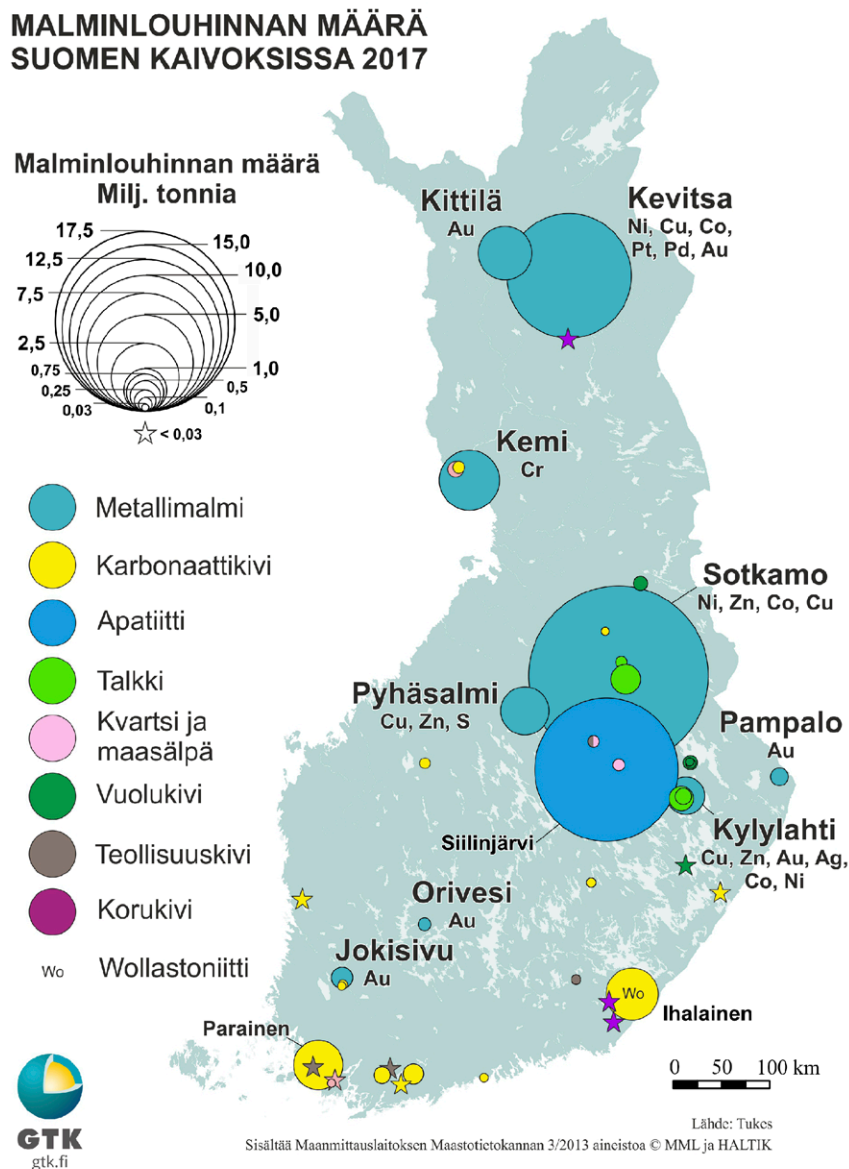
**Kuva 6: Eri kaivosten osuus metallimalmien (ylhäällä) ja niihin liittyvien sivukivien (alhaalla) louhinnasta Suomessa vuosina 2000–2017. Kuvan aluekaavioissa kaivokset on ladottu päällekkäin samaan järjestykseen kuin legendassa. Järjestys perustuu malminlouhinnan määrään vuonna 2017 siten, että se pienenee kuvassa ylöspäin siirryttäessä. Lähde: 2000–2010 TEM, 2011–2017 Tukes.**



**Taulukko 5: Metallimalmien ja sivukivien louhinta (t) Suomen metallimalmikaivoksissa vuosina 2011–2017. Lähde: Tukes.**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Malmi	17 213 074	19 591 999	20 846 551	13 403 495	16 869 885	28 314 264	31 914 672
Sivukivi	26 113 162	17 232 758	22 786 745	22 414 874	36 009 984	51 446 976	53 238 495
YHTEENSÄ	43 326 236	36 824 757	43 633 296	35 818 369	52 879 869	79 761 240	85 153 167

**Kuva 7: Malminlouhinnan määrä Suomen kaivoksissa vuonna 2017. Kuvassa kunkin kaivoksen malminlouhinnan määrä tonneissa ja sitä kuvaavan ympyrän pinta-ala ovat keskenään suoraan verrannollisia. Itse kaivos sijaitsee kunkin ympyrän keskipisteessä. Tietolähde: TUKES. Kartan valmistelu: GTK.**

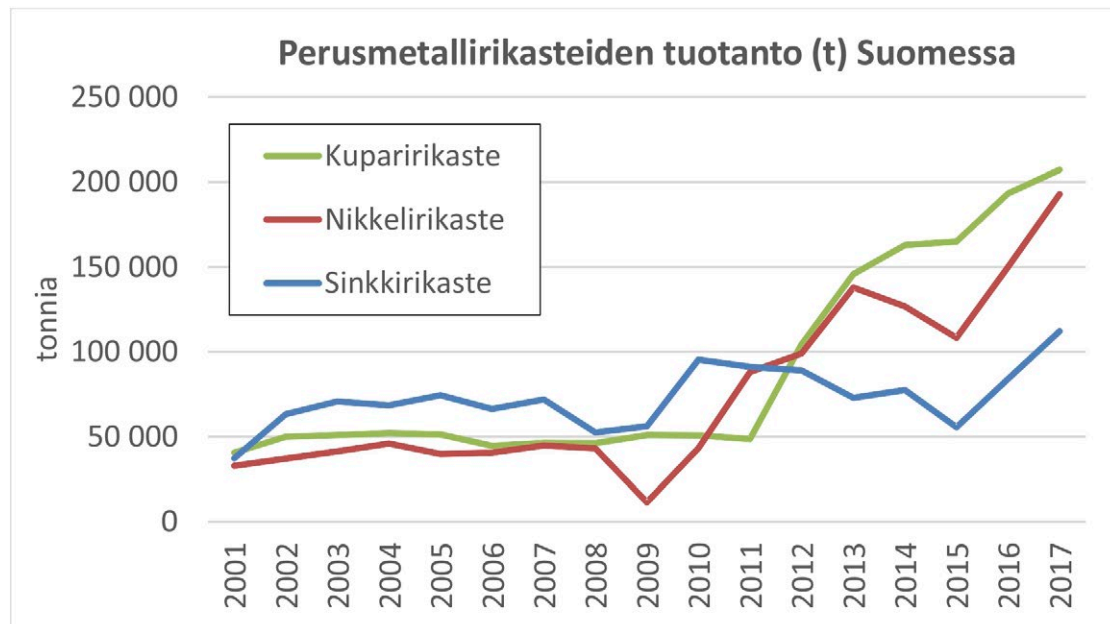


## Metallien kaivostuotanto

Metallimalmikaivoksista tuotettavien rikasteiden osalta Suomessa tuotetaan selvästi eniten kromiitista koostuvaa kromirikastetta ja rikkikiisusta koostuvaa rikkirikastetta. Molempien rikasteiden tuotantomäärät ovat olleet 2000-luvun toisella vuosikymmenellä selvästi suurempia kuin ensimmäisellä vuosikymmenellä. Viimeisen viiden vuoden aikana kromirikastetta on tuotettu vuosittain 0,9–1,0 milj. tonnia ja rikkirikastetta 0,7–1,0 milj. tonnia. Kromirikaste tuotetaan Kemian kaivoksesta ja siitä valmistetaan ferrokromia. Suurin osa rikkirikasteesta tuotetaan Pyhäsalmen kaivoksesta. Pyhäsalmen rikkirikastetta käytetään Siilinjärvellä valmistettaessa rikkihappoa, jota tarvitaan valmistettaessa Siilinjärven apatiittirikasteesta lannoitteita. Käyttökohteensa vuoksi rikkirikastetta voidaan pitää myös teollisuusmineraalirikasteena.

Perusmetallirikasteista Suomessa tuotettiin 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä eniten sinkkirikastetta (kuva 7). Nikkelirikasteen tuotanto alkoi kasvaa voimakkaasti vuonna 2010 ja kuparirikasteen tuotanto vuonna 2012. Vuonna 2013 näitä molempia rikasteita tuotettiin jo selvästi enemmän kuin sinkkirikastetta. Vuonna 2017 sekä kuparirikastetta (207 000 t) että nikkelikastetta (193 000 t) tuotettiin enemmän kuin koskaan aikaisemmin Suomessa, ja sinkkirikasteen tuotantomäärä (112 000 t) oli korkein sitten 1980-luvun lopun. Kupari- ja nikkelikasteiden vuosittainen tuotanto on nelinkertaistunut verrattuna niiden vuosituotantoon 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen aikana.

**Kuva 8: Perusmetallirikasteiden tuotanto Suomessa vuosina 2001–2017. Lähde: 2001–2010 TEM, 2011–2017 Tukes.**



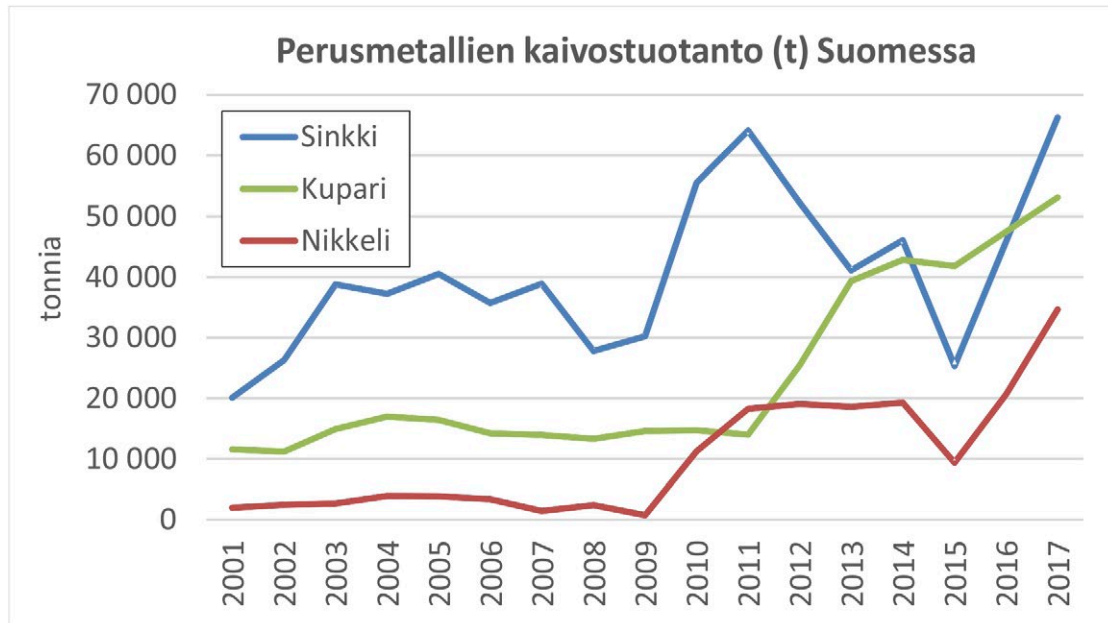
**Taulukko 6: Metallirikasteiden tuotanto (t) Suomessa vuosina 2011–2017. Lähde: Tukes.**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Rikkirikaste	804 884	909 299	994 155	1 035 637	1 039 671	719 102	879 031
Kromirikaste	692 527	425 217	981 752	1 034 750	946 188	1 070 281	972 028
Nikkelirikaste	87 974	99 089	137 911	126 801	108 303	149 981	192 929
Sinkkirikaste	91 196	89 026	72 910	77 425	55 585	84 073	112 111
Kuparirikaste	48 668	104 393	145 758	163 016	165 021	193 349	207 246
Kobolttirikaste	0	117 819	76 210	51 258	44 419	35 463	26 329
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>1 725 249</b>	<b>1 744 843</b>	<b>2 408 696</b>	<b>2 488 887</b>	<b>2 359 187</b>	<b>2 252 249</b>	<b>2 389 674</b>

Rikasteiden massan sijaan on informatiivisempaa tarkastella niiden sisältämien metallien massoja. Tällöin tilanne muodostuu perusmetallien osalta siinä mielessä käänteiseksi, että sinkkiä tuotetaan Suomen kaivoksista enemmän kuin kuparia ja nikkeliä (kuva 9, taulukko 7). Sinkin ja nikkelin tuotanto lähtivät selvään kasvuun vuonna 2010, mihin tärkein selitys on Talvivaaran tuotannon kasvu. Talvivaaran / Sotkamon kaivoksen tuotannon vaihtelut ovatkin tärkein syy selittämään sinkin ja nikkelin kotimaisen kaivostuotannon nykykehitystä.

Sinkin kaivostuotannossa koettiin huippu (64 000 t) vuonna 2011. Tämän jälkeen sinkin tuotantotrendi kääntyi voimakkaasti laskevaksi. Se lähti kuitenkin uudelleen voimakkaaseen nousuun vuonna 2016, ja vuonna 2017 sinkkiä tuotettiin Suomen kaivoksista ennätyselliset 66 000 t, josta 71 % tuotettiin Sotkamon kaivoksesta. Kuparin tuotanto lähti kasvuun vuonna 2012 Kevitsan ja Kylylahden kaivosten tuotannon ansiosta. Vuosina 2013–2014 kuparia tuotettiin lähes yhtä paljon kuin sinkkiä ja vuosina 2015–2016 sinkkiäkin enemmän. Vuonna 2017 kuparia tuotettiin 53 000 t, mikä on enemmän kuin koskaan aikaisemmin 2000-luvulla, ja tästä vuosituotannosta 56 % oli peräisin Kevitsan kaivoksesta. Nikkelin vuosittainen tuotanto 2000-luvulla pysyi alle 4 000 tonnissa, kunnes se kasvoi 12 000 tonniin vuonna 2010, lähinnä Talvivaaran tuotannon ansiosta. Vuosina 2011–2014 nikkelin vuosituotanto Suomen kaivoksista oli 18 000–19 000 t. Vuoden 2015 notkahduksen jälkeen nikkelin tuotanto lähti voimakkaaseen kasvuun, ja vuonna 2017 myös nikkeliä tuotettiin enemmän kuin koskaan aikaisemmin 2000-luvulla: 35 000 t. Tästä 60 % tuotettiin Sotkamon kaivoksesta, loput Kevitsasta.

**Kuva 9: Perusmetallien kaivostuotanto Suomessa vuosina 2001–2017. Tiedot on pääosin kerätty yhtiöiden julkaisemista tiedotteista.**



**Taulukko 7: Metallien kaivostuotanto (t) Suomessa vuosina 2011–2017. Tiedot on pääosin kerätty yhtiöiden julkaisemista tiedotteista.**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kupari	14 000	25 445	39 342	42 810	41 805	47 488	53 144
Nikkeli	18 244	19 073	18 560	19 281	9 383	20 654	34 641
Sinkki	64 115	52 265	41 124	46 063	25 332	45 852	66 284
Kulta	6,674	9,100	8,660	8,085	8,342	8,865	9,102
Platina	–	0,429	0,946	1,060	0,992	1,178	1,418
Palladium	–	0,379	0,766	0,808	0,784	0,901	1,021
Hopea	11,160	10,479	14,226	12,830	13,051	16,348	13,654

– Ei tuotantoa

Kromin kaivostuotannon aikasarjojen suora rinnastaminen nikkelin, kuparin tai sinkin kaivostuotannon aikasarjoihin on haasteellista. Outokumpu ei raportoi Kemian kaivoksesta tuotetussa kromirikasteessa olevan kromin määrää vaan tuotantoketjussa asteen jalostetun tuotteen, ferrokromin määrän. Outokumpu raportoi tuottaneensa vuonna 2017 ferrokromia noin 415 000 t. Samana vuonna Kemian kaivoksesta louhitun kromimalmin voidaan arvioida sisältäneen noin 506 000 t kromioksidia (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) tai noin 346 000 t kromia (Cr) (arvioissa on käytetty Outokummun vuonna 2014 julkaisemassa malmivara-arviossa ilmoitettua kromioksidipitoisuutta). Muutokset syötteen kromipitoisuudessa aiheuttavat virheitä näin tehtyihin arvioihin rikasteeseen tuotetun kromin määrästä. Suuntaa antavasti voidaan

kuitenkin sanoa, että vuonna 2017 kromin (Cr) tonnimääräinen kaivostuotanto oli jopa yli kaksi kertaa suurempi kuin yhteenlaskettu nikkelin (Ni), kuparin (Cu) ja sinkin (Zn) kaivostuotanto Suomessa.

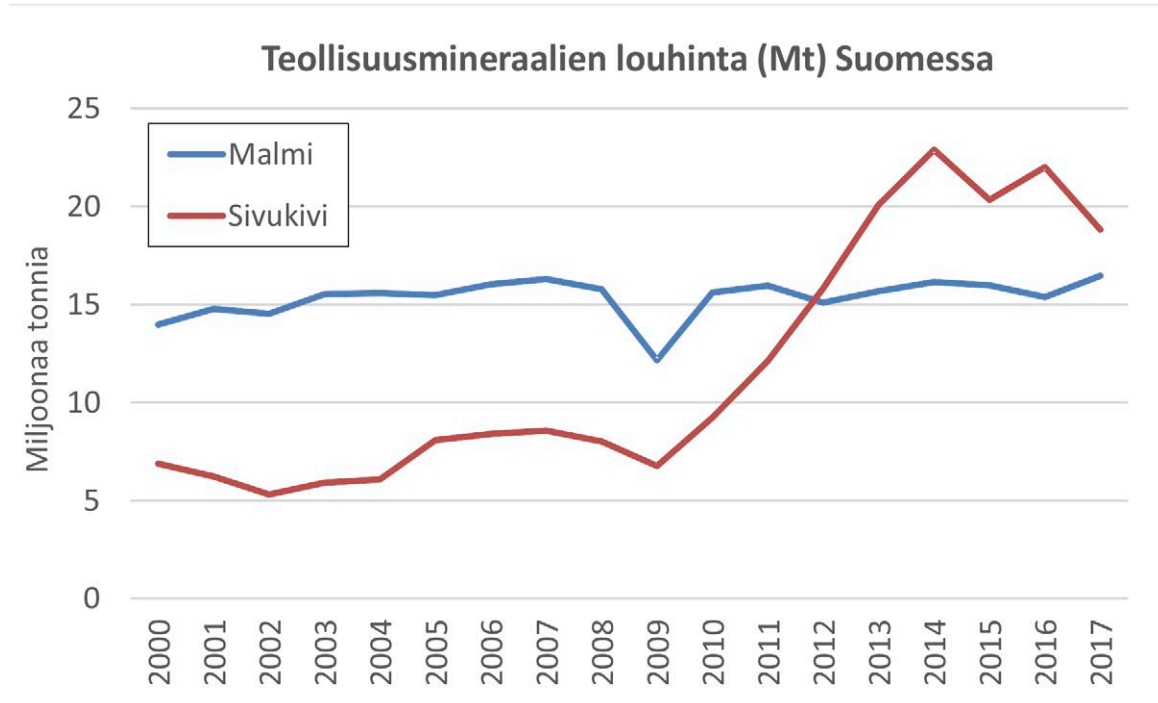
Jalometalleista kultaa tuotettiin vuonna 2017 Suomen kaivoksista 9 100 kg, josta 67 % tuotettiin Kittilän kaivoksesta. Hopean kotimainen kaivostuotanto oli 13 700 kg, josta suurin osa tuotettiin Pyhäsalmen kaivoksesta. Platinaa tuotettiin Kevitsan kaivoksesta 1 418 kg ja palladiumia 1 021 kg. Jalometallien tuotantolukuihin liittyen on syytä huomioida, että suurin osa Bolidenin Harjavallan sulatossa tuotetusta hopeasta tuotetaan tuontirikasteista. Hopean kotimaisen kaivostuotannon määrä on siis paljon pienempi kuin hopean tuotantomäärä Harjavallassa. Kullan osalta Kittilän kaivos, Suomen suurin kullantuottaja, ei käytä tuotantoketjussaan Harjavallan sulattoa, joten kullan kotimaisen kaivostuotannon määrä on puolestaan paljon suurempi kuin kullan tuotantomäärä Harjavallassa.

Suomen kaivoksista vain Kevitsa julkaisi koboltin tuotantomääränsä vuodelta 2017, ja se oli 587 tonnia (Boliden 2018a). Koboltin jatkojalostaminen Kylylahden kaivoksen tuottamasta nikkeli-kobolttirikasteesta aloitettiin samana vuonna, jolloin kaivoksen rikastamolta kuljetettiin rikasteissa 200 t kobolttia ja 400 t nikkeliä Harjavallan sulattoon talteen otettavaksi (Savon Sanomat 2018). Terrafame ei ole julkaissut tuottamansa koboltin määrää. Vuoden 2018 ensimmäisen puolivuotiskauden aikana Kevitsa tuotti rikasteisiin kobolttia 298 t ja Kylylahti 82 t (Boliden 2018b).

### 3.2 Teollisuusmineraalit

Karbonaattikivet, apatiitti, talkki, wollastoniitti, kvartsi ja määsälpä ovat tärkeimpiä Suomesta louhittavia teollisuusmineraaleja. Vuonna 2017 Suomessa louhittiin 16,5 miljoonaa tonnia teollisuusmineraalimalmeja, mikä on 7 % enemmän kuin edellisenä vuonna (kuva 10, taulukko 8). Teollisuusmineraalimalmien yhteenlaskettu vuotuinen louhintamäärä Suomessa on pysynyt 14,0–16,5 miljoonan tonnin välillä koko 2000-luvun, lukuun ottamatta vuoden 2009 notkahdusta. Teollisuusmineraalimalmien louhintamäärä ei siis vaihtele vuosittain samalla tavalla kuin metallimalmien louhintamäärä. Vuonna 2017 Siilinjärven apatiittikaivoksesta louhittiin malmia 11,1 miljoonaa tonnia, ja malminlouhinnan määrä siellä oli kaikista Suomen kaivoksista toiseksi suurin. Siilinjärven apatiittimalmin osuus teollisuusmineraalien louhinnasta oli 68 %, karbonaattikivien osuus 22 % ja talkkimalmin osuus 6 %. Teollisuusmineraalimalmien sivukiviä on louhittu vuosina 2011–2017 selvästi enemmän kuin kyseistä jaksoa edeltävinä vuosina (kuva 10); louhintamäärien kasvuun vaikuttaa lähes yksinomaan louhinnan lisääntyminen Siilinjärven kaivoksessa. Vuonna 2017 teollisuusmineraalien sivukivien louhinta väheni 15 % edellisestä vuodesta.

**Kuva 10: Teollisuusmineraalimalmien ja niiden sivukivien louhinta vuosina 2000–2017. Malminlouhinnan määrä on pysynyt varsin tasaisena, mutta sivukivien louhinta kasvoi voimakkaasti vuosina 2010–2014. Lähde: 2000–2010 TEM, 2011–2017 Tukes.**



**Taulukko 8: Teollisuusmineraalimalmien ja sivukivien louhinta (t) Suomen teollisuusmineraalikaivoksissa vuosina 2011–2017. Lähde: Tukes.**

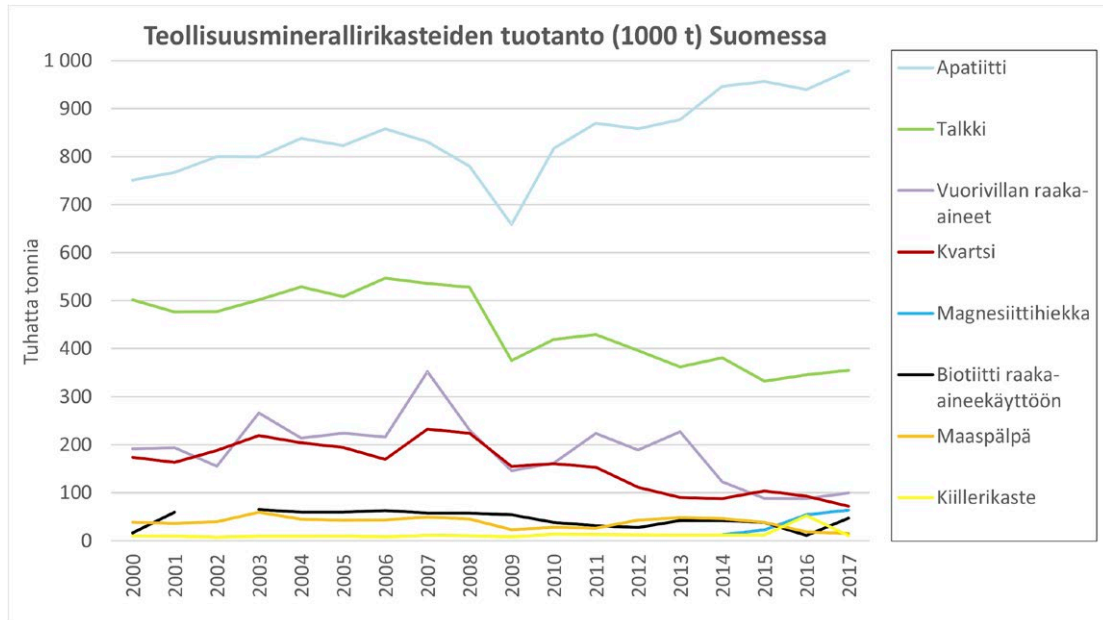
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Malmi	15 967 678	15 093 327	15 447 331	15 859 564	15 719 963	15 167 539	16 466 379
Sivukivi	12 117 724	15 830 526	19 994 664	22 824 380	20 127 739	21 873 273	18 818 896
YHTEENSÄ	28 085 402	30 923 853	35 441 995	38 683 944	35 847 702	37 040 812	35 285 275

Teollisuusmineraaleista Suomessa tuotetaan selvästi eniten karbonaatteja (kalsiitti ja dolomiitti). Niiden tuotantomäärien osalta on saatavissa vain malminlouhinnan määrä karbonaattikaivoksissa, ja tämä trendi on ollut laskeva huippuvuodesta 2008 lähtien. Vuonna 2017 karbonaattikaivoksissa louhittiin karbonaattimalmeja 3,6 miljoonaa tonnia, mikä on 1 % enemmän kuin edellisellä vuonna. Muista teollisuusmineraaleista Suomessa tuotetaan selvästi eniten apatiittia. Apatiittirikasteen tuotantomäärät kuvastavat pääosin tasaista nousujohteista trendiä aina 1970-luvun lopusta lähtien, jolloin tuotanto Siilinjärvellä aloitettiin. 900 000 tonnin vuosituotannon raja ylittyi vuonna 2014, ja vuonna 2017 apatiittirikastetta tuotettiin 979 000 t. Tämä on enemmän kuin koskaan aikaisemmin ja 4 % enemmän kuin edeltävänä vuonna (kuva 11, taulukko 9). Seuraavaksi eniten Suomessa tuotetaan talkkiriikastetta. Sen tonnimääräinen vuosituotanto on noin kolmannes apatiittirikasteen tuotantoon



verrattuna. Useita vuosikymmeniä jatkunut nousujohteinen talkin tuotannon trendi kääntyi selvään laskuun huippuvuoden 2006 jälkeen. Vuonna 2017 talkkirikastetta tuotettiin 355 000 t, mikä on 3 % enemmän kuin edeltävänä vuonna.

**Kuva 11: Teollisuusmineraalirikasteiden ja -tuotteiden tuotanto Suomessa 2000–2017. Lähde: 2000–2010 TEM, 2011–2017 Tukes.**



**Taulukko 9: Teollisuusmineraalirikasteiden ja -tuotteiden tuotanto Suomessa 2010–2017. Lähde: 2010 TEM, 2011–2017 Tukes.**

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Apatiittirikaste	817 289	869 694	858 005	877 189	946 234	956 564	939 531	978 613
Talkki	419 345	429 494	396 332	361 840	380 821	332 174	345 739	354 819
Kvartsi	160 545	153 159	111 183	90 131	87 903	103 587	92 813	71 943
Maasälpä	28 013	26 292	43 124	47 636	46 233	38 026	18 549	14 926
Wollastoniitti	12 100	11 500	..	..	..	..	..	..
Kiillerikaste	13 809	12 896	12 112	11 244	11 973	11 836	52 310	10 740
Biotiitti raaka-ainekäyttöön	37 850	31 504	27 493	42 150	41 973	38 169	10 843	47 123
Vuorivillan raaka-aineeksi	161 734	223 584	188 896	226 926	122 822	88 280	87 680	99 479
Magnesiittihiekka	–	–	–	–	12 276	22 390	54 227	63 850
Vuolukivituotteet	31 930	28 827	27 708	23 062	20 369	17 430	13 006	12 707

.. Tietoa ei ole saatavilla. – ei tuotantoa

## 4 Markkinoiden rakenne ja kehitys

### 4.1 Markkinoiden kokonaiskuva (Mari Kivinen, Bo Långbacka, GTK)

#### Markkinoiden vaikutus kaivosalaan

Kansainvälisten metalli- ja mineraalimarkkinoiden kehitys noudattaa kysyntään ja tarjontaan perustuvaa sykliä. Erityisesti vuotta 2015 pidettiin kaivosalalla vaikeana, mutta vuodesta 2016 lähtien alalla on taas ollut positiivista nostetta. Tällä hetkellä kaivossektorin tulevaisuudennäkymiä on vaikea ennakoida USA:n ja Kiinan välisten kauppajännitteiden vuoksi. Usean raaka-aineen hinta putosi heinäkuussa johtuen sijoittajien huolesta globaalin kasvun suhteen. Kauppajännitteet eivät näytä laantumisen merkkejä, ja ne todennäköisesti vaikuttavat eniten hintoihin kuluvan vuoden aikana.

Markkinoiden epävarmuus ei ole aiheuttanut kuparin kulutuksen vähenemistä. Viime aikoina ei ole investoitu uusiin kupariprojekteihin, minkä uskotaan vähentävän kuparin tarjontaa 2020-luvulla. Kuparin kysyntä ja hinnat tulevat riippumaan sähkökäyttöisten ajoneuvojen valmistusmääristä. Täyssähköisten autojen valmistuksessa käytetään noin neljä kertaa enemmän kuparia kuin polttomootorikäyttöisissä autoissa.

Nikkelin hinta on noussut vuoden 2018 ensimmäisellä puoliskolla. Nousu johtuu huolesta, että Norilsk Nickel, maailman suurin nikkelin tuottaja, saattaa joutua USA:n sanktioiden piiriin. Myös USA:n ja Kiinan väliset jännitteet aiheuttavat markkinoiden epävarmuutta. Nikkelin tarjonnan ennakoitaan vähenevän vuosina 2018–2021. Tarjonnan väheneminen johtuu myös ruostumattoman teräksen tuotannon kasvusta Indonesiassa sekä sähkökäyttöisten ajoneuvojen akkutuotannosta Kiinassa, koska molemmat lisäävät nikkelin kulutusta.

Vuoden 2018 syyskuun lopussa sinkin hinta on pudonnut noin 25 % alkuvuoden hinnatasosta, sillä galvanoidun teräksen USA:n tuontitariffien on ennakoitu laskevan sinkin kysyntää. Sinkkirikasteen tuotanto ei tällä hetkellä kata kysyntää, mutta tuotantokapasiteetin ennakoitaan kasvavan vuoden 2019 aikana.

Sähkökäyttöisten kulkuvälineiden ennakoitaan lisäävän kobolttin kysyntää 50 % vuoteen 2025 mennessä ja kaksinkertaistavan litiumin tarpeen (Fitch Ratings 2018).

### 4.2 Kotimaan markkinat ja asiakastoimialat

#### 4.2.1 Metallimalmit

Metallien jalostajat valmistavat ja jatkojalostavat teräs- ja kuparituotteita, jaloterästä, sinkkiä ja nikkeliä sekä valuja. Metallien jalostuksen liikevaihto Suomessa on noin 8,7 miljardia euroa. Metallien jalostus on suuren tuotantovolyyminsä vuoksi riippuvainen raaka-aineiden tuonnista, vaikkakin metallien kotimainen kaivostuotanto on viime vuosina lisääntynyt. Jalostusketjussa metallinjalostajia seuraa kone- ja laitteollisuus. Teknologiateollisuus

ry:n mukaan metallinjalostusyrietykset vastaavat noin 28 prosentista teknologiateollisuuden tavaraviennistä Suomesta. Teknologiateollisuus ry:n mukaan viennistä kohdistuu Eurooppaan 83 %, Pohjois-Amerikkaan n. 5 % ja Aasian (ml. Oseania) maihin 11 %. Suomen metallinjalostusteollisuus toimii energiatehokkaasti ja matalapäästöisesti.

**Taulukko 10: Suomessa tuotetut metallit ja metallurgiset tuotteet vuonna 2009–2017 (sisältää tuontiraaka-aineita). Lähde: TEM, Tukes ja GTK.**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Teräsaihiot (sis. jaloteräsaihiot) (1000 t)	3 066	4 029	3 989	3 759	3 517	3 808	3 988	4 102	4 004
HarkkorautA	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ferrokromi (t)	123 000	238 000	231 105	228 744	433 677	441 292	457 063	469 141	416 285
Sinkki (t)	295 049	307 144	307 352	314 742	311 686	302 204	305 717	290 599	284 992
Katodikupari, kuparituotteet (t Cu)	105 411	120 528	124 360	129 256	135 840	146 542	141 474	145 189	146 749
Katodinikkeli, nikkeli tuotteet (t Ni)	41 556	49 772	49 823	46 275	44 498	42 750	60 709	85 424	85 780
Kobolttituotteet (t Co)	8 970	9 429	10 627	10 562	10 798	12 551	9 615	12 393	12 222
Germanium-tuotteet (t Ge)	–	12	12	16	17	17	13	0	–
Elohopea (kg)	6 210	9 000	–	–	–	–	–	–	–
Seleeni (kg)	57 040	73 130	85 663	92 769	72 459	93 682	93 051	104 420	100 198
Hopea (kg)	70 062	64 596	73 081	128 200	100 890	142 360	125 720	118 180	84 568
Kulta (kg)	5 749	7 628	8 461	10 886	9 981	9 385	10 286	11 153	12 066

... tietoa ei käytettävissä, – ei tuotannossa

#### 4.2.2 Teollisuusmineraalit

Teollisuusmineraaleja ovat laajasti katsoen kaikki mineraalit ja kivilajit, joilla on teollista käyttöä, pois lukien metalliset malmit, mineraaliset polttoaineet ja jalokivet. Kalkkikivituotteita ovat kalsiitti eli kalsiumkarbonaatti ja dolomiitti. Paperiteollisuus käyttää kalkkikivestä jalostettuja päällystyspigmenttejä ja täyteaineita. Myydyistä kalkkikivituotteista yli 80 % käytetään teollisuuden eri sovelluksissa.

Kalkkituotteiden tarve kaivosteollisuudessa on kasvanut viime vuosina, kun uusia metallimalmikaivoksia on avattu. Kalkki on tärkeä säätökemikaali kaivosteollisuuden eri prosesseissa ja rikastusprosessien pH:n optimoinnissa. Kalkkituotteita käytetään myös kaivosten vesien käsittelyssä. Veden pH:n noustessa liuenneet metallit saostuvat rikastushiekka-aitaille. Kalkkituotteita käytetään myös maanalaisessa kaivostäytössä sekä rikastushiekka-aitaiden pato- ja peittorakenteissa kaivoksen toiminnan loppuessa.

Talkkia käytetään esimerkiksi sellu- ja paperiteollisuudessa, maaleissa, muoveissa ja farmaseuttisessa teollisuudessa. Mondo Minerals B.V. on maailman toiseksi suurin talkin tuottaja. Mondo Mineralsin talkkikaivokset sijaitsevat Sotkamossa ja Vuonoksella.

Yaran Siilinjärven kaivos on Länsi-Euroopan ainoa fosfaattikaivos. Kaivos tuottaa apatiittia, biotiittia ja kalsiittia. Yara käyttää oman kaivoksensa apatiittia fosforihapon valmistukseen. Biotiittia käytetään lannoitteissa, maanparannusaineena ja jäteveden puhdistuksessa.

Kvartsia käytetään ferrokromin sulatusprosessissa kuonan muodostajana. Ferrokromi puolestaan on ruostumattoman teräksen seosaine. Kvartsia tarvitaan myös lasin valmistuksessa ja keramiikkateollisuudessa. Kvartsikaivokset sijaitsevat Nilsiässä (Sibelco Nordic Oy Ab) ja Torniossa (SMA Mineral Oy).

Nordkalk louhii myös wollastoniittia Lappeenrannan esiintymästään. Wollastoniitti on harvinainen, kalkkikiven yhteydessä esiintyvä mineraali. Wollastoniittia käytetään esimerkiksi keraamisessa teollisuudessa, muoviteollisuudessa ja metallurgisessa teollisuudessa.

### 4.3 Ulkomaankauppa (Jussi Pokki, GTK)

Tässä osiossa käydään läpi metallimalmirikasteiden, jalometallien sekä ulkomaankaupan kannalta tärkeimpien teollisuusmineraalien (pl. energiaineraalit) tuonnin ja viennin pääpiirteitä. Vuonna 2017 eniten Suomeen tuotiin massamääräisesti eniten rautamalmeja ja -rikasteita (3,2 milj. t), kalkkikivituotteita (1,9 milj. t), kaoliinia (0,6 milj. t), sinkkimalmeja ja -rikasteita (0,5 milj. t) ja kuparimalmeja ja -rikasteita (0,4 milj. t). Arvokkaimpia tuontiartikkeleita olivat kuparimalmit ja -rikasteet (655 milj. €), sinkkimalmit ja -rikasteet (562 milj. €), rautamalmit ja rikasteet (263 milj. €), nikkelimalmi ja -rikasteet (124 milj. €) ja kaoliini (94 milj. €). Kobolttin ns. välituotteiden tuonnin arvo oli 462 milj. €, vaikka kobolttimalmien ja rikasteiden tuonti olikin tähän verrattuna hyvin vähäistä.

Vuonna 2017 massamääräisesti Suomesta vietiin eniten rautamalmeja ja -rikasteita (180 000 t), kalkkikivituotteita (95 000 t), kuparimalmeja ja -rikasteita (94 000 t), sinkkimalmeja ja -rikasteita (67 000 t) ja nikkelimalmeja ja -rikasteita (50 000 t), tosin talkin massamääräistä vientiä ei ole saatavilla. Arvokkaimpia vientiartikkeleita olivat kulta (408 milj. €), nikkelimalmi ja -rikasteet (158 milj. €), sinkkimalmit ja -rikasteet (73 milj. €), platinaryhmän metallit (72 milj. €) sekä luonnonsteatiitti ja talkki (49 milj. €).

Lista tarkastelussa mukana olevista tullinimikkeistä esitetään liitteessä 1. Metallien ulkomaankauppa on pääosin rajattu tarkastelun ulkopuolelle, mutta jalometallien (muokkaimattomana, puolivalmisteena tai jauheena) tiedot kuitenkin esitetään. Metallimalmirikasteiden osalta tarkastelussa pääosin sivuutetaan pasutettu rikkikiisu ("rautapyriitti"), koska se ei täysin rinnastu metallimalmirikasteisiin.

#### 4.3.1 Metallimalmirikasteet

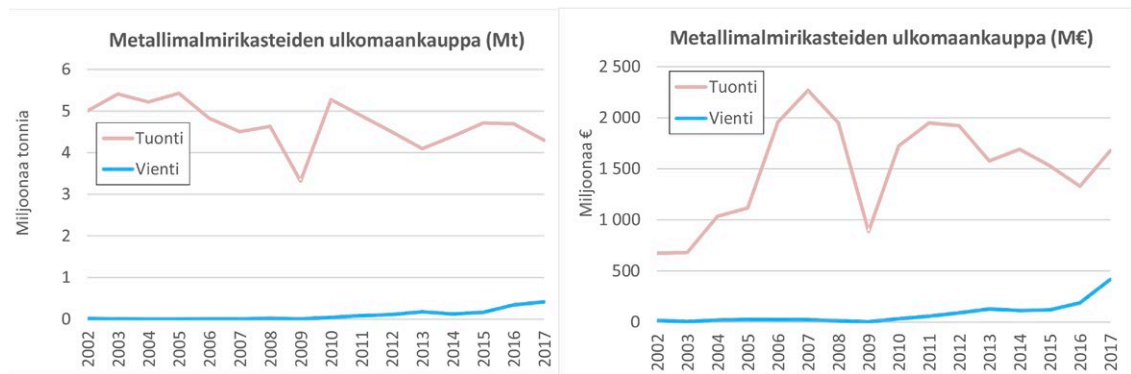
##### Kauppataase

Metallituotannon osalta Suomi profiloituu erityisesti jatkojalostuksen maana, sillä raaka-aineiden (metallimalmirikasteiden) kauppataase on alijäämäinen, mutta lopputuotteiden (metallien) kauppataase on ylijäämäinen. Suomessa metallinjalostajat valmistavat useita metalleja niin paljon, että metallimalmirikasteita on tuotava ulkomailta valtavia määriä, koska rikasteiden tuotanto kotimaisista kaivoksista ei läheskään pystyisi kattamaan niiden kysyntää. Metallinjalostajien ja kaivosten tuotantomääriä voidaan suuntaa-antavasti verrata

keskenään siten, että esimerkiksi Bolidenin ja Norilsk Nickelin sulatot tuottivat Suomessa vuonna 2017 yhteensä mm. 285 000 t sinkkiä, 133 000 t katodikuparia, 85 000 t nikkeliä ja 85 t hopeaa, kun samana vuonna kotimaisista kaivoksista tuotettiin laskennallisesti 66 000 t sinkkiä, 53 000 t kuparia, 35 000 t nikkeliä ja 14 t hopeaa.

Metallimalmirikasteiden kauppataaseen alijäämä on pienentynyt voimakkaasti 2010-luvulla (kuva 12, taulukko 11). Tämä johtuu siitä, että metallimalmirikasteiden tuonnin arvo on laskenut ja rikasteita on alettu viedä huomattavia määriä ulkomaille sen sijaan, että ne jatkojalostettaisiin Suomessa. Vuonna 2017 metallimalmirikasteiden tuonnin arvo oli nelinkertainen niiden viennin arvoon nähden, kun esimerkiksi vuonna 2010 niiden tuonnin arvo oli 54-kertainen viennin arvoon nähden. Vuonna 2017 metallimalmirikasteita tuotiin Suomeen yhteensä 4,3 miljoonaa tonnia, ja niiden tuonnin arvo oli 1 677 miljoonaa €. Metallimalmirikasteita vietiin 0,415 miljoonaa tonnia, ja niiden viennin arvo oli 417 miljoonaa €. Metallimalmirikasteita vietiin niin määrältään kuin arvoltaan enemmän kuin koskaan aikaisemmin 2000-luvulla. Vienti kasvoi tonnimäärältään 22 %, arvoltaan peräti 122 %.

**Kuva 12: Metallimalmirikasteiden kauppataase on selvästi alijäämäinen. Vuodesta 2010 lähtien metallimalmirikasteiden vienti on kasvanut todella huomattavasti ja tuonnin trendi ollut laskeva, niin tonnimäärän kuin arvonkin osalta. Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta.**



**Taulukko 11: Metallimalmirikasteiden vienti ja tuonti (1 000 €) vuosina 2010–2017.**

Lähde: Tullihallitus, Uljas-tietokanta.

1 000 €		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Metallimalmirikasteet	tuonti	1 722 831	1 948 152	1 920 588	1 575 520	1 691 901	1 528 794	1 328 328	1 677 134
	vienti	31 915	57 221	88 611	126 528	112 231	118 559	188 122	416 879

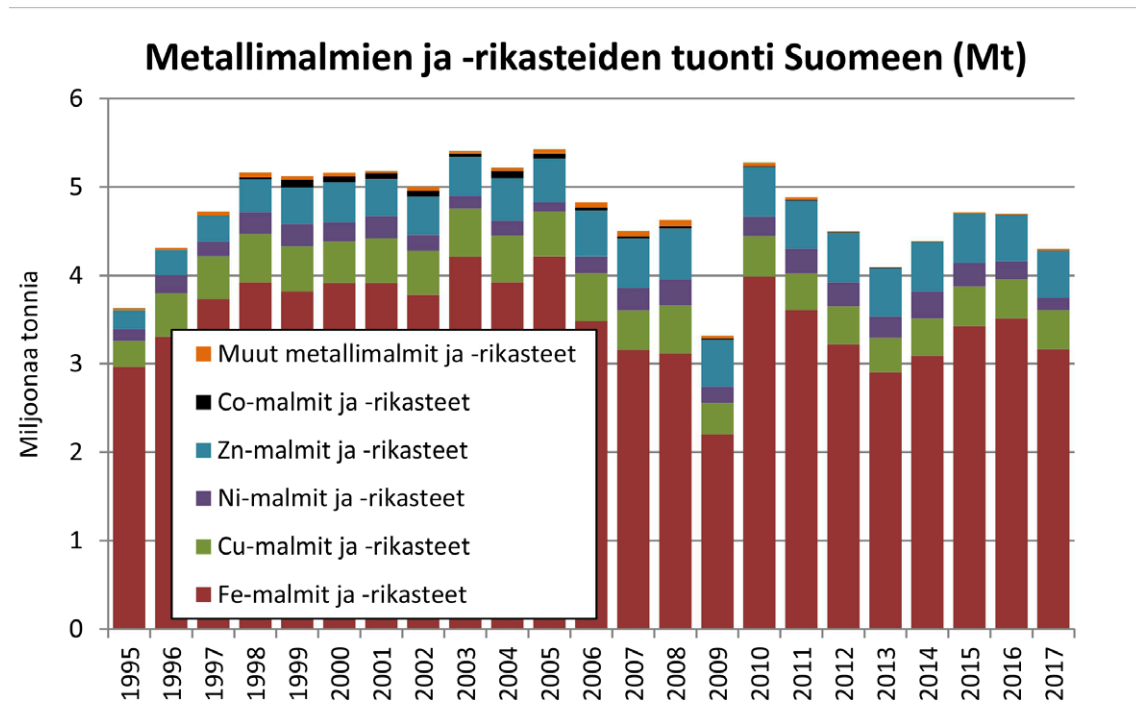
### Tuonti

Kuluvalla vuosikymmenellä metallimalmirikasteiden yhteenlaskettu tonnimääräinen vuosittainen tuonti Suomeen kuvastaa selvästi laskevaa trendiä (kuva 13, taulukko 12). Vuonna 2010 metallimalmirikasteita tuotiin Suomeen yhteensä 5,3 miljoonaa tonnia, kun vuonna 2017 niitä tuotiin 4,3 Mt. Metallimalmirikasteiden tuonnin väheneminen näissä

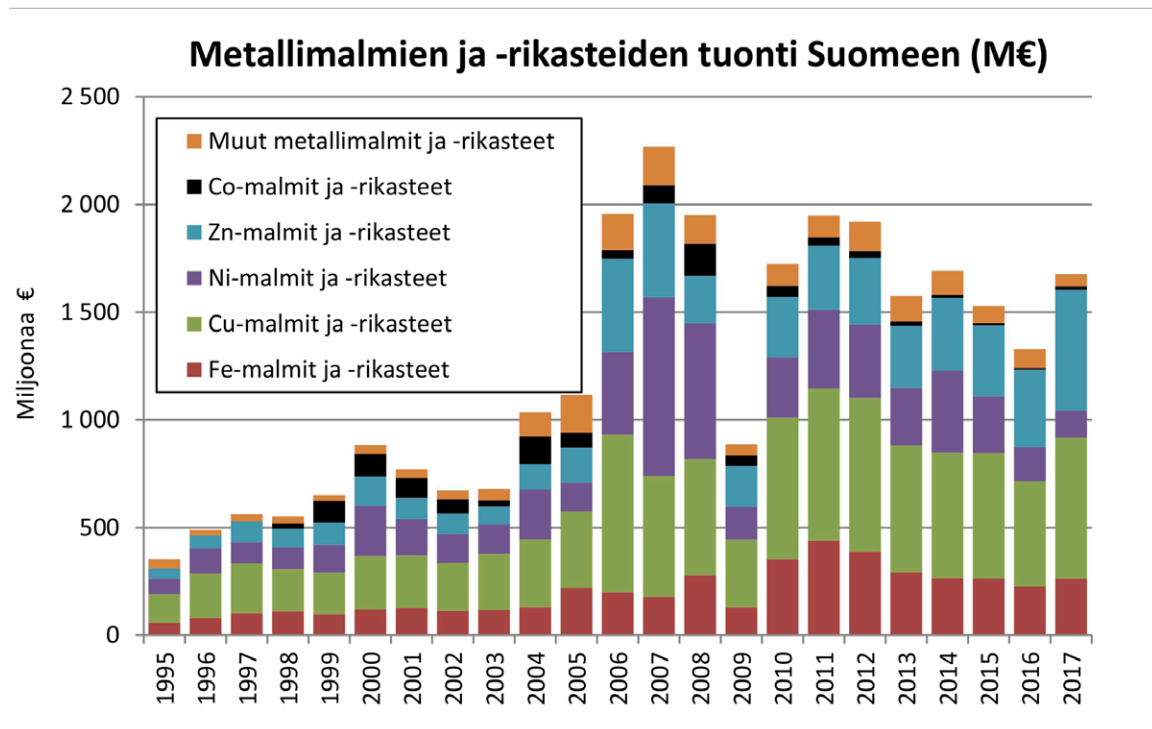
mittasuhteissa ei kuitenkaan johdu siitä, että tuontia olisi pystytty korvaamaan kasvaneen kotimaisen rikastetuotannon avulla: kehitys johtuu suurimmaksi osaksi rautamalimirikasteen tuonnin vähenemisestä (kuva 13), eikä rautamalimirikastetta tuoteta Suomessa. Tonnimäärältään rautamalimirikasteen tuonti kattaa hieman yli 70 % metallimalimirikasteiden tuonnista.

Kotimainen nikkeliirikasteen tuotanto on ilmeisesti osittain korvannut nikkeliirikasteen tuontia. Vaikka nikkeliirikasteen tuonti on romahtanut puoleen huippuvuoden 2014 jälkeen (kuva 15), nikkeli tuotteiden tuotanto ei ole kuitenkaan vähentynyt, vaan jopa kasvanut (taulukko 10). Viimeisten viiden vuoden aikana sinkkimalimirikasteen tonnimääräinen tuonti on vähentynyt vain hieman, kun taas kuparimalimirikasteen tuonti on hieman lisääntynyt (kuva 15).

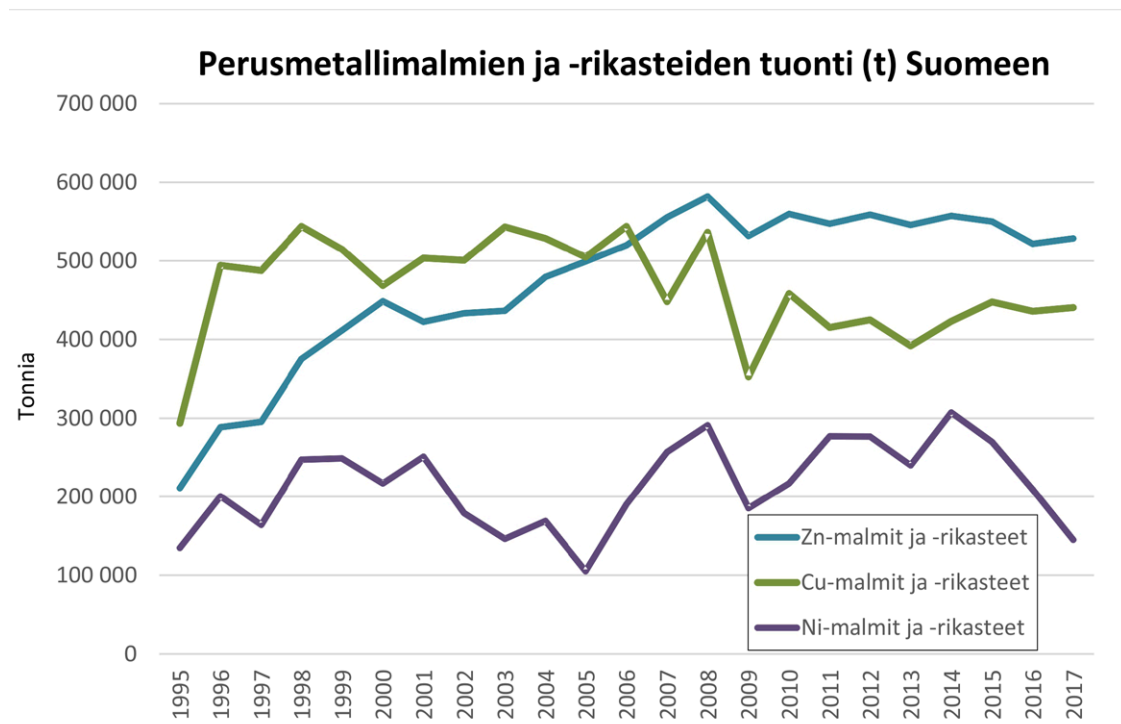
**Kuva 13: Metallimalmien ja -rikasteiden yhteenlasketun tonnimääräisen tuonnin väheneminen 2010-luvulla johtuu enimmäkseen rautamalminen ja -rikasteiden tuonnin vähenemisestä. Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta.**



**Kuva 14: Metallimalmien ja -rikasteiden yhteenlasketun euromääräisen tuonnin aikasarja eroaa huomattavasti tonnimääräisen tuonnin aikasarjasta, koska siihen vaikuttavat hinnat ja niiden kehitys. Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta.**



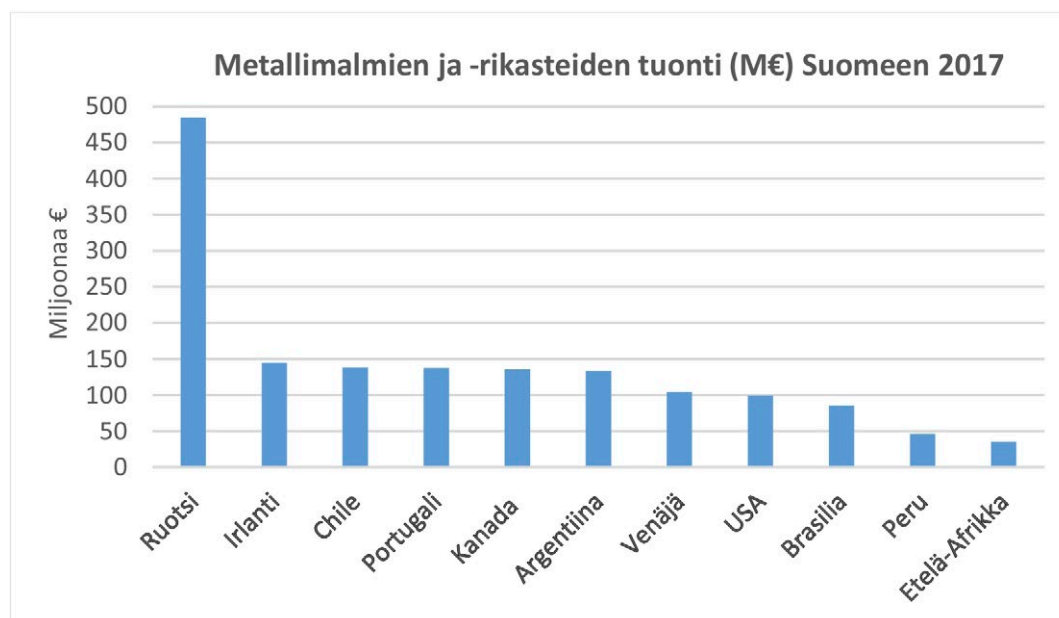
**Kuva 15: Perusmetallimalmien ja -rikasteiden osalta vain nikkelimalmi ja -rikasteen tuonti on viime vuosina selvästi vähentynyt. Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta.**



Metallimalmirikasteiden yhteenlasketun euromääräisen tuonnin arvo oli metallien hintakehityksiä mukailleen, huipussaan vuonna 2007, jolloin metallimalmirikasteita tuotiin Suomeen 2,3 miljardin euron arvosta. Sen jälkeinen kehitys kuvastaa laskevaa trendiä, vaikkakin vuonna 2017 metallimalmirikasteiden tuonnin arvo oli 1,7 mrd € ja kasvoi 26 % edellisestä vuodesta. Kuparimalmia tuodaan euromääräisesti eniten: vuonna 2017 sen osuus metallimalmirikasteiden tuonnin arvosta oli 40 %. Kuparimalmin tuonnin arvo alkoi laskea vuoden 2012 jälkeen, mutta vuonna 2017 sen tuonnin arvo nousi edellisvuodesta 34 % ja oli jälleen lähes samoissa lukemissa kuin huippuvuonna 2012. Sinkkimalmirikasteen euromääräinen tuonti kuvastaa selvästi nousevaa trendiä vuoden 2009 jälkeen. Kasvu oli erityisen voimakasta vuonna 2017, jolloin sinkkimalmirikasteen tuonnin arvo oli 562 miljoonaa €, mikä on enemmän kuin koskaan aikaisemmin 2000-luvulla. Nikkelimalmirikasteen euromääräinen tuonti oli 381 miljoonaa € vuonna 2014, mutta on sen jälkeen vuonna 2017 romahtanut 124 miljoonaan euroon, mikä on vähemmän kuin koskaan aikaisemmin 2000-luvulla.

Vuonna 2017 metallimalmirikasteita tuotiin Suomeen euromääräisesti selvästi eniten Ruotsista, yhteensä yli 485 miljoonan euron arvosta (kuva 16). Seuraavaksi arvokkainta oli metallimalmirikasteiden tuonti Irlannista, Chilestä ja Portugalista. Kaikista näistä kolmesta maasta metallimalmirikasteiden tuonnin arvo oli noin kolmasosa Ruotsiin verrattuna. Euromääräisesti eniten Ruotsista tuotiin sinkkirikastetta (278 milj. €), rautarikastetta (159 milj. €) ja kuparirikastetta (48 milj. €). Tuonti Irlannista koostui valtaosin sinkkirikasteesta (145 milj. €) ja tuonti Chilestä kuparirikasteesta (112 milj. €).

**Kuva 16: Metallimalmi- ja -rikasteiden tuonnin arvo Suomen kannalta niiden tärkeimmistä tuontimaista vuonna 2017. Lähde: Tullihallitus, Uljas-tietokanta.**



Kobolttimalmi- ja -rikasteiden tuonti on 2000-luvun aikana korvautunut valtaosin erilaisien koboltista koostuvien välituotteiden (CN8: 81052000) tuonnilla. Nämä välituotteet tuotiin ainakin vielä vuonna 2014 lähes yksinomaan Kongon demokraattisesta tasavallasta;



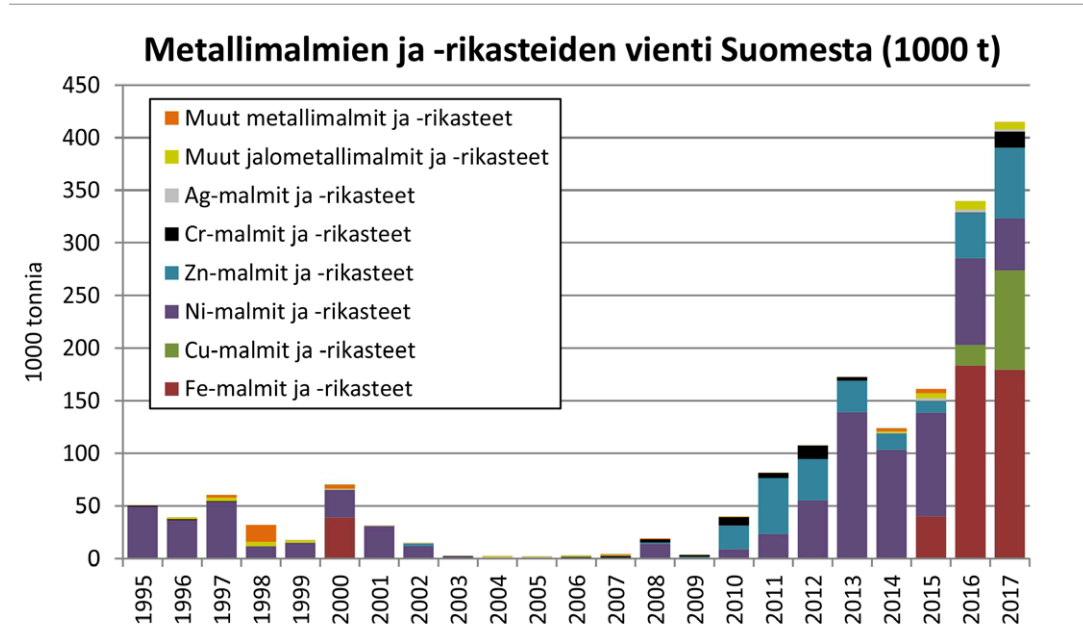
tämän jälkeen tuonnin lähtömaata ei ole saatavissa Tullin tilastoista. Vuonna 2017 kobolttin välituotteiden tuonnin arvo kasvoi edellisvuodesta huimat 179 % ja oli jopa 462 miljoonaa euroa. Vuosina 2015–2017 Suomeen on tuotu kobolttimalmeja ja -rikasteita lähes yksinomaan Itävallasta, mutta niitä tuodaan nykyään tonnimäärältään vain murto-osa verrattuna niiden tuontiin 2000-luvun alussa.

## **Vienti**

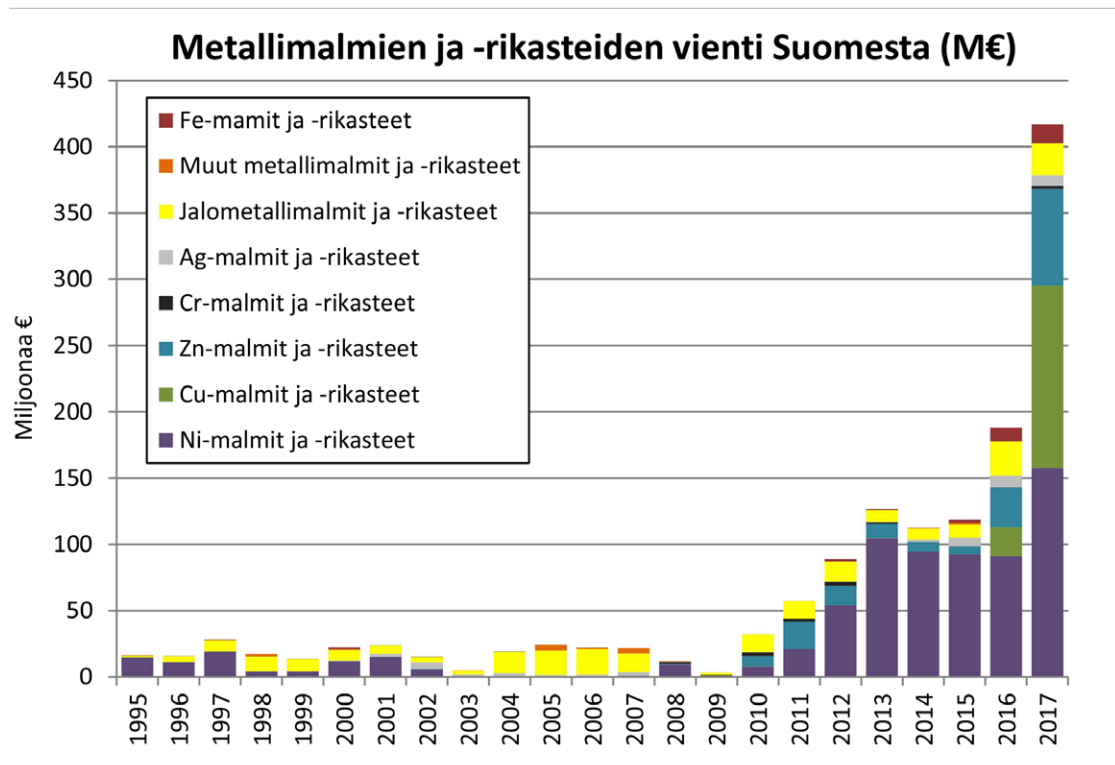
Metallimalmirikasteiden yhteenlaskettu tonnimääräinen vienti oli viime vuosituhaten lopussa noin 50 000 t vuodessa, mutta se supistui tästä hyvin vähäiseksi vuosiksi 2003–2009. Vienti lähti kuitenkin hyvin voimakkaaseen kasvuun vuonna 2010 ja oli vuonna 2017 jopa yli 400 000 t (kuva 17). Sinkkimalmirikasteen vienti kasvoi nopeasti vuosina 2010 ja 2011. Vuonna 2011 sitä vietiin 53 000 t, mutta tämän jälkeen sen vienti kääntyi laskuun. Nikkelimalmirikasteen vienti kasvoi aina vuoteen 2013 asti, jolloin sitä vietiin 139 000 t, mutta tämän jälkeen sen vienti kääntyi laskuun. Kevitsasta tuotettu nikkelikaste jatkojalostetaan nykyään Suomessa. Kuparimalmirikasteen vienti 2000-luvulla on ollut todella vähäistä, koska tuotettu rikaste on jatkojalostettu Suomessa. Vuonna 2016 kuparimalmirikasteen vienti kuitenkin lähti voimakkaaseen kasvuun, ja vuonna 2017 sitä vietiin Suomesta jopa 94 000 t eli rautamalmirikasteen jälkeen toiseksi eniten.

Tullitilastojen mukaan Suomesta alettiin viedä huomattavia määriä rautamalmirikastetta vuonna 2015 (kuvat 17 ja 19). Sekä vuonna 2016 että vuonna 2017 rautamalmirikastetta on viety Suomesta noin 180 000 t, mikä on selvästi enemmän kuin muiden yksittäisten metallimalmirikasteiden vientimäärät. Rautamalmirikastetta on viety lähes yksinomaan Ruotsiin. Sen alkuperää on kuitenkin hieman vaikea päätellä, koska Suomessa ei tuoteta varsinaista rautamalmirikastetta. Oletettavasti kyse ei ole Suomessa tuotetun rikkikiisun tai pasutetun rikkikiisun viennistä, koska niiden ulkomaankauppa tilastoidaan eri tullinimikkeiden alla. Kyse voisi olla siitä, että ulkomailla tuotettu rautamalmirikaste vietäisiin Suomessa tapahtuneen prosessoinnin jälkeen uudestaan ulkomaille. Pasutettua rikkikiisua vietiin Suomesta valtavia määriä erityisesti vuosina 2011–2014, jolloin sen vuotuisen viennin määrä oli enimmillään jopa yli miljoona tonnia. Vuonna 2015 pasutetun rikkikiisun vienti kuitenkin romahti, ja vuonna 2017 sen viennin arvo oli vain 6 % vuoteen 2014 verrattuna.

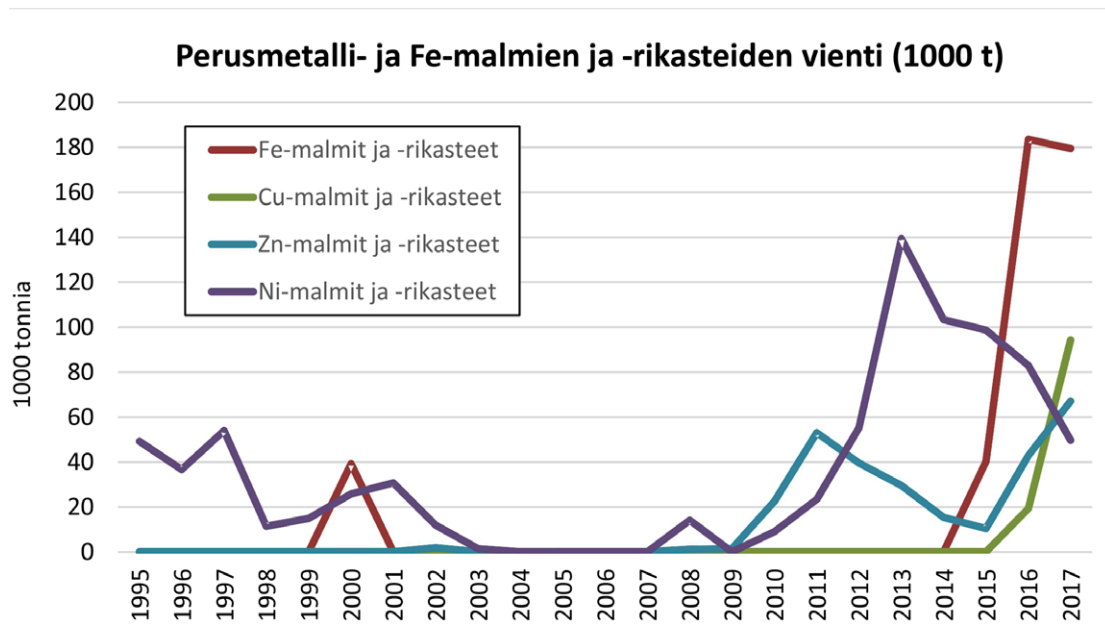
**Kuva 17. Metallimalmien ja -rikasteiden yhteenlaskettu tonnimääräinen vienti alkoi kasvaa hyvin voimakkaasti vuonna 2010. Vuosina 2016–2017 eniten on viety rautamalmeja ja -rikasteita. Kuparimalmien ja -rikasteiden vienti on ollut hyvin vähäistä ennen vuotta 2016. Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta.**



**Kuva 18. Viime vuosina nikkelimalmeja ja -rikasteita on viety euromääräisesti eniten, mutta vuonna 2017 kuparimalmien ja -rikasteiden vienti oli kasvanut jo lähes yhtä arvokkaaksi. Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta.**



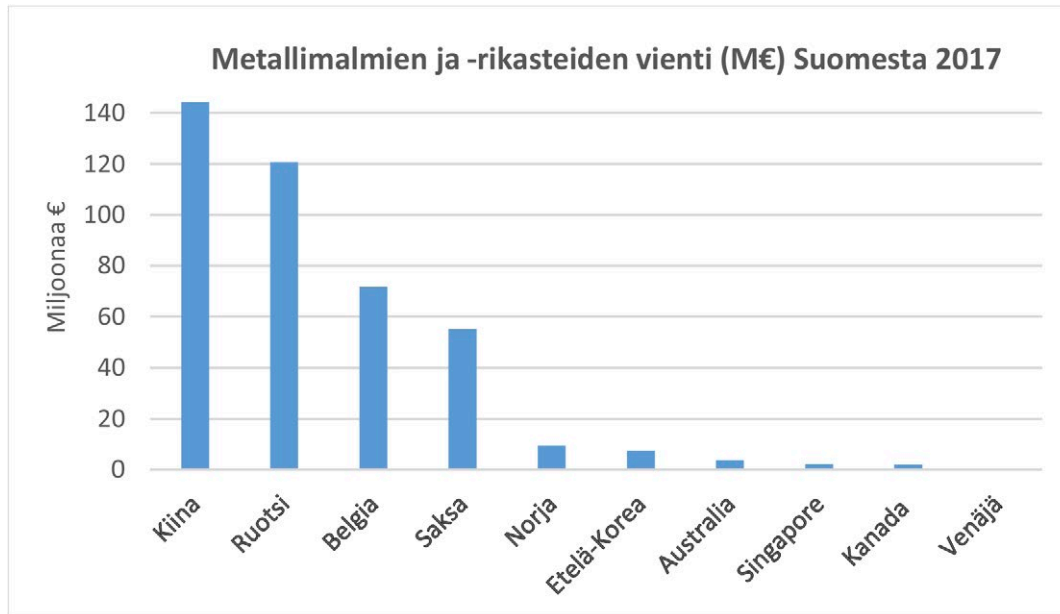
**Kuva 19. Rauta-, kupari- ja sinkkimalmeja ja -rikasteita viedään nykyään ennätysellisen paljon. Nikkelimalmien ja rikasteiden vienti on romahtanut huippuvuodesta 2013. Lähde: Tulli, ULJAS-tietokanta.**



Luonnollisesti myös metallimalmirikasteiden viennin arvo lähti voimakkaaseen kasvuun vuonna 2010, mikä johtui sinkkimalmirikasteen ja nikkelimalmirikasteen viennin kasvusta (kuva 18, taulukko 15). Molempien viennin arvo kasvoi lähes samaan tahtiin vuosina 2010 ja 2011, mutta 2012 nikkelimalmirikasteen vienti oli selvästi arvokkaampaa kuin sinkkimalmirikasteen vienti. Vuosina 2013–2016 nikkelimalmirikastetta vietiin vuosittain noin 100 miljoonan euron arvosta. Vuosi 2017 oli metallimalmirikasteiden viennin suhteen hyvin poikkeuksellinen, sillä euromääräinen vienti kasvoi edellisvuodesta peräti 126 % ja oli 417 miljoonaa €. Sekä nikkeli-, kupari- että sinkkimalmirikasteen vuotuisen viennin arvo oli suurempi kuin koskaan aikaisemmin 2000-luvulla. Nikkelimalmirikasteen vienti oli edelleen arvokkainta (157 miljoonaa €). Kuparimalmirikasteen viennin arvo viisinkertaistui edellisvuodesta ja oli 138 miljoonaa €. Sinkkimalmirikasteen vienti oli 73 miljoonaa €.

Metallirikasteiden viennin osalta Kiina oli selvästi tärkein maa vuonna 2017 (kuva 20). Myös Ruotsi, Belgia ja Saksa erottuivat muista vientimaista. Kiinan vienti koostui valtaosin nikkelikasteista (142 milj. €), ja sen lisäksi Kiinaan vietiin kromirikastetta (2,3 milj. €). Eniten Ruotsiin vietiin kuparirikasteita (82 milj. €), jalometallirikasteita (24 milj. €) ja rautarikasteita (14 milj. €). Belgiaan vietiin sinkkirikasteita (64 milj. €) ja hopearikasteita (8 milj. €), kun taas Saksaan vietiin vain kuparirikasteita (55 milj. €).

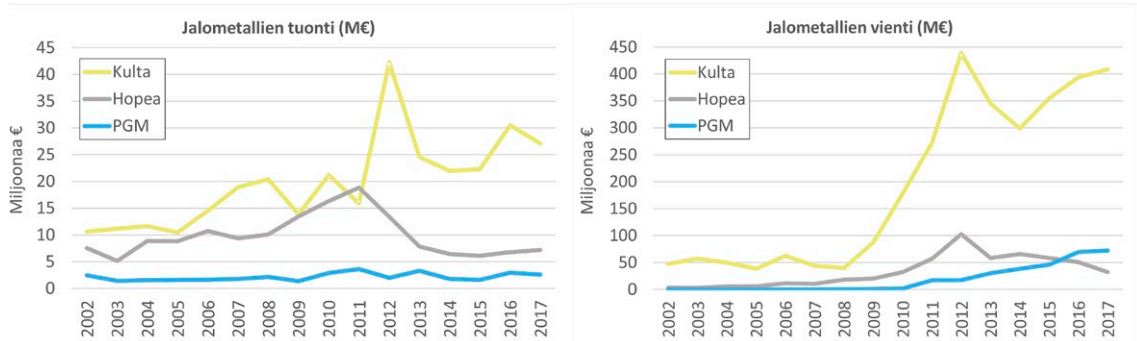
**Kuva 20: Metallimalmien ja -rikasteiden viennin arvo Suomen kannalta vuonna 2017 niiden tärkeimpiin vientimaihin. Lähde: Tullihallitus, Uljas-tietokanta.**



#### 4.3.2 Jalometallit

Kullan kaivostuotanto Suomessa lähti todella voimakkaaseen kasvuun vuonna 2009, mikä johtuu kullan tuotannon aloittamisesta Kittilän kaivoksessa edellisenä vuonna. Vuonna 2012 kultaa tuotettiin Suomen kaivoksista 8 kertaa enemmän kuin vuonna 2008. Valtaosa Suomen kaivoksista tuotetusta kullasta jalostetaan doré-harkoiksi Suomessa, joten tuotannon kasvu ei näy kultarikasteiden vaan kultametallin viennin kasvuna. Tuotannon tavoin myös kullan viennin arvo alkoi kasvaa todella voimakkaasti vuonna 2009 ja oli vuonna 2012 439 miljoonaa euroa (kuva 21). Vuosina 2015–2017 kultaa vietiin Suomesta euromääräisesti eniten jauheen muodossa. Kullan ulkomaankaupan kauppataase on voimakkaasti positiivinen, sillä viimeisen viiden vuoden aikana kullan tuonnin arvo on ollut vain 6–7 % kullon viennin arvoon verrattuna.

**Kuva 21: Kullan, hopean ja platinaryhmän metallien (PGM) tuonnin (vasemmalla) ja viennin (oikealla) arvo (muokkaamattomana, puolivalmisteena tai jauheena). Huomaa, että viennin kuvaajassa Y-akselin asteikko on kymmenkertainen tuonnin kuvaajaan verrattuna. Lähde: Tullihallitus, Uljas-tietokanta.**

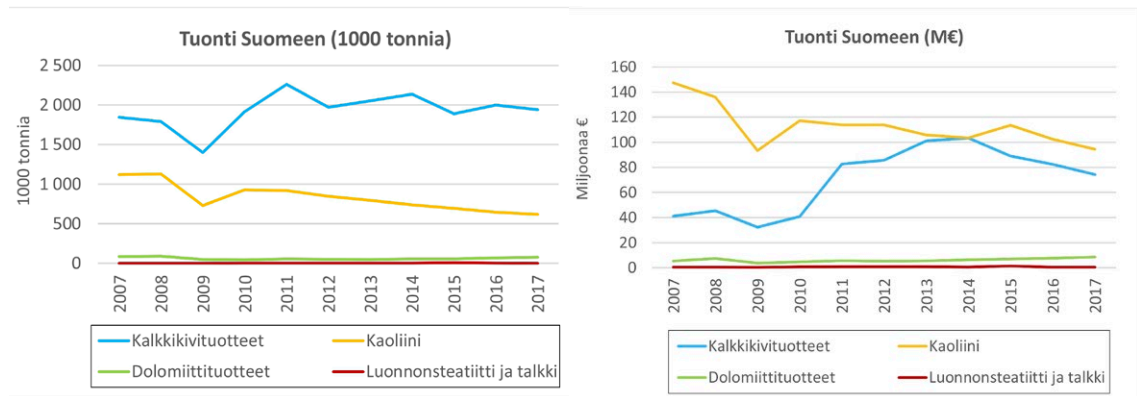


#### 4.4.3 Teollisuusmineraalit (kaoliini, kalkkikivituotteet, talkki)

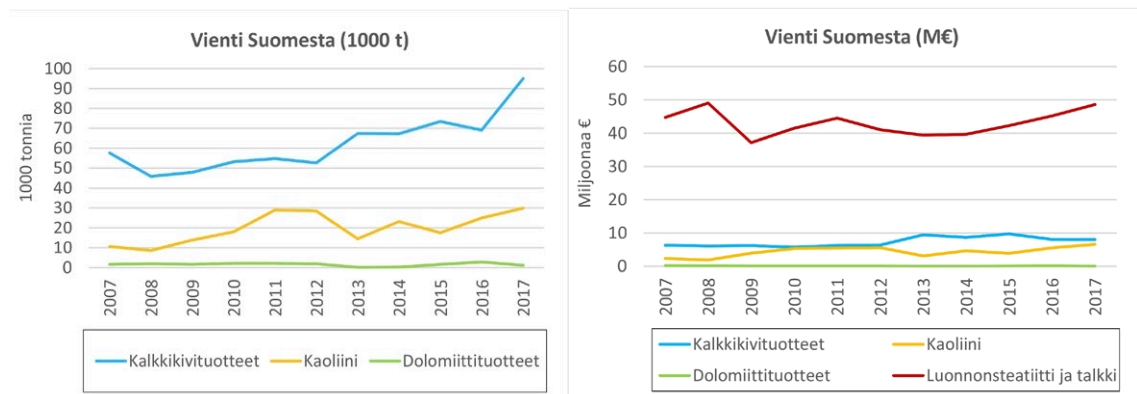
Suomen ulkomaankaupan kannalta tärkeimmät teollisuusmineraalit (ml. myös vain suhteellisen vähän jalostetut teollisuusmineraalituotteet) ovat kalkkikivi, kaoliini ja talkki. Niistä Suomeen tuodaan tonnimäärältään eniten kalkkikivituotteita (noin 2 miljoonaa tonnia vuodessa) sekä kaoliinia (noin 0,5 miljoonaa tonnia vuodessa) (kuva 22, liite 4 taulukko 12). Kaoliinin tuonnin arvo (noin 100 miljoonaa € vuodessa) on kuitenkin suurempi kuin kalkkikivituotteiden tuonnin arvo (noin 80 miljoonaa € vuodessa) (kuva 22). Sekä kalkkikivituotteiden että kaoliinin ulkomaankaupan kauppataase on voimakkaasti alijäämäinen: molempien tonnimääräinen tuonti Suomeen on noin 20 kertaa suurempi kuin vienti. Talkin osalta tilanne on päinvastainen: sen vuotuisen viennin arvo on noin 50 miljoonaa €, kun taas tuonnin arvo on tästä vain noin 1 %. Kalkkikivien tai kalkkikivituotteiden tuonnista arvokkainta on sammuttamattoman kalkin ja sementin valmistuksessa käytettävän sulatuskalkkikiven tuonti.

Pasuttamattoman rikkikiisun vienti on ollut hyvin arvokasta erityisesti vuosina 2010–2016, jolloin sen vuosittainen vienti on ollut arvokkaampaa kuin kaoliinin vienti ja vaihdellut 8,9–23,8 miljoonan euron välillä. Vuonna 2017 pasuttamattoman rikkikiisun viennin arvo oli 3,8 miljoonaa €.

**Kuva 22: Kaoliinin, kalkkikivituotteiden, dolomiittituotteiden ja talkin tuonti, vasemmalla tuhansina tonneina, oikealla miljoonina euroina. Lähde: Tullihallitus, Uljas-tietokanta.**



**Kuva 23: Kaoliinin, kalkkikivituotteiden ja dolomiittituotteiden vienti, vasemmalla tuhansina tonneina, oikealla miljoonina euroina. Talkin viennin tonnimäärä on salattu, mutta sen viennin arvo on julkista tietoa ja esitetään oikeanpuoleisessa kuvassa. Lähde: Tullihallitus, Uljas-tietokanta. (ks. myös Liite 4)**



## 5 Taloudellinen tila

Geopolitiikkaan liittyvät jännitteet ovat kasvaneet ja yleiskuva maailmantaloudesta on muuttunut sumuisemmaksi useammastakin syystä. Touko–heinäkuussa 2018 Tilastokeskuksen mukaan teollisuuden liikevaihto kasvoi 5,5 prosenttia edellisestä vuodesta. Teollisuustoimialalla edelleen vahvaa liikevaihdon kasvua tekee kaivostoiminta ja louhinta -toimiala, joka kasvoi 15,2 %. Toimialan sisällä arvioidaan, että liikevaihdon kasvusta noin puolet on ollut volyymikasvua ja puolet raaka-aineiden ja komponenttien hintojen nousua. Osa metallien hinnoista on kääntynyt laskuun kevään ja kesän aikana.

Tällä hetkellä usealla kaivoksella on käynnissä merkittäviä laajennusinvestointeja, joita on kuvattu tämän raportin aikaisemmassa osiossa. Sotkamoon on rakentumassa käytännössä uusi hopeakaivos. Yhtiöt ovat sopeuttaneet tuotannon ja kustannukset markkina-tilanteeseen. Kaivosten investoinnit painottuvat olemassa olevaan kapasiteettiin, tuotannon tehostamiseen ja ympäristöinvestointeihin. Yleisesti kaivostoiminnan koko elinkaaren kustannukset muodostuvat etsinnän kustannuksista, investoinneista (CAPEX) ja operatiivisista kustannuksista (OPEX). Suurimmat investoinnit painottuvat kaivoksen rakentamisvaiheeseen ja mahdollisiin myöhempisiin suuriin laajennuksiin. Kaivokset ja kaivoshankkeet ovat erilaisia, ja niiden kustannusrakenteet ovat yksilöllisiä. Kustannuksiin vaikuttavat monet tekijät, kuten esiintymän sijainti, pitoisuus ja hyödynnettävyys.

Etsinnän kustannukset muodostuvat muun muassa malmion paikallistamiseen tehtävistä mittauksista ja kartoituksista sekä malmivarantojen todentamiseen tarvittavista kairauksista maastossa. Etsinnän intensiteetin mittarina käytetään usein maastossa kairattujen näytteiden metrimäärää. Kairaus on tyypillistä kaivostoiminnan alihankintapalvelua.

Tuotantokustannukset koostuvat karkeasti ottaen louhinnan kustannuksista, rikastuskustannuksista, materiaalien käsittelystä, energiakustannuksista, kulutustarvikkeista ja -aineista sekä hallinnosta. Raaka-aineiden hintakehitystä voi seurata päivittäin yleisen median kautta (kuva 24).

**Kuva 24: Kuva on esimerkki metallien hinnan seurannan mahdollisuuksista**



# 6 Investoinnit, tutkimus ja kehitystoiminta sekä EU:n mineraalipolitiikka ja kriittiset raaka-aineet

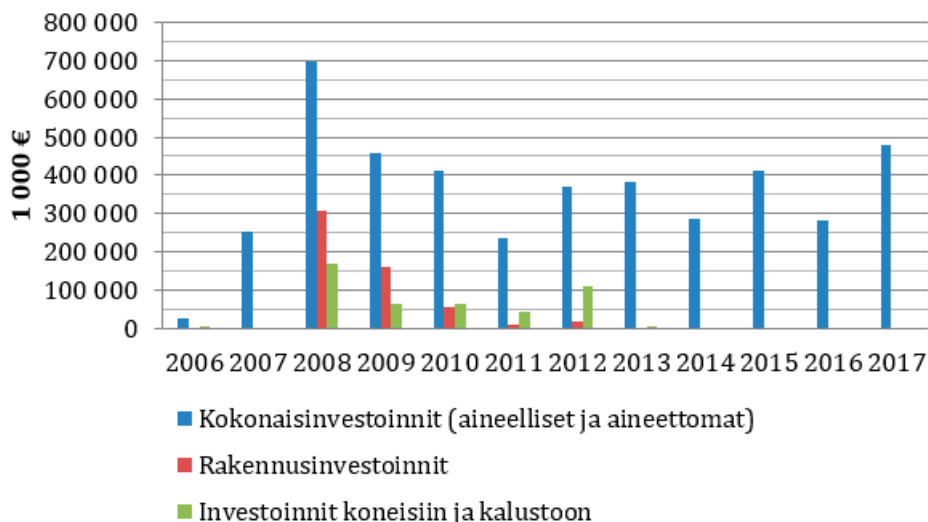
## 6.1 Toimialan investoinnit

Toimialalla suoraan ja välillisesti metallinjalostajayhtiöt ovat vuoden 2018 alusta julkaisseet noin miljardin euron edestä kehittämis- ja investointiohjelmaa. Tuorein investointi on Sotkamo Silverin hopeakaivoksen tuotannon käynnistäminen ensi vuoden alusta. Akkukemikaalien tuotantoon liittyen on lokakuussa 2018 julkistettu kaksi merkittävää projektia: Norlisk Nickel ja BASF (22.10.2018) investoivat akkukemikaalien tuotantoon sekä edelleen akkuihin tarvittavien katodimateriaalien tuotantoon Harjavallassa. Investointi on osa BASF:n 400 M€:n investointiohjelmaa. Terrafame Oy (25.10.2018) investoi 240 M€ akkukemikaali-tehtaaseen eli nikkeli- ja kobolttisulfaatin tuottamiseen.

Tilastokeskuksen tilinpäätöstilastojen mukaan vuonna 2017 metallimalmien louhinnan toimialalla oli 28 yritystä, joiden kokonaisinvestoinnit olivat 480 miljoonaa euroa. Kasvua edellisvuoteen oli 71 %. Rakennusinvestointeja oli noin 0,9 miljoonaa euroa ja kone- ja laiteinvestointeja 2,8 miljoonaa euroa.

Muita kustannuksia ovat esimerkiksi kaivoslain mukaiset korvaukset maanomistajille. Malminetsinnän alussa yhtiöt maksavat tutkimusalueestaan 20 euron vuosittaisen hehtaarikorvauksen maanomistajalle. Summa nousee tutkimusten jatkuessa 50 euroon/hehtaari. Kaivostoiminnassa louhinnasta maanomistajalle maksetaan vuosittain 50 euroa/hehtaari. Lisäksi maanomistajalle aletaan maksaa louhintakorvausta, joka on 0,15 prosenttia vuoden aikana louhitun metallimalmin kaivosmineraalien lasketusta arvosta.

**Kuva 25: Investoinnit toimialalla metallimalmin louhinta (TOL 07). Lähde: Toimiala Online, Tilastokeskus.**





## 6.2 Malminetsintä kaivosalan tutkimus- ja kehitystoimintana

### GTK

Kaivostuotanto vastaa tämän hetken teollisuuden ja loppukäyttäjien kysyntään, mutta malminetsintä on ainut tapa turvata raaka-aineiden saanti pitkällä aikavälillä. Teknologiyhtiöihin verraten malminetsintää voidaan pitää kaivosyhtiön tutkimus- ja kehitystyönä. Malminetsintälupa vastaa osittain teknologiapuolen patenttia, koska se turvaa yrityksen etsintäidean, samoin kuin patentti turvaa käyttö- tai valmistusidean. Pitkän aikavälin jatkuvuuden kannalta erityisen tärkeää on, että jo tunnettujen aiheiden kehittämisen lisäksi mineraali-esiintymiä löydetään kokonaan uusista paikoista (nk. greenfields-malminetsintä).

Kaivostoiminta tietyssä paikassa voi kestää vuosikymmeniä tai jopa vuosisatoja, mutta ei loputtomasti. Monesta muusta teollisuuden alasta poiketen suuri osa kaivostoiminnan tuotteista on kuitenkin helposti kierrätettävissä: esimerkiksi kupari ja kulta pystytään pitämään kierrossa käytännössä loputtoman kauan, ja niiden arvo säilyy. Metallituotteita kierrätetäänkin nykyään tehokkaasti. Kierrätyksen kautta tuotetut metallit eivät kuitenkaan riitä kattamaan metallien kysyntää, varsinkaan niin kauan kuin Kiinan ja muiden kasvavien talouksien raaka-aineiden tarve lisääntyy. Siksi minkään metallin osalta ei olla vielä pitkiin aikoihin sellaisessa tilanteessa, että kaivoksista ei tarvitsisi enää tuottaa uusia raaka-aineita.

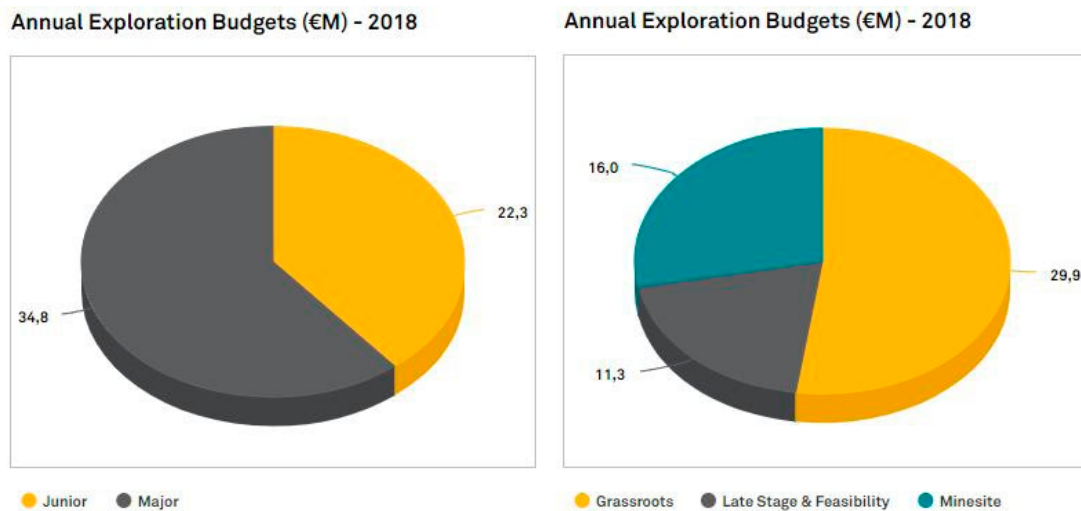
Malminetsintä on kokonaisuudessaan pitkäjänteinen, usein jopa vuosikymmeniä kestävä, luonnontieteellis-teknis-taloudellinen arviointiprosessi, johon vaikuttavat luonnonvarojen lisäksi taloudelliset, ympäristölliset sekä monet yhteiskunnalliset tekijät. Malminetsinnan yhteydessä maa- ja kallioperästä kertyvää tietoa voidaan hyödyntää monipuolisesti myös esimerkiksi maankäytön suunnittelussa ja ympäristön hoidossa. Malminetsintä on luonteeltaan syklistä ja seuraa voimakkaasti metallien maailmanmarkkinahintojen kehittymistä. Syklisyys vaikuttaa erityisesti junioriyhtiöiden toimintaan, koska ne ovat riippuvaisia ulkopuolisesta rahoituksesta. Malminetsintä paikkakunnilla, joissa kaivostoimintaa jo on (brownfields), edesauttaa osaltaan vakiintuneen elinkeinorakenteen ylläpitämistä ja lieventää kaivostoiminnan päättymisestä aiheutuvia rakennemuutoksia. Erityisesti näin on silloin, jos T&K-toiminta johtaa uusiin malmilöytöihin ja kaivostoiminnan jatkumiseen.

Malminetsintää harjoittavat Suomessa sekä kaivosyhtiöt että junioriyhtiöt, joista suurin osa on rekisteröity ulkomaille. Näillä kaivosyhtiöillä voi jo olla Suomessa kaivostoimintaa tai sitten ne harjoittavat kaivostoimintaa muualla. Junioriyhtiöt puolestaan keskittyvät etsimään ja tutkimaan otollisia uusia kohteita. Myös etsintästrategia on usein erilainen: Suuret ja keskisuuret kaivosyhtiöt etsivät pääasiallisesti kokoluokaltaan suuria, pitkäkestoisia ja kustannustehokkaita esiintymiä ja pystyvät kattamaan laajoja etsintäalueita nopeassa ajassa. Pienten junioriyhtiöiden strategiana voi olla esimerkiksi uusien esiintymien etsiminen vähän tutkituilla alueilla tai etsinnan keskittäminen tunnettujen esiintymien lähialueille. Junioriyhtiöiden strategiana ei useinkaan ole varsinaisen kaivostoiminnan perustaminen vaan lupaavan esiintymän tai otollisen alueen mineraalioikeuksien myyminen toisille malminetsintäyhtiöille tai varsinaiselle kaivosyhtiölle. Tämä johtuu siitä, että malminetsintä ja kaivostoiminta ovat liiketoiminnallisesti erilaisia, ja kaivostoiminta vaatii huomattavasti

enemmän resursseja ja erilaista osaamista kuin malminetsintä tai malminetsintäkohteiden tunnistaminen.

Suomessa suurten, kansainvälisten yhtiöiden osuus malminetsintään budjetoiduista varoista on yli puolet (kuva 26). Reilu neljännes malminetsinnästä tehdään jo olemassa olevien kaivosten yhteydessä kaivosten eliniän pidentämiseksi), ja vuonna 2018 yli puolet malminetsintään budjetoiduista varoista liittyi kokonaan uusien esiintymien etsimiseen. Valtaosassa Suomessa 2000-luvulla avatuista kaivoksista hyödynnetään malmeja, jotka on löydetty 80-luvulla. Täysin uusia todella merkittäviä löytöjä viimeisen kymmenen vuoden aikana ovat vain Sakatti Sodankylässä ja Rompas-Rajapalot Ylitorniolla. Näistä Sakatin on löytänyt suuri, kansainvälinen kaivosyhtiö (Anglo American) ja Rompas-Rajapalot junioriyhtiö (Mawson Resources).

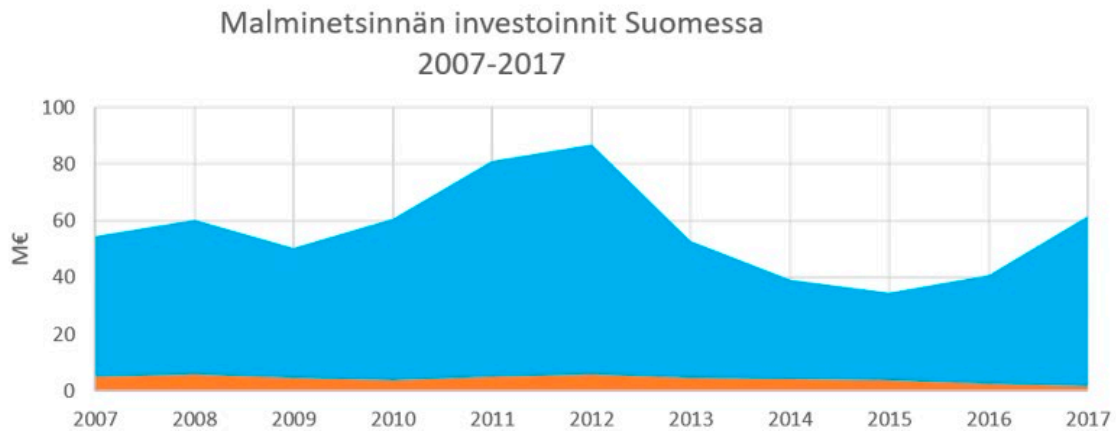
**Kuva 26: Malminetsinnän yritysraakenne ja etsintätoimien kohdistuminen Suomessa vuonna 2018. Lähde: S&P Global – 19.10.2018.**



Valtion rooli malminetsinnässä on pienentynyt merkittävästi Suomessa 2000-luvulla (kuva 27). Nykyisin Geologian tutkimuskeskus on ainoa valtiollinen toimija malminetsinnässä. GTK:n painopiste on siirtynyt 2000-luvulla aktiivisesta malminetsinnästä malmipotentialisten alueiden arviointiin ja niiden mallinnukseen. Päätaavoite on arvioida Suomen kallio-perän raaka-ainepotentiaalia, osoittaa kaivosteollisuudelle malmipotentialisia alueita ja esiintymiä sekä tuottaa kaivosalan tarvitsemaa tarkentuvaa tietoaineistoa Suomen kallio-perästä. Painopiste poikkeaa malminetsintää harjoittavien yhtiöiden toiminnasta, sillä ne pyrkivät paikantamaan mineraaliesiintymän ja selvittämään sen taloudellisen kannattavuuden. GTK:n toiminta kohdistuu pääosin sellaisille malmipotentialisille alueille, jotka eivät ole yhtiöiden intensiivisen etsintätoiminnan kohteena. Sen vuoksi GTK:n toiminta tukee nimenomaan greenfields-malminetsinnän harjoittamista.

**Kuva 27: Malminetsinnän investoinnit Suomessa vuosina 2007–2017.**

**Lähteet: Tukes, GTK.**



Akkuteollisuuden tarvitsemien koboltin, litiumin ja grafiitin sekä valaistuksessa ja näytöissä käytettävien harvinaisten maametallien (REE) etsintä on lisääntynyt viime aikoina.

Kansainvälisesti tarkasteltuna malminetsinnän kustannustaso on kaksinkertaistunut viimeisen kymmenen vuoden aikana. Malminetsintä on muuttunut entistä teknologiakeskeisemmäksi, työvoiman kustannukset ovat kasvaneet ja etsintätoiminta painottuu entistä enemmän harvaan asutuille alueille sekä syväalmien etsintään vanhoilla kaivosalueilla. Syväalmien etsinnän vaatima teknologia lisää etsintäkustannuksia. Kairauskustannukset kasvavat huomattavasti, ja mittalaitteilta vaaditaan parempaa syvyyssulottuvuutta, mikä on osaltaan edistänyt myös teknologiapuolen tutkimus- ja kehitystyötä. Erityisesti seismiset mittaukset sekä tekoäly ja automaatio erilaisten mittausrobottien muodossa ovat kehittyneet viime vuosina.

Malminetsintä poikkeaa muusta T&K-toiminnasta etenkin siinä, että idea uudesta malminista kohdistuu paikkaan eikä teknologiaan. Suomessa julkiset rahoitusinstrumentit eivät kuitenkaan tällä hetkellä sovi tämän tyypiseen paikkaan sidotun T&K-toiminnan tukemiseen.

**Taulukko 13: Suomessa malminetsintää harjoittaneiden yhtiöiden määrä, panostukset etsintään, kairauskilometrit ja kaivosinvestoinnit. Lähde: Tukes.**

Vuosi	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Yhtiöiden lukumäärä	40	45	38	42	42	41	46
Panostus etsintään M€	81	86,8	52,8	39,1	34,5	41	61,4
Kairauskilometrit	369	366	179	142	130	178	273
Kaivosinvestoinnit M€	555	320	200	190	157	242	303

### 6.3 Euroopan unionin mineraalipolitiikka (Mari Kivinen ja Asko Käpyaho, GTK)

Euroopan komissio julkaisi vuonna 2008 raaka-aineita koskevan aloitteen (Raw Materials Initiative RMI), jonka tarkoituksena oli kiinnittää poliittinen huomio raaka-aineiden häiriöttömään saatavuuteen EU-alueelle. Aloitteen lähtökohtana oli helpottaa alueen teollisuuden voimakasta riippuvuutta mineraalisista tuontiraaka-aineista ja lieventää mahdollisten tuontihäiriöiden taloudellisia vaikutuksia. Mineraaliset raaka-aineet ja niiden saatavuus ovatkin aloitteen keskiössä. RMI:tä voidaan pitää lähtölaukauksena mineraaleihin viimeisen kymmenen vuoden aikana kohdistuneelle poliittisen huomion kasvulle EU:ssa ja myös Suomessa. Tämä on osaltaan heijastunut kansallisten mineraalistrategioiden laadintaan ja tutkimusrahoituksen suuntaamiseen sekä kansallisesti että EU-tasolla. Suomi laati RMI-aloitteen jälkeen oman kansallisen mineraalistrategiansa vuonna 2010 ensimmäisenä maana EU:ssa. Komission tukena toimii raaka-aineisiin keskittynyt asiantuntijaryhmä, Raw Materials Supply Group, joka neuvoo komissiota raaka-aineasioissa ja seuraa raaka-aine-aloitteen toteutumista.

RMI:n vaikutuksesta Euroopan komissio arvioi, mitkä ovat ns. kriittisiä raaka-aineita EU:ssa. Poliittikkatoimia ja tutkimusrahoitusta on pyritty suuntaamaan kriittisten raaka-aineiden saatavuutta tukevasti. Kriittisillä raaka-aineilla tarkoitetaan raaka-aineita, jotka ovat taloudellisessa mielessä erittäin tärkeitä EU-alueen teollisuudelle, mutta joiden saatavuuteen liittyy suuri riski. Listaus laadittiin ensimmäisen kerran vuonna 2011 ja päivitettiin vuonna 2014. Uusin päivitys julkaistiin syyskuussa 2017, jolloin listalle nostettiin mm. fosfori, skandium, tantaali ja vanadiini (kuva 28). Suomen kallioperästä on löydetty lukuisia kriittisten raaka-aineiden esiintymiä, joissa pääarvoaineina esiintyy kaikkiaan 12 eri kriittistä raaka-ainetta (kuva 29). Suomessa tuotetaan kriittisten raaka-aineiden osalta kobolttia, platina-ryhmän metalleja ja fosfaattikiveä.

**Kuva 28: Kriittisiksi arvioidut raaka-aineet vuoden 2017 listauksen mukaan (Euroopan komissio).**

2017 CRMs (27)			
Antimony	Fluorspar	LREEs	Phosphorus
Baryte	Gallium	Magnesium	Scandium
Beryllium	Germanium	Natural graphite	Silicon metal
Bismuth	Hafnium	Natural rubber	Tantalum
Borate	Helium	Niobium	Tungsten
Cobalt	HREEs	PGMs	Vanadium
Coking coal	Indium	Phosphate rock	

Kuva 29: Suomen mineraaliesiintymät, joissa jokin kriittinen raaka-aine esiintyy mineraaliesiintymän pääarvoaineena. Tonnirajat, joihin esiintymien kokoluokittelu perustuu, vaihtelevat arvoaineittain. Lyhenteet REE ja Ta ilmaisevat toisten symbolien alle piiloon jääviä esiintymiä (Ta = tantaali).

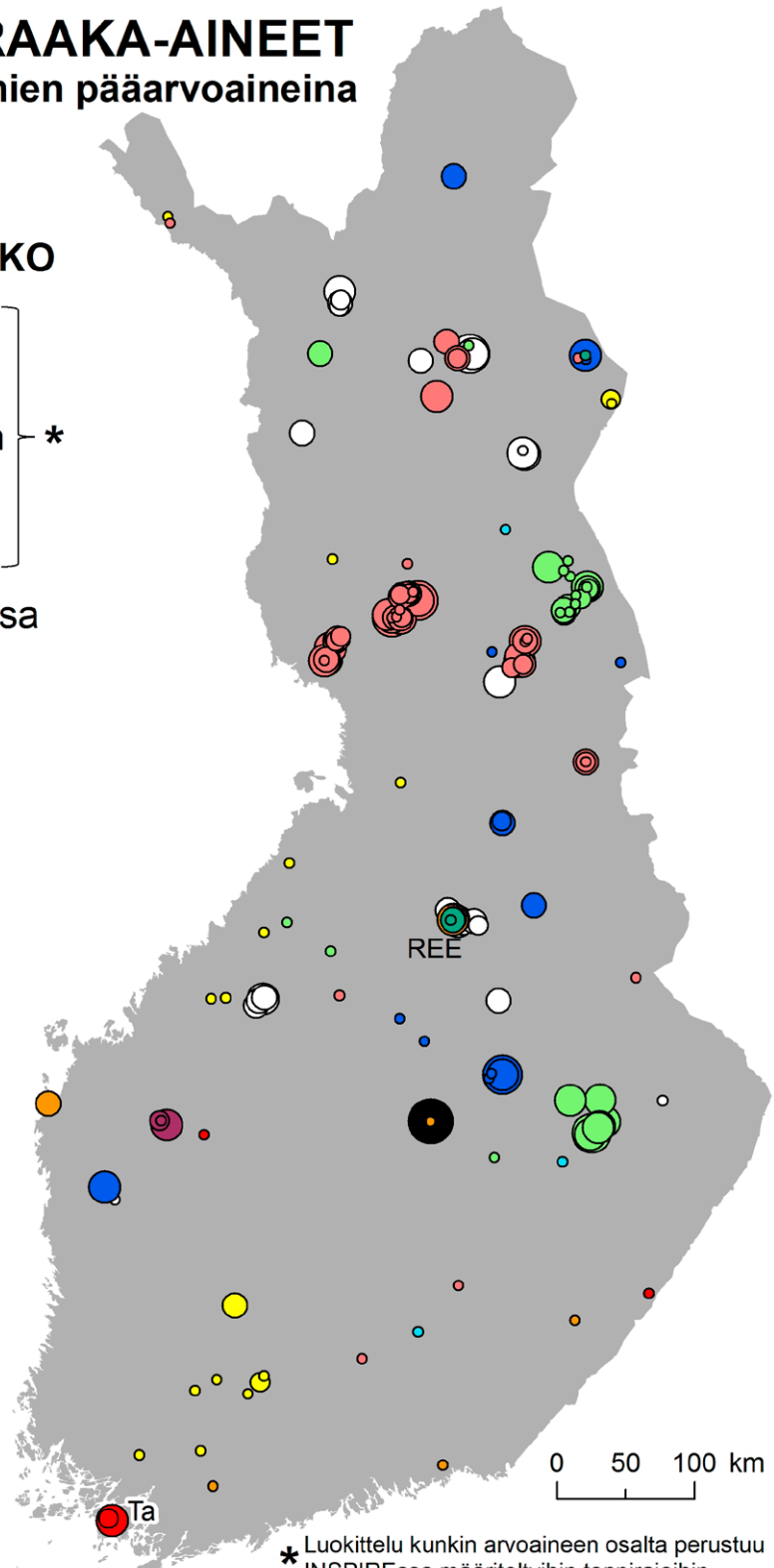
## KRIITTISET RAAKA-AINEET mineraaliesiintymien pääarvoaineina

### ESIINTYMÄN KOKO

- Hyvin suuri
- Suuri
- Keskikokoinen \*
- Pieni
- Hyvin pieni
- Koko ei tiedossa

### ARVOAINE

- Antimoni
- Beryllium
- Koboltti
- Grafiitti
- Niobium
- PGM
- Fosfaattikivi
- REE
- Skandium
- Tantaali
- Volframi
- Vanadiini



\* Luokittelu kunkin arvoaineen osalta perustuu INSPIREssa määriteltyihin tonnirajoihin

Vuonna 2012 Euroopan komissio käynnisti mineraaliraaka-aineet käsittävän innovaatiokumppanuuden (EIP on Raw Materials, EIP-RM). Sen tavoitteena on innovaatiotoiminnan kiihdyttäminen saattamalla Euroopan laajuisesti yhteen koko yksityinen ja julkinen tutkimus, kehitys ja innovaatioketju. Puiteohjelman 8 (Horizon 2020) viimeisten vuosien aikana, 2018–2020, panostetaan raaka-aineisiin yli 250 M€, johon sisältyy 100 M€:n rahoitus raaka-aineiden kiertotalouteen liittyen. Tällä toimenpiteellä pyritään parantamaan EU:lle kriittisten raaka-aineiden saatavuutta, vähentämään EU:n riippuvuutta raaka-aineiden tuonnista ulkopuolelta ja vahvistamaan alan asiantuntijaverkostoa EU:ssa. Kesäkuussa 2018 Euroopan komissio julkaisi Horizon Europe (Puiteohjelma 9) -ohjelmaehdotuksen kaudelle 2021–2027. Tämän 100 miljardin euron hankkeen esitetään keskittyvän mm. tutkimukseen ja kehitysideoihin ja niiden markkinoimiseen. Ohjelma tulee keskittymään eurooppalaiseen tutkimukseen ja eurooppalaisen teollisuuden kilpailukyvyyn parantamiseen sekä käsittelemään globaaleja haasteita, mutta samalla jatkamaan Horizon 2020 -ohjelman aiheita (Euroopan komissio 2018).

Mineraalialan tutkimusrahoitukseen on myös voimakkaasti vaikuttanut vuonna 2015 perustettu raaka-ainesektorin innovaatioyhteisö (EIT RawMaterials). Yhteisön tavoitteena on tehostaa tutkimustiedon siirtämistä yhteiskunnan hyödynnettäväksi uusina tuotteina, palveluina ja yritystoimintana sekä kouluttaa uusia yrittäjähenkisiä työntekijöitä. EIT RawMaterials, jossa on mukana useita suomalaisia toimijoita, on yksi keskeinen EU:n työkalu mineraaleihin liittyvän innovaatiotoiminnan kehittämisessä. EIT RawMaterialsin vuosittaiset projektihaudet ovat vilkastuttaneet mineraalialan projektitoimintaa ja samalla tehostaneet mineraalialan koulutusta EU:n alueella.

Lisäksi EU-alueella toimii mineraalialan rahoittajien ja kansallisten tutkimusohjelmien ERA-MIN-verkosto, jossa Suomesta jäsenenä on Business Finland. Verkoston viimeisin rahoitushaku tapahtui syyskuun 2017 lopulla, ja verkostossa on suunnitteilla vielä kaksi hakukierrosta vuoteen 2020 mennessä. Hauissa keskitytään monikansallisiin yhteistyöhankkeisiin, ja aihepiiri voi sijoittua mihin tahansa mineraalituotteiden elinkaaren vaiheeseen malminetsinnästä kierrätykseen. ERA-MIN-rahoitukset ovat osa Horizon 2020 -rahoitusohjelmaa.

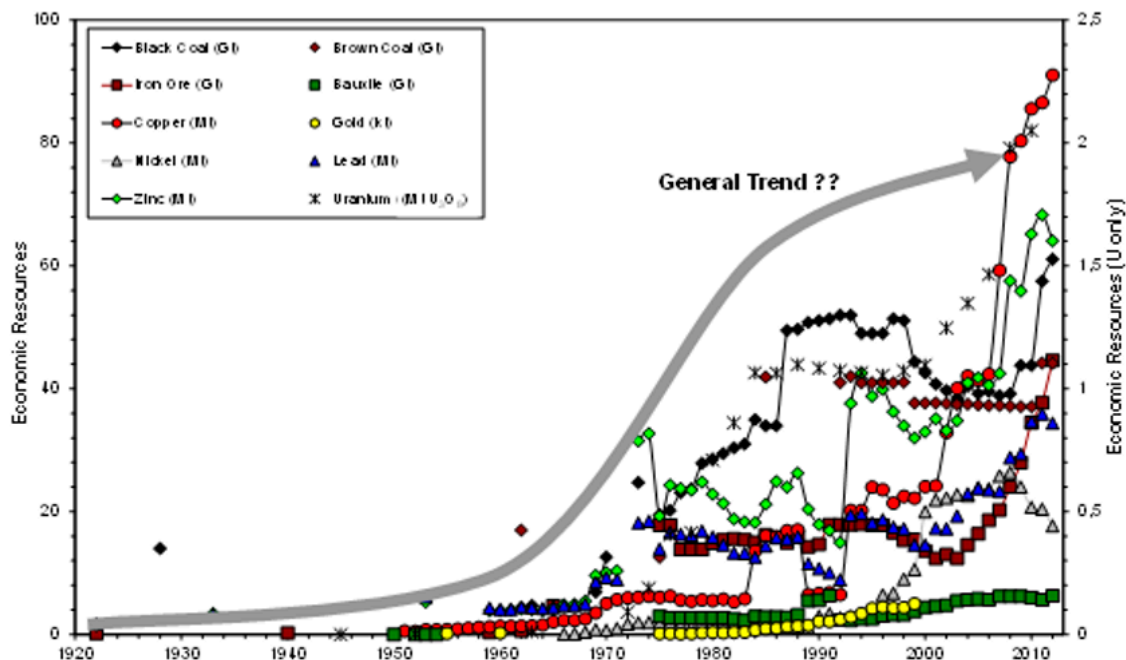
Lokakuussa 2017 perustettiin European Battery Alliance (EBA), jonka tehtävänä on luoda akkukennojen valmistukselle kilpailukykyinen arvoketju, varmistaa siinä tarvittavien raaka-aineiden saanti eurooppalaisista ja Euroopan ulkopuolisista lähteistä sekä estää EU:ta joutumasta riippuvaiseksi kilpailijoistaan. Vuosittaiset akkumarkkinat Euroopassa voisivat kasvaa jopa 250 miljardiin euroon vuoteen 2025 mennessä (European commission, Battery Alliance). Suomella on hyvät mahdollisuudet houkutella alan toimijoita akkumineeraalien raaka-ainetuotannon kautta.

# 7 Suomessa louhittujen metallien ja mineraalien globaalit markkinanäkymät (Simon Michaux, GTK)

## 7.1 Metallien ja mineraalien globaaleihin resursseihin, tuotantoon ja markkinatilanteeseen vaikuttavat tekijät

Metallien ja muiden mineraalihyödykkeiden globaalien markkinanäkymien ennakoiminen on haastavaa sekä kysynnän että tarjonnan (mineraalivarannot ja tuotanto) osalta. Tulevaisuudessa maailmanlaajuisen teollistumisen ja taloudellisen kehityksen myötä metallien riittävän tarjonnan varmistaminen on suuri haaste. Viimeksi kuluneiden vuosisatojen aikana on löydetty valtavasti uusia mineraaliesiintymiä. Kuvat 30 ja 31 esittävät taloudellisten varojen ja kaivostuotannon kasvua Australiassa viimeisten 150 vuoden aikana. Kuvissa 30–34 näkyvä kehitys on havaittu globaalisti myös Euroopassa, Etelä-Afrikassa, Yhdysvalloissa, Kiinassa ja Etelä-Amerikassa.

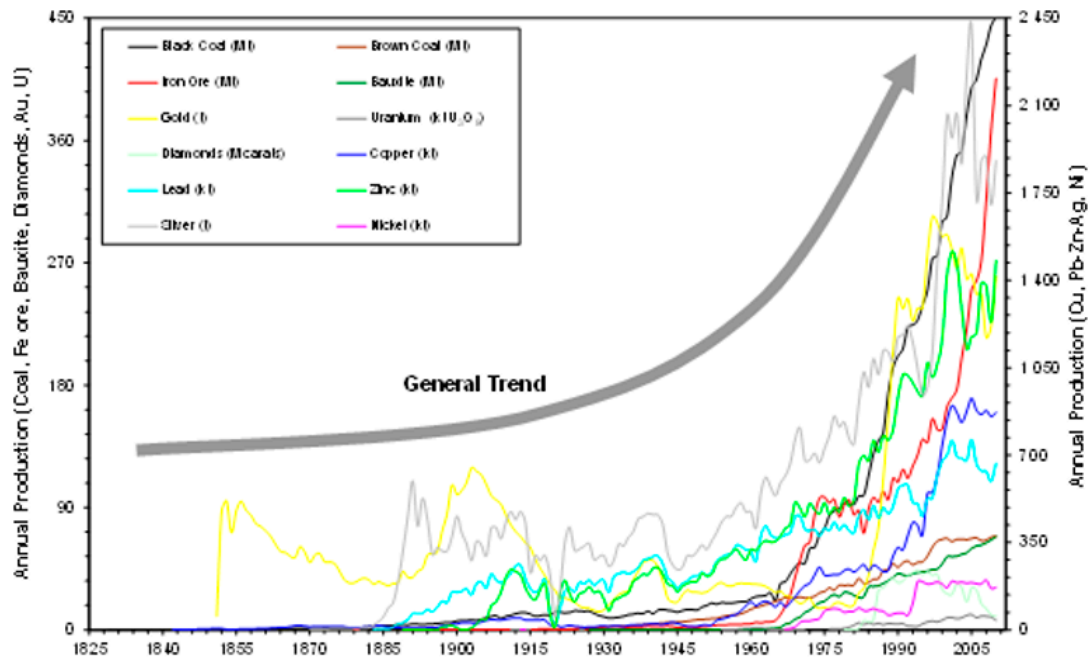
**Kuva 30: Taloudellisten ekonomisten resurssien (Gt) kasvu Australian kaivosteollisuudessa 1922–2012 (Mudd 2009).**



Huolimatta lisääntyneistä tuotantomääristä (Kuva 31) ovat myös hyödynnettävissä olevien varojen määrät (Kuva 30) useiden hyödykkeiden osalta kasvaneet, vaikka hyödynnettävien esiintymien pitoisuudet ovat laskeneet (Kuva 32). Jotta metallien kysyntä pystytään

täyttämään, joudutaan siis yhä alhaisempien pitoisuuksien esiintymiä louhimaan yhä suurempia määriä, mikä heijastuu myös tuotetun jättemateriaalin määrään (Kuva 33). Suuret tuotantomäärät toisaalta mahdollistavat alhaisten pitoisuuksien esiintymien hyödyntämisen, mikä osaltaan selittää hyödynnettävissä olevien varantojen määrän kasvua.

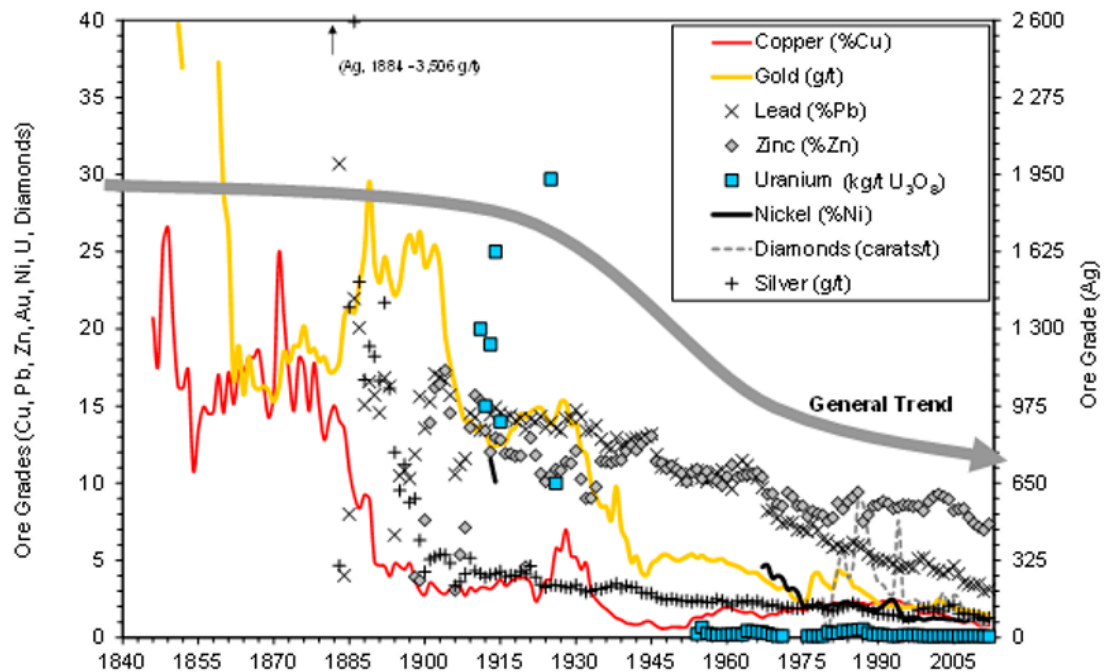
**Kuva 31: Australian kaivostuotannon (Mt, kt, t riippuen hyödykkeestä) kasvu 1829–2012 (Mudd 2009).**



Tämä eksponentiaalinen kasvun trendi on ollut nähtävissä maailmanlaajuisesti, ja nykyinen talousmallimme edellyttää sen jatkuvan. Euroopalla on lisäksi strateginen tavoite, jonka mukaan EU maissa olisi rekisteröity 200 miljoonaa sähkökäyttöistä kulkuneuvoa vuoteen 2030 mennessä (Global EV Outlook 2018). Tavoitteen saavuttaminen vaatii, että sähköautoja valmistettaisiin 100 kertaa enemmän kuin vuonna 2017. Tällaisen kapasiteetin kehittäminen edellyttää, että tiettyjä mineraaleja (esimerkiksi Li, Co, Cu ja grafiitti) pystytään tarjoamaan ennennäkemättömän paljon akkujen valmistusta varten. Näiden mineraalien kysyntä kehittyy jopa monikymmenkertaiseksi vuoden 2017 kulutukseen verrattuna.



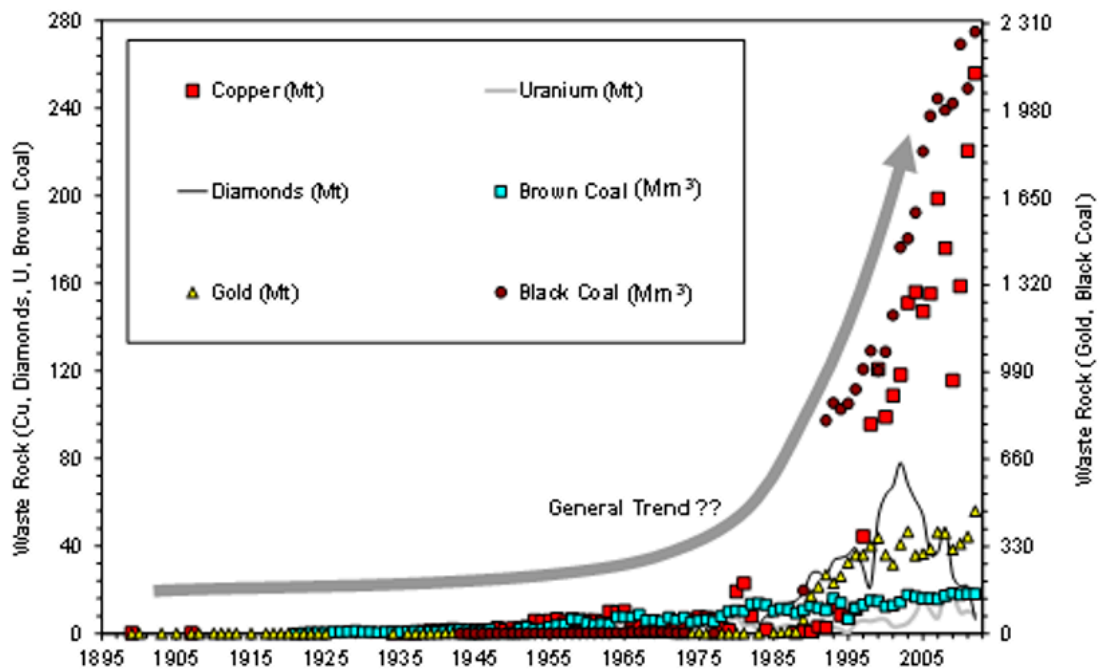
**Kuva 32: Australiassa louhittujen malmien pitoisuuksien lasku 1846–2012 (Mudd 2009).**



Maailman kaivosteollisuus joutuu kohtaamaan lisäksi useita muita haasteita. Esimerkiksi Australiassa joudutaan louhimaan jatkuvasti köyhempiä malmeja. Hienojauhatus mahdollistaa myös pienipirotteisen malmin rikastamisen, ja muutaman viime vuosikymmenen aikana mineraaleja onkin alettu jauhaa prosessointilaitoksissa yhä pienempään raekokoon. Tämä kuluttaa eksponentiaalisesti enemmän energiaa (Hukki 1962). Hienojauhatus (esimerkiksi  $5\text{-}20\cdot 10^{-6}$  m raekokoon) kuluttaa myös paljon enemmän vettä kuin perinteinen jauhatus (esimerkiksi  $75\cdot 10^{-6}$  m raekokoon).

Kuva 33 esittää Australian kaivostoiminnan tuottamien jättekivien määrää. Käsiteltävän malmin määrä on kasvanut huomattavasti malmin pitoisuuksien pienentyttyä ja metallien kulutuksen kasvettua.

**Kuva 33: Kaivostoiminnan tuottaman sivukiven määrän (Mt, Mm<sup>3</sup> hyödykkeestä riippuen) kasvu Australiassa 1899–2012 (Mudd 2009).**



Kaivostuotannon kustannukset ovat nousseet, koska sähkön, dieselin, veden ja maakaasun kulutus tuotettua metallitonniä kohden on kasvanut, minkä lisäksi energian hinta yleisesti ottaen nousee. Australian kaivosteollisuudessa tämä näkyy jatkuvana tuottavuusindeksin laskuna (Kuva 34) vuodesta 2000 lähtien (indeksi kattaa kaikki teollisuustuotannon osat, mm. pääoman, työn, energian ja kulutuksen).

**Kuva 34: Australian kaivosteollisuuden tuottavuusindeksin lasku (Lähde: BREE 2013, Australian Bureau of Statistics).**



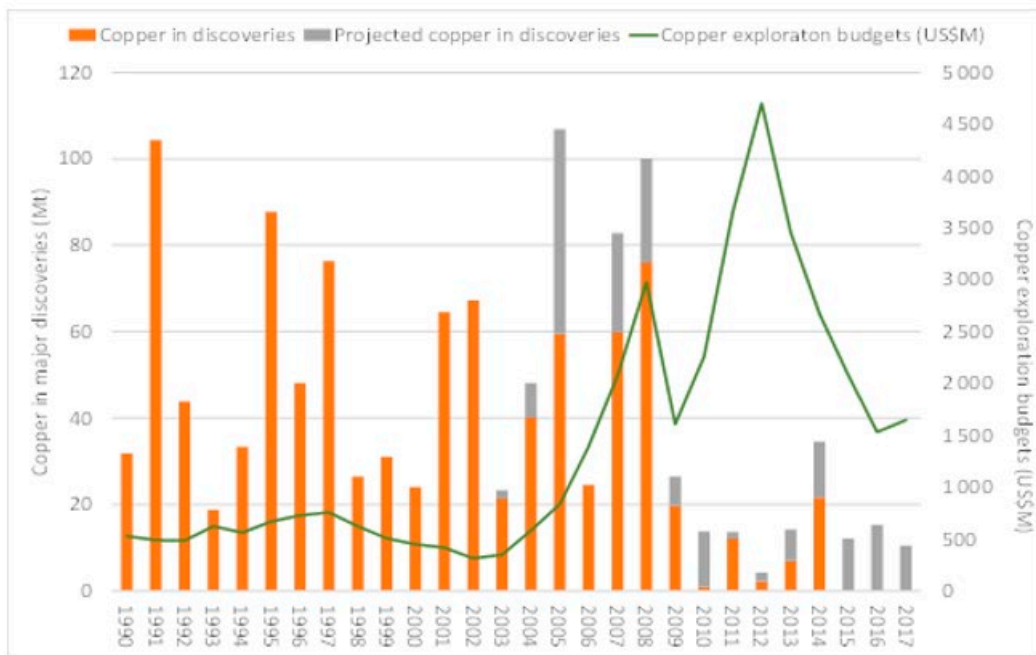
Taulukossa 22 esitetään Suomen kaivosteollisuudelle tärkeimpien mineraalisten raaka-aineiden varat ja kulutusmäärät. Näiden raaka-aineiden varat riittävät nykykulutuksella keskimäärin vain muutaman vuosikymmenen. Jos varoja kulutettaisiin 10 kertaa enemmän kuin nykyään, ne riittäisivät keskimäärin vain muutaman vuoden. Jos niiden kulutus satakertaisuisi nykyisestä, ne riittäisivät keskimäärin vain muutamaksi kuukaudeksi. Tämä kuvastaa osaltaan niitä haasteita, joita kaivosteollisuus tulevaisuudessa kohtaa pystyäkseen tyydyttämään lisääntyvän kysynnän yhä alhaisempien pitoisuuksien esiintymistä.

**Taulukko 14: Globaalit metallivarat ja niiden riittävyys nykyisellä kulutustasolla (Lähde: USGS).**

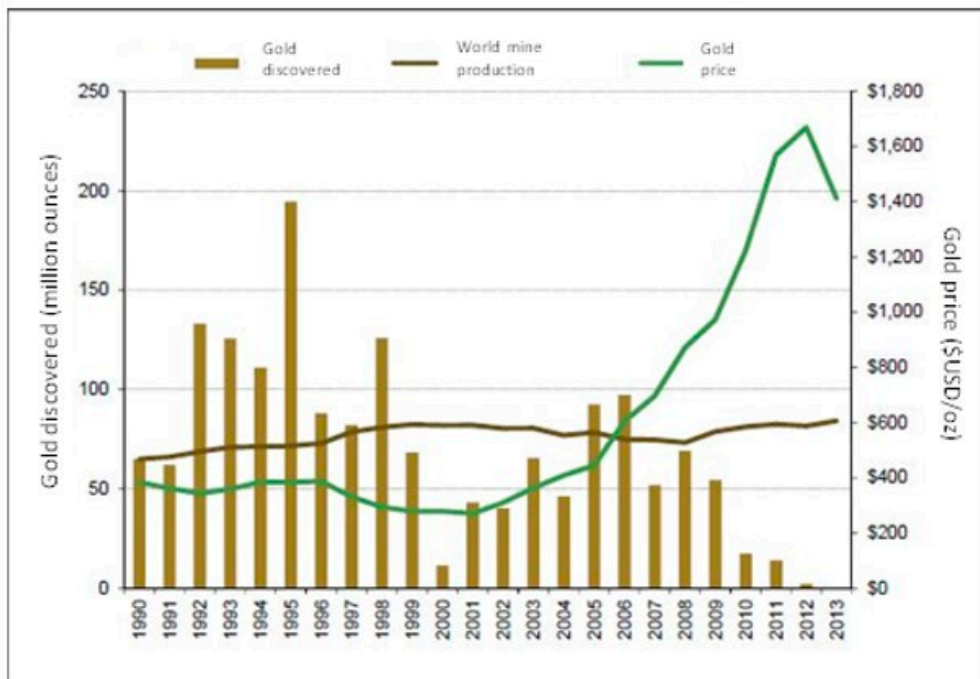
Metalli/Mineraali	Kulutus 2017 (t)	Globaalit reservit 2017 (t)	Reserviä jäljellä vuoden 2017 kulutuksella (vuosia)	Reserviä jäljellä 10 x vuoden 2017 kulutuksella (vuosia)
Kromi	30 600	510 620	17	1,7
Koboltti	111 110	7 063 000	64	6,4
Kupari	17 753 000	794 000 000	45	4,5
Kulta	3 150	54 200	17	1,7
Grafiitti	1 172	270 000	230	23,0
Litium	42 900	20 756 000	484	48,4
Nikkeli	2 093 000	73 830 000	35	3,5
Fosfaattikivi	262 718 000	70 239 000 000	267	26,7
Platina & Palladium	407 300	69 310 000	170	17,0
Hopea	25 020	533 000	21	2,1
Vanadiini	80 400	19 645 000	244	24,4
Sinkki	13 256 000	235 700 000	18	1,8

Myös malminetsinnän kustannukset ovat nousseet, mikä johtuu osin siitä, että uusien esiintymien löytäminen on koko ajan haasteellisempaa. Malminetsintäbudjetit kasvoivat vuoteen 2012 asti, mutta ovat jatkuvasti pienentyneet tämän jälkeen. Muutaman viimeisen vuosikymmenen aikana uusia metallivarantoja on löydetty aikaisempaa vähemmän. Kuparin ja kullan osalta uusien löytöjen väheneminen alkoi jo 1990-luvun puolivälin jälkeen (Kuvat 35 ja 36).

**Kuva 35: Vuosina 1990–2017 löydettyjen suurten mineraaliesiintymien kuparivara-  
not. Lähde: S&P Global Market Intelligence.**



**Kuva 36: Vuosina 1990–2013 löydetyt kultavarannot, kultan tuotanto sekä kultan  
hinta. Lähde: S&P Global Market Intelligence.**



## 7.2 Eräiden metallien ja mineraalien globaalit resurssit ja kaivostuotanto

Seuraavissa luvuissa on esitetty suomalaisen kaivosteollisuuden ja malminetsinnän kannalta seitsemän keskeisen metallin globaali tuotanto ja reservit. Nämä metallit ovat kromi, koboltti, kupari, kulta, nikkeli, platina, palladium sekä sinkki. Teollisuusmineraaleista on esitetty vastaavat tiedot fosfaattikiven osalta. Lisäksi on esitetty kolmen akkuteollisuuden kannalta keskeistä hyödykettä (grafiitti, litium ja vanadiini), joista ainakin kaksi viimeksi mainittua voivat lähivuosina olla Suomessakin tuotannossa. Globaalit luvut perustuvat USGS:n Mineral Commodity Summaries 2018 -raporttiin. Suomen kaivostuotannon osalta luvut perustuvat tässä raportissa esitettyihin määriin.

### 7.2.1 Kromi

Taulukossa 23 on esitetty globaali kromin tuotanto ja reservit. Suomessa tuotettiin kromia vuonna 2017 noin 346 000 t eli 346 kt, ja malminlouhinta oli noin 1,9 Mt (Kemin kaivos). Louhintakelpoiset mineraalivarannot (reservit) ovat tällä hetkellä noin 50 Mt. Sekä kromin tuotanto että mineraalivarannot ovat globaalissa mittakaavassa merkittäviä, joskin vähäisempiä kuin neljällä päätuottajamaalla.

**Taulukko 15: Globaali kromin tuotanto ja kromivarat (1 000 t kromia). Shipping grade viittaa 45 %:n Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- pitoisuuteen normalisoitua määrää. Lähde: USGS.**

Maa	Tuotanto 2017 (1 000 t)	Tuotanto 2017 (%)	Reservit (Shipping Grade) (t)	Reservit (Shipping Grade) (%)
Intia	3 200	10,5 %	54 000	10,6 %
Kazakstan	5 400	17,6 %	230 000	45,0 %
Etelä-Afrikka	15 000	49,0 %	200 000	39,2 %
Turkki	2 800	9,2 %	26 000	5,1 %
Yhdysvallat	-		620	0,1 %
Muut maat	4 200	13,7 %	N/A	
, josta Suomi	346	1,13 %		
Yhteensä	30 600	100 %	510 620	100 %

## 7.2.2 Koboltti

Maailman tunnetut kobolttivarannot ovat noin 25 miljoonaa tonnia. Valtaosa niistä sijaitsee sedimenttiympäristön kupariesiintymissä Kongossa (Kinshasa) ja Sambiassa, nikkeliptoissa lateriiteissa Australiassa ja läheisissä saarivaltioissa ja Kuubassa sekä mafisissa ja ultramafisissa kivissä Australiassa, Kanadassa, Venäjällä ja Yhdysvalloissa. Kobolttivarannoista arvioidaan olevan taloudellisesti hyödyntämiskelpoisia (reservit) noin 7 miljoonaa tonnia. Suurimpia tuottajamaita ovat Kongo (DRC) ja Venäjä. Kongo tuottaa yksinään lähes 60 % maailman koboltista. Suomen kaivostuotanto koboltin osalta on 1 % globaalista tuotannosta, Terrafame Sotkamon julkaisematon kobolttituotanto huomioiden.

**Taulukko 16: Globaali koboltin tuotanto ja kobolttivarat (Lähde: USGS). Suomen tuotantoluku sisältää Kevitsan ja Kylynlahden kaivoksen tuotannon mutta ei Terrafame Sotkamon tuotantoa (ei raportoitu virallisesti).**

Maa	Tuotanto 2017 (t)	Tuotanto 2017 (%)	Reservit (t)	Reservit (%)
Australia	5 000	4,59 %	1 200 000	16,99 %
Kanada	4 300	3,95 %	250 000	3,54 %
Kongo (DRC)	64 000	58,80 %	3 500 000	49,55 %
Kuuba	4 200	3,86 %	500 000	7,08 %
Madagaskar	3 800	3,49 %	150 000	
Uusi-Kaledonia	2 800	2,57 %		
Papua-Uusi-Guinea	3 200	2,94 %	51 000	0,72 %
Filippiinit	4 000	3,67 %	280 000	3,96 %
Venäjä	5 600	5,14 %	250 000	3,54 %
Etelä-Afrikka	2 500	2,30 %	29 000	0,41 %
Yhdysvallat	650	0,60 %	23 000	0,33 %
Sambia	2 900	2,66 %	270 000	3,82 %
Muut maat	5 900	5,42 %	560 000	7,93 %
, josta Suomi	787	0,72 %		
<b>Yhteensä</b>	<b>108 850</b>	<b>100 %</b>	<b>7 063 000</b>	<b>98 %</b>

### 7.2.3 Kupari

USGS arvioi vuonna 2014, että maailman tunnetut kuparivarannot ovat 2,1 miljardia tonnia (josta porfyryityyppisten esiintymien osuus on noin 1,8 miljardia tonnia). Suurimpia tuottajamaita ovat Chile ja Peru, jotka tuottavat lähes 40 % maailman kuparista vuositasolla. Suomen kuparintuotanto on globaalissa mittakaavassa pientä mutta Euroopan mittakaavassa merkittävää.

**Taulukko 17: Globaali kuparin tuotanto ja kuparivarat (Lähde: USGS).**

Maa	Tuotanto 2017 (1 000 t)	Tuotanto 2017 (%)	Reservit (1 000 t)	Reservit (%)
Australia	920	4,67 %	88 000	11,08 %
Kanada	620	3,15 %	11 000	1,39 %
Chile	5 330	27,06 %	170 000	21,41 %
Kiina	1 860	9,44 %	27 000	3,40 %
Kongo (DRC)	850	4,31 %	20 000	2,52 %
Indonesia	650	3,30 %	26 000	3,27 %
Meksiko	755	3,83 %	46 000	5,79 %
Peru	2 390	12,13 %	81 000	10,20 %
Yhdysvallat	1 270	6,45 %	45 000	5,67 %
Sambia	755	3,83 %	20 000	2,52 %
Muut maat	4 300	21,83 %	260 000	32,75 %
, josta Suomi	53	0,27 %		
Yhteensä	19 700	100 %	794 000	100 %

## 7.2.4 Kulta

Kullan varannoista 60 % sijaitsee toimivissa kaivoksissa ja 40 % sellaisissa esiintymissä, joiden osalta kullan taloudellisen hyödyntämisen mahdollisuuksien selvittäminen vaatisi lisätutkimuksia. Ihmiskunta on aikojen kuluessa kerryttänyt kultaa yhteensä 190 040 t (World Gold Council). Kullan suurimpia tuottajamaita ovat Kiina ja Australia, jotka yhdessä tuottavat noin neljäsosan vuotuisesta tuotannosta. Suomi on kuparin tavoin globaalissa mitassa suhteellisen pieni tuottaja mutta Euroopan mittakaavassa merkittävä.

**Taulukko 18: Globaali kullan tuotanto ja kultavarat (Lähde: USGS).**

Maa	Tuotanto 2017 (t)	Tuotanto 2017 (%)	Reservit (t)	Reservit (%)
Australia	300	9,5 %	9 800	18,1 %
Brasilia	85	2,7 %	2 400	4,4 %
Kanada	180	5,7 %	2 200	4,1 %
Kiina	440	14,0 %	2 000	3,7 %
Ghana	80	2,5 %	1 000	1,8 %
Indonesia	80	2,5 %	2 500	4,6 %
Kazakstan	70	2,2 %	1 000	1,8 %
Meksiko	110	3,5 %	1 400	2,6 %
Papua-Uusi-Guinea	60	1,9 %	1 300	2,4 %
Peru	155	4,9 %	2 300	4,2 %
Venäjä	255	8,1 %	5 500	10,1 %
Etelä-Afrikka	145	4,6 %	6 000	11,1 %
Yhdysvallat	245	7,8 %	3 000	5,5 %
Uzbekistan	100	3,2 %	1 800	3,3 %
Muut maat	845	26,8 %	12 000	22,1 %
, josta Suomi	9,1	0,29 %		
Yhteensä	3 150	100 %	54 200	100 %



## 7.2.5 Grafiitti

Kiina, Intia ja Brasilia ovat maailman merkittävimmät grafiitin tuottajat, jotka tuottavat lähes 90 % maailman grafiitista. Näissä maissa myös tunnetut reservit ovat suurimmat. Suomessa on useita tunnettuja grafiittiesiintymiä mutta ei toistaiseksi yhtään tuotannossa olevaa esiintymää.

**Taulukko 19. Globaali grafiitin tuotanto ja grafiittivarat (osa tiedoista arvioitu)**  
(Lähde: USGS). Maat, joille ei ole ilmoitettu reserviä, sisältyvät yhteensä-luokkaan.

Maa	Tuotanto 2017 (1 000 t)	Tuotanto 2017 (%)	Reservit (1 000 t)	Reservit (%)
Brasilia	95	8,11	70 000	25,90
Kanada	30	2,56	-	
Kiina	780	66,55	55 000	20,40
Intia	150	12,80	8 000	3,00
Pohjois-Korea	6	0,51	-	
Madagaskar	7	0,60	1 600	0,60
Meksiko	4	0,34	3 100	1,10
Mosambik	23	1,96	17 000	6,30
Norja	8	0,68	-	
Pakistan	14	1,19	-	
Venäjä	19	1,62	-	
Sri Lanka	4	0,34	-	
Tansania	-	-	17 000	6,30
Turkki	4	0,34	90 000	33,30
Ukraina	15	1,28	-	
Vietnam	5	0,43	-	
Zimbabwe	6	0,51	-	
Muut maat	2	0,17	-	
<b>Yhteensä</b>	<b>1 172</b>	<b>100</b>	<b>270 000</b>	<b>100</b>

## 7.2.6 Litium

Litiumin merkittävimmät tuottajat ovat Australia, Chile ja Argentiina, jotka yhdessä tuottavat lähes 90 % maailman litiumista. Suomalainen Keliber Oy suunnittelee tuottavansa noin 11 000 tpa litiumkarbonaattia. Vuonna 2017 litiumkarbonaatin tuotanto oli noin 235 000 t, josta Keliberin suunnittelema tuotanto olisi noin 5 %.

**Taulukko 20: Globaali litiumin tuotanto, litiumvarat ja litiumvarannot (Lähde: USGS). Yksikkönä metallinen litium (t).**

Maa	Tuotanto 2017 (t)	Tuotanto 2017 (%)	Reservit (t)	Reservit (%)
Yhdysvallat			35 000	0,22 %
Argentiina	5 500	12,82 %	2 000 000	12,85 %
Australia	18 700	43,59 %	2 700 000	17,35 %
Brasilia	200	0,47 %	48 000	0,31 %
Chile	14 100	32,87 %	7 500 000	48,18 %
Kiina	3 000	6,99 %	3 200 000	20,56 %
Portugali	400	0,93 %	60 000	0,39 %
Zimbabwe	1 000	2,33 %	23 000	0,15 %
Yhteensä	42 900	100,00 %	15 566 000,00	100,00 %

## 7.2.7 Nikkeli

Globaalisti suurimmat nikkelintuottajat ovat Indonesia, Filippiinit ja Uusi-Kaledonia. Näissä maissa tuotetaan noin 40 % maailman nikkelistä. Suomessa tuotetaan lähes 2 % maailman nikkelistä.

**Taulukko 21: Globaali nikkelin tuotanto ja nikkelivarat 2017 (Lähde: USGS).**

Maa	Tuotanto 2017 (t)	Tuotanto 2017 (%)	Reservit (tons)	Reservit (%)
Australia	190 000	9,1 %	19 000 000	25,7 %
Brasilia	140 000	6,7 %	12 000 000	16,3 %
Kanada	210 000	10,0 %	2 700 000	3,7 %
Kiina	98 000	4,7 %	2 900 000	3,9 %
Kolumbia	49 000	2,3 %	1 100 000	1,5 %
Kuuba	51 000	2,4 %	5 500 000	7,4 %
Guatemala	68 000	3,2 %	1 800 000	2,4 %
Indonesia	400 000	19,1 %	4 500 000	6,1 %
Madagaskar	45 000	2,2 %	1 600 000	2,2 %
Uusi-Kaledonia	210 000	10,0 %	-	
Filippiinit	230 000	11,0 %	4 800 000	6,5 %
Venäjä	180 000	8,6 %	7 600 000	10,3 %
Etelä-Afrikka	49 000	2,3 %	3 700 000	5,0 %
Yhdysvallat	23 000	1,1 %	130 000	0,2 %
Muut maat	150 000	7,2 %	6 500 000	8,8 %
, josta Suomi	34 641	1,7 %		
<b>Yhteensä</b>	<b>2 093 000</b>	<b>100 %</b>	<b>73 830 000</b>	<b>100 %</b>

## 7.2.8 Fosfaattikivi

Fosfaattivarannot sijaitsevat pääosin sedimentäärisissä fosforiiteissä, jotka ovat syntyneet merissä. Näistä esiintymistä huomattavimmat sijaitsevat Pohjois-Afrikassa, Kiinassa, Lähi-idässä ja Yhdysvalloissa. Huomattavia magmaattisia fosfaattiesiintymiä tunnetaan Brasiliasta, Kanadasta, Suomesta, Venäjältä ja Etelä-Afrikasta. Suurimpia tuottajamaita ovat Kiina, Yhdysvallat ja Marokko. Myös ns. MENA-maissa on merkittävää tuotantoa.

**Taulukko 22: Globaali fosfaatin tuotanto ja fosfaattivarat 2017 (Lähde: USGS).**

Maa	Tuotanto 2017 (1 000 t)	Tuotanto 2017 (%)	Reservit (1 000 t)	Reservit (%)
Algeria	1 300	0,49 %	2 200 000	3,13 %
Australia	3 000	1,14 %	1 100 000	1,57 %
Brasilia	5 500	2,09 %	1 700 000	2,42 %
Kiina	140 000	53,29 %	3 300 000	4,70 %
Egypti	5 000	1,90 %	1 300 000	1,85 %
Suomi	979	0,37 %	1 000 000	1,42 %
Intia	1 800	0,69 %	65 000	0,09 %
Israel	4 000	1,52 %	74 000	0,11 %
Jordania	8 200	3,12 %	1 300 000	1,85 %
Kazakstan	1 600	0,61 %	260 000	0,37 %
Meksiko	2 000	0,76 %	30 000	0,04 %
Marokko ja Länsi-Sahara	27 000	10,28 %	50 000 000	71,19 %
Peru	3 900	1,48 %	400 000	0,57 %
Venäjä	12 500	4,76 %	700 000	1,00 %
Saudi-Arabia	4 500	1,71 %	1 400 000	1,99 %
Senegal	2 200	0,84 %	50 000	0,07 %
Etelä-Afrikka	1 800	0,69 %	1 500 000	2,14 %
Syyria	100	0,04 %	1 800 000	2,56 %
Togo	1 000	0,38 %	30 000	0,04 %
Tunisia	3 700	1,41 %	100 000	0,14 %
Yhdysvallat	27 700	10,54 %	1 000 000	1,42 %
Vietnam	3 000	1,14 %	30 000	0,04 %
Muut maat	1 940	0,74 %	900 000	1,28 %
<b>Yhteensä</b>	<b>262 719</b>	<b>100 %</b>	<b>70 239 000</b>	<b>100 %</b>

## 7.2.9 Platina ja palladium

Merkittävimmät platinan ja palladiumin tuottajamaat ovat Etelä-Afrikka ja Venäjä. Etelä-Afrikka on ylivoimaisesti merkittävin platinan tuottaja, kun taas Venäjällä tuotetaan palladiumia hieman Etelä-Afrikkaa enemmän. Platinametallien osalta merkittävää on, että merkittäviä tuottajamaita on vain puolisenkymmentä.

**Taulukko 23: Globaali platinan ja palladiumin tuotanto ja varat 2017 (Lähde: USGS).**

Maa	Platinan tuotanto 2017 (kg)	Platinan tuotanto 2017 (%)	Palladiumin tuotanto 2017 (kg)	Palladiumin tuotanto 2017 (%)	Reservit (kg)	Reservit (%)
Kanada	12 000	6,13 %	19 000	8,99 %	310 000	0,45 %
Venäjä	21 000	10,72 %	81 000	38,32 %	3 900 000	5,63 %
Etelä-Afrikka	140 000	71,47 %	78 000	36,90 %	63 000 000	90,90 %
Zimbabwe	15 000	7,66 %	12 000	5,68 %	1 200 000	1,73 %
Yhdysvallat	3 900	1,99 %	13 000	6,15 %	900 000	1,30 %
Muut maat	4 000	2,04 %	8 400	3,97 %	-	
, josta Suomi	1 418	0,72 %	1 021	0,48 %		
<b>Yhteensä</b>	<b>195 900</b>	<b>100 %</b>	<b>211 400</b>	<b>100 %</b>	<b>69 310 000</b>	<b>100 %</b>

## 7.2.10 Vanadiini

Vanadiinin tuotanto on kromin ja platinametallien tavoin keskittynyt vain muutamaiin maihin, ja Kiina on ylivoimaisesti suurin tuottaja. Suomalainen Ferrovan Oy suunnittelee tuottavansa noin 5 500 tpa ferrovanadiinia, mikäli Raaheen suunniteltu investointi toteutuu. Tämä määrä vastaisi noin 6–7 % globaalista vanadiinin tuotannosta.

**Taulukko 24: Globaali vanadiinin tuotanto ja vanadiinivarat 2017 (Lähde: USGS).**

Maa	Tuotanto 2017 (t)	Reservit (1 000 t)
Australia	-	2 100
Brasilia	8 400	-
Kiina	43 000	9 000
Venäjä	16 000	5 000
Etelä-Afrikka	13 000	3 500
Yhdysvallat	-	45
<b>Yhteensä</b>	<b>80 400</b>	<b>19 645</b>

## 7.2.11 Sinkki

Sinkin globaali tuotanto on merkittäväintä Kiinassa ja Perussa, jotka yhdessä tuottavat lähes puolet maailman sinkistä.

**Taulukko 25. Globaali sinkin tuotanto ja sinkkivarat 2017 (Lähde: USGS).**

Maa	Tuotanto 2017 (1 000 t)	Tuotanto 2017 (%)	Reservit (1 000 t)	Reservit (%)
Australia	1 000	7,54 %	64 000	27,39 %
Bolivia	500	3,77 %	4 800	2,05 %
Kanada	340	2,56 %	5 400	2,31 %
Kiina	5 100	38,47 %	41 000	17,54 %
Intia	1 300	9,81 %	11 000	4,71 %
Kazakstan	360	2,72 %	13 000	5,56 %
Meksiko	680	5,13 %	20 000	8,56 %
Peru	1 400	10,56 %	28 000	11,98 %
Ruotsi	260	1,96 %	3 800	1,63 %
Yhdysvallat	730	5,51 %	9 700	4,15 %
Muut maat	1 520	11,47 %	33 000	14,12 %
, josta Suomi	66	0,50 %		
<b>Yhteensä</b>	<b>13 256</b>	<b>100 %</b>	<b>233 700</b>	<b>100 %</b>

# 8 Katsaus tulevaisuuteen

## 8.1 Toimialan asema ja merkitys tulevaisuudessa

Euroopan unionin mittakaavassa Suomi on merkittävä toimija, erityisesti kromin, koboltin, platinaryhmän metallien ja lannoitteiden raaka-aineena käytettävän fosfaatin tuotannossa. Myös Suomen kullan, nikkelin ja talkin kaivostuotanto on Euroopan mittakaavassa merkittävää, vähemmässä määrin myös kuparin ja sinkin tuotanto. Litiumin ja vanadiinin osalta tuotantoa ei vielä tällä hetkellä ole, mutta tuotannon käynnistyminen lähivuosina on hyvinkin mahdollista. Tällöin Suomi olisi eurooppalaisella tasolla ainutlaatuisen monialainen akkuteknologian tarvitsemien raaka-aineiden tuottaja. Primäärituotannon lisäksi Suomessa kyetään jalostamaan näitä raaka-aineita myös korkeamman jalostusasteen tuotteiksi (esim. akkukemikaalit), mikä edelleen vahvistaa Suomen asemaa akkuteollisuuden toimijana.

2000-luvun kaivosbuumin myötä on monille syntynyt mielikuva, että kaivostoiminta on Suomessa uutta. Kaivostoiminnalla on kuitenkin Suomessa pitkät perinteet. Ensimmäinen rautaa tuottanut kaivos Lohjan Ojamolla avattiin vuonna 1530. Yhteensä Suomessa on toiminut yli 1 000 metallimalmi-, teollisuusmineraali- tai karbonaattikivikaivosta.

Kaivosyhtiöt arvostavat suuria pääomia vaativissa kaivosinvestoinneissa vakaata, enustettavaa ja läpinäkyvää politiikkaa. Myös koulutettu työvoima on yksi vetovoimatekijä investointeihin. Suomessa on saatavilla korkealaatuista geologista dataa, toimiva infra, turvallinen investointiympäristö ja hyvä malmipotentialiaali. Viimeksi mainittu on kaivosinvestointien ehdoton perusedellytys. Vaikka kaikki muut tekijät olisivat kunnossa, ei investointeja synny, ellei kallioperän malmipotentialiaali ole riittävä. Suomen valtio on edistänyt kaivostoimintaa muun muassa lisäämällä koulutusta, rakentamalla tarvittavaa infrastruktuuria ja rahoittamalla alan tutkimusta. Suomen vakaat olosuhteet ovat nostaneet Suomen sijoituksen kansainvälisissä mittauksissa korkealle.

Kaivosteollisuuden globaalien suuryritysten toiminnalla ja Kiinan markkinoiden kehityksellä on vaikutusta metallien hintoihin. Rautarikasteen hinnan voimakas heilahtelu on aiheuttanut vaikeuksia alan kaivosyhtiöille. Tuotantokustannuksiltaan alhaiset tai muutoin tehokkaasti toimivat kaivokset, esimerkiksi LKAB:n kaivos Kiirunassa kestävät metallien hinnan heilahtelut paremmin kuin pienet kaivokset.

Tuontirajoitukset tai kansalliset intressit voivat uhata tuontiriippuvaisen Suomen metallien jatkojalostuksen raaka-aineiden saantia. Suomessa sijaitsevat metallinjalostuksen tuotantolaitokset ovat materiaali- ja energiatehokkaita sekä vähäpäästöisiä. Metallirikasteiden tuotannon kotimaisuuden lisääminen on oleellista metallinjalostusteollisuuden toiminnan jatkumisen turvaamiseksi.

Metallien hinnat lähivuosina nousta esimerkiksi uusien teknologioiden ja uusien metallitarpeiden myötä. Mikäli vientikiellot jatkuvat, on odotettavissa metallien hintojen nousua. Olemassa olevat varastot puskuroivat hintakehitystä, ja vaikutukset voivat näkyä viiveellä. Rautamalmia on tarjolla runsaasti kulutukseen nähden, kun Kiina on tuottanut terästä enemmän kuin on ollut tarvetta: noin kaksi kertaa enemmän kuin EU-maat yhteensä,

eikä ylituotannolle ole näkyvässä pikaista loppua. Terästä on myyty mieluummin halvalla Eurooppaan kuin jätetty tekemättä. Tämä on aiheuttanut länsimaiden tehtaille vaikeuksia. Euroopan komissio on puuttunut asiaan ja päätyntuontitulleihin.

Kaivostoiminnan kasvaessa nopeasti 2000-luvulla pääoman tuottoon ja kustannusten seurantaan ei kiinnitetty riittävästi huomiota, etenkin suurten investointien osalta. Rahoittajat menettivät luottamustaan ja kaivostoiminnan rahoitus vaikeutui. Kaivosteollisuuden taloudellisia riskejä ei investointivaiheessa huomioitu riittävästi. Raaka-aineiden hinnat nousivat, mikä kasvatti kaivosten tuotantokustannuksia. Kaivosteollisuus on reagoinut siirtämällä painopisteen kasvusta marginaalien parantamiseen.

Yhtiöissä keskitytäänkin nyt kannattavimpien projektien kehittämiseen ja myydään muita varantoja. Edellytykset uusiin investointeihin parantuvat säästöjen, tuottavuuden ja pääomakulujen hallinnan kautta. Kaivos- ja metallialan merkittävimmät liiketoimintariskit kohdentuvat tuottavuuden parantamiseen, pääoman kohdentamiseen ja saatavuuteen, sosiaaliseen toimilupaan, resurssinationalismiin, pääoman hallintaan, epävakaisiin hintoihin ja valuuttakursseihin, infrastruktuuriin ja saavutettavuuteen, hyötyjen jakamiseen, osaamisvaatimuksiin sekä veden ja energian saatavuuteen. Energian hinta ja saatavuus tulevat jatkossa näyttämään huomattavasti suurempaa roolia kuin aiemmin. Tämä johtuu mm. siitä, että alenevien pitoisuuksien esiintymissä joudutaan käsittelemään yhä suurempia malmimääriä, jotka malmityypistä riippuen voidaan joutua jauhamaan hienommaksi kuin aiemmin, mikä vaatii merkittäviä määriä energiaa. Joissakin maissa, kuten Etelä-Afrikassa energian saatavuus on jo viime vuosina merkittävästi rajoittanut kaivosteollisuuden tuotantoa. Ilmastonmuutokseen kytkeytyvä energihuollon murros voi osaltaan vaikuttaa kaivosteollisuuden toimintaedellytyksiin. Tulevaisuudessa korostuu entisestään sähköenergian käyttö tuotannossa (ml. malmin louhinta ja kuljetus) fossiilisten polttoaineiden sijasta.

Maailmanpoliittinen tilanne on monessa mielessä jännitteinen, ja monet yksittäiset tekijät voivat yhdessä tai erikseen vaikuttaa mm. metallien maailmanmarkkinahintoihin ja saatavuuteen. Tämä korostaa entisestään etenkin ns. kriittisten raaka-aineiden saatavuuden tärkeyttä teollisuuden tarpeisiin. Suomen kannalta geopoliittiset riskit eivät ole niin merkittäviä kuin monen muun maan kannalta. Suomesta löytyy kriittisten raaka-aineiden resursseja, toisin kuin EU:n alueella keskimäärin. Suomen raaka-aineresurssit ja nykyinen tuotantoportfolio ovat saatavuusriskin näkökulmasta mielenkiintoisia. Kromin osalta Suomi on Australian ja Turkin ohella ainoa merkittävä OECD-tuottajamaa. Kobolttin ja nikkelin osalta muita merkittäviä OECD-tuottajamaita ovat Australia, Kanada, Yhdysvallat sekä Ranska (Uusi-Kaledonia). Fosfaattikiven muita merkittäviä OECD-tuottajamaita ovat Australia, Israel, Meksiko ja Yhdysvallat. Platinametallien osalta muita merkittäviä OECD-tuottajamaita ovat Kanada ja Yhdysvallat. Vanadiinin osalta ainoa merkittävä OECD-tuottajamaa on Australia.

Useiden Suomessa tuotettavien tai potentiaalisten raaka-aineiden osalta merkittäviä tuottajamaita on globaalisti vain muutamia. Tällaisia ovat kromi, koboltti, grafiitti, litium, nikkeli, platinametallit ja vanadiini, hieman vähemmässä määrin myös fosfaattikivi. Lähes kaikki mainitut raaka-aineet ovat akkuteollisuuden kannalta keskeisiä.

Kaivosten aluetaloudelliset vaikutukset nähdään erityisen merkittävänä. Usein kunnat joutuvat lisäämään peruspalveluita, ja rahalliset hyödyt tulevat kunnille takautuvasti työntekijöiden verotuloina. Osaavan työvoiman saatavuus kasvavalle kaivostoiminnalle on yleisestikin



merkittävää ja on tärkeää, että kaivosalan merkitys tuodaan johdonmukaisesti esille. Oppilaitosten kanssa käydyissä keskusteluissa nousee esille huoli alan vetovoimasta.

Aluetaloudelliset vaikutukset näkyvät välillisesti. Kaivosala tarjoaa erilaisia ammatteja ja työmahdollisuuksia. Työmarkkinoiden kuva monipuolistuu, ja alueen väestörakenne muodostuu tasapainoisemmaksi ja alueelle saadaan uudenlaista osaamista. Kaivosala myös monipuolistaa alueen elinkeinorakennetta ja luo kasvavia ja uusia liiketoimintamahdollisuuksia paikkakunnalla toimiville tai toimintaa käynnistäville yrityksille. Monipuolinen elinkeinorakenne lisää alueen vetovoimaa ja turvaa olemassa olevia palveluita.

## **8.2 Toimialan yleiset muutosvoimat**

Paikalliset ja globaalit vaateet ympäristön ja turvallisuuden merkityksestä asioiden hoidossa korostuu. Tämä heijastuu myös viranomaistyöhön kautta linjan. Väestönkasvun, kaupungistumisen ja kehittyvien maiden yleisen talouskasvun seurauksena metallien ja teollisuusmateriaalien kysyntä kasvaa pitkällä aikavälillä. Kehittyvien maiden metallien kulutuksen voidaan olettaa kasvavan tulevaisuudessa. Metallien kulutuksen kasvun on todettu seuraavan elintason nousua ja bruttokansantuotteen (BKT) kasvua asukasta kohden.

Toiminnanharjoittajalta vaaditaan aikaisempaa enemmän panostusta ympäristölupahakemukseen ja hankesuunnitteluun. Hakemusten laadinnassa tulee näkyä kokonaisvaltaisemmin ymmärrys ympäristö- ja turvallisuusasioiden hoidosta. Hakemuksesta tulee käydä entistä selkeämmin esille hankesuunnittelun, päästöjen ja haitallisten vaikutusten arviointiin sekä vaikutusten lieventämiseen liittyvät tekijät. Uusien teollisuushankkeiden osalta yhtiöiden hakemuksissa päästöarviot ovat olleet usein merkittävästi virheellisiä. (Liite 2)

Ympäristölupapäätös tuodaan toiminnanharjoittajan ja rahoittajien osalta usein esille yhtenä keskeisenä rahoituksen mahdollistavista hallintopäätöksistä. Tämän vuoksi toiminnanharjoittajan tulisi asennoitua vakavuudella hakemuksen valmisteluun.

Kaivosyhtiöiden tulee myös todistaa alueen yhteisöille luotettavuutensa. Kaivosten avoimuus tiedottamisessa ja vuorovaikutuksessa on tärkeää hyväksyttävyyden saavuttamiseksi. Yksi tapa edesauttaa hyväksymistä ja kehittää vuorovaikutusta on konkreettisesti pitää avoimien ovien tapahtumia ja päästää vierailijoita katsomaan kaivosta ja sen toimintaa. Kaivosteollisuus ry:n jäsenyritykset ovat ottaneet käyttöön Kanadassa kehitetyn kaivosalan vastuullisuusjärjestelmän TSM:n (Toward Sustainability Mining). Järjestelmän avulla Suomen kaivostoimijat kehittävät menettelytavat sosiaalisille ja ympäristöön liittyville asioille. Kanadan kaivosjärjestön (Mining Association of Canada) kehittämä TSM-järjestelmä on otettu ensimmäistä kertaa käyttöön Kanadan ulkopuolella.

### **8.2.1 Akkutoimialan kasvuun panostetaan vahvasti (Business Finland Seppo Kaikkonen)**

Maailman sähköistyessä akkujen tarve kasvaa yli kymmenkertaiseksi vuodesta 2015 vuoteen 2020. Akkutoimialalla nähdään merkittäviä mahdollisuuksia suomalaisille innovatiivisille yrityksille teknisten ratkaisujen ja palvelujen tuottajana. Yhtenä syynä akkumarkkinan kasvuun on sähköisen liikenteen kehitys. Sähköautot ja sähköinen liikkuminen ovat

jo arkipäiväistyneet Suomessa. Lähivuosien aikana kasvu vain kiihtyy. Jotta kaikkien liikenteessä olevin autojen lataustarpeita pystytään palvelemaan kuljettajille parhaiten sopivassa paikassa, tarvitaan uusia teknologiaratkaisuja, joihin mukaan luetaan erilaiset älykkäät ja paikalliset energian tuotanto- ja varastointiratkaisut. Akkuteollisuus on avainasemassa, koska se on mahdollistaja koko toimialan kehittymiselle.

Business Finland on käynnistänyt kaksivuotisen (2018–2020) suomalaisen akkutoimialan aktivointikokonaisuuden, joka tähtää siihen, että Suomesta tulee vahva osa eurooppalaista ja globaalia akkuverkostoa.

Perustan toiminnalle luo systemaattinen ekosysteemin käynnistämiseen tähtäävä kokonaisuus, jonka tavoitteena on edesauttaa miljardiluokan liiketoimintaekosysteemin syntymistä. Yritykset ja sidosryhmät ovat kokoontuneet työpajoissa ja seminaarityyppisissä tilaisuuksissa verkottuen ja tuoden näkemyksiään ekosysteemin kehitystyölle sekä toivottuille palveluille. Ohjelmakokonaisuuksien, kuten BAT Circle, puitteissa yritykset yhdessä tutkimuslaitosten kanssa ovat voineet liittyä tiettyä alasektoria koskevan ekosysteemin kehittämiseen omaan liiketoimintaansa liittyen. Kansainvälisten toimijoiden kanssa käydään aktiivisesti Suomeen sijoittumiseen liittyviä keskusteluja Akut ja kennot -alaklusterissa.

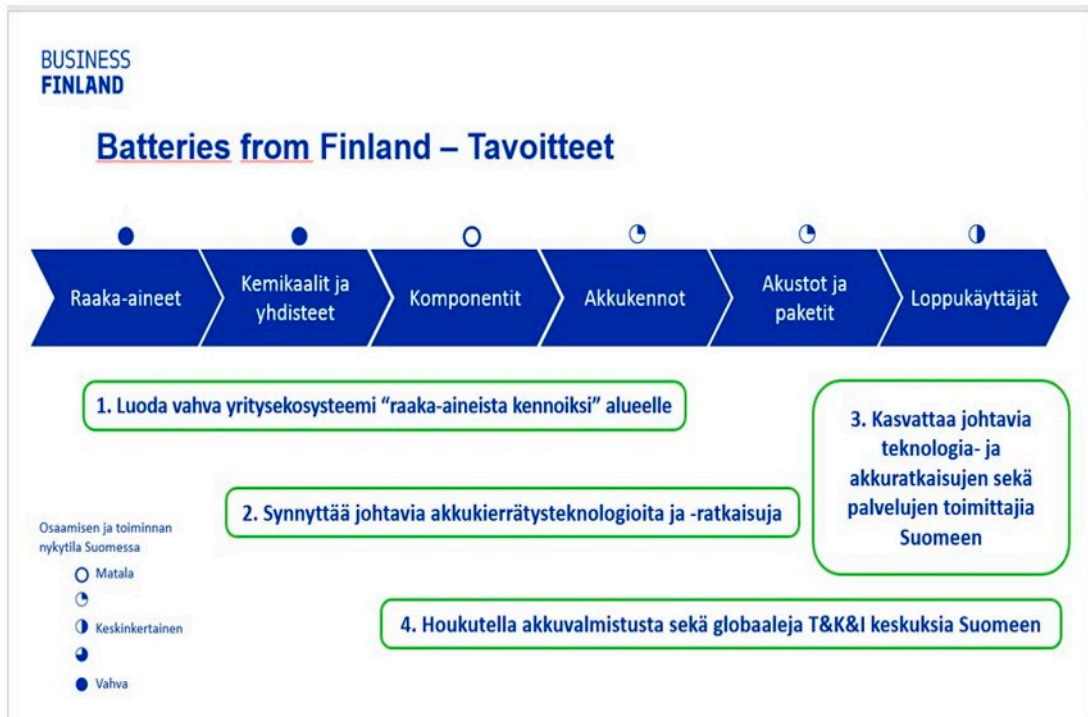
Business Finland on myös tilannut selvitystyön Suomen akkualan tilanteesta ja toimijoista. Tavoitteena on ymmärtää tärkeimmät kehitystarpeet ja saada ydintoimijoilta sitoutuminen ekosysteemin kehittämiseen ja hankkeen seuraaviin vaiheisiin. Selvitys kattaa ekosysteemin osa-alueet: materiaalit, akut ja kennot, sovellukset ja kierrätyksen.

Lisäksi haastatellaan useita kotimaisia toimijoita ja tarkastellaan Pohjoismaiden sekä muun Euroopan merkittävimpiä akkualan toimijoita ja sitä, miten suomalaiset voivat tehdä yhteistyötä heidän kanssaan.

Selvitys tukee Batteries from Finland -aktivointia kansallisen akkuekosysteemin rakentamiseksi. Tavoitteena on selvittää tarve, edellytykset ja mielenkiinto kansallisen akkuekosysteemin kokoamiseen ja yhteistyön tiivistämiseen.

## **BATTERIES FROM FINLAND 2018–2020 AKTIVOINTIKOKONAISUUDEN TAVOITTEET**

- luoda Suomeen kansainvälisesti kilpailukykyinen akkualan liiketoimintaekosysteemi
- nostaa Suomi akkujen kierrätysosaamisen johtavaksi maaksi
- kasvattaa alan yritysten tarjoamaa ja kytkeä suomalaiset toimijat osaksi kansainvälisiä verkostoja ja kasvavia markkinoita
- houkutella kansainvälisiä akkukennojen, -komponenttien ja -kemikaalien valmistajia sekä näiden t&k&i-keskuksia Suomeen



Aktiviteeteilla myötävaikutetaan osaamis pohjan ja kansainvälisen kilpailukyvyyn kasvattamiseen koko arvoketjussa niin akkujen raaka-aineiden tuottamisesta kennojen valmistukseen kuin akkuihin liittyviin sovelluskohteisiin ja palveluihin.

Batteries from Finland -kokonaisuus rakentaa verkostoja, joilla päästään mukaan eu-rooppalaiseen akkuverkostoon ja sen kautta globaaliin verkostoon. Samalla Suomeen houkutellaan alan ulkomaisia investointeja.

### 8.2.2 Suomen mahdollisuudet sähköautojen akkujen tuotannossa (Suomen malmijalostus Oy)

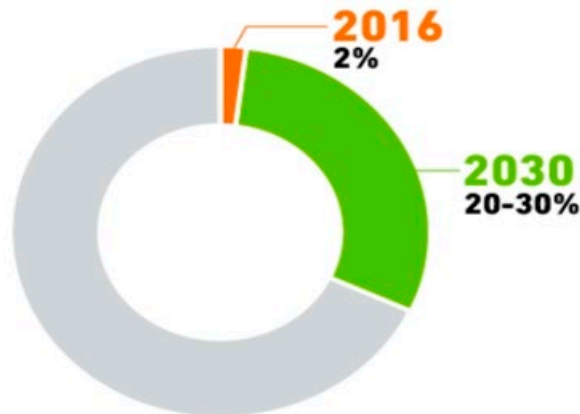
Suomen Malmijalostus Oy on yhtiö, jonka erityistehtävänä on kehittää Suomen akku- ja kaivostoimialaa. Yhtiö toimii Terrafame Oy:n ja muiden akku- ja kaivosklusterin yhtiöiden pitkäjänteisenä omistajana. Yhtiö hallinnoi akku- ja kaivosinvestointien ohjelmaa, kehittää akkuarvoketjun hankkeita ja koordinoi tutkimus- ja kehitysprojekteja. Suomen Malmijalostuksen missio on maksimoida suomalaisen mineraalien arvo vastuullisesti.

Akku on sähköajoneuvon arvokkain osa. Akun pääraaka-aineet ovat metalleja kuten nikkeliä, kobolttia ja litiumia. Uusinta akkuteknologiaa hyödyntävän sähköauton akku sisältää arviolta 50 kilogrammaa nikkeliä, 7 kilogrammaa kobolttia ja 8 kilogrammaa litiumia. Nopea kasvu, jota odotetaan sähköautojen myyntiin, tarkoittaa samalla akkujen ja akkujen raaka-aineiden kysynnän voimakasta kasvua.

Kasvun seurauksena myös akkujen valmistuksessa tarvittavien raaka-aineiden kysyntä nousee merkittävästi. Tällä hetkellä valtaosa akkuvalmistajien käyttämästä koboltista louhitaan Kongon demokraattisessa tasavallassa. Kiina on suurin nikkelin tuottajamaa, kun taas litiumin merkittävin tuottajamaa on Chile.

Kiina, Japani ja Korea hallitsevat globaaleja henkilöautojen litiumioniakkujen markkinoita yli 90 prosentin osuudella. Sähköautojen akkujen kysynnän uskotaan kasvavan Euroopassa yli 200 gigawattituntiin vuodessa 2025 mennessä.

## SÄHKÖAUTOJEN OSUUS KAIKISTA MYYDYISTÄ AJONEUVOISTA



Lähde: McKinsey & Company

Tällä hetkellä Euroopan akkutuotanto on kuitenkin erittäin vähäistä. Euroopan komissio on tunnistanut tilanteen ja käynnistänyt toimenpiteet kiihdyttääkseen Euroopan akkuarvoketjun kehittymistä. Yksi näistä toimenpiteistä on ollut Euroopan Battery Alliancen muodostaminen, jossa Suomen Malmijalostus Oy on keskeinen toimija.

Sähköautojen akkujen arvoketju aina raaka-aineista akkukennoihin ja loppukäyttäjiin kattaa useita vaiheita ja toimijoita, kuten esimerkiksi raaka-aineiden tuottajat, prosessoitujen materiaalien tuottajat, akkukennojen ja -pakettien valmistajat sekä autovalmistajat ja muut loppukäyttäjät. Kierrättämisen rooli arvoketjussa tulee myös korostumaan entisestään.

Suomella on kaikki mahdollisuudet olla liikenteen sähköistämisen ja ilmastonmuutoksen vastaisten toimien etujoukoissa. Suomi on Euroopan ainoa maa, jossa on keskeisten akkumateriaalien, nikkelin ja koboltin, tuotantoa ja lisäksi litiumin tuotantoon tähtäävä merkittävä hanke. Akun kemiallisesta koostumuksesta riippuen Suomi voisi tuottaa raaka-aineita jopa noin miljoonaa autoon vuodessa ja näin toimia yhden tai kahden eurooppalaisen laitevalmistajan tärkeimpänä toimittajana.

Sekä EU että eurooppalaiset autovalmistajat ovat kiinnostuneita edistämään eurooppalaisen akkuvalmistuksen tuotantoa. Suomen Malmijalostus Oy haluaa luoda kumppanuuksia, jotka vievät Eurooppaa kohti sähköistä liikumista ja vastuullisempaa tulevaisuutta. Suomella on ainutlaatuiset raaka-ainevarannot sekä luotettavat ja vastuullisesti toimivat toimitusketjut, jotka antavat meille vahvan aseman kehittää arvoketjua eteenpäin.

## Vastuullista suomalaisten mineraalien arvon kasvattamista

Suomi on panostanut maan kaivosklusterin kehittämiseen aktiivisesti. Klusteri koostuu tällä hetkellä yli kymmenestä kaivostoimintaan liittyvästä yliopistosta ja tutkimuslaitoksesta, yli 200 kaivosteknologian ja -palveluiden tarjoajasta, yli 40 kaivoksesta ja kymmenestä sulatusta ja terästehtaasta. Suomen Malmijalostus Oy:n tavoitteena on tuoda aktiivista osaa-vaan pääomaa teknologisesti edistyneelle kaivosalalle.

Suomea pidetään yhtenä maailman parhaimpana kaivosalueena geologiansa ja kehittyneen kaivosekosysteeminsä ansiosta. Vuonna 2018 Suomi nimettiin Fraser-instituutin vuotuisessa tutkimuksessa maailman vetovoimaisimmaksi kaivostoiminnan sijoittumisalueeksi.

Sähköautojen akkujen valmistamisen arvoketjussa on mahdollista toimia monessa eri roolissa. Arvoketjun alkupäässä toimivat raaka-aineiden tuottajat, kuten kaivokset. Tämän jälkeen tulevat välituotteet, kuten akkukemikaalien sekä prekursorien ja katodien valmistus. Arvoketjun vieminen aina kennojen tai akkujen tuotantoon asti toisi eniten lisäarvoa Suomen talouteen. Lisäksi Suomi voi tarjota edullista puhdasta energiaa, asiantuntevaa työvoimaa, sujuvan logistiikan, hyvän infrastruktuurin sekä erinomaista osaamista tutkimus- ja kehitystyössä.

Suomen Malmijalostus Oy:n tytäryhtiö Terrafame Oy on merkittävä nikkelin toimittaja, joka valmistelee toimintansa laajentamista akkukemikaalien eli nikkelisulfaatin ja kobolttisulfaatin tuottamiseen. Keliber Oy on puolestaan asettanut tavoitteeksi tuottaa litiumkemi-kaaleja ja toimia EU:n ensimmäisenä litiumkaivoksena.

Terrafame Oy tiedotti 25.10.2018 päätöksestä rakentaa akkukemikaalitehdas Sotkamoon tehdasalueelleen. Suomen Malmijalostus Oy on mukana rahoittamassa akkukemikaalitehtaan rakentamista. Investointi on merkittävä eurooppalaiselle akkuvalmistuksen arvoketjulle.

Lisätietoja; <https://www.mineralsgroup.fi> Matti Hietanen, Toimitusjohtaja, Suomen Malmijalostus Oy

## 9 Yhteenveto

Suomessa on korkeatasoista louhinta- ja rikastusteknologian osaamista niin suurissa teknologiayrityksissä kuin teknologiaa ja palveluja tarjoavissa pk-yrityksissä. Suomi on maailman johtavia toimijoita kaivoksiin liittyvän teknologian toimittajana. Korkealaatuinen teknologia ja resurssien viisas käyttö nousevat kovaa vauhtia kansainväliseksi kilpailuvaltiksi. Lisäksi luonnonvarojen hupeneminen, väestönkasvu ja ilmastonmuutos pakottavat yhteiskunnat muuttumaan tehokkaammiksi ja vähäpäästöisemmiksi. Kiertotaloudesta, energia- tehokkuudesta ja yritysten yhteistoiminnasta raaka-aineiden säästämiseksi tulee arkea, ja teollisuuden sivuvirrat halutaan hyötykäyttöön. Kotimaisen kaivostoiminnan aktivoituminen on myös synnyttänyt uusia teknologiayrityksiä ja vauhdittanut pk-yritysten kasvua.

Kaivostoiminnalla on Suomessa pitkät perinteet. Metallimalmeja louhitaan enemmän kuin koskaan aikaisemmin Suomen kaivoshistoriassa. Metallimalmien louhinta kasvoi 13 prosenttia ja teollisuusmineraalien louhinta kasvoi 7 prosenttia 2016 vuodesta. Vuonna 2017 metallimalmien ja teollisuusmineraalien tuotannon liikevaihto Suomessa oli noin 2 miljardia euroa ja suora henkilöstömäärä noin 4 500 henkilöä. Kaivannaisteollisuus ry on tehnyt heinäkuussa 2018 liikevaihdosta ja henkilöstömäärästä yksityiskohtaisemman selvityksen, jossa vaikutuksia on tarkasteltu laajemmin. Henkilöstömäärän kerrannaisvaikutukset ovat noin 2,5–3,5-kertaiset. Kaivosteollisuus on viime vuosina investoinut Suomessa, ja vahvat investointiohjelmat jatkuvat.

Valtio on kuluvan vuoden aikana päättänyt satsata kaivostoimialan kehittämiseen Suomen Malmijalostus Oy:n kautta. Yhtiön erityistehtävänä on kehittää pitkäjänteisesti ja vastuullisesti Suomen akku- ja kaivostoimintaa yhdessä kotimaisten ja kansainvälisten toimijoiden kanssa. Myös Business Finland on käynnistänyt kaksivuotisen (2018–2020) suomalaisen akkutoimialan aktivointikokonaisuuden, joka tähtää siihen, että Suomesta tulee vahva osa eurooppalaista ja globaalia akkuverkostoa. Tällä hetkellä Euroopan akkutuotanto on erittäin vähäistä. Euroopan komissio on tunnistanut tilanteen ja käynnistänyt toimenpiteet kiihdyttääkseen Euroopan akkuarvoketjun kehittymistä. Yksi näistä toimenpiteistä on ollut Euroopan Battery Alliancen muodostaminen, jossa Suomen Malmijalostus Oy on keskeinen toimija. Suomi on Euroopan ainoa maa, jossa on keskeisten akkumineraalien, nikkeliin ja kobolttiin, tuotantoa ja lisäksi litiumin tuotantoon tähtäävä merkittävä hanke.

Kaivannaisteollisuudessa on jälleen runsaasti aktiviteettia vuonna 2017. Malminlouhinnan määrä oli suurin Terrafamen Sotkamon kaivoksessa. Kokonaislouhinnan (malmi ja sivukivi) määrä oli suurin Bolidenin Kevitsan kaivoksessa, ja suurin teollisuusmineraalikaivos oli Siilinjärvi. Suomessa toimi vuonna 2017 yhdeksän metallimalmikaivosta ja 27 teollisuusmineraalikaivosta.

Terrafame Oy on lisännyt Sotkamon kaivoksen kapasiteettia siten, että kaivoksesta voidaan louhia 18 Mt malmia vuodessa. Terrafame on päättänyt sijoittaa nikkeli- ja kobolttisulfaatteja valmistavan akkukemikaalitehtaan rakentamiseen Sotkamoon. Tehtaan investointikustannukset ovat noin 240 miljoonaa euroa. Agnico Eagle Finland Oy investoi Kittilän kullantuotantoon 160 M€ ja rakentaa kilometrin syvyisen kaivoskuilun, joka mahdollistaa nykyisen kaivoksen syvimpien osien hyödyntämisen. Myös rikastamon kapasiteettia

nostetaan. Boliden on päättänyt investoida Kevitsan kaivoksen rikastamon laajentamiseen 80 M€, josta merkittävin osa liittyy neljännen malminjauhatusmyllyn hankintaan. Investoinnin myötä rikastamossa vuosittain käsiteltävän malmin määrää pystytään kasvattamaan. Outokumpu investoi noin 250 miljoonaa euroa Kemin kaivoksen laajentamiseen vuosina 2017–2020. Kaivoksella on aikaisemmin toimittu 500 metrin syvyydessä, mutta laajennuksen jälkeen toiminta ulottuu kilometrin syvyyteen.

Monia malminetsintä- ja kaivoshankkeita on käynnissä. Näistä Sotkamo Silver Oy:n hanke on pisimmällä. Uudelleen avattavaksi suunnitellaan neljää aiemmin suljettua kaivosta, ja muita pidemmän aikavälin kaivoshankkeita on viisi. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) mukaan vuonna 2017 malminetsinnän investoinnit kasvoivat edellisestä vuodesta 50 % ja malminetsintähakemusten määrä kasvoi 89 % edellisestä vuodesta. Malminetsintähankkeista valtaosa liittyy kullan ja perusmetallien etsintään, mutta myös esimerkiksi grafiittia ja litiumia etsitään. Malminetsintä on ainut tapa turvata tulevaisuuden raaka-aineiden saanti. Jos verrataan teknologiayhtiöihin yleisesti, malminetsintä on osa kaivosyhtiön tutkimus- ja kehitystyötä. Malminetsintälupa vastaa osittain teknologiapuolen patenttia, koska sillä turvataan yrityksen etsintäidea samoin kuin patentissa turvataan käyttö- tai valmistusidea. Pitkän aikavälin jatkuvuuden kannalta erityisen tärkeää on pyrkiä tunnistamaan täysin uusia mineraaliesiintymiä (nk. grassroots-malminetsintä) jo tunnettujen aiheiden kehittämisen rinnalla.

Metallimalmirikasteiden kauppataaseen alijäämä on pienentynyt voimakkaasti 2010-luvulla. Vuonna 2017 metallimalmirikasteiden tuonnin arvo oli nelinkertainen niiden viennin arvoon nähden, kun esimerkiksi vuonna 2010 niiden tuonnin arvo oli 54-kertainen viennin arvoon nähden. Vuonna 2017 metallimalmirikasteita tuotiin Suomeen yhteensä 4,3 miljoonaa tonnia, ja niiden tuonnin arvo oli 1 677 miljoonaa €. Metallimalmirikasteita vietiin 0,415 miljoonaa tonnia, ja niiden viennin arvo oli 417 miljoonaa €.

Metallien ja muiden mineraalihyödykkeiden globaalien markkinanäkymien ennakoiminen on haastavaa sekä kysynnän että tarjonnan (mineraalivarannot ja tuotanto) osalta. Tulevaisuudessa maailmanlaajuisen teollistumisen ja taloudellisen kehityksen myötä metallien riittävän tarjonnan varmistaminen on suuri haaste. Esimerkiksi Euroopalla on strateginen tavoite, että EU-maissa olisi rekisteröity 200 miljoonaa sähkökäyttöistä kulkuneuvoa vuoteen 2030 mennessä. Kyseisen tavoitteen saavuttaminen vaatii, että sähköautoja valmistettaisiin 100 kertaa enemmän kuin vuonna 2017.

Suomen vetovoimatekijöitä ovat muun muassa hyvä geologinen tieto, hyvä malmipotentiaali, hyvä infrastruktuuri, yleinen korkea koulutustaso sekä maan yhteiskunnallinen ja poliittinen vakaus. Kaivosinvestoinnit ovat usein hyvin pitkäjänteisiä ja vaativat suuria pääomia. Ennen varsinaista kaivostoimintaa saattaa malminetsintään ja kaivossuunnitteluun lupaprosesseineen mennä yhdellä kohteella 10–20 vuotta. Jo toiminnassa olleiden kaivosten uudelleen avaamisen tai pitkälle tutkittujen ja valmisteltujen hankkeiden odotusarvo käynnistymiselle on toki lyhyempi. Kaivostoimintaa tulee edelleen kehittää ympäristön kannalta sekä sosiaalisesti että taloudellisesti kestäväällä tavalla, huomioiden ja kunnioittaen myös alueen muita elinkeinoja.

## Lisätieto, muu tieto/lähteet

Ajankohtaista kaivannaisalasta [www.prokaivos.fi](http://www.prokaivos.fi)

Boliden 2018a. Metals for long-term value creation. 2017 Annual Report. 124 p. Available: <https://vp217.alertir.com/afw/files/press/boliden/201803060710-1.pdf>

Boliden 2018b. Q2/2018. Strong results due to continued favourable prices and terms. Available: <https://www.boliden.com/investor-relations/reports-and-presentations/interim-reports>

COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS on the 2017 list of Critical Raw Materials for the EU <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0490&from=EN>

Geologian tutkimuskeskus (GTK), <http://www.gtk.fi>

EIT-RawMaterials <https://eitrawmaterials.eu/>

ERA-MIN <https://www.era-min.eu/>

Euroopan komissio: Policy and strategy for raw materials [https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/policy-strategy\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/policy-strategy_en)

Euroopan Komissio. Report on critical raw materials for the EU. Toukokuu 2017. [https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en)

Euroopan komissio 2018. Commission staff working Document, report on Critical Raw Materials and the Circular Economy.

(Global Mining Half year update August 2018)

FitchRatings 2018. Global Mining Half year update August 2018. Available: <https://www.fitchratings.com/site/re/10038863>

Hakola, Arto. The History of Mining in Finland. Outokummun Kaivosmuseo. 2009.

Hernesniemi Hannu, Berg-Andersson Birgitta, Rantala Olavi & Suni, Paavo. Kalliosta kullaksi kumusta klusteriksi –Suomen mineraaliklusterin vaikuttavuusselvitys. Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos ETLA, 2011. Saatavilla PDF-tiedostona: [http://www.tem.fi/files/34199/2706\\_kalliosta\\_kullaksi\\_kumusta\\_klusteriksi.pdf](http://www.tem.fi/files/34199/2706_kalliosta_kullaksi_kumusta_klusteriksi.pdf)

Index Mundi, <http://www.indexmundi.com>

Kaivannaistietoa kaikille -verkkopalvelu <http://www.kaiva.fi>

Liikennevirasto. Kaivostoiminnan liikenteelliset tarpeet pohjoisessa –esiselvitys. Työryhmän taustaraportti. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 11/2013.

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts\\_2013-11\\_kaivostoiminnan\\_liikenteelliset\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2013-11_kaivostoiminnan_liikenteelliset_web.pdf)

Minerals4EU-verkkopalvelu <http://minerals4eu.brgm-rec.fr/>

Suomen mineraalistrategia, <http://www.mineraalistrategia.fi>



Sitra; [www.sitra.fi](http://www.sitra.fi)

Suomalaisen kaivosteollisuuden kasvuohjelma <http://www.miningfinland.com/>

Teknologiateollisuus Ry. Tilanne ja näkymät –katsaus, 3/2018. <http://www.teknologiateollisuus.fi/>

Tukes. Kaivosviranomaisen malminetsinnän ja kaivosteollisuuden ajankohtaiskatsaus vuodelta 2017. <https://tukes.fi/documents/5470659/6373016/Kaivosviranomaisen+ajankohtaiskatsaus+malm+inetsinn%C3%A4st%C3%A4+ja+kaivosteollisuudesta+vuodelta+2017/d00e753d-2593-4fae-a4c7-64b788958505/Kaivosviranomaisen+ajankohtaiskatsaus+malm+inetsinn%C3%A4st%C3%A4+ja+k+ivosteollisuudesta+vuodelta+2017.pdf>

Tilastokeskus, <http://www.tilastokeskus.fi>

Tullihallitus, Ulkomaankauppatilasto, <http://uljas.tulli.fi>

Työ- ja elinkeinoministeriö, <http://www.tem.fi>,

Työ- ja elinkeinoministeriö , Toimiala Online, <http://www.temtoimialapalvelu.fi>

U.S. Geological Survey. <http://www.usgs.gov/>

Vastuullinen kaivostoiminta. [www.kaivosvastuu.fi](http://www.kaivosvastuu.fi) yhtiökohtaiset vastuuraportit, <https://www.kaivosvastuu.fi/yhteiskuntavastuuraportti-2016/>

# 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, m.l. rautapitoiset mangaanimalmi ja -rikasteet, joissa on mangaania  $\geq 20\%$  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--.) Sinkkimalmi 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--.) Malmit ja malmirikasteet (paitsi rauta-, mangaani-, kupari-, nikkeli-, koboltti-, alumiini-, lyijy-, sinkki-, tina-, kromi-, volframi-, uraani-, torium-, molybdeeni-, titaani-, niobium-, tantaali-, vanadiini-, zirkonium-, jalometallit)

## **HOPEA**

71061000 (2002--.) Hopeajauhe m.l. kullattu tai platinoitu hopea  
71069100 (2011--.) Hopea, m.l. kullattu tai platinoitu hopea, muokkaamattomana (paitsi hopeajauhe)  
71069110 (2002--2010) Hopea, m.l. kullattu tai platinoitu hopea, muokkaamattomana, hienous  $\geq 999$  ‰ (paitsi hopeajauhe)  
71069190 (2002--2010) Hopea, m.l. kullattu tai platinoitu hopea, muokkaamattomana, hienous  $< 999$  ‰ (paitsi hopeajauhe)  
71069200 (2011--.) Hopea, m.l. kullattu tai platinoitu hopea, puolivalmiste  
71069220 (2002--2010) Hopea, m.l. kullattu tai platinoitu hopea, puolivalmiste, hienous  $\geq 750$  ‰  
71069280 (2002--2010) Hopea, m.l. kullattu tai platinoitu hopea, puolivalmiste, hienous  $< 750$  ‰

## **KULTA**

- 71081100 (2002--.) Kulta, m.l. platinoitu kulta, jauheena, muuhun kuin monetaariseen tarkoitukseen  
71081200 (2002--.) Kulta, m.l. 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, m.l. platinoitua kultaa  
71081380 (2002--.) Kulta, m.l. 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

## Liite 2. Aluehallintovirastolta haettava ympäristölupa

Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttaville toiminnoille tarvitaan ympäristönsuojelulain mukainen lupa. Näitä toimintoja ovat esimerkiksi metsä-, metalli- ja kemianteollisuus, energiantuotanto, eläinsuojat ja kalankasvatus.

Ympäristöluvassa voidaan antaa määräyksiä toiminnan laajuudesta, päästöistä ja niiden vähentämisestä. Luvan myöntämisen edellytyksenä on muun muassa, että toiminnasta ei saa aiheutua terveystahaitta tai merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa.

Toiminnanharjoittajalta vaaditaan aikaisempaa enemmän panostusta ympäristölupahakemukseen ja hankesuunnitteluun. Hakemusten laadinnassa tulee näkyä kokonaisvaltaisemmin ymmärrys ympäristö- ja turvallisuusasioiden hoidosta. Hakemuksessa tulee käydä entistä selkeämmin esille hankesuunnittelun, päästöjen ja haitallisten vaikutusten arviointiin sekä vaikutusten lieventämiseen liittyvät tekijät. Uusien teollisuushankkeiden osalta yhtiöiden hakemuksissa päästöarviot ovat olleet usein merkittävästi virheellisiä.

Ympäristölupapäätös tuodaan toiminnanharjoittajan ja rahoittajien osalta usein esille yhtenä keskeisenä rahoituksen mahdollistavista hallintopäätöksistä. Tämän vuoksi toiminnanharjoittajan tulisi asennoitua vakavuudella hakemuksen valmisteluun.

### **Lupakäsittelyn vaiheet**

Ympäristölupahakemus tehdään ympäristönsuojelulaissa tai -asetuksessa määrätyle lupaviranomaiselle eli aluehallintovirastolle tai kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle.

Ympäristölupaviranomainen tiedottaa hakemuksesta kuulutuksella. Viranomaiset antavat hakemuksesta lausunnon. Asianosaiset saavat tehdä muistutuksia ja hankkeen vaikutusalueen asukkaat voivat esittää asiasta mielipiteensä.

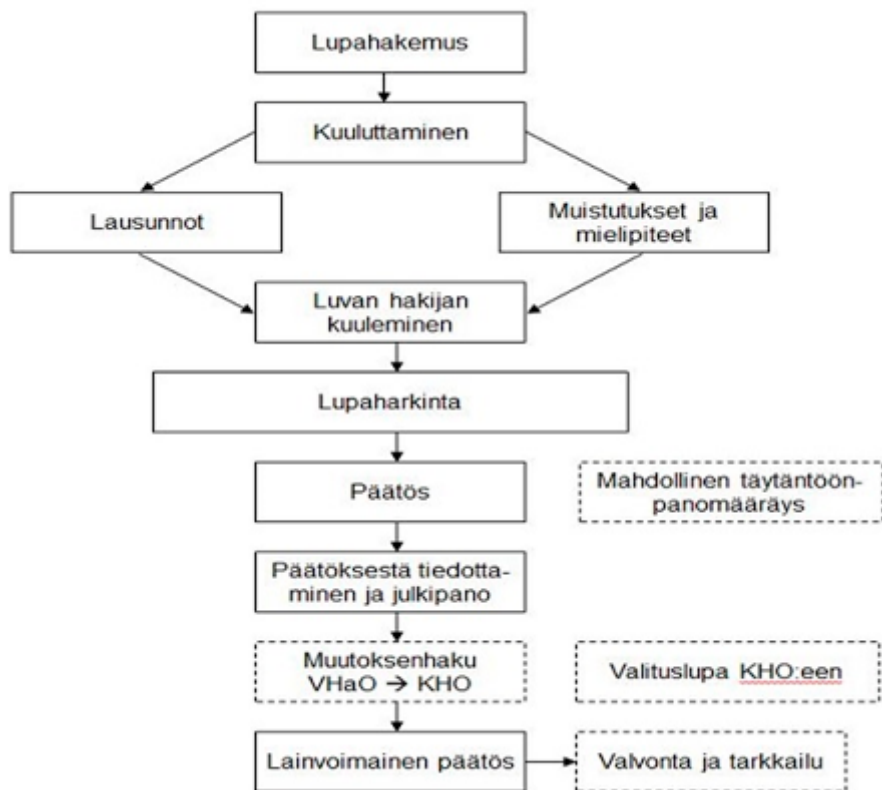
Kuultuaan lausunnoista ja muistutuksista hakijaa lupaviranomainen tekee asiassa päätöksen.

Lupapäätöksestä voi valittaa Vaasan hallinto-oikeuteen ja tämän päätöksestä edelleen korkeimpaan hallinto-oikeuteen, jos se myöntää valitusluvan.

Lupahakemuksen käsittelystä peritään hakijalta maksu.

### **Lupakäsittelyn vaiheet kaaviona**

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto johtaja Erkki Kantola

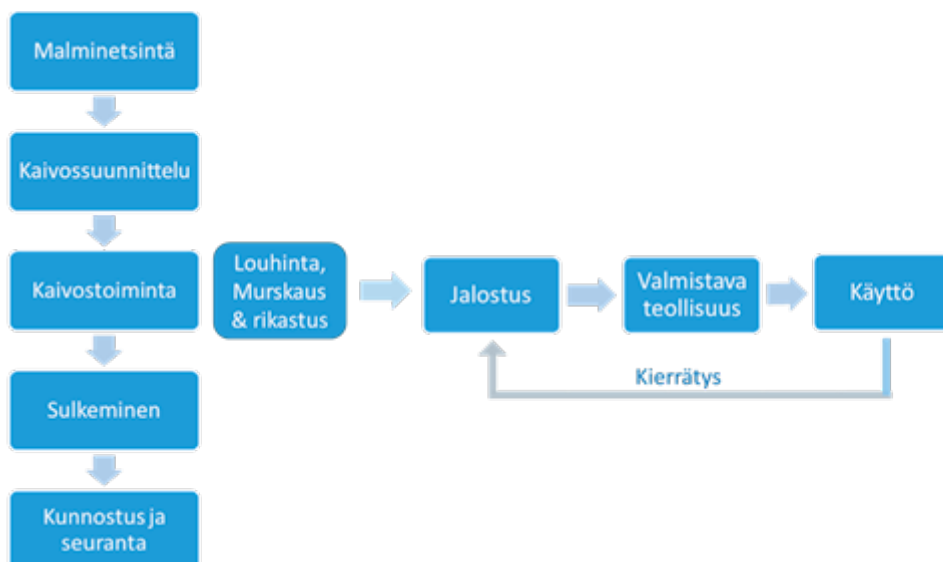


### Liite 3. Tuotanto ja tuotantomenetelmät (Mari Kivinen, GTK)

Kaivostoiminnassa tuotetaan mineraalisia tuotteita yhteiskunnan tarpeisiin. Tuotteet voivat olla joko erilaisia metalleja sisältäviä mineraaleja, jotka toimitetaan jatkojalostettavaksi metalliteollisuuteen ja sieltä edelleen valmistukseen ja kuluttajille tai valmiita tai lähes valmiita mineraalituotteita esim. rakennus- ja valmistavan teollisuuden sekä maanparannuksen tarpeisiin (maalien täyteaineet, betoni, erilaiset kalkki- ja talkkituotteet yms).

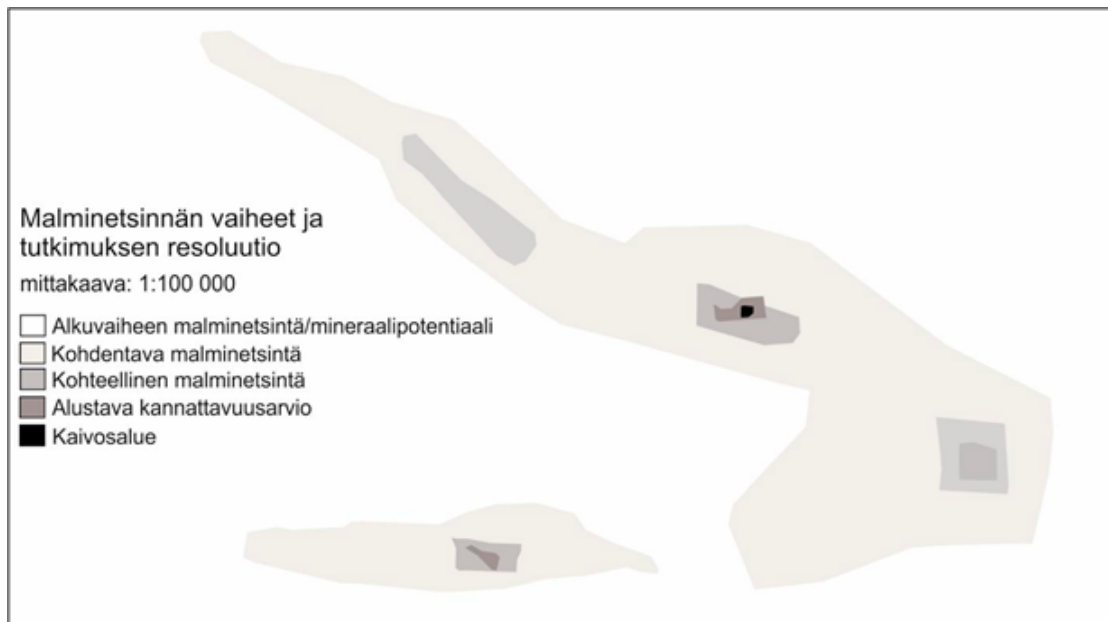
Tutkimus- ja tuotantomenetelmät valikoituvat hyödynnettävän esiintymän vaatimusten pohjalta, mutta ne noudattelevat pääosin samoja päävaiheita. Ensin arvioidaan lupaavan esiintymän laatu ja suuruus (malminetsintä), josta edetään mahdollisen kaivostoiminnan kannattavuuden, teknisten ratkaisujen ja ympäristövaikutusten arviointiin (kaivossuunnittelu). Näiden kanssa pääosin samanaikaisesti käydään läpi tarvittavat lupaprosessit ja rahoituksen hankinta. Yritys arvioi aika ajoin esiintymän lupaavuutta taloudellisessa mielessä, jolloin päätetään, kannattaako prosessissa edetä. Kaivostoiminta voi yhdellä paikalla jatkua vain niin kauan kuin malmia on kannattavasti louhittavissa ja lupaehdot täyttyvät, minkä jälkeen kaivos suljetaan ja alue pyritään kunnostamaan ympäristön kannalta mahdollisimman neutraaliksi sekä muutoin yleisen turvallisuuden kannalta asianmukaiseksi. Joillakin kaivoksilla huono markkinasuhdanne voi aiheuttaa väliaikaisia seisokkeja, jolloin kaivos ei ole tuotannossa, mutta sitä ei myöskään lopullisesti suljeta. Tämä on yleistä kannattavuusrajaa lähellä toimivissa kaivoksissa. Parhaiden käytäntöjen mukaan kaivostoiminnan päättäminen ja sitä seuraavat toimenpiteet sisällytetään nykyisin jo kaivoksen suunnittelu- vaiheeseen, ja sulkemista valmistellaan jatkuvasti toiminnan aikana. Tämä näkyy esimerkiksi jätealueiden suunnittelussa.

**Kuva 6: Kaivostoiminnan ja tuotannon vaiheet.**



Malminetsinnässä edetään laajemmasta alueesta pienempään sitä mukaa, kun käsitys kallioperän ominaisuuksista ja mahdollisista mineraaliesiintymistä tarkentuu (Kuva 9). Ensin suoritetaan alustavia tutkimuksia laajalla alueella esim. kartta-aineistoihin ja olemassa oleviin geologisiin näytteisiin ja julkaisuihin pohjautuen (=alkuvaiheen malminetsintä/mineraalipotentialin arviointi), joiden jälkeen potentiaalisiksi arvioiduilla kohdealueilla suoritetaan geologista kartoitusta, geofysikaalisia mittauksia sekä maaperä- ja kalliönäytteenottoa, jolla pyritään rajamaan entisestään kiinnostavat kohteet jatkotutkimuksiin (=kohdentava malminetsintä). Mineraaliesiintymän löytymisen jälkeen tutkimukset keskittyvät mineraalivarantojen ja malmivarojen selvittämiseen (=kohteellinen tutkimus). Jos löydetty mineraaliesiintymä osoittautuu tarpeeksi kiinnostavaksi taloudellisessa mielessä, voi yritys päättää edetä varsinaiseen kaivossuunnitteluun. Tässä vaiheessa edetään vaihe vaiheelta jatkuvasti tarkentaen kuvaa siitä, millaisin menetelmin kyseinen esiintymä olisi hyödynnettävissä ja onko se taloudellisesti kannattavaa. Samaan aikaan arvioidaan suunnitellun toiminnan vaikutuksia ympäristöön ja hankitaan kaivostoimintaan tarvittavat luvat. Jos kaikki luvat myönnetään ja toimija toteaa hankkeen kannattavaksi, voidaan tehdä päätös kaivostoiminnan aloittamisesta ja edetä rakennusvaiheeseen.

**Kuva 7: Malminetsintä ja kaivossuunnittelu maankäytön näkökulmasta.**

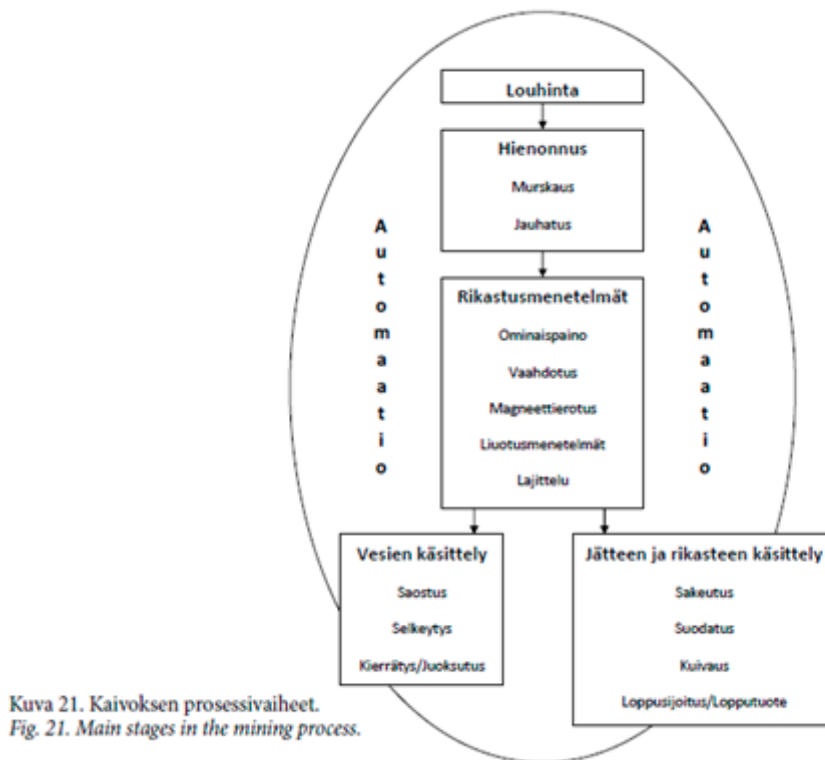


Kaivostoiminnan työvaiheet koostuvat malmikiven ja sivukiven irrotuksesta eli louhinnasta (pääosin räjäyttämällä), malmin hienonnuksesta (murskaus ja jauhatus) sekä arvomineraalien rikastamisesta (Kuva 10). Rikastamisen jälkeen tuote (rikaste) käsitellään myytäväksi esim. suodattamalla, kuivattamalla ja/tai rakeuttamalla. Myös jätefraktiot ja -vesi käsitellään ja puhdistetaan ennen lopullista sijoittamista, kierrättämistä tai juoksutusta takaisin vesistöön. Kaivostoiminnan suurimmat jätefraktiot muodostuvat sivukivestä ja hienorakeisesta rikastushiekasta, joista mahdollisimman suuri osa pyritään nykyisin hyötykäyttämään kaivosalueella.

Louhinta suoritetaan joko avolouhintana tai maanalaisena louhintana riippuen hyödynnettävän malmiesiintymän koosta ja muista ominaisuuksista. Usein avolouhinnan jälkeen kaivos voi siirtyä maanalaiseen louhintaan, jos hyödynnettävä malmi jatkuu syvyysuunnassa. Maanalaisessa louhinnassa syntyy yleensä vähemmän sivukiveä, ja sivukiveä ja rikastushiekkaa voidaan sijoittaa takaisin maan alle kaivostäyttöön, jolloin maanpäällisten läjitysalueiden tarve pienenee. Myös pölyäminen ympäristöön on maanalaisessa louhinnassa rajoitetumpaa. Maanalaisen louhinnan kustannukset ovat usein avolouhintaa suuremmat.

Louhinnan jälkeen malmi hienonnetaan rikastusta varten. Hienonnuksen vaiheita ovat murskaus ja jauhatus, joiden tavoitteena on saattaa kiviaines pieneen raekokoon. Jauhatukseen käytetään yleensä rumpumaisia myllyjä, kuten tanko- tai kuulamylyjä, ja seulonalla säännöstellään murskatun tuotteen karkeutta. Seulonalla voidaan myös erottaa karkeusasteeltaan erilaisia tuotteita.

**Kuva 8: Kaivoksen prosessivaiheet (Kivinen, M. & Aumo R. 2015).**



Rikastuksessa malmin sisältämät mineraalit erotellaan omiksi ryhmikseen ja edelleen kaupallisiksi tuotteiksi. Arvottomat mineraalit erotellaan arvokkaista, ja arvottomat muodostavat rikastushiekan (jätefraktio). Mineraalien erottamiseen käytetään mekaanisia, fysikaalisia, kemiallisia tai biokemiallisia menetelmiä, joiden valinta riippuu malmin ominaisuuksista. Yleensä kaivoksen rikastusprosessi koostuu useiden menetelmien yhdistelmästä ja monista toisiaan seuraavista vaiheista. Mineraalien rikastusprosessit räätälöidään jokaiselle kaivokselle. Metallirikasteet toimitetaan jatkojalostettaviksi metallinjalostajille ja sulatoille



kotimaassa tai ulkomailla. Joillakin kultakaivoksilla (esim. Kittilän kultakaivos) suoritetaan myös osa jalostusprosessista, jolloin myytävänä tuotteena on epäpuhdas kultaharkko.

Kaivostoimintaa säätelevän lainsäädännön keskiössä ovat vuonna 2011 päivitetty kaivoslaki sekä ympäristölainsäädäntö, jota edustavat luonnonsuojeluoikeuden osalta luonnonsuojelulaki oheissäädöksineen sekä ympäristönsuojelulaki. Korkeatasoisen lupakäytännön toteuttaminen sekä ympäristö- ja luontoarvojen huomioiminen kaivoshankkeiden valmistelussa ja toiminnan aikana on nykyllä lainsäädännön perusteella mahdollista. Toisaalta haasteita kaivostoiminnan sääntelyyn tuovat eri säädösten soveltamisalojen välisten suhteiden täsmentäminen, viranomaisten toimivaltakysymysten määrittely sekä kaivos-, vesi- ja ympäristölupien keskinäisten etusijajärjestysten määrittely.

Varsinaisten malminetsintä- ja kaivosyritysten lisäksi kaivosalan arvoketjuun kuuluu paljon muitakin toimijoita. Näitä ovat mm. metallinjalostajat, kone- ja laitevalmistajat sekä alihankintaa, konsultointia ja erilaisia palveluja tarjoavat yritykset. Metallinjalostus sekä kone- ja laitevalmistus ovat tärkeimmät kaivostoimintaan linkittyvät toimialat. Näiden alojen pääasialliset toimijat ovat suuria ja kansainvälisiä yrityksiä (esim. Boliden, Norilsk Nickel, Metso Mining & Construction, Sandvik Mining & Construction ja Outotec). Muut arvoketjua tukevat yritykset ovat tyypillisesti pieniä, paikallisia yrityksiä, jotka ovat erikoistuneet johonkin toimintoon, esimerkiksi malmikuljetuksiin, kairaukseen tai ympäristökonsultointiin.

Globaalisti tarkasteltuna Suomi on pieni kaivosmaa ja jää tuotantomäärissä selvästi suurten kaivosmaiden, kuten Australian, Kiinan, Kanadan ja Brasilian, taakse. Euroopan unionin mittakaavassa Suomi on kuitenkin merkittävä toimija, erityisesti kromin, koboltin, platinaryhmän metallien ja lannoitetuotannossa käytettävän fosforin kaivostuotannossa. Suomi on EU:n ainoa maa, jossa on koboltin ja fosforin kaivostuotantoa. Lisäksi Suomi on ylivoimaisesti suurin platinaryhmän metallien kaivostuottaja EU:ssa. Myös kullan, nikkelin ja talkin kaivostuotanto on Euroopan mittakaavassa merkittävää.

Liite 4. Kaoliinin, kalkkikivituotteiden, dolomiittituotteiden ja talkin viennin ja tuonnin määrät tonneina ja euroina

**Taulukko 12: Kaoliinin, kalkkikivituotteiden, dolomiittituotteiden ja talkin tuonnin määrä (tonnia). Lähde: Tullihallitus, Uljas-tietokanta.**

tonnia	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kaoliini	927 579	918 055	844 981	793 788	739 935	694 430	645 137	618 301
Kalkkikivituotteet	1 913 377	2 258 785	1 969 003	2 051 172	2 136 343	1 889 096	1 997 752	1 939 706
Dolomiittituotteet	44 272	56 397	50 331	47 816	55 729	55 848	70 715	77 291
Luonnonsteatiitti ja talkki	1 202	1 941	1 624	1 153	961	6 327	861	784
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>2 886 430</b>	<b>3 235 178</b>	<b>2 865 939</b>	<b>2 893 929</b>	<b>2 932 968</b>	<b>2 645 702</b>	<b>2 714 465</b>	<b>2 636 083</b>

**Taulukko 17: Kaoliinin, kalkkikivituotteiden ja dolomiittituotteiden sekä talkin tuonnin arvo (1 000 €). Lähde: Tullihallitus, Uljas-tietokanta.**

1 000 €	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kaoliini	117 132	113 840	113 812	105 792	103 487	113 475	102 363	94 371
Kalkkikivituotteet	40 811	82 688	85 679	101 111	103 314	89 035	82 365	74 313
Dolomiittituotteet	4 649	5 600	5 188	5 432	6 216	7 008	7 658	8 382
Luonnonsteatiitti tai talkki	692	808	890	788	579	1 377	435	473
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>163 284</b>	<b>202 935</b>	<b>205 569</b>	<b>213 123</b>	<b>213 597</b>	<b>210 896</b>	<b>192 821</b>	<b>177 538</b>

**Taulukko 18: Kaoliinin, kalkkikivituotteiden ja dolomiittituotteiden viennin määrä (tonnia). Talkin viennin määrää ei ole saatavilla. Lähde: Tullihallitus, Uljas-tietokanta.**

tonnia	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kaoliini	8 586	13 830	17 974	28 951	28 427	14 450	23 123	17 525	24 952	29 807
Kalkkikivituotteet	45 875	47 836	53 199	54 804	52 646	67 342	67 309	73 426	69 077	95 060
Dolomiittituotteet	1 892	1 634	2 158	2 182	1 918	130	223	1 619	2 841	1 139
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>56 352</b>	<b>63 300</b>	<b>73 330</b>	<b>85 938</b>	<b>82 991</b>	<b>81 923</b>	<b>90 655</b>	<b>92 569</b>	<b>96 870</b>	<b>126 006</b>

**Taulukko 19: Kaoliinin, kalkkikivituotteiden, dolomiittituotteiden ja talkin viennin arvo (1 000 €). Lähde: Tullihallitus, Uljas-tietokanta.**

1 000 €	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kaoliini	1 905	3 940	5 307	5 468	5 601	3 093	4 690	3 866	5 566	6 607
Kalkkikivituotteet	6 094	6 192	5 782	6 265	6 400	9 500	8 701	9 752	8 072	8 010
Dolomiittituotteet	149	86	89	88	74	6	9	88	146	41
Luonnonsteatiitti tai talkki	49 082	37 208	41 492	44 546	41 068	39 396	39 684	42 247	45 210	48 637
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>57 230</b>	<b>47 425</b>	<b>52 669</b>	<b>56 367</b>	<b>53 142</b>	<b>51 995</b>	<b>53 084</b>	<b>55 952</b>	<b>58 995</b>	<b>63 294</b>

**Työ- ja elinkeinoministeriö**

[www.tem.fi](http://www.tem.fi)

**Maa- ja metsätalousministeriö**

[www.mmm.fi](http://www.mmm.fi)

**Ympäristöministeriö**

[www.ym.fi](http://www.ym.fi)

**ELY-keskus**

[www.ely-keskus.fi](http://www.ely-keskus.fi)

**Business Finland**

[www.businessfinland.fi](http://www.businessfinland.fi)



Työ- ja elinkeinoministeriö  
Arbets- och näringsministeriet