



Metallien ja mineraalien merkitys kasvaa – näkymiä kehitykseen ja Suomen rooliin

Metallinjalostajat ry

Saku Vuori, Toimitusjohtaja

Metallinjalostajat ry on Suomen metallinjalostusteollisuuden etujärjestö ja yksi Teknologiateollisuus ry:n viidestä päätoimialasta. Rakennamme Suomen strategista kilpailukykyä huippuosaamisella ja tarjoamalla ratkaisuja maailman kehittyviin materiaalitarpeisiin.

Tuotamme teräs- ja kuparituotteita, jaloterästä, sinkkiä ja nikkeliä sekä tarjoamme teknologiaa ja palveluja. Metallinjalostuksen liikevaihto oli noin 15 miljardia euroa vuonna 2023 ja työllistämisaikutus suoraan ja epäsuorasti yhteensä lähes 50 000 henkilöä.

AurubisFinland, Boliden, Metso, Nornickel, Outokumpu, Ovako, SSAB

Olemme sitoutuneet hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen



Metallit ja mineraalit ovat yksi keskeisiä systeemisen muutoksen mahdollistajia.

Sähköistäminen tuo tehokkuutta energian käyttöön, mikä auttaa luopumista korkean energiasisällön lähteistä (pl. Uraani).

Sähköistäminen on pitkälti uusia

- tuotanto/prosessointitapoja
- sähköverkkoja
- energian varastointimahdollisuuksia
- kulutus/käyttötapoja (sähköautot, lämpöpumput)

Metalleja ja mineraaleja tarvitaan **~3 miljardia tonnia** vähähiilisyiden saavuttamiseksi* (ja ne jäävät kiertoon!)

Kulutamme **kivihiihtä, öljyä ja kaasua****, joka vuosi **~15 miljardia tonnia** (suuri osa katoaa "savuna ilmaan")



* The Beyond 2 Degrees Scenario (B2DS): Aims to limit with a 50% chance global temperature rise to 1.75°C. above pre-industrial levels. (Hund, K., La Porta, D., Fabregas, T.P., Laing, T. & Drexhage, J. 2020.)

** gas counted as tonne oil equivalent

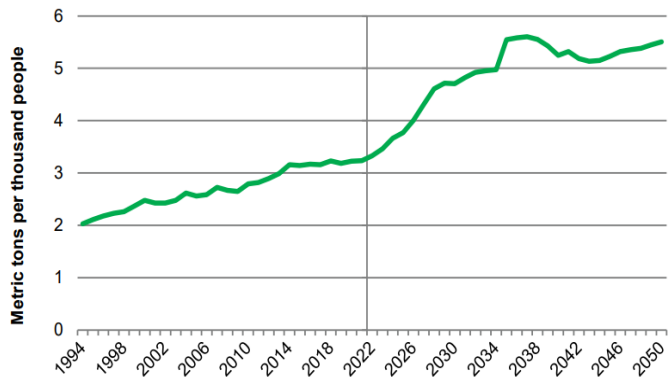


IEA:n arvion mukaan meidän tulee lisätä tai uusia 80 miljoonaa kilometriä voimalinjoja maailmassa vuoteen 2040 mennessä. Se vastaa viimeisen 100 vuoden aikana rakennetun verkon kokoa.

Kysyntänäkymistä – paljonko tarvitaan ja mihin?



Maailman jalostetun kuparin kulutus henkeä kohden (kasvu jatkuu...)



Source: International Copper Study Group (ICSG), S&P Global

© 2022 S&P Global

~2,4 mrd. ihmistä vailla mahdollisuutta laittaa ruokaa puhtaasti



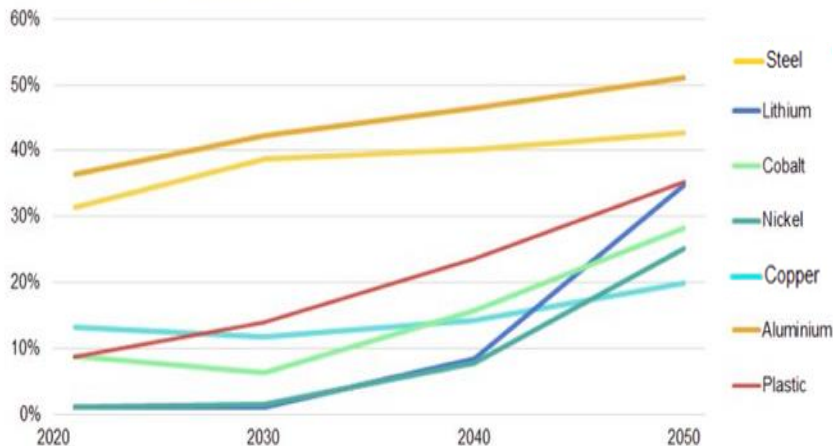
The Material Impact of GLOBAL URBANIZATION

The global population living in cities and towns is expected to rise 80% by 2050. With the expansion of cities, the material consumption is expected to grow from 41.1 billion tonnes in 2010 to 88.8 billion tonnes by 2050.

Yli 700 milj. ihmistä vailla sähköä

Kierrätys ei pysty kattamaan kasvavan kysynnän aiheuttamaa kasvua

Figure 3.5 Share of secondary production in the global supply of selected materials in the NZE Scenario



IEA Energy Outlook (Oct, 2023)

IEA. CC BY 4.0.

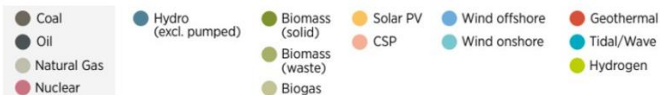
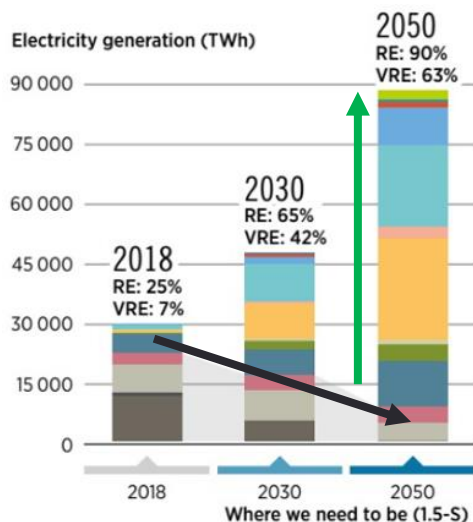
Cu 20 % kierrätys-peräistä

Maailmassa on kaivettu historian aikana ~800 miljoonaa tonnia kuparia – se vastaa noin 20-25 vuoden tulevaa tarvetta (kierrätys huomioiden).

Kysyntänäkymistä – paljonko tarvitaan ja mihin?



Puhdasta sähköä lisää



“Akkumineraalit” eri akkutyypeissä

| LFP | NMC | NCA |
|-----------|-----------|----------|
| Lithium | Lithium | Lithium |
| Iron | Nickel | Nickel |
| Phosphate | Manganese | Cobalt |
| Graphite | Cobalt | Graphite |
| | Graphite | |

X

We need 3 billion fully electric vehicles worldwide and 10 trillion kWh/yr more by 2040 to have any chance of achieving our climate goals. Recycling and conservation of metals won't make a dent in this.



Kysyntänäkymistä – paljonko tarvitaan ja mihin?

Kysyntäennuste

| | 2030 EU Demand Growth (times) | 2030 Global Demand Growth (times) | 2050 EU Demand Growth (times) | 2050 Global Demand Growth (times) |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Bismuth | 1.2 | 1.2 | - | - |
| Boron - metallurgy grade | 2.1 | 2.0 | 1.5 | 3.2 |
| Cobalt | 6 | 9 | 5 | 18 |
| Copper | 6 | 4 | 10 | 12 |
| Gallium | 2 | 2 | 17 | 26 |
| Germanium | 2 | 2 | - | - |
| Lithium - battery grade | 12 | 18 | 21 | 89 |
| Magnesium metal | 1.2 | 1.2 | - | - |
| Manganese - battery grade | 4.5 | 3 | 4.5 | 6 |
| Natural Graphite - battery grade | 14 | 21 | 26 | 110 |
| Nickel - battery grade | 10 | 10 | 16 | 45 |
| Platinum Group Metals | 30 | 15 | 200 | 89 |
| Magnet REE* | 5-6 | 4-5 | 6-7 | 11-13 |
| Silicon metal | 1.8 | 2.1 | 1.3 | 2.4 |
| Titanium metal | 1.4 | 1.4 | - | - |
| Tungsten | 1.2 | 1.2 | - | - |

Increase compared to 2020 EU Demand and 2020 Global Demand respectively under the High Demand Scenario, Technologies: Batteries, Traction motors, Windpower, PV, Electrolysers, Fuel Cells, ICT. Bismuth, Tungsten, Titanium metal, Magnesium only considered for ICT, data for 2050 unavailable.
Source: [2023 EC Raw Materials Foresight Study](#)

EU Komission v. 2023 arvion mukaan Esim. litiumin kysynnän ennustetaan kasvavan seuraavasti

Euroopan unionissa
2020-2030: 12 x
2020-2050: 21 x

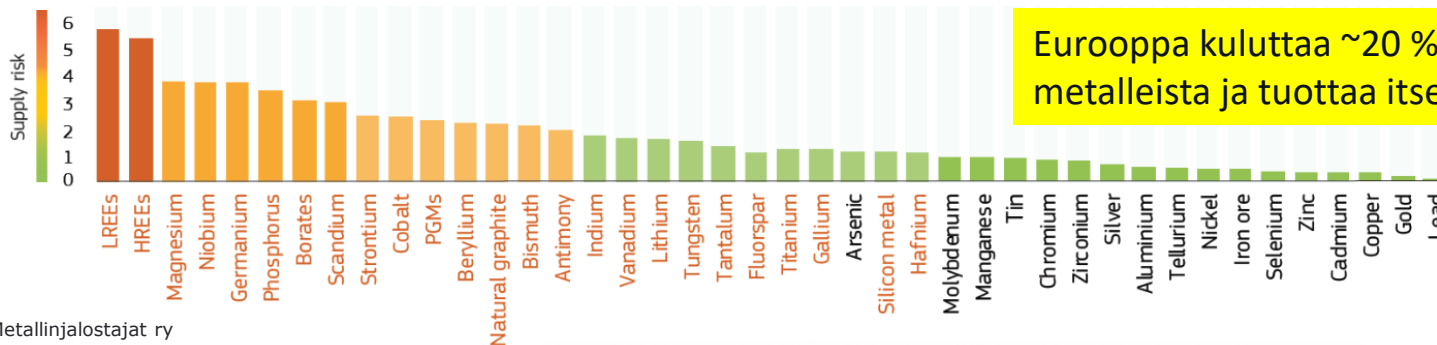
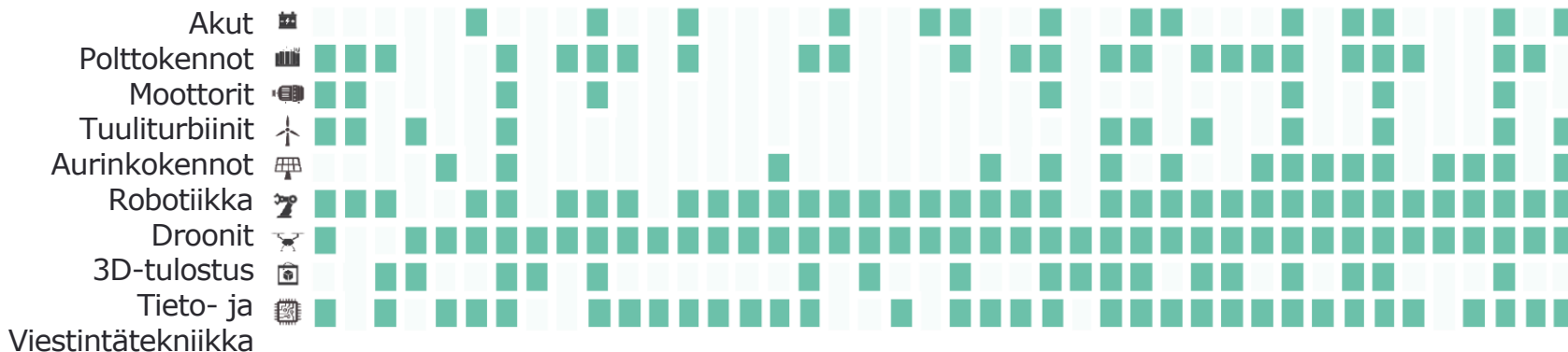
Globaalisti
2020-2030: 18 x
2020-2050: 89 x

Useat kehittyvät tai strategiset sektorit tarvitsevat myös raaka-aineita (*avainteknologiat*)

Kysyntänäkymistä – paljonko tarvitaan ja mihin?



Raaka-aineiden saatavuusriski avainteknologioille



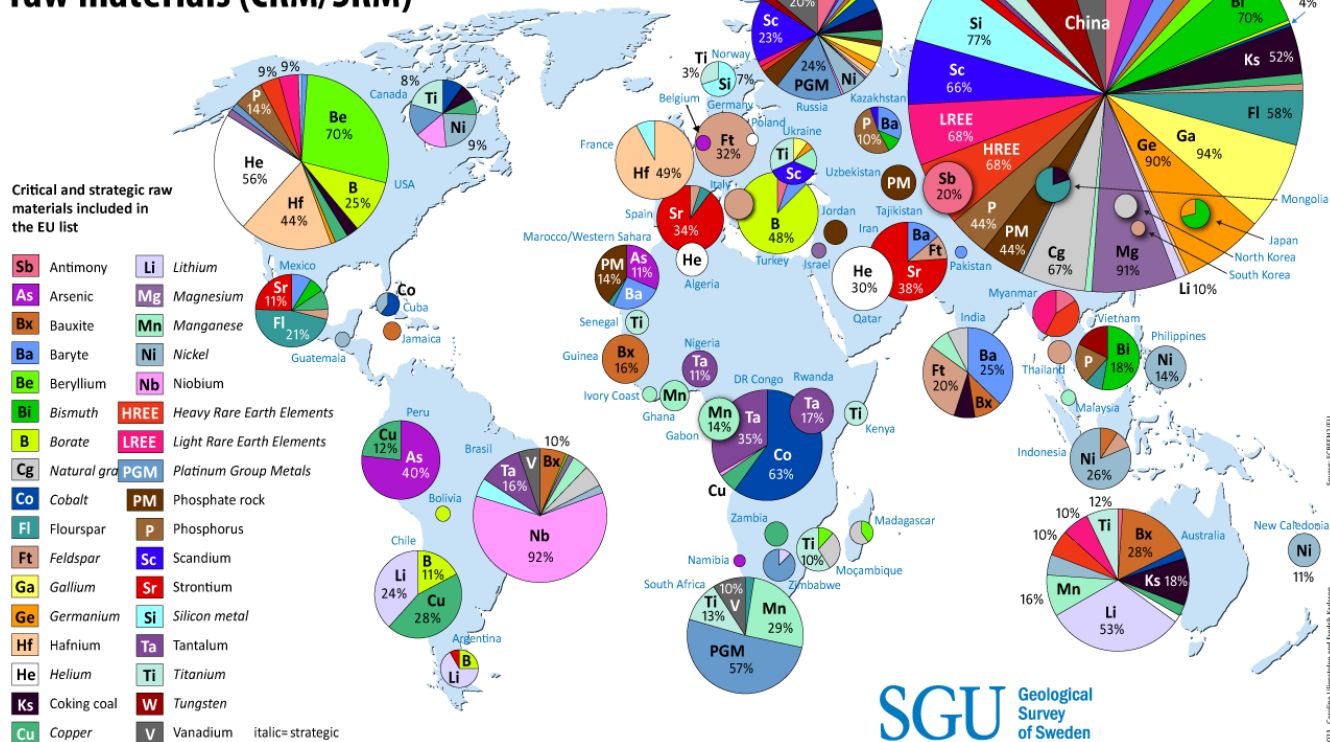
Eurooppa kuluttaa ~20 % maailman metalleista ja tuottaa itse ~3 %.

Tarjontanäkymistä – Mistä metallit ja mineraalit tulevat?

Global production of critical and strategic raw materials (CRM/SRM)

Kiina on onnistunut luomaan pitkiä arvoketjuja alkutuotannon ja jalostuksen perään. Sähköautojen lisäksi esimerkkejä ovat aurinkopaneelit ja tuuliturbiinit.

Kiina-riippuvuus on tiedostettu Euroopassa ja maailmalla yhä paremmin (vs. EU ja Venäjän energia).



Ripaus muutakin geopolitiikkaa mukaan



Kiinan Belt and Road-kumppanit



Notes: Up to April 2019.
Source: <http://www.yidaiyilu.gov.cn/>

Figure A1. China Going Global 131 countries have signed China Belt and Road Initiative by 04/2019
(Source: Economist 2019, and CCP Belt and Road Portal, <https://www.yidaiyilu.gov.cn/xwzx/bwdt/13764.htm>)

Öljyn ja kaasun "Hotspot" on Belt and Roadin sisällä (~75 % varannoista)

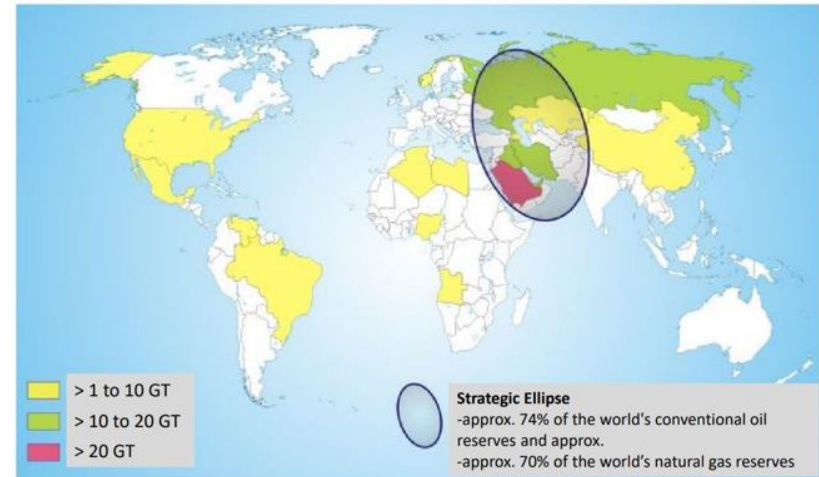


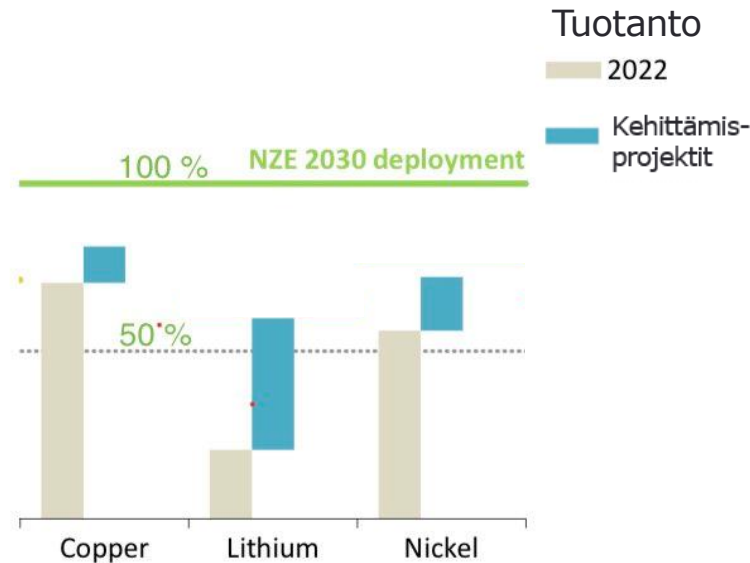
Figure 97 The strategic ellipse
(Source: BTC 2010, Federal Institute for Geosciences and Natural Resources BGR)

Kysynnän ja tarjonnan tasapaino – pitääkö olla huolissaan?



Muuttuvat ja kasvavat materiaalitarnpeet tulevat haastaman raaka-ainetuotantoketjun. Erilaisia (primääri ja sekundääri) varantoja on, mutta ne eivät välttämättä muutu hyödynnettäviksi varoiksi tarpeeksi nopeasti (tai koskaan). Mineraalilöydöstä tuotantoon kuluu 10-15 vuotta, mikä lisää riskiä saatavuusongelmista.

Euroopassakin tarvitaan malminetsintää, kaivosinvestointeja, sujuvaa ja laadukasta luvittamista, paikallista hyväksyntää, materiaalitehokkuutta, metallinjalostusta ja kierrätystä – kilpailu raaka-aineista tulee kiristymään.



IEA Energy Outlook (Oct, 2023)

IEA. CC BY 4.0.

Suomen malmigeologia

Suomen vanha kallioperä geologisesti samankaltainen kuin muut prekambriset kilpialueet toisilla mantereilla (Kanada, Brasilia, Afrikka ja Australia). Nämä alueilla on hyvä malmipotentiali ja ne ovat tärkeitä mineraalisten raaka-aineiden tuotantoalueita.

Pitkän historian aikana on tapahtunut useissa vaiheissa geologisia prosesseja, joissa on syntynyt kivilajeja pääasiassa sedimentaation, muuttumisen tai sulamisen kautta. Näissä prosesseissa on tapahtunut myös sellaisten poikkeuksellisten kivilajien synty joihin on rikastunut hyödynnettäväksi kelpaavia mineraaleja (tai metalleja).

Malmeissa mineraalit (sulfidit, oksidit tai silikaatit) ovat sellaisessa muodossa tai niin runsaasti esiintyviä, että niiden hyödyntäminen on teknistaloudellisesti kannattavaa.

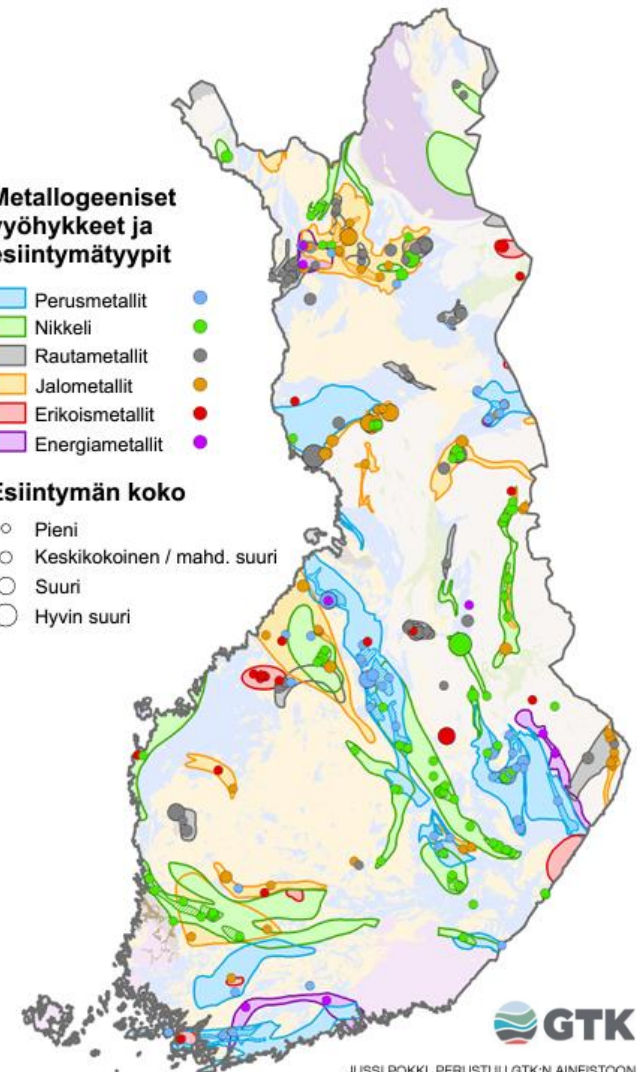
Taloudellinen hyödynnettävyys sitoo malmin on käsitteenä vahvasti aikaan ja paikkaan.

Metallogeeniset vyöhykkeet ja esiintymätyyppit

| | |
|-----------------|---|
| Perusmetallit | ● |
| Nikkeli | ● |
| Rautametallit | ● |
| Jalometallit | ● |
| Erikoismetallit | ● |
| Energiametallit | ● |

Esiintymän koko

- Pieni
- Keskikokoinen / mahd. suuri
- Suuri
- Hyvin suuri



Mineraalipotentialiaali – Suomi

Kallioperässä on potentiaalia

Hyvin korkea potentiaali: kulta, platinaryhmän metallit, nikkeli, kupari, titaani, sinkki

Korkea potentiaali: kromi, vanadiini, fosfori, koboltti, harvinaiset maametallit

Todennettu potentiaali: litium, lyijy, hopea, rauta, mangaani, molybdeeni, volframi, antimoni, uraani, thorium

Todennettu potentiaali suurimmalle osalle EU:n kriittisistä raaka-aineista (myös niobi, tantaali, beryllium, magnesium, scandium, pii, hafnium)

Mutta... Suomessa ei ole tehty merkittäviä uusia löytöjä vähähiilisyteen tarvittavista metalleista 16 vuoteen. Kokonaispanostus malminetsintään on vastaavalla ajalta noin 880 M€.

AKKUMINERAALIESIINTYMÄT

Pääarvoaine

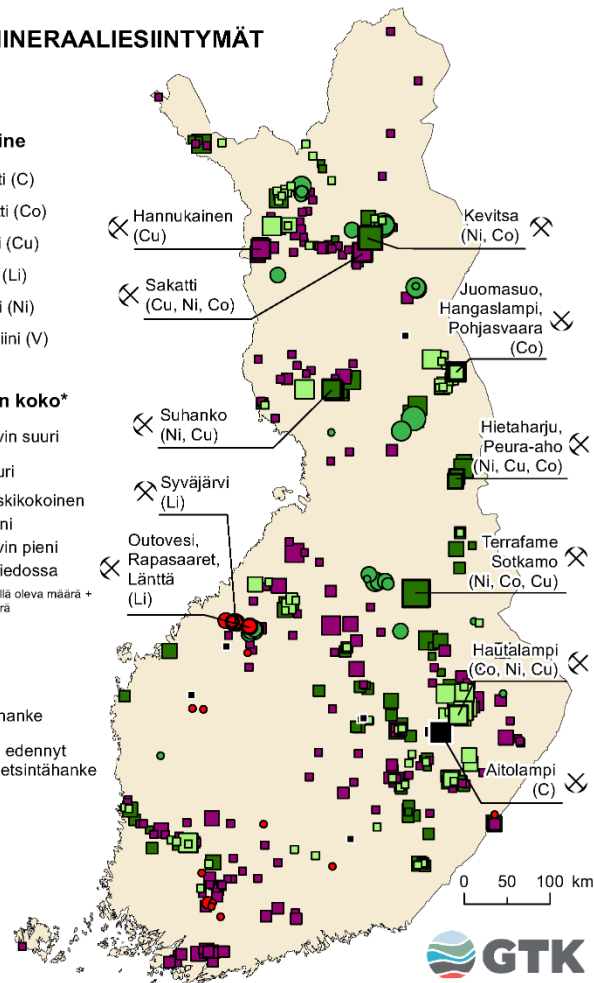
- Grafiitti (C)
- Koboltti (Co)
- Kupari (Cu)
- Litium (Li)
- Nikkeli (Ni)
- Vanadiini (V)

Esiintymän koko*

- □ Hyvin suuri
- □ Suuri
- □ Keskipikoinen
- □ Pieni
- □ Hyvin pieni
- □ Ei tiedossa

*Arvoaineen jäljellä oleva määrä + pois louhittu määrä

- ⊗ Kaivos
- ⊗ Kaivoshanke
- ⊗ Pitkälle edennyt malminetsintähanke



Mineraalipotentialiaali – Suomi



| | Esiintymiä | Potentiaali | Hi-Tech |
|--|-------------------|-------------|---------|
| Antimoni | Esiintymiä | Kohtalainen | x |
| Baryytti | Sivutuote | Kohtalainen | |
| Beryllium | Pieniä esiintymiä | Kohtalainen | x |
| Boraatti | Ei | Ei | |
| Fluorisälpä | Pieniä esiintymiä | Alhainen | |
| Fosfaatti | Kaivostuotantoa | Hyvä | |
| Gallium | Sulfidimalmeissa | Alhainen | x |
| Germanium | Sulfidimalmeissa | Alhainen | x |
| Hafnium | Esiintymiä | Kohtalainen | |
| Indium | Sulfidimalmeissa | Alhainen | x |
| Koboltti | Kaivostuotantoa | Hyvä | x |
| Luonnon grafiitti | Esiintymiä | Hyvä | |
| Magnesium | Esiintymiä | Kohtalainen | |
| Niobium | Esiintymiä | Hyvä | x |
| PGM | Kaivostuotantoa | Hyvä | x |
| Pii (metallinen) | Esiintymiä | Alhainen | |
| HREE (Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Y) | Esiintymiä | Kohtalainen | x |
| LREE (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd) | Esiintymiä | Hyvä | x |
| Scandium | Esiintymiä | Hyvä | x |
| Tantaali | Pieniä esiintymiä | Hyvä | x |
| Vanadiini | Kaivosprojekteja | Hyvä | x |
| Vismutti | Sivutuote | | |
| Volframi | Esiintymiä | Kohtalainen | x |

| | Esiintymiä | Potentiaali | Hi-Tech |
|------------------------------|-------------------|-------------|---------|
| Alumiini | Ei esiintymiä | Kohtalainen | |
| Bauksiitti | Ei esiintymiä | Ei | |
| Kalkkikivi | Kaivostuotantoa | Hyvä | |
| Kipsi | Ei esiintymiä | Alhainen | |
| Kali | Ei esiintymiä | Ei | |
| Kromi | Kaivostuotantoa | Hyvä | |
| Kupari | Kaivostuotantoa | Hyvä | |
| Kvartsi (silica sand) | Kaivostuotantoa | Hyvä | |
| Litium | Kaivosprojekteja | Hyvä | x |
| Mangaani | Kaivosprojekteja | Kohtalainen | |
| Molybdeeni | Esiintymiä | Kohtalainen | x |
| Nikkeli | Kaivostuotantoa | Hyvä | |
| Rauta | Kaivosprojekteja | Kohtalainen | |
| Seeleni | Sivutuote | Hyvä | |
| Sinkki | Kaivostuotantoa | Hyvä | |
| Talkki | Kaivostuotantoa | Hyvä | |
| Tantaali | Pieniä esiintymiä | Hyvä | |
| Telluuri | Sivutuote | Hyvä | |
| Tina | Pieniä esiintymiä | Kohtalainen | |
| Titaani | Kaivosprojekteja | Hyvä | x |
| Yttrium | Sivutuote | Kohtalainen | |

Etsintä kehittyi – löydöt yhä syvemmillä

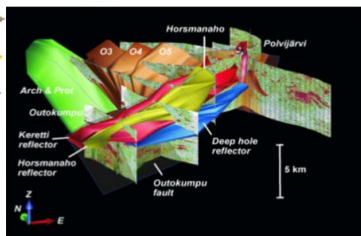
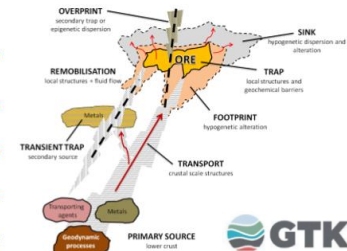
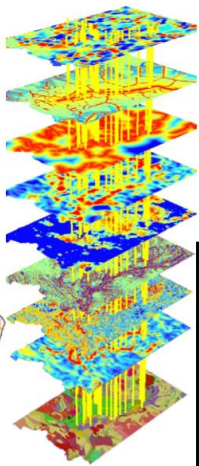
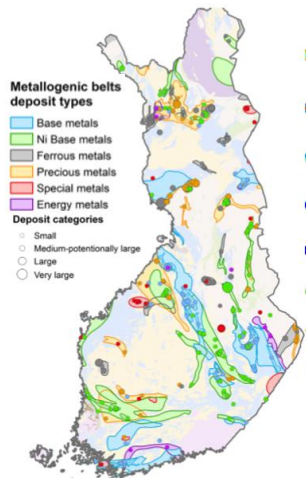
Potentiaaliset alueet



Löytymismahdollisuuksien arviointi

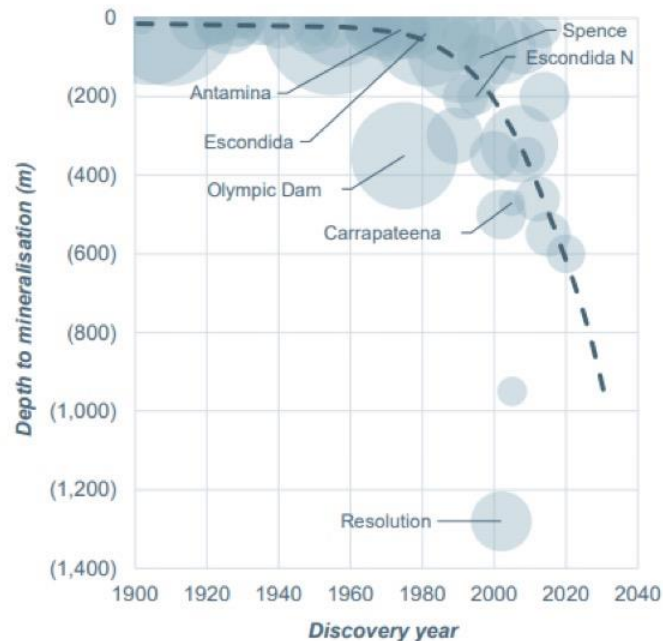


Malmimallit



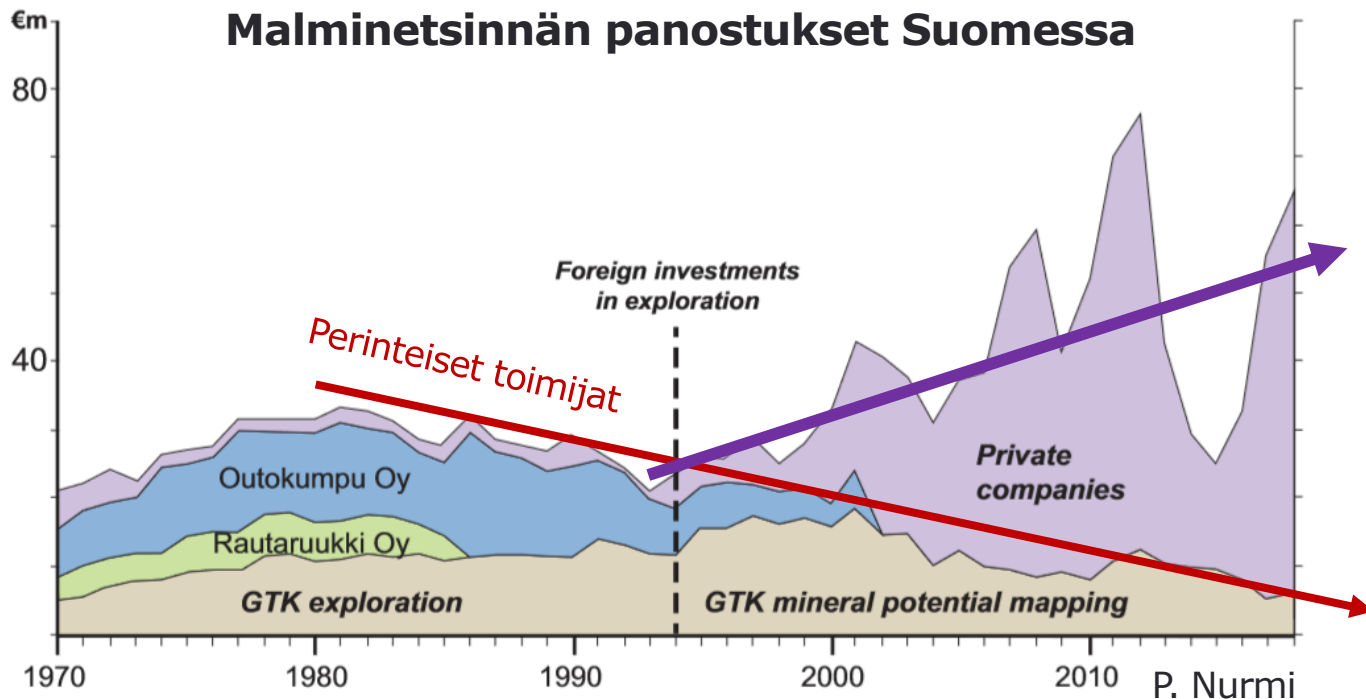
Major copper discoveries are becoming less common and getting deeper...

(Selected major deposits, >3Mt contained Cu)



Malminetsintään tulisi panostaa 1 700 miljardia tulevan 15 vuoden aikana, jotta voisimme vastata uusiutuvan energian metalli/mineraali tarpeisiin (Wood Mackenzie, 2020)

Etsijät ovat vaihtuneet



Vain 3 % kallioperästä on paljastunut, loppu on piilossa maapeitteen alla...löytöpotentiaalia on vielä erittäin hyvin.

Pitkä ja vahva historia

Raudan hyödyntämisessä historiaa jo 500 vuotta, kuparissa 100 v., nikkelissä 60 v., ruostumattomassa teräksessä ja sinkissä 50 v.

Suomen osuus maailman jalostuksesta

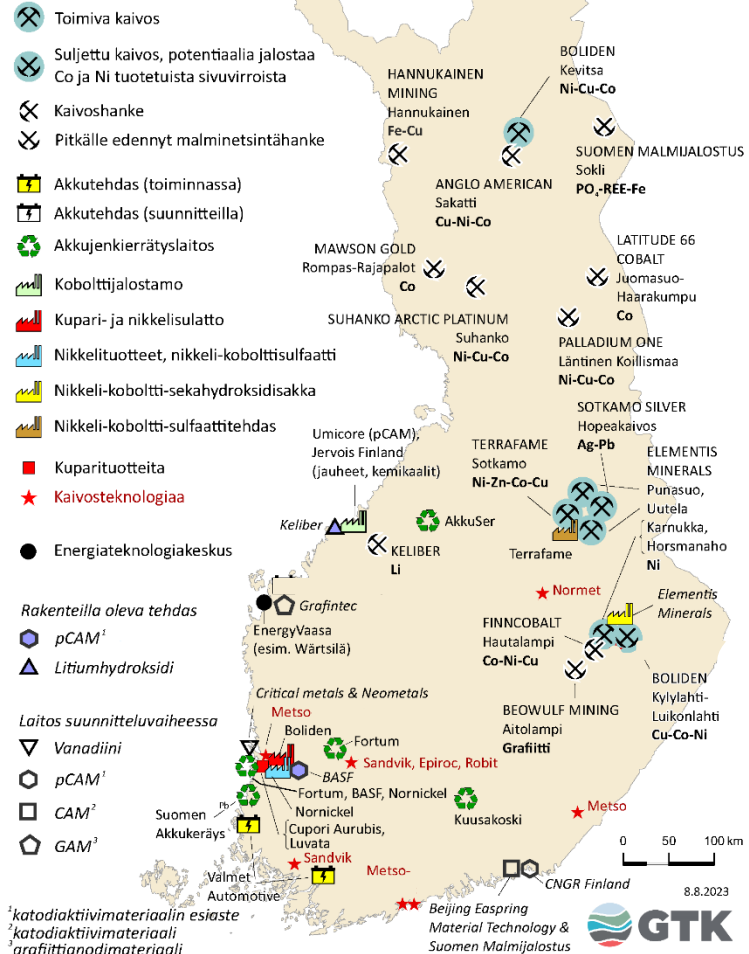
- koboltti ~10 %
- puhdas nikkeli ~5 %,
- ruostumaton teräs ~3,5 %

Kokkolan sinkkitehdas on 10 suurimman joukossa.

Mineraalien/metallien arvoketju ja siihen liittyvä teknologiavalmistus on tärkeä osa Suomen strategista kilpailukykyä ja tarjoaa kasvun sekä hyvinvoinnin mahdollisuuksia pitkälle tulevaisuuteen.

Huomattava osuus tuotannosta menee vientiin ja erityisesti EU:n alueelle.

AKKUMINERAALIKAIVOKSET JA -PROSESSOINTILAITOKSET



¹ katodiaktiivimateriaalin esiaste
² katodiaktiivimateriaali
³ grafiittianodimateriaali

Miten EU pyrkii toimimaan?



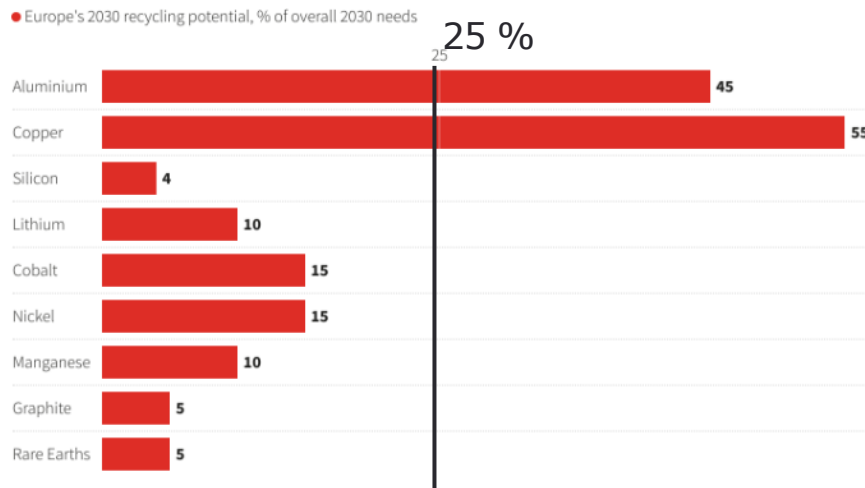
Merkittävässä roolissa on Euroopan komission 16.3.2023 julkaisema ehdotus EU:n raaka-aine asetukseksi (Critical Raw Materials Act, CRMA).

Vauhdittaakseen EU:n omavaraisuutta komissio esittää, että oma kaivostoimintamme vastaisi 10 prosentin osuutta strategisten raaka-aineiden hankinnasta. Vastaavasti sisämarkkinoilla tapahtuva kierrätys kattaisi 25 prosenttia ja jalostus 40 prosenttia.

Lisäksi tavoitteena on, että 2030 mennessä minkään strategisen raaka-aineen osalta Euroopan riippuvuus yksittäisen kolmannen maan tuotannosta ja jatkojalostuksesta ei ylittäisi 65 prosenttia. Ehdotuksessa esitetään myös EU:n jäsenmaiden kriittisten raaka-aineiden etsintäohjelmia.

European metal recycling in 2030 as % of needs

Indicative projections - EU target for recycling is 25%



Note: Europe = EU + EEA, silicon also well recycled in aluminium alloys, nickel well recycled in stainless steel
Source: KU Leuven/Eurometaux

Reuters Graphics

Researchers from Belgian university KU Leuven concluded in a 2022 report that the period to 2030 will be the most challenging for metal supply, highlighting risks for copper, lithium, nickel, cobalt and rare earth elements.

<https://www.reuters.com/markets/commodities/eu-sets-critical-mineral-goals-faces-struggle-hit-them-2023-12-18/>

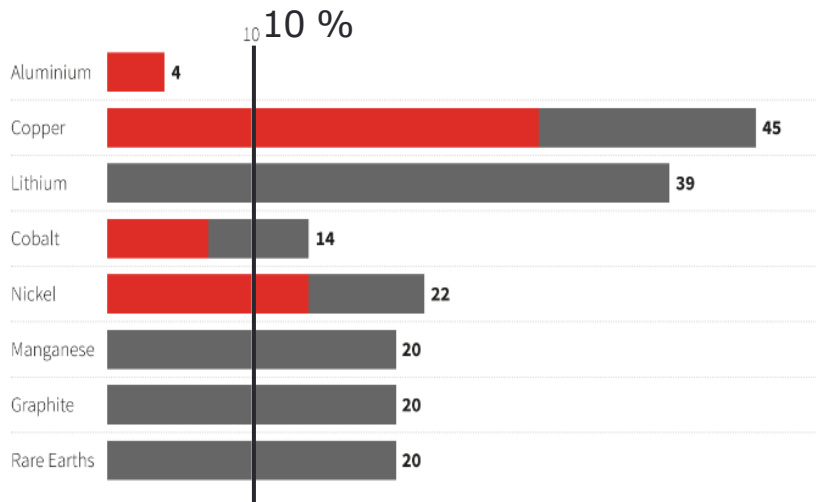
Miten EU pyrkii toimimaan?



European metal mining in 2030 as % of needs

Indicative projections in range, with less certainty about future projects - EU mining target is 10%

● Today's capacity ● Planned projects



Europe = EU + EEA
Source: KU Leuven/Eurometaux

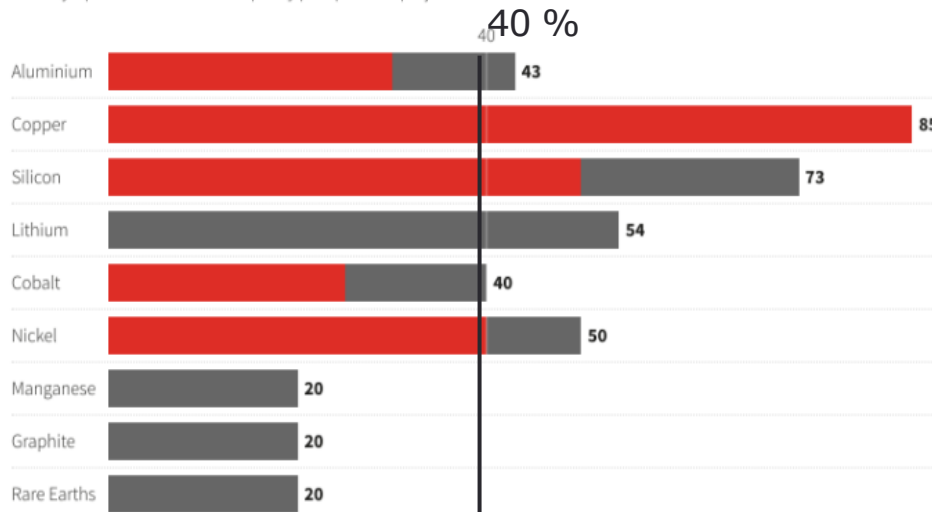
Reuters Graphics

<https://www.reuters.com/markets/commodities/eu-sets-critical-mineral-goals-faces-struggle-hit-them-2023-12-18/>

European metal processing in 2030 as % of needs

Indicative projections - EU processing target is 40%

● Today's production ● Peak capacity plus planned projects



Note: Europe = EU + EEA, Lower aluminium, silicon production today reflects idling of smelters

Source: KU Leuven/Eurometaux

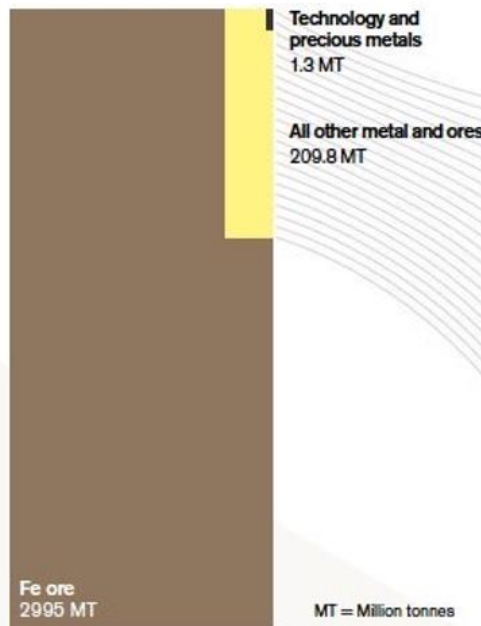
Reuters Graphics

Palataan mittakaavoihin – uudet tarpeet isoja vai pieniä?

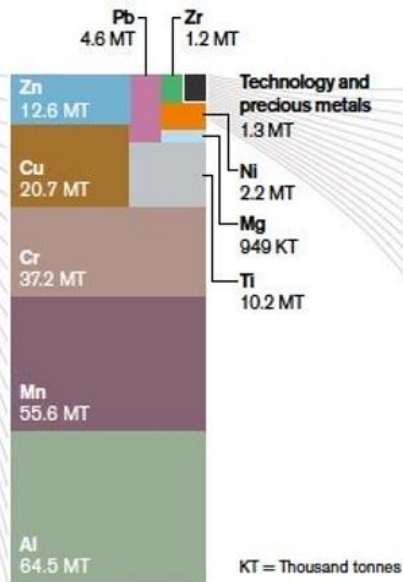


Maailmanlaajuinen
Metalli- ja kaivostuotanto

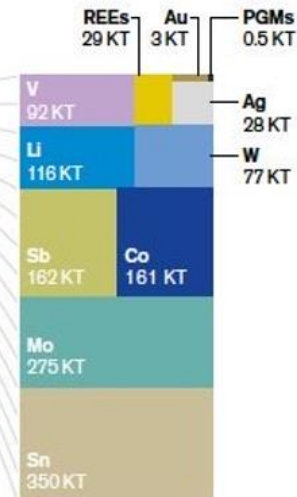
Kaikki metallit/malmit



Muut kuin rauta



Teknologia- ja jalometallit



Global production of primary metals and ores. Source: British Geological Survey 2019.

Noin 75 % vähähiilisisyyden tarvitsemasta metallitarpeesta on terästä.

Palataan mittakaavoihin – uudet tarpeet isoja vai pieniä?

Fossiilisten raaka-aineiden kaivu ja ottotoiminta **sekä arvot** ovat vielä aivan omissa mittakaavoissaan...

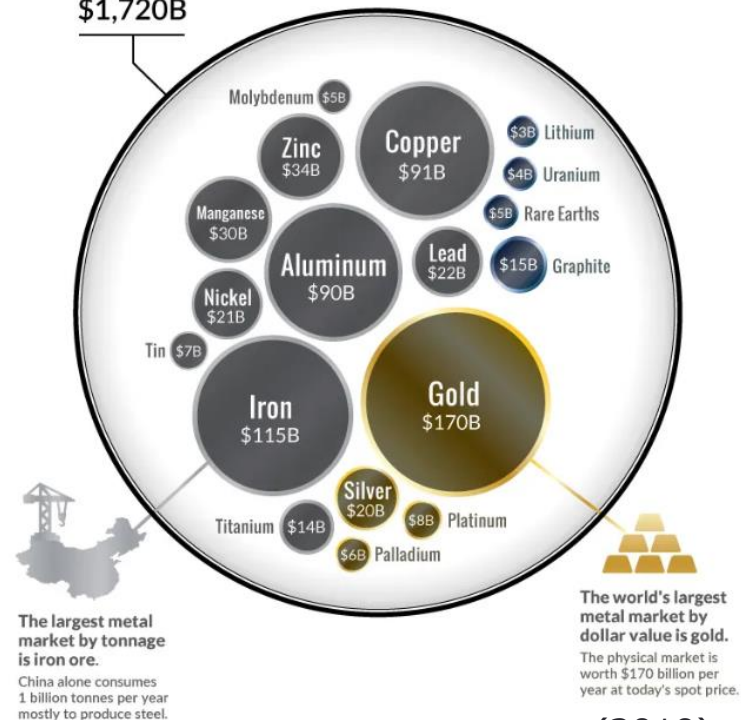
Entä riittääkö meillä metalleja/mineraaleja maankamarassa?

“The scarcity of mineral resources is ultimately neither physical nor geological, but rather political, economic and environmental: it mostly depends on the energy, environmental and societal price that humankind is willing to pay in order to access them.”
– A-S André Mayer

Oil
\$1,720B

The global market for oil was 94 million barrels per day in 2015.

This puts the oil market at \$1.7 trillion per year with today's prices - far more than all raw metals combined!





Kiitos!

 @Metjalo
 @SakuVuori