



Akkuteknologian kehitysnäkymiä sähköisen liikenteen näkökulmasta

LVM, 26.3.2020

Dr. Pertti Kauranen, Aalto-yliopisto



Sisällys



- Sähköautojen kehitysarvioita
- Li-akkujen teknologiakehitys
- Li-ioniakkujen tuotantokapasiteetti
- Li-ioniakkujen raaka-aineiden riittävyys
- Geopolitiikka ja kauppasotien riskit
- Yhteenveto
- Lähdeviitteet



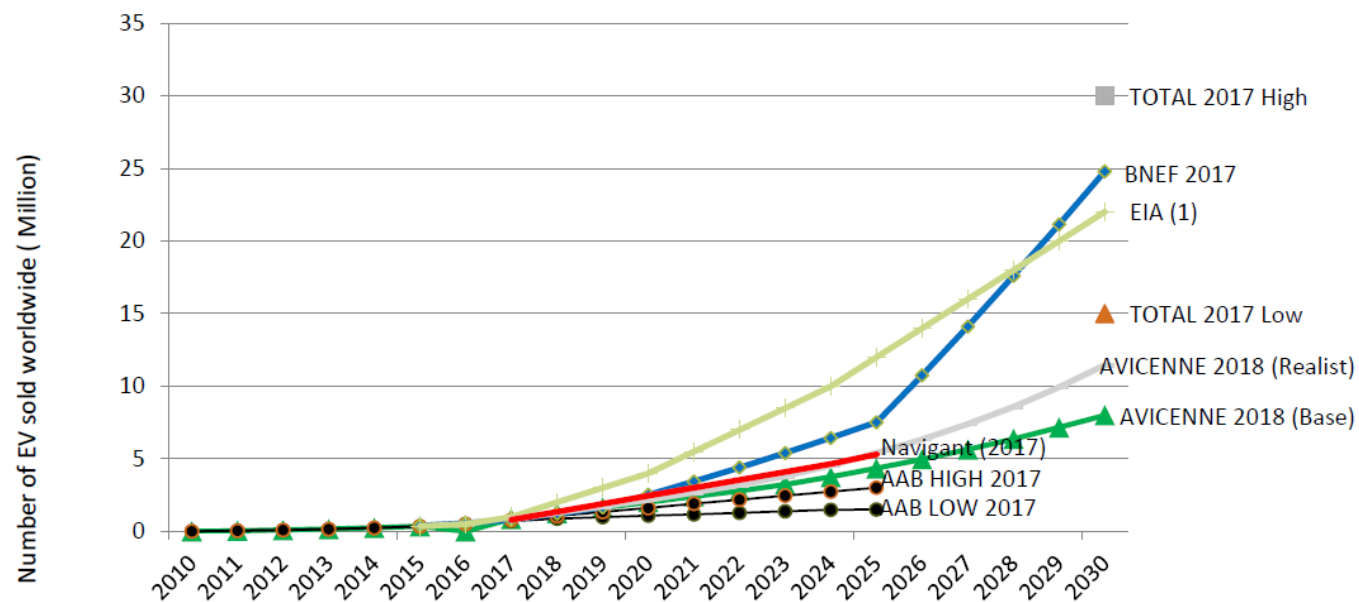
Sähköautojen
kehitysarvioita

Avicenne Energy

LONG TERM EV FORECAST

EV sold, in million units, worldwide, 2010 – 2030

2025 5-15 miljoonaa EV/vuosi
2030 10-30 miljoonaa EV/vuosi

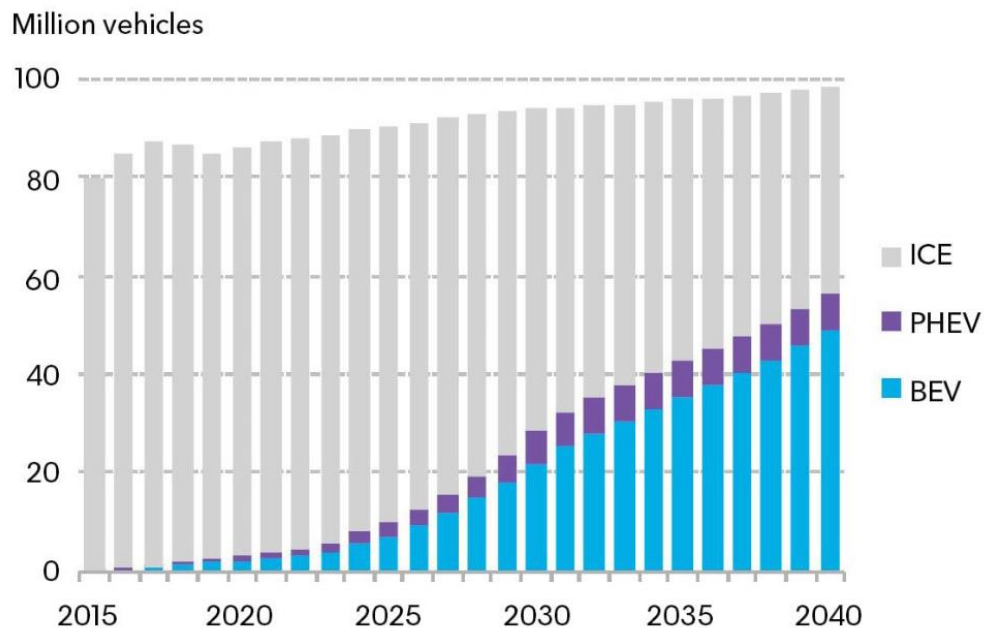


AAB, AABC US, June 2017

BNEF, BATTERIES 2017, October 2017

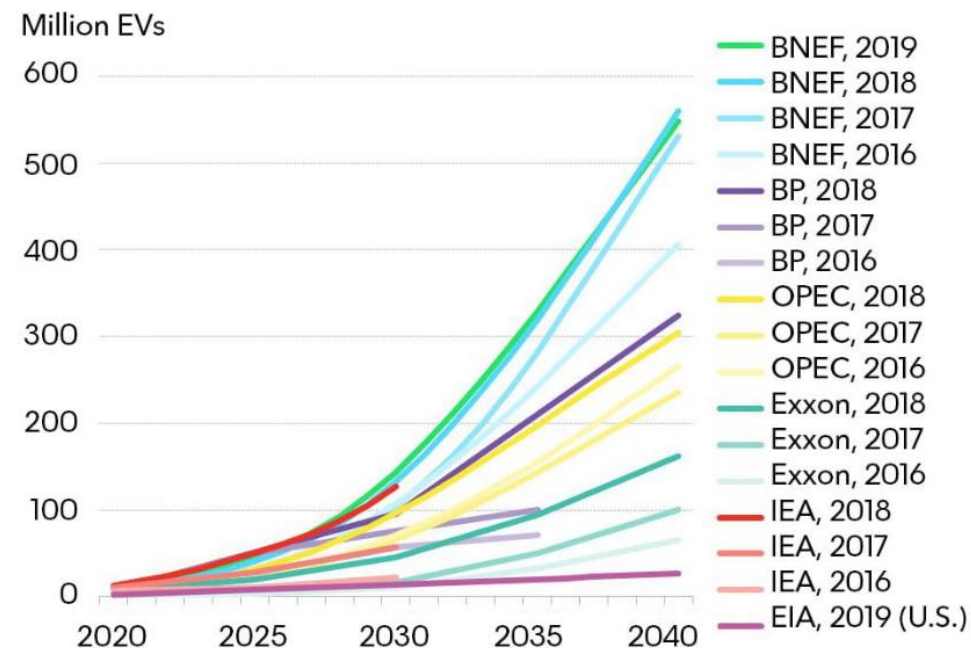
AVICENNE Analysis 2018

Global long-term passenger vehicle sales by drivetrain



Source: BloombergNEF

EV Outlooks then and now



Source: BloombergNEF, organization websites. Note: BNEF's 2019 outlook includes passenger and commercial EVs. Some values for other outlooks are BNEF estimates based on organization charts, reports and/or data (estimates assume linear growth between known data points). Outlook assumptions and methodologies vary. See organization publications for more.



Li-akkujen
teknologiakehitys



CATL



Cell generation	Cell chemistry
Generation 5	Li/O₂ (lithium-air)
Generation 4	- All-solid-state with lithium anode - Conversion materials (primarily lithium-sulphur)
Generation 3b	- Cathode: HE-NCM, HVS (high-voltage spinel) - Anode: silicon/carbon
Generation 3a	- Cathode: NCM622 to NCM811 - Anode: carbon (graphite) + silicon component (5-10%)
Generation 2b	- Cathode: NCM523 to NCM622 - Anode: carbon
Generation 2a	- Cathode: NCM111 - Anode: 100% carbon
Generation 1	- Cathode: LFP, NCA - Anode: 100% carbon

> 2025 ?

~ 2025

~ 2020

current





Li-ioniakkujen
tuotantokapasiteetti

Expected GWh battery cell manufacturing production through 2028 – major producers

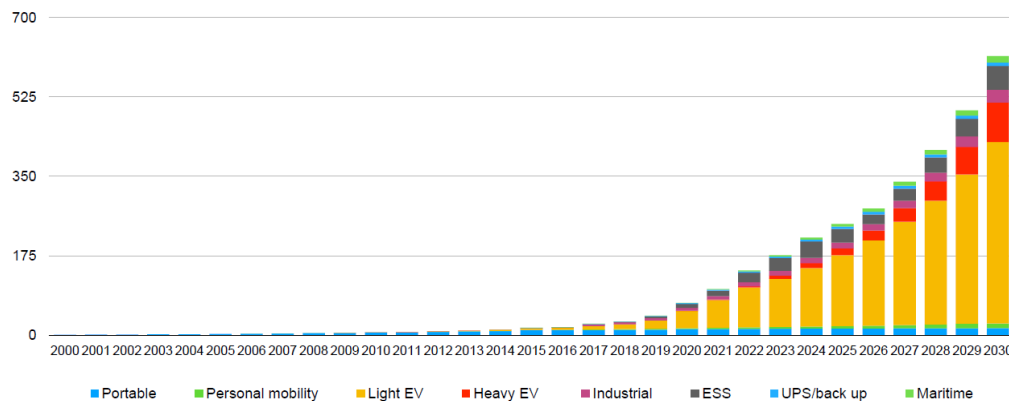


Akkutuotannon jakautuminen 2025



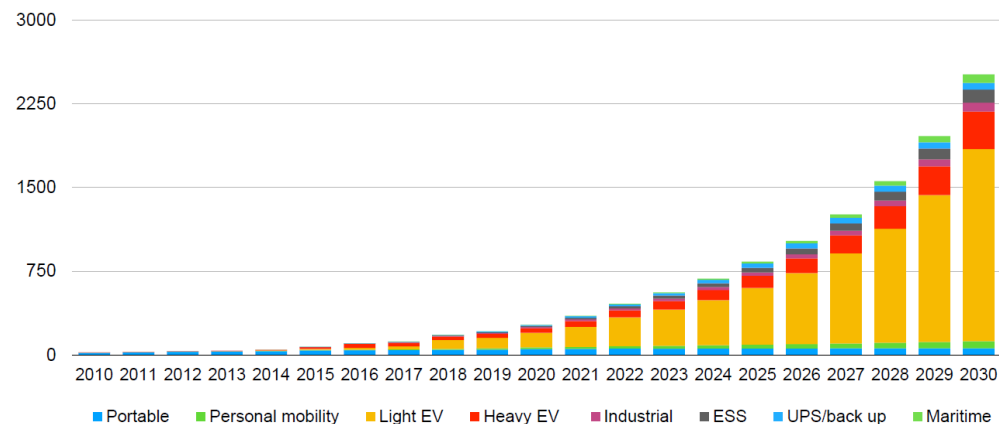
The lithium-ion revolution

Batteries placed on the European market 2000–2030, GWh



The lithium-ion revolution

Batteries placed on the world wide market, GWh



Maailma: 10 miljoonaa EV/vuosi 2025, 30 miljoonaa 2030
Eurooppa: 2.5 MEV 2025 ja 8 MEV 2030



Li-ioniakkujen raaka-
aineiden riittävyys

Keskimääräisen sähköauton akusto kasvaa, mutta koboltin tarve pienenee



FINNISH
MINERALS
GROUP

Mobility transformation increases demand for raw materials

For producing each electric vehicle, we need:



Today¹ Tomorrow²

36
kilograms
of nickel

52
kilograms
of nickel

7.4
kilograms
of lithium

8.4
kilograms
of lithium

12
kilograms
of cobalt

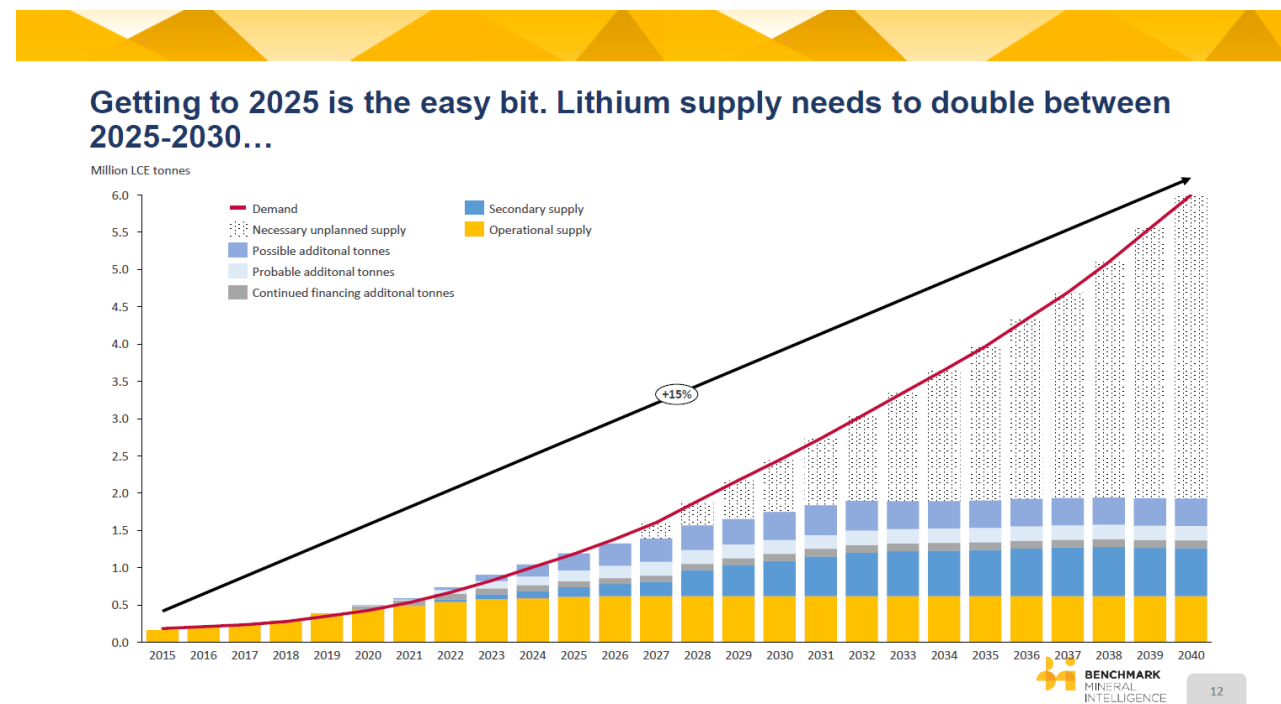
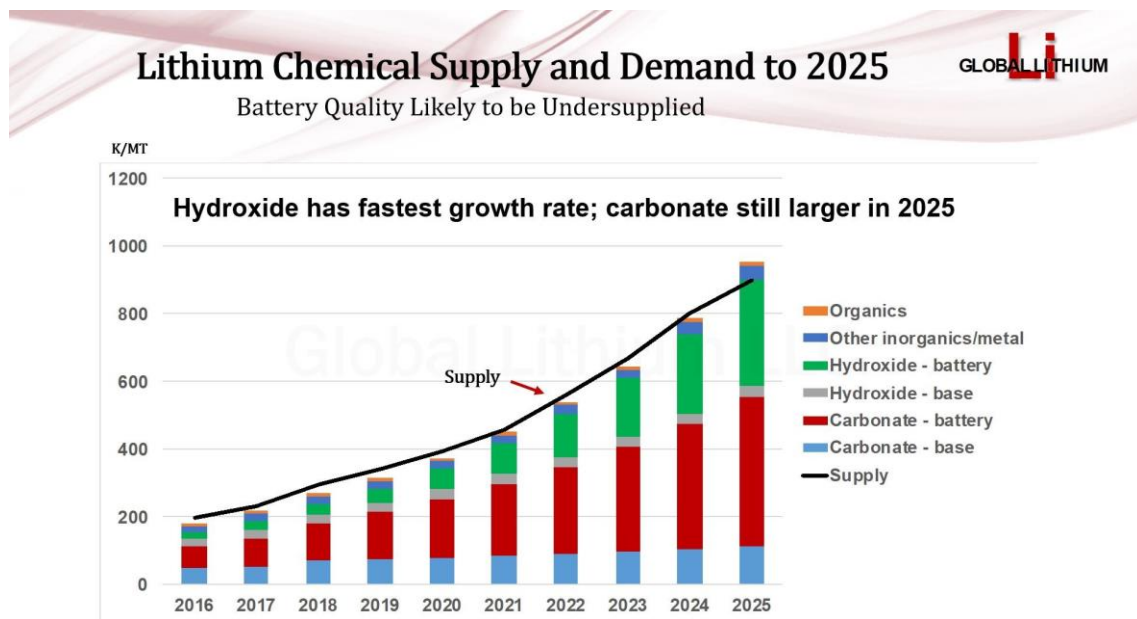
6.6
kilograms
of cobalt

~\$1,400
per car³

~\$1,200
per car³

1) Considering an NMC622 cathode, 55 kWh battery pack 2) Considering an NMC811 cathode, 77 kWh battery pack 3) At Q2 2018 prices
Source: 2017 Battery raw materials demand model 2018/11

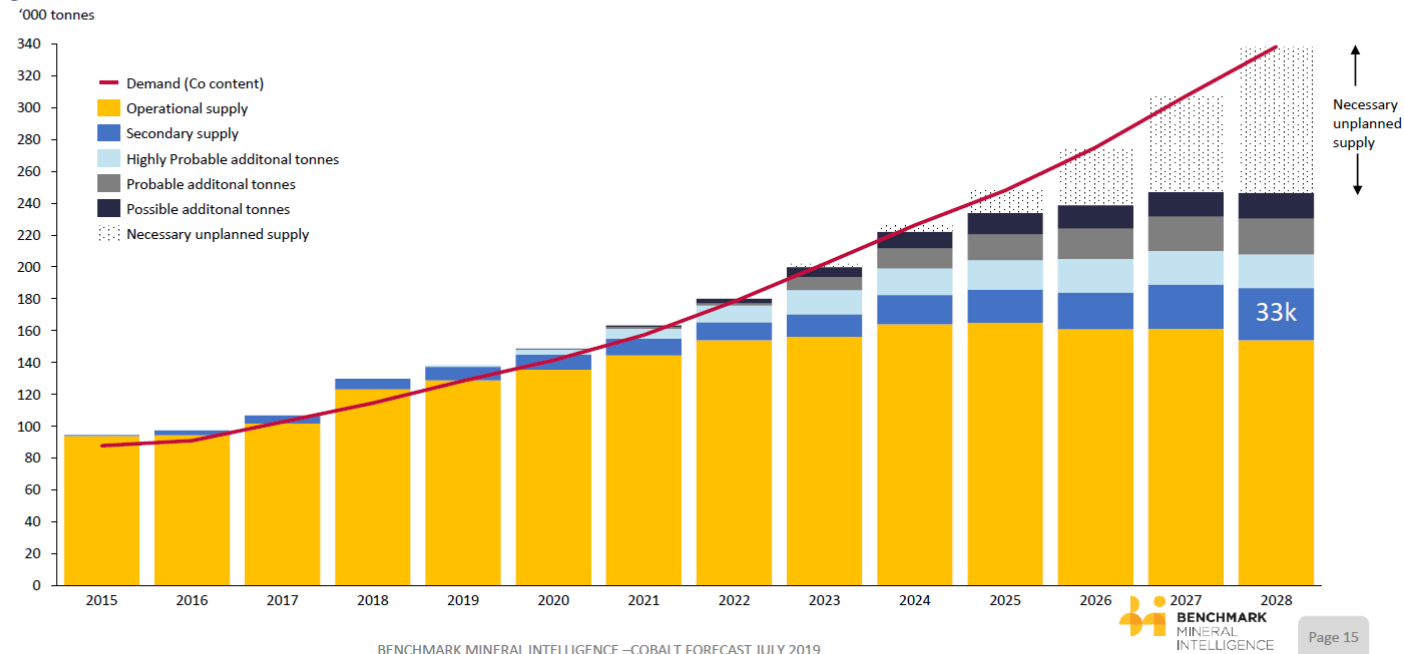
Litiumia riittää n. 2025 asti, mutta pitkällä aikavälillä on haasteita



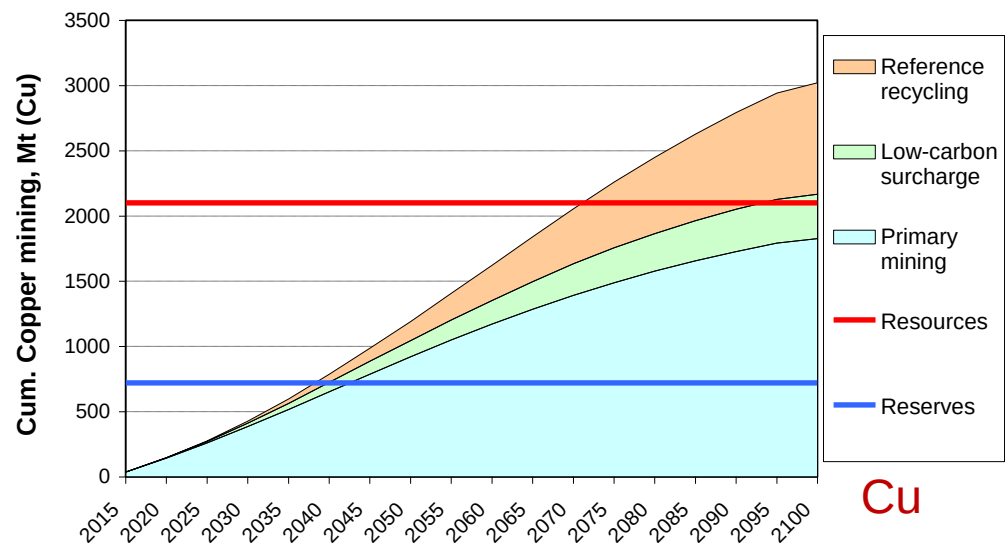
Litiumia riittää n. 15 miljoonan EV:n vuosituotantoon, minkä jälkeen uuden kapasiteetin avaaminen on epävarmempaa ja kierrätysmateriaalit pitää saada käyttöön.

Koboltti voi muodostua pullonkaulaksi jo 2020 luvulla

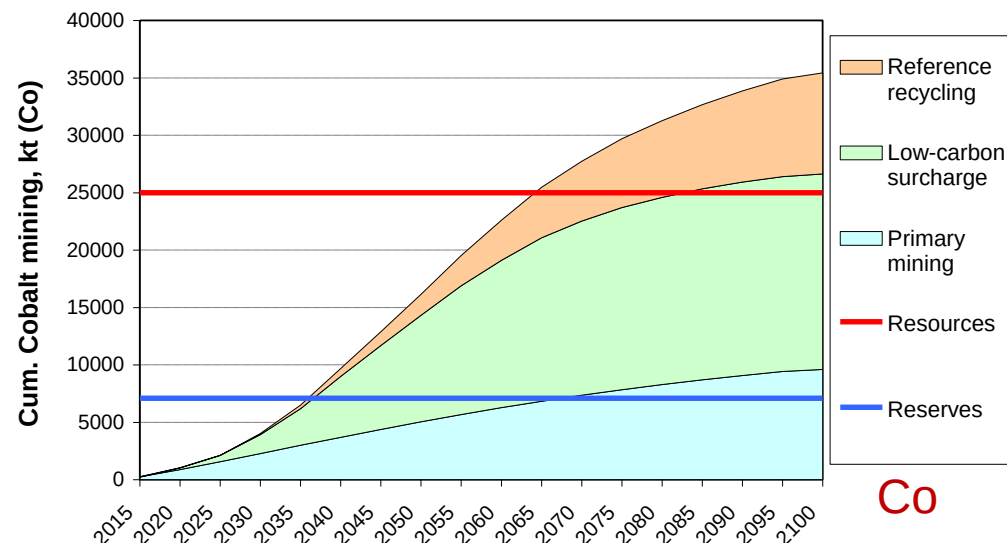
Cobalt medium-term supply forecast, 2015-2028, same problem, different day...



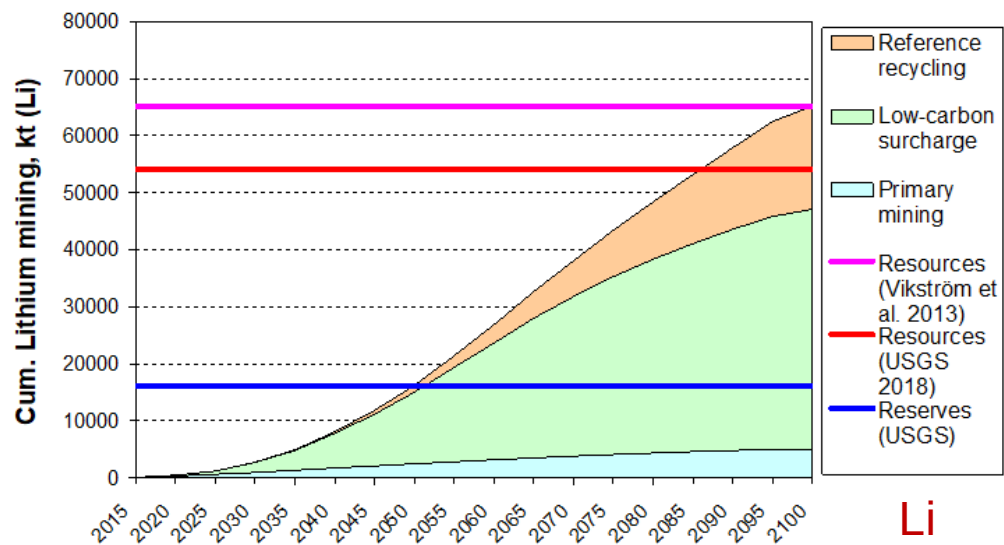
Kobolttin tuotanto voi kasvaa kattamaan 35 miljoonan EV:n tarpeet, mutta akkutuotanto joutuu kilpailemaan muiden sovellusten kanssa



Cu



Co

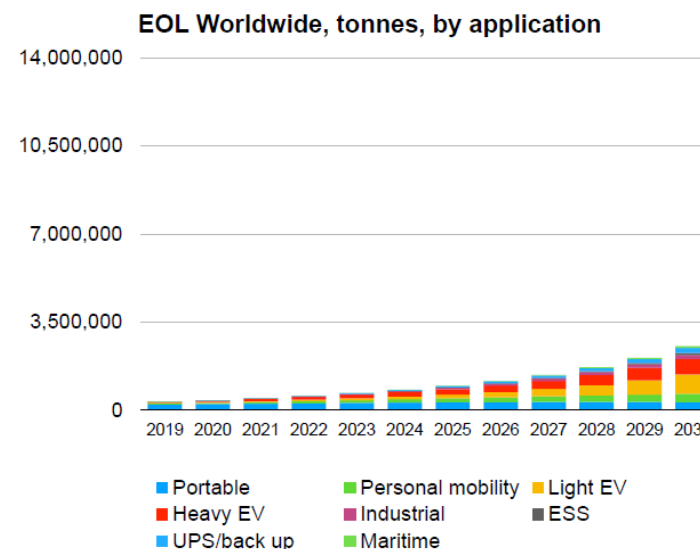
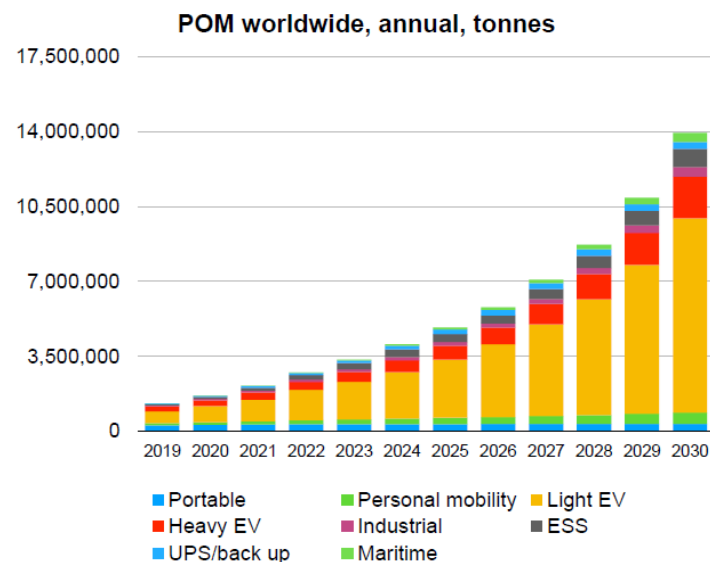


Li

Kierrätys voi kattaa 15 % raaka-ainetarpeesta, jos raaka-ainepohja ei oleellisesti muutu



Placed on the market vs end of life



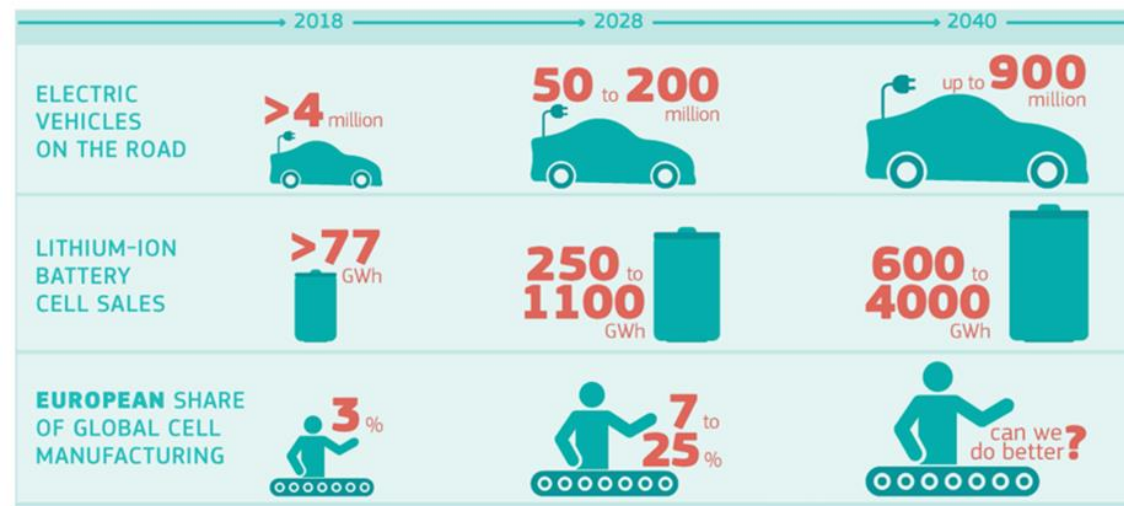
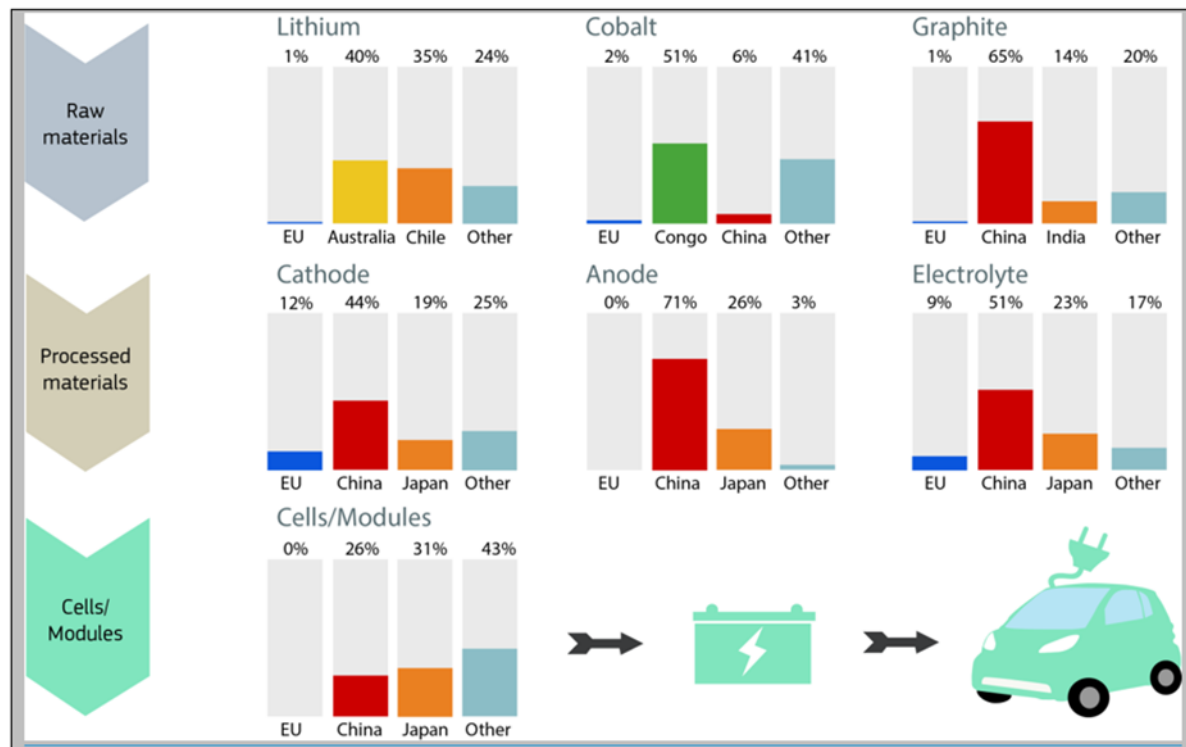


Geopolitiikka ja kauppasotien riskit

Tuote / palvelu	Kiinan osuus maailmanmarkkinoista
Sähköautot	45%
Sähköbussit	yli 90 %
Litium-akut	50 %
Anodimateriaalit	75 %
Katodimateriaalit	63 %
Elektrolyyttiliuokset	75 %
Erotinkalvot	45 %
Litiumin (kaivos)tuotanto	7 %
Nikkelin (kaivos)tuotanto	4 %
Koboltin (kaivos)tuotanto	6 %
Mangaanin tuotanto	19 %
Kuparin tuotanto	9 %
Alumiinin tuotanto	54 %
Luonnongrafiitin tuotanto	65 %
Koboltin jalostus	50 %



Kiina hallitsee raaka-aineketjuja, EU pyrkii paikalliseen tuotantoon





Yhteenveto

Yhteenveto

- Sähköautojen kehitysarviot vaihtelevat suuresti
- Sähköautojen globaali markkinaosuus 2030 on 10-30 % (10-30 miljoonaa EV/v)
- Akkuteollisuuden ilmoittamat investoinnit näyttäisivät riittävän 30 miljoonan sähköauton vuosituotantoon
- Riittämättömät investoinnit kaivostoimintaan ja akkukemikaalien tuotantoon aiheuttavat todennäköisesti pullonkauloja ja viivästyttävät sähköautomarkkinan kasvua
- Kiina (Korea ja Japani) hallitsevat kennotuotantoa ja raaka-aineketjuja
- EU pyrkii vähentämään tuontiriippuvuutta ja rakentaa omia arvoketjuja



Lähdeviitteet

- Avicenne Energy; Christophe PILLOT; The Rechargeable Battery Market and Main Trends 2018-2030; ICBR 2019, Lyon, Ranska, 18.9.2019.
- Benchmark Mineral Intelligence; Andrew Layland; The Current Position of Li ion Raw Material Supply and the Role of Recycling, ICBR 2019, Lyon, Ranska, 18.9.2019.
- Bloomberg New Energy Finance; Electric Vehicle Outlook 2019; <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>
- Circular Energy Storage; Hans Eric Melin; The lithium-ion battery end-of-life market – A baseline study For the Global Battery Alliance; http://www3.weforum.org/docs/GBA_EOL_baseline_Circular_Energy_Storage.pdf
- CloseLoop; Poliitikka suositus 1; Suomi kestävän akkutuotannon ja kiertotalouden mallimaaksi, 15.1.2018; <http://closeloop.fi/wp-content/uploads/Suomi-kestävän-akkutuotannon-ja-kiertotalouden-mallimaaksi.pdf>
- EU; REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, THE COMMITTEE OF THE REGIONS AND THE EUROPEAN INVESTMENT BANK on the Implementation of the Strategic Action Plan on Batteries: Building a Strategic Battery Value Chain in Europe; COM/2019/176 final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1571912028148&uri=CELEX:52019DC0176>
- Finnish Minerals Group; Matti Hietanen; Nickel for batteries – Challenges and opportunities for Europe EIT Raw Materials Expert Forum, Torino, 7.–9.10.2019.
- Global Lithium LLC; <https://www.linkedin.com/in/jplowry/>
- VTT; Tiina Koljonen; How energy transition is reshaping demand and supply of metallic minerals?, CloseLoop Workshop on Substitution of Critical Raw Materials, Espoo 19.11.2018, <http://closeloop.fi/wp-content/uploads/Koljonen-CloseLoop-Workshop.pdf>



Acknowledgements

**BUSINESS
FINLAND**