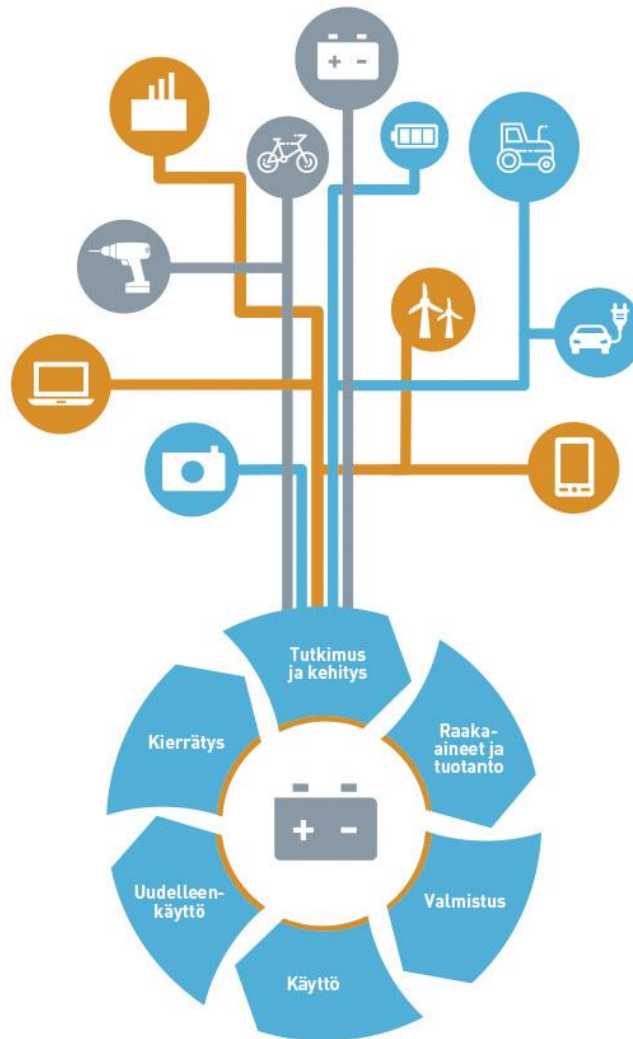




Yhdessä kohti tuottavaa kiertotaloutta



Akkuekosysteemi - nykytilaselvitys

Johanna Valio

Pirkanmaan liitto

15.6.2018

Sisällysluettelo

1	Taustaa	3
2	Akkutyypit ja -materiaalit	4
2.1	EU:n paristo- ja akkudirektiivin luokitus.....	4
2.2	Paristot ja akut.....	4
2.3	Kenno, akku, moduuli, akkupaketti	4
2.4	Akkutyypit ja -materiaalit	5
2.5	Litiumioniakut.....	7
2.6	Akkuraaka-aineiden tuotantomääriä	16
2.7	Muut akut ja tulevaisuuden näkymät.....	17
2.8	Akkumarkkinat Suomessa.....	20
3	Akkuihin liittyvät strategiset linjaukset, ohjelmat, poliittiset päätökset ja lainsäädäntö	21
4	Akkuekosysteemin toimijat Suomessa	22
4.1	Raaka-aineet ja valmistus	23
4.2	Maahantuonti.....	24
4.3	Käyttö ja käyttöpalvelut	24
4.4	Keräys, kuljetus ja kierrätys.....	26
4.5	Akkuihin liittyviä viranomaisia Suomessa.....	29
5	Läheisesti akkuihin ja niiden käyttöön liittyviä hankkeita, verkostoja ja ajankohtaisia aloitteita	30
Liite 1		32
	Raaka-aineet	32
	Valmistus	33
	Maahantuonti.....	33
	Käyttö ja käyttöpalvelut	34
	Keräysjärjestelmät.....	36
	Kierrätys.....	37
	Yksityisiä tutkimuslaitoksia ja konsulttifirmoja	38
	Akkuihin liittyviä verkostoja	38

1 Taustaa

Akkuja käytetään koko ajan enemmän niin teollisuudessa kuin vapaa-ajalla, ja ne ovat tärkeässä roolissa sekä liikennesektorin että energia-alan muutoksissa. Sähköautojen yleistyminen ja erilaisten työkoneiden sähköistyminen edellyttävät erilaisia akkuratkaisuja. Sähkön varastointi taas on oleellinen osa uusiutuvan energian käyttöä. Jo ennestään pienempiä akkuja ja paristoja on käytetty lukuisissa arjen sovelluksissa.

Suomi on jo akkujen kiertotalousratkaisujen saralla edelläkävijä monilla eri sektoreilla, mutta akkujen kiertotalouspotentialiaali ja kytkökset moniin eri aloihin eivät kuitenkaan ole vielä tuttuja suurelle yleisölle.

Tulevaisuuden akkuekosysteemi -hankkeen keskeisenä tavoitteena on tuoda esille akkujen kierrätysratkaisut, raaka-aineet sekä globaalit akkuihin liittyvät arvoketjut. Akkuihin liittyvien tutkimus- ja kehitysorganisaatioiden, yrityssektorin sekä viranomaisten kanssa yhteistyötä tekemällä lisätään ymmärrystä suomalaisen tämänhetkisestä akkuihin liittyvästä osaamistasosta ja innovaatioista sekä tunnistetaan uudet kehitys- ja liiketoimintapotentiaalit, joita voidaan yhdessä edistää. Hanketta rahoittaa Sitra ja sitä koordinoi Pirkanmaan liitto.

Tämä nykytilaselvitys on tehty Tulevaisuuden akkuekosysteemi -hankkeen tueksi. Lukuun 2 on koottu tietoa akuista, akkumateriaaleista, akkumarkkinoista ja kierrätyksestä globaalista näkökulmasta. Tietolähteenä on käytetty lähinnä tiedonhakua verkosta.

Lukuihin 3, 4 ja 5 on koottu tietoa akkuihin liittyvästä toimintaympäristöstä Suomessa: eri elinkaaren vaiheisiin liittyvistä toimijoista, akkuihin liittyvistä hankkeista sekä meillä vaikuttavista strategioista ja lainsäädännöstä. Verkkotiedonhaun lisäksi selvitystä varten haastateltiin akkuihin liittyviä toimijoita (noin 15) eri aloilta: mm. tuottajavastuuvollisten, kierrätyksen, akkuihin liittyvän tutkimuksen, kaupunkien ja viranomaisten edustajia. Haastattelujen tarkoituksena oli saada käytännön tietoa toimijoista sekä akkuihin ja niiden käyttöön sekä akkusovellusten käyttöön liittyvistä haasteista **eri näkökulmista katsottuna**. Haastatteluilla kerättiin myös esitietoa mahdollisista akkuihin liittyvistä liiketoiminta- ja pilotti-ideoista sekä tietotarpeista. Haastattelujen lisäksi tietoa kerättiin myös osallistumalla erilaisiin seminaareihin.

2 Akkutyypit ja -materiaalit

2.1 EU:n paristo- ja akkudirektiivin luokitus

EU:n paristo- ja akkudirektiivin sekä kansallisen lainsäädännön mukaan akut ja paristot jaotellaan kolmeen luokkaan pääkäyttötarkoituksen mukaan:

- kannettaviin akkuihin ja paristoihin
- ajoneuvoakkuihin ja -paristoihin sekä
- teollisuusakkuihin ja -paristoihin.

Kannettavia akkuja ja paristoja sekä niiden käyttökohteita on lukuisia: kertakäyttöisistä nappiparistoista, kännyköiden ja tietokoneiden akkuihin. Direktiivin määritelmän mukaan kannettavat akut ja paristot ovat suljettuja ja niitä voidaan kantaa käsin.

Ajoneuvoakkuja ovat ajoneuvojen käynnistyksessä, valaistuksessa tai sytytyksessä käytettävät paristot ja akut kuten autojen lyijypohjaiset käynnistysakut.

Teollisuusakkuja ja -paristoja ovat yksinomaan teollisuus- tai ammattikäyttöön suunnitellut ja sähköajoneuvoissa käytettävät paristot ja akut kuten tai sähköautojen ajovoima-akut, stationääriset energian varastointiin tarkoitetut akut sekä erilaiset kuluttajasovelluksissa käytettävät pienteollisuusakut, kuten sähköpyörien akut jne.

2.2 Paristot ja akut

Paristot ovat kertakäyttöisiä akkuja eli niin kutsuttuja primääriparistoja: niiden lataus voidaan purkaa vain kerran. Vuonna **2016 primääriparistot muodostivat 89 prosenttia kaikista Euroopassa markkinoille tulleista akuista kappalemäärän mukaan ja noin 66 prosenttia painon mukaan**. Enemmistö irrallaan myytävistä paristoista on sinkkihili- tai alkaliparistoja, mutta myös litiumparistoja ja hopeaoksidiparistoja käytetään.¹

Akut voidaan purkaa ja ladata monta kertaa. Mahdollisten lataus-purku-kertojen määrä vaihtelee akkutyyppin ja akun käyttötapojen mukaan. Esimerkiksi litiumioniakkujen lataus-purku-kertojen määrää voidaan lisätä moninkertaiseksi käyttämällä kapeaa lataus-purku-aluetta sen sijaan, että akun annetaan tyhjentyä kokonaan ja se ladataan aivan täyteen.² Joissakin sovelluksissa, kuten starttiakuissa tämä ajatus toteutuu luonnostaan – kukaan ei halua tyhjentää akkua kokonaan tarkoituksella. Pienempien sovellusten kohdalla, kuten älypuhelimissa ja tietokoneissa lataustapoihin voisi kuitenkin kiinnittää enemmän huomiota.

2.3 Kenno, akku, moduuli, akkupaketti

Kenno on 'pienin toiminnallinen sähkökemiallinen yksikkö'. Se koostuu kahdesta elektrodista, näiden erottajasta, elektrolyytistä, kuoresta ja positiivisesta ja negatiivisesta navasta. Kennot voivat olla rakenteeltaan esim. nappeja, lieriöitä, prismaattisia tai taskuja. Rakenne vaikuttaa jonkin verran kennossa käytettyihin materiaaleihin ja niiden painojakaumaan.

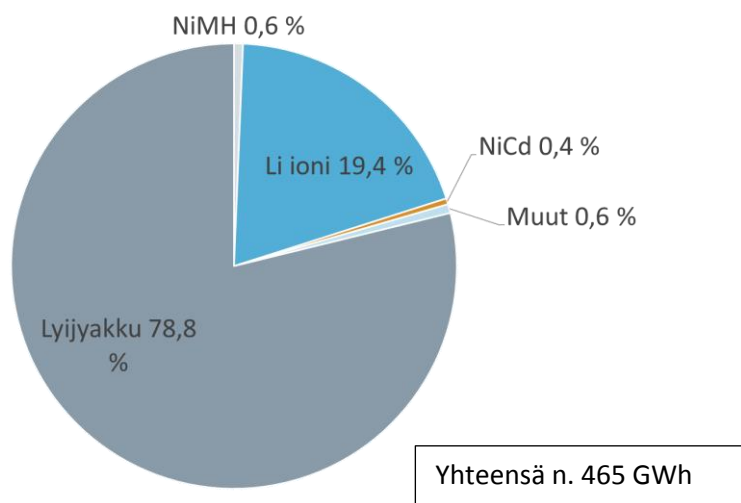
Akku/paristo koostuu yhdestä tai useammasta toisiinsa kytketystä kennosta. Sähköauton (tai ladattavan hybridin) akkupaketti koostuu useista osista: useita kymmeniä (tai satoja) kennoja kytketään sähköisesti ja mekaanisesti yhteen moduuleiksi, jotka kootaan akkupaketiksi. Akkupakettiin kuuluvat lisäksi lämmönhallintajärjestelmä, kennojen monitorointijärjestelmä sekä kontrollielektroniikka. Kennot muodostavatkin vain noin puolet akkupaketin painosta.

¹ <https://www.epbaeurope.net/wp-content/uploads/2018/03/Report-on-the-portable-battery-collection-rates-Update-Dec-17.pdf>

² http://batteryuniversity.com/learn/article/how_to_prolong_lithium_based_batteries

2.4 Akkutyypit ja -materiaalit

Jos tarkastellaan ladattavia akkuja pelkästään materiaalien mukaan käyttökohteet ja akkudirektiivin luokitus unohtaen, ylivoimaisesti suurimman osuuden ladattavista akuista muodostavat **lyijyakut**, kuten kuva 1 osoittaa.



Kuva 1 Eri tyyppisten ladattavien akkujen osuudet myynnistä energiana 2016³

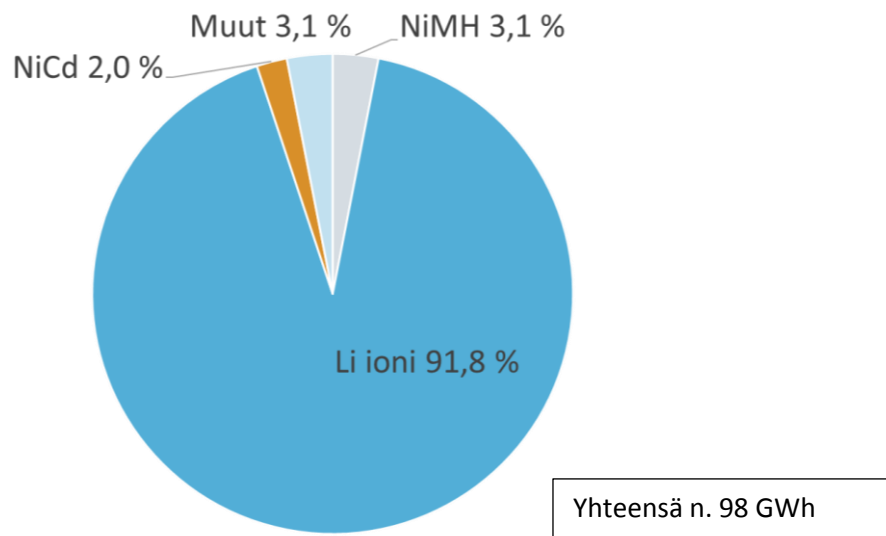
Lyijyakkujen päätyypit ovat **käynnistysakku** ja ns. **syvälatausakku**. Käynnistysakun tärkein tehtävä on antaa energiaa nopeasti ja suurella teholla auto käynnistettäessä. Akun käyttöaika yhdellä kertaa on siis lyhyt ja se purkautuu vain vähän. Lisäksi akku latautuu saman tien autoa ajettaessa. Syvälatausakkuja käytetään esimerkiksi pyörätuoleissa, golf-kärryissä ja nostureissa. Näissä sovelluksissa akun on annettava antavan energiaa pitkäkestoisemmin ja akkujen purku-lataus-kertojen määrä on suurempi kuin käynnistysakuissa.⁴

Lyijyakkujen jälkeen yleisimmät ladattavat akut materiaalin mukaan ovat **litiumioniakku** ja **nikkelimetallihydridiakku**. Myös **nikkelikadmiumakkuja** käytetään edelleen jonkin verran. Näitä kolmea akkutyyppeä löytyy erityisesti sähkö- ja elektroniikkalaitteista.

³ Christophe Pillot & Mike Sanders, Avicenne Energy: The Rechargeable Battery Market and Main Trends, 2016-2025. Novi, Michigan, USA September 2017.

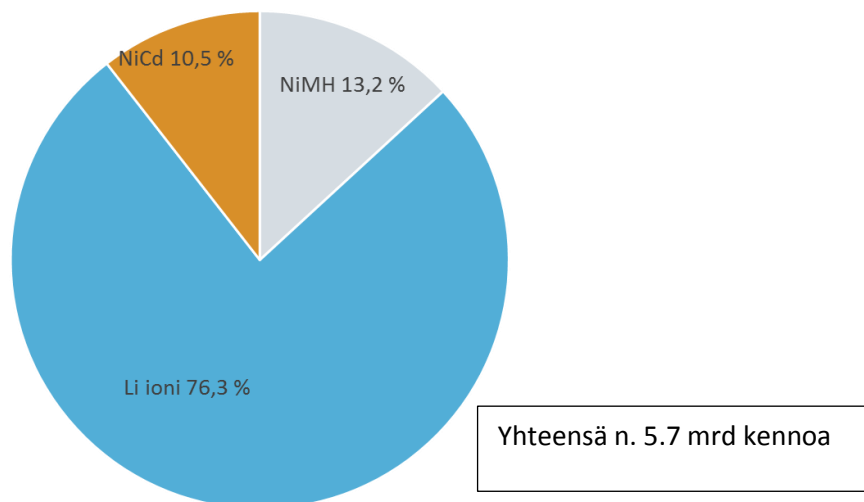
⁴ http://batteryuniversity.com/learn/article/lead_based_batteries

Kuvasta 2 nähdään, että ladattavien akkujen markkinoiden suurimman osuuden – 91 prosenttia vuonna 2016 – muodostavat litiumioniakut, kun lyijyakkuja ei huomioida.



Kuva 2 Eri tyyppisten ladattavien akkujen osuudet myynnistä energiana 2016, ilman lyijyakkuja ⁵

Kuvassa 3 markkinoita on tarkasteltu myytyjen kennojen määrän mukaan. Litiumioniakkujen osuus on tällöin 76,3 prosenttia eli vähemmän kuin energiamäärän mukaan tarkasteltuna. Ero kertoo siitä, että litiumioniakut kevyinä akkutyyppinä tarjoavat enemmän energiakapasiteettia raskaampiin nikkelimetallihydridiakuihin tai nikkelikadmiumakkuihin verrattuna. ⁶



Kuva 3 Eri tyyppisten ladattavien akkujen osuudet myydyistä kennoista 2016, ilman lyijyakkuja ⁷

Nikkelimetallihydridiakkujen keskeisiä sovelluskohteita ovat erilaiset kuluttajien sähkö- ja elektroniikkalaitteet sekä hybridi-autot. Myös nikkelikadmiumakkuja käytetään kuluttajalaitteissa, mutta myös teollisuuskäytössä kuten hätävirtalähteinä. ⁸

⁵ Christophe Pillot, Avicenne Energy: The Rechargeable Battery Market and Main Trends, 2016-2025. International Battery Seminar & Exhibit. 20.3.2017.

⁶ http://batteryuniversity.com/learn/article/secondary_batteries

⁷ Christophe Pillot, Avicenne Energy: The Rechargeable Battery Market and Main Trends, 2016-2025. International Battery Seminar & Exhibit Fort Lauderdale FL USA. 20.3.2017.

⁸ Reddy, Thomas (ed.) 2011. Linden's Handbook of Batteries.

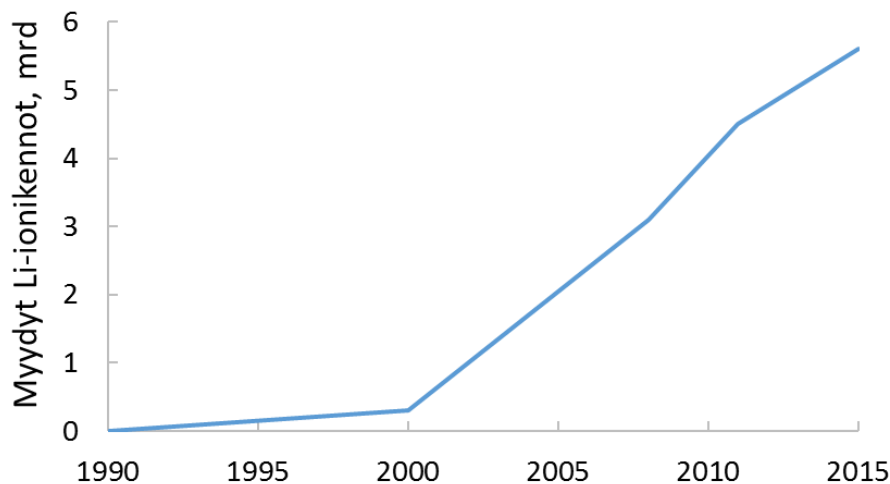
Sekä NiMH- että NiCd-akun katodi on nikkelihydroksidia. NiCd-akun anodi on kadmiumia, mutta NiMH-akussa anodin materiaalina on metalliseos, tyyppiä AB₅ tai AB₂. AB₅ tyyppisessä anodissa A on yhdistelmä harvinaisia maametalleja, kuten La, Ce, Nd ja Pr ja B yhdistelmä Ni, Co, Mn, Al. Harvinaisemmassa AB₂ tyyppissä A on titaania ja tai vanadiinia ja B zirkoniumia tai nikkeliä, lisäaineena kromi, koboltti, rauta ja/tai mangaani. Nikkelin, koboltin ja harvinaisten maametallien pitoisuudet NiMH-akuissa ovat

- Ni 36-42%
- Co 3-4 %
- REEs 8-10%.⁹

Koska litiumioniakkujen määrä kasvaa koko ajan, tarkastellaan niitä seuraavassa hieman yksityiskohtaisemmin.

2.5 Litiumioniakut

Kuten kuva 4 osoittaa, litiumioniakkujen myynti on kasvanut vuoden 2000 alle puolen miljardin kennon myynnistä jo lähemmäs 6 miljardiin vuonna 2015.



Kuva 4 Litiumionikennomarkkinoiden kehitys maailmassa 1990-2015¹⁰

2.5.1 Litiumioniakkujen materiaaleista

Litiumioniakut jaetaan yleisimmin alatyyppeihin niiden **katodin** aktiivimateriaalin perusteella. Aktiivimateriaali on litiumioneja sisältävä yhdiste (nk. insertiomateriaali), jonka rakenne mahdollistaa ionien liikkeen latauksen ja purkamisen yhteydessä. Eri insertiomateriaaleja käytetään litiumioniakuissa sen vuoksi, että mm. akun kapasiteetti ja stabiilitetti saadaan optimoitua käyttötarkoituksen mukaan.

Litiumionikennon **anodin** aktiivimateriaali on yleisimmin grafiittia (luonnongrafiittia tai synteettistä), mutta myös amorfista hiiltä, litiumtitanaattia (LTO) sekä piipohjaisia yhdisteitä käytetään anodin aktiivimateriaaleina. Anodin **virrankeräimenä** käytetään kuparia ja katodipuolella alumiinia. Elektrodienvälissä on **polymerikalvo**, joka estää elektrodien kontaktin ja oikosulun, mutta päästää litiumionit lävitseen. **Elektrolyytti**

⁹ Innocenzi et al. 2017. A review of the processes and lab-scale techniques for the treatment of spent rechargeable NiMH batteries

¹⁰ Pillot, C. 2016. The rechargeable battery market and main trends. 2015-2025. Presentation in 18th international meeting on Lithium Batteries. Chicago, USA, 20 June 2016

on yhdistelmä litiumsuolaa (useimmiten litiumheksafluorofosfaattia), karbonaatteja sekä sidosaineena käytettävää polyvinyylifluoridia. Akkukennon **kotelon** materiaali voi olla mm. jokin polymeeri, alumiini tai teräs.

Taulukkoon 1 on koottu tietoa kennon komponenttien materiaalikustannusosuuksista.

Taulukko 1 Litiumioniakun kennomateriaalien kustannusjakauma, NMC kenno¹¹

Kennon osa	Osuus materiaalikustannuksista, %
Katodi (aktiivimateriaali, virrankeräin ja sidosaine)	39
Anodi (aktiivimateriaali, virrankeräin ja sidosaine)	18
Elektrolyytti	13
Erottaja	19
Kotelo ja johtimet	11

Esimerkiksi kobolttia ja nikkeliä sisältävän katodin hinnasta suurimman osan muodostaa koboltti, ja toiseksi suurimman nikkeli. Muiden materiaalien, kuten litiumin osuus näiden aktiivimateriaalityyppien hinnasta/arvosta on selvästi pienempi.¹² Koska katodin aktiivimateriaali vaikuttaa paljon kennon kustannuksiin ja suorituskykyyn, käsitellään erilaisia aktiivimateriaaleja seuraavassa tarkemmin.

Litiumkobolttioksidi (LCO) on ensimmäinen litiumioniakkujen katodityyppi. Sen etuja ovat korkea energia-kapasiteetti ja korkea jännite ja haittoja taas korkea hinta ja epästabiilius ja kuumeneminen. LCO-tyypeistä akkua käytetään edelleen erityisesti puhelinten ja tablettien akuissa. Stabiiliuden ja taloudellisuuden parantamiseksi litium-nikkeli-mangaani-kobolttioksidi-tyyppisessä (NMC) katodimateriaalissa kobolttia on korvattu nikkellillä ja mangaanilla. Tämän akkutyyppin merkittävimpiä käyttökohteita ovat sähköautojen akut, tabletit ja kannettavat tietokoneet. Litium-mangaanioksidin (LMO) valmistuskustannukset ovat alhaiset ja se on turvallinen ja stabiili yhdiste akkukäytössä. Sen tarjoama kapasiteetti on kohtalainen ja teho hyvä. Sitä käytetään yleensä yhdessä NMC:n kanssa kennojen ominaisuuksien optimoimiseksi, erityisesti sähköautojen akuissa. Myös nikkeli-koboltti-alumiinioksidi (NCA) käytetään sähköautojen akuissa joko yksinään tai yhdessä LMO:n kanssa. Viides merkittävä aktiivimateriaalityyppi on litiumrautafosfaatti (LFP), jota käytetään erityisesti sähköautoissa ja -busseissa Kiinassa sekä erilaisissa teollisissa sovelluksissa. Yhdisteen etuna ovat mm. alhaiset materiaalikustannukset – vähemmän houkuttelevan siitä tekee muita yhdisteitä huonompi energiatiheys, minkä vuoksi akut ovat raskaampia.¹³

Em. aktiivimateriaalit valmistetaan litiumsuolan, kuten litiumkarbonaatin sekä metallihydroksidin tai -oksidin synteesissä. Lopputuotteelta vaaditaan hyvin korkeaa puhtausastetta. Puhtausvaatimukset ovat nousseet entisestään mm. sähköautojen kennoissa käytettäviltä materiaaleilta.

Litiumioniakuista puhuttaessa käytetään välillä myös termiä litiumpolymeeriakku. Tämä viittaa akussa käytettyyn elektrolyttiin, joka on geelimäinen, ei nestemäinen. Aktiivimateriaaliltaan litiumpolymeeriakut voivat olla mitä tahansa yllä olevista tyypeistä.¹⁴

¹¹ Bernhart, W. 2014. The Lithium-Ion Battery Value Chain — Status, Trends and Implications. In: Pistoia, G. Lithium-ion batteries: Advances and applications. Amsterdam: Elsevier, pp. 553-565

¹² Wang, X., Gaustad, G., and Babbitt, C. W. 2016. Targeting high value metals in lithium-ion battery recycling via shredding and size-based separation. Waste Management. Vol. 51. P. 204-213.

¹³ Reddy, Thomas (ed.) 2011. Linden's Handbook of Batteries; Christophe Pillot & Mike Sanders, Avicenne Energy: The Rechargeable Battery Market and Main Trends 2016-2025. The Battery Show North America. Novi, Michigan USA. 9/2017.

¹⁴ [The Li polymer battery. Substance or hype.](#)

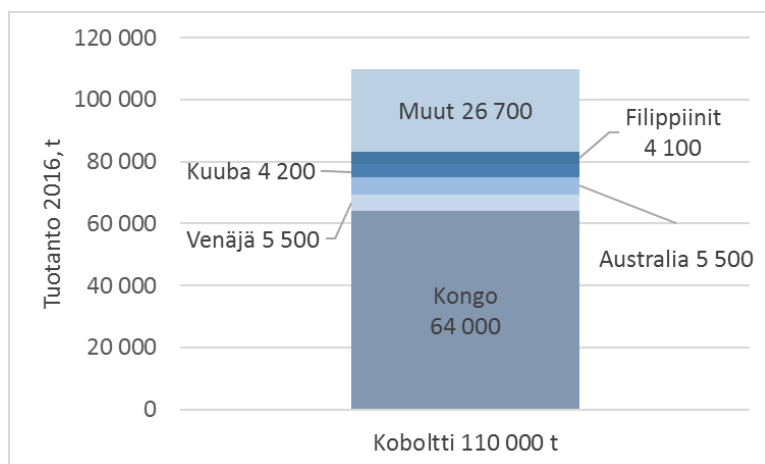
Litiumioniakkujen ja muidenkin ladattavien akkujen markkinakehitystä on jo vuosia seurannut ja ennustanut Avicenne Energy. Heidän mukaansa aktiivimateriaalien tarve litiumioniakkujen valmistukseen oli yli 210 000 tonnia vuonna 2016. Vuonna 2025 aktiivimateriaalien tarpeen on arvioitu olevan jo 540 000 tonnia.¹⁵ Tiedot eri aktiivimateriaalien osuudesta tuotannosta vuonna 2016 on koottu Taulukkoon 2. Samassa taulukossa on vuoden 2017 ennuste vuoden 2025 osuuksista. Ennusteet muuttuvat herkästi mm. Kiinan tekemien linjausten vuoksi (esim. päätös käyttää LFP-materiaalia sähköautojen akuissa). Tällä hetkellä yli 60 prosenttia aktiivimateriaalien tuotannosta on Aasiassa.¹⁶

Taulukko 2 Aktiivimateriaalien tuotanto-osuudet vuonna 2016 ja ennuste vuodelle 2025¹⁷

Aktiivimateriaalien tuotanto-osuudet	2016, prosenttia	2016, tonnia (yht. > 210 000 t)	v. 2017 ennuste vuodelle 2025, prosenttia	2025, tonnia (yht. 540 000 t)
LCO	21	44 000	12	65 000
NMC	26	55 000	54	292 000
LMO	8	17 000	1	5 000
LFP	36	76 000	21	113 000
NCA	9	19 000	12	65 000
YHT	100	> 210 000	100	~ 540 000

2.5.2 Litiumionikemien materiaalien ja kemien tuotanto

Kobolttia tuotettiin vuonna 2016 maailmassa 110 000 tonnia, ja yli puolet siitä Kongon tasavallassa.



Kuva 5 Kobolttin tuotantomäärät ja päätuottajamaat vuonna 2016.¹⁸

Kiina on koko ajan kasvattanut osuuttaan sekä kobolttikaivosten että kobolttin jalostuslaitosten omistuksesta. Esimerkiksi Kokkolassa sijaitsevan Freeport Cobalt -tehtaan tuottamien kobolttijalosteiden arvioidaan menevän jatkossa kokonaisuudessaan Kiinaan, Etelä-Koreaan ja Japaniin.¹⁹

¹⁵ Christophe Pillot & Mike Sanders, Avicenne Energy: Lithium-Ion Battery Raw Material Supply and Demand 2016-2025. 17th Annual advanced automotive battery conference. San Francisco CA USA. 19.6.2017.

¹⁶ JRC Science for Policy Report. Lithium ion battery value chain and related opportunities for Europe. 2016

¹⁷ Christophe Pillot & Mike Sanders, Avicenne Energy: Lithium-Ion Battery Raw Material Supply and Demand 2016-2025. 17th Annual advanced automotive battery conference. San Francisco CA USA. 19.6.2017.

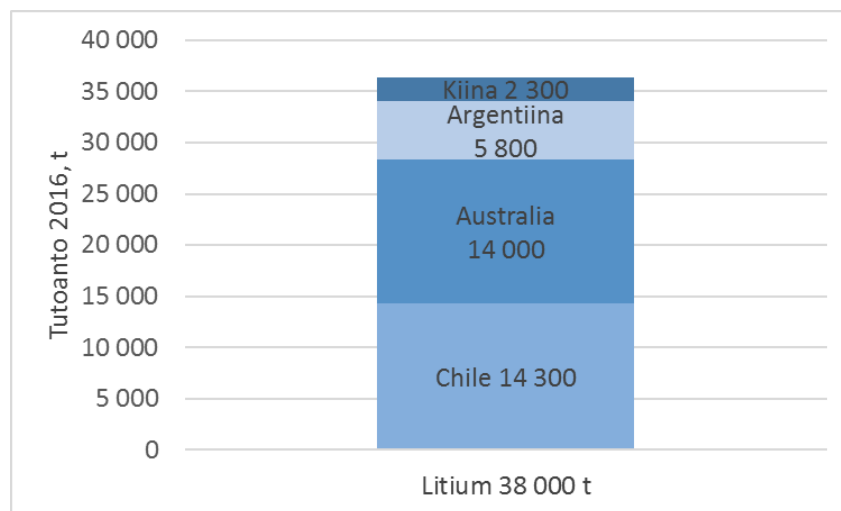
¹⁸ <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cobalt/>

¹⁹ https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/www_kriittiset_metallithvk_2017.pdf

Suomessa tuotetaan primääriä kobolttia ainoana maana Euroopan unionissa. Vuonna 2015 kobolttia tuotettiin Suomessa 2 500 tonnia, mutta meneillään olevien kehitysprojektien myötä kobolttin tuotanto voi moninkertaistua.²⁰

Maapallon yhteenlasketut kobolttivarannot ovat noin 25 Mt, ja Suomen tunnetut kobolttivarannot noin 0.4 Mt.²¹

Litiumia tuotettiin vuonna 38 000 tonnia, merkittävimpinä tuottajamaina Chile, Australia ja Argentiina (Kuva 6). Noin puolet tuotetusta litiumista meni Kiinaan käyttöön²².



Kuva 6 Litiumin tuotantomäärät ja päätuottajamaat vuonna 2016.²³

Maapallon yhteenlasketut litiumvarannot ovat yli 53 Mt, ja Suomen tunnetut kobolttivarannot noin 0.4 Mt. Suomessa potentiaalisimpien alueiden litiumvarannot ovat yhteensä noin 0,05 Mt, ja uusia alueita kartoitetaan parhaillaan.²⁴

Litiumista puhuttaessa käytetään usein termiä LCE, lithium carbonate equivalent, koska litiumkarbonaatti on eniten tuotettu ja käytetty litiumjaloste. Yksikkö 100% litiumia vastaa 5,323 yksikköä LCE:ä.²⁵

Alumiinin, grafiitin, kuparin, mangaanin ja nikkelin osuus litiumioniakkujen valmistukseen kaikesta ko. metallien tuotannosta on kullakin arviolta alle 5 prosenttia²⁶, eikä niitä käsitellä tässä tarkemmin. Kuitenkin myös nämä materiaalit ovat tärkeitä akkujen materiaaleja ja niiden tuotannossa syystä tai toisesta tapahtuvat vaihtelut voivat vaikuttaa akkujen valmistukseen.

²⁰ Tiainen & Ahtola 2018, GTK

²¹ Tiainen & Ahtola 2018, GTK

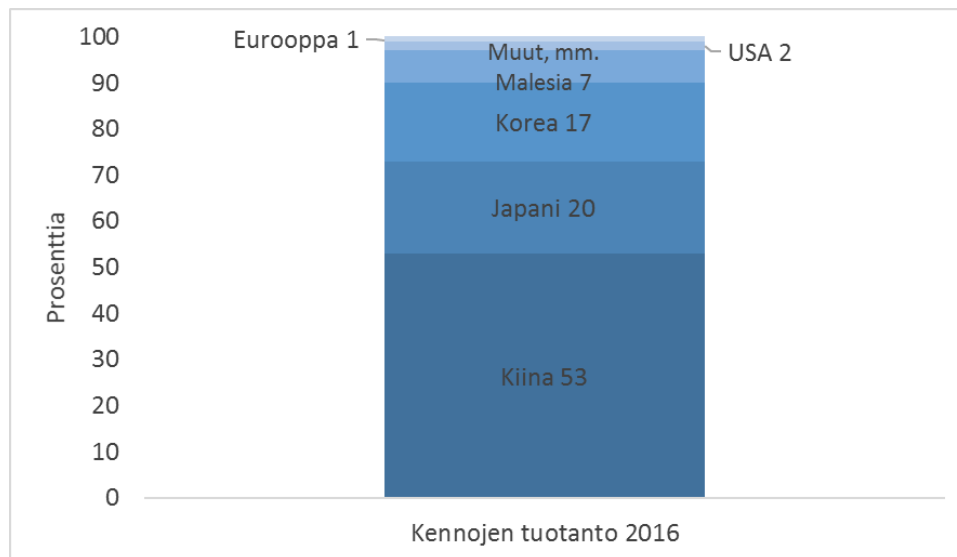
²² Hao et al. 2017. Material flow analysis of lithium in China.

²³ <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lithium/>

²⁴ Tiainen & Ahtola 2018, GTK

²⁵ <http://rocktechlithium.com/lithium-conversion-table/>

²⁶ <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>



Kuva 7 Kennojen tuotanto maittain vuonna 2016 ²⁷

Litiumionikennojen tuotannossa Kiina on merkittävin yksittäinen maa, seuraajina Japani ja Korea. Euroopan osuus kennotuotannosta on alle yhden prosentin, mutta Euroopassa, kuten Yhdysvalloissa ja Kiinassakin tuotantoa ollaan lisäämässä. Sen sijaan Kiinan jälkeen seuraavaksi suurimpien kennotuottajien Japanin ja Korean tuotanto-osuus on vähenemässä. ²⁸ Samat kolme maata vastaavat myös valtaosasta litiumionikennojen komponenttien kuten alumiini- ja kuparifolioiden, grafiitin ja muiden anodimateriaalien, elektrolyyttien ja erottimien valmistuksesta. ²⁹

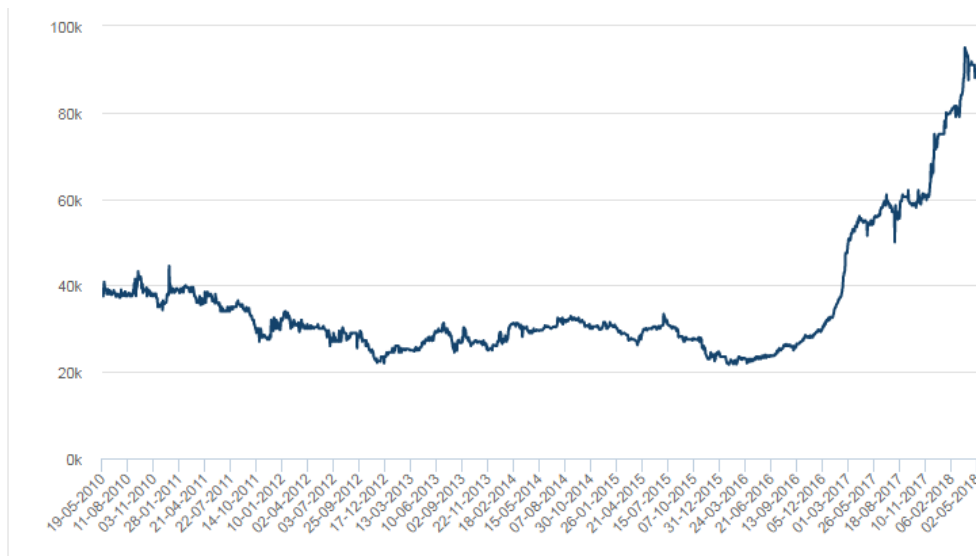
²⁷ Christophe Pillot & Mike Sanders, Avicenne Energy: The Rechargeable Battery Market and Main Trends 2016-2025. The Battery Show North America. Novi, Michigan USA. 9/2017

²⁸ Christophe Pillot & Mike Sanders, Avicenne Energy: The Rechargeable Battery Market and Main Trends 2016-2025. The Battery Show North America. Novi, Michigan USA. 9/2017

²⁹ [JRC Science for Policy Report. Lithium ion battery value chain and related opportunities for Europe.](#) 2016; Avicenne Energy 2016.

2.5.3 Litiumioniakkumetallien hintakehityksestä

Koboltin hinta on yli kaksinkertaistunut vuodesta 2010 vuoteen 2018: 40 000 tuhannesta dollarista per tonni yli 90 000 dollariin per tonni.



Kuva 8 Koboltin hintakehitys 2010-2018 London Metal Exchange -pörssissä, USD/1000 kg

Nikkelin hintakehitys on ollut kobolttiin verrattuna epätasaisempaa, ja sen hinta tällä hetkellä on jopa alhaisempi kuin vuonna 2010.



Kuva 9 Nikkelin hintakehitys 2010-2018 London Metal Exchange -pörssissä, USD/1000 kg

Vertailun vuoksi kuvassa 10 on esitetty alumiinin hintakehitys 2010-2018. Vaikka alumiinin hinta on noussut viime vuosina, on sen hintataso kertaluokkaa pienempi verrattuna nikkelin hintaan, ja lähes 2 kertaluokkaa pienempi verrattuna koboltin hintaan.

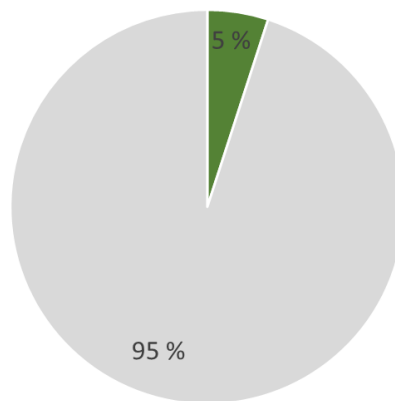


Kuva 10 Alumiinin hintakehitys 2010-2018 London Metal Exchange -pörssissä, USD/1000 kg

Myös litiumkarbonaatin hinta on noussut 2010-luvulla ja hinnan arvioidaan nousevan edelleen lähitulevaisuudessa.³⁰

2.5.4 Litiumioniakkujen kierrätys

Maailmanlaajuisesti litiumionikenoja kierrätetään vielä huonosti. Arvion mukaan vuonna 2016 vain 5 prosenttia litiumioniakuista päätyi jonkinlaiseen keräys- ja kierrätysketjuun ja loput 95 prosenttia niistä päätyi kaatopaikoille. Esimerkiksi Yhdysvalloissa vain muutamassa osavaltiossa edellytetään litiumioniakkujen kierrätystä. Suuressa osassa osavaltioita kierrätysvaatimus koskee vain lyijyä tai kadmiumia sisältäviä akkuja. tai kierrätysvaatimuksia akuille ei ole ollenkaan voimassa.³¹



Kuva 11 Litiumioniakkujen kierrätystilanne (arvio) 2016: vain 5 prosenttia litiumioniakuista maailmassa päätyy kierrätykseen³²

³⁰ Martin, G., Rentsch, L., Höck, M. and Bertau, M. 2017. Lithium market research—global supply, future demand and price development. Energy Storage Materials. [Electronic journal]. Vol. 6. P. 171-179.

³¹ <https://www.call2recycle.org/recycling-laws-by-state/>

³² Heelan, J., Gratz, E., Zheng, Z., Wang, Q., Chen, M., Apelian, D. and Wang, Y. 2016. Current and Prospective Li-Ion Battery Recycling and Recovery Processes. Jom.

Litiumionikennojen materiaalijakauma riippuu jonkin verran kennotyypistä, mutta esimerkiksi kannettavien litiumionikennojen materiaalijakauma on tällä hetkellä keskimäärin Taulukon 3 mukainen. Materiaalit ja valmistusmenetelmät kehittyvät jatkuvasti, ja oletettavasti paino-osuudetkin muuttuvat kehityksen myötä.

Taulukko 3 Litiumionikennon materiaalit ja niiden paino-osuudet ³³

Kennon osa	Materiaali	Paino-osuus %	(Kaupallinen) kierrätettävyyttä tällä hetkellä
Kotelo	Al / Teräs / Polymeeri	25	Al ja teräs +
Anodin aktiivimater.	Grafiitti (/amorfinen hiili / LTO / Si-yhdiste)	17	-
Katodin aktiivimat.	LCO/NMC/LFP/NCA/LMO tai kombinaatio, esim. LMO + NMC	25	Co ja Ni + Li, Mn, Al -
Anodin virrankeräin	Cu	8	+
Katodin virrankeräin	Al	5	-
Elektrolyytti	LiPF ₆ + karbonaatit + orgaaninen sidosaaine	10	-
Erottaja	Polymeeri	4	-

Pääsääntöisesti pyrometallurgisissa kierrätysprosesseissa otetaan talteen koboltti ja se on perinteisesti ollut myös käytössä olevien hydrometallurgisten kierrätysprosessien tavoite. Uusia prosesseja, joissa voidaan ottaa talteen myös muita katodin aktiivimateriaalin sisältämiä metalleja, on kehitetty, mutta näitä ei vielä ole käytännössä toiminnassa. Laboratoriotason prosessien perusteella ei myöskään voi arvioida sitä, miten teknologiat käytännössä selviytyvät katodimateriaalisekoituksen kierrätyksestä. Haastatteluissa on ilmennyt, että akkujen esilajittelu on ainakin toistaiseksi välttämätöntä. Monissa uusissa (laboratoriotason) teknologioissa on myös tavoitteena ottaa katodista talteen yhdiste, jota voitaisiin käyttää suoraan uuden aktiivimateriaalin synteesissä, eli esim. metallihydroksidi. Vanhempien olemassa olevien prosessien päämääränä on alkuainetasoinen hyödyntäminen, joko akkumateriaaliksi jalostettavaksi tai esim. metallinjalostuksessa.

Yhdisteen talteenoton puolesta puhuu mm. Taulukko 4, jossa on pyritty avaamaan jalostettujen katodin aktiivimateriaalien ja niiden komponenttien yhteenlasketun hinnan/arvon eroa. Kuten taulukosta nähdään, erityisesti vähemmän tai ei ollenkaan kobolttia sisältävien aktiivimateriaaliyhdisteiden arvo on nimenomaan yhdisteessä verrattuna sen komponenttien yhteenlaskettuun hintaan. Tämä onkin kannustanut mm. litiumioniakkujen kierrätysteknologioissa etsimään tapaa kierrättää aktiivimateriaaliyhdisteet uusia akkuja varten lähempänä alkuperäistä yhdistemuotoa ³⁴.

³³ Georgi-Maschler, T., Friedrich, B., Weyhe, R., Heegn, H. and Rutz, M. 2012. Development of a recycling process for Li-ion batteries. Journal of power sources. [Electronic journal]. Vol. 207. P. 173-182. ISSN: 03787753. DOI: 10.1016/j.jpowsour.2012.01.152.

³⁴ Valio 2017. <https://aaltdoc.aalto.fi/handle/123456789/27050>

Taulukko 4 Katodin aktiivimateriaalin hinta 1) komponenttien yhteenlaskettu hinta 2) yhdisteen hinta (huom! vuoden 2011 hinnat).³⁵

Katodiyhdiste	Hinta yhteensä komponenteittain USD/kg	Yhdisteen hinta USD/kg
LCO	22	26.7
NMC	13.6	19.6
LMO	3.0	9.9
LFP	1.7	20.2

Polymeeripohjaiset elektrolyytit ja erottajat, jotka yhdessä muodostavat noin kolmanneksen kennon kustannuksista, eivät tällä hetkellä ole kierrätettävissä. Elektrolyytin kierrätykseen on menetelmiä, mutta niitä ei toistaiseksi pidetä kannattavina toteuttaa. Sama koskee grafiitin kierrätystä.

³⁵ Gaines, L. L. and Dunn, J.B. 2014. Lithium-ion battery environmental impacts. In: Pistoia, G. Lithium-ion batteries: Advances and applications. Amsterdam: Elsevier, pp. 483-508.

2.6 Akkuraaka-aineiden tuotantomääriä

Taulukoon 5 on koottu tietoa eräiden akuissa käytettyjen raaka-aineiden tuotantomääristä, pääkäyttökoh-teista ja akkuihin käytetystä osuudesta, jos tieto on ollut saatavissa.

*Taulukko 5 Akkuihin käytettyjen raaka-aineiden tuotantomääriä, akkuihin käytetty osuus ja muut käyttö-kohteet. **Tuotantomäärien ja käyttökohteiden lähteenä on käytetty USGS 2018 tietoja, ellei taulukossa ole muuta viitettä.***

Raaka-aine	Tuotanto maailmassa 2016	Osuus tuotannosta akkujen valmistukseen	Muita käyttökohteita
Alumiini 2700 kg/m ³	58,9 Mt	Akkuihin käytetty osuus sisältyy todennäköisesti folioihin	Kuljetus ja liikenne 26% Rakentaminen 26% Sähkötekniikka 14% Koneet ja laitteet 9% Foliot ja foliopakkaukset 8% Pakkaaminen 7% Muut 10% ³⁶
Grafiitti 2 200 kg/m ³	1,15 Mt	4% ³⁷	
Harvinaiset maametallit, merkittävimmät v. 2007 tiedon perusteella Ce 31% ja La 24%. La, Ce, Nd ja Y muodostivat 85% harvinaisten maametallien tuotannosta. ³⁸ Ce, La, Pr, Nd: 6 160-7000 kg/m³	0,129 Mt (kaikki) josta La, Ce, Pr, Nd akuissa	Ce 6%/Ce La 16%/La Pr 4%/Pr Nd < 1%/Nd Huom! vuoden 2007 tieto käytössä olevien harvinaisten maametallien osuuksista sovellusaloittain. Vuonna 2007 käytössä oli 0,448 Mt REE, uustuotanto 0,107 Mt. ³⁹	Ce: 30 % katalysaattorit, 30 % metallurgia, 26% lasiteollisuus, 6% kiillotuspulverit La: 30 % katalysaattorit, 26 %metallurgia, 12 % lasiteollisuus Pr: 26% tietokoneet, 20% audiojärjestelmät, 12% tuulivoimalan turbiinit, 12% autot Nd: 29% tietokoneet, 23% audiojärjestelmät, 13% tuulivoimalan turbiinit, 13 %autot
Litium 534 kg/m ³	0,038 Mt	39%	Keraamien ja lasin valmistus 30% Voiteluaineet 8% Valu- ja polymeeriteollisuuden juoksutteet 10% Muut 13 %
Koboltti 8900 kg/m ³	0,111 Mt	46%	Metalliseokset 15% Muut metallurgiset sovellukset 22% Muut kemianteollisuuden käyttökohteet 18% ⁴⁰

³⁶ <https://www.statista.com/statistics/280983/share-of-aluminum-consumption-by-sector/>

³⁷ [JRC Science for Policy Report. Lithium ion battery value chain and related opportunities for Europe.](#) 2016.

³⁸ Du & Graedel 2011. Global In-Use Stocks of the Rare Earth Elements: A First Estimate.

³⁹ Du & Graedel 2011. Global In-Use Stocks of the Rare Earth Elements: A First Estimate.

⁴⁰ <http://www.ecobalt.com/cobalt/cobalt-facts>

Raaka-aine	Tuotanto maailmassa 2016	Osuus tuotannosta akkujen valmistukseen	Muita käyttökohteita
Kupari 8960 kg/m ³	20,1 Mt		Rakennusteollisuus 30% Kuluttajatuotteet ja muut sovellukset 28% Sähköntuotanto 19% Liikenne 12% Teollisuuden laitteet ja koneet 11% ⁴¹
Lyijy 11 340 kg/m ³	4,7 Mt	Pääkäyttökohde, n. 80%	
Mangaani 7 210 kg/m ³	15,7 Mt		90% terästeollisuus 10% kupari- ja alumiiniseoksissa, akuissa, hivenaineena, vedenpuhdistuskemikaaleissa, eläinruoassa, muissa kemikaaleissa
Nikkeli 8 908 kg/m ³	2,1 Mt	3 %	Ruostumaton teräs 68% Metalliseokset 16% Pinnoitus 9% Valu 3% Akut 3% Muu 1% ⁴²
Sinkki 7 140 kg/m ³	12,6 Mt	Paristoissa sinkkiä sekä alkuainemuodossa elektrodina että kloridina (elektrolyytissä).	Galvanointi 50% Sinkkiseokset 17% Messinki ja pronssi 17% Sinkkipuolijalosteet 6% Kemikaalit 6%, Muut 4% ⁴³
Fosfori 1 823 kg/m ³	255 Mt (fosforikivi)		Rehut ja lannoitteet 90% Muut (mm. tulentekovälineet, teräs) 10%

2.7 Muut akut ja tulevaisuuden näkymät

Markkinoilla jo olevia, mahdollisesti tulevaisuudessa yleistymiä akkutyyppejä ovat erilaiset virtausakut, esim. vanadiiniakut, joita käytetään erityisesti energian varastointiin suuressa mittakaavassa. Virtausakuissa energia varastoidaan elektrolyyttiin, toisin kuin edellä käsitellyissä 'kiinteän olomuodon akuissa'. Eri tyyppeissä virtausakkuja on ollut markkinoilla jo 1970-luvulta saakka. ⁴⁴

Toinen mahdollisesti yleistynä akkutyyppejä ovat Natrium-rikki-akut (NaS), joita myös käytetään laajan mittakaavan energian varastointiin. Tämä akkutyyppejä on kehitetty jo 1960-luvulla. ⁴⁵

Litiumioniakkujen tarpeen ennustetaan kasvavan mm. sähköautojen ja muiden sähköisen liikunnan välineiden yleistymisen myötä. Avicenne Energyn ennusteen mukaan esimerkiksi litiumioniakkujen vuosittainen myynti yli kolminkertaistuu nykyisestä 90 kWh:sta 300 kWh:iin vuoteen 2025 mennessä. ⁴⁶

⁴¹ <https://www.aurubis.com/en/about-aurubis/our-business%5B2%5D/copper-market>

⁴² <http://www.insg.org/prodnickel.aspx>

⁴³ <https://www.statista.com/statistics/240626/share-of-zinc-consumption-by-category/>

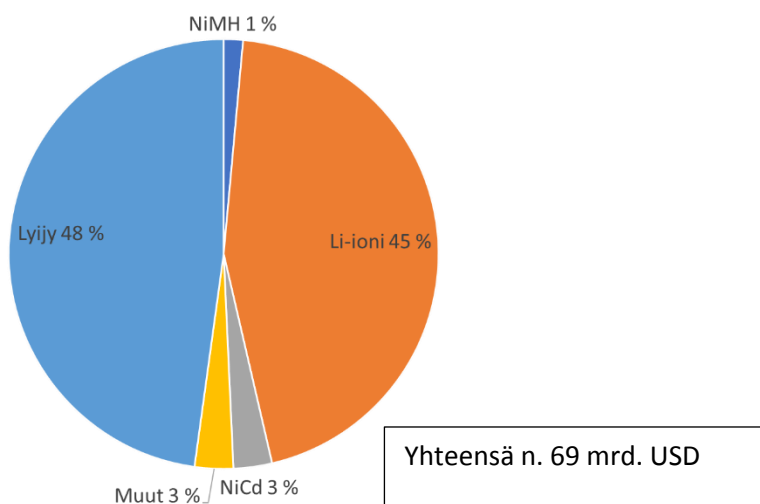
⁴⁴ [Flow Batteries](#) / Energy Storage Association ESA

⁴⁵ [Sodium Sulfur \(NAS\) Batteries](#) / Energy Storage Association ESA

⁴⁶ Christophe Pillot & Mike Sanders, Avicenne Energy: Lithium-Ion Battery Raw Material Supply and Demand 2016-2025. 17th Annual advanced automotive battery conference. San Francisco CA USA. 19.6.2017.

Euroopassa on odotettavissa lähivuosina muutoksia lyijyakkujen käyttöön: EU on kieltämässä lyijyakkujen käytön todennäköisesti jollakin aikataululla (laajemmin lyijyn käytön akuissa). Euroopan komissio tarkastelee lyijyakkujen tulevaisuutta henkilö- ja pakettiautojen osalta uudelleen vuonna 2019. Tähän saakka valtaosa lyijyakkujen sisältämästä lyijystä on kierrätetty uusien lyijyakkujen raaka-aineeksi. Kiertotalouden näkökulmasta on mielenkiintoinen kysymys, mitä tälle lyijylle tapahtuu siinä vaiheessa, kun lyijyakkujen valmistusta ei enää ole.

Tällä hetkellä lyijyakun korvaajaksi (erityisesti starttiakkuna) ei ole tiedossa vastaavanlaista akkutyyppiä. Kuitenkin lyijyakut muodostivat esimerkiksi vuonna 2016 lähes 50 prosenttia ladattavien akkujen markkinoista, joten lyijyakun korvaaminen on myös liiketoiminnan näkökulmasta mielenkiintoinen kysymys.



Kuva 12 Eri tyyppisten ladattavien akkujen osuudet markkinoiden arvosta 2016.⁴⁷

Lukuisia uusia akkumateriaaleja ja akkutyyppiä tutkitaan koko ajan. Deloitte on vuonna 2015 arvioinut potentiaalisimmiksi markkinoille tuleviksi uusiksi akkutyypeiksi Taulukkoon 6 kerättyjä akkuja.

Taulukko 6 Potentiaaliset 'gamechanger'-akut kypsyyssasteineen Deloitteen⁴⁸ mukaan. Lähimpänä kaupallistamista olevat akut ovat taulukossa yllä, kauempana siitä olevat alempana.

Sovellus	Kypsyyssaste
Natrium-ioni	Kaupallisia ja laboratorioprototyyppinä kehitetään
Nestemäiset akut	Kaupallisia ja laboratorioprototyyppinä kehitetään
Magnesium-pohjaiset akut	Perus- ja soveltava tutkimus
Fluoridi- ja kloridi-ioniakut	Perus- ja soveltava tutkimus
Metalli-ilma-akut	Perus- ja soveltava tutkimus

Tarkempaa tietoa mm. taulukon uusista akkutyypeistä löytyy esimerkiksi [Battery Universityn sivuilta](#) sekä [SIS Internationalin sivuilta](#).

⁴⁷ Christophe Pillot & Mike Sanders, Avicenne Energy: The Rechargeable Battery Market and Main Trends 2016-2025. The Battery Show North America. Novi, Michigan USA. 9/2017

⁴⁸ [Energy storage: Tracking the technologies that will transform the power sector. Deloitte 2015.](#)

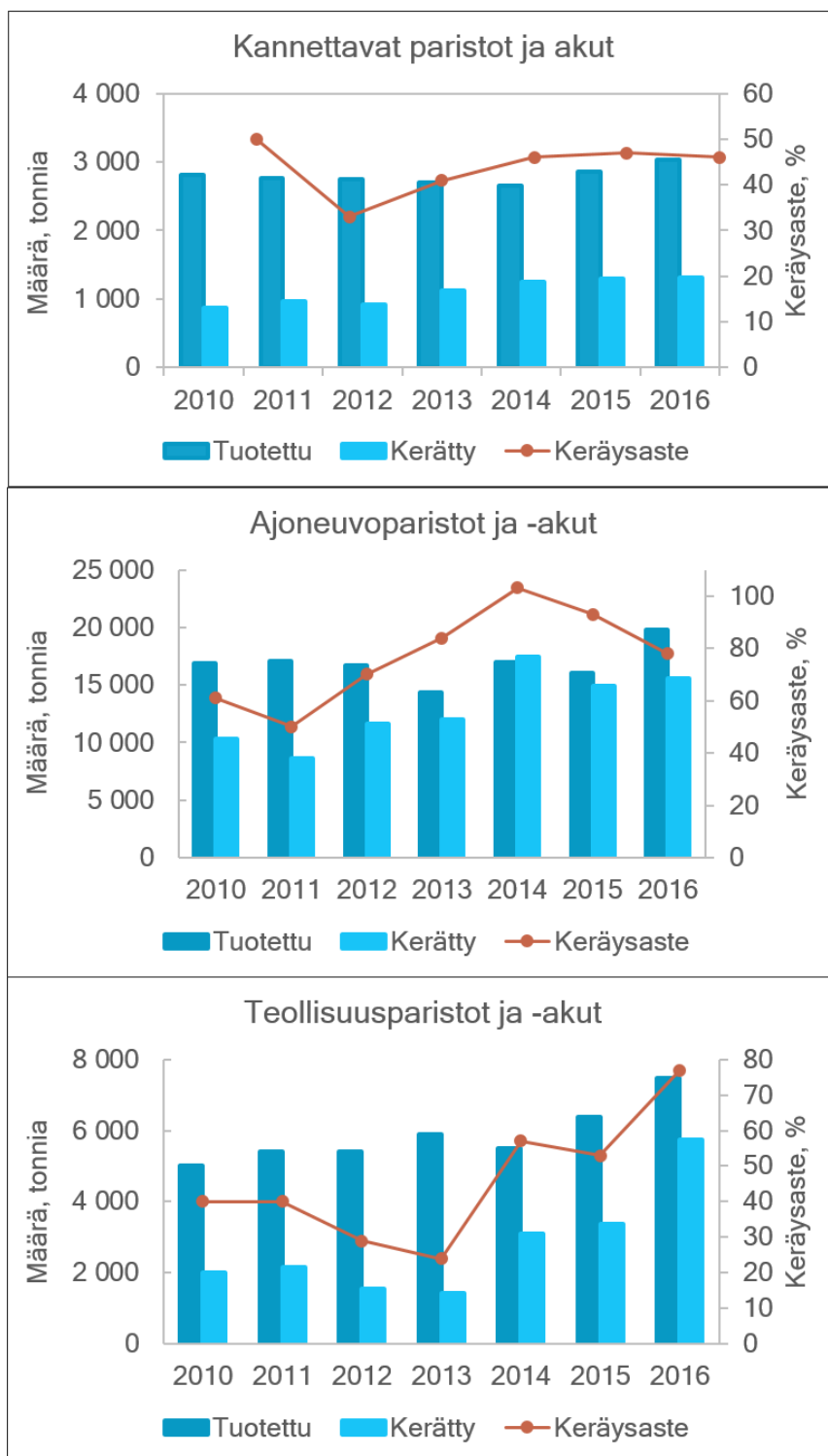
CleanTechnican artikkelin⁴⁹ mukaan Japanin akkusymposiumissa vuodesta 2012 lähtien kiinteän elektrolyytin akut, litium-ilma-akut ja ei-litiumia-sisältävät akut ovat aiheina alkaneet syrjäyttää litiumioniakkuja ja polttokennoja.

Akkujen tulevaisuuden käyttötarpeet vaikuttavat siihen, minkälaisia akkuja tai muita energianvarastointiratkaisuja markkinoille tulee/kannattaa tuoda. Erityisesti sähköisen liikkumisen ja energian varastoinnin lisääntymisen tarpeen myötä akkujen tarve on edelleen kasvamassa. Tulevaisuuden ennakkoinnissa olisi tärkeä saada kiinni siitä, millaisia erilaisia energian varastoinnin ratkaisuja tulevaisuudessa tarvitaan.

⁴⁹ [Panasonic Hints At 'Beyond Lithium' Technology For EV Battery Improvements](#)

2.8 Akkumarkkinat Suomessa

Kuvaan 13 on koottu tietoa siitä, minkä verran eri tyyppisiä paristoja ja akkuja on tuotu 2010-luvulla Suomen markkinoille ja toisaalta mikä on ollut keräysmäärä ja -aste. Kuvasta huomataan, että kannettavien paristojen ja akkujen kierrätysaste on ollut suhteellisen tasaisesti viidenkymmenen prosentin luokkaa. Ajoneuvo- ja teollisuusparistojen ja -akkujen keräysaste on vaihdellut enemmän.



Kuva 13 Akkumarkkinat Suomessa 2010-2016 Pirkanmaan ELY-keskuksen keräämien tietojen perusteella: markkinoille tuotetut akut ja keräysjärjestelmään palautetut akut sekä keräysaste.

3 Akkuihin liittyvät strategiset linjaukset, ohjelmat, poliittiset päätökset ja lainsäädäntö

Suomessa kansallisessa **energia- ja ilmastostrategiassa vuoteen 2030**⁵⁰ on mm. asetettu tavoitteeksi, että maassamme on vuonna 2030 käytössä vähintään 250 000 sähkökäyttöistä autoa. Strategiassa myös edellytetään sähköjärjestelmän energiatehokkuuden lisäämistä sekä kaavaillaan tukea kustannustehokkaalle uusiutuvaan energiaan perustuvalle uudelle sähköntuotannolle.

Kansallisessa ohjelmassa **’Liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkko’** taas linjataan mm. sähköautojen latausverkoston rakentamisen periaatteet ja esitellään tarvittavia toimijoita ja ohjauskeinovaihtoehtoja kattavan latausverkoston saavuttamiseksi.⁵¹ Ohjelma perustuu EU:n direktiiviin (2014/94/EU) liikenteen vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönnotosta (nk. jakeluinfra-direktiivi).

Jätelaissa (646/2011) määritellään mm. [tuottajavastuun ydinkohdat](#). **Paristoista** ja akuista on lisäksi annettu [valtioneuvoston asetus](#) (520/2014), joka määrittelee toimet, joilla ’vähennetään paristojen ja akkujen haitallisuutta sekä edistetään käytöstä poistettujen paristojen ja akkujen kierrätystä ja muuta hyödyntämistä ja parannetaan niiden käsittelyn laatutasoa’.

EU:n paristo- ja [akkudirektiivissä](#) (2006/66/EY) asetetaan mm. akkujen keräys- ja kierrätystavoitteet. Kannettavien paristojen ja akkujen keräystavoite on 45%. Teollisuusakuille keräys- ja kierrätystavoite on 100%. Lisäksi kierrätystehokkuustavoitteet (kuinka paljon materiaaleista saadaan otettua talteen) ovat akkutyypeittäin:

- Lyijyakut 65%
- NiCd 75%
- Muut 50 % (tähän ryhmään kuuluvat mm. litiumioniakut, NiMH-akut sekä primääriparistot).⁵²

Niin kutsutussa RoHS-direktiivissä ([2011/65/EU](#)) määritellään tiettyjen haitallisten aineiden, kuten lyijyn ja kadmiumin, sallitut enimmäispitoisuudet sähkö- ja elektroniikkalaitteissa. ELV-direktiivi ([2000/53/EC](#)) rajoittaa mm. lyijyn ja kadmiumin käyttöä auton osissa, kuten akuissa. Direktiivin liitteessä määritellään myös poikkeukset käyttökieltoon määräaikaan.

Myös [Waste Framework](#) -direktiivi vaikuttaa akkuihin, sillä direktiivi määrittelee, millä edellytyksillä jäte lakkaa olemasta jäte. Kun akkumateriaalilta poistuu jätestatus (prosessoinnin tuloksena), on muillakin toimijoilla kuin vain akun maahantuojailla/valmistajilla oikeus ko. materiaaliin. [Jätelaissa](#) toisaalta määritellään, että **uudelleenkäyttöön tai sen valmisteluun** liittyvien palvelujen tarjoaminen on sallittua kaikille toimijoille eli sitä ei ole rajattu vain tuottajien oikeudeksi.

Akkuja ja paristoja koskevat vaarallisten aineiden kuljetusta koskevat säädökset ja määräykset. Sekä kansalliset että kansainväliset säädökset ja määräykset on koottu [Trafin sivuille](#).

Akkuraaka-aineisiin liittyy oleellisesti [Kaivoslaki](#) (621/2011).

⁵⁰ <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-190-6>

⁵¹ <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79530/Raportit%20ja%20selvitykset%204-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁵² <http://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/key-waste-streams/batteries>

4 Akkuekosysteemin toimijat Suomessa

Tässä osiossa on esitelty lyhyesti akkuketjun eri vaiheita sekä haastatteluissa ja muussa tiedonkeruussa esiin tulleita haasteita ja huomioita sekä liiketoiminta- ja pilotti-ideoita. Akkuihin liittyviä yrityksiä, tutkimuslaitoksia ja taustavaikuttajia on koottu kuvaan 14.

Vaihe	Raaka-aineet	Valmistus	Maahantuonti	Käyttö	Käyttöpalvelut	Keräysjärjestelmät	Kierrätys
Toimijat	Boliden Fennoscandian Resources Freeport Cobalt GTK Keliber Mondo Minerals Nornickel Harjavalta Sweco TerraFame	European Battery Technologies Valmet Automotive	Kannettavien akkujen, ajoneuvoakkujen ja teollisuusakkujen maahantuojat Autojen maahantuojat Etämyynti Posti	Avant Fortum Greencycle Helen Kalmar Kaupungit Linkker Puolustusvoimat Sandvik Turku Meyer Wärtsilä	Akkurate Celltech Fortum Charge&Drive Plugit Finland Tanktwo	Akkukierrätys Pb ERP Finland Recser Oy Suomen Autokierrätys Teollisuus- ja ajoneuvoakkujen maahantuojat Kaupat (Elker Oy) (SERTY) (Tramel)	AkkuSer Fortum Kuusakoski Stena Recycling Suomen Akkukeräys Oy TraceGrow Urecycle
Tutkimus ja konsultointi		Aalto-yliopisto Centria Chydenius Itä-Suomen yliopisto Oulun yliopisto VAMK Huoltovarmuuskeskus Gaia Not Innovated Here		Centria TTY Turun AMK Metropolia VTT LUT VAMK		Gaia	Aalto-yliopisto JyU Gaia Not Innovated Here
Taustavaikuttajat	Kaivosteollisuus ry		Päivittäistavara-kauppa Kaupan liitto Teknisen kaupan liitto Sähköteknisen kaupan liitto Pirkanmaan ELY-keskus Trafi	Teknologiaeteollisuus TEM Motiva LVM Isännöintiliitto Lähienergialiitto SESKO STEK TUKES		Suomen autopurkamoliitto Ympäristöministeriö	Uusioraaka-aineliitto Romukauppiainien liitto SYKE

Kuva 14 Akkuihin liittyviä toimijoita Suomessa.

Toimijoita on kuvattu lyhyesti tämän selvityksen Liitteessä 1 ja akkuihin liittyviä viranomaisia on luvussa 5. Toimijatietoja päivitetään jatkossa Akkuekosysteemi-kuvaan, jonka ajantasainen linkki löytyy jatkossa hankesivuiltamme (<https://akkuekosysteemi.com/hankkeen-tuloksia/>). Akkuihin liittyvää tutkimusta on kuvattu tässä selvityksessä vain lyhyesti. Tarkempaa tietoa kootaan hankesivuille (<https://akkuekosysteemi.com/tutkimukset/>).

4.1 Raaka-aineet ja valmistus

4.1.1 Yleistä

Raaka-aineet

Suomessa tuotetaan sekä akkujen raaka-aineita, että jalosteita. Toiminnassa olevissa kaivoksistamme löytyy mm. **nikkeliä, kobolttia, sinkkiä ja kuparia**. Nikkelin ja koboltin tuotantomäärät ovat jatkossa lisääntymässä.

Suomessa tuotetaan tällä hetkellä myös mm. akkuteollisuuden käyttämiä nikkeli- ja kobolttijalosteita.

Suomessa on myös huomattava **litiumesiintymä**, joka kuitenkin on kaupallisesti hyödynnettävissä vasta noin 10 vuoden kuluttua. Suomesta löytyy myös **grafiittiesiintymiä**. Grafiitista on tällä hetkellä maailmassa ylituotantoa.

GTK on saanut keväällä 2018 tehtäväkseen [selvittää Suomen akkumineraalivarantojen ja -potentiaalin](#) nk. kotimaisen akkuklusterin vahvistamiseksi.

*Taulukko 7 Akkuraaka-ainevarantojen, -tuotannon ja -jalostuksen tilanne Suomessa*⁵³

	Varanto (hyödynt.)	Tuotanto	Jalostus
Koboltti	x	x	x
Litium	x		
Nikkeli	x	x	x
Grafiitti	x		
Vanadium	x		

Valmistus

Suomessa ei tällä hetkellä ole omaa kenno- tai akkuvalmistusta, mutta Valmet Automotive kokoonpanee akkuja, joita käytetään mm. Avant sähkökuormaajassa. Myös sähköautojen akkujen sarjatuotanto on suunnitella keväällä 2018. Lisäksi Vaasan alueelle on kaavailtu akkutehdasta,⁵⁴ ja useammassa suomalaisessa korkeakoulussa tehdään akkumateriaalitutkimusta.

4.1.2 Raaka-aineisiin ja valmistukseen liittyvät haasteet ja huomiot

Riippuvuutemme akkujen ja akkuraaka-aineiden tuonnista tällä hetkellä on tosiasia. Omavaraisuus sekä Suomen että Euroopan tasolla on viime aikoina noussut tärkeäksi kysymykseksi ja tähän liittyen on käynnistetty erilaisia hankkeita, mm. litiumioniakkujen materiaaleihin liittyen. Hankkeissa huomioidaan sekä prioritäärit että sekundääriset materiaalit. Tämä on hyvä tilaisuus lisätä yhteistyötä ja tietoa raaka-ainejalostuksen ja kierrätyksen välillä ja kehittää uutta liiketoimintaa siihen liittyen.

Valmistusvaiheessa voidaan **vaikuttaa** paljon **akkujen kierrätettävyyteen** sekä materiaalivalintojen että kokoonpanotekniikoiden kautta. Kierrätyksen näkökulmasta pidettiin tärkeänä huomioida akun elinkaaren loppupää valmistusvaiheessa. Yksi osaamisalueemme voisi olla akkujen valmistus haastaviin sääolosuhteisiin.

⁵³ Tiainen & Ahtola 2018, GTK

⁵⁴ <https://yle.fi/uutiset/3-10013203>

4.2 Maahantuonti

4.2.1 Maahantuontiin liittyvä toimijakenttä Suomessa

Akkuja tuovat maahan kannettavien akkujen ja niitä sisältävien laitteiden maahantuojat, ajoneuvoakkujen ja autojen maahantuojat sekä teollisuusakkujen maahantuojat. Akkujen ja paristojen maahantuojia on tällä hetkellä noin 770.⁵⁵ Nämä maahantuojat ovat vastuussa maahan tuomiensa akkujen ja paristojen jätehuollon järjestämisestä ja sen kustannuksista. Myös kuluttajat itse ovat maahantuojia tilatessaan akkuja tai niitä sisältäviä laitteita ulkomaalaisesta verkkokaupasta, mutta tuottajavastuu ei koske heitä. Etämyynnin kautta maahan tulleiden akkujen ja paristojen jätehuollosta huolehtivat kollektiivisesti niiden tuottajavastuussa olevat tuottajat eli käytännössä tuottajayhteisöt. Maahantuontiin liittyviä haasteita on käsitelty kohdassa 4.3.2 (kuluttajanäkökulma) sekä kohdassa 4.4.2 (tuottajavastuunäkökulma ja kierrätysteknologioiden näkökulma).

4.3 Käyttö ja käyttöpalvelut

4.3.1 Yleistä

Akkujen käyttö on laaja kokonaisuus, koska akkujen sovellusalat ovat moninaiset. Käyttökohteet voidaan jakaa esimerkiksi pääluokkiin

- kuluttajalaitteet (joissa käytetään kannettavia akkuja ja paristoja)
- liikkuminen ja liikuttaminen (joissa käytetään hyvin laajaa kokoskaalaa teollisuusakkuja ja ajovoima-akkuja ja käyttäjiä ovat sekä kuluttajat että teollisuus)
- varastointi (joka käyttää suuria, yleensä paikallaan olevia teollisuusakkuja mm. tasaamaan uusiutuvan energian tuotannon ja kysynnän vaihtelua).

Akkujen käyttö on lisääntymässä erityisesti liikkumisessa, liikuttamisessa ja varastoinnissa. Erilaiset kuluttajien käyttämät kevyet liikennevälineet - esimerkiksi sähköpyörät ja leijulaudat - yleistyvät koko ajan. Myös sähköautot ja ladattavat hybridit yleistyvät kuluttajakäytössä, vaikka niiden määrä nopeasta kasvusta huolimatta on toistaiseksi ollut vielä pieni. 31.3.2018 Suomessa oli liikennekäytössä noin 1 700 (1 000) sähköautoa ja noin 7 400 (3000) ladattavaa hybridiautoa (suluissa määrät 31.3.2017). Määrät koskevat henkilöautoja. Bensa- ja dieselkäyttöisten henkilöautojen määrä on yli 2,5 miljoonaa.⁵⁶ Sähkökäyttöisiä ajoneuvoja lisätään myös julkisessa liikenteessä. Ainakin Tampereella, Turussa ja Helsingissä on käytössä sähköbusseja.

Teollisuudessa sähkökäyttöisiä koneita ja laitteita on jo kehitetty ja kaupallistettu mm. kaivosteollisuuden ja satamien tarpeisiin. Raskaiden teollisuuden työkoneiden sähköistämisessä on arvioitu tarjoavan lähes 90 miljardin markkinat. Markkinoille kaivataan enemmän toimijoita, sillä työkoneiden sähköistämisessä on omat vaatimuksensa verrattuna esimerkiksi autojen sähköistämiseen.⁵⁷ Mahdollisuutta lisätä akkujen käyttöä tutkitaan laivanvarustusteollisuudessa. Laivoilla mm. toimintavarmuus ja paloturvallisuus asettavat erityisvaatimuksia akkujen käytölle. Lisäksi laivojen kuormitus vaihtelee voimakkaasti sekä ulkoisten (sää, reitti, vuorokauden aika, satama/liike) että sisäisten tekijöiden vuoksi.

4.3.2 Käyttövaiheeseen liittyvät haasteet ja huomiot

Käyttövaiheeseen liittyviä haasteita on koottu Taulukkoon 8 **kuluttajan** näkökulmasta, sillä se nousi esiselvitysvaiheessa esiin useita kertoja.

⁵⁵ Emmi Lehtonen / PIRELY. Mitä tuottajavastuulla tarkoitetaan? Esitys Litiumakut tulivat, olemmeko valmiit? -seminaarissa 22.3.2018.

⁵⁶ https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot

⁵⁷ <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/metalli/raskaiden-tyokoneiden-sahkoistamisessa-lahes-90-miljardin-markkinat-puhtaampi-ilma-kaivoksissa-tuo-jopa-yli-50-kustannussaastot-6696025>

Taulukko 8 Esiselvitysvaiheessa esiin tulleita akkuihin liittyviä toiminnallisia ja tiedollisia haasteita **kuluttajan**äkökulmasta.

Haasteet ja kehittämistarpeet: kuluttajan äkökulma	Raaka-aineet ja valmistus	Maahantuonti ja jälleenmyynti	Käyttö	Keräys- ja kierrätysjärjestelmän tarjoaminen ja ylläpito (tuottajavastuu)	Kierrätys-teknologiat
Toiminnalliset haasteet		Kansainvälinen verkko-kauppa lisääntyy nopeasti. Nk. kuluttajien 'omassa tuonnissa' on todettu seuraavanlaisia ongelmia: * Käytettyjä tai huonolaatuista/turvattomia kennoja myydään merkkiakkuina ja merkkiakkujen kotelossa * Kuluttajalle myydään etäkaupassa viallisia akkuja * Kuluttajalle ei kerrota, että etäkaupalla ostettua viallista akkua ei voikaan palauttaa takaisin ostomaahan.	Akut * Pienteollisuusakkujen (esim. sähköpyörät, leijulaudat) turvallinen käyttö, lataaminen ja säilytys. * Akkujen resurssitehokas käyttö. Avaintoimijat: * jälleenmyyjät * taloyhtiöt Sovellukset Riittävän ja kuluttajan tarpeet täyttävän latausverkoston tarjoaminen ladattavien autojen käyttäjille. Avaintoimijat: * kunnat, energiayhtiöt, taloyhtiöt, liikekiinteistöt, rakennuttajat ja kuluttajat yhteistyössä	Käytettyjä, kannettavia akkuja löytyy edelleen paljon suomalaisten kodeista. Ne odottavat kierrätykseen viemistä tai toimivat vara-akkuina. Turvallisuus- ja resurssitehokkuussyistä akut olisi syytä saada kierrätysprosessiin.	
Viestinnälliset haasteet/tarpeet	Kuluttajien tietoisuutta akkujen ja akkuja käyttävien sovellusten sisältämisestä raaka-aineista tulisi lisätä. Kuluttajat ovat myös tärkeässä asemassa uusien, ekologisesti kestävämpien tuotteiden käyttöönotossa. Parempi tietoisuus tuotteiden sisältämisestä materiaaleista ja kierrätettävyydestä voisivat ohjata kulutuskäyttäytymistä kestävämpään suuntaan.	Kuluttajien tietoisuutta etäkauppaan sisältyvistä riskeistä olisi syytä lisätä.	Akut Kuluttajille tulisi viestiä aktiivisesti akkujen resurssitehokkaista ja turvallisista käyttötavoista sekä yleisesti että mm. ostohetkellä (jälleenmyyjät). Sovellukset Osallistujajoukoltaan riittävän laajat infot siitä, mitä sähköautojen leityminen ja niiden sujuva käyttö edellyttävät mm. latausinfra.	Kuluttajien informointi * erilaisten akkujen keräysjärjestelmistä * akkujen palautuksen tärkeydestä * vanhojen akkujen kotonalla säilyttämisen riskeistä.	Kuluttajien motiivointi kierrättämiseen on tärkeää - kierrätysvaiheen merkitys pitäisi pystyä näyttämään suuremman kokonaisuuden osana.

Käyttövaiheeseen liittyviä **liiketoiminta- ja pilotti-ideoita sekä tutkimuskohteita:**

- uudelleenkäytön mahdollisuudet (haasteena toistaiseksi vielä käytettyjen, suurehkojen akkujen vähäinen määrä esim. sähköautoista)
- älykäs energiaverkko, jossa yhdistetty esim. aurinkovoima, energian varastointi sekä autojen kaksisuuntainen lataus
- latauspisteiden rakentaminen (yhteistyössä rakennuttaja, kunta, kuluttajat)
- uuden sähköauton hankinnan mallit ja akkujen omistussuhteet (kaupunki)
- turvallisuuskysymykset, esim. sähköpyörien turvallinen lataus.

4.4 Keräys, kuljetus ja kierrätys

4.4.1 Yleistä

Akkujen ja paristojen keräys, kuljetus ja kierrätys on Suomessa järjestetty tuottajavastuujärjestelmien kautta. Tuottajavastuujärjestelmän rakentamisesta ja sen kustannuksista, sekä järjestelmästä tiedottamisesta ovat vastuussa **tuottajat**, eli akkujen maahantuoajat ja valmistajat. Esimerkiksi akkujen jälleenmyyjät eli jakelijat, jotka eivät itse tuo akkuja maahan, eivät ole tuottajavastuussa olevia tuottajia. **Kannettavien akkujen ja paristojen jakelijoilla** on kuitenkin velvollisuus ottaa kannettavat akut ja paristot maksutta vastaan – mutta esimerkiksi teollisuusakkujen jakelijoilla ei ole vastaavaa velvollisuutta.

Tuottajavastuun toteutumista valvoo tuottajavastuuviranomainen, Pirkanmaan ELY-keskus (PIRELY). Maahantuoajat ja valmistajat voivat hoitaa tuottajavastuunsa eli järjestää akkujen ja paristojen jätehuollon itse ja rekisteröityä PIRELYn tuottajarekisteriin suoraan tai ne voivat siirtää tuottajavastuunvelvoitteen hyväksytyille paristo- ja akkutuottajayhteisöjen kuten Akkukierrätys Pb Oy:n, Recser Oy:n, ERP Finland ry:n hoidettavaksi. PIRELY hyväksyy maahantuoajat ja valmistajat sekä tuottajayhteisöt tuottajarekisteriin. Lisäksi se vastaa mm. tuottajavastuutilastojen kokoamisesta ja raportoinnista Euroopan komissiolle.

Kannettaville akuille ja paristoille sekä **lyijyakuille** on jo pitkään ollut omat valtakunnalliset keräysverkotonsa, mutta kuluttajakäytössä oleville **teollisuusakuille** kuten sähköpyörän akuille sekä sähköautojen ajovoima-akuille ei ole tähän saakka ollut valtakunnallista tuottajayhteisön organisoimaa keräysverkkoa. Niiden keräyksestä ja jätehuollosta ovat kuitenkin olleet vastuussa kyseisten akkujen maahantuoajat, joiden on siis haettava tuottajarekisterin jäsenyyttä ja järjestettävä keräys- ja kierrätysjärjestelmä yksin. Pienteollisuusakkuja ei voi palauttaa kannettavien akkujen palautuspisteisiin, sillä ne edellyttävät jo suuremman kokonsa puolesta miehitettyä ja akut tuntevaa vastaanottopistettä, jotta akkujen palauttaminen ja säilyttäminen olisi turvallista. **Ajovoima-akuille** on jo rakennettu pitkään valtakunnallista keräysverkkoa, ja ajovoima-akkujen tuottajayhteisöhakemus on keväällä 2018 käsitellyssä PIRELYssä.

4.4.2 Keräykseen, kuljetukseen ja kierrätykseen liittyvät haasteet ja huomiot

Akun elinkaaren eri vaiheisiin liittyviä haasteita **tuottajavastuun** näkökulmasta on koottu Taulukkoon 9 ja **kierrätysteknologioiden** näkökulmasta Taulukkoon 10.

Vaiheeseen liittyviä liiketoiminta- ja pilotti-ideoita sekä tutkimuskohteita:

- uusien raaka-aineiden erottelu kierrätyksessä
- materiaalien tehokkaampi talteenotto käytetyistä akuista isompien ja pienempien yritysten yhteistyöllä
- harvinaisten maametallien kierrätysvälituotteet
- korkeamman jalostusarvon tuotteiden talteenotto kierrätysprosesseista
- turvalliset loppukäsittelyteknologiat
- uusien akkutyyppien sisältämien materiaalien tutkiminen: mitä kierrätykseen on odotettavissa

Taulukko 9 Esiselvitysvaiheessa esiin tulleita akkuihin liittyviä toiminnallisia ja tiedollisia haasteita **tuottajavastuun** näkökulmasta.

Haasteet ja kehittämistarpeet: tuottajavastuunäkökulma	Raaka-aineet ja valmistus	Maahantuonti ja jälleen- myynti	Keräys- ja kierrätysjärjestelmän tarjoaminen ja ylläpito (tuotta- javastuu)	Kierrätysteknologiat
Tiedolliset << tarvitsee tietoa >> viestintätarpeet muille	<< Tarkempaa tietoa sekä nykyisten (litiumioni-)akkujen koostumuksesta että tulevaisuuden akkutyypeistä: mihin tuottajavastuujärjestelmän pitäisi osata varautua tulevaisuudessa?	<< Tieto uusilta maahantuojilta näiden maahantuomista sovelluksista, akkutyypeistä jne. >> Tiedottaminen maahantuojille tuottajavastuuvollisuuksista.	>> Viestiminen riittävän laajalle toimijajoukolle siitä, miten erilaisten akkutyypin tuottajavastuu on järjestetty Suomessa >> Vahvempi maahantuonnin, tuottajavastuun toteuttamisen ja kierrätysmahdollisuuksien sidonnaisuuksien esiintuonti.	<< Ajantasainen tieto käytössä olevista kierrätysteknologioista
Liiketoiminnalliset / toimintaympäristöön liittyvät	Litiumioniakkukomponenteista ja -akuista valtaosa valmistetaan Kiinassa, Etelä-Koreassa ja Japanissa. Tuottajavastuujärjestelmän on otettava siihen tulevat akut materiaaleineen 'annettuna'. Lisähaasteita niin turvalliselle kuljetukselle, akkujen luotettavalle tunnistamiselle kuin sujuvalle lajittelulle tuo se, että vaaditut akkumerkinnot ovat hyvin yleisellä tasolla.	Akkujen maahantuojia on paljon, ml. kuluttajien oma maahantuonti etäkaupan kautta. Eri sovelluksissa käytetään (mm. materiaalisäällöltään) erilaisia akkuja, ja näiden akkujen kierrätysarvo on erilainen. Tämä tuo haasteita tuottajavastuujärjestelmän kustannusten oikeudenmukaiseen jakamiseen. Ongelma on 'uusi' ja liittyy erityisesti erilaisiin litiumioniakkuihin.	Haasteita on alkanut tuoda litiumioniakkujen materiaalien kirjo ja erilaiset arvot. Se vaikuttaa kierrätyskustannusten oikeudenmukaiseen jakautumiseen tuottajayhteisön jäsenten kesken, sillä eri materiaaleilla on erilaiset 'talteenottoarvot' ja niiden kierrätysmahdollisuudet ovat erilaiset. Esimerkiksi litiumioniakkujen keskimääräinen kobolttipitoisuus on laskenut ja vähentää kierrätysliiketoiminnan kannattavuutta nykyisillä kierrätysteknologioilla ja materiaalien hinnoilla.	-
Yhteistyötoiveet	Tuottajavastuun näkökulmasta yhteistyötä akkujen ja akkukomponenttien valmistajien sekä akkututkimuksen kanssa tulisi lisätä.	Yhteistyötä maahantuojien kanssa pitäisi lisätä.	Eurooppa-tasaisen yhteistyön lisääminen tuottajavastuuasioissa. Tiiviimpi yhteistyö suurten litiumioniakkujen tuottajien välillä.	-

Taulukko 10 Esiselvitysvaiheessa esiin tulleita akkuihin liittyviä toiminnallisia ja tiedollisia haasteita kierrätysteknologioiden näkökulmasta.

Haasteet ja kehittämistarpeet: kierrätysteknologioiden näkökulma	Raaka-aineet ja valmistus	Maahantuonti ja jälleenvyynti	Keräys- ja kierrätysjärjestelmän tarjoaminen ja ylläpito (tuottajavastuu)	Kierrätysteknologiat
Tiedolliset << tarvitsee tietoa >> viestintätarpeet muille	<< Mitkä eri tyyppisistä (ja erityisistä uudenlaisista) akuista saatavat materiaalit ja materiaalikombinaatiot kiinnostavat teollisuutta (akku- ja muuta) >> miten akut kannattaa käsitellä kierrätysprosessissa ja mitä ottaa talteen << Missä muodossa materiaalit tulisi ottaa talteen huoltovarmuuden näkökulmasta: ' raaka-aineiden oltava saatavilla korkean teknologian tarvitsemassa muodossa'	<< Millaisia akkuja ja akkumateriaaleja uusissa maahantuotavissa sovelluksissa on?	<< Informointi ajoissa muuttuvista kierrätystavoitteista (lainsäädännöllinen näkökulma).	-
Liiketoiminnalliset / toimintaympäristöön liittyvät	Litiumioniakkujen vaihteleva koostumus on haaste käytännön kierrätysprosesseille. Kierrätysprosessit, jotka on optimoitu korkeakobolttisten akkujen kierrätykseen, eivät ole optimaalisia uusien akkutyypin kierrätykseen.	Suomeen tulee paljon erilaisia akkuja. Niistä ei saada 'ennakkotietoa', vaan uusien akkujen tyyppi ja koostumus selviävät siinä vaiheessa, kun akku tulee kierrätysprosessiin.	Akkujen ja paristojen kierrätyksen haasteena on kierrätettävän materiaalin heterogeenisuus. Eri akkutyyppejä ei voi tällä hetkellä tunnistaa automaattisesti, vaan materiaalia on lajiteltava manuaalisesti.	Vaikka tutkimus tuntee menetelmiä mm. harvinaisten maametalien tai litiumin talteenottoon eri muodoissaan, ei menetelmiä ole vielä kaupallisessa käytössä. Osittain epävarmuus tulevaisuuden kehityssuunnista on esteenä talteenottomenetelmien kaupalliselle käynnistykselle. Teknologioiden kaupalliseen käyttöönottoon tarvittaisiin uusia toimijoita ja toimenpiteitä.
Yhteistyö	Yhteistyötä materiaali- ja akkukehityksen kanssa tarvitaan riittävän aikaisessa vaiheessa: miten uudet kehitetyt/kehitteillä olevat materiaalit ja rakenteet ovat kierrätettävissä.	-	Riittävän aikainen yhteistyö kierrätystavoitekeskusteluissa: mitä 'pakotteita'/kannustimia odotettavissa?	

4.5 Akkuihin liittyviä viranomaisia Suomessa

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi

Trafi neuvoo toimijoita akkujen kuljetusta koskevissa kysymyksissä.

Akut luokitellaan lainsäädännössä 'vaarallisiksi aineiksi', joiden kuljetuksesta on annettu omat säädöksensä kansallisella, eurooppalaisella ja kansainvälisellä tasolla (nk. [VAK-lainsäädäntö](#)). Säädökset koskevat ammattimaista kuljetusta maa-, meri- ja ilmateitse ja niiden tarkoitus on edesauttaa aineiden kuljetusta ihmisille, ympäristölle ja omaisuudelle turvallisella tavalla. Kuljetusta koskevat säädökset eivät koske yksityishenkilöitä.

Vaarallisten aineiden kuljetusta koskevat tarkemmat säädökset perustuvat Trafin luokitukseen. Lähettäjä vastaa luokituksesta, pakkaamisesta ja pakkauksen merkinnästä. Oikea luokitus on siten lähtökohta turvalliselle kuljetukselle. Luokitus perustuu YK:n vaarallisten aineiden luokitukseen.

Tulli

Tulli valvoo tavarakuljetuksia rajan yli. Tullin toiminta perustuu Tullilakiin, Lakiin vaarallisten aineiden kuljetuksesta, Lakiin kaupallisista tavarakuljetuksista tiellä sekä Jätelakiin.

Kemikaali- ja turvallisuusvirasto TUKES

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes edistää ja valvoo sähköturvallisuutta Suomessa. Akkujen ja paristojen turvallisuuden ja asianmukaisten merkintöjen valvonta kuuluu Tukesin toimialaan. Tukes valvoo myös esimerkiksi tuotteiden raskasmetallipitoisuuksia sekä sitä, millaisia tuotteita markkinoille lasketaan.

Pirkanmaan ELY-keskus

Pirkanmaan ELY-keskus (PIRELY) valvoo akkujen ja paristojen tuottajavastuun toteutumista Suomessa eli sitä, että käytöstä poistetut akut vastaanotetaan, kuljetetaan ja kierrätetään asianmukaisesti. Tuottajavastuullisia toimijoita ovat akkujen maahantuoja ja valmistajat, jotka voivat antaa velvoitteensa tuottajayhteisön hoidettavaksi tai hoitaa ne itse rekisteröitymällä itse tuottajarekisteriin. Kuluttajalle tuottajavastuu tarkoittaa mahdollisuutta palauttaa akut ja paristot mihin tahansa akkuja ja paristoja myyvään kauppaan.

PIRELY myös Euroopan komissiolle Suomessa markkinoille toimitettujen ja kerättyjen akkujen ja paristojen määrän.

Suomen ympäristökeskus SYKE

Suomen ympäristökeskus (SYKE) valvoo jätteiden kansainvälisiin siirtoihin liittyviä asioita Suomessa. Jotta käytetyt akut voi kuljettaa pois Suomesta, on haettava jätteensiirtolupa SYKEltä. SYKE mm. tarkistaa, että jätettä siirtävällä toimijalla on oikeus siirtää jonkun toisen omistama jäte ja että sillä toimijalla, joka ottaa jätteen vastaan, on ympäristölupa toiminnalleen.

5 Läheisesti akkuihin ja niiden käyttöön liittyviä hankkeita, verkostoja ja ajankohtaisia aloitteita

Tähän osioon on koottu esiselitysvaiheessa tunnistettuja akkuihin ja niiden käyttöön liittyviä hankkeita, verkostoja ja aloitteita. Tietoja päivitetään jatkossa hankesivuille ([https://akkuekosysteemi.com/ajankoh-
taisia-hankkeita/](https://akkuekosysteemi.com/ajankoh-
taisia-hankkeita/)).

5.1.1 Akkuraaka-aineet ja akkujen valmistus

- [GigaVaasa](#): hanke pyrkii luomaan edellytykset akkutehtaan perustamiselle Vaasan alueelle
- [Keskipohjanmaan litiumklusteri](#): litiumioniakkuihin liittyvän tutkimus- ja teollisen osaamisen inno-
vaatiokeskittymä
- GTK:lle on annettu keväällä 2018 tehtäväksi selvittää Suomen akkumineraalivarannot ja -potenti-
aali

5.1.2 Kiertotalous ja kierrätys

- [Akut kiertoon](#): isojen litiumakkujen keräyspilotti
- BatToBE, BatCircle: Hankkeiden tavoitteena on luoda lisäarvoa akkuarvoketjusta linkitettyjen tuote-
kehitysprojektien ja tutkimushankkeiden kautta
- Bio- ja kiertotalouden osaamiskeskuksen perustaminen Kemiin
- [Closeloop](#): Korkean jalostusarvon materiaalit suljetussa raaka-ainekierrossa
- Kiertotalousdemolaitos: Uudet metallien talteenottomenetelmät sähkö- ja elektroniikkaromusta
- [METYK](#): Metallialan ympäristö- ja kiertotalous (päättynyt)
- Minewee: Integroituihin teknologioihin perustuva elektroniikkajätteen kierrätyskonsepti
- Pirkanmaan ELY-keskuksen hanke tuottajavastuun tilastoinnin kehittämiseksi

5.1.3 Energian varastointi ja integrointi

- [Akkujen monitavoitteinen rooli energijärjestelmässä](#)
- [EL-TRAN](#): resurssitehokas energijärjestelmä
- [Finnish Solar Revolution](#): Hankkeen tarkoituksena on varmistaa, että suomalaisilla yrityksillä on käy-
tettävissä tutkimuksen kärkiosaaminen aurinkokennovoiman keskeisistä tulevaisuuden teknologi-
oista ja liiketoiminta-trendeistä

5.1.4 Akkujen käyttö

- [Akkukennojen ja akkujen palotutkimus](#)
- [Akkuteknologiat-hankkeessa](#) selvitettiin mm. pienteollisuusakkujen kierrätysjärjestelmän rakenta-
mista sekä litiumioniakkujen turvallista käyttöä ja ohjeistusta. (päättynyt)
- [ECV](#) – Electric Commercial Vehicles (päättynyt)
- [Litiumakkuseminaari](#)

5.1.5 Muita hankkeita ja ohjelmia

- [Batteries from Finland](#): Business Finland on käynnistänyt huhtikuussa 2018 akkutoimialalle kaksi-
vuotisen Batteries from Finland -aktivointikokonaisuuden, jonka tavoitteena on nostaa Suomi eu-
rooppalaiseen ja globaaliin akkuverkostoon. Aktivointikokonaisuus on osa Business Finlandin [Älykäs
energia](#) -ohjelmaa.
- [EIT Climate](#) on euroopplainen tieto- ja innovaatiokeskus, joka pyrkii kiihdyttämään siirtymistä hiili-
neutraaliin yhteiskuntaan.
- [EIT Raw Materials](#) on euroopplainen verkosto, jonka tavoitteena on tehdä raaka-aineista Euroo-
pan vahvuus.
- [GASELLI](#): Sähkö- ja kaasuautojen hankintojen kustannustehokkaat edistämistoimet

- [Green Energy Showroom](#) (GES): Etelä-Karjalassa yrityslähtöisesti toimiva energia- ja ympäristöalan verkosto, joka luo jäsenilleen sekä alueelle kasvua ja uusia liiketoimintamahdollisuuksia.
- [InnoEnergy](#) on ollut rakentamassa European Battery Alliance -ohjelmaa.
- [Kokkola Industrial Park](#) KIP: mm. järjestää Kokkola Material Weekin.
- [Smart Energy Transition](#): Millä toimialoilla ja miten Suomi voi menestyä globaalissa energiamurroksessa
- [Älyverkkotyöryhmä](#), TEM

Liite 1

RAAKA-AINEET

Yrityksiä

Boliden	Bolidenin Kevitsan kaivoksessa tuotetaan mm. nikkeliä. Vuonna 2016 avatun kaivoksen vuosituotantomäärä oli vuonna 2017 noin 14 000 tonnia. Boliden Harjavallan nikkelisulatatolla tuotetaan mm. nikkelisulfaattia. Nikkelin tuotanto kokonaisuudessaan on noin 25 000 tonnia vuodessa ja tästä määrästä noin 1000-2000 tonnia on nikkelisulfaatin tuotantoa. ⁵⁸
Fennoscandian Resources	Fennoscandian Resources hallitsee korkealaatuista grafiittiesiintymää Viialassa. ⁵⁹
Freeport Cobalt	Freeport Cobalt tuottaa erilaisia kobolttijalosteita, mm. kobolttihydroksidia akkuteollisuudelle. Yhtiön osuus maailman kobolttimarkkinoista on noin 15 prosenttia. ⁶⁰
GTK	Geologinen tutkimuskeskus, GTK tuntee Suomen koko malmipotentialin ja siten myös meiltä löytyvät akkumineraaliresurssit. Kaikki Suomeen syntyvä kaivosteollisuus kulkee GTK:n kautta. Ajallisesti prosessit ovat pitkiä: aikaväli kaivoksen perustamispäätöksestä rikasteen/jalosteen saamiseen markkinoille on jopa kymmenen vuotta. Kaivosrekisterin karttapalvelussa voi tarkastella kaivosteollisuuden varauksia, valtauksia, malminetsintälupia ja olemassa olevaa kaivostoimintaa päällekkäisinä tasoina. ⁶¹
Keliber	Keliber on perustamassa litiumkaivosta ja litiumkarbonaattitehdasta Kaus-tinen-Kokkola alueelle. Litiumkarbonaatin puhtausaste on min. 99.5% ja sitä voidaan käyttää litiumioniakkujen valmistukseen. Keväällä 2018 laitost kokonaisuus on YVA-prosessissa. ⁶²
Mondo Minerals, Sweco	Mondo Mineralsilla on Suomessa kaivostoimintaa Sotkamossa ja Vuonoksella. Päätuote, talkkimineraali, sisältää myös nikkeliä, jonka talteenottoa ja jatkojalostusta tutkitaan parhaillaan yhteistyössä Swecon kanssa. ⁶³
Terrafame	Terrafame tuottaa nikkeliä, kobolttia, sinkkiä ja kuparia Sotkamossa sijaitsevilla kaivoksellaan ja metallitehtaallaan. Vuonna 2020 Terrafamen on tarkoitus aloittaa nikkeli- ja kobolttisulfaatin tuotanto. Arvio vuosituotantomäärästä tällä hetkellä on 150 000 tonnia nikkelisulfaatille ja 5 000 tonnia kobolttisulfaatille. Erityisesti nikkelisulfaatin odotettu tuotantomäärä on huomattava: vuonna 2017 nikkelisulfaatin tuotantomäärä maailmassa oli noin 116 000 tonnia. Ennusteiden mukaan nikkelisulfaatin menekki kasvaa tulevaisuudessa mm. sen vuoksi, että nikkelin osuus sähköautojen litiumioniakuissa lisääntyy. Vaikka akkuteknologiat kehittyvät ja uusia materiaaliyhdistelmiä kehitetään, on odotettavissa, että nikkeliä käytetään vielä ainakin 5-10 vuoden kuluttua markkinoille tulevissa akuissa. ⁶⁴

Taustavaikuttajia

Kaivosteollisuus ry	Kaivosteollisuus ry on kaivos- ja kaivannaisteollisuudessa toimivien yritysten edunvalvonta- ja yhteistyöjärjestö.
---------------------	--

⁵⁸ <https://vp217.alertir.com/afw/files/press/boliden/201803060710-1.pdf>; <https://www.boliden.com/operations/products/nickel/>; <https://www.boliden.com/operations/smelters/boliden-harjavalta/>

⁵⁹ http://www.fennoscandian.com/projects_overview.htm

⁶⁰ <https://www.freeportcobalt.com/products/battery.html>; <https://www.hs.fi/talous/art-2000005493173.html>

⁶¹ <http://www.gtk.fi/asiantuntijapalvelut/mineraalivarat/malminetsinta/>; <http://gtkdata.gtk.fi/kaivosrekisteri/>

⁶² www.keliber.fi

⁶³ <http://www.sweco.fi/palvelumme/teollisuus/palvelut/kaivosteollisuus/mondo-minerals/>

VALMISTUS

Yrityksiä

European Battery Technologies	European Battery Technologies on aloittamassa litiumioniakkujärjestelmien valmistuksen. ⁶⁵
Valmet Automotive	Valmet Automotive valmistaa akkuja Avant E-sarjan kuormaajiin. Sillä on Uudessakaupungissa prototyyppi- ja piensarjatehdas, jossa kehitetään sähköautojen ajovoima-akkuja ⁶⁶ . Valmet Automotive tekee myös yhteistyötä usean automerkin kanssa ja on aloittamassa sähköauton käyttövoima-akkujen sarjavalmistuksen. Turkuun on perustettu marraskuussa 2017 tuotekehitys- ja suunnittelutoimisto mm. sähköajoneuvoratkaisuille. ⁶⁷

Tutkimusta

Aalto-yliopisto	Aalto-yliopistossa, Kemian tekniikan korkeakoulussa tutkitaan mm. uusia akkuraaka-aineita että valmistusmenetelmiä .
Centria	Centrian akkulaboratoriossa on litiumioniakkujen valmistuslinja.
Itä-Suomen yliopisto	Itä-Suomen yliopiston kemian laitoksella tutkitaan mm. litiumioniakkujen elektrodimateriaalien valmistus kaasufaasin synteessiprosesseissa; erityisalueena korkeatehoiset akut (LTO-anodi ja LFP-katodi) sekä sähköautojen akut (Si-C anodi ja NMC-katodi).
Oulun yliopisto	Oulun yliopistossa tutkitaan mm. litiumpohjaisten akkumateriaalien valmistusta ja karakterisointia.
Chydenius-instituutti	Yksi Chydenius-instituutin tekemän tutkimuksen painopisteitä on energiaa varastoivat uudet kemikaalit litiumioniakuissa .

MAAHANTUONTI

Yrityksiä

Akkujen ja paristojen maahantuojia on tuottajavastuuviranomaisen PIRELYn mukaan noin 770. Kuluttajien oma maahantuonti etäkaupan kautta lisääntyy koko ajan.

Taustavaikuttajia

Päivittäistavara-kauppa ry	Päivittäistavarakaupan edunvalvojalla on sopimus tuottajayhteisö Recserin kanssa akkujen ja paristojen vastaanoton pelisäännöistä. Kaupat ovat merkittävä osa kannettavien akkujen ja paristojen tuottajavastuujärjestelmän toteuttamista, sillä ne muodostavat Suomessa noin 14 000 palautuspisteen verkoston.
Kaupan liitto	Kaupan liitto on suomalaisen kaupan edistäjä. Siihen kuuluu myös Teknisen kaupan liitto, jonka jäsenyritykset mm. tuovat maahan kuluttajatuotteita, kuten moottoripyöriä, maastoajoneuvoja, puutarhan ja metsänhoidon pienkoneita sekä akkuja ja paristoja, sekä Sähköteknisen kaupan liitto.

⁶⁴ <https://www.terrafame.fi/ajankohtaista/uutiset/2017/11/terrafame-oy-suunnittelee-akkujen-valmistuksessa-kayttavien-nikkeli-ja-kobolttikemikaalien-tuotantoa.html>; <https://roskill.com/market-report/nickel-sulphate/>; <https://yle.fi/uutiset/3-9941105>

⁶⁵ <http://www.europeanbatteries.com/>

⁶⁶ http://www.iltalehti.fi/autouutiset/201801192200681371_oa.shtml

⁶⁷ <http://www.valmet-automotive.com/automotive/bulletin.nsf/pfbd/47D3F49E6A3477BCC22581D3002E9D2E>

KÄYTTÖ JA KÄYTTÖPALVELUT

Yrityksiä

Avant	Avant valmistaa sähkökäyttöisiä kuormaajia , joihin Valmet Automotive toimittaa akut.
Kalmar	Kalmar valmistaa täyssähköisiä trukkeja ja konttilukkeja.
Sandvik	Sandvik on uranuurtaja sähkökäyttöisten kaivoskoneiden valmistuksessa. Vuonna 2016 lanseerattu täysin sähkökäyttöinen kaivosvaunu hyödyntää Molten salt battery -teknologiaa. Vaunun akku latautuu porattaessa. Sähkökäyttöiset koneet tuovat kaivostyöskentelylle säästöjä sekä polttoainekustannusten että ilmanvaihtokustannusten vähenemisen kautta.
Linkker	Linkker valmistaa sähköbusseja , joita on käytössä mm. Turun julkisessa liikenteessä.
Wärtsilä	Wärtsilä on teollisen mittakaavan energian varastoinnin ja älykkäiden energijärjestelmien asiantuntija.
Turku Meyer	Laiva muodostaa liikkuvan, itsenäisen energijärjestelmän, jossa hyödynnetään jo nyt akkuja varavirtalähteinä. Tulevaisuudessa energiatuotannon tavat monimutkaistuvat (laivalla voi olla käytössä dieselvoimalaitos, poltto-kennoja, hukkalämpöä hyödyntävä höyrygeneraattori sekä aurinko-, tuuli- ja aaltovoimaa). Akuilla on merkittävä rooli haettaessa kokonaisenergijärjestelmään erilaisia tehostuskeinoja.
Helen	Helenin Suvilahden energijärjestelmä on Pohjoismaiden ensimmäinen aurinkovoimalan, sähkövaraston ja sähköautojen latausaseman yhdistävä energijärjestelmä (ml. V2G). 600 kWh energiavarasto vastaa kahdeksaa täyteen ladattua Teslaa. Järjestelmä tasapainottaa sähköverkkoa päivän aikana noin 1000-2000 kWh:n edestä eli kahden henkilön pienessä kerrostaloasunnossa asuvan henkilön puolen vuoden, vuoden kulutuksen verran. Suvilahden energijärjestelmä on yksi LUT:n energiavarastotutkimuksen pilotikohteista.
Fortum	Fortumin liiketoimintaan kuuluvat mm. sähköautojen latausverkosto Pohjoismaissa sekä erilaiset energianvarastointiratkaisut , joilla tasataan sähköverkon taajuusvaihteluita sekä ohjataan energian kulutusta .
Akkurate	Akkurate on litiumioniakkujen konsultti- ja testausfirma.
Celltech Oy	Celltech Oy on akkuratkaisujen suunnittelija ja toteuttaja.
Fortum Charge&Drive	Sähköautojen latauspalvelut
TankTwo	Sähköautojen latauspalvelut
PlugIt	Sähköautojen latauspalvelut

Tutkimusta

Turun ammattikorkeakoulu	Turun ammattikorkeakoulussa tehdään mm. autojen voimalinjoihin liittyvää tutkimusta (akku + akkujenhallintajärjestelmä + auto). Akkujen kestävyys ja energiatehokas käyttö riippuvat akun oikeanlaisesta toimialueesta ja lämmönhallinnasta. Korkeakoulu tekee yhteistyötä mm. Valmet Automotiven kanssa.
Metropolia	Metropoliaassa on mm. tutkittu sähköautojen induktiivista latausta sekä tehty akkujen palotutkimusta.
Tampereen teknillinen yliopisto	Tampereen teknillisessä yliopistossa akkuihin liittyvää tutkimusta tehdään sähköenergiatekniikan ja tehoelektroniikan laitoksilla. Energia- ja ekotehokkuustutkimusta tehdään useassa tutkimusryhmässä ja -laboratoriossa.
Lappeenrannan teknillinen yliopisto	Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa tehdään mm. sähköautoihin ja älykkäisiin energijärjestelmiin liittyvää tutkimusta.
Centria	Centriassa tutkimuskohteena ovat mm. akkujen valmistus ja testaus.
VAMK	VAMK:n akkukoulutusohjelma tulee sisältämään opetusta mm. älyverkoista.

Taustavaikuttajia

Teknologiateollisuus	Teknologiateollisuus on elinkeino- ja työmarkkinapoliittinen vaikuttajaorganisaatio, jonka alaisuudessa toimii mm. Sähköinen liikenne -toimialaryhmä . Teknologiateollisuuden jäsenyritykset edustavat elektroniikka- ja sähköteollisuutta, kone- ja metallituoteteollisuutta, metallien jalostusta, suunnittelua ja konsultointia sekä tietotekniikkaa
Motiva	Motiva edistää mm. materiaali- ja energiatehokasta yhteiskuntaa ja uusiutuvan energian käyttöä ja tarjoaa näihin liittyviä palveluita .
TEM	Teollisuus- ja elinkeinoministeriö on mm. cleantech-hankkeiden tukija.
LVM	Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) vastaa Suomen liikennejärjestelmistä, liikenneverkoista, tavara- ja henkilöliikenteestä, liikenneturvallisuudesta ja liikenteen ilmasto- ja ympäristöasioista. Se mm. linjaa Liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkko -ohjelmassaan Suomen tavoitteet liikenteen vaihtoehtoisille käyttövoimille (l. muille kuin fossiilisten polttoaineiden käyttöön perustuville käyttövoimille) ja niiden jakeluinfrale vuoteen 2020 ja 2030 mennessä sekä toimenpiteet, joilla tavoitteet saavutetaan.
Isännöintiliitto	Isännöintiliitto tarjoaa yhteyden taloyhtiöihin ja siten tiedotuskanavan mm. akkujen turvalliseen käyttöön ja latauspisteiden rakentamiseen liittyvissä asioissa.
Lähienergialiitto	Lähienergialiiton tavoitteena on edistää uusiutuvan ja älykkään energian käyttöä.
SESKO	SESKO ry on Suomen sähköteknisen alan standardointijärjestö. Akkujen standardointia käsitellään Akut ja energiavarastot -komiteassa ja kierrätykseen liittyviä asioita Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden ympäristönäkökohdat -komiteassa.
STEK	STEK tuottaa ja jakaa tietoa sähköön turvalliseen ja luotettavasta käytöstä, energiatehokkaista sähköistysratkaisuista sekä älykkästä sähköön käytöstä. Sen jäseniä ovat valtakunnalliset yhdistykset, jotka edustavat sähkö- ja elektroniikka-alalla toimivia liikeyrityksiä ja ammattiryhmiä.

KERÄYSJÄRJESTELMÄT

Yrityksiä

Akkukierrätys Pb	Akkukierrätys Pb Oy on lyijyakkujen kierrätykseen erikoistunut yritys, joka huolehtii lyijyakkuja maahantuovien yritysten tuottajavastuunvelvoitteista: käytöstä poistettujen lyijyakkujen asiallisesta keräys- ja kierrätystoiminnasta, kuluttajätiedotuksesta sekä raportoinnista viranomaiselle. Lyijyakkuja kerätään Suomessa noin 20 000 tonnia vuodessa. Keräysverkosto muodostuu sadoista keräyspisteistä sekä useista akut noutavista operaattoreista. Lyijyakkujen kierrätysoperaattorit esikäsittelevät akut ja toimittavat ne sitten yhteistyökumppaneiden kierrätysprosesseihin. Lyijystä saadaan talteen lähes 97 prosenttia ja se käytetään pääasiassa uusien akkujen valmistukseen. Muovikuoret kierrätetään muoviteollisuuden käyttöön.
ERP Finland	ERP Finland on kannettavien akkujen ja paristojen tuottajayhteisö. Se vastaa jäsenikseen liittyneiden kannettavien akkujen ja paristojen maahantuojien puolesta käytöstä poistettujen akkujen keräyksestä kierrätyksestä. Käytännössä kierrätysverkosto on yhteinen Recser Oy:n kanssa.
Recser Oy	Recser Oy on kannettavien akkujen ja paristojen tuottajayhteisö. Se vastaa jäsenikseen liittyneiden kannettavien akkujen ja paristojen maahantuojien puolesta käytöstä poistettujen akkujen keräyksestä ja kierrätyksestä. Recser koordinoi laajaa sopimustoimittajaverkostoa ja ylläpitää keräys- ja kierrätysjärjestelmää sekä ohjeistaa kuluttajia ja tuottajavastuutoimijoita Paristokierrätys -sivustollaan.
Suomen Autokierrätys	Suomen Autokierrätys on hakenut ajovoima-akkujen tuottajayhteisöksi. Toteutuessaan tuottajavastuu koskee myös muita auton sähköjärjestelmien ylläpitoon tarvittavia akkuja. (Auton) akkupakettien kierrätys käytännössä purkulinjoineen on monimutkainen kokonaisuus, sillä auton akkupaketti koostuu satojen kennojen lisäksi mm. akustonvalvontajärjestelmästä (BMS). Kennomateriaalien osuus akkupaketin painosta on vain noin puolet.
Teollisuus- ja ajoneuvoakkujen maahantuojat	Ajoneuvoakkuja ovat mm. ajoneuvojen lyijypohjaiset käynnistysakut. Näiden akkujen tuottajavastuuyhteisönä toimii Akkukierrätys Pb. Teollisuusakkuja ovat mm. sähköautojen ajovoima-akut, mutta myös muiden liikkumisvälineiden, kuten sähköpyörien ajovoima-akut. Näitä akkuja tai niitä sisältäviä ajoneuvoja maahantuovat toimijat ovat velvollisia hoitamaan tuottajavastuunsa tekemällä hakemuksen Pirkanmaan ELY-keskuksen tuottajarekisteriin.
Kaupat	Tuottajavastuulainsäädännön mukaan akkuja ja paristoja myyvien kauppojen tulee ottaa kuluttajilta maksutta vastaan kaikki käytetyt kannettavat akut ja paristot. Maahantuojat ja valmistajat vastaavat paristojen ja akkujen jätehuollosta ja sen kustannuksista kaupoista eteenpäin. Kauppojen akku- ja paristokeräystä, varastointia ja noutoa ohjeistaa tuottajayhteisö Recser Oy.
Elker, SERTY, Tramel	Vaikka sähkö- ja elektroniikkaromun palautuspisteisiin ei tulisi palauttaa paristoja ja akkuja, palautuu niitä kuitenkin laitteiden sisällä. Tämän vuoksi käytännössä myös sähkö- ja elektroniikkaromun tuottajien voidaan katsoa olevan osa akkuekosysteemiä.

Taustavaikuttajia

Suomen autopurkamoliitto	Suomen autopurkamoliitto on autopurkamoalan taustavaikuttaja.
Ympäristöministeriö	Ympäristöministeriö vastaa mm. yhdyskuntia, rakennettua ympäristöä, asumista, luonnon monimuotoisuutta, luonnonvarojen kestäväää käyttöä ja ympäristönsuojelua koskevien asioiden valmistelusta valtioneuvostolle ja eduskunnalle.

KIERRÄTYS

Yrityksiä

Akkuser	Nivalassa toimiva Akkuser Oy käsittelee kierrätysprosessissaan litiumioniakkuja, alkaliparistoja sekä nikkelimetallihydridiakkuja Dry Technology -menetelmällä. Litiumioniakuista erotellaan koboltti, kupari ja rauta, alkaliparistoista musta massa ja rauta ja nikkelimetallihydriakuista nikkeli ja koboltti. Prosessissa erotellut materiaalit toimitetaan jatkojalostukseen yhteistyökumppaneille, kuten Freeport Cobaltille (koboltti) ja Tracegrowlle (sinkki ja mangaani). Litiumioniakkujen kierrätys on keskittynyt erityisesti korkeakobolttisten akkujen käsittelyyn, mutta Akkuserillä on keväällä 2018 käynnissä tuotekehitysprojekti vähäkobolttisten akkujen kierrättämiseksi.
Fortum Waste Solutions	Fortum Waste Solutions on teollisuusakkujen kierrätysoperaattori.
Kuusakoski	Kuusakoski on lyijyakkujen kierrätysoperaattori.
Stena Recycling	Stena Recycling on mm. sähkö- ja elektroniikkaromun ja autojen kierrätysoperaattori, jolla on tutkimushankkeita neodyymin talteenotosta sekä litiumioniakkujen kierrätyksestä .
Suomen Akkukeräys	Suomen Akkukeräys on lyijyakkujen kierrätysoperaattori.
TraceGrow	TraceGrow ryhtyy jalostamaan alkaliparistojen sisältämiä hivenaineita , kuten mangaania ja sinkkiä, maatalouden ravinteiksi. Jalostuksen lähtöaineena on musta massa, jonka Akkuser on erottanut alkaliparistojen kierrätysprosessissa.
URecycle	URecyclen toiminta koostuu mm. kannettavien paristojen ja akkujen murskauksesta, teollisuusakkujen kierrätyksestä sekä akkujen pakkaus-, kuljetus- ja seurantajärjestelmästä. Toimintaa on tällä hetkellä Suomessa, Ruotsissa sekä Iso-Britanniassa. Tutkimusprojekteja on käynnissä mm. alkaliparistojen ja litiumionikennojen raaka-aineiden jatkojalostamisesta.

Tutkimusta

Aalto-yliopisto	Aalto-yliopiston hydrometallurgian ja korroosion tutkimusryhmässä tutkitaan mm. metallien talteenottoa litiumioni- ja nikkelimetallihydriakuista.
JyU	Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella tutkitaan mm. kriittisten metallien talteenottoa kierrätysmateriaaleista, harvinaisia maametalleja sekä mixed metal -oksidin valmistusta kierrätettyjen akkujen materiaaleista.

Taustavaikuttajia

Uusioraaka-aineliitto	Uusioraaka-aineliiton jäsenistöön kuuluu tuottajayhteisöjä ja kierrätysoperaattoreita.
Romukauppiain liitto	Romukauppiain liitto on romu- ja jäteraaka-ainekaupan taustavaikuttaja.
SYKE	Suomen ympäristökeskus (SYKE) mm. valvoo jätteiden kansainvälisiin siirtoihin liittyviä asioita Suomessa.

YKSITYISIÄ TUTKIMUSLAITOKSIA JA KONSULTTIFIRMOJA

VTT	VTT:n akkuosaamisaluetta ovat mm. akkujen suorituskyvyn ja käyttöiän mallinnus sekä varastointiteknologioiden tutkimus. VTT:llä on akkuteknologian testaustilat.
Gaia	Gaia on tehnyt selvityksiä useille toimeksiantajille akkujen elinkaaren eri vaiheista.
Not Innovated Here	Not Innovated Here on tehnyt Kriittiset metallit ja huoltovarmuus -selvityksen Huoltovarmuuskeskukseksi. Se on myös ollut mukana määrittelemässä sähkö- ja hybridautojen ajovoima-akkujen kierrätysjärjestelmää.

AKKUIHIN LIITTYVIÄ VERKOSTOJA

Tuottajayhteisöjen neuvottelukunta TYNK	Tuottajayhteisöjen neuvottelukunta TYNK edustaa jäsenikseen liittyneitä Suomessa toimivia tuottajayhteisöjä.
Teollisuusakkujen neuvottelukunta TANK	TANK edustaa teollisuusakkujen maahantuoja.
Litiumakkutyöryhmä	Litiumakkutyöryhmä tarkastelee erityisesti akkujen kuljetukseen liittyviä kysymyksiä. Ryhmän jäseniä ovat mm. Trafi, Pirkanmaan ELY-keskus, Rec-ser Oy, Elker Oy ja Posti.
Sähköautot – Nyt! -yhteisö	https://www.facebook.com/groups/sahkoautot.nyt/
Uusi Energiapolitiikka -yhteisö	https://www.facebook.com/groups/740342559331216/