

## Väitöstiedote

**Väitös 08.04.2022**

# Positiivielektrodien elinikä ja kierrätys Li-ioniakuissa

<b>Väitöskirjan nimi</b>	Cycle Life and Recycling of Positive Electrode Materials in Li-Ion Batteries
<b>Väitöskirjan sisältö</b>	<p>Liikenteen sähköistymisen myötä Li-ioniakkujen kysyntä on kasvanut voimakkaasti viime vuosina. Akkutuotannon lisääntyminen on johtanut haasteisiin materiaalien kestävässä tuottamisessa sekä moninkertaistanut syntyvän akkujätteen määrän. Raaka-aineiden riittävyyden turvaamiseksi ja tuotannon aiheuttaman ympäristökuorman minimoimiseksi on tärkeä selvittää, miten materiaalit kestäisivät käyttöä mahdollisimman pitkään, ja toisaalta miten ne saataisiin tehokkaasti kiertoon, kun akku saavuttaa elinkaarensa pään. Tässä väitöstyössä tutkittiin, miten seostusaineet ja epäpuhtaudet vaikuttavat Li-ioniakkujen positiivielektrodimateriaalien elinikään ja kierrätettävyyteen, sekä esiteltiin uusi kierrätysmenetelmä.</p> <p>Positiivielektrodimateriaalien seostaminen on ollut yksi suosituimmista akkumateriaalien ominaisuuksien muokkauskeinoista jo pari vuosikymmentä. Tutkimuksen elinikään keskittyvän puolen tarkoituksena olikin syventää jo aikaisemmin olemassa ollutta tietoa. Tulokset osoittavat, että seostuksen lisääminen eri synteisivaiheissa vaikuttaa selvästi positiivielektrodimateriaalin elinikään. Elinikä paranee, kun seostusaineet lisätään synteessin viimeisessä vaiheessa.</p> <p>Seostuksen ja epäpuhtauksien vaikutusta kierrätysprosesseihin ja erityisesti niistä saataviin tuotteisiin oli tutkittu vain vähän ennen tätä työtä. Työn tulosten perusteella epäpuhtauksien vaikutus kierrätettyihin akkumateriaaleihin vaihtelee. Jos epäpuhtauksia pääsee kierrätettävään materiaaliin kierrätysprosessin aikana, madaltaa se materiaalin kapasiteettia. Jos taas kierrätetyn materiaalin rakenne ja koostumus säilyvät kierrätysprosessin läpi, parantaa se uudelleenkäytettävän materiaalin elinikää suhteessa seostamattomaan materiaaliin eikä vaikuta kapasiteettiin. Näiden tulosten perusteella nykyprosesseja voitaneen muokata paremmiksi, ja toisaalta työssä esitetty vaihtoehtoinen kierrätystapa positiivielektrodimateriaaleille saattaa mahdollistaa usean välivaiheen poistamisen nykyisistä prosesseista ja näin ollen vähentää kierrätyksen talous- ja ympäristökuormaa.</p>
<b>Väitöskirjan ala</b>	Fysikaalinen kemia
<b>Väittelijä ja väittelijän yhteystiedot</b>	Diplomi-insinööri Katja Lahtinen katja.lahtinen@aalto.fi
<b>Väitöksen ajankohta</b>	8.4.2022 klo 12
<b>Etäväitöksen osoite</b>	<a href="https://aalto.zoom.us/j/61927475307">https://aalto.zoom.us/j/61927475307</a>
<b>Paikka</b>	Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu, Komppa-sali, Kemistintie 1, (sisäänkäynti Biologinkujan puolelta pääovesta), 02150 Espoo
<b>Vastaväittäjä(t)</b>	Apulaisprofessori Reza Younesi, Uppsala University, Sweden
<b>Valvoja</b>	Professori Tanja Kallio, Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu
<b>Väitöskirjan verkko-osoite</b>	<a href="https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51">https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51</a>
<b>Avainsanat</b>	Li-ioniakku, positiivielektrodimateriaali, elinikä, kierrätys, seostus

## Press release

## Defence on 8 April 2022

# Lifetime and recycling of positive electrodes in Li-ion batteries

**Title of the doctoral thesis** Cycle Life and Recycling of Positive Electrode Materials in Li-Ion Batteries

**Content of the doctoral thesis**

The demand for Li-ion batteries has increased rapidly due to the electrification of transportation in recent years. The increase in battery production has induced challenges related to the sustainability of the material production and multiplied the amount of generated battery waste. To ensure that the amount of raw materials is sufficient in the future as well, it is important to investigate how the materials can endure the use as long as possible, and on the other hand, how they could be efficiently recycled when the battery reaches its end-of-life. In this thesis, the effect of dopants and impurities on the lifetime and recyclability of positive electrode materials for Li-ion batteries was investigated. In addition, a new possible recycling method for them was presented.

Doping of positive electrode materials has been one of the most popular modification methods for battery materials already for a few decades. Thus, the purpose of the lifetime-related part of this work was to deepen the already existing knowledge on the topic. The results show that adding dopants at different stages of synthesis affects the lifetime of the positive electrode material. The lifetime improves when the dopant is added in the last stage of the synthesis.

The impact of doping and impurities on the recycling processes and especially on the obtained products had been investigated only a little before this work. The results show that the effect of impurities on the recycled materials varies. If the recycled material is contaminated during the recycling process, its capacity decreases. If, on the other hand, the structure and consistency of the recycled material are preserved through the recycling process, the lifetime and capacity of the reused material are better compared to a non-doped material. Based on the results, it might be possible to improve the state-of-art processes. On the other side, the alternative recycling method presented in this work might enable removing several stages from the current processes and thus decrease the economic and environmental burden of the recycling.

**Field of the doctoral thesis** Physical Chemistry

**Doctoral candidate and contact information** M.Sc. (Tech.) Katja Lahtinen  
katja.lahtinen@aalto.fi

**Defence date and time** 08 April 2022 at 12 o'clock

**Remote defence** <https://aalto.zoom.us/j/61927475307>

**Place of defence** Aalto University School of Chemical Engineering, Lecture Hall Ke2 (Komppa-Sali), Kemistintie 1, (main door at Biologinkuja) 02150 Espoo

**Opponent(s)** Associate Professor Reza Younesi, Uppsala University, Sweden

**Custos** Professor Tanja Kallio, Aalto University School of Chemical Engineering

**Link to electronic thesis** <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51>

**Key words** Li-ion battery, positive electrode material, lifetime, recycling, doping