

Ronja Stauffer

# **AKKUJEN KIERRÄTYS EUROOPASSA JA SUOMESSA**

Kandidaatintyö  
Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta  
Tarkastaja: Tomi Roinila, apulaisprofessori  
Toukokuu 2020

# TIIVISTELMÄ

Ronja Stauffer: Akkujen kierrätys Euroopassa ja Suomessa  
Kandidaatintyö  
Tampereen yliopisto  
Tieto- ja sähkötekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma  
Toukokuu 2020

---

Tämä kandidaatintyö on tehty yhteistyössä Sandvik Mining and Construction Finland Oy:n kanssa. Työn tarkoituksena on selvittää akkujen kierrätykseen vaikuttavia lakeja, standardeja ja määräyksiä Suomessa ja Euroopassa. Tarkoituksena on myös selvittää, kuinka akkujen kierrätys toimii Suomessa käytännössä ja miksi akkujen kierrätys on niin tärkeää. Työssä käsitellään myös lyhyesti akkualan tulevaisuuden näkymiä ja litiumakkujen aiheuttamia erityishaasteita jätealalle.

Ainut täysin akkuja käsittelevä Euroopan unionin lainsäädännön osa on niin sanottu EU:n akku- ja paristodirektiivi (2006/66/EY). Direktiivin asettamien tavoitteiden toteutumista seurataan kolmen vuoden välein julkaistavan EU:n komission kokoaman kertomuksen avulla. Viimeisin komission julkaisema kertomus on vuodelta 2019. Suomessa merkittävimmät akkujen keräystä ja kierrätystä käsittelevät teokset ovat valtioneuvoston asetus paristoista ja akuista (3.7.2014/520), ympäristönsuojelulaki (27.2014/527), ja jätelaki (17.6.2011/646). Näitä kaikkia edellä mainittuja teoksia käsitellään työssä omissa alaluvuissaan. Akkujen kierrätyksen tärkeyteen, akkujen kierrätyksen käytännön toteutukseen Suomessa ja suomalaiseen akkujen loppukäsittelyosaamiseen perehdytään myös omissa alaluvuissaan.

Työn tuloksena käy ilmi, kuinka epätarkka ja puutteellinen tämänhetkinen lainsäädäntömme on. EU:n jäsenmaiden toimintatapoja täytyy yhtenäistää vertailun mahdollistamiseksi ja paristodirektiivin monitulkintaisuus tulee karsia minimiin. Akkumarkkinat käyvät parhaillaan läpi suurta muutosta litiumakkujen vallatessa markkinoita. Tämä vaatii nopeaa toimintaa ja valmistautumista niin jätehuollon kuin lainsäädännönkin kannalta. Akkujen kierrättäminen on tärkeää, jotta saamme turvattua akkuihin käytettävien raaka-aineiden riittävyyden tulevaisuudessakin. Erityisen tärkeää on, etteivät akut päädy enää väärin kierrätyskanaviin. Akkujen oikeaoppisen kierrätyksen tärkeys tiivistyy ympäristöstä ja ihmisten terveydestä huolehtimiseen.

Avainsanat: Akku, paristo, akkujen kierrätys, akkujäte, paristodirektiivi

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# ALKUSANAT

Tämä kandidaatintyö on toteutettu yhteistyössä Sandvik Mining and Construction Finland Oy:n kanssa. Idea työhön tuli kandiseminaarin aloitusluennolla Sandvikin tarjoamasta valmiista aiheesta. Erityiskiitokset Jari Virolaiselle akkuihin liittyvästä pohjatiedosta ja mielenkiintoni herättämisestä aiheeseen.

Tampereella, 28.4.2020

Ronja Stauffer

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
2. AKKU .....	3
2.1 Akkutyypit .....	3
2.2 Akkujen elinkaari .....	4
2.3 Akkujen kierrätyksen tärkeys .....	5
3. AKKUJEN KIIERRÄTYS EU:SSA .....	6
3.1 EU:n paristodirektiivi .....	6
3.2 Paristodirektiivin tavoitteiden toteutuminen .....	10
4. AKKUJEN KIIERRÄTYS SUOMESSA .....	13
4.1 Säädökset Suomessa .....	13
4.2 Akku kierrätyksen toteutus käytännössä .....	16
4.3 Akkujen loppukäsittelytekniikka Suomessa .....	17
5. LITIUMAKUT JA NIIDEN ERITYISVAATIMUKSET JÄTEHUOLLOLLE .....	19
6. YHTEENVETO .....	22
LÄHTEET .....	24

# 1. JOHDANTO

Akkujen ja paristojen määrä markkinoilla kasvaa jatkuvasti. Sähköautojen suosion kasvaminen on yksi merkittävimpiä tekijöitä litiumakkujen määrän kasvulle. Sähköverkkojen käydessä läpi energiamurrosta, erilaisten energiavarastosovellusten yleistyminen on odotettavissa lähivuosina. Näistä ja lukuisista muista syistä kyseisen trendin ei odoteta muuttuvan vielä pitkään aikaan. Samaan aikaan kun akkujen ja paristojen määrä markkinoilla kasvaa, jo markkinoilla olevat akut vanhenevat ja tulevat elinkaarensa päähän.

Toinen merkittävä näkökulma tämän työn kannalta on yhteiskunnassamme pintansa pitävä ajatusmalli kiertotaloudesta. Kiertotaloudessa pyritään säilyttämään tuotteen, materiaalin tai raaka-aineen arvo mahdollisimman pitkään jatkuvalla uusiokäytöllä. Kiertotalouden nähdään olevan nykyistä kestävämmän talousjärjestelmän edellytys toimivaan tulevaisuuteen ja sitä sovelletaan myös akkujen ja paristojen kohdalla. Nykyisistä määryksistä, tiedotuksista ja järjestelyistä huolimatta suuri osa akku- ja paristojätteestä maailmalla päättyy yhä sekajätteen mukana kaatopaikoille ja poltettavaksi. Litiumakuista noin 95% päättyy yhdyskuntajätteen mukana kaatopaikoille kierrätyksen sijaan. [1] Akkujen sisältämien raskasmetallien ja myrkyllisten kemikaalien päätyminen luontoon tavallisten jätteiden hävittämismenetelmien kautta on herättänyt huolta ja keskustelua niin ympäristöllisistä kuin terveydellisistä syistä. Akkujen ja paristojen keräykseen, kierrätykseen ja valmistukseen liittyviä lakeja ja tavoitteita päivitetään jatkuvasti parempien kiertotaloudellisten tulosten saavuttamiseksi.

Tämän kandidaatintyön tarkoituksena on avata akkujen ja paristojen elinkaareen, keräykseen ja kierrätykseen liittyviä lakeja ja tavoitteita niin Euroopassa kuin Suomessa. Työssä tutustutaan myös tämänhetkiseen akkujen kierrätyskäytäntöön Suomessa. Tarkoituksena on antaa perusteellinen ja läpinäkyvä katsaus akkujen ja paristojen keräyksen ja kierrätyksen nykytilasta sekä ajankohtaisesta keskustelusta aiheeseen liittyen. Tässä työssä käsitellään myös akkujen ja paristojen kierrätyksen tärkeyttä ja merkitystä ympäristön kannalta.

Työn alussa, luvussa 2, käsitellään yleisesti akkujen ja paristojen määritelmää ja luokittelua, elinkaarta sekä kierrätyksen tärkeyttä niin nykypäivän kuin myös tulevaisuuden kannalta. Tämän jälkeen luvussa 3 tutustutaan Euroopan unionin määräyksiin ja tavoit-

teisiin akkuihin ja paristoihin liittyen. Tässä luvussa käsitellään myös Euroopan komission tiedotteiden perusteella voimassa olevien lakien ja määräysten tähänastisista toteutuksista Euroopassa ja Suomessa. Tämän jälkeen rajataan aihealuetta käsiteltäessä akkujen ja paristojen kierrätystä Suomessa, luvussa 4. Merkittävimmät aiheeseen liittyvät määräykset ja rajoitukset Suomessa pohjautuvat jätelakiin, ympäristönsuojelulakiin sekä valtioneuvoston asetukseen paristoista ja akuista. Näitä käsitellään yksityiskohtaisemmin omissa alaluvuissaan. Luvussa 4 käsitellään myös akkujen kierrätyksen toteuttamista käytännössä nykyajan Suomessa. Luvussa 5 perehdytään lyhyesti akkumarkkinoiden muutokseen ja litiumakkujen erityisvaatimuksiin jätehuollolle. Kyseisessä luvussa tarkastellaan siis tulevaisuuden näkymiä akkualalla. Lopuksi luvussa 6 kootaan kaikista edellä mainitusta kokonaisuuksista tiivis yhteenveto.

## 2. AKKU

Tässä kandidaatintyössä akulla ja paristolla tarkoitetaan laitetta, joka toimii sähköenergian lähteenä ja jossa kemiallista energiaa muunnetaan suoraan sähköenergiaksi. Toinen määritelmä akulle tai paristolle voidaan katsoa olevan sähköenergiavarasto.

Akut ja paristot koostuvat yhdestä tai useammasta sarjaan kytketystä kennosta, jotka taas koostuvat positiivisesti ja negatiivisesti varautuneista levyistä, elektrolyytistä ja kotelosta. Akuilla on primääri- ja sekundäärireaktio. Akun voi siis ladata ja purkaa. Paristoksi kutsutaan tässä työssä akkua, jolla on vain yksisuuntainen primäärireaktio, eli sitä ei voi ladata ja käyttää uudestaan. Akkujätettä käytetään tässä työssä synonyyminä käytetyille akuille ja paristoille.

### 2.1 Akkutyypit

Akut voidaan luokitella erilaisiin alaryhmiin useilla eri tavoilla. Tyypillisimmät tavat ovat akun käyttökohteen tai sen valmistukseen käytettyjen raaka-aineiden mukaan. EU:n paristodirektiivi [2], jota käsitellään tarkemmin luvussa 3, jakaa akut kolmeen päätyyppiin. Nämä ovat kannettavat akut ja paristot, teollisuusakut ja -paristot sekä ajoneuvoakut ja -paristot.

Kannettaviin akkuihin kuuluvat kaikki suljetut ja käsin kannettavat paristot ja akut, jotka eivät ole ajoneuvoakkuja tai -paristoja. Näitä voivat olla esimerkiksi ei ladattavat akut ja paristot (alkaliparistot ja sinkki-hiiliparistot), nappiparistot ja litiumoksidiparistot. Nämä yhdessä muodostavat 75 % EU:n kannettavista akuista ja paristoista. Loput 25 % muodostuvat uudestaan ladattavista kannettavista akuista, kuten NiCd-, NiMH-, Li-ion- ja lyijyakuista. Tähän ryhmään kuuluvia akkuja ovat esimerkiksi AA- ja AAA-paristot, puhelimien, tietokoneiden, sähköhammasharjojen ja partakoneiden sekä lelujen akut ja paristot. [3]

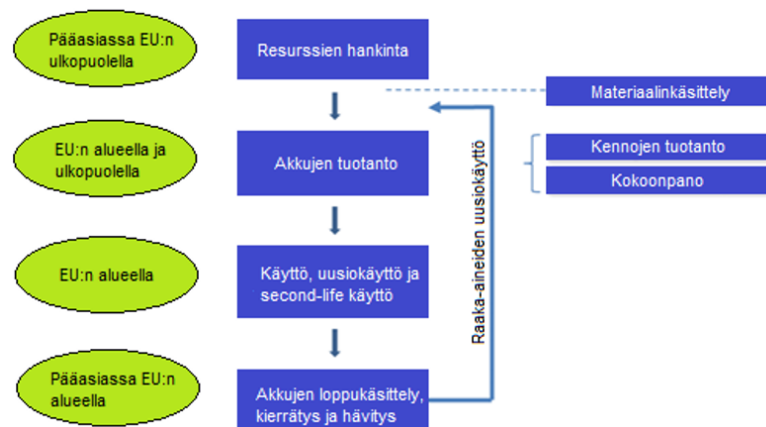
Teollisuusakut ja -paristot on suunniteltu yksinomaan ja erityisesti teollisuus- tai ammatikäyttöön tai käytettäväksi missä tahansa sähköajoneuvossa. EU:n teollisuusakuista ja -paristoista lyijyakut muodostavat 96 %, NiCd-akut 2 % ja muut 2 %. Tähän ryhmään kuuluvat esimerkiksi varavoima-akut sekä sähköautojen akut. [3]

Ajoneuvoparistoja ja -akkuja käytetään ajoneuvojen käynnistämiseen ja valaistukseen sekä ajoneuvojen sytytysjärjestelmien virtalähteenä.[3] Hybridi-autoissa käytetään pääasiassa kahdentyyppisiä akkuja. Ensimmäinen näistä on tyypillisesti 12 V:n lyijyaku, ja

tämä luokitellaan ajoneuvoakuksi. Toinen on tyypillisesti litiumioni- tai nikkelimetallihybridiaakku, joka taas luokitellaan teollisuusakuksi.

## 2.2 Akkujen elinkaari

Akun elinkaari on prosessi, joka kattaa akun koko olemassaoloajan vaiheet. Esimerkki tällaisesta prosessista päävaiheineen on esitetty alla olevassa kuvassa 1. Akkujen elinkaari alkaa akkutypin eli raaka-aineiden valinnalla sekä akun rakenteen toteutuksen suunnittelulla. Tämän jälkeen on vuorossa raaka-aineiden eli resurssien hankinta, ja tämä tapahtuu tyypillisesti EU:n ulkopuolisilla alueilla. Raaka-aineiden prosessointi tapahtuu joko EU-alueella tai sen ulkopuolella. Seuraavaksi raaka-aineet kuljetetaan tehtaalte, jossa akku valmistetaan. Näillä tehtailla tapahtuu siis kennojen tuotanto ja lopullisten akkujen kokoonpano. Akkuja valmistavia tehtaita sijaitsee niin EU-alueella kuin sen ulkopuolellakin.



**Kuva 1. Akun elinkaaren vaiheet EU:n alueella [muokattu lähteestä 5].**

Tämän jälkeen akut pakataan ja kuljetetaan käytettäväksi. Tämä tapahtuu luonnollisesti EU-alueen sisällä, kun tarkasteltavana on EU-alueen akkumarkkinat. Valmiit akut voivat päätyä suoraan niiden loppukäyttäjille, varastoon tai myytäväksi eteenpäin ja tätä kautta viimeistään loppukäyttäjille. Käytön ja mahdollisen uusiokäytön jälkeen akusta tulee jäätettä. Parhaassa tapauksessa akkujäte kuljetetaan mahdollisilta osilta kierrätettäväksi. Kierrätetyt materiaalit uusiokäytetään uusien akkujen raaka-aineina. Suuri osa akuista päättyy valitettavasti nykyään väärään kierrätysväylään eli yhdyskuntajätteenä kaatopaikoille ja poltettavaksi. Osa akuista ja paristoista jää myös ihmisille varastoon tai päättyy laitteiden sisällä väärin loppukäsiteltäviksi. Vaihtoehtoinen tapa akkujätteen välittömälle hävitykselle on akun uusio- tai second-life käyttö. Akun uusiokäytöllä tarkoitetaan akun kunnostamista ja uudestaan käyttöön ottamista. Second-life käytöllä taas tarkoitetaan akun käyttöönottoa muussa kuin sen alkuperäisessä käyttökohteessa. Tällöin akku saa niin sanotusti toisen käyttökerran.



## 2.3 Akkujen kierrätyksen tärkeys

Merkittävimmät näkökulmat akkujen kierrätyksen tärkeyteen liittyvät ympäristön kuormitukseen ja ihmisille aiheutuviin terveysvaikutuksiin. Näiden arvioimiseen yleisesti käytetty menetelmä on elinkaarianalyysi. Elinkaarianalyysi voidaan rajata monella eri tavalla, mutta yleensä se alkaa aina tuotteen raaka-aineesta sekä valmistuksesta ja päättyy käytetyn lopputuotteen lopulliseen hävittämiseen. [4] Tätä prosessia käsiteltiin jo edellisessä luvussa.

Akkujen elinkaaren vaikutusten merkittävimmät tekijät ovat akkutyypin eli akkuun käytetyt raaka-aineet ja näiden määrät, akun suorituskyky sekä käytetyn akun kierrätystehokkuus. Elinkaarianalyysin toteutukseen on useita eri menetelmiä, ja näiden analyysien tulosten keskinäinen vertailu erityisesti akkujen kohdalla on nykyään todella hankalaa. Tämä johtuu akkutyypin moninaisuudesta sekä valmistuksen ja lopullisen hävityksen puutteellisista tai vaihtelevista tiedoista, joiden perusteella joudutaan tekemään ratkaiseviakin oletuksia. Jotta eri akkutyypin ympäristöllisiä vaikutuksia ja ihmisille aiheutuvia terveysvaikutuksia voitaisiin luotettavasti vertailla keskenään, tulisi nykyiset elinkaarianalyysimenetelmät yhtenäistää yleisten standardien avulla. Toteutettujen akkujen elinkaarianalyysien perusteella voidaan kuitenkin päätellä, että tehokkaimmat menetelmät akun kokonaisvaltaisten ympäristövaikutusten vähentämiseksi ovat akkujen kierrätysasteen nostaminen, akkujen suorituskyvyn nostaminen ja akkujen sisältämien vaarallisten aineiden pitoisuuksien vähentäminen ilman, että akun suorituskyky kärsii tästä. On myös perusteltua todeta, että akun lopullinen hävittämisvaihe on ylivoimaisesti tärkein tekijä määritettäessä akkusysteemin kokonaisvaikutuksia ympäristölle ja ihmisten terveydelle akkujen elinkaaren aikana. [4] Akkujen elinkaaren päävaiheiden välisillä kuljetuksilla ja varastoinneilla on myös merkitystä määriteltäessä ympäristölle aiheutuvaa rasitusta. Näiden huomioiminen on olennainen osatekijä ympäristörasituksia minimoitaessa.

EU:n komission päätöksen 2000/532/EC:n liitteenä on julkaistu lista vaarallisista aineista. Tämän listauksen mukaan vaarallisimmat akut ympäristö- ja terveysvaikutusten perusteella ovat elohopea-, lyijy- ja nikkeli-kadmium-akut. EU:n komission vastaus kysymykseen miksi meidän tulisi kierrättää akkuja on seuraava: Akkujen kierrätys auttaa säästämään resursseja ja se lisää akkujen toimitusvarmuutta, kun talteen otetut materiaalit kuten nikkeli, koboltti ja hopea voidaan kierrättää uusiokäyttöön. Kierrätettyjen metallien käyttö uusien akkujen ja paristojen valmistukseen vähentää myös energiankulutusta. [3]

## 3. AKKUJEN KIERRÄTYS EU:SSA

Euroopan unionin alueella lainsäädännön ohjeet tulevat joko yhdessä Euroopan unionin neuvostolta ja Euroopan parlamentilta tai yksin neuvostolta. Näitä lainsäädäntöohjeita kutsutaan direktiiveiksi ja ne antavat kansallisille lainsäätäjille toimintaohjeet lakien säätämiseen. Direktiivin sisältö tulee toteuttaa kussakin EU:n jäsenmaassa, mutta toteuttamisen keinot voivat vaihdella.

Tässä luvussa käsitellään erityisesti direktiiviä 2006/66/EY, joka esitellään tarkemmin seuraavassa alaluvussa 3.1. Mainittu direktiivi on ainut täysin akkuja ja paristoja käsittelevä EU:n lainsäädännön osa. Direktiiviä käsitellään kuitenkin melko valikoidusti sekä pintapuolisesti tämän työn rajallisen sisällön ja pituuden vuoksi. Alaluvussa 3.2 tarkastellaan edellä mainitun direktiivin vaikutuksia ja direktiivin asettamien tavoitteiden toteutumista EU:ssa.

### 3.1 EU:n paristodirektiivi

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/66/EY [2], joka on annettu 6 päivänä syyskuuta 2006, paristoista ja akuista sekä käytetyistä paristoista ja akuista, kumoamaan direktiivi 91/157/ETY, määrittää aihepiiriltään seuraavasti: Direktiivissä vahvistetaan vaarallisia aineita sisältävien akkujen ja paristojen markkinoille saattamisen kieltä sekä säännöt koskien markkinoille saatettavia akkuja ja paristoja. Kyseisessä direktiivissä vahvistetaan myös erityissäännöt käytettyjen akkujen ja paristojen keräystä, kierrätystä, käsittelyä ja hävittämistä koskien, asiaa koskevan jätelainsäädännön täydentämiseksi sekä akkujen ja paristojen keräys- ja kierrätystason kasvattamiseksi. [2]

Tässä niin kutsutussa EU:n paristodirektiivissä, kuten tästä eteenpäin siihen viitataan, akut ja paristot on jaettu kolmeen eri tyyppiin kuten luvussa 2 on esitetty. Paristodirektiiviä sovelletaan kaikkiin akkuihin ja paristoihin pois lukien akut, joita käytetään sotilaallisiin tarkoituksiin sekä akut, jotka on suunniteltu avaruuteen lähetettäväksi.[2]

#### 3.1.1 Kiellot, tavoitteet, toimet sekä rahoitus

Paristodirektiivin 4. artikla käsittelee kieltoja. Sen mukaisesti jäsenmaiden on kiellettävä kaikki paristot ja akut, joissa on yli 0,0005 painoprosenttia elohopeaa tai yli 0,002 painoprosenttia kadmiumia. Muutamia poikkeuksia löytyy kuten enintään 2 painoprosenttia

sisältävät nappiparistot tai kadmiumia sisältävät akut, joita käytetään hätä- tai hälytysjärjestelmissä tai lääkinnällisissä laitteissa sekä johdottomissa työkaluissa. [2,6] Näitä poikkeuksia lukuun ottamatta paristodirektiivillä on selkeä tavoite kieltää elohopean ja kadmiumin käyttö akuissa niiden vaarallisuuden ja haitallisuuden takia.

Artiklan 7 mukaan paristodirektiivin keskeisenä tavoitteena on kuljetusten ympäristövaikutukset huomioiden maksimoida akkujen ja paristojen erilliskeräys sekä minimoida näiden hävittäminen sekalaisena yhdyskunta jätteenä. Päämääränä on saavuttaa mahdollisimman korkea kierrätystaso käytetyille akuille ja paristoille. Keräysjärjestelmät ovat olennainen osa tämän päämäärän saavuttamista. Artiklassa 8 määrätään, että jäsenvaltioiden on kehitettävä asianmukainen järjestelmä tämän mahdollistamiseksi. [2] Tämän määräyksen käsittelyä syvennetään lisää luvussa 4.

Edellä mainitun päämäärän saavuttamiseksi myös taloudelliset ohjaukeinit, kuten eriytettyjen verokantojen käyttöön ottaminen, on sallittua. Artiklasta 10 löytyy myös keräystavoitteet, joilla ohjataan jäsenvaltioita kohti haluttua päämäärää. Jäsenvaltioiden on laskettava vuosittaisista keräys- ja myyntiluvuista, kaikille jäsenmaille yhteisen laskenta menetelmän mukaisesti, keräysaste ja koottava kertomus siitä, kuinka tämän laske- miseksi tarvittavat tiedot on saatu sekä onko jäljempänä esiteltävä kierrätystehokkuus tavoite savutettu. Tämä tieto on raportoitava komissiolle kuuden kuukauden kuluessa kyseisen kalenterivuoden päättymisestä. Vähimmäistavoitteet kannettavien akkujen ja paristojen keräysasteissa, jotka jäsenmaiden on savutettava ovat seuraavat: 25% viimeistään 26.8.2012 ja 45% viimeistään 26.8.2016. [2] Näiden tavoitteiden toteutumista käsitellään seuraavassa alaluvussa 3.2.

Artiklassa 12 käsitellään akkujätteen käsittelyä ja kierrätystä. Sama aihe jatkuu artikloissa 13 ja 14 tarkennuksineen. Artiklan 13 mukaan jäsenvaltioiden on edistettävä uusien kierrätys- ja käsittelytekniikoiden kehitystä sekä akkujen ja paristojen kustannustehokkaita ja ympäristöystävällisiä kierrätysmenetelmien tutkimusta. Tämän lisäksi käsittelylaitoksia on kannustettava ottamaan käyttöön määrättyjä sertifioituja ympäristöasioi- den hallintajärjestelmiä. Artiklan 14 mukaan jäsenvaltioiden on kiellettävä käytettyjen teollisuusparistojen ja -akkujen ja ajoneuvoparistojen ja -akkujen jäännösten hävittäminen polttamalla tai sijoittamalla niitä kaatopaikalle. Artiklan 12 mukaan tämän on kuitenkin sallittua, jos akut ja paristot on käsitelty ja kerätty artiklan 12 1. kohdan mukaisesti. Artikla 15 käsittelee akkujätteen vientiä jäsenmaan ulkopuolelle ja tätä käytäntöä toteuttaessa on noudatettava asetusta (ETY) N:o 259/93. [2]

Tarkemmat käsittely- ja kierrätysvaatimukset ilmenevät paristodirektiivin liitteestä III. Tämän mukaan käsittelyn on toteuduttava niin, että käsittelytoimiin sisältyy vähintään kaikkien nesteiden ja happojen poisto akuista sekä paristoista. Käsittelylaitoksessa tapahtuvan käsittelyn ja tarvittaessa varastoinnin on tapahduttava tiloissa, joissa on läpäisemättömät pinnat ja soveltuva säänkestävä kate, tai soveltuviissa säiliöissä. Kierrätys osuuden mukaan, kierrätysprosesseissa on saavutettava vähintään seuraavat kolme kierrätystehokkuutta. Keskimäärin 65 painoprosenttia lyijyparistoista ja -akuista sekä 75 painoprosenttia nikkelikadmiumparistoista ja -akuista on kierrätettävä. Tähän luetaan mukaan sellaisen lyijy- tai kadmiumsisällön mahdollisimman tehokas kierrätys, joka voidaan toteuttaa ilman liiallisia kustannuksia. Tämän lisäksi keskimäärin 50 painoprosenttia muista akuista on kierrätettävä. [2] Jäsenmaiden on kierrätettävä niin paljon lyijyä ja kadmiumia kuin mahdollista.[3]

Rahoitus on toteutettava artiklan 16 mukaisesti. Tähän on koottu muutamia esimerkkejä kyseisistä ohjeista. Jäsenvaltioiden on varmistettava, että tuottajat tai heidän puolestaan toimivat kolmannet osapuolet rahoittavat kaikki nettokustannukset, jotka aiheutuvat kaikkien 8. artiklan 1-4 kohdan mukaisesti käytettyjen kannettavien paristojen ja akkujen, teollisuusparistojen ja -akkujen sekä ajoneuvoparistojen ja -akkujen keräämisestä, käsittelystä ja kierrätyksestä. Edellä mainittujen tahojen tulee vastata myös nettokustannuksista, jotka aiheutuvat käytettyjen kannettavien akkujen ja paristojen keräystä, kierrätystä ja käsittelyä koskevista julkisista tiedotuskampanjoista. Teollisuusparistojen ja -akkujen sekä ajoneuvoparistojen ja -akkujen tuottajat ja käyttäjät voivat tehdä sopimuksia, joissa määrätään muista kuin edellä tarkoitetuista rahoitusjärjestelyistä. [2]

### **3.1.2 Loppukäyttäjien tiedottaminen**

Paristodirektiivin artiklan 20 mukaan jäsenmaiden on tiedotettava loppukäyttäjää seuraavista asioista: Akkujen ja paristojen sisältämien aineiden mahdollisista haitallisista vaikutuksista ympäristöön ja ihmisten terveyteen. Akkujen ja paristojen oikeaoppiseen hävitykseen ja sen toteutukseen käytännössä. Loppukäyttäjien merkityksestä akkujen ja paristojen kierrätyksen onnistumiseen. Alla olevassa kuvassa 2 esitetyn tunnuksen ja siinä mahdollisesti esiintyvien kemiallisten lyhenteiden merkityksistä. Jos jäsenvaltiot vaativat jakelijoitaan vastaanottamaan käytetyt kannettavat paristot ja akut artiklan 8 mukaisesti niiden myyntipisteisiin, niiden tulee varmistaa, että jakelijat tiedottavat tästä mahdollisuudesta loppukäyttäjää. [2]



**Kuva 2. Pariston, akun ja paristoyksikön erilliskeräystä osoittava merkintä [muokattu lähteestä 2].**

Yllä esitelty erilliskeräystä osoittava merkintä tulee olla kaikissa akuissa, paristoissa ja paristoyksiköissä artiklan 21 mukaisesti näkyvästi, helposti luettavasti ja pysyvästi merkittynä. Kaikissa kannettavissa paristoissa ja akuissa sekä ajoneuvoparistoissa ja -akuissa myös teho on ilmoitettava näkyvästi, selkeästi ja pysyvin merkinnöin. Raskasmetallipitoisuuden tulee myös ilmetä samoilla edellytyksillä kuin yllä. Tällä tarkoitetaan paristoja, akkuja ja nappiparistoja, joissa on yli 0,0005 prosenttia elohopeaa, yli 0,002 prosenttia kadmiumia tai yli 0,004 prosenttia lyijyä. Merkinnän: Hg, Cd tai Pb tulee olla kooltaan vähintään neljäsosa erilliskierrätystä osoittavan merkinnän koosta ja sen tulee olla erilliskeräystä tarkoittavan merkinnän välittömässä yhteydessä. [2]

### 3.1.3 Kansalliset täytäntöönpanokertomukset

Jäsenvaltioiden tulee toimittaa komissiolle kolmen vuoden välein kertomus edellä käsitellyn paristodirektiivin täytäntöönpanosta. Näissä kertomuksissa täytyy ilmetä kaikki toimenpiteet, joilla jäsenvaltiot edistävät akkujen ja paristojen ympäristövaikutuksiin liittyvää kehitystä. Esimerkkejä kyseisistä toimenpiteistä ovat uudet kierrätys ja käsittelyteknikat, raskasmetallien ja muiden vaarallisten aineiden pitoisuuksien vähentäminen paristoissa ja akuissa tuottajien vapaaehtoisilla toimilla sekä jätteen syntyä ehkäisevät toimet ja alaa koskevat tutkimukset. Näiden tietojen pohjalta komissio julkaisee viimeistään 9 kuukauden kuluttua jäsenmaiden kertomuksien vastaanotosta kertomuksen paristodirektiivin toimeenpanon vaikutuksista ympäristöön ja sisämarkkinoiden toimintaan liittyen. [2]

Kaiken edellä käsitellyn sisällön lisäksi paristodirektiivi käsittelee myös esimerkiksi seuraavia akkuihin ja paristoihin sekä käytettyihin akkuihin ja paristoihin liittyviä säädöksiä: seuraamukset esiteltyjen toimien laiminlyönneistä, tuottajien rekisteröityminen, markkinoille saattaminen ja pientuottajat. Näitä aihealueita ei käsitellä tässä työssä EU:n tasolla tarkemmin. Paristodirektiivin avoimeksi jättämien kysymysten pohjalta EU:n komissio on kirjoittanut erillisen Usein kysytyt kysymykset- dokumentin (Frequently Asked Questions) [3], jossa tarkennetaan direktiivin määräyksiä väärinymmärrysten välttämiseksi.

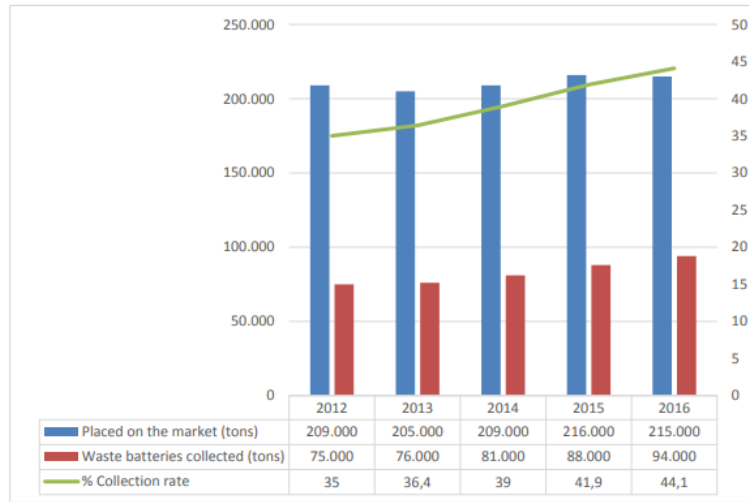
### 3.2 Paristodirektiivin tavoitteiden toteutuminen

Viimeisin komission julkaisema kertomus paristodirektiiviin liittyen julkaistiin huhtikuussa 2019. Direktiivin asettamien tavoitteiden tarkasteluun asetettiin kertomuksessa neljä tärkeää näkökulmaa. Ensimmäisenä näistä raskasmetalleja sisältävien akkujen ja paristojen riskienhallinnan lisätoimenpiteiden tarkoituksenmukaisuus. Toisena kannettavien akku- ja paristojätteiden keräysasteen minimitalvoitteiden tarkoituksenmukaisuus. Kolmantena lisätavoitteiden mahdollinen käyttöönotto sekä neljäntenä direktiivissä annettujen kierrätystehokkuuksien tarkoituksenmukaisuus. [7] Tähän lukuun on koottu komission teettämien tutkimusten ja loppuraporttien ja lopullisen virallisen kertomuksen tuloksia. Tarkoituksena on antaa katsaus Euroopan tämänhetkisen akkujen kierrätys tilanteeseen ja olemassa olevan paristodirektiivin tarpeellisuuteen sekä ajantasaisuuteen.

Käsittelyn paristodirektiivin voidaan nähdä vähentäneen raskasmetallien käyttöä akuissa ja paristoissa sekä lisänneen näiden kierrätys- sekä keräysastetta kieltämällä käsittelemättömän akkujätteen loppusijoituksen kaatopaikoille tai poltettavaksi. Haluttuun tavoitetasoon ei kuitenkaan olla päästy kaikissa jäsenmaissa, joten ympäristö ja terveysriski on edelleen olemassa. Direktiivin avulla on onnistuttu vähentämään tiettyjen vaarallisten aineiden määrä akuissa kuten elohopean ja kadmiumin mutta muiden vaarallisten aineiden määrä ei ole vähentynyt. Vanhojen määräysten mukaisia akkuja on yhä käytössä ja ”uudet” paristot sisältävät haitallisia aineita kuten kobolttia ja tiettyjä orgaanisia yhdisteitä. Direktiivi kannustaa kehittämään akkuja ja paristoja, jotka sisältävät pienempiä määriä vaarallisia aineita, mutta näitä aineita tai niiden käyttömääriä ei täsmennetä tai rajata mitenkään. [7] Tämä on yksi tulevaisuudessa mahdollisesti tiukentuva kehoitus.

Ehkä näkyvin paristodirektiivin asettama tavoite oli saada kannettujen akkujen kierrätysasteeksi 25% kerätyistä akuista ja paristoista vuoteen 2012 mennessä. 20:stä jäsenmaata 28:sta saavutti tämän tavoitteen sovitusti. Vuonna 2016, jolloin uusi tavoite oli saavuttaa 45% kierrätysaste kerätyistä paristoista, vain 14 jäsenmaata, Suomi mukaan lukien, saavutti asetetun tavoitteen. [2,5] EU:n jäsenmaiden vuosien 2014-2016 kierrätysasteiden kehittymistä voi tarkastella työn liitteestä A.

Alla olevassa kuvassa 3 näkyy EU:n kannettavien akkujen ja paristojen keräysasteet vuosilta 2012-2016. Kuvasta on nähtävissä keräysasteen nouseva trendi mutta tavoitteeseen 45% vuonna 2016 ei päästy. Vaikka markkinoille saatettujen akkujen määrä on kasvanut hitaammin kuin markkinoilta kerättyjen akkujen määrä, on vääränlaisiin hävityskanaviin päätyvien akkujen määrä silti aivan liian suuri.



**Kuva 3. Markkinoille saatettujen kannettavien akkujen ja paristojen määrät tonneina, keräys määrät tonneina ja keräysasteet prosentteina EU:n alueella [muokattu lähteestä 5].**

Akkujen ja paristojen keräys- ja kierrätystavoitteet eli keräysasteet ja kierrätystehokkuus ovat arvion mukaan riittämättömät. Tämän lisäksi annetut tavoitteet ovat liian hajanaiset sillä teollisuus- ja ajoneuvoparistoille ja -akuille ei ole asetettu mitään tavoitteita. Tämä on toinen tulevaisuudessa mahdollisesti muuttuva linjaus. [7]

Arvion mukaan vuosittain 56,7% kaikista kannettavista akku- ja paristojätteestä jää keräämättä. Tästä aiheutuu 35000 tonnia akkujätettä, joka päätyy yhdyskuntajätteen joukkoon, ja jää näin kuormaksi ilmastolle. Tästä aiheutuu myös merkittäviä resurssien menetyksiä. Tämä voidaan katsoa jo huomattavaksi uhaksi paristodirektiivin päätavoitteiden onnistumiselle. Vaikka keräysasteet jäivät toivottuja huonommiksi, erikseen määrättyjen akkutyypin, lyijyn ja kadmiumin, kierrätystehokkuus ja keräysasteet toteutuivat onnistuneesti lähes kaikissa jäsenmaissa. Työn liitteestä B löytyy taulukko eri jäsenmaiden kierrätystehokkuuksista koskien lyijy, nikkelikadmium ja muita akkuja. Yhtenä direktiivin päätavoitteista olleen materiaalien korkean hyödyntämisen tavoitetta ei kuitenkaan olla saavutettu. Arvokkaiden aineiden kuten koboltin ja litiumin talteenottoon ei ole tarkeitavia määräyksiä. Tämä on kolmas tulevaisuudessa harkittavaksi otettava huomio. [7]

Jäsenmaille annettiin myös määräys mahdollisimman tehokkaaseen kierrätykseen lyijyn ja kadmiumin kohdalla. Vuonna 2016 21 jäsenmaata, Suomi mukaan lukien, ilmoitti kierrättäneensä lyijysisällön 90% ja 100% tehokkuuden välillä. 2 jäsen maata raportoi heikomman tuloksen ja 5 jäsenmaata ei raportoinut tuloksiaan lainkaan. Kadmiumin kohdalla vastaavat luvut olivat 12, 6 ja 10. Näin suurista tuloserosta voidaan päätellä, ettei jäsenmaat ole soveltaneet metallien talteenottoasteen laskemista samalla tavalla. Tämä

hankaloittaa huomattavasti nykytilanteen arvioimista. [5] Tiedoissa oli myös paljon puutteita, jotka ilmenevät työn liitteissä A ja B olevista taulukoista.

Edellä esitetyn perusteella voidaankin sanoa, ettei paristodirektiivi vielä monien muutostenkaan jälkeen vastaa sen asettamiin tavoitteisiin. Tulevaisuudessa päivitettäviä ja muutettavia kohtia löytyy paljon. Kaiken kaikkiaan tulevaisuudessa mahdollisesti uudistettavan direktiivin tulisi olla huomattavasti yksityiskohtaisempi. Odotetusti direktiivillä on ollut suuri vaikutus akkumarkkinoihin sekä jätealaan. Vaikka paineita kierrätyksen tehostamisesta ja akkujen kehityksestä on luotu, nähdään direktiivi kuitenkin alalla positiivisena ja toimintaa kehittävänä linjauksena.



## 4. AKKUJEN KIERRÄTYS SUOMESSA

Tässä luvussa käsitellään akkujen ja paristojen kierrätykseen liittyviä lakeja ja määräyksiä sekä kierrätyksen käytännön toteutusta Suomessa. Kuten edellisessä luvussa jo todettiin, akkujen kierrätys on Suomessa hyvin toteutettu verrattuna muihin EU:n jäsenmaihin. Erityisesti lyijyakkujen kierrätys on ollut hyvin järjestettyä jo ennen vuonna 2008 voimaan tullutta paristodirektiiviä. Tämä johtuu lyijyakuissa käytetyn lyijyn hyvästä markkina-arvosta.

Ensimmäisessä alaluvussa 4.1 käsitellään tärkeimmät akkujen ja paristojen kierrätykseen liittyvät lait ja määräykset Suomessa. Alaluvussa 4.2 esitellään akkukierrätyksen käytännön toteutusta Suomessa. Luvun viimeisessä alaluvussa 4.3 käsitellään suomalaista akkukierrätys ja loppukäsittely osaamista.

### 4.1 Säädökset Suomessa

Suomessa tärkeimmät säädökset akkujen ja paristojen kierrätykseen löytyvät jätelaista, ympäristönsuojelulaista sekä valtioneuvoston asetuksesta paristoihin ja akkuihin liittyen. Tässä alaluvussa näille kaikille teoksille on oma käsittelyosionsa. Alkuperäisten tekstien laajuuden takia tähän alalukuun on koottu näistä vain oleellisin tieto akkujen kierrätykseen liittyen.

#### 4.1.1 Jätelaki

Jätelailla (17.6.2011/646) on neljä keskeistä päätavoitetta: Ensimmäinen näistä on jätteilistä ja jätehuollosta aiheutuvan terveydellisen sekä ympäristöllisen vaaran ja haitan ehkäisy. Toinen on jätteen määrän ja haitallisuuden vähentäminen. Kolmas on edistää luonnonvarojen kestävää käyttöä. Ja neljäs eli viimeinen tavoite on varmistaa toimiva jätehuolto ja näin ehkäistä roskaantumista. [8]

Akkujen ja paristojen kannalta keskeisin jätelaissa käsiteltävä kokonaisuus on sen luvussa 6 käsiteltävä tuottajavastuu. Tuottajavastuun piiriin kuuluvat muun muassa ”paristot ja akut, mukaan lukien sähkö- ja elektroniikkalaitteisiin, ajoneuvoihin tai muihin tuotteisiin sisältyvät paristot ja akut, joiden tuottajana pidetään pariston tai akun markkinoille saattajaa; ” [8]. Käytännössä siis kaikki akut ja paristot. Näistä tuottajavastuussa ovat näiden maahantuojat ja valmistajat. Jätelaki määritelmän mukaan tuottajalla eli sillä ” - jonka toiminnasta syntyy jätettä tai jonka esikäsittely-, sekoittamis- tai muun toiminnan

tuloksena jätteen ominaisuudet tai koostumus muuttuvat; ” on vastuu tuottamansa jätteen eli käytöstä poistetun tuotteen tarvitsemasta jätehuollosta sekä sen kustannuksista. [8]

Tuottajavastuun hoitaminen käytännössä onnistuu yhdellä seuraavista kolmesta vaihtoehdoista tavasta. Yritys voi joko liittyä tuottajayhteisön jäseneksi tai perustaa uuden tuottajayhteisön yhdessä muiden tuottajien kanssa. Yritys voi myös tehdä itse hakemuksen tuottajarekisteriin. Huolimatta siitä, mihin vaihtoehtoon yritys päätyy, on sen toimitettava vuosittain edellisen vuoden seurantatiedot Pirkanmaan ELY-keskukseen huhtikuun loppuun mennessä. Seurantatietoja ovat esimerkiksi markkinoille saatettujen, markkinoilta kerättyjen ja kierrätettyjen akkujen ja paristojen määrät.

#### **4.1.2 Ympäristönsuojelulaki**

Ympäristönsuojelulain (27.2014/527) tarkoitus voidaan jakaa viiteen kokonaisuuteen. Ensimmäinen näistä on ehkäistä ympäristön pilaantumista ja sen vaaraa, ehkäistä ja vähentää päästöjä sekä poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristövahinkoja. Toisena on turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö, tukea kestävää kehitystä ja torjua ilmastonmuutosta. Kolmantena on edistää luonnonvarojen kestävää käyttöä sekä vähentää jätteiden määrää ja haitallisuutta ja ehkäistä jätteistä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia. Neljäs on tehostaa ympäristöä pilaavan toiminnan vaikutusten arviointia ja huomioon ottamista kokonaisuutena. Viides ja viimeinen kokonaisuus on parantaa kansalaisten mahdollisuuksia vaikuttaa ympäristöä koskevaan päätöksentekoon. [9]

Ympäristönsuojelulakia sovelletaan kaikkeen teolliseen ja muuhun toimintaan, josta aiheutuu tai saattaa aiheutua ympäristön pilaantumista. Kyseistä lakia sovelletaan myös toimintaan, jossa syntyy jätettä, sekä jätteen käsittelyyn. [9] Näiden määritelmien mukaan ympäristönsuojelulaki kattaa siis kaikki markkinoiden akut ja paristot. Tämän lain määräyksiä tulee noudattaa, jotta sen tarkoituksena oleviin päämääriin päästään. Tässä työssä ympäristönsuojelulakia ei käsitellä tämän tarkemmin. Olennaista on kuitenkin huomata sen suuri vaikutus valtioneuvoston asetukseen paristoista ja akuista. Tätä edellä mainittua asetusta käsitellään seuraavassa alaluvussa.

#### **4.1.3 Valtioneuvoston asetus paristoista ja akuista**

Valtioneuvoston asetuksessa paristoista ja akuista (3.7.2014/520) määritellään asetukset toiminnalle, jonka tavoitteena on vähentää akkujen ja paristojen haitallisuutta, sekä

edistää niiden kierrätystä ja muuta hyödyntämistä, sekä parantaa niiden käsittelyn laatutasoa. Asetus pohjautuu edellä käsiteltyyn jätelakiin (646/2011) sekä ympäristönsuojelulakiin (86/2000). Tämä asetus on Suomen vaste EU:n paristodirektiiville, ja asetukset ovat täysin paristodirektiivin mukaiset. [10]

Kuten edellä käsitelty paristodirektiivi, myös tämä asetus sisältää listan vaarallisten aineiden rajoituksista akuissa ja paristoissa. Tämän lisäksi asetus velvoittaa akkujen ja paristojen valmistajia ja markkinoille saattajia huolehtimaan akkujen suunnittelun jatkuvasta kehityksestä, huomioiden niiden koko elinkaaren aikaiset vaikutukset, sekä minimoimaan niissä käytetyt vaaralliset aineet. Asetuksesta ilmenee käytöstä poistettujen kannettavien paristojen ja akkujen keräysaste tavoitteet sekä näiden toteutumista valvova taho eli Pirkanmaan elinkaino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY). [10]

Jätehuollon järjestämistä koskevat samat määräykset kuin paristodirektiivinkin mukaan. Akkujen ja paristojen erilliskeräys tulee maksimoida ja näiden loppukäsittely sekalaisena yhdyskuntajätteenä tulee minimoida. Tunnistettavat erilliskerätyt akut ja paristot kierrätetään ja käsitellään muulla tavoin, niin että käsittelyssä saavutetaan mahdollisimman korkea kierrätystehokkuus. Tuottajan on järjestettävä käytöstä poistettujen akkujen ja paristojen vastaanotto niin, että määrätyt vähimmäisvaatimukset täyttyvät. Näitä ovat esimerkiksi vastaanottoaikojen tasaisuus koko maassa, väestötiheys huomioiden, ja akku/paristojätteen toimittamisen maksuttomuus jätteen haltijalle tai muulle toimijalle. Käytöstä poistettujen ajoneuvoparistojen ja -akkujen vastaanottoa koskien on myös oma tarkentava artiklansa. [10]

Akkujen käsittelyä ja kierrätystehokkuutta käsitellään asetuksessa täysin paristodirektiivin mukaisesti ja ehkä jopa vielä tarkemmin. Asetuksessa korostetaan vielä omalla artiklallaan, että käytöstä poistettujen ajoneuvoparistojen ja -akkujen sekä teollisuusparistojen ja -akkujen loppukäsittely polttamalla on kielletty kuten myös sijoittaminen kaatopaikoille. Tämän on sallittua ainoastaan artiklassa 9 annettujen määräysten mukaisesti käsiteltyjen jätteiden jäännöksille. [10]

Akkujen ja paristojen merkinnöistä asetetaan aivan vastaavasti kuin paristodirektiivissäkin. Käyttäjien tiedottaminen akkujen ja paristojen sisältämien aineiden ympäristö- ja terveysvaikutuksista, akkujen edellä mainituista merkinnöistä, käytettävistä keräysjärjestelmistä ja vastaanottoaikoista on asetuksen mukaan tuottajan vastuulla. Asetus tarkoittaa ” *tuottajalla* Suomeen sijoittautunutta luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, joka ammattimaisesti saattaa paristoja tai akkuja, mukaan lukien sähkö- ja elektroniikkalaitteisiin tai ajoneuvoihin sisältyvät paristot ja akut, markkinoille Suomessa ensimmäistä kertaa

myyntitavasta riippumatta; ”. Tähän tiedottamiseen sisältyy myös tieto erilliskierrätykseen osallistumisen merkityksestä, erilliskierrätyksenvaatimuksista ja -ohjeista sekä tieto siitä, miten käytöstä poistettujen akkujen ja paristojen kierrätystä voidaan edistää. Akkujätteen keräyksestä, kierrätyksestä ja muusta käsittelystä aiheutuvien kustannusten ilmoittaminen erikseen käyttäjille uutta akkua tai paristoa myydessä on kielletty. Vaarallisten aineiden rajoitusten toteutumista, paristojen, akkujen ja paristoyksiköiden merkitsemisen toteutumista ja jätehuoltokustannusten ilmoittamista tuotteen hinnassa valvo Suomessa Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). [10] Asetuksessa käsitellään myös hakemuksen toimittamista tuottajarekisteriin niin tuottajana kuin tuottajayhteisönäkin, tuottajan rekisteröintinumeroa koskevia määräyksiä ja toiminnan muutoksien ilmoittamista, mutta näistä ei käsitellä tässä työssä olennaisuuden vuoksi tämän tarkemmin.

## 4.2 Akku kierrätyksen toteutus käytännössä

Akkujen ja paristojen keräyksen ja kierrätyksen järjestämisen Suomessa voidaan sanoa toteutuneen hyvin. Väitteen voi perustella sillä, ettei yksittäisen ihmisen tai yritysten työntekijöiden tarkalleen edes tarvitse tietää miten niiden kierrätys toimii. Järjestelmä on järjestetty niin taitavasti, ettei se kuormita yksittäistä henkilöä tai yritystä vaan se on luonnollinen osa jokapäiväistä elämäämme.

Akkujätteen keräyspaikkoja löytyy koko maasta ja jätteiden kierrätys on kuluttajalle aina maksutonta. Tavallinen kuluttaja voi toimittaa käytetyt paristot esimerkiksi kaupoista löytyviin paristonkeräys pahvilaatikoihin. Pieniä kuluttajien käytössä olevia akkuja ja paristoja vastaanottavat kaikki niitä myyvät liikkeet. Suuremmat akut voi viedä akkuja myyviin liikkeisiin tai kierrätyspisteiltä löytyviin akkujenkeräys astioihin hävitettäväksi. Tärkeää olisi toimittaa myös vanhat varastoon ja nurkkiin jääneet akut kierrätettäväksi ja kierrättää akut myös sähkö- ja elektroniikkalaitteiden sisältä niitä hävitettäessä.

Suomessa jätehuollon vastuu ja maksut jakautuvat usealle eri taholle kuten kunnalle, tuotteen maahantuojille sekä yksityiselle jätesektorille. Koska kaikki akut ja paristot kuuluvat tuottajavastuun piiriin on niiden jätehuollon järjestäminen ja näistä aiheutuvien kustannusten hoitaminen täysin maahantuovien ja maassa akkuja valmistavien yritysten vastuulla. Koko maan kattavan jätekeräyksen järjestäminen yksittäiselle yritykselle olisi monen yrityksen kohdalla aivan mahdoton urakka. Tässä kohtaan apuun astuu maahantuojien perustamat tuottajayhteisöt, jotka mainittiin jo jätelain käsittelyn yhteydessä. Tuottajayhteisöt hoitavat akkujen ja paristojen jätehuollon yksittäisten yritysten puolesta. Tämä ei ole yrityksille maksutonta mutta usein kuitenkin varteenotettava ja kannattava vaihtoehto. Luvun 5 kuvassa 5 esitellään tällä hetkellä Suomessa toimivat ja ELY-keskuksen hyväksymät tuottajayhteisöt.

## 4.3 Akkujen loppukäsittelytekniikka Suomessa

Vaikka suuri osa Suomen akuista kuljetetaan ympäristökeskuksen myöntämällä luvilla ulkomaille loppukäsittelyyn, löytyy Suomestakin akkujen loppukäsittelyalan ainutlaatuista osaamista. Tähän alalukuun on koottu muutamia esimerkkejä Suomalaisesta akkujen loppukäsittely osaamisesta.

### 4.3.1 Lyijyakut

Suomen akkukierrätys Oy on suomalainen yritys, jonka käsittelylaitos on erikoistunut lyijyakkujen loppukäsittelyyn ja kierrätykseen. Yritys noutaa ja vastaanottaa ilmaiseksi lyijyakkujätteen ympäri Suomea. Lyijyakkujäte käsittelylaitoksella käytössä oleva teknologia perustuu akkujen murskaus ja erottelulaitteistoon. Prosessissa lyijyakuista erotellaan muovi, pehmeä muovi, lyijy ja lyijypasta. Kyseinen käsittelylaitos sijaitsee Raumalla.

Lyijyakkujen kierrätys on lähes täydellistä. Lyijyakuista erotellut raaka-aineet kuljetetaan muualle uusiokäyttöön ja akkujen koteloista jäänyt polyeteenimuovi poltetaan lämpöenergiaksi. Lyijyakkujen kierrättäminen on varsin helppoa, sillä ne ovat rakenteeltaan hyvin samanlaisia. Kuten aiemmin jo mainittiinkin lyijyllä on hyvä markkina-arvo ja tämän takia sillä on maailmalla suuri kysyntä.

### 4.3.2 Kannettavat akut ja paristot

AkkuSer Oy on erikoistunut kannettavien akkujen ja paristojen kierrätykseen. AkkuSer käsittelee laitoksellaan korkeakobolttiset Li-ion akut, matalakobolttiset Li-ion akut, Ni-Mh akut ja alkaliparistot. Kaikkien Suomesta kerättävien kannettavien akkujen ja paristojen lisäksi yritys tuo akkujätettä myös muualta Euroopasta Suomeen käsiteltäväksi. Lyijy-akut, Ni-Cd akut ja Litium-primääriparistot lähetetään muualle käsiteltäviksi. Myös muu akku- ja paristojätteen mukana tuleva sähkö- ja elektroniikkaromu, muovi, pahvi ja muu jäte, lajitellaan ja toimitetaan soveltuvaan käsittelylaitokseen.

Kaikki vastaanotettu akkujäte punnitaan, merkitään ja kirjataan järjestelmään. Tämän jälkeen materiaali siirretään välivarastoon odottamaan lajittelua. Käsittelyprosessi on akkutyypin kohtainen ja tämän vuoksi akkujen huolellinen lajittelu on erittäin tärkeää. Akkutyypin kohtainen prosessi mahdollistaa mahdollisimman suuren osan akkujen ja paristojen sisältämistä materiaaleista kierrätettäväksi uusiksi raaka-aineiksi. Akut käsitellään Dry-technology kuivamenetelmällä, missä akut murskataan kaksivaiheisessa murskausprosessissa ja murskasta erotellaan tämän jälkeen mekaanisesti ja magneettisesti

erilaisia metallirikasteita metallijalostajien raaka-aineiksi. Käytössä on myös tehokas pölyjen ja kaasujen käsittely ympäristökuormituksen minimoimiseksi sekä metallien talteenoton maksimoimiseksi. AkkuSerin prosessi mahdollistaa näiden palo- ja räjähdysherkkien akkujen turvallisen ja tehokkaan käsittelyn.

Kilpailijoista poiketen prosessi toteutetaan ilman varauksen/räjähdyksen estävää esikäsitteilyä. Kierrätysprosessissa ei käytetä lainkaan vettä, kemikaaleja tai kuumennusta, joten siitä ei synny niistä aiheutuvia päästöjä. Akkujen kuljetus ja prosessiin vaadittava sähköenergia ovatkin suurimpia negatiivisia ympäristövaikutuksia. AkkuSerin teknologiaa hyödyntävä tuotantolaitos otettiin käyttöön Nivalassa toukokuussa 2006. Liiketoiminnan suuren volyymin takia tuotantolaitosta onkin jo laajennettu ja käsittely prosesseja kehitetään jatkuvasti akkuteknologian muutosten mukana.

### **4.3.3 Litiumioni akut**

Fortum Solution toimii Suomessa edelläkävijänä litiumioniakkujen kierrätyksessä. Ensimmäisenä käsiteltävistä akuista erotellaan mekaanisesti muovit ja metallit kuten alumiini ja kupari omiksi jakeikseen ja nämä kierrätetään erikseen. Jäljelle jää niin kutsuttu musta massa. Ainutlaatuisen hydrometallurgisen prosessin ansiosta akuista saadaan kerättyä talteen mustan massan sisältämät arvometallit kuten koboltti, mangaani ja nikkeli sekä myöhemmin vielä litium. Hydrometallurginen kierrätysprosessi perustuu kemikaaliseen saostusmenetelmään. Tämä prosessi mahdollistaa litiumioniakkujen materiaalien yli 80% kierrätyksen. Kierrätetyt raaka-aineet hyödynnetään akkukemikaalien valmistuksessa ja tämä vähentää osaltaan akkujen elinkaaren ympäristörasitusta. Kyseinen kierrätysprosessi tarjoaa kestävän ratkaisun esimerkiksi sähköautonakkujen kannalta tärkeiden materiaalien talteen ottamiseen ja kierrättämiseen. Yrityksen tuotantolaitos, jossa hyödynnetään edellä kuvattua litiumioniakkujen käsittelyteknologiaa, sijaitsee Harjavallassa.

Fortum Solutionilla on käynnissä myös projekteja akkujen uusiokäyttöön (second-life) liittyen. Kun akun suorituskyky on laskenut alle kyseisessä sovelluksessa vaaditun tason, akun käyttöä on mahdollista jatkaa toisen tyyppisessä sovelluksessa, jossa vaadittu suoritusaste ei ole yhtä korkea kuin ensimmäisessä kohteessa. Akkujen uusiokäytöllä voitaisiin akun elinikää kasvattaa huomattavasti ja akun hyödyntäminen olisi kokonaisvaltaisempaa.

## 5. LITIUMAKUT JA NIIDEN ERITYISVAATIMUKSET JÄTEHUOLLOLLE

Akkumarkkinat kokevat parhaillaan muutosta litiumakkujen rynnissä markkinoille. Tämän takia myös jätehuollon on varauduttava tähän markkinoiden muutokseen akkujen kierrätyksen näkökulmasta. Tähän lukuun on koottu litiumakkujen yleistymisen vaikutuksia Suomen jätehuololle. Tämän luvun teksti perustuu Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY), Ympäristöministeriön rahoittamaan, selvitys hankkeeseen [11]. Hanke toteutettiin vuosien 2019-2020 aikana tuottajavastuuseen liittyvänä selvitystyönä.

Tällä hetkellä niin Suomessa kuin maailmallakin, suurin osa syntyvästä litiumakkujätteestä muodostuu kuluttajaelektronikassa käytettävistä kannettavista akuista. Teollisuusakkuina käytettävien suurempien litiumakkujen määrä akkumarkkinoilla kasvaa kuitenkin tasaisesti. Suomessa litiumakkujätteen määrään vaikuttaa merkittävimmin sähköisen liikkumisen yleistyminen. Sähköisellä liikkumisella tarkoitetaan liikkumista akkuja hyödyntävällä teknologialla. Sähköisiä kulkuneuvoja ovat esimerkiksi hybridi- ja sähköautot sekä moottoripyörät, sähkömopot, -mopoautot, -polkupyörät, -mönkijät, -linja-autot, -potkulaudat ja -veneet. Kansallisilla ohjaustoimilla on suuri vaikutus sähköisten kulkuneuvojen yleistymisen kehitykseen tulevaisuudessa. Kuvaan 4 on koottu pääpiirteittäin litiumakkujen ja -paristojen akkuluokat käyttäjätyypeittäin. Kuvasta 4 nähdään, minkälaisia litiumakkuja sisältäviä laitteita kukin käyttäjätyyppi pääsääntöisesti käyttää. [11]

Akku- ja paristoluokka (Akku- ja paristodirektiivi 2006/66/EY)	Kuluttajakäyttö	Ammattikäyttö	Teollisuuskäyttö
<b>KANNETTAVAT AKUT JA PARISTOT</b>	matkapuhelimet, kannettavat tietokoneet, tabletit, johdottomat työkalut		
	sähköhammasharjat, parranajokoneet, sykemittarit, lelut		
<b>TEOLLISUUSAKUT JA -PARISTOT</b>	sähköautot, sähköpyörät, sähköpotkulaudat	siivouskoneet, maksupäätteet, potilasmonitorit	kaivostyökoneet, kuormankäsittelylaitteet, ohjauspaneelit
			trukit, nostimet
<b>AJONEUVOAKUT JA -PARISTOT</b>	muut kuin ajovoima-akut ajoneuvoissa		

**Kuva 4. Litiumakkujen ja -paristojen akkuluokat käyttäjätyypeittäin [11].**

Litiumakkujen kierrätyksen ongelmallisuus johtuu useasta tekijästä. Ensimmäiset näistä, ovat erilaiset akkukemiat ja niiden merkitseminen akkuihin. Litiumakkukemioita on useita

erilaisia ja niiden merkitseminen selkeästi akkuihin auttaisi koko kierrätysjärjestelmää. Esimerkkejä näistä akkukemioista ovat litium-kobolttioksidi, litium-rautafosfaatti, litium-mangaanioksidi, litium-titaanioksidi, litium-nikkeli-koboltti-alumiinioksidi ja litium-nikkeli-magnaani-kobolttioksidi. [11] Sanomattakin on selvää, että näille jokaiselle on olemassa oma kierrätysmenetelmänsä parhaan lopputuloksen takaamiseksi.

Loput ongelmat liittyvät tämänhetkiseen lainsäädäntöön ja tuottajavastuuseen. EU:n lainsäädäntö on nykyisten akkuteknologioiden suhteen pahasti jäljessä ja akkujen luokittelussa on tulkinnanvaraisuutta. Akkumäärien keräystiedot eivät myöskään ole luotettavia tai keskenään vertailukelpoisia, kuten aiemmin luvussa 3 jo todettiin. Ongelmana on myös se, ettei lainsäädäntö huomioi lainkaan akkujen uudelleenkäyttöä tai second-life käyttöä. Uudelleenkäyttöön tai second-life käyttöön otettujen akkujen määrästä ei myöskään ole koottua tietoa. Tuottajavastuun mahdollisesti suurin ongelma on kaikille oikeudenmukaisen järjestelmän puuttuminen. Tällä hetkellä esimerkiksi ulkomaalaiset verkkokauppatoimittajat eivät joudu vastaamaan tuoteturvallisuuden tai jätehuollon velvollisuuksista. [11]

Akku- ja paristoluokka	Akku- ja paristo tyyppi	Tuottajayhteisö
<b>KANNETTAVAT PARISTOT JA -AKUT</b>		Recser Oy
		European Recycling Platform ERP Finland ry
<b>TEOLLISUUS PARISTOT JA -AKUT</b>	Lyijyakut	Akkukierrätys Pb Oy
	Sähkö- ja hybridi-autojen ajovoima-akut	Suomen Autokierrätys Oy
	Kannettavat teollisuusparistot ja akut	Tuottajayhteisö tulossa
<b>AJONEUVO PARISTOT JA -AKUT</b>	Lyijyakut	Akkukierrätys Pb Oy
	Litiumakut	Tuottajayhteisö tulossa

**Kuva 5. Akkujen ja paristojen tuottajayhteisöt Suomessa [11].**

Kuvasta 5 nähdään, kuinka akkujen tuottajayhteisöt on Suomessa jaettu akkutyypeittäin. Muissa pohjoismaissa vain yksi tuottajayhteisö vastaa kaikkien akkujen ja SER-tuotteiden (sähkö- ja elektroniikkalaiteromu) jätehuollosta. Kuvasta 6 nähdään myös, että litiumakuille ja kannettaville teollisuusparistoille ja -akuille ei ole vielä omaa tuottajayhteisöään. Tämän lisäksi yhtenäinen ohje litiumakkujen turvalliselle keräämiselle ja varastoinnille puuttuu täysin. Esimerkiksi suurten teollisuuslitiumakkujen varastoinnin tulisi olla



selkeästi valvottua ja ohjeistettua. [11] Kuvaan 6 on koottu tämänhetkinen tilanne litiumakkujen keräämisen näkökulmasta.

Akku- ja paristotyyppi		Keräyksestä vastaava taho	Keräyksen järjestäminen ja keräysastiat
<b>KANNETTAVAT LITIUMAKUT JA PARISTOT</b>		Recser Oy, ERP Finland ry Tuottajayhteisöillä on keskinäinen sopimus paristojen ja akkujen keräyksen järjestämisestä jakelijoilta.	Jakelijat, jäteasemat, toimistot, oppilaitokset Keräyspisteiden määrä 13 000. Recser Oy toimittaa keräysastiat. Tuottajayhteisöt vastaavat keräysastioiden noudosta kierrätyslaitoksiin.
<b>LITIUMAJONEUVOAKUT</b>		Maahantuojat, valmistajat. Tuottajayhteisö tulossa.	Maahantuojat eivät ole järjestäneet maan kattavaa keräysverkostoa.
<b>TEOLLISUUSLITIUMAKUT JA PARISTOT</b>	<b>Sähköautojen ajovoima-akut</b>	Suomen Autokierrätys Oy	Valtuutetut automerkituotteet (akut elinkaaren päässä ajoneuvokäytössä) ja Suomen Autokierrätys Oy:n romuajoneuvojen vastaanottopisteet (akut elinkaaren päässä olevista ajoneuvoista).
	<b>Kuluttajakäytössä olevat kannettavat teollisuusakut (mm. sähköpyörien akut)</b>	Maahantuojat, valmistajat Tuottajayhteisö tulossa.	Vastaanottoaikkaverkoston rakentamiseksi vaaditaan vähintään 300 keräyspistettä.
	<b>Teollisuus- ja ammattikäytössä olevat suuret akut</b>	Maahantuojat, valmistajat Maahantuojat ja akun haltijat voivat sopia jätehuollon järjestämisestä.	Tuottaja vastaa, ei kiinteää vastaanottoaikkaverkosto vaatimusta.

**Kuva 6. Litiumakkujen kerääminen [11].**

Valitettavan usein litiumakut eivät kuitenkaan päädy oikeaoppisesti keräyksen kautta kierrätettäväksi. Tällöin mahdollisia vaihtoehtoja on monia. Litiumakkuja päätyy jatkuvasti väärin keräyspisteisiin sekä hävityskanaviin kuten seka- tai metallijätteeseen, SER-keräykseen tai sähkö- ja elektroniikkalaitteiden mukana ulkomaille. Tyypillistä on myös akkujen unohtuminen varastoon. Parhaassa tapauksessa käytetyt litiumakut päätyvät uusio- tai second-life käyttöön. [11] Kaiken edellä esitetyn perusteella voidaankin sanoa, että litiumakkujen kierrätyksen järjestäminen turvallisesti ja toimivasti on vielä suuren työmäärän takana. Parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen pääsemiseksi tarvitaan laaja-alaista yhteistyötä ja sitoutumista. Litiumakut ovat tulossa markkinoille valtavalla volyymilla, ja tähän on valmistauduttava niin jätehuollon kuin lainsäädännönkin kannalta mahdollisimman nopeasti.

## 6. YHTEENVETO

Sähköisen liikkumisen suosion kasvaessa ja uusiutuvien energialähteiden tullessa osaksi sähköverkkoa, akkujen merkitys nyky-yhteiskunnalle kasvaa jatkuvasti. Uusia akkuteknologioita kehitetään ja akkujen suorituskykyä pyritään parantamaan. Kiertotalous on jatkuvasti esillä mediassa ja kierrätys on osa jokapäiväistä elämäämme. Kierrätys turvaa akkujen raaka-aineiden riittävyyden, ympäristöstä huolehtimisen ja ihmisten terveyden akkualan näkökulmasta. Akkujen ja paristojen kierrätys on tärkeää, sillä sen avulla saadaan vähennettyä valmistuksen energiankulutusta.

Nykyisen paristodirektiivin nähdään vähentäneen raskasmetallien käyttöä akuissa ja paristoissa sekä lisänneen EU:n jäsenmaiden keräys- ja kierrätysasteita. Akkujen ja paristojen loppukäsittely polttamalla ja hävittäminen kaatopaikoille on myös vähentynyt. Tästä huolimatta akkujen elinkaareen, valmistukseen, keräykseen ja kierrätykseen keskittyvä lainsäädäntö on auttamattomasti jäljessä alan jatkuvaa kehitystä. Kuten luvussa 3 todettiin paristodirektiivin määräyksistä, tavoitteista ja suosituksista huolimatta haluttuihin päämääriin ei olla kaikissa jäsenmaissa päästy. Tämän seurauksena ympäristö- ja terveysriski on edelleen olemassa. Säädösten toteuttaminen käytännössä ja suoritusten raportointi on myös moninaista ja näin vertailukelvotonta.

Tärkeitä muutoksia nykyiseen lainsäädäntöön olisikin erilaisten akkujen lajittelun yhtenäistäminen yksiselitteiseksi, sekä akkujen sisältämien vaarallisten aineiden listaaminen ja näiden aineiden sallittujen käyttömäärien täsmentäminen. Tämän lisäksi akkujen ja paristojen keräysasteet ja kierrätysasteet tulisivat päivittää ja näiden tavoitteiden raportointi tulisi yhtenäistää kaikkia EU:n jäsenmaita sitovilla standardeilla. Edellä mainitut tavoitteet tulisi laajentaa koskemaan myös teollisuus- ja ajoneuvoparistoja ja -akkuja. Akkukemioiden ja eri akkutyypin kierrätysmenetelmien kehittämisen lisäksi tulisi keskittyä akkujen uudelleenkäytön ja second-life käytön mahdollistamiseen ja aktiiviseen hyödyntämiseen. Myös materiaalien korkean hyödyntämisen päämäärän saavuttamisen keinoja tulisi tarkentaa.

Vaikka Suomesta kuljetetaankin yhä paljon akkujätettä ulkomaille hävitettäväksi, myös kotimaastamme löytyy paljon monipuolista akkujen loppukäsittely osaamista. Tämän osaamisen hyödyntäminen ja jatkuva kehittäminen turvaa Suomelle vakaan paikan akkumarkkinoilla jatkossakin. Litiumakkujen tuomat muutokset akkumarkkinoille koskettavat jokaista osapuolta alalla. Tähän alan murrokseen tulee varautua niin jätehuollon kuin

lainsäädännönkin näkökulmasta. Kierrättämällä oikeaoppisesti ja tekemällä kiinteää yhteistyötä eri tahojen välillä turvaamme akkujen raaka-aineiden riittävyyden, olemassa olevan energian hyötykäytön, turvallisen elinympäristön ja toimivan akkumarkkinan.

## LÄHTEET

- [1] Heelan J, Gratz E, Zheng Z, Wang Q, Chen M, Apelian D, Wang Y. Current and Prospective Li-Ion Battery Recycling and Recovery Processes. JOM. 2016 Oct;68(10):2632–8.
- [2] Directive 2006/66/EC, viitattu 25.3.2020, saatavilla: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006L0066-20131230&rid=1>
- [3] Frequently Asked Questions on Directive 2006/66/EU on Batteries and Accumulators and Waste Batteries and Accumulators (Updated version, May 2014), viitattu 23.3.2020, saatavilla: <https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/faq.pdf>
- [4] Pistoia G, Wiaux J-P, Wolsky SP. Used battery collection and recycling. 1st ed. New York: Elsevier Science; 2001.
- [5] Commission staff working document, viitattu 14.3.2020, saatavilla: [https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/evaluation\\_report\\_batteries\\_directive.pdf](https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/evaluation_report_batteries_directive.pdf)
- [6] Komission kertomus Euroopan parlamentille ja neuvostolle, viitattu 26.3.2020, saatavilla: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0698:FIN:FI:PDF>
- [7] Report from the commission, viitattu 25.3.2020, saatavilla: [https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/report\\_implementation\\_batteries\\_directive.pdf](https://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/report_implementation_batteries_directive.pdf)
- [8] Jätelaki, 17.6.2011/646, viitattu 14.3.2020, saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646#L1>
- [9] Ympäristönsuojelulaki, (YSL), 27.6.2014/527, viitattu 14.3.2020, saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>
- [10] Valtioneuvoston asetus akuista ja paristoista (3.7.2014/520), viitattu 25.3.2020, saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140520>
- [11] Varautuminen akkumarkkinoiden muutoksiin ja sen vaikutus jätehuollossa - hanke, Simpanen Suvi, viitattu 24.4.2020, Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B08263755-6377-4040-A7BE-4CBDA8131E2D%7D/156112>

## LIITE A: AKKUJEN KIERRÄTYSASTEET EUROOPAN JÄSENMAISSA

	2014	2015	2016
<i>EU</i>	39.4	41	43.8
Croatia	19	29.3	100.2
Belgium	54.6	55.6	70.7
Luxembourg	65	60.2	63.4
Hungary	37	43.7	53.1
Lithuania	32.8	42.5	52.7
Czech Republic	31.5	36.3	52

Austria	53.8	55.1	49.2
Netherlands	45	46	49
Bulgaria	45.3	44.6	48.5
Ireland	32.6	33.2	48
Slovakia	66	53	47.6
Germany	44.2	45.3	46.2
Finland	46	47	46
Sweden	59	61	45.1
Denmark	44.3	45.6	44.6
France	36.8	38.5	44.5
UK	36		44
Portugal	28	31.1	41.6
Poland	33	38	39
Spain	36.4	414	38.2
Slovenia	29	35	36
Italy	34.1	36.4	35.3
Estonia	22.2	41.9	30.6
Latvia	28.4	25	30
Cyprus	19	27	28
Malta	21.3	39.4	27.2
Greece		34.4	
Romania	31.9	20.6	

*EU:n jäsenmaiden raportoimat kierrätysasteet vuosina 2014, 2015 ja 2016 [muokattu lähteestä 5].*

## LIITE B: AKKUJEN TYYPPIKOHTAISET KIERRÄTUSTEHOKKUUDET EUROOPAN JÄSENMAISSA

	Lead (65 %)			Nickel Cadmium (75 %)			Other (50 %)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Belgium	77.8	80.9	82.2	77	81.6	81.9	54.6	63.4	72.9
Bulgaria	97.8	97.8	98.1	77.7		0	70.9	68.9	68
Czech Republic	65.8	73.5	80.4	94.7	94.6	94.6	58.6	60.4	58.5
Denmark	99.9	80	80.1	83.1	78.9	82.2	57.4	59.3	56.7
Germany	82.5	85.1	84.7	80.7	78.5	79	67.3	76.3	77.1
Estonia	80	79.2	79.1		0	80	52.2	54.3	74.1
Ireland	85.9	90	85.7	78.5	78.5	85	77.6	83.4	57
Greece		74.8							
Spain	80	81.5	73.2		78.6			80.4	85.6
France	84.9	81.8	81.4	77.6	80.9	81	58.3	64.1	60.9
Croatia	76.1	76.6	81.9	66.7	74.6	69.9	66.2	66.6	80.7
Italy	89.6	91.4	91	79.1	78.3	79.2	59.8	60	62
Cyprus	84.4	70.4		77.8	75.6		51.1	62.5	
Latvia	66	70	70	76	76	76	51	52	52
Lithuania	4.7	17.8	82.1			76.2			56.6
Luxembourg	83.7	90	92	77.7	80.6	80.3	56.1	58.9	58.4
Hungary	97.8	91.2	94.7	85.8	0	75	62.9	60.2	97.7
Malta		78.9			0			0	
Netherlands	79	78		78	79		56	56	
Austria	84	84.5	84.7	77	81.6	81.9	59.6	82.2	85.7
Poland	77.3	76.5	76.5	85.5	99.5	99.6	56.7	67.4	63.9
Portugal	73.2	70.5	71.1		94.2	76.8		81.4	84.1
Romania	82.5	81.7			85.3				
Slovenia	75.9	77.3	77.1	78.4	78.4				
Slovakia	87.3	92.3	90.5	76.4	80.2	80.9	63.9	61.1	65.3
Finland	81.8	82.9	83.1	79.8	79.7	78.8	93.9	96	95.9
Sweden	75.2	74.2	73.7	75.4	76.5	76.8	40	67.4	67.4
United Kingdom	88.5		89.7	0			88.4		85.6

*EU:n jäsenmaiden raportoimat kierrätystehokkuudet akkutyypin kohtaisesti vuosina 2014, 2015 ja 2016 [muokattu lähteestä 5].*