



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Vilma Haula

# TAKAISINOTTOPALVELU SUOJARE- LEELLE

Tekniikka  
2025

## TIIVISTELMÄ

---

Tekijä	Vilma Haula
Opinnäytetyön nimi	Takaisinottopalvelu suojarielelle
Vuosi	2025
Kieli	suomi
Sivumäärä	45
Ohjaaja	Tiina Rinta-Rahko

Opinnäytetyössä käsitellään tuotteen elinkaaren loppuvaiheen toimintoja ja arvioidaan takaisinottopalvelun käyttöönoton mahdollisuuksia sähköverkon suojarieleiden osalta. Opinnäytetyö sisältää teoriataustaa kiertotaloudesta, elinkaariarvioinnista, sähkö- ja elektroniikkaromun haasteista sekä tuotteen elinkaaren loppuvaiheesta. Lisäksi opinnäytetyössä syvennyttään sähkö- ja elektroniikkajätteeseen ja takaisinottopalveluun liittyvään lainsäädäntöön etenkin EU:ssa.

Takaisinottopalvelun käyttöönottoa arvioidaan opinnäytetyössä kolmen eri skenaarion avulla: tuote lähetetään takaisin valmistajalle, tuote lähetetään lähimpään kierrätyspisteeseen tai tuotteelle ei toteuteta takaisinottopalvelua. Opinnäytetyössä vertaillaan skenaarioiden kannattavuutta ja palvelun logistiikasta aiheutuvia päästöjä sekä tuotteiden uudelleenkäytettävyyttä ja kierrätettävyyttä.

Keskeisimpiä havaintoja tässä opinnäytetyössä on sähkö- ja elektroniikkaromun kierrätykseen liittyvän lainsäädännön vaihtelevuus maailmalla. Lisäksi tuottajavastuu järjestelmät ovat erilaisia eri maissa ja voivat tällöin vaatia yrityksiltä räätälöityjä ratkaisuja, mikäli yritys toimittaa tuotteita maailmanlaajuisesti. Mikäli tuotteessa uudelleenkäytettäviä tai kunnostettavia osia on vain vähän tai takaisin lähetettävien tuotteiden volyymi on vähäinen, takaisinottopalvelun toteuttaminen saattaa aiheuttaa yritykselle enemmän kustannuksia ja päästöjä, kuin se, että tuote kierrätettäisiin paikallisesti kolmannen osapuolen toimesta.

## ABSTRACT

---

Author	Vilma Haula
Title	Take Back Service for Protection relay
Year	2025
Language	Finnish
Pages	45
Name of Supervisor	Tiina Rinta-Rahko

The thesis examines the end-of-life operations of a product and evaluates the feasibility of implementing a take-back service for protection relays in the electrical grid. It includes theoretical background on the circular economy, life cycle assessment, challenges related to electrical and electronic waste, and the end-of-life phase of a product. Additionally, the thesis delves into legislation related to electrical and electronic waste and take-back services, particularly within the EU.

The implementation of a take-back service is assessed through three different scenarios: returning the product to the manufacturer, sending it to the nearest recycling facility, or not implementing a take-back service. The thesis compares the viability of these scenarios, examining the emissions from logistics, as well as the reusability and recyclability of the products.

One of the key findings in this thesis is the variability of legislation regarding the recycling of electrical and electronic waste across different countries. Furthermore, producer responsibility systems differ from country to country, requiring companies to develop customized solutions if they operate globally. If a product contains only a few reusables or refurbishable components, or if the volume of returned products is low, implementing a take-back service may result in higher costs and emissions for the company compared to local recycling by a third party.

---

Keywords    circular economy, electrical and electronic waste, reuse, recycling

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
1 JOHDANTO .....	6
2 TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	7
2.1 Työn tausta .....	7
2.2 Työn tarkoitus ja tavoitteet .....	8
3 TEORIATAUSTA .....	9
3.1 ABB:n Kestävän Kehityksen Agenda .....	10
3.2 Kiertotalous .....	11
3.3 Elinkaariarviointi (LCA) .....	12
3.4 Tuotteen elinkaaren Loppuvaihe (EOL) .....	14
3.5 Sähkö- ja elektroniikkaromu (SER) .....	15
4 LAINSÄÄDÄNTÖ .....	19
4.1 Tuottajavastuu .....	20
4.2 Direktiivi sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (WEEE) .....	21
4.3 Jätepuitedirektiivi .....	23
4.4 RoHS .....	24
4.5 REACH .....	25
4.6 Lainsäädäntö EU:n ulkopuolella .....	26
5 SUOJARELETUOTTEEN TAKAISINOTTOVAIHTOEHDOT .....	28
5.1 Tuote lähetetään takaisin valmistajalle .....	29
5.2 Tuote lähetetään lähimpään kierrätyspisteeseen .....	31
5.3 Tuotteelle ei toteuteta takaisinottopalvelua .....	32
6 MARKKINOILLA OLEVIA TAKAISINOTTOPALVELUMALLEJA .....	34
6.1 Takaisinottopalvelun liiketoimintapotentiaali .....	35
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	37
7.1 Oma pohdinta .....	39
LÄHTEET .....	40

## KUVAT

<b>Kuva 1</b> ABB:n kiertotalousmalli (ABB, 2024).....	8
<b>Kuva 2</b> SER-merkintä (Europe, 2025) .....	16
<b>Kuva 3</b> SER:in tyypillinen materiaalikoostumus (Shahabuddin, 2022) .....	17
<b>Kuva 4</b> Jätehierarkia (Kierrätysteollisuus, 2023).....	24

## LYHENTEET

ELDS	Electrification Distribution Solutions- liiketoimintayksikkö
ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
EOL	End Of Life
EPA	United States Environmental Protection Agency
EPD	Environmental Product Declaration
EU	Euroopan unioni
ISO	Kansainvälinen Standardisoimisjärjestö
LCA	Life Cycle Assessment
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
SER	Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu
WEEE	Waste of Electrical and Electronic Equipment

## 1 JOHDANTO

Yritysten vastuullisuus on olennainen osa nykyaikaista liiketoimintaa ja sitä tulee kehittää jatkuvasti. Vastuulliset yritykset pyrkivät vähentämään ympäristövaikutuksiaan kaikilla liiketoiminnan osa-alueilla. Takaisinottopalvelut ovat nousseet keskeiseksi osaksi yritysten kestävästä liiketoimintaa ja ympäristösuojelua.

Takaisinottopalvelu on järjestelmä, jossa tuotteiden valmistajat ja jälleenmyyjät ottavat vastaan elinkaarenlopussa olevia tuotteita. Takaisinottopalveluiden avulla pyritään vähentämään elektroniikkajätteen määrää sekä edistämään kiertotaloutta. Palveluiden tarkoituksena on kerätä käytetyt laitteet ja mahdollisesti kunnostaa sekä uudelleen käyttää niitä tai niistä poistettuja komponentteja. Sähkö- ja elektroniikkaromun nopea kasvu ja sen asianmukainen hävittäminen ovat kasvava huolenaihe useissa tuotekategorioissa. Etenkin kaatopaikkojen rajallinen kapasiteetti ja jätteen polttamisen ympäristövaarat lisäävät tarvetta kehittää tuotteen elinkaaren loppuvaiheen vastuullisuutta.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan takaisinottopalvelun mahdollisuuksia ABB:n suojarleiden osalta. Tutkimuksessa keskitytään erityisesti takaisinottopalvelun toteuttamisen vaihtoehtoihin ja lainsäädännöllisiin vaatimuksiin etenkin EU:ssa, mutta täydentäen tutkimusta myös EU:n ulkopuolelta tulevilla säädöksillä. Opinnäytetyö tarjoaa perusteellisen analyysin suojarleiden kierrätettävyydestä, uudelleenkäytöstä ja takaisinottopalvelun toteutuksesta osana tuotteen elinkaaren loppuvaihetta.

Toimeksiantajana tässä opinnäytetyössä toimii ABB Oy. ABB on globaali sähköistämisen ja automaation teknologia johtaja. ABB tavoitteena on luoda edellytykset kestävämmälle ja resurssitehokkaammalle tulevaisuudelle. ABB:llä on yli 140 vuoden historia ja yritys työllistää maailmanlaajuisesti yli 105 000 työntekijää, joista noin 5000 työskentelee Suomessa. Opinnäytetyö tehdään Vaasan ABB:n ELDS-yksikölle, joka kehittää, valmistaa, myy- ja markkinoi sähkönjakeluverkon suojarleitä.

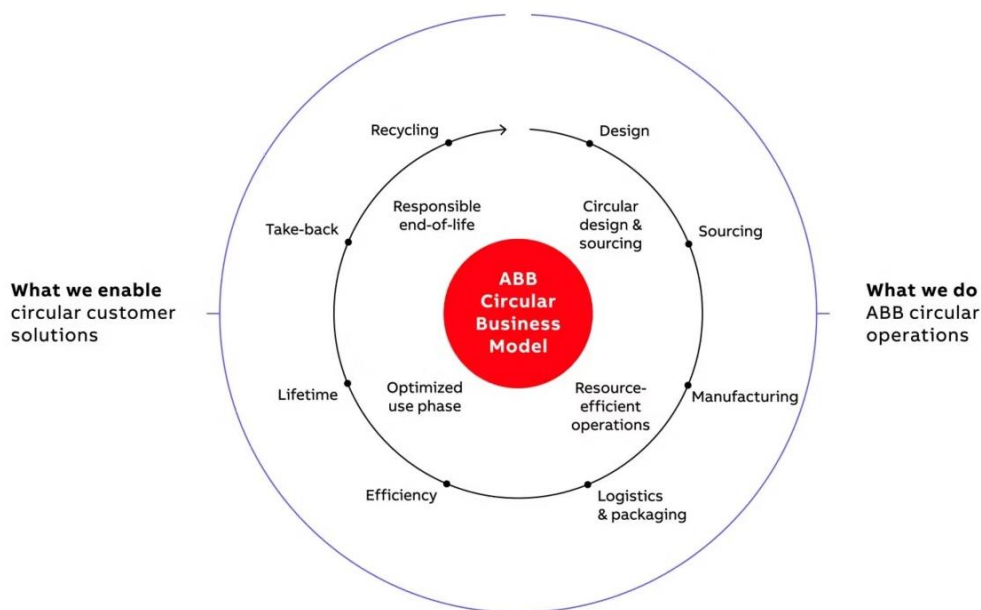
## 2 TARKOITUS JA TAVOITTEET

Lisääntyneet ympäristö- ja vastuullisuustavoitteet sekä lainsäädäntö ovat saaneet yritykset yhä enemmän tietoiseksi oman vastuullisuusstrategian toteutumisen tärkeydestä ja läpinäkyvyydestä. Viime vuosina elinkaarensa lopussa olevien (EOL) elektronisten laitteiden kierrätys ja hävittäminen on saanut huomiota. Etenkin huoli resurssien talteenotosta ja sähkö- ja elektroniikkajätteen (SER) ympäristövaikutuksista on puhuttanut. Yksi merkittävä keino ympäristövaikutusten vähentämiseksi on takaisinottopalveluiden käyttöönotto.

### 2.1 Työn tausta

Tässä opinnäytetyössä käsitellään suojariletuotteen loppuvaiheen toimintoja. Elektroniikkatuotteen elinkaaren loppuvaiheen toimintoja ovat esimerkiksi kierrätys, uudelleenkäyttö, tuotteen hävittäminen sekä elinkaaren loppuvaiheen hallinta. Työssä syvennyttään etenkin takaisinottopalvelun käyttöönoton mahdollisuuksiin ABB:n sähkönjakeluverkon suojarileiden osalta. Tuotteen elinkaaren päättyessä, se voitaisiin ohjata asianmukaiseen jatkokäsittelyyn – joko takaisin ABB:lle käsiteltäväksi tai sähkö- ja elektroniikkaromun kierrätykseen erikoistuneelle palvelulle. Takaisinottopalvelu sekä lisäksi positiivista asiakaskokemusta että maksimoisi tehokkaan materiaalien talteenoton ja hyödyntämisen.

ABB:n kiertotalousstrategia keskittyy resurssien säästämiseen tuotteen elinkaaren jokaisessa vaiheessa suunnittelusta aina vastuullisiin elinkaarenloppupalveluihin. Se on keskeinen osa ABB:n kestävästä kehityksen suunnitelmaa. ABB pyrkii kiertotalousmallissaan (kuva 1) minimoimaan jätteet ja maksimoimaan resurssitehokkuuden kierrättämällä, uudelleen käyttämällä ja regeneroimalla resursseja. Takaisinottopalvelu sijoittuu ABB:n kiertotalousmallissa ”responsible end-of-life” kategoriaan. Kategorian tarkoitus on tehostaa ja edistää tuotteiden käsittelyä sekä kierrätystä.



**Kuva 1** ABB:n kiertotalousmalli (ABB, 2024)

## 2.2 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoitus on analysoida takaisinottopalvelun käyttöönottoa osaksi ABB:n vastuullisia tuotteen elinkaarenloppupalveluita. Työn tarkoituksena on selvittää optimaalisimmat menetelmät takaisinottopalvelun toteuttamiseen sekä samalla arvioida sen kannattavuutta toimeksiantajalle. Opinnäytetyön tavoitteena on saada kokonaiskuva takaisinottopalveluun liittyvästä lainsäädännöstä ja siitä, mitä lainsäädännön puitteissa toimeksiantajalta odotetaan.

Opinnäytetyössä tarkastellaan takaisinottopalvelun toteuttamisen vaikutuksia etenkin logistiikan ja siitä syntyvien päästöjen osalta sekä suoja-areiden kierrätettävyyttä ja uudelleenkäyttöä. Tässä työssä esitellään markkinoilla olemassa olevia takaisinottopalvelumalleja ja tarkastellaan mahdollisia ABB:n tarjoamia takaisinottopalvelu kokonaisuuksia. Tavoitteena on, että tämän opinnäytetyön tulosten pohjalta toimeksiantaja pystyy arvioimaan takaisinottopalvelun käyttöönottoa osaksi tarjoamiin palveluihin.

### 3 TEORIATAUSTA

Suurin osa nykyisestä takaisinottolainsäädännöstä asettaa keräystavoitteen, jonka mukaan valmistajan kerättävä vähintään tietty osuus esimerkiksi edellisenä vuotena myydyistä tuotteista. Lisäksi valmistajien on varmistettava, että kerätyt ja käytöstä poistetut tuotteet käsitellään ympäristöystävällisellä tavalla. Useimmat valmistajat täyttävät nämä vaatimukset varmistamalla, että tuotteet kierrätetään asianmukaisesti.

Toinen vaihtoehto on komponenttien tai kokonaisten tuotteiden uudelleenkäyttö. Uudelleenkäyttö tarkoittaa, että käytöstä poistetut tuotteen palautetaan takaisin käyttöön. Tuotteet voivat olla joko alkuperäisessä tai uudessa käyttötarkoituksessa, mikä vähentää tarvetta uusien tuotteiden valmistamiseen ja säästää näin luonnonvaroja. Tämä prosessi voi sisältää tuotteiden modernisoinnin, kunnostamisen tai mahdollisesti osien käytön varaosina. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan takaisinottopalvelun käyttöönoton mahdollisuuksia tilanteissa, joissa tuote on saavuttanut elinkaarensa lopun tai palautettu toimeksiantajalle muusta syystä. Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi takuun vuoksi palautetut tuotteet.

Tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa perehdytään alan kirjallisuuteen, tutkimuksiin ja lainsäädäntöön, jotka liittyvät takaisinottopalveluun. Suojareleen kierrätyksen ja materiaalin uudelleenkäytön kannalta on tärkeää perehtyä sähkö- ja elektroniikkalaiteromun käsittelyyn sekä SER-materiaaleille tyypilliseen koostumukseen. Aiempien tutkimusten pohjalta, teoriaosuudessa käsitellään takaisinottopalvelun ympäristövaikutuksia. Aiheeseen liittyvää lainsäädäntöä ja direktiivejä käsitellään etenkin EU:n tasolla, kuitenkin täydentäen tutkimusta myös relevantilla Euroopan unionin ulkopuolelta tulevilla vaatimuksilla.

### 3.1 ABB:n Kestävän Kehityksen Agenda

ABB:n tavoite on auttaa yhteiskuntaa ja teollisuutta kohti kestävämpää ja tuottavampaa tulevaisuutta. ABB: kestävän kehityksen agenda pyrkii edistämään vähähiilisen yhteiskunnan kehittymistä, säästämään luonnonvaroja toiminnallaan, edistämään yhteiskunnallista kehitystä sekä toimia rehellisesti ja läpinäkyvästi.

ABB pyrkii vähentämään sekä omia että asiakkaiden hiilidioksidipäästöjä. ABB:n teknologiat, kuten energiatehokkaat ratkaisut ja automaatiojärjestelmät, ohjaavat teollisuutta siirtymään kohti vähähiilistä toimintaa. Net-Zero Standardin mukaisesti, ABB on sitoutunut saavuttamaan nettonollapäästöt sekä toiminnoissaan että tuotantoketjun alku- ja loppupään arvoketjussa vuoteen 2050 mennessä (ABB Enabling a low-carbon society, 2024).

ABB pyrkii vähentämään jätteen määrää arvoketjun jokaisessa vaiheessa. ABB:n tuotteista ja ratkaisuihin 80 % noudattaa kiertotalouden periaatetta. Kiertotalouteen perustuva lähestymistapa kattaa ABB:n tuotteiden elinkaaren kaikki vaiheet suunnittelusta ja hankinnasta tuotannon sekä käytön kautta aina vastuullisiin elinkaaren loppupalveluihin. ABB:n tavoitteena on, että vuoteen 2030 mennessä kaatopaikoille ei lähetetä lainkaan jätettä yrityksen omasta toiminnastaan, jos se on paikallisten olosuhteiden ja määräysten mukaista (ABB Preserving Resources, 2024).

ABB:n kestävän kehityksen agenda keskittyy edistämään myös yhteiskunnallista kehitystä ja oikeudenmukaisuutta. Tämä sisältää muun muassa turvallisten työolojen tarjoamisen, naisten osuuden lisäämisen johtotehtävissä sekä työntekijöiden sitoutumisen parantaminen. Tämän lisäksi ABB tukee toiminnallaan YK:n kestävän kehityksen tavoitteita (ABB, 2025).

### 3.2 Kiertotalous

Kiertotaloudella tarkoitetaan sellaista tuotanto- ja kulutusmallia, jossa olemassa olevat materiaalit ja tuotteet hyödynnetään mahdollisimman pitkälle lainaamalla, vuokraamalla, uudelleenkäyttämällä, korjaamalla, kunnostamalla ja kierrättämällä (Euroopan Parlamentti, 2023). Tässä opinnäytetyössä keskitytään etenkin tuotteen uudelleenkäyttöön, kunnostamiseen ja kierrätykseen. Tulevaisuudessa takaisinottopalvelut integroidaan yhä enemmän laajennettuun tuottajavastuuseen sekä osaksi yritysten kiertotalouskehyksiä.

Käytännössä kiertotalous tarkoittaa jätteen määrän vähentämistä mahdollisimman minimiin niin, että kun tuote tulee elinkaarensa päähän, sen materiaalit pyritään hyödyntämään ja näin tuovat lisäarvoa uudelleen. Kiertotalouden vastakohtana pidetään perinteistä niin sanottua lineaaritaloutta, jossa tuotteet valmistetaan, kulutetaan ja heitetään pois. Lineaaritalous toimintamallina edellyttää suuria määriä helposti saatavilla olevia raaka-aineita ja energiaa kulutuksen tarpeisiin, usein kertaluontoisesti (Euroopan Parlamentti, 2023).

Kiertotalouden toteuttamisella on havaittu useita hyötyjä. Tuotteiden uudelleenkäyttö ja kierrätys vähentävät luonnonvarojen kulutusta ja auttavat estämään luonnon monimuotoisuuden heikkenemistä. Tehokkaampien ja kestävämpien tuotteiden luominen auttaisi vähentämään energian ja resurssien kulutusta, sillä arvioiden mukaan yli 80 prosenttia tuotteiden ympäristövaikutuksista määritetään suunnitteluvaiheessa (Euroopan Parlamentti, 2023). Tuotteen materiaalivalintojen, kierrätettävyyden ja purettavuuden huomioiminen jo suunnitteluvaiheessa on keskeinen osa sen ympäristövaikutusten vähentämistä.

Kiertotalouden toteuttamisella vähennetään myös raaka-aine riippuvuutta. Väestönkasvu lisää raaka-aineiden ja muiden resurssien tarvetta. Tärkeimpien raaka-aineiden saatavuus on kuitenkin rajallisia ja jotkin EU-maat ovat riippuvaisia muista maista saadakseen tarvittavia raaka-aineita (Euroopan Parlamentti, 2023). Eurostatin mukaan vuonna

2023 raaka-aineiden kulutus oli Euroopassa noin 14,1 tonnia per asukas (Eurostat, 2024). Raaka-aineiden kierrätys vähentää tarjontaan liittyviä riskejä, kuten hintojen epävakautta, saatavuutta ja tuontiriippuvuutta. Tämä koskee etenkin kriittisiä raaka-aineita, joita tarvitaan ilmastotavoitteiden ratkaisemisen kannalta tärkeiden teknologioiden toteuttamiseen ja toimimiseen (Euroopan Parlamentti, 2023). Kriittisinä raaka-aineina pidetään metalleja, mineraaleja ja luonnonmateriaaleja, jotka ovat taloudellisesti tärkeimpiä ja niihin liittyy suuri toimitusriski (Euroopan unionin neuvosto, 2025).

Kiertotaloutta voidaan edistää tuotesuunnittelun lisäksi huolehtimalla tuotteiden huollettavuudesta ja korjattavuudesta (Kiertotalous-Suomi, 2023). Kiertotalous sisältää ajatuksen uusista liiketoimintamahdollisuuksista, jossa yritykset pyrkivät materiaalien arvon säilyttämiseen sekä uusiin palveluihin ja muihin jakamistalouden ratkaisuihin. Takaisinottopalvelun käyttöönotto tuotteen elinkaaren loppupään palveluissa on esimerkki uudesta liiketoimintamahdollisuudesta. Kiertotaloudessa ei ole kuitenkaan kyse pelkästään taloudesta ja teknologisista ratkaisuista. Siirtyminen hiilineutraaliin kiertotalouteen edellyttää kokonaisvaltaista muutosta yritysten päätöksenteossa sekä tuotesuunnittelussa (Kiertotalous-Suomi, 2023).

### **3.3 Elinkaariarviointi (LCA)**

Tuotteen elinkaaren arviointi on tärkeä osa yrityksen kestävästä liiketoimintaa ja nykyään yrityksiltä oletetaan yhä parempaa ymmärrystä omien tuotteidensa koko elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista. Elinkaariarviointia pidetään etenkin sopivana välineenä jätehuollon ympäristövaikutusten arviointiin ja myös erilaisten jätehuoltostrategioiden, kuten sähkö- ja elektroniikkalaiteromun käsittelyn ympäristösuojelun tason vertailuihin. Elinkaarianalyysi on myös yksi tapa arvioida takaisinottolainsäädännön kokonaisvaikutuksia ympäristöön. Vaikka on totta, että tuotteet uudelleentuloon vaatii yleensä vähemmän energiaa ja

materiaaleja, kuin uuden valmistaminen alusta alkaen, ei ole selvää, että uudelleenvalmistuksen lisääminen olisi ympäristön kannalta parempi (Esenduran, Kemahlioglu Ziya, & M. Swaminathan, 2015). Uudelleenvalmistuksella tässä tarkoitetaan prosessia, jossa käytettyjä tuotteita tai niiden komponentteja käsitellään ja palautetaan alkuperäistä vastaavaan laatutasoon. Prosessi sisältää erilaisia vaiheita, kuten tuotteiden tarkastuksen, korjauksen ja osien vaihdon, päivityksen sekä testauksen. Tuotteen uudelleenvalmistus (remanufacturing) ja kokonaan uuden tuotteen valmistaminen eroavat toisistaan prosessien, resurssien ja ympäristövaikutusten osalta. Uuden tuotteen valmistus on usein lineaarinen prosessi (resurssi-käyttö-jäte) kun taas uudelleenvalmistus tukee kiertotaloutta.

Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) on järjestelmällinen analyysi tuotteiden ja palveluiden mahdollisista ympäristövaikutuksista koko niiden elinkaaren aikana. Siinä arvioidaan panokset, joita ovat raaka-aineet ja energia, sekä tuotokset eli päästöt ja jätteet, jotka liittyvät tuotteen tuotanto-, jakelu-, käyttö- ja loppuvaiheisiin. Yleisesti tuotteen elinkaari koostuu viidestä vaiheesta. Nämä ovat raaka-aineen louhinta, tuotteen valmistus- ja kuljetus, tuotteiden käyttö sekä tuotteiden kierrätys ja jätteiden hävittäminen (EcoOnline, 2024).

Elinkaariarviointi on standardisoitu järjestelmä. Tämä tekee siitä luotettavan ja läpinäkyvän. Kansainvälinen standardijärjestö (ISO) tarjoaa LCA:lle standardit ISO 14040 ja 14044, jotka täydentävät osittain toisiaan. ISO 14040 sisältää kuvaukset elinkaariarvioinnin pääperiaatteista ja tarjoaa viitekehyksen. ISO 14044 rakentuu ISO 14040-standardin pohjalle ja kuvaa sen, kuinka LCA-toteutetaan käytännössä (ROOT, 2024). Edellä mainitut standardit kuvaavat elinkaariarvioinnin neljä päävaihetta:

1. Tavoitteen ja laajuuden määrittely
2. Elinkaariluettelon laatiminen (panokset ja tuotokset)

3. Vaikutusten arviointi

4. arviointi ja tulkinta (Dqs Global, 2025).

Tuotteen elinkaariarvioinnille on olemassa eri menetelmiä. LCA menetelmän valitseminen riippuu useista tekijöistä sekä siitä, mitkä ovat arvioinnin tavoitteet. On tärkeää määrittää menetelmän laajuus ja sen soveltuvuus projektin tarpeisiin. Esimerkiksi niin sanottu Cradle-to-Cradle menetelmä pyrkii kiertotalouslähestymistapaan. Tässä materiaalit kierrätetään tai käytetään uudelleen loputtomasti minimoiden jätteet ja ympäristövaikutukset. Takaisinottopalvelu on kriittinen osa Cradle-to-Cradle elinkaariarviointimenetelmän toteuttamista.

Muita elinkaarianalyysi menetelmiä ovat muun muassa Cradle- to - Grave ja Cradle- to-Gate. Cradle-to-Grave menetelmä kattaa tuotteen koko elinkaaren alusta loppuun. Analyysi alkaa raaka-aineiden louhinnasta ja tuotteen valmistuksen, kuljetuksen sekä käytön jälkeen päättyy aina tuotteen hävittämiseen tai vaihtoehtoisesti muuhun loppukäsittelyyn (Ecochain, 2025). Cradle-to-Grave malli on hyödyllinen, kun halutaan ymmärtää tuotteen kokonaisvaikutukset ja kehittää kestävämpiä ratkaisuja. Cradle-to-Gate menetelmässä arvioidaan puolestaan tuotteen ympäristövaikutuksia raaka-aineiden louhinnasta ja tuotteen valmistuksesta aina siihen asti, kun se poistuu tehtaan porteista (Ecochain, 2025). Cradle-to-Gate analyysi ei sisällä tuotteen käyttöä, loppukäsittelyä tai kierrätystä ja on siksi malleista yksinkertaisin, eikä anna kuvaa tuotteen koko elinkaaren ympäristövaikutuksista.

### **3.4 Tuotteen elinkaaren Loppuvaihe (EOL)**

Tuotteen saavuttaessa elinkaarensa loppuvaiheen, kierrätykseen ja hävitykseen liittyvät toimet muuttuvat erittäin tärkeäksi. Jokainen tuote kuluttaa luonnonvaroja ja energiaa valmistusvaiheessa, ja siten niillä on ympäristövaikutuksia, jotka ulottuvat elinkaarensa päättymiseen asti (Ecocity, 2025).

Käytöstä poistattaessa tuote siirtyy pois alkuperäisestä käytöstään. Syitä voivat olla esimerkiksi teknologian vanheneminen tai tuotteen fyysinen vaurioituminen. Käytöstä poistettu tuote voidaan kerätä takaisin joko valmistajan takaisinotto ohjelman kautta tai kierrätyspalveluiden avulla. Kiertotalouden toteutumisen kannalta on tärkeää, että tuote ohjataan asianmukaiseen jatkokäsittelyyn. Tuotteesta voidaan ottaa talteen käyttökelpoiset materiaalit ja komponentit. Näitä voidaan hyödyntää sellaisenaan tai prosessoida uusiin käyttötarkoituksiin.

Kierrätysprosesseissa materiaalit tulee käsitellä niin, että ne voidaan käyttää uusien tuotteiden valmistukseen. Tällainen käsittely voi tarkoittaa esimerkiksi metallien sulatusta tai muovien jalostusta. Koko tuotteen uudelleenkäyttö on myös mahdollista, jos tuote on edelleen toimintakelpoinen tai sen osat ovat hyödynnettävissä. Kunnostetun tuotteen tulee kuitenkin vastata alkuperäisen tuotteen laatutasoa. Ne osat ja materiaalit, joita ei voida kierrättää tai käyttää uudelleen, hävitetään ympäristövastuullisesti. Tämä voi tarkoittaa energiatuotantoa tai muuta loppusijoitusta.

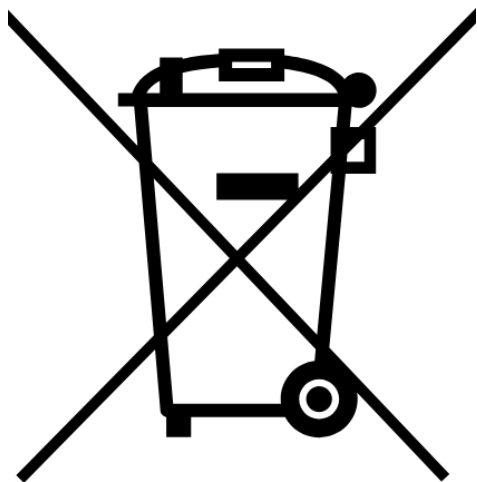
Tuotteen elinkaaren muilla vaiheilla on vaikutusta tuotteen elinkaaren loppuvaiheen toimintoihin, koska ne määrittävät tuotteen käsittelyn mahdollisuudet ja rajoitukset. Kestävien periaatteiden huomioiminen aina tuotteen suunnittelusta alkaen on avain tehokkaisiin ja ympäristöystävällisiin tuotteen elinkaaren loppuvaiheen toimenpiteisiin.

### **3.5 Sähkö- ja elektroniikkaromu (SER)**

SER on voimakkaasti kasvava jätteenlaji ja ongelmallista sen haastavan kierrätyksen takia. SER on lyhenne sanoista sähkö- ja elektroniikkalaiteromu. Kansainvälisesti SER:istä käytetään nimeä WEEE eli Waste of Electrical and Electronic Equipment. SER koostuu käytöstä poistuneesta sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta. Sähkö- ja elektroniikkalaiteromuksi luetaan kaikki laitteet, jotka toimiakseen tarvitsevat sähkövirtaa, akkua, paristoa ja aurinkoenergiaa (SER-kierrätys, 2012). Pois heitetystä ja

kierrätykseen tulevasta elektroniikkaromusta osa on vielä käyttökelpoista ja käyttöikää näillä komponenteilla voi olla jäljellä jopa yli 80 %, vaikka tuote ei itsessään toimitakaan (STENA Recycling, 2024).

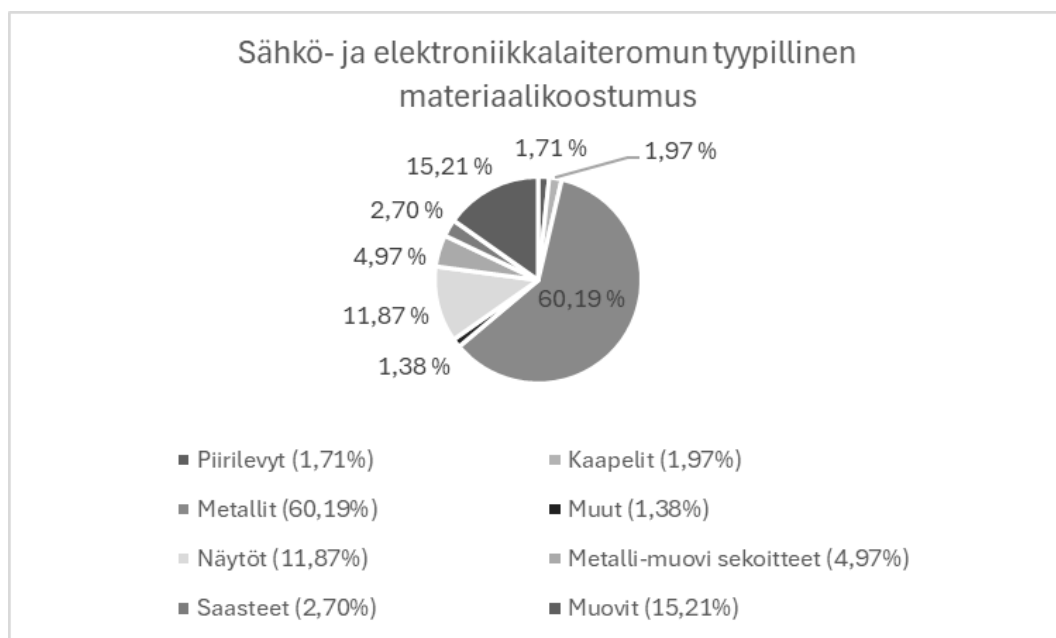
SER-merkinnällä varustetut tuotteet tulee lajitella niille asianmukaisella tavalla. Sähkö- ja elektroniikkalaiteromua ei saa laittaa lajittelemattomaan jätteeseen, vaan niille merkittyyn keräyspaikkaan. Näin sähkö- ja elektroniikkalaiteromu saadaan hyödynnettyä ja kierrätettyä. SER-merkintä (kuva 2) tulee olla kaikissa WEEE- direktiiviin piiriin kuuluvissa sähkö- ja elektroniikkalaitteissa.



**Kuva 2** SER-merkintä (Europe, 2025)

Sähkö- ja elektroniikkalaiteromun (SER) kierrätys on tärkeä raaka-aineen lähde, sillä se sisältää resursseja, kuten metalleja, lasia ja polymeerejä. E-jätteen keräys ja kierrätys on kuitenkin haastavaa. Vuonna 2022 vain 22,3 % e-jätteestä dokumentointiin kerätyksi ja kierrätetyksi ympäristöystävällisellä tavalla (UNITAR, 2024). E-jätteessä olevat vaarallisia kemikaaleja sisältävät aineet vahingoittavat ympäristöä. Vähentääkseen ihmisten terveyteen ja ympäristöön kohdistuvia negatiivisia vaikutuksia, asianmukaiset jätehuoltokäytännöt ja turvallinen sähkö- ja elektroniikkaromun hävittäminen on saanut kansainvälistä huomiota.

Kuvassa 3 esitetään yleisesti sähkö- ja elektroniikkalaiteromun tyypillinen materiaalikoostumus. Huomataan, että suurin osa SER:in materiaaleista koostuu erilaisista metalleista. Muovit ovat toiseksi suurin osuus SER:in materiaali-jakaumassa (Shahabuddin, 2022). Muovit voidaan kierrättää joko kemiallisesti tai mekaanisesti. Mikäli muovin kierrätys ei ole mahdollista, ne voidaan polttaa energiantuotantoon. Vuonna 2022 kaikki maailman e-jäte sisälsi noin 31 miljardia kiloa metalleja, joista arviolta 19 miljardia kiloa hyödynnettiin nykyisillä sähköisen jätteen talteenotto- ja käsittelytekniikoilla. Suurin osa talteen otetusta metallista oli rautaa. Muilla metalleilla kuten lyijyllä oli paljon alhaisempi talteenottoaste (UNITAR, 2024).



**Kuva 3** SER:in tyypillinen materiaalikoostumus (Shahabuddin, 2022)

Tällä hetkellä Eurooppa on johtava sähkö- ja elektroniikkalaiteromun kerääjä. Vuonna 2022 Euroopassa tuotettiin eniten e-jätettä asukasta kohti, arviolta noin 17,6 kg/ henkilö. Samana vuonna Eurooppa kuitenkin keräsi ja kierrätti eniten e-jätettä, saavuttaen 42,8 % kierrätysasteen (UNITAR, 2024). Suurin osa maailmanlaajuisesti tuotetusta sähkö- ja elektroniikkajätteestä ei ole dokumentoitu. Tämä tarkoittaa, että jäte

polttetaan tai hävitetään laittomasti. Tästä syystä kansainvälinen ja yhdessä säädelty lähestymistapa on ratkaisevaa sähkö- ja elektroniikkajätteen hallinnassa sekä tärkeä rooli kiertotalouden toteutumista.

## 4 LAINSÄÄDÄNTÖ

Takaisinottopalveluiden lainsäädäntö on keskeinen osa jätehuollon ja kiertotalouden edistämistä ja toteuttamista. Tuotteiden takaisinottolait on suunniteltu vähentämään elinkaarensa lopussa olevien tuotteiden ympäristövaikutuksia välttämällä vaarallisten aineiden pääsyä purkuvirtoihin, mutta myös tarjoamaan kannustimia valmistajille suunnitella tuotteita, jotka on helpompi hyödyntää, jotta tuotteiden hyödyntämiskustannuksia voidaan tehokkaasti vähentää (Atasu & Subramanian, 2012) .

Tällä hetkellä 81 maata, joka vastaa 42 % kaikista maailman maista, kuuluu jonkinlaisen sähkö- ja elektroniikkaromua koskevan lainsäädännön piiriin ja näistä maista 67:llä on laajennettuun tuottajavastuuseen liittyvä lainsäädäntö. Vaikka yhä useammat maat ovat ottaneet käyttöön e-jätteen hallintaa koskevia lakeja, niiden täytäntöönpano ja valvonta vaihtelevat alueittain (UNITAR, 2024).

Euroopan unionin jätepuitedirektiivi (2008/98/EY) ja WEEE-direktiivi (2012/19/EU) ovat säädöksiä, jotka ohjaavat tuotteiden takaisinottojärjestelmiä ja määrittelevät tuottajien vastuun jätteiden kierrätyksessä ja hallinnassa. Direktiivit määrittelevät myös laajennetun tuottajavastuun (EPR), joka korostaa vastuuta tuotteen suunnittelusta alkaen aina laadukkaisiin elinkaaren loppupalveluihin. Valmistajien tulee kiinnittää huomiota muun muassa tuotteidensa kierrätettävyyteen ja kestäviin materiaalivalintoihin.

Tuottajavastuu puolestaan keskittyy tuotteen elinkaaren loppuvaiheeseen eli jätteen hallintaan ja tuotteiden jätehuoltoon (ELY-keskus, 2025). Suomessa Jätelaki (646/2011) asettaa yleiset periaatteet ja velvollisuudet tuottajavastuussa oleville tahoille (ELY-keskus, 2025). Jätelaki (646/2011) on kansallinen lainsäädäntö ja koskee jätehuoltoa Suomessa, mutta seuraa kuitenkin osittain EU:n jätepuitedirektiiviin (2008/98/EY) kehitystä (Ympäristöministeriö, 2025).

RoHS- ja REACH- direktiivit liittyvät takaisinottopalveluiden lainsäädäntöön vaarallisten aineiden hallinnan ja ympäristöystävällisen jätehuollon näkökulmasta. RoHS- direktiivi rajoittaa tiettyjen vaarallisten aineiden käyttöä sähkö- ja elektroniikkalaitteissa. Kerätyt laitteet on käsiteltävä niin, että nämä aineet poistetaan ja hävitetään turvallisesti. REACH-asetus puolestaan säätelee kemikaalien käyttöä ja niiden vaikutuksia koko elinkaaren ajan mukaan lukien jätehuolto. Asetus sekä edistää turvallista kierrätystä että tuotteiden uudelleenkäyttöä, mikä on tärkeää takaisinottopalveluiden tehokkuuden ja kestävyuden kannalta.

#### **4.1 Tuottajavastuu**

Tuottajavastuu tarkoittaa, että tiettyjen tuotteiden valmistajilla maahantuojilla ja etämyyjillä sekä pakkaajilla on lakisääteinen velvollisuus järjestää tuotteiden jätehuolto, kun tuotteet poistetaan käytöstä. Tuottajavastuun tarkoituksena on edistää kiertotaloutta, jolloin raaka-aineet saadaan takaisin kiertoon ja jätteen määrä vähenee. Tuottajavastuun perusajatuksena on parantaa sähkö- ja elektroniikkalaitteiden suunnittelua kestävämpään suuntaan (ELY-keskus, 2025).

Suomessa Jätelaki (646/2011) säätelee tuottajavastuuta ja tuottajavastuun toteutumista valvova viranomainen on Pirkanmaan ELY-keskus. Jätelain lisäksi tuottajavastuuta säädetään EU:sta tulevilla asetuksilla. Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden osalta tämä tarkoittaa Valtioneuvoston asetusta sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (519/2014).

Paras ja helpoin tapa toteuttaa tuottajavastuuta on liittyä tuottajayhteisöön. Tuottajayhteisöt ovat voittoa tavoittelemattomia organisaatioita, jotka ovat tuottajien hallinnoimia. Tuottajayhteisöt hoitavat yrityksen puolesta laissa säädetyt velvoitteet kuten tuotteiden keräyksen, kuljetuksen ja jätehuollon. Tämän lisäksi tuottajavastuuyhteisöt huolehtivat seurantatietojen raportoimisesta ja kierrätystavoitteiden saavuttamisesta (ELY-keskus, 2025).

Jätelain 48 § mukaan tuottajavastuun piiriin kuuluvat myyntitavasta riippumatta ainakin seuraavat tuotteet:

- Moottorikäyttöisen ja muun ajoneuvon tai laitteen renkaat
- Henkilöautot, pakettiautot ja niihin rinnastettavat muut ajoneuvot
- Sähkö- ja elektroniikkalaitteet
- Paristot ja akut
- Pakkaukset
- Liikevaihdoltaan alle 1 000 000 euron yritykset eivät lukeudu tuottajavastuun piiriin (Jätelaki 646/2011).

Laajennettu tuottajavastuu (EPR) eroaa tuottajavastuusta siten, että se laajentaa vastuun koko tuotteen elinkaarelle, kattaen tuotteen suunnittelun, käytön ja lopulta hävittämisen. Laajennettu tuottajavastuu pyrkii vähentämään tuotteen ympäristövaikutuksia jo tuotteen suunnitteluvaiheessa ja korostaa tuottajan velvollisuutta luoda tehokkaat järjestelmät tuotteen keräykseen, kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön.

Tuottajavastuu-järjestelmät ovat erilaisia eri maissa, mutta niillä on usein yhteiset perusperiaatteet. Useat maat ympäri maailmaa ovat ottaneet käyttöön tuottajavastuuseen liittyvän lainsäädännön, usein käyttäen Euroopan sääntöjä viitekehyksenä ja konseptuaalisena perustana. On kuitenkin maita, jossa tuottajavastuu- järjestelmien rakenne- ja toteutustapa voi vaihdella suurestikin. Esimerkiksi valtio on voinut siirtyä kollektiivisesta järjestelmästä valtion johtamaan tuottajavastuujärjestelmään.

#### **4.2 Direktiivi sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (WEEE)**

Directive on Waste of Electrical and Electronic Equipment (WEEE) eli direktiivi 2012/19/EU koskee sähkö- ja elektroniikkalaiteromua. Direktiivi säätelee tapoja, jolla suojellaan ympäristöä ja ihmisten terveyttä eh-

käisemällä sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta aiheutuvia haittavaikutuksia sekä vähentämällä materiaalien käytöstä aiheutuvia kielteisiä vaikutuksia (Euroopan unioni, 2012).

Tällä direktiivillä edistetään kestäviä tuotanto- ja kulutustapoja ensisijaisesti ehkäisemällä sähkö- ja elektroniikkalaiteromun syntymistä sekä lisäämällä tällaisen romun uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja muita hyödyntämistapoja loppukäsittelyyn tulevan jätteen resurssien tehokkaan käytön ja arvokkaiden uusioraaka-aineiden keräämisen edistämiseksi.

Direktiivi asettaa mm. keräysasteen, joka määrittää, että jäsenvaltioiden on saavutettava vuosittain vähintään 65 % kolmen edellisen vuoden aikana markkinoille saatettujen sähkö- ja elektroniikkalaitteiden keskimääräisestä painosta tai vaihtoehtoisesti 85 % kyseisen jäsenvaltion alueella syntyvän sähkö- ja elektroniikkalaiteromun painosta. Direktiivillä pyritään myös tehostamaan kaikkien sähkö- ja elektroniikkalaitteiden elinkaaren aikeisten toimijoiden ympäristösuojelun tasoa (Euroopan unioni, 2012).

Tässä opinnäyteyössä käsitellään sähkölaitetta, joka voisi ominaisuuksiensa puolesta kuulua direktiivin 2012/19/EU mukaan ”pieniin laitteisiin, jotka eivät ole yhdeltäkään ulkomitalta yli 50 cm” tai ”tarkkailu- ja valvontalaitteisiin”. Opinnäyteyössä käsiteltävä suojarele katsotaan kuitenkin kuuluvan direktiivissä 2012/19/EU määriteltyyn direktiivin ulkopuoliseen kategoriaan ”suuret kiinteästi asennetut laitteistot”. Suojareleitä sijoitetaan laajoihin suojausjärjestelmiin ja on erityisesti suunniteltu ja asennettu osaksi keskijännitekojeistoa. Kategorian perusteluna on, että laite on ammattihenkilöiden kokoama, asentama ja purkama sekä se on tarkoitettu pysyvään käyttöön osana rakennetta tietyssä tarkoituksessa, jonka voi korvata vain samaan tarkoitukseen soveltuva laite (Euroopan unioni, 2012).

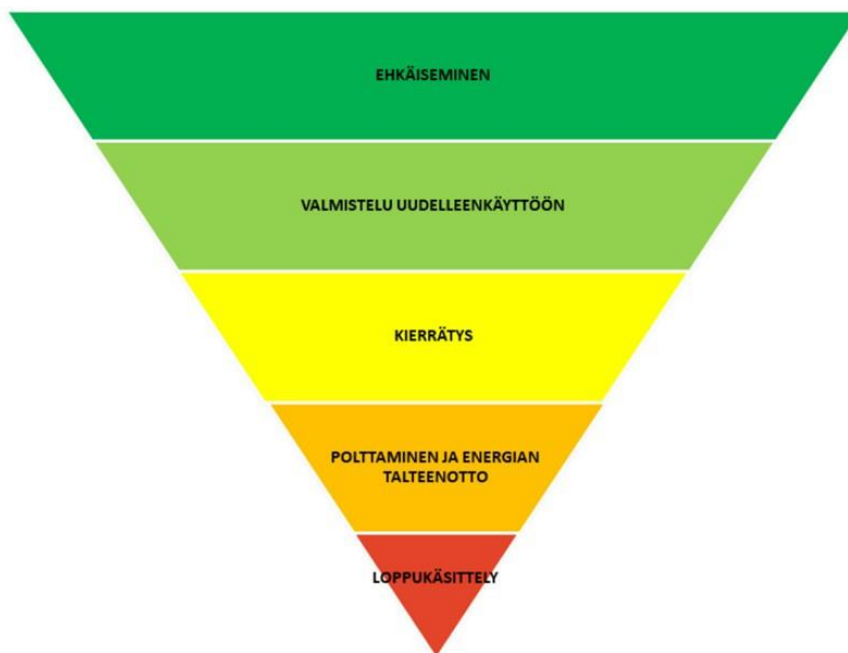
Euroopan komissio aikoo tarkistaa pitkään voimassa ollutta WEEE-direktiiviä valmistellessaan uutta kiertotalouslakia. Komissio suunnittelee

kuulemista säännöksistä, jotka ohjaavat lain kehittämistä ja käyttöön-ottoa vuonna 2026 (Barroso, 2025).

### **4.3 Jätepuitedirektiivi**

Jätepuitedirektiivi (2008/98/EY) on Euroopan unionin säädös, joka määrittää toimenpiteitä ympäristön ja ihmisten terveyden suojelemiseksi sääntämällä tai vähentämällä jätteen syntymistä, jätehuollon haittavaikutuksia sekä resurssien käytön kokonaisvaikutuksia. Samalla direktiivi pyrkii parantamaan resurssien käytön tehokkuutta, mikä on ratkaisevan tärkeää siirtymiselle kiertotalouteen (EUR-Lex, 2008).

Direktiivissä määritelty jätehierarkia eli etusijajärjestys toimii jätehuollon periaatteena ja kuvaa toiminnan tärkeysjärjestystä (STENA Recycling, 2024). Jätehierarkian mukainen järjestys on jätteen synnyn ehkäisy, uudelleenkäyttö, kierrätys, muut hyödyntämistavat kuten energiantuotanto sekä jätteen loppukäsittely. Jätehierarkian tavoitteena on vähentää ympäristökuormitusta ja tukea kiertotalouden periaatetta.



**Kuva 4** Jätehierarkia (Kierrätysteollisuus, 2023)

EU:n Jätepuitedirektiiviä päivitettiin vuonna 2018, jolloin julkaistiin direktiivi EU 2018/851. Päivitys muutti alkuperäistä jätepuitedirektiiviä ja sillä tehtiin laajoja muutoksia jätteen syntymisen ehkäisemiseen ja kiertotalouden vahvistamiseksi. Vuoden 2018 muutoksissa korostettiin merkittävästi kriittisiä raaka-aineita sisältävien jätteiden käsittelyn tärkeyttä ja kehoitettiin jäsenvaltioita toteuttamaan toimenpiteitä tällaisen jätteen keräämiseksi, lajitteluksi ja hyödyntämiseksi. Se kattoi myös muita kokonaisuuksia, kuten uudet kierrätystavoitteet, erilliskeräysvaatimukset ja laajennetun tuottajavastuun järjestelmät (IEA: International Energy Agency, 2024).

#### 4.4 RoHS

Restriction of Hazardous Substances Directive eli RoHS- direktiivi 2011/65/EU on olennainen osa sähkö- ja elektroniikkalaitteiden ympäristövaikutusten hallintaa. Direktiivi on Euroopan unionin säädös, joka rajoittaa tiettyjen vaarallisten aineiden käyttöä ja pitoisuuksia sähkö- ja

elektroniikkalaitteissa. Näihin rajoitettuihin aineisiin kuuluu muun muassa lyijy, elohopea, kadmium ja tietyt bromipohjaiset palonestoaineet (European Union, 2011).

Direktiivi vaatii valmistajia, maahantuojia ja jakelijoita varmistamaan, että heidän tuotteensa ovat yhteensopivia säädösten kanssa. Direktiivin mukaan valmistajien tulee laatia EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen ja kiinnittää valmiiseen tuotteeseen CE-merkintä. Joillekin tuotteille voidaan myöntää poikkeuksia. Näitä poikkeuksia voidaan myöntää tapauksissa, jossa aineen korvaaminen ei ole teknisesti mahdollista tai jos korvaaminen aiheuttaisi suurempia haittoja, kuin hyötyjä. Poikkeukset ovat voimassa vain rajoitetun ajan. RoHS-direktiiviä päivitetään tieteellisen kehityksen mukaisesti. Tällä pyritään tarkastelemaan uudelleen olemassa olevia rajoituksia sekä lisätä uusia vaarallisia aineita kiellettyjen aineiden luetteloon (European Union, 2011).

RoHS-direktiivi parantaa kierrätettävyyttä ja vähentää vaarallisten aineiden päätymistä luontoon ja tukee EU:n laajempia kiertotaloustavoitteita. Direktiivillä on suora vaikutus sähkö- ja elektroniikkalaitteiden suunnitteluun, materiaalivalintoihin, valmistukseen ja elinkaaren loppuvaiheen toimintoihin. Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden kierrätyksen ja uudelleenkäytön mahdollisuudet paranevat, kun vaarallisia aineita vältetään.

#### **4.5 REACH**

REACH-asetus 1907/2006 on Euroopan unionin säädös, jonka tavoitteena on parantaa ihmisten terveyden ja ympäristön suojelua kemikaalien mahdollisesti aiheuttamilta riskeiltä. Asetuksen tavoite on myös tehostaa EU:n kemikaaliteollisuuden kilpailukykyä. REACH-asetusta sovelletaan kaikkiin kemiallisiin aineisiin, joita käytetään esimerkiksi sähkölaitteiden kaltaisissa tuotteissa. Asetuksessa ylläpidetään kandidaattiaineiden listaa, joka sisältää aineita, jotka aiheuttavat erityistä huolta

(SVHC). Pitkällä aikavälillä näitä aineita pyritään korvaamaan turvallisimmilla vaihtoehdoilla (European Union, 2006).

REACH-asetuksen nojalla todistustaakka on yrityksillä. REACH-asetuksen mukaan yritykset ovat vastuussa niiden valmistamien tai käyttämien kemikaalien turvallisuudesta. Yritysten on tunnistettava kemikaaleihin liittyvät riskit sekä toimitettava tiedot Euroopan kemikaalivirastolle (ECHA). Jos yritys valmistaa kemiallista ainetta tai tuo sitä maahan Euroopan talousalueella (ETA) vähintään tonnin vuodessa, on tämä rekisteröitävä REACH-tietokantaan (Your Europe, 2024).

#### **4.6 Lainsäädäntö EU:n ulkopuolella**

ABB toimittaa tuotteita ympäri maailmaa, jolloin myös EU:n ulkopuolelta tuleva lainsäädäntö ja erilaiset vaatimukset on otettavat huomioon. Elektroniikkajätteen kierrätys EU:n ulkopuolella vaihtelee ja eri maiden välillä on suuriakin eroja.

Tällä hetkellä Yhdysvalloissa 25 osavaltiota ja Washington D.C ovat sääntäneet lainsäädäntöä, joka koskee elektroniikkajätteen kierrätystä. Tämän lisäksi useat muut osavaltiot ovat ehdottaneet lainsäädäntöä tai harkitsevat sellaista. Kaikki osavaltiot, paitsi Kalifornia ja Utah, käyttävät tuottajavastuuseen liittyvää lähestymistapaa, jossa tuotteiden valmistajat maksavat kierrätyskustannukset (ERI, 2025). Tuottajavastuuseen liittyvä lähestymistapa on linjassa EU:n kanssa.

Suurin osa maista, joissa on sähkö- ja elektroniikkaromua koskeva lainsäädäntö, soveltavat myös laajennettua tuottajavastuuta. Odotuksena on, että tämä yhdistelmä mahdollistaa sähköisen jätteen käsittelyjärjestelmien rahoituksen. Järjestelmän onnistuminen edellyttää kuitenkin, että jokaisen tuottajan osuus elektroniikkajätteestä seurataan ja dokumentoidaan asianmukaisesti. Tietojen saatavuus ja luotettavuus ovat yhä merkittäviä haasteita monissa maissa. Tuottajavastuu järjestel-

missä on usein eroavaisuuksia. OECD:n mukaan eri jätevirroille on maailmanlaajuisesti noin 400 laajennettua tuottajavastuujärjestelmää (UNITAR, 2024).

Yhdysvalloissa toimiva ympäristösuojeluvirasto (EPA) tekee kansainvälistä yhteistyötä hallituksen ja ympäristöviranomaisten kanssa e-jätteen hallintaan liittyen. Esimerkiksi Yhdysvaltain EPA ja Taiwanin ympäristösuojeluvirasto koordinoivat kansainvälistä e-jätteen hallintaverkostoa (IEMN). E-jätteen hallintaverkosto on vuodesta 2011 asti tuonut yhteen ympäristöviranomaisia Aasiasta, Latinalaisesta Amerikasta, Karibialta, Afrikasta ja Pohjois-Amerikasta vaihtamaan parhaita käytäntöjä e-jätteen hallinnassa (EPA, 2024).

Useissa maissa kaikesta e-jätteestä kierrätetään vain muutama prosentti lainsäädännön puutteen ja heikon infrastruktuurin takia. Arviolta 14 miljardia kilogrammaa sähkö- ja elektroniikkajätettä hävitetään sekajätteenä, joista suurin osa päätyy kaatopaikalle maailmanlaajuisesti (UNITAR, 2024). Luonnonvarojen tuhlaamisen lisäksi kaatopaikalle hävitetyt elektroniikkajätteet aiheuttavat haitallisia ympäristö- ja terveysvaikutuksia. Elektroniikkajäte sisältää haitallisia aineita, joista yleisimmin käytetään lyijyä, elohopeaa ja kadmiumia, jotka voivat päätyä maaperään ja pohjaveteen, mikäli jäte loppusijoitetaan kaatopaikalle (Geneva Environment Network, 2024).

## **5 SUOJARELETUOTTEEN TAKAISINOTTOVAIHTOEHDOT**

Takaisinottojärjestelmät tarjoavat mahdollisuuden vähentää jätettä ja hyödyntää materiaaleja uudelleen. Tämän vuoksi vastuullinen takaisinotto-prosessi on tärkeä osa yrityksen kiertotaloutta ja kestävästä kehityksestä. Ympäristöhyötyjen ja lainsäädännön vaatimusten täyttämisen lisäksi laadukkaalla takaisinottojärjestelmällä on yritykselle myös taloudellisia hyötyjä. Koska sähkö- ja elektroniikkajäte on kasvava resurssi ja tiettyjen metallien ja mineraalien niukkuus sekä hintavaihtelut ovat tulevaisuuden haaste, näiden arvokkaiden resurssien talteenottoon on kasvava taloudellinen peruste. Yritykset voivat myös vähentää kustannuksia hyödyntämällä takaisin tulleiden tuotteiden komponentteja ja materiaaleja (World Economic Forum, 2019).

Tällä hetkellä toimeksiantajalla ei ole käytössä erillistä takaisinottopalvelua sähköverkon suojarelleille. Koska suojarelle katsotaan kuuluvaksi WEEE-direktiivin ulkopuoliseen kategoriaan, erillistä takaisinottopalvelua ei ole luotu. Toimeksiantaja on kuitenkin luonut tuotteilleen End-Of-Life dokumentin, joka sisältää ohjeet laitteen purkamiseksi sekä purettujen osien kierrättämiseksi.

Direktiivi 2012/19/EU sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta säätelee tuottajavastuuta, jonka mukaan valmistajan tulee huolehtia tuotteiden hävittämisestä, kun ne poistetaan käytöstä. Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden kierrätys ja takaisinottopalveluiden toteuttaminen on keskeinen osa tuottajavastuuta. Tässä opinnäytetyössä analysoidaan kolme eri skenaariota takaisinottopalvelun toteutukselle:

1. Tuote voidaan lähettää takaisin valmistajan tarjoaman takaisinotto-ohjelman kautta. Tällaisissa tapauksissa valmistaja voi kunnostaa, uudelleen valmistaa tai hyödyntää laitteen osia.

2. Tuote voidaan lähettää kolmannelle osapuolelle lähimpään kierrätyspisteeseen, jossa sähkö- ja elektroniikkajäte käsitellään ja niistä poistetaan arvokkaat materiaalit kuten metallit ja muovit.
3. Tuotteelle ei toteuteta takaisinottopalvelua. Tässä tapauksessa tuote voi päätyä tavalliseen jätehuoltoon, ilman erillistä kierrätys ja jätteidenkäsittelyprosessia.

### **5.1 Tuote lähetetään takaisin valmistajalle**

Sähkö- ja elektroniikkajätteen kierrätys ei hyödytä vain ympäristöä ja yhteiskuntaa, vaan se tarjoaa myös selkeitä etuja elektroniikkavalmistajalle. Valmistajan tarjoaman takaisinottopalvelun kautta, asiakas voi lähettää tuotteen takaisin, jolloin takaisin otettuja tuotteita tai niiden osia voidaan kunnostaa tai uudelleen käyttää.

Kunnostaminen tarkoittaa vanhentuneen tai vaurioituneen elektroniikan poistamista ja sen palauttamista toimintakuntoon. Viallisen tuotteen hävittämisen sijaan, se voidaan korjata ja kunnostaa, jolloin ne soveltuvat jälleenmyyntiin tai uudelleenkäyttöön. Kunnostaminen on useissa tapauksissa halvempaa, kuin uusien tuotteiden valmistaminen, joka tarjoaa valmistajalle mahdollisia kustannussäästöjä (REBOOTTECH, 2024).

Toinen tapa, jolla elektroniikkavalmistajat voivat hyötyä sähköisen jätteen kierrätyksestä on uudelleenkäyttö. Uudelleenkäyttö tarkoittaa komponenttien tai materiaalien ottamista vanhasta tuotteesta ja jatkaa niiden käyttöä uusissa sovelluksissa ja ratkaisuissa. Uudelleenkäyttö ei ainoastaan vähennä jätettä, vaan antaa valmistajalle mahdollisuuden hyödyntää materiaaleja, jotka muuten menisivät hukkaan (REBOOTTECH, 2024) .

Takaisinottopalvelun kannattavuutta ja ympäristöhyötyjä voidaan tarkastella tuotteen kierrätyspotentiaalin kautta. Kierrätyspotentiaali kuvaa tuotteen tai sen osan hyödyntämispotentiaalia eli kuinka suuri osa materiaalista voidaan ottaa talteen ja uudelleenkäyttää (Xiaoqing, ym.,

2025). Toimeksiantajan ympäristöselosteessa kierrätyspotentiaali lasketaan jakamalla kierrätettävä materiaali tuotteen käyttöiän lopussa, tuotteen kokonaispainolla (ABB , 2024). Tuotteen käyttöiän loppuskenaario ja kierrätyspotentiaali perustuu standardiin IEC/TR 62635 (liite D.3), joka on Eurooppaa varten. Esimerkiksi tilanteessa, jossa laite painaa 9,15 kg ja kierrätettävää materiaalia tuotteen käyttöiän lopussa on 5,32 kg, saadaan kierrätyspotentiaaliksi noin 58 % (ABB , 2024).

Takaisinottopalvelun logistiikasta aiheutuvat päästöt lisäävät tuotteen kokonaispäästöjä hieman, etenkin jos kuljetusverkosto ei ole optimoitu. Skenaariossa, jossa tuote lähetetään takaisin valmistajalle, tuotteen elinkaaren loppupään päästöt olivat suurimmat verrattuna kahteen muuhun skenaarioon. Osana skenaarion määrittämistä, laskettiin miten tuotteen lähettäminen takaisin valmistajalle vaikuttaisi kuljetuksen päästöihin. Logistiikan hiilidioksidipäästöjen vähentäminen ja vihreä siirtymä voivat tulevaisuudessa vähentää takaisinottopalvelun kasvihuonekaasupäästöjä. Tärkeitä tekijöitä takaisinottopalvelun päästöjen vähentämiseksi ovat energiatehokkaammat kuljetusratkaisut kuten vähäpäästöiset polttoaineet sekä optimoitu reittisuunnittelu (Finnlines, 2025).

Takaisinottopalvelun kokonaispäästöihin vaikuttaa myös materiaalien hyödyntämisen haasteet tai käsittelyprosessien energiankulutus. Kierrätysprosessista syntyvät päästöt voivat ylittää kaatopaikkasijoituksen päästöt, jos elektroniikkajätteestä syntyviä osia ei saada hyödynnettyä uudelleen. Myös materiaalien erottelu ja uudelleenkäsittely vaatii yritykseltä energiapanoksia. Kuitenkin pitkällä aikavälillä takaisinottopalvelu voi vähentää ympäristökuormitusta, jos materiaalit saadaan kiertotalouden mukaisesti tehokkaaseen uudelleenkäyttöön.

Tuottajavastuun periaatteiden mukaan, valmistajan tulee maksaa takaisinottopalvelusta aiheutuvat lisäkustannukset. Jätelain 646/2011 luvussa 6 säädetään tuottajavastuun toteutumisesta. Tuottajan on järjes-

tettävä käytöstä poistettavien tuotteiden vastaanottoaikoja tai kerätyjen käytöstä poistettujen tuotteiden kuljetus maksutta tuotteen jake-  
lijän vastaanottoaika (Jätelaki 646/2011).

Myös Direktiivi 2012/19/EU sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta säätelee sähkö- ja elektroniikkalaitteiden suunnittelua ja tuotantoa siten, että niiden korjaus, päivittäminen, uudelleenkäyttö, purkaminen ja kierrätys otetaan täysmääräisesti huomioon ja tehdään helpoksi (Euroopan unioni, 2012).

## **5.2 Tuote lähetetään lähimpään kierrätyspisteeseen**

Valmistaja voi myös tehdä yhteistyötä paikallisen sähkö- ja elektroniikkalaiteromun kierrätyksestä vastaavan toimijan kanssa. Tässä tapauksessa valmistajan tulisi kehittää laadukas ja tehokas yhteistyökumppanuus maihin, joihin se toimittaa tuotteita. Yrityksen kannattaa valtuuttaa kolmannen osapuolen kierrättäjä tapauksissa, jossa tuotteiden komponenttien tai osien uudelleenkäytön mahdollisuus on vähäinen ja takaisinotettujen tuotteiden volyymi on alhainen. Usein sähkö- ja elektroniikkaromun kierrätyksestä vastaavalla yrityksellä on valmiiksi laajoja ja tehokkaita kierrätyskanavia, mikä parantaa kierrätysastetta ja näin ollen vähentää jätettä.

Kolmannen osapuolen kierrättäjä pyrkii sulkemaan kierron ja varmistamaan, että materiaalit kierrätetään vastuullisesti. Tuotteen keräyksen lisäksi, kierrätyksestä vastaavat yritykset pyrkivät käyttämään myös toimivia tuotteita ja komponentteja uudelleen pidentääkseen tuotteiden käyttöikä ja hyödyntääkseen resursseja. Lisäksi tuotteille suositellaan dekontaminaatio, joka elektroniikkajätteen käsitellyssä tarkoittaa vaarallisten aineiden, kuten akkujen ja piirikorttikondensaattorien turvallista poistamista. Sähkö- ja elektroniikkaromusta syntyneille metalleille ja muoveille toteutetaan automaattinen lajittelu (Stena Recycling, 2024).

Useissa tapauksissa valmistaja maksaa kolmannen osapuolen kierrättäjälle heidän tarjoamasta palvelusta laajennetun tuottajavastuun mukaisesti. Toisaalta, mikäli kierrätyksestä vastaava yritys pystyy hyödyntämään materiaaleja ja myymään niitä eteenpäin, valmistaja ei välttämättä maksa palvelusta maksua, vaan kierrätisyritys kattaa kustannukset materiaalien jälleenmyynnillä.

Sähkö- ja elektroniikkajätteen kierrätys voi positiivisten ympäristövaikutusten lisäksi tuottaa merkittäviä taloudellisia hyötyjä. Näitä ovat arvokkaiden ja harvinaisten materiaalien talteenoton lisäksi energiasäästöt, uusien työpaikkojen luominen sekä kaatopaikkojen kuormituksen vähentäminen. Sähkö- ja elektroniikkajätteeseen sisältyy monipuolisia materiaaleja, jotka vaativat kehittyneitä käsittelyprosesseja sekä edistynyttä teknologiaa, jotta voidaan saavuttaa asianmukaiset talteenottoasteet (Badreya;Syed;Matloub;& Sanjay, 2022).

### **5.3 Tuotteelle ei toteuteta takaisinottopalvelua**

Mikäli yritys ei toteuta tuotteelle takaisinottopalvelua, tuotteen kierrätys ja hävittäminen jää asiakkaan vastuulle. Tässä tapauksessa tuote saattaa päätyä yleiseen jätehuoltoon ilman erillistä lajittelua ja arvokkaiden materiaalien talteenottoa. Tuotteen kuullessa WEEE-Direktiivin piiriin, valmistajan on toteutettava tuotteelle takaisinottopalvelua tai valtuuttaa kolmas osapuoli huolehtimaan kierrätyksestä.

Skenaariossa, jossa tuote päätyy kaatopaikalle ilman erillistä kierrätysprosessia, kierrätyspotentiaali on alhaisin. Mikäli takaisinottopalvelun kannattavuutta tarkastellaan materiaalien uudelleenkäytön kannalta, skenaariot 1 ja 2 osoittautuvat optimaalisiksi vaihtoehdoiksi. Tuotteen elinkaaren loppuvaiheen päästöt jäävät tässä skenaariossa alhaiseksi, koska tuotteen logistiikasta tai sen kierrätyksen prosesseista ei aiheudu päästöjä.

Elektroniikkajäte aiheuttaa merkittäviä ympäristö- ja terveysriskejä, sillä se sisältää haitallisia aineita, kuten kadmiumia ja lyijyä. Euroopan unionissa RoHS-direktiivi rajoittaa tiettyjen haitallisten materiaalien käyttöä sähkö- ja elektroniikkatuotteissa. RoHS- rajoitukset auttavat vähentämään altistumisriskiä myrkyllisille raskasmetalleille elektroniikassa (RoHS , 2024). Esimerkiksi, jos laitteet päätyvät kaatopaikalle, on todennäköisempää, että suuria määriä raskasmetalleja päätyisi ympäristöön. Lisäksi, mikäli elektroniikkatuote päätyy kaatopaikalle, eikä sitä kierrätetä, siinä olevat arvokkaat materiaalit menetetään, jolloin niiden uudelleenkäytön mahdollisuus katoaa (RoHS , 2024).

## **6 MARKKINOILLA OLEVIA TAKAISINOTTOPALVELUMALLEJA**

Useat elektroniikka valmistajat toteuttavat takaisinottopalvelua osana vastuullisia tuotteiden loppupään toimintoja. Takaisinottopalvelut ja erilaiset kierrätyspisteet ovat yleisiä etenkin kuluttajaelektroniikan markkinoilla. Lisäksi on erilaisia toimijoita, jotka toteuttavat B2B- sähkö- ja elektroniikkalaiteromun takaisinoton ja kierrätyksen maakohtaisten vaatimusten mukaisesti. Tässä opinnäytetyössä esitellään kahden eri palveluntarjoajan toimintamallia.

ASUS toteuttaa maailmanlaajuista takaisinottopalvelua tuotteilleen. ASUS täyttää toiminnallaan jätteiden kierrätysmääräykset kussakin maassa ja on luonut ilmaisia tuotteiden kierrätyspalveluita etenkin tärkeimmille myyntimarkkinoilleen. ASUS toteuttaa takaisinottopalvelua yhteistyössä kolmannen osapuolen kierrätysyritysten kanssa. Kierrätysyritysten on täytettävä kunkin maan paikallishallinnon tunnustamat pätevyudet ja kansainvälisesti tunnustetut elektroniikkaromun kierrätysstandardit (ASUS, 2025). ASUS toteuttaa myös kolmivaiheista kierrätysyritysten hallintamenettelyä, joka sisältää uusien toimittajien hyväksynnän, jatkuvan riskienhallinnan ja suorituskyvyn arvioinnin (ASUS, 2025).

ASUS toteuttaa takaisinottopalvelua neljällä eri tavalla riippuen siitä, missä laitteet sijaitsevat. Asiakas voi jättää tuotteen kierrätyspisteeseen tai yrityksen yhteistyökumppanille, joka vastaa laitteen kierrätyksestä. Kaksi muuta vaihtoehtoa ovat laitteen nouto suoraan asiakkaalta tai vaihtokauppa, jossa laite vaihdetaan uuteen tai asiakas saa alennusta uudesta tuotteestaan (ASUS, 2025).

Myös EARN (Europa Advanced Recycling Network) toteuttaa B2B-sähkö- ja elektroniikkalaiteromun ja teollisuusakkujen takaisinoton eri puolilla Eurooppaa. EARN kehittää räätälöityjä takaisinottoratkaisuja

asiakkaan tarpeiden mukaan vaatimuksia noudattaen. Yrityksen kierrätyskumppanit tarjoavat paikallisesti kierrätyspalvelut tai vaihtoehtoisesti voidaan räätälöidä logistiikkasuunnitelma asiakkaiden tarpeiden mukaan (European Advanced Recycling Network, 2025). Yrityksen sähkö- ja elektroniikkalaiteromun takaisinottopalveluihin kuuluvat takaisinotto ja kierrätys Euroopassa lain mukaisesti, erilaiset logistiikkaratkaisut, takaisinottomäärien ja kierrätyskiintiöiden ilmoittaminen. Lisäksi kierrätys maakohtaisten kierrätyskiintiöiden mukaisesti sekä kierrätyslaitosten säännöllinen auditointi (European Advanced Recycling Network, 2025).

### **6.1 Takaisinottopalvelun liiketoimintapotentiaali**

Takaisinotto- ja käsittelyratkaisun käyttöönotto tukee kiertotaloutta mutta voivat myös parantaa asiakassuhteita sekä lisätä markkinapotentiaalia ja kasvumahdollisuuksia. Takaisinottopalvelu voidaan integroida osaksi yrityksen asiakasstrategiaa. Asiakkaat arvostavat vastuullisia yrityksiä ja takaisinottopalvelun tarjoaminen voi parantaa yrityksen mainetta sekä luoda kilpailuetua muihin valmistajiin verrattuna.

Takaisinottopalvelun yksi merkittävä hyöty on mahdollisuus materiaalien talteenottoon ja komponenttien uudelleenkäyttöön. Valmistajan kannattavuus riippuu siitä, kuinka käyttökelpoisia elinkaarensa lopussa olevien tuotteiden materiaalit ja komponentit ovat. Mikäli käytetyn komponentin kunnostaminen tai talteen otettujen materiaalin hyödyntäminen on arvioitu kustannuksiltaan edullisemmaksi kuin uusien hankinta, on valmistajan kannattavampaa harkita niiden uudelleenkäyttöä (Toffel, 2003).

Vaikka takaisinottopalvelu voi tuoda merkittäviäkin liiketoimintahyötyjä, voi sillä olla myös negatiivisia vaikutuksia yrityksen talouteen, jotka tulee ottaa huomioon. Takaisinottopalvelun infrastruktuurin ja logistiikan luominen vaatii korkeita investointikustannuksia. Lisäksi takaisinotettujen tuotteiden lajittelu ja kunnostaminen voivat olla kalliita prosesseja

ja vaativat kokoaikaista työpanosta. Takaisinottopalvelun operatiiviset haasteet aiheuttavat yritykselle usein lisäkustannuksia. Tuotteiden tehokas kuljetus ja varastointi takaisinottoprosesseissa voi lisätä operatiivisia kustannuksia.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä pääluvussa esitetään tutkimuksen johtopäätökset. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää takaisinottopalveluun liittyviä vaikutuksia, sen kannattavuutta ja vaatimuksia toimeksiantajalle. Opinnäytetyö sisältää teoriataustaa kiertotaloudesta, elinkaaren loppuvaiheen toimista, sähkö- ja elektroniikkaromusta sekä takaisinottopalveluun liittyvästä lainsäädännöstä.

Opinnäytetyössä käytettävien aineistojen perusteella havaittiin, että sähkö- ja elektroniikkaromun kierrätykseen vaikuttava lainsäädäntö vaihtelee maittain. EU:ssa WEEE direktiivi 2012/19/EU säätelee sähkö- ja elektroniikkalaiteromun syntyä ja pyrkii lisäämään kierrätystä sekä uudelleenkäyttöä. Direktiivi asettaa mm. keräysasteen tuotteille. Sähkö- ja elektroniikkaromun kierrätykseen liittyvä lainsäädäntö EU:n ulkopuolella vaihtelee suuresti. tutkimuksessa havaittiin, että kaiken kaikkiaan 81 maata kuuluu jonkinlaisen sähkö- ja elektroniikkajätettä säätelevän lainsäädännön piiriin, joka vastaa kokonaisuudessaan noin 72 % maailman väestöstä.

Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että tuottajavastuu järjestelmät vaihtelevat maittain. Eri maat soveltavat erilaisia tuottajavastuumalleja, kuten laajennettua tuottajavastuuta (EPR), mikä voi vaatia yrityksiltä räätälöityjä ratkaisuja. Useissa maissa elektroniikkajätteen kierrätyksen dokumentointi ja tietojen saatavuus on edelleen merkittävä haaste.

Takaisinottopalvelua käsiteltiin kolmessa eri skenaariossa:

1. Tuote lähetetään takaisin valmistajalle takaisinottopalvelun kautta
2. Tuote lähetetään takaisin lähimpään kierrätyspisteeseen
3. Tuotteelle ei toteuteta takaisinottopalvelua

Skenaariossa 1, jossa tuote palautetaan takaisin valmistajalle takaisinottopalvelun kautta, kierrätyspotentiaali on suurin. Tällöin tuotteen

mahdollisuudet kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön on suurimmat. Takaisinotto palvelun kannattavuuteen vaikuttaa useat tekijät. Yrityksen on arvioitava, onko tuotteen materiaalit helposti eroteltavissa ja uudelleenkäytettävissä tai onko olemassa järjestelmiä, jotka mahdollistavat tehokkaan kierrätyksen.

Toimeksiantajan arvioiden mukaan takaisinotettujen tuotteiden määrä olisi melko vähäinen, ja uudelleenkäytettävät osat yksittäisiä. Tällöin takaisinotto palvelun logistiikasta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt sekä palvelun kustannukset voivat nousta suuremmiksi, kuin tuotteen materiaalien uudelleenkäytöstä saatavat ympäristöhyödyt. Tällöin voi olla kannattavampaa, että tuotteet kierrätetään paikallisesti kolmannen kierrätyksestä vastaavan osapuolen toimesta. Logistiikan vihreä siirtymä voi kuitenkin tulevaisuudessa vähentää palvelun logistiikasta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä ja mahdollistaa energiatehokkaammat kuljetusratkaisut.

Skenaariossa 2 toimeksiantajan tulisi valtuuttaa kolmas osapuoli vastaamaan kierrätyksestä. Tämä tarkoittaa, että toimeksiantajan tulee luoda laadukas yhteistyökumppanuus maihin, joihin tuotteita toimitetaan. Tutkimuksessa havaittiin, että kierrätyksestä vastaava kolmannen osapuolen yritys kannattaa valtuuttaa etenkin tapauksissa, joissa uudelleenkäytettäviä osia tai komponentteja on vain vähän, jolloin toimeksiantajan ei ole kannattavaa ottaa tuotteita takaisin.

Lisäksi sähkö- ja elektroniikkaromun kierrätyksestä vastaavilla yrityksellä on jo valmiiksi olemassa olevia kierrätyskanavia ja infrastruktuuri, joka parantaa tuotteen kierrätysastetta. Tuottajavastuun mukaisesti, toimeksiantajan tulee kuitenkin maksaa kierrätyksestä vastaavalle yritykselle heidän palveluistaan.

Skenaariossa 3 tuotteelle ei toteuta takaisinotto palvelua ja sen hävittäminen jää asiakkaan vastuulle. Tässä tapauksessa kierrätykseen- ja uudelleenkäyttöön soveltuva materiaali voi päätyä kaatopaikalle. Elektro-

niikkajäte sisältää raskasmetalleja, kuten lyijyä ja kadmiumia. Raskasmetallit voivat kaatopaikalle päädyttyään aiheuttaa ympäristö- ja terveysriskejä. Mikäli tuote kuuluu WEEE-direktiivin piiriin, tulee valmistajan huolehtia tuotteen loppusijoituksesta asianmukaisesti. Lisäksi takaisinottopalvelu voi lisätä yrityksen brändin ja vastuullisuuden merkitystä, mikäli asiakkaat arvostavat ympäristövastuullisuutta.

## **7.1 Oma pohdinta**

Takaisinottopalvelun käyttöönotto vahvistaisi yrityksen kiertotalouden mukaista toimintaa ja tuotteen elinkaaren loppupalveluita. Koen, että takaisinottopalvelu voi lisätä positiivista asiakaskokemusta, etenkin jos asiakas arvostaa vastuullista toimintaa tuotteen valmistuksesta aina sen hävittämiseen asti. Lisäksi toimeksiantaja voi luoda kilpailuetua markkinoilla, mikäli toteuttaa takaisinottopalvelua tuotteilleen.

Opinnäytetyössä tehtyjen havaintojen perusteella takaisinottopalvelun toteuttaminen ei ole tässä tapauksessa kannattavaa sellaisenaan, koska takaisin tulevien tuotteiden volyymi olisi melko vähäinen. Lisäksi uudelleenkäytettävien ja kunnostettavien osien määrä jäisi vähäiseksi, jolloin materiaaleista saatava hyöty ei ole tarpeeksi suuri. Kustannukset nousisivat melko suuriksi, koska prosessi pitäisi luoda kokonaan alusta osaksi tuotteen loppupään toimintoja. Toisaalta toimeksiantaja voisi harkita ratkaisua, jossa tuotteet lähetettäisiin takaisin valmistajalle, uudelleen käytettävät osat otettaisiin talteen ja ylijäämä kierrätettäisiin paikallisesti ulkoistetulla jätteenkäsittelyllä.

Havaintojeni perustella hyödyllisimmäksi vaihtoehdoksi nousi toimintamalli, jossa toimeksiantaja valtuuttaa kolmannen osapuolen vastaamaan elektroniikkajätteen kierrätyksestä. Toki, tämä vaatisi laadukkaita kumppanuuksia maihin, joihin valmistaja toimittaa tuotteita. Pohdin myös, voisiko yhteistyökumppanuus keskittyä vain tärkeille markkina-alueille, joissa myynnin volyymi on merkittävä.

## LÄHTEET

- ABB . (2024). *Environmental Product Declaration* . ABB.
- ABB . (2025). *ABB: Kestävän Kehityksen Agenda*. Noudettu osoitteesta <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/kestava-kehitys>
- ABB. (2024). *Sustainability: Preserving resources*. Noudettu osoitteesta <https://global.abb/group/en/sustainability/preserving-resources>
- ABB. (2025). *Promoting social progress*. Noudettu osoitteesta <https://global.abb/group/en/sustainability/social-progress>
- ABB Enabling a low-carbon society. (2024). *Sustainability Statement 2024*. Noudettu osoitteesta <https://global.abb/group/en/sustainability/low-carbon>
- ABB Preserving Resources. (2024). *Sustainability Statement 2024*. Noudettu osoitteesta <https://global.abb/group/en/sustainability/preserving-resources>
- ASUS. (2025). *ASUS: Global Take Back Service*. Noudettu osoitteesta <https://esg.asus.com/en/circular-economy/resource-regeneration/global-take-back-service>
- Atasu, A., & Subramanian, R. (2012). *Extended Producer Responsibility for E-Waste: Individual or Collective Producer Responsibility?* SAGE journals.
- Badreya, A. G.;Syed, A. Z.;Matloub, H.;& Sanjay, K. S. (2022). *Sustainable management of electronic waste: Empirical evidences from a stakeholders' perspective*. Wiley online library.
- Barroso, C. (2025). *Global Overview of WEEE EPR*. Compliance & Risks.

- Dqs Global. (2025). *ISO 14040 ja 14044 - Elinkaariarviointien validointi*. Noudettu osoitteesta <https://www.dqsglobal.com/fi-fi/sertifioi/iso-14040-ja-14044-elinkaariarviointien-validointi>
- Ecochain. (2025). *Cradle-to-Gate in LCA: What Is It and How Does It Work?* Noudettu osoitteesta <https://ecochain.com/blog/cradle-to-gate-in-lca/>
- Ecochain. (2025). *Cradle-to-Grave in LCA: What Is It & How Does It Work?* Noudettu osoitteesta <https://ecochain.com/blog/cradle-to-grave-in-lca/>
- Ecocity. (2025). *Tuotteen elinkaari: avain kestävään liiketoimintaan*. Noudettu osoitteesta <https://ecocity.fi/mita-tarkoittaa-tuotteen-elinkaari/>
- EcoOnline. (2022. Heinäkuu 2024). *Mikä on LCA eli elinkaariarviointi?* Noudettu osoitteesta EcoOnline Blogi: <https://www.ecoonline.com/fi/blogi/mika-on-lca/>
- ELY-keskus. (20. tammikuu 2025). *ELY-keskus*. Noudettu osoitteesta <https://www.ely-keskus.fi/web/tuottajavastuu/tietoa-tuottajavastuusta>
- ELY-keskus. (2025). *Tuottajavastuu*. Noudettu osoitteesta Tuottajayhteisön tehtävät: <https://www.ely-keskus.fi/web/tuottajavastuu/tuottajayhteison-tehtavat>
- ELY-keskus. (2025). *Tuottajavastuu: Lainsäädäntö*. Noudettu osoitteesta <https://www.ely-keskus.fi/web/tuottajavastuu/lainsaadanto>
- EPA. (2024). *EPA: United States Environmental Protection Agency*. Retrieved from Cleaning Up Electronic Waste (E-Waste): <https://www.epa.gov/international-cooperation/cleaning-electronic-waste-e-waste>

- ERI. (2025). *ERI*. Retrieved from ERI: State E-Waste Legislation in the U.S.: <https://eridirect.com/sustainability/us-legislation/>
- Esenduran, G., Kemahlioglu Ziya, E., & M. Swaminathan, J. (2015). *Take-Back Legislation: Consequences for Remanufacturing and Environment s. 2*. ResearchGate.
- EUR-Lex. (2008). *Waste Framework DIRECTIVE 2008/98/EC*.
- Euroopan Parlamentti. (2023). *Euroopan Parlamentti: kiertotalous*. Noudettu osoitteesta Mitä kiertotalous on ja miksi sillä on merkitystä?: <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20151201STO05603/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-silla-on-merkitysta>
- Euroopan unioni. (2012). *Direktiivi 2012/19/EU Direktiivi sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta*.
- Euroopan unionin neuvosto. (21. Maaliskuu 2025). *EU:n kriittisiä raaka-aineita koskeva säädös EU:n tulevien toimitusketjujen tueksi*. Noudettu osoitteesta <https://www.consilium.europa.eu/fi/infographics/critical-raw-materials/>
- Europe, Y. (26. 3 2025). *SER-merkintä*. Noudettu osoitteesta Mitä SER-merkintä tarkoittaa?: [https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/weee-label/index\\_fi.htm](https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/weee-label/index_fi.htm)
- European Advanced Recycling Network. (2025). *Our solutions: Take-Back and Recycling*. Noudettu osoitteesta <https://earn-service.com/our-solutions/take-back/>
- European Union. (2006). *REGULATION (EC) No 1907/2006: The Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)*. EUR-Lex.

European Union. (2011). *DIRECTIVE 2011/65/EU: The restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment*. EUR-Lex.

Eurostat. (2024). *Eurostat - Statistics Explained*. Retrieved from Material flow accounts statistics - material footprints: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Material\\_flow\\_accounts\\_statistics\\_-\\_material\\_footprints#EU.27s\\_material\\_footprint\\_by\\_material\\_category\\_over\\_time](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Material_flow_accounts_statistics_-_material_footprints#EU.27s_material_footprint_by_material_category_over_time)

fiNN-iD. (27. Helmikuu 2025). *Elektroniikkajäte uhkaa ympäristöä - 5 tapaa vähentää*. Noudettu osoitteesta <https://www.finn-id.fi/vahenna-elektroniikkajatetta-5-tapaa>

Finnlines. (2025). *Vuosikertomus 2024, Vastuullisuus*. Noudettu osoitteesta Ympäristö ja turvallisuus: <https://www.finnlines.com/fi/magazines/ymparisto-ja-turvallisuus-2024/>

Geneva Environment Network. (9. Lokakuu 2024). *Update: The Growing Environmental Risks of E-Waste*. Noudettu osoitteesta <https://www.genevaenvironmentnetwork.org/resources/updates/the-growing-environmental-risks-of-e-waste/>

IEA: International Energy Agency. (23. lokakuu 2024). *Policies: EU Waste Framework Directive*. Noudettu osoitteesta <https://www.iea.org/policies/24849-eu-waste-framework-directive>

(ei pvm). *Jätelaki 646/2011*. FINLEX. Noudettu osoitteesta Jätelaki 646/2011: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646#L6>

Kierrätysteollisuus. (2023). *Kiertotalous on keskeinen osa vihreää siirtymää – ja muutakin kuin kierrätystä*. Noudettu osoitteesta

<https://kierratysteollisuus.fi/kiertotalous-on-muutakin-kuin-kierratysta/>

Kiertotalous-Suomi. (2023). *Kiertotalous-Suomi: kiertotalous*. Noudettu osoitteesta Kiertotalous vie yhteiskuntaa kestäväen kehityksen polulle: <https://kiertotaloussuomi.fi/tieto/kiertotalous/>

REBOOTTECH. (6. Syyskuu 2024). *Benefits of E-Waste Recycling in the Manufacturing Industry*. Noudettu osoitteesta <https://reboottechrecycling.com/dont-use/benefits-of-e-waste-recycling-in-the-manufacturing-industry/>

RoHS . (2024). *RoHS - Restriction of Hazardous Substances*. Noudettu osoitteesta Resources to Help You With Regulatory Compliance: <https://www.restrictionofhazardoussubstances.com/questions/what-is-the-function-of-heavy-metals-in-electronics/>

ROOT. (19. Marraskuu 2024). *Sustainability: ISO 14040 and ISO 14044 standards explained*. Noudettu osoitteesta <https://root-sustainability.com/blogs/iso-14040-and-14044-standards/>

SER-kierrätys. (2012). *SER-Kierrätys*. Noudettu osoitteesta <https://serkierratys.fi/fi/kuluttajille/mitae-on-ser>

Shahabuddin, a. &. (2022). *A review of the recent development, challenges, and opportunities of electronic waste (e-waste) s. 3*. ResearchGate.

STENA Recycling. (2024). *STENA Recycling* . Noudettu osoitteesta Komponenttien uudelleenkäyttö on mahdollista: <https://www.stenarecycling.com/fi/uutiset-tietoa-kierratyksesta/tietoa-kierratyksesta/tietoa-kierratyksesta/komponenttien-uudelleenkaytto-on-mahdollista/>

STENA Recycling. (2024). *Uutiset & tietoa kierrätyksestä*. Noudettu osoitteesta Jätehierarkia: vältä jätteen syntymistä, kierrätä

enemmän: <https://www.stenarecycling.com/fi/uutiset-tietoa-kierratyksesta/tietoa-kierratyksesta/tietoa-kierratyksesta/-jatehierarkia/>

Stena Recycling. (2024). *What we offer: Collecting, sorting, reusing and recycling electronic waste*. Noudettu osoitteesta <https://www.stenarecycling.com/what-we-offer/material-recycling/electronics/>

Toffel, M. W. (2003). *Closing the Loop: Product Take-Back Regulations and Their Strategic Implications*. Harvard Business School.

UNITAR. (2024). *The Global E-waste Monitor 2024 s.10-13*. UNITAR.

UNITAR. (2024). *The Global E-waste Monitor s.45*. UNITAR.

World Economic Forum. (2019). *A New Circular Vision for Electronics*. The Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE).

Xiaoqing;Wu;Qi;Gao;Wenqi;& Li. (2025). *Design fo Recycling: A Systematic Review of Approaches for Enhancing Product Recyclability*. MDPI.

Ympäristöministeriö. (2025). *Ympäristönsuojelun lainsäädäntö ja ohjeet: Jätelainsäädäntö*. Noudettu osoitteesta <https://ym.fi/jatelainsaadanto>

Your Europe. (2024). *REACH-asetus*. Noudettu osoitteesta Kemikaalien rekisteröinti EU:ssa – REACH-asetus: [https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/chemicals/registering-chemicals-reach/index\\_fi.htm](https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/chemicals/registering-chemicals-reach/index_fi.htm)