

Ola-Pekka Laiholahi

TUOTTEIDEN ELINIÄN PIDENTÄMINEN KIERTOTALOUDEN AVULLA

Kandidaatintyö
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Tarkastaja: Hasse Nylund
Maaliskuu 2023

TIIVISTELMÄ

Ola-Pekka Laiholahi: Tuotteiden eliniän pidentäminen kiertotalouden avulla
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Konetekniikka
Maaliskuu 2023

Kiertotalous on herättänyt viime vuosina paljon mielenkiintoa ja sen nähdään olevan merkittävässä roolissa tulevaisuuden ympäristötavoitteissa. Kiertotalous tarkoittaa suljettua järjestelmää, jossa tuotteita ja materiaaleja käytetään uudelleen. Käytön jälkeen materiaaleja ei heitetä pois, vaan ne otetaan uudelleen käyttöön uusien tuotteiden valmistuksessa. Kiertotalouden tavoitteena on korvata perinteinen lineaarinen talousmalli, joka perustuu jatkuvaan uusien resurssien talteenottoon ja kulutukseen.

Tämä kandidaatintyö on kirjallisuustutkielma kiertotaloudesta ja sen erilaisista keinoista tuotteiden ja materiaalien eliniän pidentämiselle. Tässä työssä annetaan hyvä yleiskatsaus kiertotalouskonseptista ja sen keskeisistä periaatteista. Kandidaatintyö jakautuu kolmeen osaan, joista ensimmäisessä osassa käydään läpi keskeisiä kiertotalouden käsitteitä, toimintaperiaatteita ja haasteita. Työn toisessa osassa keskitytään tuotteiden elinikää pidentäviin toimiin ja strategioihin. Kolmannessa osassa tutkitaan paremmin näitä strategioita yritys-esimerkkien avulla. Esimerkkeiksi on valittu eri alojen yrityksiä siten, että ne edustavat monipuolisesti eri toimialoja.

Kiertotalouden merkitys tulee kasvamaan tulevaisuudessa ylikulutuksesta johtuvan resurssipulan takia. Ilmastonmuutos tuo tulevaisuudessa paljon uusia, ennalta-arvaamattomia haasteita, jossa kiertotalous nähdään eräänä ratkaisuna. Monet yritykset ovatkin ottaneet jo nyt kiertotaloustavoitteita osaksi heidän liiketoimintaansa.

Avainsanat: Kiertotalous, lineaaritalous, tuotteen eliniän pidentäminen

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkimusongelmat	1
1.2 Työn rakenne	1
2. KIERTOTALOUDEN KESKEISET KÄSITTEET	3
2.1 Lineaaritalous	3
2.2 Kiertotalous	4
2.3 Kiertotalouden haasteita	7
3. TUOTTEIDEN ELINKAAREN PIDENTÄMINEN	9
3.1 Käyttötarkoituksen muuttaminen	9
3.2 Uudelleenvalmistus, kunnostaminen ja korjaus	10
3.3 Uudelleenkäyttö	11
4. YRITYSESIMERKKEJÄ	12
4.1 Renault Group	12
4.2 Agco Power	13
4.3 Swappie	14
5. REFLEKTIO	16
6. YHTEENVETO	17
7. LÄHTEET	19

1. JOHDANTO

Maailmanlaajuinen väestönkasvu, fossiilisten raaka-aineiden loppuminen, ilmastonmuutos ja erilaiset ympäristöongelmat vaativat nopeaa reagoitua [1, s. 7]. Nykyinen, lineaariseen tuotannon ja kulutuksen talousmalliin perustuva talousjärjestelmä on kestävä ja aiheuttaa merkittäviä ympäristöongelmia. Kiertotalous on nousemassa lupaavaksi vaihtoehdoksi perinteiselle lineaariselle mallille, sillä se pyrkii katkaisemaan talouskasvusta johtuvan resurssien kulutuksen ja ympäristön saastumisen.

Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra määrittelee kiertotalouden talousmallina, jossa ei valmisteta jatkuvasti lisää tavaroita, vaan hyödynnetään käytössä olevia tuotteita ja materiaaleja niin pitkään kuin mahdollista. Näiden hyödyntäminen voi tapahtua erilaisten palveluiden avulla, kuten jakaminen, vuokraaminen ja kierrättäminen. Materiaalien poistuttua käytöstä niitä ei tuhota vaan ne käytetään uusien tuotteiden valmistuksessa. Kiertotaloudella tarkoitetaan siis talousmallia, jossa hyödynnetään jo käytössä olevia tuotteita ja materiaaleja mahdollisimman pitkään. [2]

1.1 Tutkimusongelmat

Työn tavoitteena on selvittää erilaisia kiertotalouden keinoja tuotteiden ja materiaalien elinkaaren pidentämiselle. Samalla etsitään käytännön esimerkkejä yrityksiltä, joilla tuotteiden elinkaaren pidentäminen kuuluu osana heidän liiketoimintaansa. Tämä kandidaattityö on toteutettu kirjallisuustutkielmana, jonka materiaali on kerätty suomen- ja englanninkielisistä lähteistä. Materiaalia on etsitty pääsääntöisesti Tampereen yliopiston Andor-tietokannoista sekä Google Scholarista. Ellen MacArthur Foundation valittiin keskeiseksi kiertotalouden lähdemateriaaliksi sen monipuolisen ja helposti lähestyttävän näkökulman takia. Se esiintyy muissakin teoksissa keskeisenä lähdemateriaalina.

1.2 Työn rakenne

Tämä työ koostuu kuudesta luvusta, joista ensimmäinen on johdanto. Luvussa 2 ja 3 käsitellään teoriaosuutta, jossa tutkitaan aluksi perinteistä tuotantotapaa, jonka jälkeen perehdytään kiertotalouteen. Kiertotalouden jälkeen tarkastellaan sen haasteita ja ongelmakohtia. Luvussa 3 perehdytään tuotteiden ja materiaalien elinkaaren pidentämi-

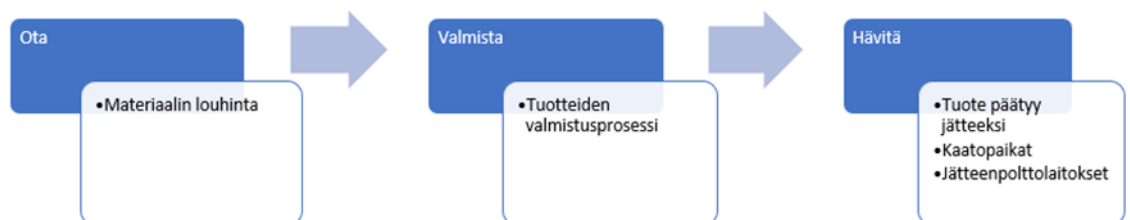
seen kiertotalousstrategioiden avulla ja luvussa 4 tarkastellaan luvun 3 strategioita yritysesimerkkien avulla. Luvussa 5 käydään vielä läpi omaa pohdintaa aiheesta ja kirjoitusprosessista, jonka jälkeen luvun 6 yhteenvedossa kootaan tutkimuskysymyksen vastaukset yhteen.

2. KIERTOTALOUDEN KESKEISET KÄSITTEET

Kiertotalouden yhteydessä puhutaan usein lineaaritaloudesta, joka kuvastaa perinteistä talouskasvun mallia. Tämä malli perustuu jatkuvaan uusien resurssien talteenottoon ja niiden kulutukseen. Kiertotaloudessa taas resursseja käytetään tehokkaasti ja jätteiden syntyä minimoidaan kierrättämällä, kompostoimalla ja käyttämällä tuotteita ja komponentteja uudelleen.

2.1 Lineaaritalous

Teollinen talous on historiallisesti noudattanut lineaarista resurssien kulutuksen mallia, joka perustuu ota-valmista-hävitä-periaatteeseen kuvan 1 mukaisesti. Yritykset keräävät luonnosta materiaaleja ja käyttävät sekä energiaa että työvoimaa tuotteiden valmistukseen. Tuotteet voivat olla mitä tahansa kulutushyödykkeitä, kuten vaatteita, elektroniikkaa, koneita tai ajoneuvoja. Tuotannon ja käytön jälkeen eli silloin kun tuotteet eivät enää palvele asiakkaan tarpeita, ne hävitetään jätteen mukana pois. Vaikka resurssitehokkuus on parantunut, tämä lähestymistapa johtaa edelleen merkittäviin resurssien menetyksiin koko arvoketjussa. [3, s. 14]



Kuva 1. Lineaaritalouden tuotantomalli

Koko 1900-luvun ajan luonnonvarojen hinnat ovat laskeneet ja samalla tukeneet talouskasvua. Alhaiset hinnat ovat kannustaneet resurssien tuhlaavaan käyttöön, sillä uusien materiaalien hankinta ja jätteiden hävittäminen on ollut helpompaa kuin uudelleenkäyttö. 2000-luvulta lähtien luonnonvarojen reaali hinnat ovat nousseet jyrkästi ja samalla hintojen vaihtelua on lisääntynyt. Monet yritykset ovat havainneet, että niiden lineaarinen tuotanto- ja kulutusjärjestelmä altistaa ne suuremmille riskeille, erityisesti resurssien korkeampien hintojen vuoksi. [3, s. 14]

Materiaalien perinteinen talteenottoaste niiden käyttöiän päätyttyä on erittäin alhainen verrattuna alkutuotantoon. Vuonna 2010 Euroopassa tuotettiin 2,7 miljardia tonnia jätettä ja vain 40 % käytettiin uudelleen, kierrätettiin, kompostoitui tai mädätettiin. Kierrätysasteet ovat merkittäviä vain muutamille jätelajeille, enimmäkseen sellaisille, joita esiintyy suurina ja melko homogeenisinä määrinä. [3, s. 15]

Linearisessa järjestelmässä materiaalin energia menetetään, kun tuotteita hävitetään kaatopaikalle. Hävitettäviä tuotteita polttamalla tai kierrättämällä saadaan pieni osa energiasta talteen, kun taas uudelleenkäytöllä energiaa säästettäisiin huomattavasti enemmän. Energiaa käytetään usein intensiivisemmin tuotantoketjun alkuvaiheilla eli materiaalin louhinnassa ja kaupalliseen käyttöön sopivaan muotoon muuttaessa. Esimerkiksi alumiinin kohdalla tämä tarkoittaa bauksiitin jalostuksen, sulatuksen ja valun puolivalmiiksi alumiiniksi, joka voi kuluttaa jopa 80 % tuotteen valmistukseen käytetystä kokonaisenergiasta. Suuri osa energiasta voitaisiin säästää käyttämällä järjestelmää, joka perustuu vähemmän tuotantoketjun alkupään tuotantoon eli järjestelmään, jossa käytetään enemmän jo olemassa olevia tuotteita ja materiaaleja. [3, s. 16–17]

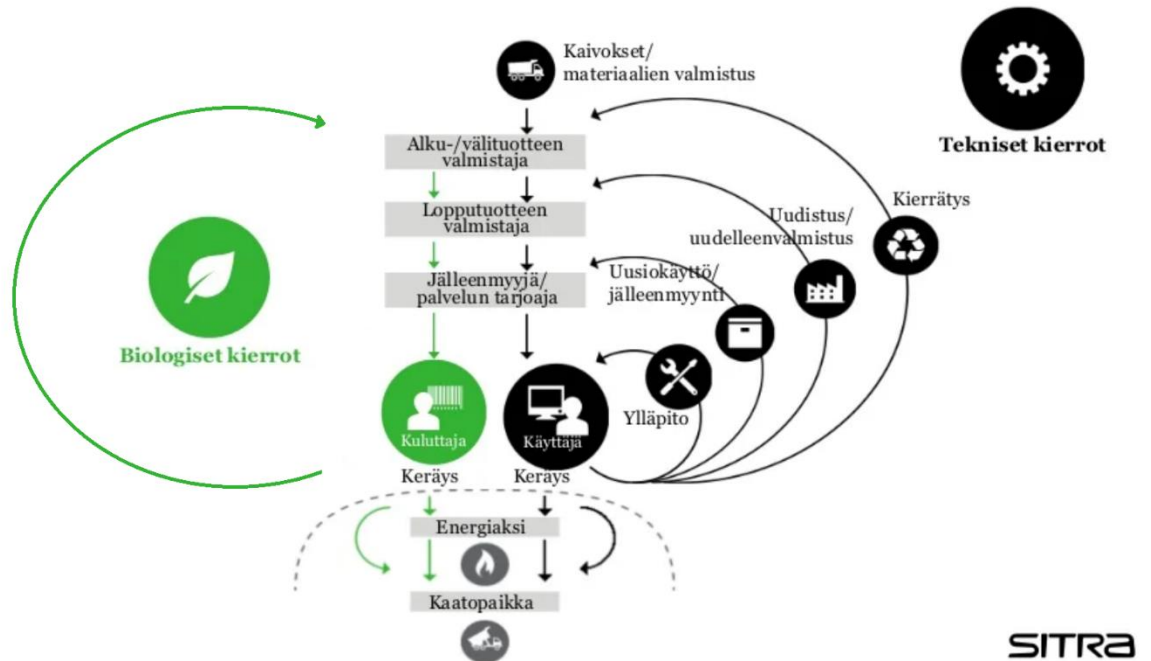
Lineaaritalous yhdistetään usein massatuotantoon ja -kulutukseen, ja se on vahvasti riippuvainen uusiutumattomien luonnonvarojen kulutuksesta [1, s. 38]. Tämä on ongelmallista, koska se johtaa ympäristön saastumiseen ja luonnonvarojen ehtymiseen rajoittaen samalla talouskasvua. Resurssien jatkuva hyödyntäminen, tavaroiden tuotanto ja jätteiden hävittäminen voivat johtaa ilman ja veden saastumiseen sekä luonnon monimuotoisuuden heikkenemiseen. Ympäristövaikutukset ulottuvat koko lineaarisen ketjun läpi louhinnasta tuotantoon ja sieltä hävittämiseen.

2.2 Kiertotalous

Ellen MacArthur Foundation perustettiin vuonna 2010 tarkoituksena nopeuttaa maailmanlaajuisista siirtymistä lineaaritaloudesta kiertotalouteen. Tässä kiertotalousrakenteessa materiaalit, tuotteet ja liiketoimintamallit on suunniteltu lisäämään käyttöastetta ja tehostamaan uudelleenkäyttöä. Kiertotalousmalli jäljittelee luonnon tasapainoa, jossa kaikella on arvoa ja jätettä ei synny. [4]

Yhtenä kiertotalouden tärkeimmistä tavoitteista on eliminoida jätteiden ja saasteiden syntyminen. Tätä voidaan edesauttaa hyvällä suunnittelulla, sillä vaikeasti eroteltavissa olevia materiaaleja ei pystytä hyödyntämään uusien tuotteiden valmistuksessa raaka-aineena. Kiertotalouteen siirryttäessä tarvitaan ajattelutapojen muuttamista siten, että jätteen ajatellaan olevan suunnitteluvirhettä. [5]

Kiertotalouskaavion keskeisenä idea on tuotteiden ja materiaalien käyttöön pidentäminen, jolloin voidaan vähentää neitseellisen materiaalin tarvetta. Tätä voidaan tehostaa kierrättämällä tuotteita mahdollisimman paljon sisempien silmukoiden avulla kuvan 2 mukaisesti, jolloin saavutetaan suurempia hyötyjä. Hyödyt voivat olla materiaali-, energia- ja pääomahyötyjä, jotka taas voivat vaikuttaa kasvihuonepäästöihin, sekä ympäristön ja veden saasteisiin. [4]



Kuva 2. Biologinen ja tekninen kierto kiertotalouskaaviossa mukailen lähdettä [6]

Biologiset ja tekniset materiaalit ovat tärkeä pystyä erottamaan toisistaan, koska erilaisilla materiaalityypeillä on kiertotaloudessa täysin erilaiset optimaaliset elinkaaret. Usein kuitenkin tuotteet on suunniteltu käyttämään molempia materiaalityyppejä sekaisin, jolloin elinkaarenhallinta vaikeutuu huomattavasti. Sekoitemateriaaleja käytetään erityisesti vaateteollisuudessa, kuten muovin yhdistäminen puuvillakankaaseen, jolloin näiden materiaalien erottaminen lopputuotteesta voi olla lähes mahdotonta. [4]

Kiertotalouskaavion vasen puoli kuvastaa biologisen kierron kulkua, johon kuuluvat luonnossa maatuva materiaalit. Materiaalit ovat biohajoavia tai ne voivat hajota luonnossa kemiallisiksi alkuaineiksi ajan myötä kuten esimerkiksi ruoka, puu ja puuvilla. Biologisessa kierrossa materiaalin sisältämät ravintoaineet palautetaan maaperään, jolloin luonto pääsee uusiutumaan. [7]

Luonnonmateriaaleja voidaan pitää kauemmin kierrossa käyttämällä niitä uudelleen vaihtuvissa käyttötarkoituksissa. Puu on luonnossa maatuva materiaali, jolle voidaan an-

taa useita käyttökertoja eri muodossa. Puusta voidaan valmistaa ruokapöytä, joka käyttöön jälkeen voidaan joko polttaa ja palauttaa maaperään tai käyttää uudelleen, esimerkiksi lastulevynä. Lastulevyä voidaan käyttää rakennuksissa kymmeniä vuosia ennen kuin se lopuksi poltetaan ja palautetaan maaperään. Materiaalien arvo kasvaa pidentämällä niiden käyttöikä, koska tällöin ne poistavat tarpeen ostaa korvaavia materiaaleja. [4]

Teknisten materiaalien tavoite on sama kuin biologisilla, eli pitää materiaalit mahdollisimman pitkään kierrossa. Tekninen kierto koostuu sisäkkäisistä silmukoista, joissa sisemmilla silmukoilla tuotteen sisäinen arvo on korkeampi kuin ulommilla. Tuotteen sisäisellä arvolla tarkoitetaan muun muassa suunnittelutyöhön ja valmistukseen käytettyä aikaa ja energiaa [2].

Kolmessa sisemmässä silmukassa tuotteita ei hajoteta käytön jälkeen ja valmisteta uudelleen, vaan niitä korjataan ja huolletaan käytön aikana. Uloin silmukka on kiertotalouden viimeinen keino saada materiaalit uudestaan käyttöön, tällöin kuitenkin tuotteen valmistuksessa käytetty sisäinen arvo menetetään ja tuote puretaan osiin kierrätystä varten.

Ylläpito on teknisen kierron tehokkaimpia keinoja pidentää tuotteiden käyttöikä. Huoltopalveluiden avulla voidaan pitää tuotteet korkealaatuisina koko niiden eliniän. Huoltoa voidaan soveltaa useisiin kulutukselle alttiille oleville tuotteille. Suunnittelulla on tärkeä rooli huollon toimivuudessa, koska huonosti tai kertakäyttöiseksi suunniteltua tuotetta on vaikea korjata. Tuotetta on helppo huoltaa, jos se on suunniteltu modulaariseksi ja siihen on saatavilla varaosia koko sen käyttöajan. [8]

Ylläpidon avulla saavutetaan tuotteille pidempi käyttöikä, kun taas jakamispalveluilla voidaan lisätä tuotteiden käytön intensiteettiä. Jakamispalvelut ovat osa ylläpitoa ja niiden avulla voidaan kasvattaa tuotteiden käyttöastetta, ja samalla edistää resurssien tehokkaampaa käyttöä. Jakamispalvelut tarvitsevat usein digitaalisia markkinapaikkoja toimiakseen, jolloin tuotteita ja palveluita saadaan useampien käyttäjien saataville. Vertaisvuokrauspalvelu on yksinkertainen esimerkki jakamislustasta: alustan avulla käyttäjät voivat vuokrata harvoin käyttämiään hyödykkeitään kuten esimerkiksi autoa tai tyhjillään olevaa asuntoa. Toiset käyttäjät maksavat käytöstä vuokraajalle ja alustan ylläpitäjä ottaa pienen osuuden itselleen. [8]

Teknisen syklin toisena silmukkana on uudelleenkäyttö. Kuten jakaminen ja ylläpito, tämä vaihe pitää tuotteet käytössä alkuperäisessä muodossa ja tarkoituksessa. Uudelleenkäytön liiketoimintamalleja esiintyy kaikkialla taloudessa, kuten esimerkiksi uudelleenkäytettävät pakkaukset, jotka ovat erittäin tehokas tapa vähentää pakkausjätettä. [8]

Uudistus ja uudelleenvalmistus ovat teknisen kierron viimeinen keino pitää tuotteet ja materiaalit kierrossa ennen kuin ne joutuvat kierrätykseen. Tämä sykli on ensimmäinen, jossa tuote puretaan ja kootaan uudestaan eliniän pidentämistä varten. Nyt siis tuotteen valmistuksessa käytetty työpanos menetetään osittain. Uudistus voi pitää sisällään kosmeettista ulkonäönparannusta, teknisten tietojen päivittämistä, komponenttien korjaamista tai vaihtamista. [8] Tuotteiden kunnostamisesta esimerkkinä voidaan pitää käytettyjä matkapuhelimia korjaavia yrityksiä.

Uudelleenvalmistuksen piiriin kuuluvat tuotteet, joita ei voida huoltaa perustoimenpiteillä vaan vaativat perusteellisempaa huoltoa ja osien uudelleenvalmistamista. Esimerkiksi koneiden ja laitteiden uudelleenvalmistuksen avulla voidaan säästää jopa 50 % energiaa ja resursseja uusien tuotteiden valmistamiseen verrattuna. [2]

Teknisen kierron uloimpana ja alhaisimman arvon silmukkana on kierrätys. Mikäli tuotteita ei voida enää korjata tai uudelleenvalmistaa niin jäljelle jää kierrätys. Kierrätyksellä tarkoitetaan tuotteen tai komponenttien purkamista, jolloin niistä saatavat materiaalit voidaan ottaa uudelleen käyttöön. Kierrätys on viimeinen vaihtoehto pitää materiaalit kierrossa tai muuten niistä tulee jätettä kuten lineaarisessa taloudessa. Kierrätyskelpoinen suunnittelu on tärkeää kaikille teknisen kierron vaiheille, mutta erityisesti tuotteille, jotka eivät sovellu aikaisempiin silmukoihin. [2]

Teknisiä materiaaleja ei voida kompostoida tai polttaa turvallisesti samalla tavalla kuin biologisia materiaaleja. Teknisten materiaalien hävittäminen tuottaa jätettä ja saastuttaa luontoa, jonka takia jätteiden syntyä on ehkäistävä erilaisilla kiertotalouskeinoilla. [4]

2.3 Kiertotalouden haasteita

Vaikka kiertotalous tulee olemaan keskeisessä roolissa tulevaisuudessa niin siihen liittyy kuitenkin paljon haasteita. Tavaroita ja materiaaleja uudelleenkäytetään, niitä korjataan ja kierrätetään, joten logistiikalla on keskeinen rooli kiertotalouden liiketoimintamallien onnistumisessa. [9]

Kiertotaloudessa materiaaleja käytetään tehokkaasti, jolloin ne eivät päädy jätteeksi. Materiaalivirtoja voi olla kuitenkin vaikeaa hallita niiden huonon ennustavuuden, pienien eräkokojen tai laadunvaihteluiden takia. Tällöin materiaalien kerääminen ja liikuttaminen aiheuttaa haasteita kustannustehokkuuteen ja ympäristöystävällisyyteen. Tuotteita käytettäessä palveluna logistiikan merkitys kasvaa, koska vuokrattujen tai yhteiskäytössä olevien tuotteiden pitää pystyä vaihtamaan omistajuutta helposti. [9]

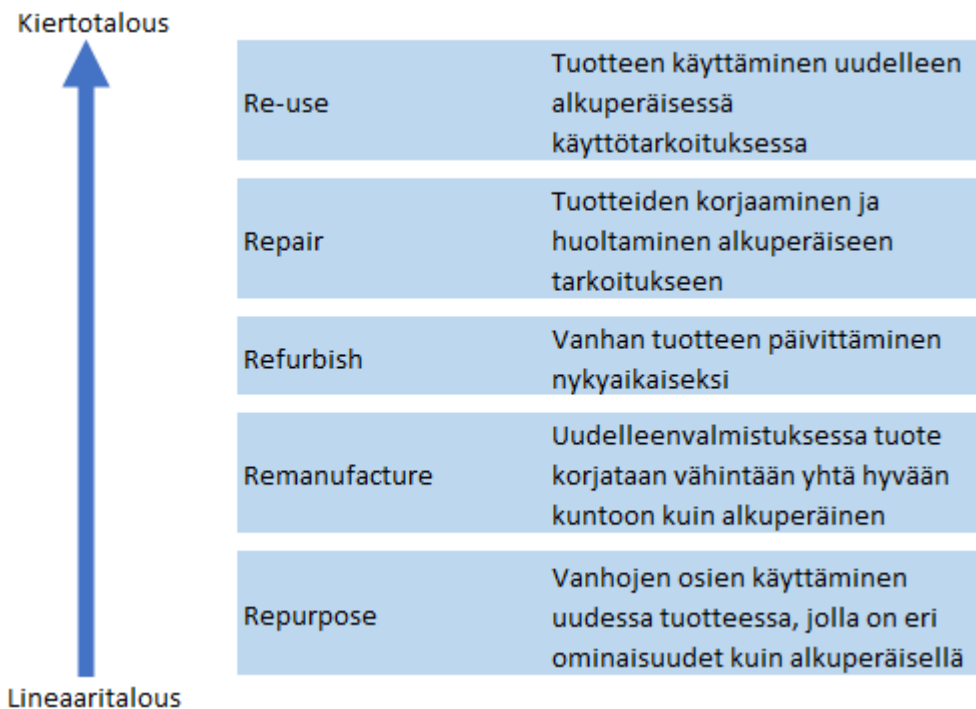
Materiaalien kierrätykseen liittyvät riskit kohdistuvat usein materiaalien käsittelyprosessiin. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukesin mukaan uusiin kiertotalouden tuotantotapoihin liittyy ennalta arvaamattomia riskejä. Jätteen tarkkaa koostumusta ei voida tietää tarkasti ja jäte voi syttyä itsestään palamaan. Jätteiden seassa saattaa myös olla tuntematonta jätettä, josta voi aiheutua myrkyllisiä kaasuja ja vuotoja. [10]

Materiaalien kiertokulun lisääminen tuoteketjuissa voi johtaa uusien luonnonvarojen kulutuksen ja ympäristövaikutusten vähenemiseen. Käytännössä voi kuitenkin tulla ei-toivottuja seurauksia. Esimerkiksi kierrätysmateriaalin lisääminen yhdessä tuoteketjussa voi vähentää muiden tuoteketjujen saatavuutta. Myös jotkin kiertoprosessit saattavat kuluttaa enemmän energiaa kuin uusien materiaalien tuottaminen. Varsinkin erittäin saastuneen muovin kierrätys voi kuluttaa enemmän energiaa kuin uuden muovin valmistus. [11, s. 14]

Digitalisaation avulla voidaan hallita toimitusketjujen eri vaiheita aina suunnittelusta materiaalin paluulogiikkaan asti. Sitä voidaan myös hyödyntää tehokkaammassa materiaalin kuljetuksessa yhdistämällä eri osapuolten välistä varastointi- ja kuljetuskapasiteettia. Logistiikkakustannuksia voidaan myös laskea alas hyödyntämällä paikallisia palveluita. [9] Sääntelyn päivittäminen kiertotalousajatteluun sopivaksi auttaa hallitsemaan riskejä, sillä nykyinen sääntely on suunniteltu lineaariselle kulutusmallille [10].

3. TUOTTEIDEN ELINKAAREN PIDENTÄMINEN

Kiertotalousstrategioiden avulla voidaan pidentää valmiiden tuotteiden ja komponenttien käyttöikä samalla säilyttäen tai kasvattamalla niiden arvoa [12, s. 5]. Kuvassa 3 alhaalta ylöspäin mentäessä saavutetaan tehokkaampia kiertotalouskeinoja. Jokaisen strategian avulla voidaan vähentää uuden materiaalin hankintaa ja käyttää hyväksi jo valmiiksi olemassa olevia materiaaleja. Tuotteiden sisäinen arvo on korkeampi juuri silloin kun tuotteita voidaan käyttää niiden alkuperäisessä muodossa ja käyttökohteessa. Strategioiden avulla kuluttajat voivat myös saada taloudellista hyötyä, koska tuotteiden elinikää pidentämällä vältetään uusien hyödykkeiden ostoa.



Kuva 3. Kiertotalousstrategioiden avulla lineaaritaloudesta kiertotalouteen

Toimiakseen strategiat edellyttävät hyvää käänteistä logistiikkaa, kannattavuutta ja markkinoiden vastaanottokykyä. Käyttöiän pidentäminen voi kuitenkin aiheuttaa haasteita innovaatioille ja edellyttää tulomallien sekä sosioekonomisten mallien mukautumista. [12, s. 5]

3.1 Käyttötarkoituksen muuttaminen

Käyttötarkoituksen muuttaminen (repurpose) on prosessi, jossa käytöstä poistetut tuotteet tai niiden osat otetaan käyttöön uuden tuotteen valmistuksessa, jolla on eri käyttötarkoitus kuin alkuperäisellä tuotteella. Tämä uudelleenkäyttö eroaa muista strategioista

siten, että tuotteita ei haluta palauttaa alkuperäisiksi vaan niistä valmistetaan jotain uutta. [12, s. 6]

Uudelleenkäytölle voi olla haastavaa määritellä tiettyjä kohteita, koska käytöstä poistettujen tuotteiden osia voidaan käyttää monin eri tavoin. Käyttötarkoituksen muuttamisen tekevän henkilön luovuudella voi olla suuri vaikutus lopputuloksen määrittämisessä. Käyttötarkoituksen muuttaminen tapahtuu usein pienessä mittakaavassa käsityöläisten toimesta, jolloin haasteena voi olla tuotteiden ja osien jäljitettävyyden katoaminen. Näiden haasteiden takia käyttötarkoituksen muuttamista koskevia tavoitteita olisi pidettävä muiden strategioiden, kuten uudelleenvalmistuksen, kunnostamisen, korjaamisen ja uudelleenkäytön täydennyksenä. Tämä strategia on hyvä vaihtoehto pienelle osalle tuotteista, jotka eivät sovi muihin strategioihin. Esimerkiksi rakennusten käyttötarkoitus voi muuttua niiden eliniän aikana useampaan kertaan. [12, s. 6]

3.2 Uudelleenvalmistus, kunnostaminen ja korjaus

Uudelleenvalmistuksen, kunnostamisen ja korjauksen (remanufacture, refurbish ja repair) avulla pidennetään tuotteiden elinikää saattamalla ne alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa. Uudelleenvalmistus tarkoittaa käytöstä poistettujen tuotteiden osien käyttöä uudessa tuotteessa, jolla on sama tehtävä kuin alkuperäiselläkin. Uudelleenvalmistetun tuotteen laatu on uudenveroisen tuotteen kaltainen, myös silloin kun valmistuksessa on käytetty käytettyjä komponentteja. Kunnostamisen avulla tuotteet entisöidään ja päivitetään ajan tasalle. Tyypillisesti kunnostaminen ei sisällä purkamista vaan osien vaihtamista, jolloin sitä voidaan kutsua kevyeksi uudelleenvalmistamiseksi. Yleensä kunnostetut tuotteet päivitetään määriteltyjen laatustandardien mukaisiksi. Korjaus määritellään viallisten tuotteiden korjaukseksi ja huolloksi. Korjattuja tuotteita voidaan käyttää niiden alkuperäisessä käyttötarkoituksessa. [12, s. 6–7]

Ihanteellisesti kiertotalousajattelussa halutaan pidentää tuotteiden elinikää koko niiden tekniseen ikään eli ikään, jonka aikana se säilyttää fyysisen toimintakyvyn. Ajallisesti tavoitteita on kuitenkin vaikea asettaa, koska käyttöikä vaihtelee tuotetyyppien, käyttäjien vaatimusten, kehitysnopeuden ja lainsäädännön mukaan. Tuotteiden takuuaikaa pidentämällä voidaan vaikuttaa kestävämpien ja helpommin korjattavissa olevien tuotteiden valmistukseen, koska yritysten on usein tärkeää minimoida asiakaspalautukset ja -valitukset. [12, s. 6–7]

Huoltokustannukset johtuvat usein varaosien saatavuusongelmista, niiden kalliista hinnasta, asennustyöhön kuluva ajasta tai varaosien yhteensopivuusongelmista. Suun-

nittelulla voidaan vaikuttaa tuotteiden pidempään elinkaareen ja korkeampaan käyttöasteeseen. Ekologinen suunnittelu edellyttää mittareita ja resurssitehokkuusstandardeja, joten mukautuminen vaatii pitkää aikaväliä. Asteittainen lähestymistapa helpottaa yrityksiä mukautumaan ja kehittämään liiketoimintamalleja. Siirryttäessä kohti kestävämpää kulutus- ja tuotantojärjestelmää tarvitaan totutun kulttuurin muuttamista. Lyhyet innovaatio- ja monimutkaiset tuotteet vähentävät nopeasti niiden arvoa, samalla suosien kertakäyttökulttuuria. Kulttuuristen asenteiden muuttamista voidaan edistää käyttämällä erilaisia kestävyyskriteerejä, pidentämällä takuuajkoja, vahvistamalla tuottajan vastuuta ja luopumalla kertakäyttöisistä tuotteista aina kuin mahdollista. [12, s. 6–7]

3.3 Uudelleenkäyttö

Uudelleenkäyttö (reuse) tarkoittaa tuotteiden uudelleenkäyttöä niiden alkuperäisessä suunnitellussa käyttötarkoituksessa. Uudelleenkäytettävät tuotteet ovat edelleen hyvässä kunnossa ja täyttävät alkuperäisen tehtävänsä. Vaikka uudelleenkäyttö on yleistä kaikkialla maailmassa niin sen käyttökohteita voi olla niukasti saatavilla. [12, s. 7–8]

Uudelleenkäyttö voidaan jakaa omistajuutta vaihtaviin tai säilyttäviin tuotteisiin. Omistajuutta vaihtavat tuotteet ovat esimerkiksi lahjoitettuja, poisheitettyjä tai uudelleenmyytyjä tuotteita. Näiden tavaroiden markkinapaikat ovat käytettyjen tavaroiden kaupat, panttilainaamot ja hyväntekeväisyyskeräykset. Omistajuuden säilyttävät tuotteet ovat usein yritysten tarjoamia palveluita asiakkaille, jolloin tuote säilyy yrityksen omistuksessa, mutta sitä vuokrataan tai jaetaan yrityksen ja asiakkaiden välisien sopimusten mukaisesti. [12, s. 7–8]

4. YRITYSESIMERKKEJÄ

Tässä kappaleessa tutkitaan yritysten kiertotaloustoimia case-esimerkkien avulla. Nämä yritykset on valittu siten, että ne keskittyvät pidentämään tuotteiden elinkaarta heidän omien kiertotalousohjelmien avulla.

4.1 Renault Group

Renault Group on kiertotalouden edelläkävijä autoteollisuudessa. Renault avasi vuoden 2020 lopulla Euroopan ensimmäisen ajoneuvoille suunnattu kiertotalouden tehtaan Ranskaan. Tavoitteenaan on pidentää ajoneuvojen ja komponenttien käyttöikää, sekä pitää materiaalit mahdollisimman kauan käytössä ja samalla vähentää neitseellisten materiaalien käyttöä. Konserni on sitoutunut kestävä kehityksen strategiaan, jonka tavoitteena on säilyttää luonnonvarat ja saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2040 mennessä.

Kiertotaloustehdas perustuu neljään tuotteiden elinikää pidentävään periaatteeseen: uudelleenvalmistukseen, kierrätykseen, korjaamiseen ja kunnostamiseen. Tehdas toimii näiden periaatteiden mukaan pidentääkseen auton osien käyttöikää, vähentääkseen jätteen ja resurssien kulutusta, sekä luodakseen uusia tulonlähteitä.

Käytettyjen autojen kysynnän kasvaessa tarvitaan huollettuja ajoneuvoja markkinoille. Kiertotaloustehtaalla huolletaan ja korjataan vanhoja ajoneuvoja merkistä ja mallista riippumatta, jolloin niiden elinikää voidaan pidentää. Keskimäärin yhden auton läpimenoaika on 8 vuorokautta ja vuoden 2023 tavoitteena on saada tehtaan läpi virtaamaan 45000 kunnostettua autoa. Kunnostetut autot täyttävät samat laatustandardit kuin uuden auton valmistuksessa käytettävät. [13]

Sähköautojen akkujen valmistuksessa käytetään erilaisia materiaaleja, kuten litiumia, kobolttia, nikkeliä ja alumiinia. Näiden materiaalien uudelleenkäyttö kierrätyksen avulla on kallista, koska materiaalien erottaminen ja uudelleenkäyttäminen vaatii kalliita kemiallisia käsittelyjä. [14] Sähköautojen akkujen kapasiteetti heikkenee merkittävästi 10–15 vuoden aikana, jolloin niitä ei voida enää käyttää alkuperäisessä tarkoituksessa. Kiertotaloustehtaalla huolletaan ja uudelleenkäytetään sähköautojen akkuja akkugeneraattoreiden ja energiavarastojen valmistuksessa. Generaattorit ovat suunniteltu erityisesti paikkoihin, jotka eivät kuulu sähköverkon kantamalle tai paikkoihin, joissa tarvitaan varavirtaa. Käyttökohteita voivat olla esimerkiksi elintarvikkeiden kylmäsäilytys kuorma-autoissa, laivat ja huviveneet tai musiikkifestivaalit. Energiavarastoja voidaan käyttää taustoittamaan aurinko- ja tuulisähkön aiheuttamia sähköntuotantopiikkejä. [13]

Kiertotaloustehtaalla uudelleenkorjataan muitakin ajoneuvoista poistettuja komponentteja, kuten sähkömoottoreita, vaihteistoja, turboahtimia ja R-Link-järjestelmiä. Tehtaan toiminnassa hyödynnetään muita yrityskumppaneita, jotka kierrättävät, lajittelevat ja pakkaavat varaosia uudelleenmyyntiä varten. Kaikki nämä toiminnot tallennetaan tietokantoihin, jolloin voidaan taata tuotteiden jäljitettävyys. [13]

4.2 Agco Power

Agco Corporation on maailman johtava maatalouskoneiden suunnittelu-, valmistus- ja jakeluyritys. Agco Reman tarkoittaa Agco:n tehdaskunnostettujen maatalouskoneiden osien valikoimaa, jotka ovat rakennettu uudelleen vastaamaan niiden alkuperäisiä vaatimuksia. Kaikilla tehdaskunnostetuilla osilla on 12 kuukauden takuu kuten uusillakin osilla ja niitä on saatavilla 1970 luvulta lähtien tämän päivän työkoneisiin.

Tehdaskunnostus on systemaattinen prosessi, jossa komponentit rakennetaan uudelleen vastaamaan alkuperäisvalmistajan vaatimuksia. Prosessiin kuuluu komponenttien purkaminen, puhdistus, tarkastus ja kuluneiden tai vaurioituneiden osien vaihtaminen uusiin. Tehdaskunnostettuihin varaosiin kuuluvat muun muassa moottorit, polttoainepumput ja -suuttimet, turbot, sekä vaihdelaatikot. [15]

Tehdaskunnostukseen saapuvat osat pestään aluksi huolellisesti, jonka jälkeen kaikki osat tarkastetaan. Tarkastuksen läpäisevät osat käytetään uudelleen kokoonpanossa ja huonokuntoiset osat korvataan uusilla. Osien tarkastuksessa käytetään hyödyksi silmä-määräistä tarkastusta, sekä erilaisia mittauksia. Kaikki kuluvat osat kuten laakerit ja tiivisteet vaihdetaan aina uusiin. [16] Tehdaskunnostettuun moottoriin ja voimansiirtoon asennetaan myös viimeisimmät päivitykset valmiiksi [15].

Asiakkaalle Reman-osat ovat helppo valinta, sillä esimerkiksi voimansiirtoa tai moottoria ei tarvitse avata huolto-operaatiossa ollenkaan vaan ne vaihdetaan kokonaisina vastaviin tehdaskorjattuihin osiin [15]. Voimansiirron rikkoutuessa on usein järkevämpää vaihtaa koko vaihteisto kuin korjata ja vaihtaa tuntityönä rikkoutuneet osat. Kunnostettu komponentti on varmasti yhteensopiva, koska tilausta tehdessä on ilmoitettava traktorin runkonumero ja komponentin tunnistenumero. Tilauksen yhteydessä maksetaan panttimaksu uudesta komponentista, joka palautetaan takaisin rikkoutuneen osan saapuessa Agco:lle. [17] Huoltoon mentäessä Reman-osa odottaa jo valmiina, jolloin huoltoon kuuluva työaika tiedetään etukäteen. Uudelleenvalmistus on myös kustannustehokasta, sillä osien hinta on noin 30 % halvempi kuin uusien vastaavien osien. Tarkka kustannusarvio on asiakkaan tiedossa jo ennen työn aloittamista ja Agco Reman -varaosat ovat kustannustehokas vaihtoehto varsinkin vanhempiin traktoreihin. [15]

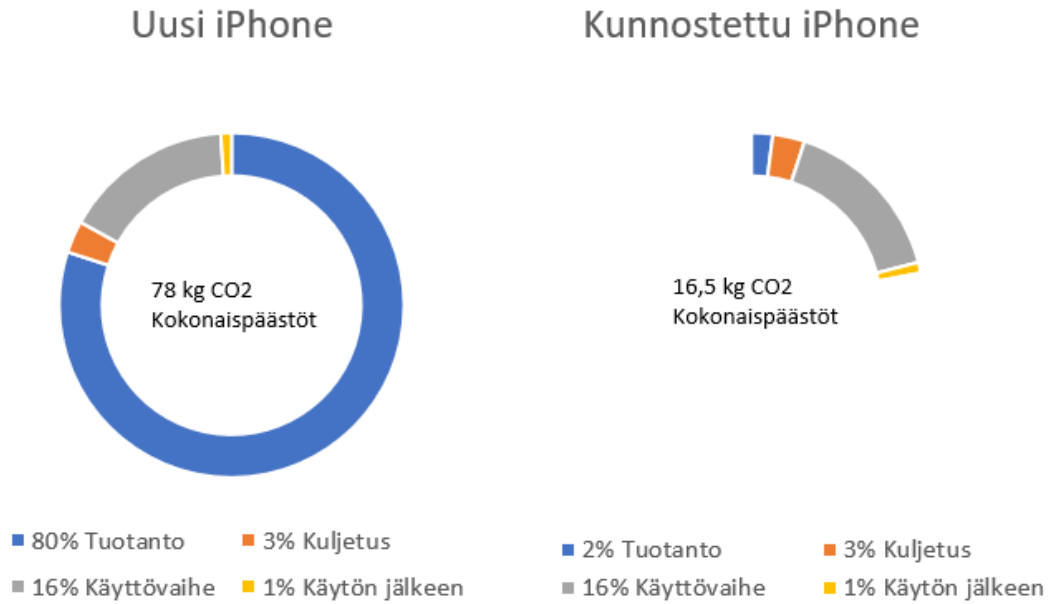
Kaikki tehdaskunnostetut varaosat ovat valmistettu alkuperäisen valmistajan määräysten mukaan. Vioittunutta osaa vaihdettaessa on selvitettävä, miksi vanha osa on rikkoutunut. Varsinkin turboahtimien kohdalla tämä on tärkeää, koska muuten uusikin osa voi vioittua. Yleisiä syitä ovat öljyn likaantuminen, iskuvauriot, öljyvuodot ja ylikierrokset. Tehdaskunnostetuilla komponenteilla voidaan vähentää polttoainekuluja sekä päästöjä. [18]

4.3 Swappie

Swappie on Euroopan johtava kunnostettujen iPhone-matkapuhelimien ostoon ja myyntiin perustuva yritys, jonka tavoitteena on edistää kiertotalouteen siirtymistä. [19] Swappien liiketoimintamallit ovat perustuneet jo alusta alkaen kestävään kehitykseen ja kiertotalouteen. He käyttävät liiketoiminnassaan omaa kiertotalousohjelmaa, joka perustuu elektroniikkajätteen vähentämiseen, toimivien osien uudelleenkäyttöön, kierrätykseen ja matkapuhelimien korjaamiseen. Heidän tavoitteenansa on tehdä huolletusta elektronikasta valtavirtaa ja samalla yritys haluaa tehdä käytetyn puhelimen myynnistä ja ostosta vaivatonta ja turvallista. Asiakkaan on voitava luottaa siihen, että hän saa toimivan ja huolletun matkapuhelimen. [20]

Jokainen Swappielle lähetetty iPhone käy läpi 52-kohtaisen tarkastusprosessin, joka on kattava laadunvalvontaprosessi. Prosessin avulla varmistetaan myytävien iPhonejen olevan täysin toimintakunnossa ja uuden veroisia. Prosessissa tarkistetaan muun muassa kosketusnäyttö, akku, kaiutin, mikrofoni ja näytön värit. Vasta kun puhelin on käynyt läpi tarkastuksen ja vialliset osat on vaihdettu tai kunnostettu niin puhelin käy vielä toisen tarkastusprosessin. Kun laite on läpäissyt kaikki uudet 52 kohtaa niin sille voidaan antaa laatuluokitus: kohtalainen, hyvä tai erinomainen. Tämän jälkeen iPhone on valmis myytäväksi. [21]

Swappie on panostanut kunnostettujen iPhonejen ostamisen ja myynnin helppouteen asiakkaan näkökulmasta. Asiakas voi helposti myydä tai ostaa puhelimen joko puhelinautomaatilta, nettisivuilta, tai myymälästä.



Kuva 4. Uuden ja kunnostetun iPhoneen hiilidioksidipäästöjen vertailu mukaillen lähdetä [20]

Kuvassa 4 on vertailuna uusien ja kunnostettujen iPhonejen hiilidioksidipäästöjä. Suurin osa älypuhelimien elinaikaisista päästöistä syntyvät alkutuotannossa, kuljetuksessa, ensimmäisen vuoden käyttöaikana ja hävittämisessä. Matkapuhelimien valmistuksessa käytetään arvokkaita ja harvinaisia metalleja, joiden louhinnasta aiheutuu päästöjä, terveysriskejä ja ympäristöhaittoja. Pidentämällä älypuhelimien elinkaarta ja kierrättämällä ne asianmukaisesti voidaan vähentää alkutuotannon aiheuttamia riskejä. [20]

5. REFLEKTIO

Tämän työn tavoitteena oli tutustua kiertotalouteen ja tuotteiden eliniän pidentämiseen kirjallisuuden avulla. Kiertotaloudesta löytyy paljon uusia tutkimuksia ja kaikki tässä työssä käytetyt lähteet ovat 2000-luvulta. Tampereen yliopiston Andor-tietokanta toimi pääsääntöisenä tieteellisten lähteiden ja materiaalien hakupaikkana. Lisäksi työssä käytettiin uutisartikkeleita ja yritysten omia kiertotalouskertomuksia. Materiaalia ja lähteitä tutkiessa huomattiin, että monessa teoksessa viitataan Ellen MacArthur Foundation:n tutkimuksiin.

Työ ei juurikaan tuonut uutta tietoa kiertotaloudesta, koska teoriaosuus keskittyy jo olemassa oleviin tietoihin ja tutkimuksiin. Yritysesimerkkien avulla voidaan kuitenkin havainnollistaa paremmin erilaisia käytännön toimia, joilla pidennetään tuotteiden elinikää. Esimerkkien avulla huomataan, että kuluttajille on jo olemassa tuotteita myynnissä, joiden elinikää on pidennetty kiertotalousstrategioiden avulla.

Luvussa kaksi käydään läpi kiertotalouteen keskeisesti liittyviä termejä. Lineaarinen talousmalli määriteltiin heti aluksi, jolloin huomataan siihen liittyvät keskeiset ongelmat. Kiertotaloutta tutkittaessa keskitytään enemmän teknisen kierron vaiheisiin, koska ne ovat tämän työn kannalta tärkeämmässä roolissa. Kiertotalouteen on myös suhtauduttava kriittisesti, joten luku päätetään kiertotalouden haasteisiin, joita tutkittiin uutisartikkeleiden avulla.

Kolmannessa luvussa vastattiin tämän työn tutkimuskysymykseen, eli käsiteltiin tuotteiden ja materiaalien eliniän pidentämistä. Tämä luku jaettiin alalukuihin, jolloin saatiin esiteltä kyseiset keinot paremmin. Uudelleenvalmistus, kunnostaminen ja korjaus koottiin samaan alalukuun, koska näissä kaikissa keinoissa tuotteet palautetaan alkuperäiseen tilaansa. Kaikista tuotteiden pidentämiskeinosta annettiin myös englanninkieliset termit, koska samoja termejä käytetään monissa muissakin julkaisuissa.

Neljännessä luvussa tutkittiin tuotteiden eliniän pidentämistä yritysesimerkkien avulla. Yritykset valittiin siten, että ne edustaisivat mahdollisimman monipuolisesti eri toimialoja. Esimerkeissä painotettiin enemmän tuotteiden eliniän pidentämiseen, mutta muitakin kiertotalousstrategioita otettiin esille.

6. YHTEENVETO

Työssä tutustuttiin kiertotalouteen ja tarkemmin tuotteiden elinkaaren pidentämiseen. Kiertotaloutta määritellessä oli keskeistä ymmärtää nykyinen lineaarinen talousmalli, jolloin huomataan niiden eroavaisuudet. Lineaarinen malli perustuu jatkuvaan kulutukseen, jolloin raaka-aineita käytetään tuhlaavasti, eikä niitä pidetä arvossaan. Kiertotaloudessa taas tuotteita käytetään mahdollisimman kauan niiden korkeimmassa arvossa. Vasta tuotteiden rikkoutuessa sellaiseen kuntoon, ettei niitä voida korjata tai muutoin hyödyntää niin ne kierrätetään uusien tuotteiden materiaaleiksi.

Kiertotalous tulee olemaan keskeisessä roolissa ilmastotavoitteisiin päästessä. Kuitenkin kiertotalouteen liittyy haasteita ja riskejä, joita ei vielä tunneta. Osa kiertotalouden haasteista liittyy suuren tavaramäärän keräämiseen ja kuljettamiseen, esimerkiksi materiaalien kerääminen ja liikuttaminen aiheuttaa haasteita kustannustehokkuuteen ja ympäristöystävällisyyteen. Vastaavasti kierrätyskeskuksissa tuntematon ja myrkyllinen jäte voi aiheuttaa terveysriskejä ja saastuttaa kierrätettävää materiaalia enemmän, jolloin niiden käsittely saattaa kuluttaa enemmän energiaa kuin uusien materiaalien valmistaminen.

Jätettä voidaan vähentää käyttämällä tuotteita mahdollisimman tehokkaasti ja pitkään. Pidemmällä eliniällä voidaan vähentää kierrätyksen ongelmakohtia pitämällä tuotteita mahdollisimman korkeassa arvossa. Tehokkain tapa käyttää tuotteita olisi uudelleenkäyttö siinä tarkoituksessa, johon ne on alun perin suunniteltu. Uudelleenkäytön hyötynä on se, että tuotteen suunnittelu- ja valmistuspanos säilyy koko tuotteen eliniän ja täten tuo sille lisäarvoa. Korjaamisen avulla palautetaan tuote alkuperäiseen kuntoon, jolloin saadaan uudelleenkäytön hyödyt taas käyttöön. Vanhoja tuotteita voidaan myös päivittää nykyaikaisiksi, mutta tällöin tuote on jo vanhentunut ja se ei vastaa enää uutta tuotetta. Mikäli tuotetta ei voida enää korjata tai päivittää niin se voidaan uudelleentalmistaa, jolloin tuote puretaan usein kokonaan ja siitä vaihdetaan kuluneet osat uusiin. Uudelleentalmistettu tuote vastaa vähintään alkuperäistä tuotetta. Viimeinen keino pidentää elinkaarta on vanhojen osien käyttäminen tuotteessa, jolla on alkuperäisestä poikkeavat ominaisuudet.

Nykyisin yrityksillä on jo olemassa paljon erilaisia kiertotalousstrategioita, ja osa niistä keskittyvätkin tuotteiden elinkaaren pidentämiseen. Kiertotalouden avulla yritykset voivat luoda uusia liiketoimintamalleja osaksi niiden toimintaansa. Kuluttajien näkökulmasta tuotteiden elinkaaren pidentymisellä on positiivisia vaikutuksia, koska vanhaa ja tuttua

laitetta huollettaessa tai korjattaessa vältytään uusien laitteiden käytön opettelemiselta ja turhalta tavaroiden kuljetukselta. Tehdaskunnostetut tuotteet ovat usein uusia halvempia, mikä myös lisää kuluttajien kiinnostusta.

7. LÄHTEET

- [1] M. Sillanpää, C. Ncibi, *The Circular Economy*, San Diego, 2019. 334 p
- [2] Sitra, *Kestävää kasvua kiertotalouden liiketoimintamalleista*, 2022. Saatavissa (viitattu 23.7.2022): <https://www.sitra.fi/julkaisut/kestavaa-kasvua-kiertotalouden-liiketoimintamalleista/>
- [3] Ellen MacArthur Foundation, *Towards the circular economy*, 2013. Saatavissa (viitattu 16.1.2023): <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>
- [4] KJ. Ritchie, EC. Freed. *Circular economy for dummies*, Newark, 2021.
- [5] Ellen MacArthur Foundation, *Eliminate waste and pollution*. Saatavissa (viitattu 4.1.2023): <https://ellenmacarthurfoundation.org/eliminate-waste-and-pollution>
- [6] Sitra, *19 yritystä avaa kiertotalouden kiinnostavimpien listan*, 2016. Saatavissa (viitattu 19.3.2023): <https://www.sitra.fi/uutiset/19-yritysta-avaa-kiertotalouden-kiinnostavimpien-listan/>
- [7] Ellen MacArthur Foundation, *The biological cycle of the butterfly diagram*. Saatavissa (viitattu 4.1.2023): <https://ellenmacarthurfoundation.org/articles/the-biological-cycle-of-the-butterfly-diagram>
- [8] Ellen MacArthur Foundation, *The technical cycle of the butterfly diagram*. Saatavissa (viitattu 4.1.2023): <https://ellenmacarthurfoundation.org/articles/the-technical-cycle-of-the-butterfly-diagram>
- [9] VTT, *Kiertotalouden logistiikka on haaste, mutta selätettävissä!*, 2020. Saatavissa (viitattu 19.3.2023): <https://www.vtresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/kiertotalouden-logistiikka-haaste-mutta-selatettavissa>
- [10] Talouselämä, *Kiertotalouden kehitys tuo uusia turvallisuusriskejä – Turvallisuussäädöksiä täytyy uudistaa, jotta ne eivät rajoita innovaatioita*, 2018. Saatavissa (viitattu: 19.3.2023): <https://www.talouselama.fi/uutiset/te/d71c5a44-585a-331e-ac2e-d10b1ee3f35e>
- [11] J. Potting, M. Hekkert, E. Worrell, A. Hanemaaijer, *Circular Economy: Measuring innovation in product chains*, 2017. Saatavissa (viitattu 19.3.2023): <https://www.pbl.nl/en/publications/circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains>
- [12] P. Morseletto, *Targets for a circular economy*, 2020. Saatavissa (viitattu 16.2.2023): <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919304598>
- [13] Renault Group, *Refactory of Flins*, 2022. Saatavissa (viitattu: 19.3.2023): https://www.renaultgroup.com/wp-content/uploads/2022/05/202203_rg_plaque_refactory_12_en.pdf

- [14] Renault Group, The circular economy of the electric car battery, 2020. Saatavissa (viitattu 19.3.2023): <https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/the-circular-economy-of-the-electric-vehicle-battery/>
- [15] Agco Power, Uudelleenvalmistetut voimansiirrot ja moottorit. Saatavissa (viitattu 12.3.2023): https://www.agcopartsandservice.com/eame/fi_FI/catalogues.html
- [16] Valtra, Uudelleenvalmistettu voimansiirto maksaa vain 60-70% uuden hinnasta, 2018. Saatavissa (viitattu 12.3.2023): <https://www.valtra.fi/blogi/palvelut/uudelleenvalmistettu-maksaa-vain-60-70-uuden-hinnasta.html>
- [17] Koneviesti, Agco Reman, traktorin voimansiirtojen tehdaskunnostusta - Kiertotalous kunniaan, 2018. Saatavissa (viitattu 13.3.2023): <https://www.koneviesti.fi/yri-tykset-ja-tapahtumat/0891986e-2b2b-5359-bb78-128365c797c0>
- [18] Agco Power, Alkuperäiset turbot, 2018. Saatavissa (viitattu 12.3.2023): https://www.agcopartsandservice.com/eame/fi_FI/catalogues.html
- [19] Swappie, Swappien tarina. Saatavissa (viitattu 13.12.2022): <https://swappie.com/fi/swappien-tarina/>
- [20] Swappie, Environmental Impact Report 2021, 2022. Saatavissa (viitattu 14.12.2022): <https://swappie.com/fi/swappien-tarina/>
- [21] Swappie, Swappie refurbishes iPhones at their Helsinki facility – a 52-stage inspection guarantees quality, 2021. Saatavissa (viitattu 17.3.2023): <https://swappie.com/fi-en/blog/swappie-refurbishes-iphones-at-their-helsinki-facility-a-52-stage-inspection-guarantees-quality/>