KIERTOTALOUDEN JA UUSIUTUVAN ENERGIAN INTEGROINTI OSAKSI YRITYSTEN LIIKETOIMINTAA

Integrating the circular economy and renewable energy into the business operations of companies

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Tuotantotalouden kandidaatintyö

2024

Rosa Kurkela

Tarkastaja: Tutkijatohtori Ilkka Donoghue

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT
LUT Teknis-luonnontieteellinen
Tuotantotalous

Rosa Kurkela

Kiertotalouden ja uusiutuvan energian integrointi osaksi yritysten liiketoimintaa

Tuotantotalouden kandidaatintyö
2024
39 sivua, 3 kuvaa ja 3 taulukkoa
Tarkastaja: Tutkijatohtori Ilkka Donoghue

Avainsanat: kiertotalous, uusiutuva energia, kestävä kehitys
Keywords: circular economy, renewable energy, sustainable development

Tässä työssä käsitellään kiertotalouden ja uusiutuvan energian integrointia osaksi yrityksien liiketoimintaa ja niiden taloudellisia vaikutuksia yrityksiin. Työ on geneerinen kirjallisuuskatsaus, jossa on hyödynnetty akateemista kirjallisuutta, tiedelehtiartikkeleita ja ajankohtaisia kansainvälisiä raportteja. Työssä selvitetään, mitä taloudellisia mahdollisuuksia kiertotalous ja uusiutuva energia tuovat mukanaan. Työssä käsitellään myös haasteita, joita kiertotalouden ja uusiutuvan energian käyttöönottoon liittyy sekä niiden tulevaisuudennäkymiä.

Työssä havaittiin, että kiertotalouden mukaiset liiketoimintamallit sekä uusiutuvan energian teknologiat tarjoavat taloudellisia mahdollisuuksia yrityksille ja niiden hyödyntämisellä voidaan tehdä taloudellisia säästöjä. Kuitenkin on huomioitava, että kiertotalouden ja uusiutuvan energian implementointiin liittyy myös haasteita, joilla on vaikutuksia kiertotalouden sekä uusiutuvan energian kannattavuuteen yrityksissä. Työssä tutkittujen tulevaisuuden näkymien perusteella Euroopan alueella kiertotalouden ja uusiutuvan energian tulevaisuus on valoisa ja tulevaisuudessa niiden rooli tulee olemaan yrityksissä nykyistä isompi.

LYHENNELUETTELO

EEA	European Economic Area
	(Euroopan talousalue)
EU	European Union
	(Euroopan unioni)
GW	Gigawatt
	(Gigawatti)
IEA	International Energy Agency
	(Kansainvälinen energiajärjestö)
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
	(Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö)
PV	Photovoltaic
	(Aurinkokennoteknologia)
TWh	Terawatt hour
	(Terawattitunti)

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

(lyhenneluettelo)

1 Johdanto 6
1.1 Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset 7
1.2 Työn rajaukset, rakenne ja tutkimusmenetelmät 7
2 Kiertotalous ja uusiutuva energia 10
2.1 Kiertotalouden määritelmä 10
2.2 Uusiutuvat energianlähteet 13
2.3 Kiertotalouden ja uusiutuvan energian yhteys 16
3 Kiertotalous ja uusiutuva energia osana liiketoimintaa 18
3.1 Kiertotalouden liiketoimintamallit 18
3.2 Uusiutuvan energian sovellukset liiketoiminnassa 20
3.3 Taloudelliset vaikutukset 23
4 Haasteet kiertotalouteen ja uusiutuvaan energiaan liittyen 25
4.1 Talous ja investoinnit 25
4.2 Teknologia 27
5 Tulevaisuuden näkymät 29
5.1 Poliittiset tekijät 29
5.2 Teknologisen kehityksen vaikutus 31
6 Johtopäätökset 33
Lähteet 36

Kuvaluettelo

Kuva 1: Työn rakenne

Kuva 2: Kiertotalouden malli

Kuva 3: Kiertotalouden liiketoimintamallit

Kuva 4: Uusiutuvan energian tuotanto Euroopassa vuosina 2021 ja 2022

Taulukkoluettelo

Taulukko 1: Kiertotalouden eri määritelmät

Taulukko 2: Uusiutuvan energianlähteet

Taulukko 3: Poliittiset toimenpiteet EU:n alueella

1 Johdanto

Yksisuuntainen tuotannon ja kulutuksen malli on ollut vallalla maailmassa yli vuosisadan ajan. Yksisuuntaisessa tuotannossa tuotteet valmistetaan raaka-aineista, myydään, käytetään ja sen jälkeen hävitetään jätteenä kaatopaikalle tai poltetaan. Tämä tuotannon ja kulutuksen malli kulkee lineaarista polkua alkupisteestä A loppupisteeseen B, jonka vuoksi siitä käytetään myös nimitystä lineaarinen malli. Maailman jatkuvasti kiihtyvän väestönkasvun, nopean kaupungistumisen ja teollistumisen, resurssien kulutuksen ja negatiivisten ympäristövaikutuksien myötä liiketoimintaa ei voida enää jatkaa hyödyntämällä tavanomaista lineaarista mallia. (Ghosh 2020) Yhteiskuntamme voidaankin tämän vuoksi ajatella olevan murrosvaiheessa, jossa pyrkimyksenä on, että tulevaisuudessa taloudellinen menestys ja ympäristön hyvinvointi kulkevat käsikädessä. Murrosvaiheen ytimessä on tästä lineaarisesta mallista luopuminen ja siirtyminen kiertotalouteen. Kiertotalous on malli, jonka ytimessä ovat resurssitehokkuus ja materiaalien uudelleenkäyttö, sekä uusiutuvien energianlähteiden hyödyntäminen energiantuotannossa (Geissdoerfer et al. 2016). Kiertotaloutta hyödyntämällä on mahdollista luoda kestävää liiketoimintaa, jossa kannattavuus ei mene ympäristön hyvinvoinnin edelle.

Jotta lineaarisesta mallista päästää eroon ja yhteiskunnassa päästää siirtymään kiertotalouden malliin, on yrityksien otettava rooli suunnannäyttäjinä ja kehittää omaa toimintaansa kestävämpään suuntaan. Yrityksillä on kaiken kaikkiaan merkittävä rooli niin talouteen kuin koko yhteiskuntaan, ja tämän vuoksi yrityksien on näytettävä esimerkkiä, muuttamalla omia liiketoimintamallejaan (Schaltegger, Freund ja Hansen 2014). Tämän tutkimuksen taustalla vaikuttaa siis globaali tarve siirtyä kohti kestävämpiä liiketoimintamalleja ja vähentää riippuvuutta perinteisistä, ympäristölle haitallisista käytännöistä.

Tässä työssä käsitellään kiertotaloutta ja uusiutuvia energianlähteitä, niiden tarjoamia mahdollisuuksia, haasteita ja niiden roolia osana kannattavaa liiketoimintaa kirjallisuuden kautta. Työssä käsitellään Euroopan alueella toimiva yrityksiä geneerisellä tasolla ja työntarkoituksena kartoittaa miten kiertotalous ja uusiutuva energia voidaan integroida osaksi yrityksien liiketoimintaa.

1.1 Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen keskeisenä tavoitteena on tutkia, miten kiertotalouden periaatteita ja uusiutuvaa energiaa voidaan hyödyntää osana yrityksiä ja niiden liiketoimintaa. Tutkimus pyrkii syventämään käsitystä siitä, miten kiertotalouden ja uusituvan energian käytöllä voidaan parantaa yritysten taloutta ja toisaalta käsittelemään, millaisia haasteita uusiutuvan energian ja kiertotalouden integrointiin liittyy. Tutkimuksessa avataan myös kiertotalouden ja uusiutuvan energian välistä synergiaa.

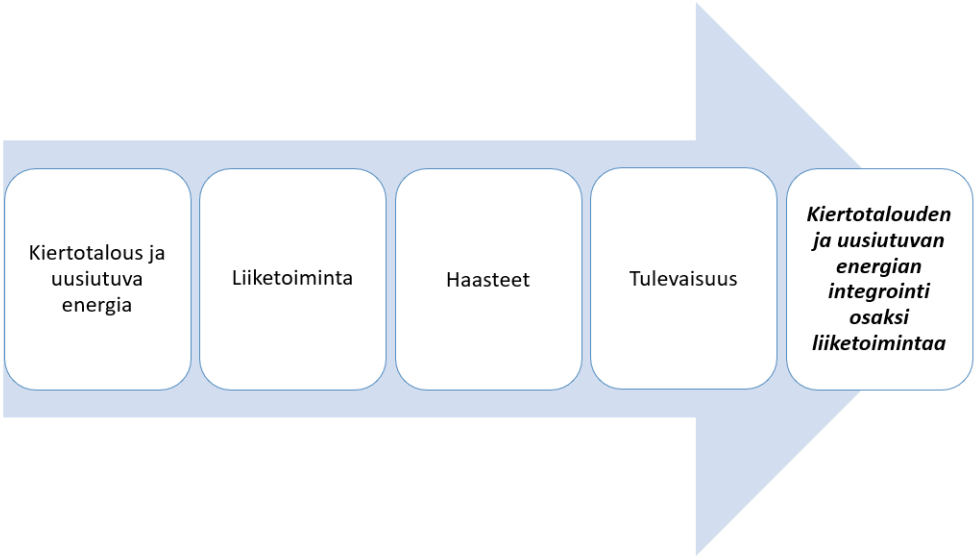
Päätutkimuskysymys tässä työssä on: *”miten kiertotalous ja uusiutuva energia voidaan integroida osaksi yrityksen liiketoimintaa”*. Pääkysymys jakautuu osakysymyksiin, jotka ovat: *”mikä on kiertotalouden ja uusiutuvan energian yhteys”* ja *”millaisia taloudellisia vaikutuksia kiertotalouden ja uusiutuvan energian integroinnilla on”.*

Työn päätutkimuskysymys tutkii, miten kannattavaa liiketoimintaa voidaan tehdä kestävällä tavalla, jotta ympäristö ei kärsi yritysten taloudellisesta kehityksestä ja toisaalta, miten yritysten taloudellinen kehitys pystyään toteuttamaan, kun toiminnassa otetaan huomioon ympäristön hyvinvointi ja kestävä kehitys. Kestävällä kehityksellä tarkoitetaan maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikalisesti tapahtuvaa jatkuvaa yhteiskunnallista muutosta, jonka ytimessä on tavoite tarjota nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet (Ympäristöministeriö 2023). Osakysymykset syventävät tätä tutkimalla, miten teemat kiertotalous ja uusiutuva energia nitoutuvat yhteen ja millaisia liiketoimintamahdollisuuksia ne tarjoavat yrityksille. Näiden kysymysten avulla arvioidaan, miten liiketoimintaa voidaan toteuttaa kestävällä tavalla yrityksissä ja millaisia liiketoimintamahdollisuuksia nämä teemat tarjoavat.

1.2 Työn rajaukset, rakenne ja tutkimusmenetelmät

Tämä kandidaatintyö koostuu useammasta osasta, jotka yhdessä luovat kokonaisvaltaisen kuvauksen siitä, miten kiertotalous ja uusiutuva energia voidaan integroida osaksi liiketoimintaa ja mitä taloudellisia vaikutuksia kiertotaloudella ja uusiutuvilla energianlähteillä on yrityksen liiketoimintaan. Työssä on huomioitu myös tulevaisuuden näkymät ja haasteet, joita uusiutuvaan energiaan ja kiertotalouteen liittyen on tunnistettu, jotta saadaan laaja kuva tämänhetkisestä tilanteesta (kuva 1). Työ alkaa johdannolla, joka on työn ensimmäinen

pääkappale. Toisessa pääkappaleessa käsitellään kiertotalouden ja uusiutuvien energianlähteiden määritelmiä ja niiden välistä yhteyttä. Kolmannessa pääkappaleessa keskitytään kiertotalouden ja uusiutuvan energian tarjoamiin liiketoimintamahdollisuuksiin käsitellen aluksi kierotalouteen liittyviä liiketoimintamalleja ja -alueita ja siitä siirtymällä uusiutuvan energian käyttöön osana liiketoimintaa. Kappaleessa käsitellään myös uusiutuvan energian ja kiertotalouden taloudellisia vaikutuksia. Neljännessä pääkappaleessa perehdytään kiertotalouden ja uusiutuvan energian taloudellisiin, teknologisiin ja operatiivisiin haasteisiin, kun tarkoituksena on integroida ne osaksi yrityksen liiketoimintaa. Viidennessä pääkappaleessa otetaan katse tulevaan ja tarkastellaan millaisia teknologisia ja poliittisia tulevaisuuden näkymiä kiertotalouteen ja uusiutuviin energianlähteisiin liittyy ja millainen vaikutus niillä on mahdollisesti kiertotalouden ja uusiutuvan energian rooliin osana yritysten liiketoimintaa. Kuudennessa pääkappaleessa kasataan työn pääkohdat yhteen ja esitetään tiivisti työn tärkeimmät havainnot.



Kuva 1. Työn rakenne

Työssä on käytetty monipuolisesti eri kirjallisuuslähteitä kiertotalouteen, uusiutuviin energianlähteisiin, taloudellisiin hyötyihin, haasteisiin ja tulevaisuuden näkymiin liittyen. Suurin osa käytetyistä kirjallisuuslähteistä on vertaisarvioituja artikkeleita. Työ on kirjallisuuskatsaus ja sen tarkoituksena on tarjota laajaa ja monipuolista tietoa teemoista kiertotalous ja uusiutuva energia sekä siitä, miten nämä teemat voidaan integroida osaksi yrityksen liiketoimintaan. Tiedonhaussa käytettyjä tietokantoja ovat: LUT Primo, Google Scholar ja

Scopus. Päätietokanta on ollut kuitenkin koko työn ajan LUT Primo ja puolestaan Scopuksesta on tarkistettu valittuihin lähteisiin tehtyjen viittausten määrä ja mahdollisen lehden asema tiedeyhteisössä. Näin on pyritty varmistamaan lähteiden laatu ja luotettavuus. Työn hakusanoina on käytetty lähes koko ajan englanninkielisiä termejä, jotka keskittyvät kiertotalouteen, uusiutuvaan energiaan ja talouteen. Työ keskittyy pääasiassa kiertotalouteen ja uusiutuvaan energiaan osana yrityksien liiketoimintaa. Lähteitä on hakusanojen ohella rajattu siten, että on pyritty hyödyntämään mahdollisimman tuoreita artikkeleita ja tutkimuksia, jotta saadaan mahdollisimman ajankohtaista tietoa. Kiertotaloutta ja uusiutuvaa energiaa on tarkasteltu isomassa mittakaavassa tekstissä niissä määrin, kun se on tarpeen ja auttaa lukijaa hahmottamaan termien määritelmät ja taustat. Työ on rajattu käsittelemään vain Eurooppaa ja Euroopan alueella toimivia yrityksiä. Työssä ei keskitytä yhteen tiettyyn liiketoiminta-alueeseen, vaan kyseessä on geneerinen tarkastelu.

2 Kiertotalous ja uusiutuva energia

Tässä kappaleessa käsitellään kiertotaloutta perehtymällä käsitteeseen ja sen määritelmiin. Kappaleessa käsitellään myös uusiutuvan energian käsitteitä ja niiden roolia liiketoiminnassa. Viimeisessä alakappaleessa analysoidaan kiertotalouden ja uusiutuvien energianlähteiden yhteyttä. Kappaleen tarkoituksena on antaa teoreettinen viitekehys työn pääteemoista ja luoda riittävä tietopohja tulevia kappaleita varten.

2.1 Kiertotalouden määritelmä

Kiertotalouden konseptilla on syvät juuret, vaikkakin keskusteluihin se on enenevissä määrin päässyt vasta 2000-luvulla, kun ympäristöpaineet ovat kasvaneet ja tietoisuus maapallon tämänhetkisestä tilasta on kasvanut. Kiertotaloutta ei voida yhdistää tiettyyn päivään tai henkilöön. On kuitenkin tunnistettu, että sen käytännön sovellukset ovat saaneet vauhtia 1970-luvun lopulta lähtien. Ensimmäiset kiertotalouteen keskittyvät sovellukset ovat syntyneet pienen joukon tutkijoita, ajatusjohtajia ja yrityksiä ansiosta. Kiertotalous tukee osaltaan kestävää kehitystä. (Ellen Macarthur Foundation 2013)

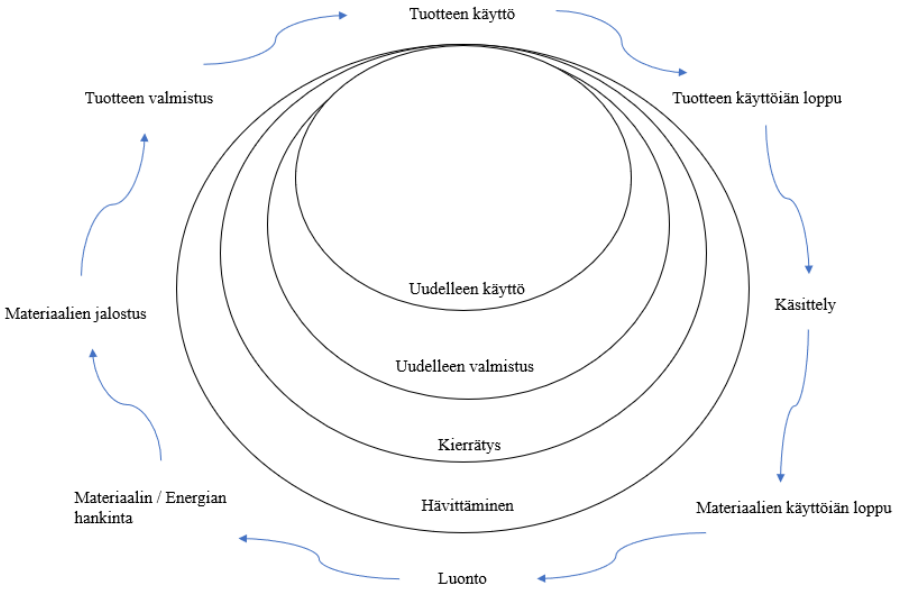
Koska kiertotalouden konseptilla ei ole yhtä selkeää kehittäjää tai kehitysryhmää, sillä on useita erilaisia määritelmiä muun muassa eri tutkijat ja koulut ovat antaneet sille lukuisia määritelmiä, jotka eroavat hieman toisistaan. Taulukko 1 esittelee osan kiertotalouden eri määritelmistä, jotta kiertotalouden määritelmän monimuotoisuus ja ydin tulevat esitellyiksi riittävällä tavalla. Vaikka määritelmät poikkeavat toisistaan, ne kaikki edustavat silti osaltaan kiertotaloutta ja niistä on löydettävissä yhteisiä piirteitä. Esimerkiksi Valpak (2015) ja Preston (2012) toteavat molemmat materiaalien tehokkaan hyödyntämisen olevan merkittävä osa kiertotaloutta. EEA eli Euroopan ympäristökeskus (2016) toteaa puolestaan kiertotalouden olevan mahdollisuus, jonka avulla tulevaisuudessa voidaan luoda hyvinvointia, kasvua ja työpaikkoja. Tässä työssä kiertotalous määritellään pääasiallisesti Ellen Macharthur Foundation (2013) mukaan elvyttäväksi taloudeksi, jonka tarkoituksena on mahdollistaa tehokas materiaalien, työvoiman, energian ja tiedon käyttö niin, että luonnollista ja sosiaalista pääomaa voidaan rakentaa uudelleen. Työssä kuitenkin sivutaan myös muita Taulukossa 1 esiteltyjä määritelmiä.

Taulukko 1. Kierotalouden eri määritelmät

Lähde	Kiertotalouden määritelmä
(Ellen Macarthur Foundation 2013)	Kiertotalous tarkoittaa elvyttävää taloutta. Sen tarkoituksena on mahdollistaa tehokkaat materiaali-, työ, energia- ja tietovirrat niin, että luonnollista ja sosiaalista pääomaa voidaan rakentaa uudelleen. Se pyrkii vähentämään energian kulutusta ja nopeuttamaan siirtymistä uusiutuvaan energiaan sekä käsittelemään kaikkea taloudessa arvokkaana resurssina.
(Valpak 2015)	Kiertotalous on vaihtoehto perinteiselle lineaariselle mallille. Kiertotalousmallissa resurssit pidetään käytössä mahdollisimman pitkään, niistä otetaan maksimiarvon käytönaikana, sitten ne hyödynnetään ja käytetään uudelleen.
(Preston 2012)	Kiertotalous on niin sanotusti lähestymistapa, joka muuttaa resurssien toimintaa taloudessa. Tehtaiden jätteistä tulee kiertotaloudessa arvokas panos toiseen prosessiin – ja tuotteiden korjaaminen, uudelleen käyttö ja päivittäminen ovat normeja pois heittämisen sijaan.
(EEA 2016)	Kiertotalous tarjoaa mahdollisuuksia luoda hyvinvointia, kasvua ja työpaikkoja ja samalla vähentää ympäristöpainetta. Konseptia voi periaatteessa soveltaa kaikkiin luonnonvaroihin.
(Bastein et al. 2013)	Kiertotalouteen siirtyminen on ”edellytys kestävälle teollisuusjärjestelmälle, joka mahdollistaa uudenlaisen taloudellisen toiminnan, vahvistaa kilpailukykyä ja luo työpaikkoja.” Kiertotalous ei pelkästään keskity ympäristöpaineiden erottamiseen talouskasvusta vaan siihen liittyvät myös uudet mahdollisuudet.

Kiertotalous on siis enemmän kuin vain raaka-aineiden kierrättämistä. Siihen liittyy isompi kokonaisuus, joka alkaa tuotteiden suunnittelusta ja päättyy tuotteiden uudelleen käyttöön tai tarpeen vaatiessa kierrättämiseen. Kuvassa 2 on esitelty kiertotalouden konseptia tuotteen

elinkaaren vaiheiden avulla. Kuvassa näkyvät sisimmät ympyrät, tuotteiden uudelleenkäyttö ja uudelleenvalmistus, sekä myös tuotteiden kunnostus, joka sisältyy uudelleenkäyttöön, vaativat vähemmän resursseja ja energiaa kuin uloimmat ympyrät ja ovat näin taloudellisimpia. Kiertotalouden ytimessä onkin, että materiaalit pysyvät mahdollisimman pitkään sisimpien ympyröiden sisällä. Tämän vuoksi kiertotaloudessa materiaalit tulee ensin ottaa talteen uudelleenkäyttöä, kunnostusta tai korjausta varten. Kun tämä ei ole enää mahdollista tulisi siirtyä seuraavaan vaiheeseen eli materiaalien hyödyntämiseen uusien tuotteiden valmistuksessa kierrättämisen avulla ja vasta myöhemmin tarpeen vaatiessa siirtyä materiaalien hävittämiseen. Materiaalien polttamisen tulisi olla toiseksi viimeinen vaihtoehto ja viimeisenä vaihtoehtona voidaan pitää materiaalien hävittämistä kaatopaikalla. Näin taataan se, että tuotteiden arvoketjut ja elinkaaret säilyttävät korkeimman arvon ja laadun mahdollisimman pitkään olemalla samalla energiatehokkaita. (Korhonen, Honkasalo ja Seppälä 2017)



Kuva 2. Kiertotalouden malli mukaillen (Mihelcic et al. 2003)

On tärkeää huomioida, että kaikki taloudelliset toiminnot, mukaan lukien kiertotalouteen liittyvät aloitteet, kuluttavat energiaa ja resursseja ja aiheuttavat ympäristövaikutuksia. Kiertotalouteenkin liittyy haasteita ja ongelmia, mutta kaiken kaikkiaan malli on erittäin lupaava ja tarjoaa hyvän vaihtoehdon nykyiselle lineaarimallille. (Korhonen, Honkasalo ja Seppälä 2017).

2.2 Uusiutuvat energianlähteet

Energian rooli yhteiskunnassa on korvaamaton, sillä se on välttämätöntä lähes kaikille toimialoille, mukaan lukien teollisuus, liikenne, kotitaloudet ja palvelualat. Nykyinen energiantuotantomme nojaa pääasiassa fossiilisiin energianlähteisiin, kuten lyijyyn, kivihiileen ja maakaasuun. Nämä edellä mainitut ovat perinteisiä, mutta samalla ympäristölle haitallisia energianlähteitä. Näiden polttoaineiden käytön seurauksena syntyy suuria määriä kasvihuonekaasupäästöjä, jotka ovat merkittävä tekijä ilmastonmuutoksessa. Kaikkiaan energianlähteet voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: fossiiliset polttoaineet, uusiutuvat luonnonvarat ja ydinvoimavarat. (Demirbaş Ayhan 2000)

Siirtyminen kohti ympäristöystävällisempää energiantuotantoa on välttämätöntä, ja tässä uusiutuvat energianlähteet nousevat keskeiseen rooliin. Uusiutuvat luonnonvarat tarjoavat runsaasti mahdollisuuksia kestävän energiantuotannon edistämiseen. Uusiutuvilla luonnonvaroilla tarkoitetaan luonnonvaroja, jotka pystyvät uusimaan itsensä lyhyessä ajassa tai sitten ovat lähes ehtymättömiä. Termillä uusiutuva energia tarkoitetaan energiamuotoja, jotka tuotetaan energiansiirrolla uusiutuvista ja luonnollisista prosesseista. Näitä luonnollisia prosesseja ovat muun muassa auringonvalo, tuulet ja veden virtaukset. (Enache, Popa ja Zabava 2022)

Taulukossa 2 on kuvattuna kaikki tämänhetkiset uusiutuvat energianlähteet ja niiden määritelmät. Taulukossa on tarkennettu, mitä eri energianlähteillä tarkoitetaan sekä kerrottu yksinkertaistetusti, miten niitä voidaan hyödyntää energiantuotannossa.

Taulukko 2. Uusiutuvan energianlähteet

Energianlähde	Määritelmä
Vesivoima	Vesivoimalaitoksissa energiaa tuotetaan hyödyntämällä kahden vesitason välistä korkeuseroa. Vedestä saadaan energiaa ja sähköä, kun vesi virtaa alas turbiinin kautta, ja turbiinin pyörittämä generaattori muuntaa liike-energian sähköksi. (Energiateollisuus 2024)
Biomassa	Biomassalla tarkoitetaan tuotteiden biohajoavaa osaa sekä maatalouden jätteitä, mukaan lukien kasvi- ja eläinperäiset aineet, metsätalous ja teollisuus- sekä yhdyskuntajätteen biohajoava osa. (Enache, Popa ja Zabava 2022)
Maalämpö	Maalämpöä on peräisin maan kuumasta ytimestä. Maaytimeen voidaan päästä poraamalla ja näin voidaan saada kuumaa höyryä, josta voidaan tuottaa energiaa. Vulkaanisilla alueilla kuumaa vettä ja vesihöyryä syntyy luonnollisesti maan pinnalla korkeassa paineessa ja lämpötilassa, joka helpottaa sähkön muodostumista. (Goldemberg 2012)
Aurinko	Aurinkoenergia on runsain energiaresurssi maan päällä. Aurinkoenergian keräämiseen käytetään aurinkopaneeleja, jotka voivat siepata valon fotoneja auringon säteilystä ja muuntaa ne energiaksi. (Enache, Popa ja Zabava 2022)
Tuuli	Tuulivoimalat muuttavat tuulen liike-energian sähköksi. Koska tuulivoimaloiden tuottama sähkön määrä on riippuvainen tuulesta, sääolosuhteet vaikuttavat merkittävästi tuotetun sähkön määrään. (Enache, Popa ja Zabava 2022)
Aalto	Tuulen aiheuttamaa merenpinnan värähtelyä (aaltoja) voidaan käyttää sähköä tuottavien mekaanisten laitteiden ohjaamiseen. (Goldemberg 2012)
Vuorovesi	Maa-kuu -järjestelmän vetovoima tuottaa vuoroveden eli valtameren pinnan nousun ja laskun kahdesti 24 tunnin välein. Tätä suurten valtamerten vesimassojen liikettä voidaan käyttää sähkön tuottamiseen. (Goldemberg 2012)

Näiden Taulukossa 2 mainittujen uusiutuvien energianlähteiden avulla voidaan vähentää riippuvuutta fossiilisista polttoaineista sekä vähentää hiilidioksidipäästöjä, edistäen samalla energiavarmuutta (Owusu ja Asumadu-Sarkodie 2016). Fossiilisten energianlähteiden markkinoiden ja hintojen epävakaus, vaikuttaa osaltaan talouteen ja sen vuoksi siirtymällä uusiutuvaan energiaan on myös taloudellisia vaikutuksia (Martins et al. 2019).

Uusiutuvat energianlähteet, jotka hyödyntävät kotimaisia resursseja, voivat tarjota energiaa lähes nollapäästöillä, ilman ilmansaasteita tai kasvihuonekaasupäästöjä (Demirba 2006). Uusiutuvan energian tuotannossa ei muodostu lähes ollenkaan ilmansaasteita tai kasvihuonekaasuja, joita puolestaan fossiilisten polttoaineiden käytössä muodostuu. Koska uusiutuvat energianlähteet ovat peräisin luonnosta, niitä on saatavilla ympäri maailmaa ja näin ollen energiavarat eivät ole keskittyneet vain tietyille alueille ja toimittajille. Puolestaan tämänhetkisten fossiilisten polttoainevarojen toimittajien määrä on rajattua ja se osaltaan heikentää energiavarmuutta. (Enache, Popa ja Zabava 2022) Monipuolinen energiaportfolio, joka sisältää erilaisia uusituvia energianlähteitä kuten tuuli-, aurinko- ja vesivoimaa, lisää energiajärjestelmän kestävyyttä ilmastoon ja sääolosuhteisiin liittyvien häiriöiden varalta (Zappa, Junginger ja Van Den Broek 2018).

Vuonna 2022 fossiilisten polttoaineiden hinnat olivat poikkeuksellisen korkeat ja epävakaat, kun energiamarkkinat kamppailivat Venäjän ja Ukrainan välisen kriisitilanteen kanssa, jonka seurauksena Venäjältä tulevan maakaasun määrä väheni merkittävästi Euroopan alueella. Useat poliittiset toimet suojasivat kuluttajia hintojen nousulta, mutta kielteisenä vaikutuksena oli fossiilisten polttoaineiden pitäminen keinotekoisesti kilpailukykyisenä vähäpäästöisten, uusiutuvaan energiaan siirtymistä edistävien, vaihtoehtojen kanssa. Tehdyt toimenpiteet myös hidastivat siirtymää kohti kestävää energiantuotantoa ja uusiutuvia energianlähteitä. (IEA 2023) Seuraavan viiden vuoden aikana odotetaan kuitenkin saavutettavan useita uusiutuvan energian virtsanpylväitä esimerkiksi:

- Vuonna 2024 tuuli- ja aurinkosähkö yhdessä tuottavat enemmän sähköä kuin vesivoima.
- Vuonna 2025 uusiutuvat energianlähteet ohittavat hiilen ja nousevat suurimaksi sähkötuotannon lähteeksi.
- Tuuli- ja aurinkoenergia ylittävät kumpikin ydinvoimaan perustuvan sähköntuotannon vuosina 2025 ja 2026.

- Vuonna 2028 uusiutuvien energianlähteiden osuus maailman sähköntuotannosta on yli 42 prosenttia, ja samalla tuuli- ja aurinkoenergian osuus kaksinkertaistuu 25 prosenttiin. (IEA 2024)

Edellä esitetyt odotukset perustuvat IEA:n eli kansainvälisen energianjärjestön tekemiin tutkimuksiin, havaintoihin ja ennusteisiin. Niistä on huomattavissa, että vaikka vuosi 2022 oli vaikeata aikaa energiamarkkinoiden suhteen, uusiutuvan energian rooli on merkittävä ja sen määrä ympäri maailmaa tulee kasvamaan lähivuosina.

2.3 Kiertotalouden ja uusiutuvan energian yhteys

Kiertotaloudella ja uusiutuvalla energialla on molemmilla merkittävä rooli kestävässä kehityksessä ja niillä onkin itseasiassa symbioottinen suhde, jossa kiertotalousstrategiat lisäävät uusiutuvien energianlähteiden tehokkuutta ja kestävyyttä (Olabi 2019). Tämän lisäksi yksi kiertotalouden peruspilareista on ympäristöystävälliset resurssit, joissa on hyödynnetty uusiutuvaa energiaa ja biohajoavia, kierrettäviä tai uusiutuvia materiaaleja. Uusiutuvan energian käyttö onkin siis yksi avaintekijöistä, jos halutaan tuottaa kiertotalouden mukaisia tuotteita ja resursseja nyt ja tulevaisuudessa. (Bandh et al. 2023) Ylipäätänsä tämänhetkinen energiantuotantomme noudattaa vahvasti lineaarista mallia ja näin ollen kiertotalouden sovelluksia hyödyntäen voidaan edistää luonnonvarojen käyttöä (Mutezo ja Mulopo 2020). Kiertotalouden avulla energiantuotannossa voidaan toteuttaa lukuisia taloudellisia toimia kuten esimerkiksi uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja energian sekä ravinteiden talteenottoa pelkän lineaarisen mallin mukaisen hävittämisen sijan (Schroeder et al. 2018). Kiertotalouden strategian ja periaatteiden käyttöönotto energiasektorilla vähentää siis entuudestaan resurssien liiallista käyttöä, edistää tutkimusta ja kehitystä, luo työpaikkoja ja eliminoi fossiilisista polttoaineista muodostunutta jätettä edistämällä siirtymää kohti uusiutuvaa energiaa (Mutezo ja Mulopo 2020)

Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestöön kuuluvissa maissa eli OECD-maissa on viime vuosina sovellettu energia- ja ympäristötehokkuuden arvioinnissa kiertotalouden periaatteita. Tämän seurauksena OECD-maissa on havaittu, että kiertotalouden käytännöillä on myönteisiä vaikutuksia uusiutuvan energian käyttöönottoon ja kestävyyteen. (Mavi ja Mavi 2019) Esimerkiksi tuuliturbiinien siivekkeisiin sitoutuneen hiilikuidun talteenotto ja jälleenkäyttö, kiertotalouden periaatteiden mukaisesti, edistää kehitystä kohti vieläkin

vihreämpää ja kestävämpää tuulienergiaa (Hao et al. 2019). Tämä edellä mainittu on hyvä esimerkki, joka tukee Mutezo ja Mulopo (2020) tutkimusta ja kertomaa siitä, että kiertotalous edistää osaltaan siirtymää kohti uusiutuvia energianlähteitä.

Puolestaan kiertotalouteen liittyvien toimintojen ympäristöystävällisyyttä voidaan lisätä hallitsemalla energiavirtoja ja hyödyntämällä esimerkiksi tuotannossa uusiutuvia energianlähteitä. Kiertotalouden toimintoihin voidaan helposti sisällyttää uusiutuvaa energiaa ja esimerkiksi yritykset voivat omaan kiertotalousmalliinsa luoda järjestelmiä, joissa tuotannosta ja kulutuksesta yli jääneet materiaalit muunnetaan energiaksi. (Kristia ja Rabbi 2023) Näin voidaan edistää irtaantumista fossiilisista polttoaineista ja samalla luoda materiaalivirroista silmukkamaisia, kiertotalouden periaatteiden mukaisesti.

3 Kiertotalous ja uusiutuva energia osana liiketoimintaa

Tässä kappaleessa tarkastellaan miten kiertotaloutta ja uusiutuvia energianlähteitä voidaan hyödyntää yrityksen liiketoiminnassa. Kappaleessa käsitellään liiketoimintamalleja, jotka liittyvät kiertotalouteen, ja sitä, miten uusiutuvaa energiaa voidaan hyödyntää osana liiketoimintaa. Viimeisessä osiossa käsitellään kiertotalouden ja uusiutuvan energian taloudellisia vaikutuksia.

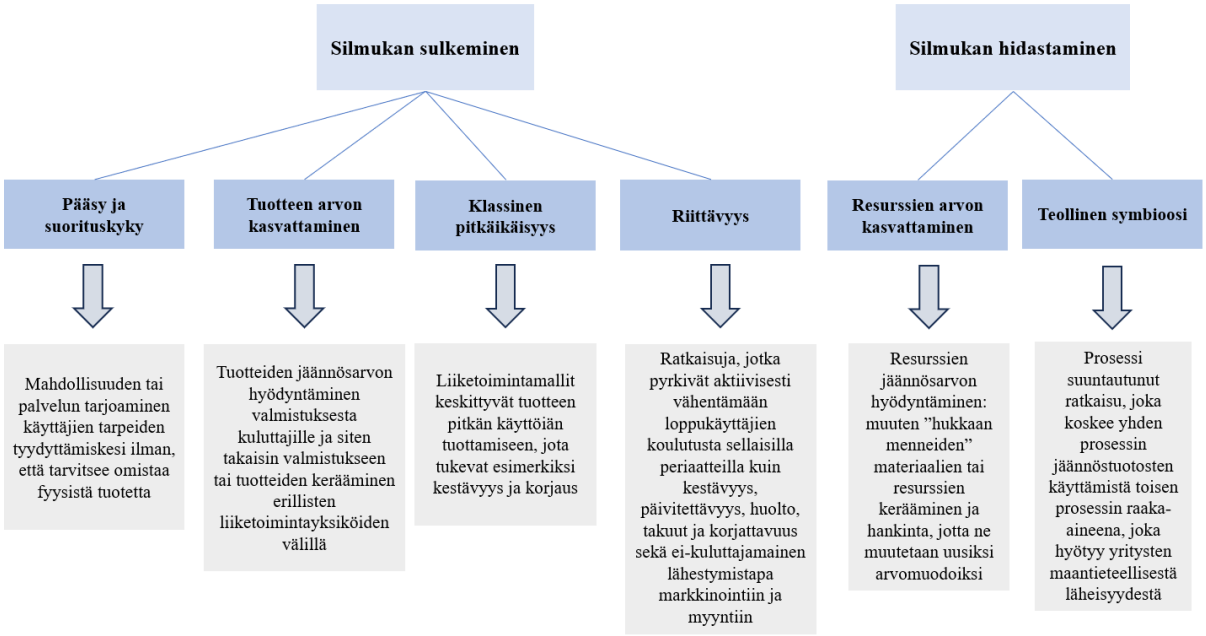
3.1 Kiertotalouden liiketoimintamallit

Liiketoimintamalli on laaja käsite, jolle ei ole yhtä oikeaa määritelmää. Termiä ”liiketoimintamalli” on käytetty ensimmäisen kerran akateemisessa artikkelissa vuonna 1957 (Bellman et al. 1957). 2000-luvun aikana termin ”liiketoimintamalli” käyttö on lisääntynyt ja kiinnostus sitä kohtaan on kasvanut (Dasilva ja Trkman 2014). Tässä työssä liiketoimintamallille käytetään määritelmää, jonka mukaan se on käsitteellinen työkalu, jonka avulla voidaan ymmärtää paremmin yrityksen tapaa harjoittaa liiketoimintaa. Liiketoimintamallia voidaan määritelmän mukaan käyttää muun muassa analysointiin, vertailuun, johtamiseen, viestintään ja innovaatioihin. (Osterwalder, Pigneur ja Tucci 2005)

Bocken ja kumppaneiden (2016) mukaan kiertotalouteen sopivat liiketoimintamallit sisältävät muun muassa elementtejä, jotka hidastavat, kaventavat ja sulkevat niin sanottuja resurssisilmukoita, jolloin resurssien vaikutus organisaatioon ja sen arvoverkostoon vähenee sekä jätteet ja päästövuodot järjestelmässä ovat minimoitu. Silmukoiden ”hidastamisessa” kyse on pitkäikäisten tavaroiden suunnittelusta, jotta tavarat olisivat pidempään käytössä ja tuotteita käytettäisiin useamman kerran, ja näin resurssien kulutusta saataisiin hidastettua. Puolestaan silmukoiden ”sulkemisessa” tarkoitus on käyttää materiaaleja uudelleen kierrätyksen avulla ja näin käytön jälkeinen aika ja tuotannon välinen silmukka saadaan suljettua ja luotua tehokas resurssien kiertokulku. Silmukoiden ”kaventamisella” tarkoitetaan tuotteeseen ja tuotantoprosessiin liittyvien resurssien käytön vähentämistä.

Kuvaan 3 on tiivistetty Bocken ja kumppaneiden (2016) esimerkkejä, joiden avulla voidaan luoda kiertotalouden mukaisia liiketoimintamalleja, jotka keskittyvät resurssisilmukoiden

kaventamiseen tai sulkemiseen. Silmukoiden sulkemiseen liittyy neljä avainmallia, jotka ovat pääsy ja suorituskyky, tuotteen arvon kasvattaminen, klassinen pitkäikäisyys ja riittävyys. Puolestaan silmukan hidastamiseen liittyviä avainmalleja ovat resurssien arvon kasvattaminen ja teollinen symbioosi. Näiden strategioiden avulla voidaan luoda itse liiketoimintamalleja, jotka tukevat kiertotalouden periaatteita ja kestävää kehitystä.



Kuva 3. Kierotalouden liiketoimintamallit mukaillen (Bocken et al. 2016)

Näiden edellä mainittujen strategioiden periaatteita on myös havaittavissa Bakker, den Hollander, van Hinte ja Zijlstra (2014) nimeämissä kuudessa liiketoimintamalli arkkityypissä, jotka ovat kiertotalouden periaatteita noudattavia. Nämä arkkityypit ovat tuotteen elinkaaren pidentäminen, hybridimalli, välin hyödyntäjä malli, saatavuuteen ja pääsyn perustuva malli, jakamiseen perustuva malli sekä palveluun perustuva malli. Välin hyödyntäjä mallin englanninkielinen termi on The Gap Exploiter Model eikä sille löydy täydellistä suomenkielistä käännöstä. Näin ollen tässä työssä käytetään termiä välin hyödyntäjä malli.

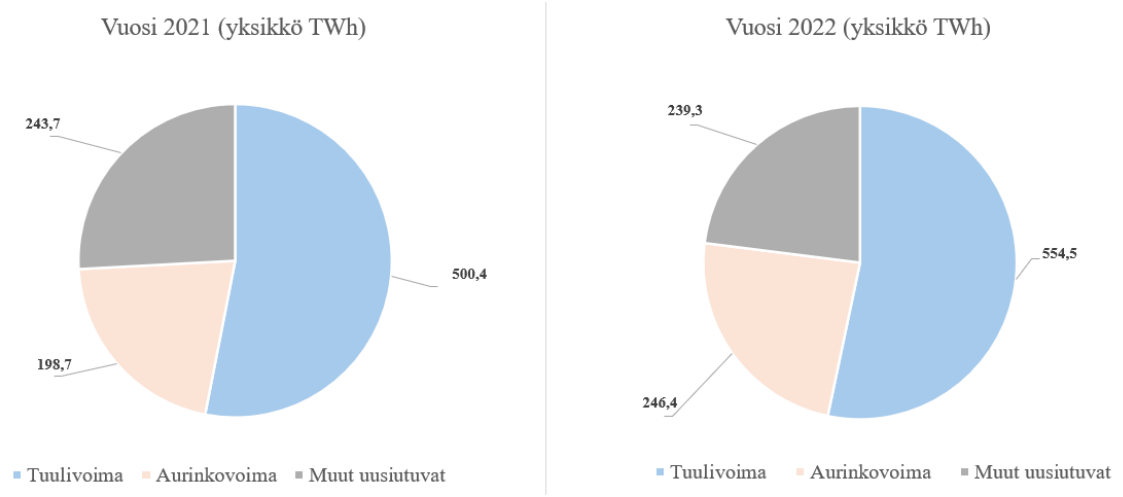
Tuotteen elinkaaren pidentämiseen liittyvän mallin perustana on luoda kestävämpiä ja parempilaatuisia tuotteita, joiden myynnin jälkeinen tuki lisää arvoa ja parantaa entuudestaan laatua. Tarkoituksena on, että yritys kilpailee laadullaan eikä niinkään hinnallaan. Hybridimallissa puolestaan myydään suhteellisen halpoja ja pitkäikäisiä tuotteita, jotka toimivat

vain yhdessä erityisen korkealaatuisten kestävien tuotteiden kanssa. Välin hyödyntäjä mallissa tarkoituksena on luoda arvoa jo olemassa olevista markkina-aukoista. Tarkoituksena on esimerkiksi tarjota yhdistäviä palveluita, jonka avulla tuotteen käyttöikää saadaan pidennettyä. Esimerkiksi korjauspalvelut hyödyntävät tätä mallia omassa liiketoiminnassaan. Pääsyyn ja saatavuuteen perustuvan mallin ytimessä on luoda rahaa antamalla pääsyy johonkin tuotteeseen ilman omistajuutta. Esimerkiksi yhteiskäyttöautot ovat hyvä esimerkki liiketoiminnasta, jossa on hyödynnetty tätä mallia. Auton pystyy vuokraamaan tietyksi ajaksi, mutta omistajuus säilyy koko ajan vuokraavalla yrityksellä. Palveluun perustuvassa mallissa rahaa tehdään nimensä mukaisesti tarjoamalla palveluita tuotteiden sijaan. Saatu palkkio perustuu siis tehtyyn työhön ja palveluun eikä myytyihin tuotteisiin. (Bakker et al. 2014, 49-73)

Nämä kaikki kuusi äsken mainittua liiketoimintamalliarkkityyppiä mahdollistavat materiaali- ja tuotevirtojen hallinnan ja sitä kautta myös niiden hidastamisen. Mallit mahdollistavat myös arvon sekä voiton luomisen tuotteista ja materiaaleista pitkällä aikavälillä, kiertotalouden periaatteiden mukaisesti.

3.2 Uusiutuvan energian sovellukset liiketoiminnassa

Uusiutuvan energian käyttäminen liiketoiminnassa sisältää uusiutuvien energianlähteiden integroimista yhtenäisiksi energiajärjestelmiksi, energiansäästö- ja tehostamistoimiin keskittymistä sekä fossiilisten polttoaineiden korvaamista uusiutuvilla energianlähteillä (Lund 2007). Kuvassa 4 on esitetty, miten uusiutuvan energiantuotanto on jakautunut tuuli- ja aurinkovoiman sekä muiden uusiutuvien energianlähteiden välillä Euroopassa vuosina 2021 ja 2022. Kuvan arvot on esitetty terawattitunneissa (TWh). Kuvasta on havaittavissa, että uusiutuvan energian tuotanto on kasvanut Euroopassa noin 10,3 prosenttia, jos verrataan vuoden 2021 tuotantoa vuoden 2022 tuotantoon. Euroopan parlamentin uusituvia energialähteitä koskevan direktiivi tavoitteena on, että uusiutuvien energianlähteiden osuus energian kokonaisloppukulutuksesta on vähintään 42,5 prosenttia vuonna 2030 ja tähän liittyen uusiutuvien energianlähteiden osuus energian tuotannossa on ollut kasvusuunnassa jo pidemmän aikaa (Ciucci 2023). Euroopan parlamentin asettaman tavoitteen saavuttamiseksi on merkittävää, että myös Euroopan alueella toimivat yritykset integroivat uusiutuvaa energiaa osaksi omaa toimintaansa.



Kuva 4. Uusiutuvan energian tuotanto Euroopassa vuosina 2021 ja 2022 mukaillen (Energy Institute 2023)

Seuraavaksi käydään läpi, miten uusiutuvaa energiaa voidaan hyödyntää osana liiketoimintaa. Kuvan 4. perusteella esimerkeiksi on valittu vuonna 2022 eniten tuotetut aurinko- ja tuulivoima. Tämän lisäksi kategoriasta ”muut uusitutuvan energianlähteet” on valittu käsittelyyn geoterminen energia.

Aurinkoenergia

Aurinkopaneelit muuntavat auringon säteilyenergiaa, joko lämpöenergiaksi aurinkolämpösovelluksissa tai suoraan sähköenergiaksi Photovoltaic-sovelluksissa eli PV-sovelluksissa. Aurinkolämpösovelluksia varten aurinkopaneeli absorboi auringon säteilyn lämpönä, joka sitten siirretään käyttönesteeseen (ilma, vesi tai öljy). Käyttönesteen kuljettamaa lämpöä voidaan sitten hyödyntää yrityksessä monella eri tavalla. Puolestaan PV-sovelluksissa PV-moduuli muuntaa auringonsäteilyn suoraan sähköenergiaksi samalla tuottaen jonkin verran hukkalämpöä, joka voidaan ottaa talteen ja hyödyntää myöhemmin lämpökäytössä. (Tian ja Zhao 2012) Aurinkoenergiaa voidaan käyttää esimerkiksi kuuman veden tuottamiseen teollisia prosesseja varten, tilojen lämmitykseen tai jäähdytykseen jäähdyttimien kautta. Aurinkoenergia onkin näin ollen erittäin toimiva ratkaisu teollisuudenaloilla, joilla on korkea lämpöenergian kysyntä, kuten elintarviketeollisuus, tekstiilit ja valmistus. (Kalogirou 2004) Auringon lämpöenergiaa voidaan myös varastoida ja näin taata se, että esimerkiksi pimeinä päivinä lämpöenergiaa voidaan vapauttaa varastosta. Tämän vuoksi onkin tärkeää, että energian varastointijärjestelmä on tehokas ja hyvin suunniteltu, kun hyödynnetään

aurinkoenergiaa. (Tian ja Zhao 2012) Aurinkopaneelien avulla on siis esimerkiksi mahdollista lämmittää liiketilaa ja tuottaa sähköä yrityksen käyttöön. Hyvän varastointijärjestelmän avulla yritys pystyy takaamaan sen, että aurinkopaneelien kautta saatua energiaa voidaan hyödyntää myös pimeinä päivinä, jolloin aurinkopaneelit eivät pysty muodostamaan auringon säteilystä lämpö- tai sähköenergiaa.

Tuulivoima

Tuulivoimasta on tullut merkittävä osa modernia energiantarjontaa (Son ja Ma 2017). Nykyisin käytetyt pienemmät tuuliturbiinit tuottavat sähköä noin 50–60 kilowattia (KW) ja puolestaan isommat turbiinit tuottavat sähköä noin 500–100 KW. Tuulivoimaa voidaan hyödyntää niin isoissa kaupungeissa, kuin yksittäisissä yrityksissäkin. (Enache, Popa ja Zabava 2022) Pääasiassa tuulivoimaa tuotetaan tuulipuistoissa, joita on sijoitettu ympäri maailmaa. Tuulipuistoja voidaan rakentaa mantereen lisäksi myös vesistöihin. Etuna tuulivoimassa on sen hinta ja se, että aurinkovoimaan verrattuna tuulivoimaa on saatavilla myös esimerkiksi pimeällä. (Demirba 2006) Tuulivoiman avulla voidaan siis tuottaa sähköä yrityksen käyttöön ympärivuorokautisesti.

Geoterminen energia

Vuonna 2019 geotermistä energiaa hyödynnettiin kaiken kaikkeaan 88:ssa eri maassa ja tarkemmin itse Euroopassa geotermistä energiaa hyödynnettiin 34 eri maassa. Geotermisen energian asennettu kapasiteetti on kasvanut merkittävästi viime vuosien aikana. Tämä perustuu vahvasti siihen, että tietoisuus ja suosio geotermisen energian ympärillä on kasvanut. Geotermistä energiaa voidaan käyttää lämmitykseen ja sähkön tuotannossa. Geotermistä energiaa käytettiin vuonna 2020 ympäri maailmaa muun muassa osana vesiviljelyä, kävelyteiden puhdistamisessa/teiden sulattamiseen lumesta ja teollisessa lämmityksessä osana toimintoja, jotka vaativat paljon energiaa ja ovat käynnissä ympärivuorokautisesti. (Lund ja Toth 2021) Geoterminen energia onkin halpaa, puhdasta ja sitä voidaan käyttää moneen eri käyttötarkoitukseen (Demirba 2006).

3.3 Taloudelliset vaikutukset

Kestävän kehityksen tukemisen lisäksi kiertotalouden taloudelliset hyödyt sekä merkittävyys liiketoimintaan on tunnistettu akateemikkojen ja poliittisten päättäjien keskuudessa (Rizos et al. 2016). Vuonna 2015 on arvioitu, että keski-ikäisillä monimutkaisilla tuotealoilla (erityisesti moottoriajoneuvojen, koneiden ja laitteiden sekä sähkökoneiden osa-alueilla) voitaisiin säästää nettomateriaalikustannuksista EU:n tasolla jopa 630 miljardia euroa kiertotalouden sovelluksien avulla. Puolestaan nopeasti liikkuvien kulutustavaroiden alalla (lähinnä pakatut elintarvikkeet, vaatteet ja juomat) nettomateriaalisäästöt voisivat ylittää 700 miljardia euroa maailmanlaajuisesti, jos kiertotalouden periaatteita hyödynnettäisiin toiminnassa. Lisäksi on arvioitu, että kiertotalouden taustalla olevat tekniset ja organisatoriset innovaatiot mahdollistaisivat Euroopan resurssien tuottavuuden kasvun noin kolmella prosentilla vuoteen 2023 mennessä, mikä vastaa noin 1,8 biljoonan euron kokonaishyötyä kolmella eri alueella: liikkuvuus, ruoka ja rakennettu ympäristö. Summaan on laskettu mukaan säästöt ensisijaisten resurssien kustannuksissa sekä kustannukset, jotka linkittyvät ulkoisiin tekijöihin, kuten ilmansaasteista aiheutuneisiin terveyshaittoihin ja niihin liittyviin kustannuksiin. (Ellen MacArthur Foundation 2015)

Kiertotalousmallit säilyttävät tuotteiden lisäarvon mahdollisimman pitkään ja minimoivat jätettä. Ne pitävät resursseja talouden sisällä, kun tuotteet eivät enää täytä tehtäviään, jotta materiaaleja voidaan käyttää uudelleen ja siten luoda lisäarvoa. (Bennett, Pearce ja Turner 1990) Tähän perustuen kiertotalousmallit luovat enemmän arvoa jokaisesta luonnonvarayksiköstä perinteisiin lineaarisiin malleihin verrattuna (Di Maio ja Rem 2015). Kierrätyksen kautta saatavien toissijaisten resurssien lisäksi kehittyneet suunnittelu- ja valmistusmenetelmät voivat tuottaa saman toiminnallisen arvon käyttämällä vähemmän resursseja (niin luonnonvaroja kuin kierrätettyjäkin resursseja) (Di Maio et al. 2017). Voidaankin siis todeta, että kiertotalouden mukaisia liiketoimintamalleja ja periaatteita noudattamalla voidaan yrityksissä säästää muun muassa materiaalin kulutuksessa ja näin saada taloudellista etua tehdyistä toimenpiteistä.

Puolestaan uusiutuviin energianlähteisiin siirtyessä on huomioitava, että vaikka ensimmäinen siirtymä voi olla kallista alkuinvestointien vuoksi, uusiutuvan energian järjestelmien pitkän aikavälin käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat yleensä alhaisemmat kuin fossiilisiin polttoaineisiin perustuvien järjestelmien. Lisäksi uusiutuvat energialähteen suojaavat

kotitalouksia ja yrityksiä fossiilisten polttoaineiden hintojen epävakaudelta. (Zappa, Junginger ja Van Den Broek 2018) Tähän perustuen myös uusiutuvien energianlähteiden hinnat ovat suhteellisen edullisia ja muun muassa tuulivoiman kilpailukykyiset kustannukset ovat yksi merkittävimmistä syistä siihen, miksi tuulivoiman käyttö on ollut kasvussa viime vuosikymmenen aikana. Tuulivoimalla on selkeä kustannusetu kaikkiin muihin energianlähteisiin verrattuna. (Son ja Ma 2017) Edullisuus voi siis olla yksi merkittävistä tekijöistä, joiden vuoksi tuulivoiman osuus uusiutuvan energiantuotannossa Euroopassa oli yli 50 prosenttia vuonna 2022. Vuonna 2023 kolme neljäsosaa uusista aurinkosähkö- ja maatuulivoimaloista tarjosi halvempaa sähköntuotantoa kuin olemassa olevat fossiilisten polttoaineiden laitokset. (IEA 2024) Ympäristövaikutusten vähentäminen uusiutuvan energian avulla voi olla myös tehokas markkinointiväline niin sisä- kuin ulkomaankaupassa, sillä yleinen mielipide niin sanotuista vihreistä yrityksistä on kasvavassa roolissa ostovalinnoissa (Wen et al. 2021).

Shin ja kumppaneiden tutkimuksessa (2016) havaittiin, että yritykset, jotka käyttävät runsaasti uusiutuvia energianlähteitä menestyivät taloudellisesti paremmin kuin muut alan kilpailijat, jotka eivät hyödynnä uusiutuvia energiavaroja. Uusiutuvia energianlähteitä käyttävillä yrityksillä oli muun muassa keskiarvoa parempi sijoitetutun pääoman tuottoprosentti ja parempi käyttökate, mikä viittaa myönteiseen yhteyteen uusiutuvan energian käytön ja taloudellisen tilanteen välillä.

4 Haasteet kiertotalouteen ja uusiutuvaan energiaan liittyen

Tässä kappaleessa käsitellään haasteita, joita kiertotalouden ja uusiutuvan energian yhdistämiseen osaksi liiketoimintaa liittyy. Ensimmäisessä alakappaleessa käsitellään talouteen ja investointeihin liittyviä haasteita. Toisessa alakappaleessa käsitellään teknologisia ja operatiivisia haasteita. Tämä jaottelu perustuu useampaan artikkeliin, jossa on mainittu kiertotalouden ja uusiutuvan energian suurimmiksi haasteiksi talouteen ja teknologioihin liittyviä asioita. Muun muassa Oghazi ja Mostaghel (2018), Vermunt ja kumppanit (2019) ja Geng ja kumppanit (2010) havaitsivat teknologioihin ja investointeihin liittyviä haasteita tutkiessaan kiertotalouden yhdistämistä osaksi liiketoimintaa. Puolestaan muun muassa Ergun, Owusu ja Rivas (2019), Nižetić ja kumppanit (2019) sekä Hacker ja Mitsushima (2018) havaitsivat teknologioihin ja talouteen liittyviä haasteita tutkiessaan uusiutuvan energian käyttöä yrityksissä.

4.1 Talous ja investoinnit

Vermunt ja kumppanit (2019) ovat tutkineet millaisia haasteita kiertotalouden liiketoimintamallien implementointiin liittyy. Kiertotalouden liiketoimintamallit, joita heidän tutkimuksessaan käsitellään ovat nimeltään: tuote palveluna, tuotteen elinkaaren pidentäminen, resurssien palauttaminen ja kiertotalouden tarvikemalli. Nämä liiketoimintamallit ovat yhdistettävissä Bakkerin ja kumppaneiden (2014) kehittämiin kuuteen kiertotalouden liiketoimintamalliarkkityyppiin, jotka on esitelty kappaleessa 3.1. Vermut ja kumppanit (2019) havaitsivat tutkimuksessaan, että taloudellisia ongelmia, joita liittyy kiertotalouden liiketoimintamallien implementointiin ovat taloudellisien resurssien puute, korkeat etukäteen tehtävät investoinnit, uusiin kiertotalouden mukaisiin liiketoimintamalleihin liittyvät kustannukset (esimerkiksi kierrätykseen liittyvät kustannukset) ja vielä vaikeasti arvioitavat taloudelliset kokonaisuudet. Tutkimuksessa ilmeni, että taloudelliset haasteet olivat lähinnä ongelma, kun yrityksiin integrointiin tuote palveluna -mallia. Tämä perustuu siihen, että malliin liittyy korkeat etukäteisinvestoinnit. Muiden liiketoimintamallien implementoinnissa ilmeni taloudellisia haasteita harvemmin.

Kiertotalouden liiketoimintamallien käyttöönotto ja siihen liittyvät kustannukset, aiheuttavat vaikeuksia varsinkin pienille ja keskisuurille yrityksille. Tämä johtuu siitä, että pienillä ja keskisuurilla yrityksillä ei välttämättä ole tarpeeksi taloudellisia resursseja investointeihin, jotka ovat vaadittuja, jotta lineaarimallista pystytään siirtymään kohti kiertotaloutta. (Geng et al. 2010) On kuitenkin merkittävää ymmärtää, että investointien suuruudet ja talouteen liittyvät haasteet ovat erittäin vaihtelevia riippuen yrityksestä ja siitä mitä kiertotalouden liiketoimintamallia he ovat ottamassa käyttöön (Vermunt et al. 2019). Investointeihin ja talouteen liittyvien haasteiden ratkaisemiseksi, onkin tärkeää, että yritykset osaavat optimoida kustannusrakenteensa ja miettiä mikä kiertotalouden liiketoimintamalli sopii heille parhaiten, jotta tehdyistä toimista hyödytään myös taloudellisesti (Oghazi ja Mostaghel 2018)

Uusiutuviin energianlähteisiin liittyvien kustannusten vuoksi siirtyminen uusiutumattomasta energiasta uusitutuvaan energiaan on haastavaa. Perinteisiin fossiilisiin polttoaineisiin perustuvaan energiaan verrattuna uusiutuvan energian kulutuksen omaksumiselle on tällä hetkellä merkittäviä esteitä. Nämä esteet liittyvät taloudelliseen puoleen ja ovat muun muassa kustannuksia, jotka liittyvät uuden infrastruktuurin kehittämiseen, käyttöön ja käynnistykseen. (Ergun, Owusu ja Rivas 2019) Myös osaan uusituvan energian teknologioihin liittyy merkittäviä taloudellisia haasteita. Esimerkiksi aurinkokennojen PV-teknologioihin liittyvä taloudellinen haaste on suhteellisen korkeat kokonaisinvestointikustannukset. Sama ongelma ilmenee tuulivoimateknologioissa, jotka aiheuttavat aurinkokennojen PV-teknologioiden tapaan suhteellisen suuria kokonaisinvestointikustannuksia. (Nižetić et al. 2019)

Uusitutuvan lämmön ja polttoainemarkkinoiden suurimmat haasteet ovat alhaiset fossiilisten polttoaineiden hinnat, joita on tähän mennessä laskettu alaspäin ajoittain myös tarkoituksellisesti, jos hinnat ovat nousseet liian korkeiksi. Tämän lisäksi uusiutuvaan lämpöön liittyy vaikeudet saada kohtuuhintaista rahoitusta (REN21 2023).

Jotta uusiutuvaan energiaan liittyvistä taloudellisista haasteista päästään yli, tarvitaan vakaa rahoitusjärjestelmä, joka tukee, rahoittaa ja hallitsee mahdollisia riskejä, jotka liittyvät siirtymiseen uusiutumattoman energian sektorista uusiutuvan energian sektoriin. Samoin vakaat rahoitusmarkkinat ovat tarpeen pääoman liikkuvuuden lisäämiseksi. (Khan et al. 2021)

4.2 Teknologia

Tällä hetkellä uusiutuvan energian, erityisesti aurinkopaneeliteknologian ja tuuliturbiinien, haasteena on energian muuntamisen suhteellisen alhainen hyötysuhde (Nižetić et al. 2019). Energian muuntamisen höytysuhde on yksi energiajärjestelmän tärkeimmistä ominaisuuksista. Se saadaan laskettua, kun hyötyenergian tuotto eli saatu hyöty jaetaan energiapanoksella eli kustannuksilla. (Hacker ja Mitsushima 2018) Alhainen hyötysuhde siis tarkoittaa, että saatu hyöty suhteessa kuluihin on heikko. Jotta uusiutuvasta energiasta saadaan kaikki mahdollinen irti, on välttämätöntä hallita varastoja, siirtoa, energiankulutusta ja energiatehokkuutta sekä luoda koko ajan lisää innovaatioita uusiutuvan energian ympärille (Kristia ja Rabbi 2023).

Lisäksi sähköverkkojen kapasiteetin puute toimii teknisenä rajoitteena uusiutuvan energian kohdalla ja se onkin merkittävästi hidastanut uusiutuvien energiateknologioiden käyttöönottoa alhaisen hyötysuhteen ohella. Riittämättömät investoinnit sähköverkkoinfrastruktuuriin on globaali haaste, joka vaikuttaa uuden tuuli – ja aurinkovoimakapasiteetin kasvuun ja olemassa olevien laitosten tehokkuuteen. Kiina on tehnyt merkittäviä investointeja sähköverkkoonsa vuodesta 2012 alkaen. Näin sähköverkkoa on saatu kehitettyä ja samalla on onnistuttu vähentämään vaihtelevien uusiutuvien energianlähteiden (pääasiassa tuuli- ja aurinkoenergia) hukkaa. Kiinassa hukka oli vuonna 2012 noin 16 prosenttia ja puolestaan viime vuosina hukka on ollut 3 prosentin luokkaa eli investoinneilla on onnistuttu saavuttamaan selkeää parannusta. (REN21 2023) Sähköverkkoja on siis tärkeää kehittää uusiutuvien energianlähteiden teknologioiden kehittämisen ohella, jotta muun muassa tuotettua energiaa ei mene hukkaan.

Puolestaan teknologiset rajoitteet kierrätykseen, tuotesuunnitteluun ja muihin kiertotalouden prosesseihin liittyen on havaittu merkittäväksi vaikeudeksi kiertotalouden liiketoimintamallien implementoinnissa osaksi yrityksien toimintaa (Oghazi ja Mostaghel 2018). Mahdollinen ratkaisu tähän on, että yritykset kehittävät itse teknistä osaamistaan. Tämän lisäksi nähdään merkittävänä toimenpiteenä, että yritykset hakevat tietoa myös muilta sektoreilta ja aloilta. Toinen tapa ratkaista ongelma on ulkoistaminen. Tämä tarkoittaa sitä, että yritykset ulkoistaisivat tuotteiden elinkaaren pidentämiseen tai resurssien tehokkaampaan hyödyntämiseen liittyvät tekniset toiminnot. (Vermunt et al. 2019)

Siirtymässä lineaarimallista kiertotalouteen on huomioitava, että ylimmällä johdolla on merkittävä rooli. Kiertotalous edellyttää täysin uudenlaisen ajattelutavan kehittämistä, joka auttaa johtajia ja ammatinharjoittajia kehittämään osaamista ja kykyjään, kuten tasapainoittamaan lineaarisia ja kiertotalouden mukaisia järjestelmiä, käsittelemään monimutkaisia ja erittäin dynaamisia tekijöitä, mukaan lukien nopeat teknologiset muutokset ja markkinoiden epävakaus. (Centobelli et al. 2020)

5 Tulevaisuuden näkymät

Tässä kappaleessa käsitellään tulevaisuuden näkymiä keskittyen kiertotalouteen ja uusiutuvaan energiaan. Tarkoituksena on perehtyä tulevaisuuden näkymiin, jotta saadaan hyvä kokonaiskuva siitä mikä rooli kiertotaloudella ja uusiutuvalla energialla on tulevaisuudessa, unohtamatta taloudellista näkökulmaa näihin teemoihin. Ensimmäisessä alakappaleessa käsitellään poliittisten linjausten ja säädösten vaikutuksia pääteemoihin. Toisessa kappaleessa käsitellään teknologisen kehityksen tarvetta ja vaikutusta kiertotalouteen ja uusiutuvaan energiaan. Kappaleen tarkoituksena on luoda laaja ja monipuolinen kokonaiskuva kiertotalouden ja uusituvan energian tulevaisuudesta, jotta ymmärrämme mihin suuntaan olemme menossa tulevaisuudessa.

5.1 Poliittiset tekijät

Euroopan alueella varsinkin EU:ssa kestäväkehitys on yksi isoimmista päätavoitteista. EU on laatinut monenlaisia toimia ja aloitteita, joilla edistetään kestävää kulutusta ja tuotantoa. EU:ssa on esimerkiksi olemassa kiertotalouden toimintasuunnitelma, jonka avulla on tarkoitus saavuttaa se, että EU:n markkinoilla kestävät, kiertotalousmallien mukaiset, turvalliset ja myrkyttömät tuotteet ovat sääntö eikä poikkeus. Tarkoitus on, että nämä tuotteet olisivat houkuttelevia, edullisia ja kaikkien kuluttajien saatavilla. (Amanatidis ja Curmei 2023) Myös energiapolitiikkaa ollaan koko ajan uudistamassa ympäri maailmaa kaikilla hallinnon tasoilla. Energianpolitiikan uudistuksiin liittyy muun muassa uusia tavoitteita, sääntelytoimia, rakennusmääräyksiä ja taloudellisia tukia, joiden tarkoitus on helpottaa uusiutuvan energian integroimista osaksi kaikkea toimintaa. (Chakraborty ja Mazzanti 2019)

Uusiutuvan energian ala, varsinkin tuulienergia, on kärsinyt taloudellisten haasteiden kanssa, vaikka se onkin tunnettu taloudellisesta kestävyydestään. Tuuliteollisuuden markkina-arvo on tästä syystä laskenut merkittävästi, koska esimerkiksi Euroopassa tuuliturbiinien valmistajat ovat nähneet negatiivisen nettomarginaalin, eli turbiinien valmistaminen on ollut tappiollista yli vuoden ajan, epävakaan kysynnän, rajoitetun raaka-aineiden saatavuuden, taloudellisten haasteiden ja nousevien korkojen takia. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi EU käynnisti lokakuussa 2023 tuulivoimaa koskevan toimintasuunnitelman, jonka

tarkoituksena on parantaa tuulivoiman kilpailukykyä, edistää puhtaaseen teknologiaan tehtäviä investointeja ja varmistaa reilu kilpailu. (IEA 2024) Tämän esimerkin lisäksi Euroopassa varsinkin EU:n jäsenmaiden kesken on tehty merkittäviä poliittisia linjauksia liittyen kiertotalouteen ja uusiutuviin energianlähteisiin. Taulukkoon 3 on kerätty muutamia olennaisimpia poliittisia toimenpiteitä, direktiivejä ja lainsäädäntöjä, jotka vaikuttavat kiertotalouden tai uusiutuvan energian integroimiseen osaksi liiketoimintaa tulevaisuudessa.

Taulukko 3. Poliittiset toimenpiteet EU:n alueella

Direktiivi / lainsäädäntö /toimenpide	Sisältö
Energiaverodirektiivin päivittäminen	Heinäkuussa 2021 Euroopan komissio esitti ehdotuksen energiaverodirektiivin päivittämiseksi. Ehdotuksen keskiössä oli pyrkimys saattaa verotus linjaan EU:n energia- ja ilmastopolitiikan kanssa, poistamalla vanhentuneita veroalennuksia ja -vapautuksia, jotka tällä hetkellä kannustavat fossiilisten polttoaineiden käyttöön. (Ciucci 2023)
Hiilirajamekanismi	Lainsäädäntö kattaa tuotteet energiaintensiivisillä aloilla. Lainsäädäntö perustuu siihen, että mikäli tuotteita tuodaan maista, joissa on EU:ta löyhempiä päästörajoitteita, tuotteille asetetaan hiilitullimaksu. Tullimaksu on tuotantomaassa maksetun hiilimaksun ja EU:n päästökaupan mukaisen päästöluvan hinnan erotus. Lainsäädäntö tulee käyttöön vähitellen vuosien 2026–2034 välillä (Euroopan parlamentti ja neuvosto 2023)
Ekosuunnitteluasetus	EU:n neuvosto ja parlamentti ovat päässeet yhteisymmärrykseen asetuksesta ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteista. Tarkoituksena on soveltaa asetusta lähes kaikkiin tuoteluokkiin ja näin varmistaa muun muassa kestävämpien, uudelleenkäyttävien ja kierrätettävien tuotteiden valmistus. (Euroopan unionin neuvosto 2023)
Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisen direktiivi	Direktiiviin kirjattu EU:n tavoite siitä, että vuoteen 2030 mennessä 42,5 prosenttia energian kokonaiskulutuksesta EU:n alueella on peräisin uusiutuvista energianlähteistä. Direktiivissä vahvistetaan muun muassa säännöt uusiutuvan sähkön

	markkinaperusteiselle taloudelliselle tuelle. (Euroopan parlamentti ja neuvosto 2018)
REPowerEU-suunnitelman aurinkoenergian osuus	Suunnitelmassa otettiin käyttöön strategia aurinkosähkökapasiteetin kaksinkertaistamiseksi 320 gigawattiin vuoteen 2030 mennessä. Suunnitelmaan sisältyy asteittain käyttöön tuleva oikeudellinen velvoite asentaa aurinkopaneeleja uusiin julkisiin liike- ja asuinrakennuksiin. (Ciucci 2023)

Poliittisilla päätöksillä ja linjauksilla on merkittävä vaikutus siihen miten kannattavaa ja motivoivaa kiertotalouden periaatteiden omaksuminen on muun muassa yrityksille (Ren ja Albrecht 2023). Poliittisilla päätöksillä ja linjauksilla on myös vaikutusta siihen, miten uusiutuvaa energiaa käytetään ja hyödynnetään muun muassa yrityksissä (Lee ja Li 2023). Koska poliittisilla päätöksillä on tutkitusti merkitystä kiertotalouden ja uusituvan energian käyttöönottoon, on EU:n tekemillä linjauksilla vaikutusta merkittävästi siihen, miten kiertotalouden periaatteita omaksutaan ja kuinka uusiutuvaa energiaa hyödynnetään jäsenmaissa toimivissa yrityksissä. Näin ollen poliittisten tekijöiden voidaan nähdä niin sanotusti pakottavan yrityksiä omaksumaan kiertotalouden periaatteita ja hyödyntämään uusiutuvaa energiaa varsinkin tulevaisuudessa. Päätösten tuomasta taloudellisesta hyödystä yrityksille ei voida kuitenkaan tämän perusteella tehdä suoria johtopäätöksiä.

5.2 Teknologisen kehityksen vaikutus

Uusia tieto- ja teollisuusteknologioita otetaan käyttöön kiihtyvällä tahdilla, mikä mahdollistaa sellaisten kiertotalouden liiketoimintamallien luomisen, mitä ei aiemmin ole ollut mahdollista luoda. Nämä edistysaskeleet mahdollistavat tehokkaamman yhteistyön ja tiedonjakamisen, materiaalien paremman seurannan, paremmat eteenpäin- ja taaksepäin logistiikan järjestelyt, eli alkuperäisen tuotesuunnittelun ja materiaali-innovaatiot, jotka yhdistyvät saumattomasti myöhempään sekundäärimateriaalivirtojen käsittelyyn, sekä uusiutuvan energian käytön lisäämiseen prosesseissa. Esimerkki kiertotalouden periaatteita edistävästä teknologiasta on 3D-tulostus, joka vähentää huomattavasti valmistusprosessin hukkaa ja mahdollistaa tuotevaraston pienentämisen auttamalla siirtymässä kohti nopeammin reagoivia tilaus- ja toimitusjärjestelmiä. (Ellen MacArthur Foundation 2015)

Teknologioilla onkin keskeinen rooli, kun halutaan suunnitella kiertotalouden mukaisia suljettuja silmukoita, joissa panostetaan tuotteiden ja palveluiden hyödyllisyyteen pelkän hallussapidon sijan. Teollisuus 4.0 työkalut, joihin lukeutuvat muun muassa tietopohjainen analyysi, tekoäly ja Internet Of Things (IoT) eli esineiden internet, nopeuttavat osaltaan kiertotalouteen siirtymistä ja korostavat myös teknologisen kehityksen merkitystä siirtymässä lineaarimallista kohti kiertotaloutta. (Alonso-Muñoz et al. 2022)

Koska varsinkin sähkön tuottaminen tuulesta kärsii tällä hetkellä heikosta muunnostehokkuudesta, on tulevaisuudessa tehokkaiden muuntajalaitteiden ja kestävien säätimien kehittäminen merkittävää. Muunnostehokkuudella tarkoitetaan tehoa, jolla esimerkiksi tuulesta saadaan tuotettua sähköä. Teknologisten kehitysaskelien avulla voidaan varmistaa laadukas ja luotettava tuulienergian tuotanto sekä pystytään mahdollisuuksien mukaan alentamaan tuulivoiman kokonaiskustannuksia. (Hannan et al. 2023) Myöskään aurinkoenergian kehitys ei ole vielä kypsää ja muun muassa aurinkosähköjärjestelmien kasvavan kehityksen myötä aurinkosähköteknologian sovellusten kysyntä on kasvanut valtavasti. Muidenkin uusiutuvien energianlähteiden kehitystyö on vielä kesken ja uusille teknologioille ja innovaatiolle on tarvetta, jotta esimerkiksi EU:n asettamat tavoitteet saavutetaan vuoteen 2030 mennessä. (Maka ja Alabid 2022)

Jotta uusiutuvan energian teknologioita hyödynnetään riittävän tehokkaasti, tärkeitä asioita teknologisten sovellusten itsenäisen kehittämisen ohella on luoda monikansallisia energian siirtoverkkoja, jotka auttavat teknologisessa kehityksessä esimerkiksi energian varastointitekniikoiden osalta. Näin teknologista kehitystä saadaan nopeutettua entisestään ja luotua entistä kustannustehokkaampaa uusiutuvaa energiaa. (Nižetić et al. 2019) Teknologisten kehitysaskelien voidaankin olettaa vaikuttavan positiivisesti kiertotalouden ja uusiutuvan energian integrointiin osaksi yritysten liiketoimintaa.

6 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten yritykset voivat integroida kiertotalouden periaatteita ja uusiutuvaa energiaa osaksi omaa liiketoimintaansa. Tutkimuksessa on tarkasteltu myös integroinnin taloudellisia mahdollisuuksia sekä siihen liittyviä haasteita. Työn tavoitteena oli lisäksi kartoittaa tulevaisuuden näkymiä poliittisten linjausta ja teknologisen kehityksen kautta. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, jossa hyödynnettiin tieteellisiä artikkeleita, kansainvälisiä raportteja ja akateemista kirjallisuutta. Työn alussa esitettiin työn päätutkimuskysymys sekä työn osakysymykset, jotka tukivat ja avasivat päätutkimuskysymystä ja näin myös helpottivat päätutkimuskysymykseen vastaamista. Työ oli rajattu niin, että se on geneerinen eikä näin ollen keskity mihinkään tiettyyn toimialaan sekä niin, että työssä perehdytään Eurooppaan ja sen alueella toimiviin yrityksiin.

Tutkimuksen ensimmäinen osakysymys oli: *”Mikä on kiertotalouden ja uusiutuvan energian yhteys?”* Työssä avattiin kiertotalouden ja uusiutuvan energian välistä yhteyttä ja todettiin teemoilla olevan symbioottinen suhde, jossa kiertotalousstrategiat edistävät uusiutuvien energianlähteiden tehokkuutta ja kestävyyttä. Työssä havaittiin, että kiertotalouden periaatteita hyödyntäen uusituvan energian tuotantoa voidaan parantaa taloudellisesti muun muassa uudelleenkäytön ja energian talteenoton avulla. Havaintona oli myös se, että uusiutuvalla energialla on vaikutusta kiertotalouteen, koska kiertotalouteen liittyvistä toiminnoista voidaan tehdä entistä ympäristöystävällisempiä uusiutuvaa energiaa hyödyntämällä.

Tutkimuksen toinen osakysymys oli: ”*Millaisia taloudellisia vaikutuksia kiertotalouden ja uusiutuvan energian integroinnilla on?”* Työssä esiteltiin millaisia taloudellisia vaikutuksia kiertotalouden ja uusiutuvan energian integroinnilla on yrityksen liiketoimintaan. Havaintoina työssä oli, että kiertotalouden sovelluksien avulla voidaan tehdä merkittäviä nettomateriaalisäästöjä Euroopan alueella toimivissa yrityksissä. Kiertotalouden sovellusten taloudellinen hyöty perustuu lisäarvoon, jota luodaan, kun resurssit pyritään pitämään mahdollisimman pitkään käytössä kierrätyksen ja uudelleenkäytön avulla. Uusiutuvan energian järjestelmien on tukittu olevan pitkällä aikavälillä taloudellisempia kuin fossiilisiin polttoaineisiin perustuvat järjestelmät, vaikka alkuinvestoinnit voivatkin olla isompia. Muun muassa Shin ja kumppanit (2016) havaitsivat, että uusiutuvia energianlähteitä hyödyntävät yritykset

menestyivät taloudellisesti paremmin kuin muut alan yritykset, jotka tukeutuivat lähinnä fossiiliin polttoaineisiin.

Taloudellisia vaikutuksia analysoidessa oli tarpeen myös tarkastella haasteita, joita uusiutuvien energianlähteiden ja kiertotalouden periaatteiden integrointiin liittyy talouden näkökulmasta. Työssä havaittiin, että merkittävä haaste uusituvassa energiassa on sen käyttöönottoon ja uuden infrastruktuurin rakentamiseen liittyvät kustannukset, joiden takia fossiilisiin polttoaineisiin perustuvat energiajärjestelmät voivat olla houkuttelevimpia vielä tällä hetkellä. Kiertotalouden osalta merkittävinä taloudellisena haasteena pidettiin suuria etukäteisinvestointeja, kiertotalouden liiketoimintamalleihin liittyviä kustannuksia ja vaikeasti arvioitavia taloudellisia kokonaisuuksia. Nämä haasteet linkittyivät kuitenkin eniten Tuote palveluna -malliin ja muiden mallien implementoinnissa ilmeni taloudellisia haasteita harvemmin.

Tutkimuksen pääkysymys oli: *”Miten kiertotalous ja uusiutuva energia voidaan integroida osaksi yrityksen liiketoimintaa?”* Työssä esiteltiin kiertotalouden liiketoimintamalleja ja arkkityyppejä, joita voidaan soveltaa yrityksissä. Kiertotalouden mukaisissa liiketoimintamalleissa ydin idea on hidastaa, kaventaa tai sulkea niin sanottuja resurssisilmukoita, jolloin resurssien vaikutusta saadaan pienennettyä ja jätteet sekä päästövuodot saadaan minimoitua. Uusiutuvien energianlähteiden integroimisessa osaksi yrityksen toimintaa ydintarkoitus on luoda uusiutuvista energianlähteistä yhtenäisiä energiajärjestelmiä, tehdä energiansäästö- ja tehostamistoimia ja edistää fossiilisista polttoaineista luopumista. Euroopan alueella vuonna 2022 käytetyimpiä uusiutuvan energianlähteitä olivat aurinko- ja tuulivoima, joita voidaan hyödyntää niin sähkön kuin lämmön tuotannossa.

Työssä haluttiin antaa lukijalle laaja kuva kiertotalouden ja uusiutuvan energian integroinnista osaksi liiketoimintaa ja tämän vuoksi työssä käsiteltiin myös teknologisia haasteita sekä tulevaisuuden näkymiä. Merkittävänä teknologisena haasteen tutkituissa artikkeleissa ilmeni uusiutuvan energian alhainen hyötysuhde ja tämänhetkisten sähköverkkojen kapasiteetin puute. Kiertotalouteen liittyvä teknologinen haaste oli yrityksissä tarvittavien taitojen puute. Tulevaisuuden kannalta merkittävänä asian voidaan tutkittujen lähteiden perusteella pitää teknologista kehitystä ja uusia innovaatioita, joiden avulla voidaan nopeuttaa ja tehostaa siirtymää fossiilisista polttoaineista kohti uusiutuvia energianlähteitä sekä siirtymää lineaarimallista kiertotalouteen.

Tulevaisuus näkökulmaa laajennettiin työssä myös poliittiselle puolelle, koska varsinkin Euroopan alueella EU:ssa kestävä kasvu on yksi isoimmista päätavoitteista tuleville vuosille ja siihen liittyen on tehty paljon toimenpiteitä ja lainsäädöksiä, jotka vaikuttavat muun muassa siihen miten helppoa, motivoivaa ja kannattavaa on yrityksille integroida kiertotaloutta ja uusiutuvaa energiaa osaksi liiketoimintaansa. Kuitenkaan vielä ei voida sanoa, mikä taloudellinen vaikutus tehdyillä linjauksilla on yrityksissä tai miten paljon ne vaikuttavat kiertotalouden ja uusiutuvan energian kannattavuuteen. On kuitenkin havaittavissa, että EU:n tasolla lakien ja säännösten avulla pyritään ohjamaan toimintoja kohti kiertotaloutta ja uusiutuvia energianlähteitä ja tämän vuoksi onkin merkittävää pohtia ovatko poliittiset ajurit isommassa roolissa kiertotalouteen ja uusiutuvaan energiaan siirtymisessä kuin taloudelliset hyödyt, joita lopulta siirtymisestä saadaan.

Tämä työ tarjoaa yleiskuvan siitä miten uusiutuvaa energiaa ja kiertotaloutta voidaan hyödyntää osana yritysten liiketoimintaa. Jotta aiheesta saadaan parempia alakohtaisia tutkimuksia, olisi jatkotutkimuskohteiksi hyvä ottaa eri toimialoja, jotta myös toimialakohtaiset erot saataisiin tunnistettua. Myös kannattavuusnäkökulmaa voitaisiin soveltaa näihin tutkimuksiin, jotta myös taloudellinen kannattavuus saataisiin määriteltyä riittävällä tavalla. Näin myös pystyttäisiin määrittämään, mikä on taloudellisten hyötyjen suhde poliittisiin linjauksiin ja kummalla on lopuksi enemmän vaikutusta siirtymässä fossiilisista polttoaineista uusiutuvaan energiaan ja siirtymässä lineaarimallista kiertotalouteen.

Lähteet

Alonso-Muñoz, S., González-Sánchez, R., Medina-Salgado, M. ja García-Muiña, F. 2022. Technology Development as a Tool Towards Circularity: A Research Agenda. Informa UK Limited.

Amanatidis, G. ja Curmei,, M. 2023. Kestävä kulutus ja tuotanto. Euroopan Parlamentti.

Bakker, C., Den Hollander, M., Van Hinte, E. ja Zijlstra, Y. 2014. Product that Last - Product Design for Circular Business Models. Delft: TU Delft Library.

Bandh, S.A., Malla, F.A., Hoang A.T., Stefanakis, A., Kirchherr, J. ja Yuan, S. 2023. Renewable Energy in Circular Economy. Cham: Springer International Publishing.

Bastein, T., Roelofs, E., Rietveld, E. ja Hoogendoorn, A. 2013. Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands. Leiden: TNO.

Bellman, R., Clark, C.E, Malcolm, D.G, Craft, C.J ja Ricciardi, F.M. 1957. On the Construction of a Multi-Stage, Multi-Person Business Game. Operations Research 5(4): 469-503.

Bennett, J.W., Pearce, D.W. ja Turner, R.K. 1990. Economics of Natural Resources and the Environment. Baltimore MD: Johns Hopkins University Press, 1990, 378 pp. American Journal of Agricultural Economics. 73 (1): 227–228.

Bocken, N.M.P, De Pauw, I., Bakker, C. ja Van Der Grinten B. 2016. Product Design and Business Model Strategies for a Circular Economy. Informa UK Limited.

Centobelli, P, Cerchione, R., Chiaroni D, Del Vecchio, P. ja Urbinati, A. 2020. Designing Business Models in Circular Economy: A Systematic Literature Review and Research Agenda. Wiley.

Chakraborty, S.K. ja Mazzanti, M. 2019. Energy Intensity and Green Energy Innovation: Checking Heterogeneous Country Effects in the OECD. Elsevier BV.

Ciucci, M. 2023. Uusiutuvat Energianlähteet. Euroopan parlamentti.

Dasilva, C.M. ja Trkman, P. 2014. Business Model: What it is and what it is Not. Elsevier BV.

Demirba, A. 2006. Global Renewable Energy Resources. : Informa UK Limited.

Demirbaş, A. 2000. Recent advances in biomass conversion technologies. Energy Edu. Sci. Technol. 6. 21-45.

Di Maio, F. ja Rem, P.C. 2015. A Robust Indicator for Promoting Circular Economy through Recycling. Scientific Research Publishing, Inc.

Di Maio, F., Rem P.C., Baldé, K. ja Polder, M. 2017. Measuring Resource Efficiency and Circular Economy: A Market Value Approach. Elsevier BV.

EEA. 2016. Circular Economy in Europe - Developing the Knowledge Base. EEA Report no. 2/2016.

Ellen MacArthur Foundation. 2015. Delivering the Circular Economy: A Toolkit for Policymakers.

Ellen Macarthur Foundation. 2013. Towards the Circular Economy Vol.2: Opportunities for the Consumer Goods Sector.

Enache, R., Popa, A. ja Zabava, B. 2022 Renewable Energy Sources. Bucharest, Romania: University POLITEHNICA of Buchares.

Energiateollisuus. 2024. Vesivoima. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 28.2.2024]. Saatavilla: https://energia.fi/energiatietoa/energiantuotanto/sahkontuotanto/vesivoima/.

Energy Institute. 2023. Statistical Review of World Energy.

Ergun, S.J., Owusu, P.A. ja Rivas M.F. 2019. Determinants of Renewable Energy Consumption in Africa. : Springer Science and Business Media LLC.

Euroopan parlamentti ja neuvosto (2023) Hiilivuodot: Miten EU Voi Estää Yrityksiä Välttelemästä Päästörajoituksia? [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 5.4. 2024]. Saatavilla: https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20210303STO99110/hiilivuodot-miten-eu-voi-estaa-yrityksia-valttelemasta-paastorajoituksia.

Euroopan parlamentti ja neuvosto (2018) Euroopan Parlamentin Ja Neuvoston Direktiivi (EU) 2018/2001, Annettu 11 Päivänä Joulukuuta 2018, Uusiutuvista Lähteistä Peräisin Olevan Energian Käytön Edistämisestä (Uudelleenlaadittu) (ETA:N Kannalta Merkityksellinen Teksti) EUVL L 328, 21.12.2018, s. 82—209.

Euroopan unionin neuvosto (2023) Vihreään Siirtymään Sopivat Tuotteet: Neuvosto Ja Parlamentti Alustavaan Yhteisymmärrykseen Ekosuunnitteluasetuksesta. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 7.4.2024] Saatavilla: https://www.consilium.europa.eu/fi/press/press-releases/2023/04/25/fit-for-55-council-adopts-key-pieces-of-legislation-delivering-on-2030-climate-targets/.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P. ja Hultink, E.J. 2016. The Circular Economy – A New Sustainability Paradigm? Elsevier BV.

Geng, Y., Xinbei, W., Qinghua, Z. ja Hengxin, Z. 2010. Regional Initiatives on Promoting Cleaner Production in China: A Case of Liaoning. : Elsevier BV.

Ghosh, S.K. 2020 Circular Economy: Global Perspective. Singapore: Springer Singapore.

Goldemberg. 2012. Energy: What Everyone Needs to Know. Teoksessa: Toim. Anonymous Energy. United States. Oxford University Press, Incorporated.

Hacker, V. ja Mitsushima, S. 2018. Fuel Cells and Hydrogen. Amsterdam. Elsevier.

Hannan, M.A., Al-Shetwi, A.Q, Mollik, M.S., Ker, P.J, Mannan, M. ja Mansor M et al. 2023. Wind Energy Conversions, Controls, and Applications: A Review for Sustainable Technologies and Directions. MDPI AG.

Hao, S., Kuah, A.T.H., Rudd, C.D., Wong, K.H., Lai, N.Y.G., Mao, J. et al. 2019. A Circular Economy Approach to Green Energy: Wind Turbine, Waste, and Material Recovery. Elsevier BV.

IEA. 2024. Renewables 2023. Paris: IEA.

IEA. 2023. Fossil Fuels Consumption Subsidies 2022. Paris.

Kalogirou, S.A. (2004) Solar Thermal Collectors and Applications. : Elsevier BV.

Khan, A., Chenggang, Y., Hussain, J. ja Kui, Z. 2021. Impact of Technological Innovation, Financial Development and Foreign Direct Investment on Renewable Energy, Non-Renewable Energy and the Environment in Belt & Road Initiative Countries. Elsevier BV.

Korhonen, J., Honkasalo, A. ja Seppälä, J. 2017. Circular Economy: The Concept and its Limitations. Elsevier BV.

Kristia, K. ja Rabbi, M.F. 2023. Exploring the Synergy of Renewable Energy in the Circular Economy Framework: A Bibliometric Study. MDPI AG.

Lee, C. ja Li, Y. 2023. Does Environmental Policy Matter for Renewable Energy Production and Economic Activity? Evidence from Granger Causality in Quantiles. Elsevier BV.

Lund, J.W. ja Toth, A.N. 2021. Direct Utilization of Geothermal Energy 2020 Worldwide Review. Elsevier BV.

Maka, A.O.M. ja Alabid, J.M. 2022. Solar Energy Technology and its Roles in Sustainable Development. Oxford University Press (OUP).

Martins, F., Felgueiras, C., Smitkova, M. ja Caetano, N. 2019. Analysis of Fossil Fuel Energy Consumption and Environmental Impacts in European Countries. : MDPI AG.

Mavi, N.K. ja Mavi, R.K. 2019. Energy and Environmental Efficiency of OECD Countries in the Context of the Circular Economy: Common Weight Analysis for Malmquist Productivity Index. Elsevier BV.

Mihelcic, J.R., Crittenden, J.C., Small, M.J., Shonnard, D.R., Hokanson, D.R. ja Zhang, Q. et al. 2003. Sustainability Science and Engineering: The Emergence of a New Metadiscipline. American Chemical Society (ACS).

Mutezo, G. ja Mulopo, J. 2020. A Review of Africa's Transition from Fossil Fuels to Renewable Energy using Circular Economy Principles. Elsevier BV.

Nižetić, S., Djilali, N., Papadopoulos, A. ja Rodrigues, J. 2019. Smart Technologies for Promotion of Energy Efficiency, Utilization of Sustainable Resources and Waste Management. Elsevier BV.

Oghazi, P. ja Mostaghel, R. 2018. Circular Business Model Challenges and Lessons Learned—An Industrial Perspective. MDPI AG.

Olabi, A.G. 2019. Circular Economy and Renewable Energy.Elsevier BV.

Osterwalder, A., Pigneur, Y. ja Tucci, C.L. 2005. Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept. Association for Information Systems.

Owusu, P.A. ja Asumadu-Sarkodie, S. 2016. A Review of Renewable Energy Sources, Sustainability Issues and Climate Change Mitigation. Informa UK Limited.

Preston, F. 2012 Briefing Paper A Global Redesign? Shaping the Circular Economy.

Ren, Q. ja Albrecht, J. 2023. Toward Circular Economy: The Impact of Policy Instruments on Circular Economy Innovation for European Small Medium Enterprises. Elsevier BV.

REN21 (2023) Renewables 2023 - Global Status Report.

Rizos, V., Behrens, A., Van Der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A. ja Kafyeke, T. et al. 2016 Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. MDPI AG.

Schaltegger, S., Freund, F.L. ja Hansen, E.G. 2014. Business Cases for Sustainability: The Role of Business Model Innovation for Corporate Sustainability. Inderscience Publishers.

Schroeder, P., Dewick, P., Kusi-Sarpong, S. ja Hofstetter, J.S. 2018. Circular Economy and Power Relations in Global Value Chains: Tensions and Trade-Offs for Lower Income Countries. Elsevier BV.

Son, J. ja Ma, K. 2017. Wind Energy Systems. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Tian, Y. ja Zhao, C.Y. 2012. A Review of Solar Collectors and Thermal Energy Storage in Solar Thermal Applications. Elsevier BV.

Valpak, P.M. 2015. Employment and the Circular Economy : Job Creation through Resource Efficiency in London.

Vermunt, D.A., Negro, S.O., Verweij, P.A., Kuppens, D.V. ja Hekkert, M.P. 2019. Exploring Barriers to Implementing Different Circular Business Models. Elsevier BV.

Wen, J., Okolo, C.V., Ugwuoke, I.C. ja Kolani, K. 2021. Research on Influencing Factors of Renewable Energy, Energy Efficiency, on Technological Innovation. does Trade, Investment and Human Capital Development Matter? Elsevier BV.

Ympäristöministeriö (2023) Mitä on Kestävä Kehitys? [verkkojulkaisu]. [viitattu 9.4.2024]. Saatavilla: https://ym.fi/mita-on-kestava-kehitys.

Zappa, W., Junginger, M. ja Van Den Broek, M. 2018. Is a 100% Renewable European Power System Feasible by 2050? Elsevier BV.