

Jaana-Kaisa Kalliomäki

KIERTOTALOUS TALONRAKENTAMI- SESSA

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Tarkastaja: Juha Franssila
Helmikuu 2023

TIIVISTELMÄ

Jaana-Kaisa Kalliomäki: Kiertotalous talonrakentamisessa (Circular economy in construction)

Kandidaatintyö

Tampereen yliopisto

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Helmikuu 2023

Talous on toiminut teollistumisen alusta lähtien lineaarisen talousmallin mukaisesti. Tämän talousmallin mukaan toimimisen on nähty voimistavan erilaisia ongelmia, kuten ilmastonmuutosta, luonnon monimuotoisuuden vähenemistä ja niukkuutta luonnonvaroista. Ongelmiin on alettu puuttua ja yhtenä ratkaisuna on nähty kiertotalouden talousmalli. Rakennusalalla on merkittävä rooli Suomen kansantaloudessa. Samanaikaisesti ala on yksi suurimmista luonnonvarojen kuluttajista ja negatiivisten ympäristövaikutusten aiheuttajista. Rakennusalan siirtyminen kiertotalouteen on tärkeässä osassa Suomen tavoitellessa olla kiertotalouden edelläkävijä. Tämän vuoksi tässä kirjallisuusselvityksessä perehdytään siihen mitä kiertotalous merkitsee ja miten se näkyy talonrakentamisessa Suomessa.

Työssä käydään läpi kiertotalouden käsitettä, sekä tämän talousmallin taustalla olevia tekijöitä ja sen käyttöön ohjaavia ajureita, kuten esimerkiksi poliittiset ohjauskeinot, joita on tarkasteltu Euroopan unionin tasolta Suomen tasolle. Työssä kuvataan talonrakentamisen merkittävyyttä taloudellisesti ja ekologisesti tarkasteltuna, sekä miten rakennusalalla voidaan toimia kiertotalousaatteen mukaisesti Suomessa. Tämän lisäksi kerrotaan mitkä ovat kiertotaloustoimien mahdollisuudet ja haasteet.

Työn johtopäätöksinä todetaan, että kiertotalous perustuu uudelleenkäyttöön, korjaamiseen, kunnostamiseen, kierrättämiseen sekä jakamiseen ja vuokraamiseen. Elinkaarensa päässä oleva tuote voidaan käyttää uudelleen alkuperäisessä tarkoituksessaan tai uusiokäyttää raaka-aineena. Samalla vähenee jätteen määrä ja luonnonvarojen käyttö uusiksi raaka-aineiksi, sekä energian tarve. Tarkastelun perusteella nämä tekijät voidaan tunnistaa myös talonrakentamisessa. Yksinkertaistettuna tämä näkyy materiaalitehokkuutena sekä rakennusten elinkaaren pidentämisenä ja käytön optimoisena. Rakennusalan kiertotalouteen siirtymisessä voidaan nähdä olevan edellä lueteltujen ekologisten hyötyjen lisäksi taloudellisia ja sosiaalisia mahdollisuuksia. Kiertotalouteen siirtymisen haasteena on kuitenkin toistaiseksi talouteen, kulttuuriin, lainsäädäntöön ja säännöksiin sekä alakohtaisuuteen liittyviä haasteita.

Avainsanat: kiertotalous, talonrakentaminen

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|---|----|
| 1. JOHDANTO..... | 1 |
| 2. TALONRAKENTAMINEN SUOMESSA | 3 |
| 3. KIERTOTALOUS..... | 5 |
| 3.1 Kiertotalouden tausta..... | 5 |
| 3.2 Kiertotalouden käsite | 6 |
| 3.3 Kiertotalouden arvonluonti..... | 8 |
| 3.4 Poliittinen ohjaus kiertotalouteen Suomessa..... | 10 |
| 4. KIERTOTALOUDEN KEINOT TALONRAKENTAMISESSA | 13 |
| 4.1 Materiaalitehokkuus..... | 13 |
| 4.2 Rakennuskannan elinkaari ja optimointi | 16 |
| 5. KIERTOTALOUDEN MAHDOLLISUUDET JA HAASTEET TALONRAKENTAMISESSA | 18 |
| 5.1 Kiertotalouden tuomat mahdollisuudet | 18 |
| 5.2 Kiertotalouteen liittyvät haasteet..... | 19 |
| 6. JOHTOPÄÄTÖKSET | 21 |
| LÄHTEET | 23 |

1. JOHDANTO

Ilmastonmuutos, luonnon monimuotoisuuden väheneminen ja niukkuus luonnonvaroista ovat tulevaisuuden elinolosuhteiden uhkakuvana. Tilanteen voimistumisen syynä nähdään olevan nykyinen lineaarinen talousjärjestelmä. Järjestelmän periaate ota, valmista, hävitä ei tue kestäväää kehitystä, sillä talouden ja hyvinvoinnin kasvun tulee kytkeytyä irti kestäättömästä luonnonvarojen käytöstä sekä näin aiheutuvista haitallisista ympäristövaikutuksista. (Antikainen et al. 2016, s. 7) Lisäksi luonnonvarojen kysynnän odotetaan vielä nousevan, sillä maailman väestön ja keskiluokkaan kuuluvien määrä on kasvussa. Eksponentiaalisen taloudellisen ja väestömäärään liittyvän kasvun tarpeita ei voida täyttää maapallon rajallisilla luonnonvaroilla. (Lieder & Rashid 2015, s. 37)

Kiertotaloutta pidetään uutena vaihtoehtoisena talousmallina, joka ei perustu luonnonvarojen ylikulutukseen ja ympäristön kuormittamiseen. Kiertotaloudessa resurssien kiertokulut yhdistyvät luonnon kiertokulkuihin, mikä kasvattaa samalla taloudellista ja sosiaalista pääomaamme. Talousmallin muuttaminen vaatii systeemistä muutosta koko yhteiskunnassa. (Green Building Council Finland & Sitra 2018, s. 3–4)

Rakennettu ympäristö kuluttaa paljon energiaa ja resursseja. Rakennusalan tulee siirtyä kohti kiertotaloutta toimiakseen luonnon kantokyvyn rajoissa. Nykyisten käytäntöjen ja liiketoimintamallien haastaminen kiertotalouden näkökulmasta mahdollistaa alalle merkittävän kehittymisen ja muutoksen potentiaalin. (Green Building Council Finland & Sitra 2018, s. 4)

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten siirtyminen lineaarisesta talousmallista kiertotalouteen näkyy talonrakennushankkeissa. Tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi tutkimuksessa perehdytään ensin siihen, mitä kiertotalous on ja mitä talonrakentaminen merkitsee Suomessa. Perehdytään, millä keinoilla kiertotalouteen siirtymistä ohjataan ja mitkä ovat kiertotaloustoimet talonrakennushankkeissa. Lisäksi selvitetään, mitä mahdollisuuksia talousmalli tarjoaa ja onko siirtymisessä mahdollisia haasteita. Tutkimuksen tavoitteita lähestytään seuraavin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitä kiertotalous tarkoittaa?
2. Mitkä ovat kiertotalouden keinot talonrakentamisessa?
3. Mitkä ovat kiertotalouden hyödyt ja haasteet talonrakentamisessa?

Tutkimuksessa tarkastellaan talonrakentamista sekä uudis- että korjausrakentamisen näkökulmista. Aihe rajautuu talonrakentamiseen Suomessa, jota kuitenkin ohjaavat Euroopan unionin kiertotaloustavoitteet. Tutkimus toteutetaan kirjallisuustutkimuksena. Tutkimuksen rajautumisen vuoksi perehdytään etenkin kansallisiin aineistoihin, joita täydennetään kansainvälisillä lähteillä.

2. TALONRAKENTAMINEN SUOMESSA

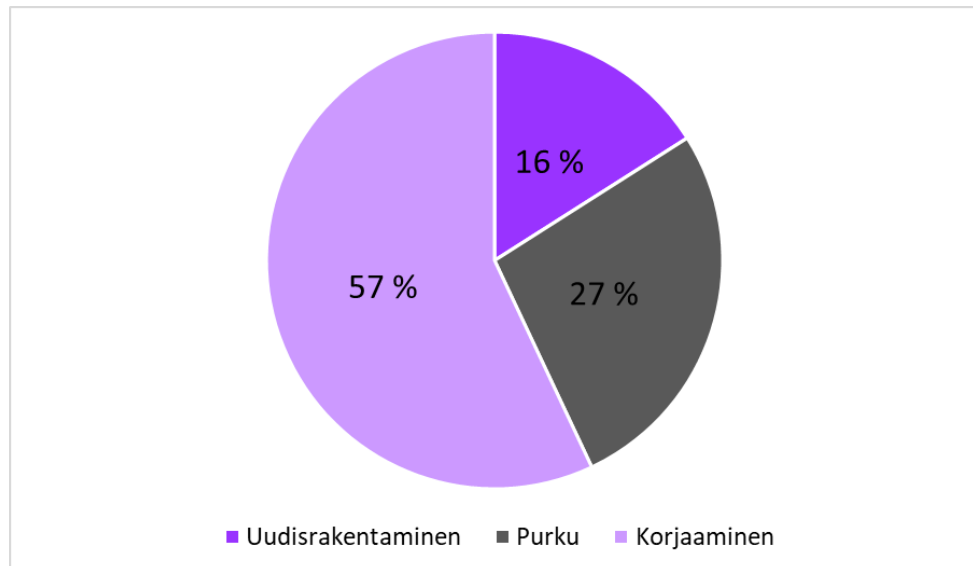
Talonrakentaminen sisältää asuinrakennusten, liike- ja toimistorakennusten, julkisten rakennusten sekä teollisuus- ja varistorakennusten rakentamisen ja korjaamisen. Talonrakentaminen voidaan jakaa kahteen sektoriin, jotka ovat uudis- ja korjausrakentaminen. (Ratu KI-6020 2010, s. 9–10)

Talonrakentamisen ja rakennuksien osuus on taloudellisesta näkökulmasta tutkittuna merkittävä. Talonrakentamisen arvo vuonna 2021 oli yhteensä 31,7 mrd. euroa, josta uudisrakentaminen oli 17,3 mrd. euroa ja korjausrakentaminen 14,4 mrd. euroa (Rakennusteollisuus 2022). Rakennetun omaisuuden tila ROTI (2019, s. 5) kuvaa rakennuksien kattavan kansallisvarallisuudesta Suomessa 45 % eli noin 500 mrd. euroa. Lisäksi kiinteistö- ja rakennusala on 15 % bruttokansantuotteesta (ROTI 2021, s. 4). Vuonna 2020 rakentaminen ja kiinteistönpito työllistivät 543 000 ihmistä, josta talonrakentamisen osuus oli 166 500 ihmistä eli noin 6 % koko Suomen työllisyydestä (Vainio & Nippala 2021, s. 3).

Rakentamisella voidaan nähdä olevan keskeinen rooli ekologisesti kestävässä yhteiskunnassa ja ilmastonmuutoksen hillinnässä. Rakennuksien osuus on lähes 40 % (Rakennusteollisuus RT ry, s. 5) ja rakentamisen osuus on 6 % kaikesta energiankulutuksesta Suomessa (Vainio & Nippala 2021, s. 19). Tämän lisäksi rakentamisen ja rakennusten käytön energiankulutuksen katsotaan aiheuttavan noin 35 % Suomen kokonaispäästöistä (Huttunen 2021, s. 11). Suurin osa päästöistä syntyy rakennusten käytönaikeisesta energian kulutuksesta, kuten lämmityksestä, jäähdytyksestä ja sähkön käytöstä. Tämä on tunnistettu, ja kulutusta pyritään vähentämään rakentamalla kestäviä ja energiatehokkaita rakennuksia sekä korjauskohteissa tekemällä energiatehokkuuden parantamiseen tähtäviä toimia. (Rakennusteollisuus RT ry, s. 5) Käytönaikeisia päästöjä pienentää myös siirtyminen pois fossiilisten polttoaineiden käytöstä energiantuotannossa. Viime aikoina materiaalien valmistamisesta, kuljetuksesta ja rakentamistoiminnasta syntyneisiin päästöihin on alettu kiinnittää enemmän huomiota. Edellä mainittujen käytönaikeisten päästöjen vähentämistoimenpiteet kasvattavat rakentamisen aikaisten päästöjen osuutta ja tekevät rakennusmateriaaleihin sitoutuneista päästöistä merkityksellisempiä. (Tähkänen & Tähtinen 2021, s. 8–9)

Rakennusmateriaalien ja rakentamisen ekologista merkityksellisyyttä kasvattaa lisäksi luonnonvarojen kulutus. Ympäristöministeriön mukaan rakentaminen ja rakennukset käyttävät jopa 50 % maapallon käytetyistä luonnonvaroista (Ympäristöministeriö 2022a).

Myös Suomessa talonrakentaminen on suurimpia luonnonvarojen kuluttajia. Talonrakentaminen kuluttaa vuosittain noin 10 miljoonaa tonnia rakennusmateriaaleja- ja tuotteita. (Peuranen & Hakaste 2014, s. 3) Samanaikaisesti rakentamisessa syntyy jätettä noin 1,6 miljoonaa tonnia vuodessa (SVT 2017; Zhu et al. 2022, s. 10). Jätteestä syntyy 57 % korjaustyömailla, 27 % rakennusten purkamisesta ja loput 16 % uudisrakentamisessa (kuva 1).



Kuva 1: Jättemäärät (mukaillen lähteestä Peuranen & Hakaste 2014, s. 11)

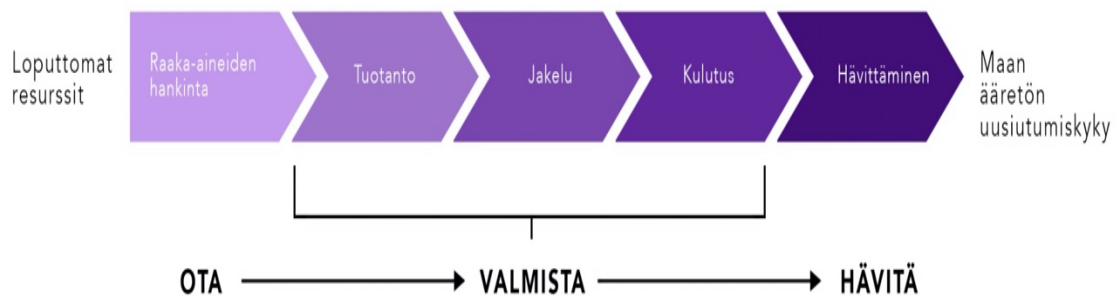
Suurimpina jättejakeina ovat puupohjaiset jätteet, mineraali- ja kiviätteet sekä metallijätteet. Materiaalitehokkuuteen liittyvien toimintamallien ansiosta uudisrakentamisen jättemäärät pienenevät jatkuvasti. (Peuranen & Hakaste 2014, s. 11)

Suomessa talonrakentamiseen kohdistuu useita muutosilmiöitä, kuten alueellinen rakennemuutos, väestön ikääntyminen ja kulttuurien muuttuminen, kaupungistuminen, teknologian kehitys ja digitalisaatio sekä kestävän kehityksen vaatimukset ja pienentyneet resurssit. Kestävän rakentamisen tulee sisältää ekologinen, sosiaalinen, kulttuurillinen ja taloudellinen ulottuvuus. Muutosilmiöiden seurauksena rakentamisen tulee tapahtua jatkossa yhteistyössä eri suunnittelijoiden ja käyttäjien välillä, jolloin muodostuu pitkäikäinen, muuntojoustava ja lisäarvoa käyttäjälle tuottava rakennus. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon materiaalivalinnat ja toiminnallisuus, jotka palvelevat rakennuksen koko elinkaaren ajan. (ROTI 2019, s. 44–45)

3. KIERTOTALOUS

3.1 Kiertotalouden tausta

Talous on toiminut lineaarisesti teollistumisen alusta alkaen eli yli 150 vuoden ajan. Lineaarinen talous on yksisuuntainen tuotanto- ja kulutusmalli, jossa tuotteet valmistetaan uusista raaka-aineista, myydään käyttäjille ja kuluttamisen jälkeen ne poltetaan tai hävitetään jätteeksi (kuva 2). Näin toimivan lineaarisen talouden periaate onkin ”ota, valmista, hävitä”, missä materiaalit ovat käytössä pääasiassa kerran. Talousmalli on lisännyt talouden tuottavuutta sekä ollut siten edistämässä ihmisten elintason ja hyvinvoinnin kasvua. (Wautelet 2018, s. 18)



Kuva 2: Lineaarisen talousmallin pääperiaate (mukaillen lähteestä Wautelet 2018, s. 18)

Lineaarista taloutta haastaa luonnonvarojen ehtymisen ja negatiivisten ympäristövaikutusten lisäksi maailman väkiluvun ja keskiluokkaisten kuluttajien määrän kasvu sekä uudet sosioekonomiset ja säätelytoimenpiteet (De Angelis 2018, s. 19–21). Yhdistyneiden kansakuntien (United Nations) mukaan maailman väkiluvun odotetaan kasvavan 9,2 miljardiin ihmiseen vuoteen 2050 mennessä ja keskiluokkaisten määrän odotetaan lisääntyvän nykyisestä 3,6 miljardista ihmisestä yli 5,3 miljardiin ihmiseen vuoteen 2030 mennessä. Jo nyt niukasti saatavilla olevien resurssien kysynnän uskotaan kasvavan samanaikaisesti paljon resursseja vaativien tuotteiden kysynnän kasvun rinnalla elintason noustessa. (Lacy et al. 2020, s. 1–3) Tämä aiheuttaa saatavuuden heikkenemistä uusiutumattomille luonnonvaroilta, kuten metalleille, mineraaleille ja fossiilisille polttoaineille. Maapallon sietokyky ollaan kuitenkin saavuttamassa myös uusiutuvien materiaalien osalta. (Lacy & Rutqvist 2015, s. 3–4) On arvioitu, että elintason ylläpitäminen nykyisellä talousjärjestelmällä vaatii resursseja noin 1,75 kertaa maapallon kantokykyä enemmän, eli kulutamme vuosittain noin 75 % enemmän luonnonvaroja kuin uusimme niitä (Lacy

et al. 2020, s. 2; WWF 2020). Luonnonvarojen ehtyminen aiheuttaa resurssien hintojen ja tarjonnan epävakauden lisääntymistä (De Angelis 2018, s. 19–21). Negatiivisiin ympäristövaikutuksiin voidaan lisätä esimerkiksi ilmastonmuutos ja luonnon monimuotoisuuden väheneminen, jotka voidaan jo nyt huomata (Wautelet 2018, s. 19).

Sosioekonomisesti tarkasteltuna voidaan nähdä, että esimerkiksi jakamis- ja vuokraus-talous ovat saavuttamassa yhteisymmärrystä eri sektoreilla. Tällaisia ovat esimerkiksi asuntojen tai kulkuneuvojen jakamispalvelut. Uudet kulutustottumukset ja siihen liittyvät arvonluontimahdollisuudet häiritsevät lineaarisen talouden periaatetta, kun omistamista ei pidetä enää yhtä tärkeänä ja ollaan valmiita ostamaan tuote palveluna. Lisäksi talou-teen kohdistuu merkittäviä sääntelymuutoksia, joilla pyritään muun muassa säätelemään jätteiden ja kasvihuonepäästöjen syntymistä. (De Angelis 2018, s. 19–21)

Lineaarista taloutta haastavien tekijöiden takia vaaditaan suuria muutoksia perinteisiin liiketoimintamalleihin ja arvonluontimekanismeihin sekä uusien arvonlähteiden löytämi-seen (De Angelis 2018, s. 19–21). Yksinkertainen ja looginen vastaus lineaarisen mallin ongelmaan on päinvastainen: materiaalien ja energian syklinen kierto. Tällaista vaihto-ehdoista talousmallia kutsutaan kiertotaloudeksi. (Korhonen et al. 2017, s. 37–38)

3.2 Kiertotalouden käsite

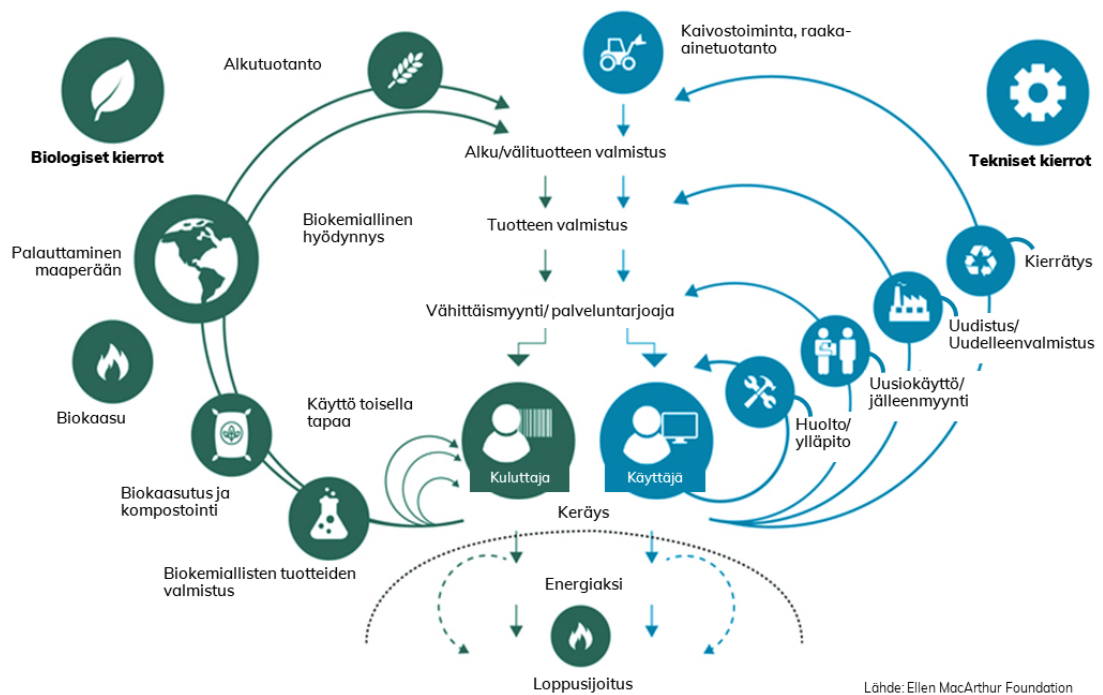
Kiertotalouden käsitettä on käytetty 1970- luvulta lähtien, mutta tietoa sen keksijästä tai syntypaikasta ei ole pystytty varmistamaan. Lisäksi käsitteen määritelmästä käydään yhä keskustelua. Yhteisenä tekijänä eri määritelmässä kuitenkin nousee lineaarisen ta-lousmallin kestävämyys, sekä se että ihmisten toiminnan tulee olla paremmassa vuo-rovaikutuksessa ympäristön kanssa. Yhtenä merkittävimmistä kiertotalouden määritteli-jöistä Euroopassa voidaan pitää Ellen MacArthur -säätöä. (Wautelet 2018, s. 21–24)

Kiertotalous on talousmalli, joka pyrkii vähentämään tuotanto- ja kulutusjärjestelmien re-surssi- ja energiapanoksia sekä jätteitä ja päästöjä hyödynnyttämällä olemassa olevien materiaalien kiertoa ja uusiutuvia energialähteitä (Korhonen et al. 2018, s. 41). Kiertota-loudessa kuluttaminen perustuu uudelleenkäyttöön, korjaamiseen, kunnostamiseen, kierrättämiseen sekä jakamiseen ja vuokraamiseen (Euroopan parlamentti 2022).

Talousmallissa nähdään kaksi toistaan täydentävää ominaisuutta, joita kutsutaan hidas-tumiseksi ja sulkeutumiseksi. Hidastumisella tarkoitetaan suunnitteluratkaisuja, joilla py-ritään pidentämään tuotteiden elinkaarta. Tuotteiden ollessa pidempi ikäisiä ja kestä-vämpiä materiaali kierto hidastuu, eikä korvaavia tuotteita tai uusia resursseja tarvita yhtä paljoa. Resurssitarvetta vähennetään lisäksi sulkeutumisella, jolla tarkoitetaan elinkaa-rensä päässä olevien tuotteiden kierrättämistä uudelleenkäyttöön tai uusiorkaaka-aine

tuotantoon. (Wojnarowska et al. 2022, s. 2) Materiaali, jota on aiemmin pidetty käyttökänsä päässä jätteenä, muutetaan talousmallissa resurssiksi. Tuotteen saavuttaessa elinkaaren lopun alkuperäisessä käyttötarkoituksessa voidaan sitä mahdollisuuksien mukaan esimerkiksi kunnostaa ja antaa siten tuotteelle uusi elinkaari. Samalla luodaan tuotteelle lisäarvoa ja vähennetään syntyvän jätteen määrää. (Ellen MacArthur Foundation 2015, s. 25)

Kiertotaloudessa materiaalivirtoja ajatellaan olevan kaksi erilaista, biologinen ja tekninen materiaalivirta (kuva 3). Biologisessa materiaalivirrassa biologiset materiaalit suunnitellaan palaamaan biosfääriin turvallisesti ja rakentamaan näin uudelleen luonnon pääoma. Teknisessä materiaalivirrassa tekniset materiaalit suunnitellaan kiertämään korkealaatuisena ilman pääsyä biosfääriin. (Ellen MacArthur Foundation 2015, s. 22)



Kuva 3: Kiertotalousmallin materiaalivirrat (Immonen 2019)

Kiertotalousmallissa (kuva 3) toiminta on resurssitehokkainta, kun materiaalikierron pidetään sisäkehällä ja näin mahdollisimman lähellä kuluttajaa ja käyttäjää. Siirryttäessä sisäkehiltä ulkokehille kiertojen prioriteetti pienenee molempien materiaalivirtojen osalta, mikä johtuu materiaalivirtojen vaatimista kasvavista energiapanoksista. Poltettavaksi tai kaatopaikalle päätyvät materiaalivirrat ovat poissa kierrosta ja näin syntyvää hukkaa tulisi minimoida. (Korhonen et al. 2018, s. 38) Biologisia materiaaleja tulisi kaskadikäyttää

eli käyttää uudestaan tavalla, joka voi poiketa sen edellisestä käyttötarkoituksesta. Biologiset materiaalit tulisi siten ensisijaisesti hyödyntää materiaalikäyttöön ja hylkäysvaiheessa esimerkiksi biokaasun tuotantoon, jolloin ravinteet saadaan uudelleen hyötykäyttöön. Teknisten materiaalien palauttaminen kiertoon on yleisesti energiatehokkaampaa ja aiheuttaa vähemmän kasvihuonepäästöjä kuin neitseellisistä raaka-aineista työstettävät uudet materiaalit tai polttaminen. (Antikainen et al. 2016, s. 11)

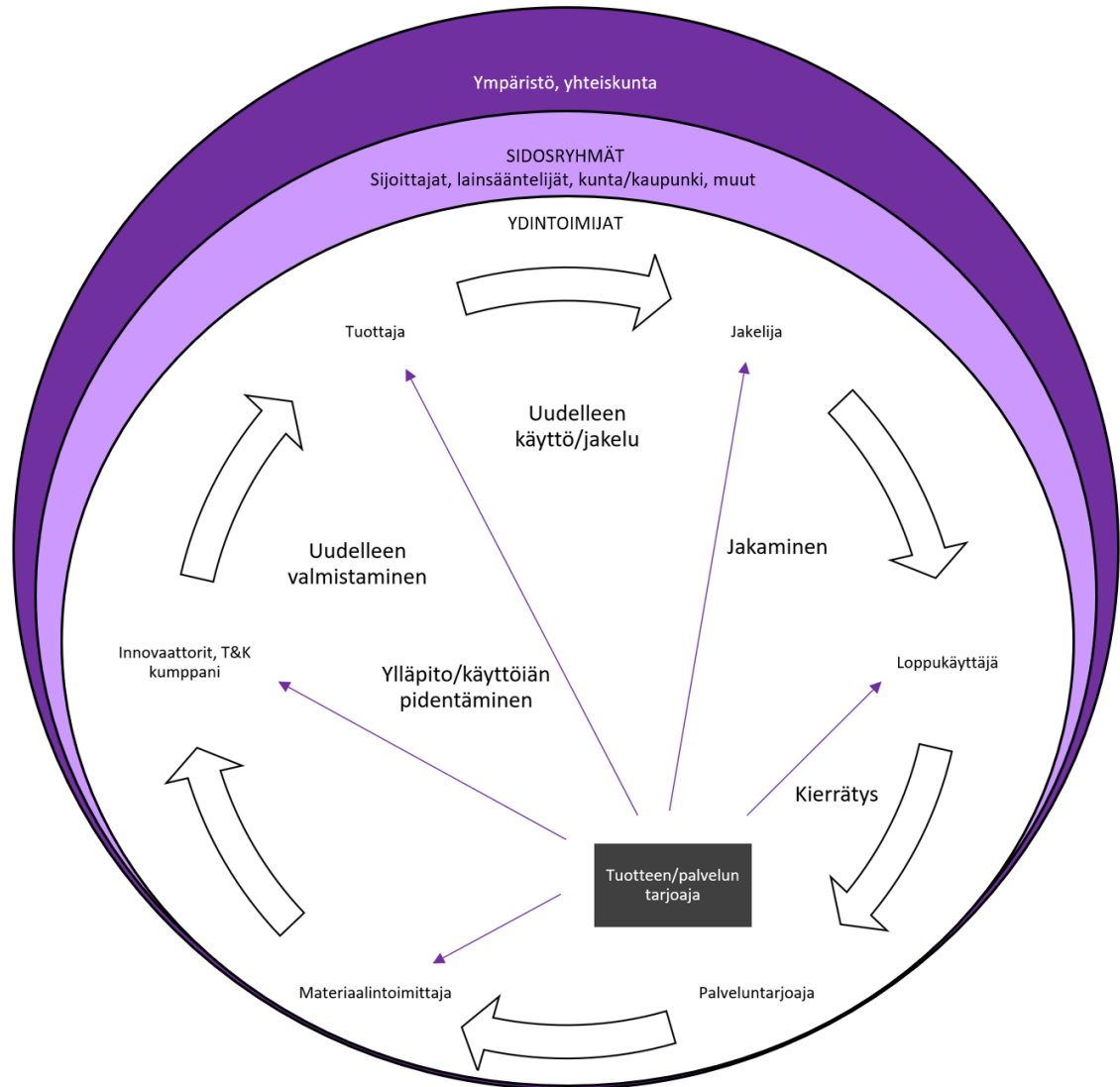
Kiertotalous ei merkitse kulutuksen tai elintason laskua. Kulutuksella ja käytöllä nähdään ero kiertotaloudessa. Linearisessa taloudessa resurssi päättyy kulutuksen kautta jätteeksi, kun taas kiertotalouden avulla pyritään siihen, että resursseja käytetään tehokkaasti uudelleen ja uudelleen, ja tämän ansiosta jätemäärä vähenee. Samalla kulutus muuttuu käytön suuntaan. Kiertotalous ei myöskään tule vähentämään taloudellisen toiminnan määrää, vaan muuttaa sen luonnetta lineaarisesta kiertäväksi. (Arponen et al. 2014, s. 4–5)

3.3 Kiertotalouden arvonluonti

Arvon on katsottu perinteisesti yritysmaailmassa syntyvän taloudellisesta näkökulmasta eli yksinkertaistetusti saatavista tuloista poistamalla kulut on saatu jäljelle jäävä taloudellinen arvo. Kiertotalouden mukaisessa toiminnassa taloudellinen arvo ei automaattisesti takaa verkoston toimintaa kiertotalous periaatteen mukaisesti, sillä tämän periaatteen mukaisesti arvo syntyy myös sosiaalisten ja ympäristöön liittyvien aspektien näkökulmasta. Arvon voidaankin siten yksinkertaistetusti määrittää olevan näiden eri toimijoiden saama hyöty suhteessa kustannuksiin. (Aminoff et al. 2016, s. 633)

Kiertotalous periaatteen mukaan yritysmaailmassa tulisi siirtyä lineaaristen arvoketjujen käytöstä yhteistoiminnallisten arvoverkkojen käyttöön, sillä ilman yhteistyötä kiertotalouden mukainen kierto on tuskin mahdollista saavuttaa. (Aminoff et al. 2017, s. 528) Arvoketjulla tarkoitetaan kaikkia niitä toimintoja, joilla yritys luo tuotteen tai palvelun resursseista lopputuotteeksi. Toiminnot lisäävät hyödykkeen arvoa joka vaiheessa ennen sen asiakkaalle toimittamista. (Mukherjee 2020, s. 1) Kiertotalouden näkökulmasta arvoverkon voidaan määritellä pitävän sisällään ne eri toimijoiden toiminnat, jotka vaaditaan saamaan tuote tai palvelu käyttäjälle, ja sen jälkeen takaisin järjestelmään sulkemaan kierto. Kiertotalous muodostuu useista erilaisista arvoverkoista ja yrityksellä voi olla samanaikaisesti erilaisia ja vaihtuvia rooleja eri arvoverkoissa. (Aminoff et al. 2017, s.529–531)

Kuva 4 havainnollistaa toimijoiden ja sidosryhmien toimintaa kiertotalouden mukaisessa verkostossa. Tämä yhteisluontiverkosto koostuu ydinliiketoiminnan arvoverkoston toimijoista ja muista sidosryhmistä kuten sijoittajista ja viranomaisista.



Kuva 4: Kiertotalous periaatteen mukainen arvoverkosto (mukaillen lähteestä Aminoff et al. 2016, s. 632)

Arvo tulee tunnistaa kaikkien toimijoiden kohdalla ja toimijoiden tulee luoda arvoa yhteistyössä, jotta arvon yhteisluonti saavutetaan. Arvon yhteisluonnin tuloksena arvo jakautuu verkostossa olevien toimijoiden, yhteiskunnan ja ympäristön kesken uusien innovatiivisten käytäntöjen ja yhteistoiminnan avulla. (Aminoff et al. 2016, s. 632–633)

Kiertotaloudessa voidaan nähdä neljä eri arvonluontilogiikkaa: palauttaminen, jakaminen, optimointi ja korvaaminen. Palauttamisella tarkoitetaan yrityksen kykyä palauttaa tuotteisiin tai materiaaleihin arvoa tehokkailla prosesseilla. Näin saadaan taloudellista ja ympäristöllistä hyötyä. Jakamisella tarkoitetaan yrityksen kykyä tuoda jaettavat resurssit asiakkaiden saataville helposti ja nopeasti ottaen samalla huomioon asiakasarvon. Jakamisella voidaan muodostaa pääosin taloudellista ja sosiaalista hyötyä. Optimointi merkitsee yrityksen kykyä ymmärtää asiakkaidensa prosesseja tavalla, joka mahdollistaa esimerkiksi kustannussäästöjä ja ympäristö hyötyjä. Korvaamisella viitataan yrityksen kykyyn tarjota uusia resursseja, joilla pystytään korvaamaan aiemmin käytössä olleita epäkestäviä valintoja. Korvaamisella on mahdollisuus saavuttaa arvoa kaikkien kolmen aspektin näkökulmasta. (Ranta et al. 2019, s. 5–8)

3.4 Poliittinen ohjaus kiertotalouteen Suomessa

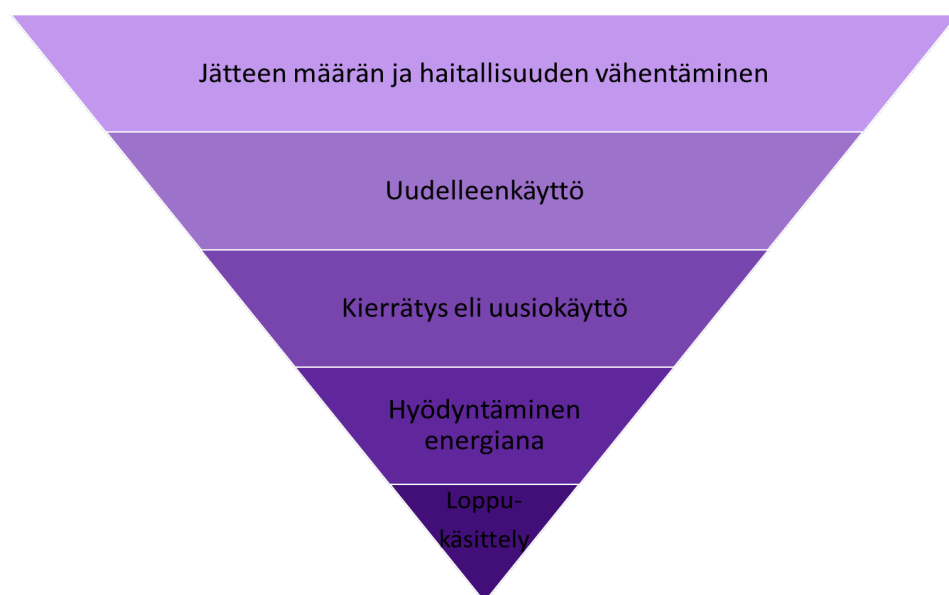
Poliittisten toimijoiden tulee luoda edellytyksiä ja varmuutta kiertotalouteen siirtymisessä. Siirtyminen on keskeinen osa Euroopan unionin ja sen jäsenvaltioiden tavoitteita. Asetettuihin tavoitteisiin pääseminen Suomessa vaatii poliittista tukea Euroopan tasolta kansalliselle tasolle asti. (Euroopan komissio 2014)

Kansainvälisesti tarkasteluna kiertotalouteen on globaalisti ohjannut Pariisin sopimus ja YK:n kestävän kehityksen toimintaohjelma eli Agenda 2030. Näiden lisäksi Euroopassa ohjauskeinoiksi on kehitetty Green Deal eli Euroopan vihreän kehityksen ohjelma, eurooppalainen ilmastolaki ja kiertotalouden toimintasuunnitelma. (Hamari & Kokko 2021, s. 14–15) Toimintasuunnitelman tavoite on nopeuttaa Green Deal- ohjelmaa ja edistää siirtymistä kohti kiertotaloutta, sillä Euroopan unionilla on tavoite saavuttaa ilmastoneutraalius vuoteen 2050 mennessä. Ensimmäinen kiertotalouden toimintasuunnitelma julkaistiin 2015 ja se piti sisällään 54 toimea suljettuun kiertoon pääsemiseksi. (Euroopan komissio 2019) Ensimmäisen toimintasuunnitelman pohjalta Euroopan unioni julkaisi vuonna 2020 uuden kiertotalouden toimintasuunnitelman, mikä sisälsi 35 toimenpidettä. Pääpaino on luoda tuotteista kestävämpiä, parantaa kuluttajien vaikutusmahdollisuuksia ja vähentää jätteenmäärää sekä kiinnittää huomiota aloihin, jotka käyttävät paljon resursseja, kuten rakentamiseen. (Euroopan komissio 2020)

Kansallisesti Suomessa monet kiertotaloustoimet liittyvät Euroopan unionin kiertotaloustoimiin. Suomessa kiertotalouteen ohjaa kiertotalouden tiekartat, kiertotalouden strateginen edistämishjelma sekä poliittiset ohjauskeinot, valtakunnallinen jätesuunnitelma ja muut asiakirjat. (Hamari & Kokko 2021, s. 19–23) Suomen tavoitteena on olla kiertotalouden edelläkävijä, jonka vuoksi Sitra julkaisi maailman ensimmäisen kiertotaloustie-

kartan Suomessa vuonna 2016. Tätä päivitettiin myöhemmin vuonna 2019. Kiertotalouden tiekartoissa kuvataan konkreettisia toimia kilpailukykyisen kiertotalouden vauhdittamiseksi. (Ruokama et al. 2021, s. 13) Kiertotalouden edistäminen näkyy lisäksi vuonna 2019 julkaistussa Suomen hallitusohjelmassa, missä hallitus on sitoutunut edistämään kiertotaloutta. (Valtioneuvosto 2019) Hallitusohjelman mukaan toteutettiin Strateginen kiertotalouden edistämishjelma vuonna 2021. Ohjelmassa on annettu tavoitteita primääri- ja sekundaari-ainesten kulutukselle, resurssituottavuudelle ja materiaalien kiertotalousasteelle. Tavoitteeseen pääsemiseksi pyritään muuttamaan lainsäädäntöä ja taloudellisia kannusteita kiertotalouteen ohjaaviksi. (Valtioneuvosto 2021)

Käytössä olevat poliittiset ohjauskeinot kiertotalouden edistämiseksi voidaan jaotella taloudellisiin, hallinnollisoikeudellisiin, informatiivisiin ja vapaaehtoihin ohjauskeinoihin. Hallinnollis-oikeudelliset ohjauskeinot ovat erilaisia säädöksiin perustuvia ohjeita, määräyksiä, rajoituksia ja kieltoja sekä hallinnollisia menettelyjä, kuten ilmoitus- ja lupamenettelyjä. (Antikainen et al. 2016, s. 28) Tällaisena ohjauskeinona voidaan pitää esimerkiksi jätelakia ja maankäytön ohjausta. Suomen jätelainsäädäntö seuraa Euroopan unionin jätelainsäädäntöä ollen kuitenkin joiltain osin tiukempi ja laaja-alaisempi. (Ympäristöministeriö 2022b) Valtioneuvoston jätelain 8§: n mukaan kaikessa toiminnassa tulee mahdollisuuksien mukaan noudattaa etusijajärjestystä (Kuva 5). Etusijajärjestyksen mukaan ensisijaisesti tulee vähentää syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta. Mikäli jätettä syntyy, on jätteen haltijan ensisijaisesti valmisteltava jäte uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrättää se. Jos kierrättäminen on mahdotonta, tulee jäte hyödyntää muulla tavoin, kuten energiana. Muussa tapauksessa jäte on loppukäsiteltävä. (Jätelaki 646/2011)



Kuva 5: Jätehierarkia (mukailen lähteestä Lakeuden etappi 2022)

Euroopan unionin jätedirektiivin ja jätelakia täsmentävän jäteasetuksen mukaisesti Suomen tavoitteena on hyödyntää rakennus- ja purkujätteestä valtakunnallisesti vuosittain vähintään 70 painoprosenttia muutoin kuin energiana tai polttoaineeksi valmistamiseen. Tämä ei pidä sisällään kallio- tai maaperästä irrotettuja maa- ja kiviaineksia tai vaarallisia jätteitä. Jätteiden mahdollisimman korkealaatuinen uudelleen- tai uusiokäyttö vaatii jätteiden erilliskeräyksen, josta on säädetty jäteasetuksessa. (Jäteasetus 978/2021) Maankäytön ohjaus puolestaan sisältää hierarkkisesti valtakunnalliselta tasolta kunta tasolle olevan maankäytön, joka perustuu maankäyttö- ja rakennuslakiin. Rakentamisen kiertotalouteen voidaan vaikuttaa etenkin kaavoituksella ja tontinluovutusehdoilla. Näin ohjataan resurssiviisasta rakentamista, jossa otetaan huomioon rakennuksen materiaalivaihto, materiaalien ja maamassojen uudelleenkäyttö, rakennuksen elinkaaren aikaiset päästöt ja vaikutukset ympäristölle sekä käytetty maa-ala. (Vierikko et al. 2020)

Poliittisista ohjauskeinoista taloudellisiin ohjauskeinoihin luetaan suorat ja epäsuorat taloudelliset kannustimet ja rangaistukset, joilla voidaan vaikuttaa eri toimijoiden kustannuksiin. Ohjauskeinoja on siten erilaiset verot ja tuet, jotka toimivat kannustimena muuttaa toimintaa yhteiskunnan kannalta optimaalisempaan suuntaan. Taloudellisina ohjauskeinoina rakentamisessa toimii muun muassa jätevero ja jätemaksu, joiden tavoitteena on tukea kiertotalouden edistymistä vähentämällä jätteiden kaatopaikkakäsittelyä ja lisäämällä hyötykäyttöä. (Simons et al. 2018; Tikkanen et al. 2018, s. 5)

Informatiivisiin ohjauskeinoihin luetaan koulutus, viestintä, neuvonta ja ympäristömerkit. Vapaaehtoiset ohjauskeinot merkitsevät toimijoiden tai toimialojen omaehtoisia sopimuksia ja käytäntöjä, joita ovat esimerkiksi vapaaehtoiset ympäristöjohtamisjärjestelmät, energiatehokkuusohjelmat ja Green deal- sopimukset. (Tikkanen et al. 2018, s. 6–7) Tällaisia ympäristöministeriön tekemiä Green deal – sopimuksia on esimerkiksi Kestävän purkamisen sopimus Rakli ry:n kanssa. (Hamari & Kokko 2021, s. 23)

4. KIERTOTALOUDEN KEINOT TALONRAKENTAMISESSA

Talonrakentamisen kiertotaloustoimet voidaan jakaa karkeasti kolmeen keinoon. Ensimmäinen keino keskittyy materiaalitehokkuuteen, toinen rakennuksen elinkaaren pidentämiseen ja kolmas rakennusten käytön optimointiin. (Material Economics 2018, s. 148)

4.1 Materiaalitehokkuus

Materiaalitehokkuus sisältää luonnonvarojen säästeliään käytön, sivuvirtojen tehokkaan hallinnan sekä jätteen määrän vähentämisen ja materiaalin kierrättämisen. Samalla pyritään vähentämään elinkaaren aikana syntyviä haitallisia ympäristövaikutuksia. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013, s. 9)

Materiaalitehokkaan toiminnan suurin vaikutus on luonnonvarojen kulutukseen. Sen avulla voidaan vähentää uusiutumattomien tai uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä sekä energian-, veden- ja/tai maankäyttöä. (Peuranen & Hakaste 2014, s. 10). Rakentamisessa käytetään runsaasti luonnonvaroja, joiden saanti on jo kriittisellä tasolla ja joiden käyttöä tulisi rajoittaa. Materiaalitehokkuutta tulee kuitenkin soveltaa myös niiden luonnonvarojen kohdalla, joita on runsaasti saatavilla, sillä luonnonvarojen tehokkaammalla käytöllä on ekologisia vaikutuksia. Maankäytön huomioon ottaminen materiaalitehokkuudessa on oleellista, sillä rakentaminen aiheuttaa aina peruuttamattomia muutoksia luontoon. Rakennus vaatii oman pohjapinta-alansa lisäksi rakennusmateriaalien valmistamiseen ja energiankulutukseen tarvittavat luonnonvarat. Näiden resurssien ottaminen saattaa aiheuttaa laaja-alaisia ympäristövaikutuksia, kuten luonnon monimuotoisuuden vähenemistä, vesistöjen pilaantumista ja ilmastonmuutokseen vaikuttavien kasvihuonepäästöjen muutoksia. Rakennuksen kasvihuonepäästöt liittyvät rakennusmateriaaleihin ja niihin liittyvään työhön sekä rakennuksen käytönaikana syntyneeseen energian kulutukseen. (Ruuska & Häkkinen 2014, s. 267–273) Kehitys kohti energiatehokkaampia rakennuksia ja fossiilitonta energiantuotantoa kasvattaa materiaalien osuutta rakennuksen energiankulutuksen kokonaispäästöistä ja sitä kautta kasvihuonepäästöistä. (Tähkänen & Tähtinen 2021, s. 8) Pitkäikäisillä materiaaleilla voidaan vähentää energian tarvetta, joka syntyisi korjausrakentamisesta. (Ruuska & Häkkinen 2014, s. 267–273)

Talonrakentamisessa jätteet muodostuvat uudisrakentamisessa syntyvästä pakkausjätteestä ja tuotantojätteestä eli hävikistä sekä korjausrakentamisessa vanhojen rakennusten purkutuotteista ja -jätteistä. Uudisrakentaminen sisältää kokonaisjättemäärästä noin

15 %, mistä merkittävin osuus muodostuu pakkausjätteestä. Hävikin määrää on pyritty viime vuosina vähentämään sen lisäkustannuksen vuoksi. (Hakaste 2022, s. 111) Hävikin kustannus muodostuu hävikkimateriaalin hankintahinnasta, työnjohdon kustannuksista, jätteen kuljetus-, siirto – ja käsittelykustannuksista sekä jäteveroista ja jätemaksuista. Kustannuksiin voidaan lisätä työympäristövaikutus, joka sisältää esimerkiksi jätteen aiheuttaman tuottavuuden alentumisen ja tapaturmakustannukset. (Ratu KI-6020 2010, s. 269) Uudisrakentamisessa syntyvän hävikin vähentämiseksi materiaalin menekki tulee määrittää tarkoin sekä käyttää säästeliäitä ja oikeaoppisia työmenetelmiä, jotka suoritetaan asianmukaisilla laitteilla. Lisäksi hävikkiä vähentää materiaalien suojaaminen ja varastointi asianmukaisesti, millä voidaan samalla ehkäistä myöhemmässä vaiheessa syntyviä ongelmia, kuten kosteusvaurioita. Laadukas ja kestävä rakentaminen vaatii siten hyvää työmaan hallintaa. (O' Neill 2014, s. 11–15) Materiaalitehokkuuden tehostamisen kannalta henkilöstön kouluttamisella ja jätemäärien seurannalla, sekä ympäristönhallintajärjestelmien käyttämisellä on nähty positiivisia vaikutuksia. Tämän lisäksi modulaarista rakentamista voidaan pitää yhtenä keinona. (Simons et al. 2018, s. 21)

Modulaarinen rakentaminen perustuu pitkälle esivalmistettuihin moduuleihin, jotka rakennetaan tehdasolosuhteissa (Bach et al. 2013, s. 6). Rakennustyömaan ulkopuolella tapahtuvalla rakentamisella voidaan saavuttaa jätemäärien huomattavaa vähenemistä tarkoilla aikatauluilla, irtotavaratoimituksilla, materiaalin uudelleenkäytöllä valmistusprosesseissa ja suurilla tuotantovolyymeilla. (Baker-Brown 2017) Modulaarisen rakentamisen avulla voidaan vähentää myös käytön jälkeistä jätemäärää, sillä rakennus voidaan näin suunnitella purettavaksi. Tämä mahdollistaa myöhemmässä vaiheessa rakenteiden ehjänä purkamisen ja uudelleenkäytön kiertotalousperiaatteen mukaisesti. (Tihinen et al. 2022, s. 59) Uudelleenkäyttöä voidaan edistää myös täyttämällä materiaalipassia rakennuksen sisältämistä materiaaleista. (Material Economics 2018, s. 153)

Materiaalitehokkuus ja jätemäärien vähentäminen on korjausrakentamisessa turhan purkamisen välttämistä ja liiallisen korjaamisen vähentämistä sekä hyväkuntoisten rakennusosien uudelleenkäyttöä ja asianmukaista jätehuoltoa. (O' Neill 2014, s. 11–15) Materiaalitehokkuudella pyritään jätehierarkian mukaisesti ensisijaisesti välttämään jätteen syntymistä. Mikäli korjausrakentamisessa rakennusosaa tai materiaalia ei poisteta käytöstä siitä ei muodostu jätettä ja puhutaan uudelleenkäytöstä. Uudelleenkäytöllä tarkoitetaan siis tuotteen tai sen osan käyttämistä uudelleen samaan tarkoitukseen kuin mihin se on alun perin suunniteltu. (Lehtonen 2022, s. 126; Zhu et al. 2022, s. 12) Korjausrakentamisessa rakennusosien tai purkut tuotteiden päätyminen uudelleenkäyttöön on pää-

vaiheiltaan seuraava: 1) purkukartoitus tai rakennus- ja purkumateriaaliselvitys; 2) rakenteellinen kuntotutkimus ja haitta-aineselvitys; 3) purkusuunnittelu ja purkutyö; 4) kuljetus, varastointi ja jatkojalostaminen; 5) uudelleenkäytön suunnittelu käyttökohteen mukaisena; 6) tuotehyväksyntä ja kelpoistaminen. Näin saadaan tietää mitä rakennusosia tai materiaaleja kohde sisältää, miten ne ovat hyödynnettävissä ja mitä purkumenetelmiä kohteessa vaaditaan, että rakenteet saadaan purettua ehjänä. Mikäli näiden resurssien uudelleenkäyttö ei ole sellaisenaan mahdollista, niin pystytään suorittamaan lajitteleva purku ja toimittamaan materiaalit kierrätykseen. (Zhu et al. 2022, s. 51)

Uudelleenkäyttävät rakennusosat tulee kelpoistaa, mutta toistaiseksi niille ei ole omia arviointiperusteita tai tuotehyväksyntämenetelmiä, vaan nykyisten viranomaistulkintojen mukaan nämä rinnastetaan uusiin rakennustuotteisiin ja tuotehyväksyntä tapahtuu niille tarkoitettujen menetelmien mukaisesti. Tämä tekee uudelleenkäyttävien tuotteiden kelpoistamisesta hyvin haastavaa. (Zhu et al. 2022, s. 38) Tästä syystä useimmiten rakennusosat tai materiaalit hyödynnetään yleisesti etusijajärjestyksen mukaan epäedullisempänä vaihtoehtona kierrättämällä eli uusiokäyttämällä. Uusiokäyttämällä jäte hyödynnetään materiaalina toisessa käyttötarkoituksessa. (Lehtonen 2022, s. 126–127) Materiaalina hyödyntämiseen luetaan myös tuotteiden uudelleenkäyttöön valmistelu. Uudelleenkäyttöön valmistelulla tarkoitetaan jätelaissa jätteen tarkistamiseksi, puhdistamiseksi tai korjaamiseksi tehtävää toimintaa. Näin käytöstä poistettu tuote tai sen osa valmistellaan siten, että sitä voidaan käyttää uudelleen ilman esikäsitteilyä myöhemmin alkuperäisessä tarkoituksessaan. Rakennusosien – ja materiaalien luonne siten muuttuu jätteeksi ja niitä alkaa koskemaan jätelainsäädännön velvoitteet. (Zhu et al. 2022, s. 12–13)

Yleisesti jättemateriaaleja täytyy käsitellä tai jalostaa, jotta niistä voidaan saada uusi tuote tai raaka-ainetta uuden tuotteen valmistamiseen. Lisäksi usein vaaditaan erilaisia viranomaismenettelyjä jäteluonteen päättämiseen. Etusijajärjestyksen mukaan, mikäli kierrätys ei ole mahdollista on jätteen haltijan hyödynnettävä jäte muulla tavoin, mukaan lukien hyödyntäminen energiana. Jos hyödyntäminen siten ei ole mahdollista, viimeisenä vaihtoehtona jäte on loppukäsiteltävä. (Lehtonen 2022, s. 127) Jättemateriaalit saattavat sisältää epäpuhtauksia, jotka estävät materiaalin käytön uusien tuotteiden raaka-aineena. Lisäksi Suomessa purkujätejakeita vastaanottavia yrityksiä on vielä hyvin vähän tai ei lainkaan, jonka vuoksi jätteiden kuljetusmatkat ja siten kustannukset kasvavat niin suuriksi, että jätteiden kierrättäminen ei ole taloudellisesti kannattavaa. (Zhu et al. 2022, s. 38–39) Materiaalitehokkuuden kannalta tämä on epäedullisin vaihtoehto, sillä materiaali katoaa kiertotalousperiaatteen mukaisesta syklisestä kierrosta. (Ruokama et al. 2021, s. 58–60)

4.2 Rakennuskannan elinkaari ja optimointi

Kiertotalouden ensimmäinen periaate on elinkaaren pidentäminen eli rakennetun ympäristön tapauksessa rakennusten elinkaaren jatkaminen (Huuhka & Lampinen 2022, s. 32). Rakennuksen elinkaari sisältää vaiheet raaka-aineiden hankinnasta ja tuottamisesta tuotteen uudelleenkäyttöön, kierrättämiseen ja jätteiden loppukäsittelyyn. Rakennuksen elinkaaren aikana käyttövaihe on merkittävin paitsi ajallisesti, niin myös ympäristövaikutusten ja energian käytön kannalta. Elinkaaren aikana syntyvistä ympäristövaikutuksista päätetään suurimmaksi osaksi rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Rakennusvaihe kuitenkin ratkaisee, miten laadukkaasti nämä suunnitelmat muutetaan todelliseksi rakennukseksi sekä miten pitkä ja millainen käyttövaiheesta tulee. (O'Neill 2014, s. 6)

Rakennusten elinkaaren päättyminen ja niiden purkaminen ei aina johdu siitä, etteikö rakennusta voisi käyttää. Vanhojen rakennuksien purkamisen syynä on usein sosiaaliset ja taloudelliset syyt. Sosiaalisena syynä nähdään esimerkiksi ihmisten erilainen arkkitehtoninen mieltymys kuin aiemmin, eikä vanhoja rakennuksia pidetä näin enää arvokkaina tai ne eivät miellytä nykyhetken tarpeita. Muutos saattaa koskea myös toiminnallisesti vanhentuneita asuin- ja liiketiloja, joihin kaivataan uudentyyppisiä ratkaisuja. Laajemmin tarkasteltuna muutos saattaa näkyä tietyn alueen kokonaisvaltaisena kehityksenä. Purkamisen taloudellisena syynä voidaan pitää puolestaan sitä, että rakennuksen kunnostamisen kustannukset ovat saattaneet kohota korkeammiksi kuin purkaminen ja uuden rakentaminen. (Material Economics 2018, s. 152) Korjaaminen olisi kuitenkin kiertotalous näkökulmasta parempi vaihtoehto, sillä korjaamisessa rakentamisen aikaiset päästöt ovat selvästi alhaisemmat kuin uudisrakentamisessa. Rakennusten energiankulutuksen päästöjen odotetaan pienentyvän energiantuotannon vähähiilistymisen seurauksena, jonka vuoksi rakentamisen aikaisten päästöjen vaikutus tulee kasvamaan. (Huuhka & Lampinen 2022, s. 49)

Rakentamisen aikana sidotut luonnonvarat ja aiheutuneet päästöt voidaan hyödyntää olemassa olevien rakennusten käyttönä. Tämän lisäksi rakennukset ovat kulttuurin kestävämpiä ilmentymiä. (Hernberg 2014, s. 26–27; Jääskeläinen 2022, s. 22) Elinkaaren pidentäminen vaatii erityisesti uudenlaista ajattelutapaa, jossa rakennus on tarkoitettu kestävänsä ja sen odotetaan kestävänsä. Ajatustavan tulisi ottaa huomioon rakennusten huoltaminen ja muunneltavuus uusiin käyttötarkoituksiin tulevaisuudessa. (Material Economics 2018, s. 152)

Muuntojoustavuuden osina voidaan pitää monikäyttöisyyttä ja muunneltavuutta. Monikäyttöisyydellä tarkoitetaan rakennuksen muuntautumiskykyä uudistuviin tarpeisiin kos-

kematta rakenteisiin tai taloteknisiin järjestelmiin. Muunneltavuus puolestaan sisältää rakennustöitä ja pyrkii siten tekemään rakennuksesta monikäyttöisemmän. Uudisrakentamisessa suunnittelun tavoitellessa monikäyttöistä tilaa saatetaan vaatia mitoitukselta suurempaa varmuutta ja enemmän resursseja, mutta toimiessaan suunnitellusti monikäyttöisyys vähentää ympäristövaikutuksia. Suunnittelun tulisi kuitenkin tähdätä vähintään muunneltavuuteen, jotta myöhemmässä vaiheessa käyttötarkoitusta pystytään muuttamaan ilman täydellistä purkamista. Muunneltavuuden aste voi kuitenkin vaihdella osittaisesta purkamisesta täysin purettavaan ja siirrettävään rakennukseen. (Suomela & Lehto 2021, s. 18–20) Muuntojoustavuudella voidaan ottaa huomioon esimerkiksi sosiaaliset trendit kuten väestörakenteen muutokset. Muunneltavuuden avulla voidaan muokata tietyn alueen julkisia tiloja kuten kouluja tai päiväkoteja uuteen tarkoitukseen tai paikkaan. Toisena esimerkkinä voidaan pitää asunnon muokkautumista elämäntilanteiden myötä, kuten esimerkiksi asukkaiden ikääntymisen takia. (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, s. 16) Muunneltavuuden ja olemassa olevien tilojen hyödyntämisellä on mahdollisuus tiivistää olemassa olevia alueita ja hyötyä ympärillä valmiina olevasta infrastruktuurista. (Hernberg 2014, s. 26–27) Ääritilanteessa muunneltavuus olisi niin hyvää, että uudisrakentamisen tarve vähenisi ja rakentaminen alkaisi kohdistua pääasiassa korjausrakentamiseen ja käyttötarkoitusten muuttamiseen. (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, s. 16)

Olemassa on myös monenlaisia tiloja, joiden käyttö on lyhytaikaista tai kausiluonteista. Tällä hetkellä voidaan havaita, että esimerkiksi yleisesti tilat on suunniteltu vain yhteen käyttötarkoitukseen. (Hernberg 2014, s. 48) Rakennuskannan optimoinnin merkittävänä edellytyksenä voidaankin pitää monikäyttöisiä tiloja, joiden avulla voidaan palvella useita eri käyttötarkoituksia ja käyttäjiä vuorokauden eri aikoina (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, s. 18–22). Resurssitehokkaan rakentamisen kannalta tilan voitaisiin ajatella olevan palvelu, ja tavanomaisen omistus- tai vuokrasuhteen sijasta käyttäjälle syntyy näin ajallinen käyttöoikeus. Palvelun avulla vastataan hetkittäisiin tarpeisiin ja samalla optimoidaan rakennusten käyttöastetta. (Hernberg 2014, s. 48)

5. KIERTOTALOUDEN MAHDOLLISUUDET JA HAASTEET TALONRAKENTAMISESSA

5.1 Kiertotalouden tuomat mahdollisuudet

Onnistunut kiertotalous luo taloudellisia, sosiaalisia ja ympäristöön liittyviä mahdollisuuksia (Korhonen et al. 2018). Ympäristö näkökulmasta tarkasteltuna kiertotalousperiaatteen mukaan toimimisella voidaan vähentää neitseellisten materiaalien ja energian käyttöä sekä syntyneiden jätteiden ja päästöjen määrää. Kiertotalouden nähdään näin mahdollistavan samalla ilmastonmuutokseen ja biodiversiteetin kiihtyvään katoon liittyvää kielteistä kehittymistä. (Ruokamo et al. 2021).

Taloudelliset näkökulmat ovat kytköksissä ympäristönäkökulmiin. Mikäli neitseellisiä raaka-aineita ja energiaa käytetään vähemmän myös niiden käytöstä aiheutuvat kustannukset pienenevät. Kiertotalousperiaatteen mukainen jätteiden ja päästöjen pienentäminen vähentää niistä mahdollisesti aiheutuvia jäte- ja päästökustannuksia kuten veroja ja jätemaksuja. Olemassa olevien resurssien uudelleen käyttäminen hyödyntää resurssiin jo kertynyttä arvoa ja pienentää resurssin muokkaamiseen käytettävää panosta. Kiertotalous periaatteen mukaisella toiminnalla on mahdollisuus ansaita vastuullinen yrityskuva, jolla houkuttaa asiakkaita ja parantaa imagoa. (Korhonen et al. 2018, s. 39–41)

Kiertotalouteen siirtymisellä on sosiaalisia vaikutuksia selkeinten työpaikkojen määrään ja laatuun. Osa työpaikoista saattaa kadota ja useampien työn sisältö tulee todennäköisesti muuttumaan. Jalava et al. (2021, s. 12–14) arvioi kiertotaloustoimien kuitenkin luovan jopa 6,5 miljoonaa uutta työpaikkaa rakennussektorille Euroopassa vuoteen 2030 mennessä. Työpaikkojen lisääntymisen taustalla nähdään Euroopan kierrätysaste, jonka ympärille syntyy rakennusmateriaalien ja -jätteen uudelleen käyttämiseen liittyviä innovaatioita. Työpaikat voivat esimerkiksi siten liittyä paluulogistiikkaan eli palveluun, jossa tuotevirtaa saapuu asiakkaalta toimittajalle, joka muokkaa jätteen uudelleen käytettäväksi. Työpaikat voivat olla myös materiaalien tekniseen diagnosointiin eli talteen otettujen materiaalien tunnistamiseen ja turvallisen käyttämisen varmistamiseen liittyviä. Uudet digitaaliset ratkaisut ovat tärkeässä roolissa tässä materiaalien tunnistamisessa, hallinnassa ja vaihtotoiminnassa. Digitaalisilla innovaatioilla on mahdollista edistää myös jakamiseen liittyvää tarjonnan ja kysynnän kohtaamista. (Jalava et al. 2021, s. 12–14) Jakamistalous luo sosiaalisia mahdollisuuksia lisäämällä yhteisöllisyyttä, yhteistyötä ja osallistumista. Tämä voi synnyttää ympärilleen jakamiseen, leasingiin ja vuokraamiseen perustuvia yrityksiä, jotka tarjoavat tuotteen palveluna. Rakennussektorilla tällä voidaan

muun muassa tehostaa rakennusten käyttöä. Esimerkkinä tällaisesta tilanteesta voisi olla toimistotilojen muuttaminen asunnoiksi. (Korhonen et al. 2018, s. 41)

5.2 Kiertotalouteen liittyvät haasteet

Rakentamisen kiertotalouteen liittyen on havaittu talouteen, kulttuuriin, lainsäädäntöön ja säännöksiin sekä alakohtaisuuteen liittyviä haasteita. Nämä haasteet hidastavat kiertotalouden edistämistä ja kasvua rakennusalalla. (Suomela & Lehto 2021, s. 6)

Taloudellisesta näkökulmasta yksi tunnistetuista tekijöistä on neitseellisten raaka-aineiden alhainen hintataso verrattuna uudelleenkäytettyihin ja kierrätettyihin materiaaleihin. (Hart et al. 2019; Adams & Charlson 2021) Neitseellisten materiaalien hinnat eivät pidä sisällään myöskään ympäristöhaittoja läheskään yhtä paljon (Ruokama et al. 2021, s. 59). Rakennushankkeissa hankintakriteerinä toimiikin yleisesti hinta ja monimutkaisempia kriteereitä voi olla vaikea muotoilla (Adams & Charlson 2021). Lisäksi rakennushankkeissa investoinneille odotetaan usein nopeaa tuottoa, mikä haastaa hankkeita mitkä perustuvat pitkäaikaiseen yhteistyöhön ja joilla on laajemmat sosiaaliset tai ympäristöön liittyvät tavoitteet, mutta pidemmät taloudelliset takaisinmaksuajat (Ababio & Lu 2022, s. 10).

Kulttuurilliset haasteet liittyvät kiertotalouden kehittymiseen ympäristössä, jossa lineaarisella taloudella on juurtunut luonne. Rakennusalalla voidaan havaita haasteita, jotka aiheutuvat rakennuttajien, materiaali- ja tuotetoimittajien, sekä urakoitsijoiden kiinnostuksen, osaamisen ja sitoutumisen sekä yhteistyön puutteesta. Kiinnostuksen puutetta voidaan pitää yhtenä suurimmista hidasteista kiertotalouteen siirtymisessä. (Hart et al. 2019) Kiertotalous periaatteiden mukaisesta rakentamisesta on saatavilla vielä vähän esimerkkejä ja luottamus esimerkiksi uudelleenkäytettävien materiaalien laatuun voi olla puutteellinen. Tiedon ja osaamisen puuttuminen lisäävät riskinottamisen pelkoa. (Adams & Charlson 2021)

Kiertotalouteen kannustavan lainsäädännön ja säännöksiin puuttuminen voi olla huomattava haaste. Uudelleenkäytettävien ja kierrätettyjen materiaalien käyttäminen on osakseen hankalaa niille asetettujen vaatimusten seurauksena. Vaatimukset saattavat olla niin korkeat, että voi olla vaikeaa todistaa tuotteen turvallisuus, vaikka resurssi olisi täysin hyödynnettävissä. Tällaisena esimerkkinä voidaan pitää CE-merkintää, jota uudelleenkäytettyjen tuotteiden on vaikea saada sillä ne eivät täytä uuden tuotteen vaatimuksia. Yhtenä syynä voidaan pitää myös rakenteiden muuttuneita vaatimuksia, joita

vanhat tuotteet eivät enää täytä esimerkiksi ääneneristävyyden osalta. Jäte- ja ympäristölupien saaminen ja niihin liittyvät säädökset vievät aikaa ja saattavat aiheuttaa aikataulullisia esteitä rakennushankkeissa. (Adams & Charlson 2021)

Alakohtaisiksi esteiksi on tunnistettu rakennusalan monimutkaisuus. Rakennetulla ympäristöllä on usein pitkä elinkaari ja useita toimijoita, joilla on erilaisia kannustimia ja tärkeinä pidettävät asiat ovat erilaisia. Tämä saattaa olla ristiriidassa kiertotalouden mukaisen toiminnan kanssa. Suunnittelu- ja toimintatapojen käyttämisen tai kehittämisen puuttuminen, kuten suunnittelutyökalut ja -oppaat sekä rakennus- ja materiaalitietoihin liittyvät työkalut ovat edelleen puutteellisia ja vaikeuttaa toimintaa. Lisäksi purettujen rakenteiden uudelleen käyttämiselle ei ole valmiita ohjeita. (Hart et al. 2019) Kierrätysmateriaalien ja -tuotteiden kysyntä ja tarjonta eivät aina kohtaa, joka aiheuttaa ongelmia esimerkiksi saatavuuden tai pitkän välimatkan vuoksi (Ruokama et al. 2021, s. 59) Haasteena pidetään myös alan konservatiivisuutta. Alalla suhtaudutaan varautuneesti uusiin innovaatioihin ja ylimääräisiä riskejä pyritään välttämään. (Hart et al. 2019)

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä kandidaatintyössä kiertotalous määritellään uudeksi talousmalliksi, joka pyrkii vähentämään pitkään vallalla olleen lineaarisen talousmalliin liittyviä ongelmia, kuten ilmastomuutosta, luonnonmonimuotoisuuden katoa ja luonnonvarojen kestämatöntä käyttöä. Kiertotaloudessa käytössä olevien resurssien arvoa pyritään tehostamaan niiden elinkaarta pidentämällä jakamisen, vuokraamisen, korjaamisen ja kunnostamisen sekä uudelleenkäytön ja kierrättämisen keinoin. Käyttöikänsä päässä tuote muutetaan uudelleen resurssiksi ja näin säilytetään resurssiin sitoutunut arvo. Samalla vähennetään tarvittavien luonnonvarojen ja käytettävän energian määrää sekä jätteen syntyä. Kiertotalous korostaa arvontuotannossaan yhteistyötä ja uusia innovatiivisia keksintöjä. Näin saatu arvo jakautuu ydintoimijoiden sekä yhteiskunnan ja ympäristön kesken.

Selvityksessä tunnistettiin talonrakentamisen kiertotaloustoimiksi rakentamisen materiaalitehokkuus sekä rakennusten elinkaaren pidentäminen ja käytön optimointi. Talonrakentaminen on Suomen suurimpia luonnonvarojen kuluttajia ja jätteiden aiheuttajia, jonka lisäksi rakennukset aiheuttavat merkittävän osan energian kulutuksesta ja siten kasvihuonepäästöistä. Rakentamisen materiaalitehokkuuteen tähtäävien toimien voidaan selvityksen perusteella katsoa pienentävän rakentamisen haittavaikutuksia. Materiaalitehokkuudella pyritään tekemään sama käyttämällä vähemmän resursseja. Rakentamisessa tämä näkyy etenkin resursseja säästävinä oikeaoppisina työmenetelminä ja työmaanhallintana. Uudis- ja korjausrakentamisessa syntyvät jätteet hyödynnetään resurssina ja niistä muodostetaan uusien rakennusosien tai -tuotteiden raaka-aineita uudelleenkäyttämällä ja kierrättämällä. Materiaalitehokkuuteen kohdistuu oleellisesti kiertotalouteen ohjaavat poliittiset ohjaukeinit, kuten Euroopan unionin määrittelemä etusijajärjestys jätteiden kierrättämiselle.

Kiertotalous periaatteen mukaisesti elinkaaren pidentämisen tavoite koskee myös rakennettua ympäristöä. Rakentamisessa sitoutuneiden resurssien arvo voidaan hyödyntää ainoastaan rakennusten käyttönä. Selvityksessä tunnistettiin, ettei elinkaaren päättymisen ja purkamisen katsota aina johtuvan siitä, ettei rakennusta voisi käyttää. Syyt voivat olla myös sosiaalisia, toiminnallisia tai taloudellisia, kuten muuttuneet arkkitehtonisesti esteettiset ja toiminnalliset ratkaisut sekä korjausrakentamisen kasvaneet kustannukset purkamiseen verrattuna. Tarpeettoman elinkaaren päättymisen ehkäisemiseksi rakentamisen tulisi jatkossa huomioida paremmin rakennusten huoltaminen ja kyky muuntautua eri käyttötarkoitukseen. Monikäyttöisyydellä voitaisiin lisäksi optimoida tilojen käyttöä ja

parantaa rakennusten käyttöastetta vajaakäyttöisissä tiloissa, kuten kouluissa, joita käytetään pääasiassa vain tiettyyn aikaan vuorokaudesta.

Rakennusalan kiertotalouteen siirtymisessä on ympäristöhyötyjen lisäksi taloudellisia ja sosiaalisia mahdollisuuksia. Taloudelliset lähtökohdat perustuvat pääasiassa materiaali- ja energiatehokkuuden mukaisesti pienentyneisiin resurssi- ja energiapanoksiin sekä näin aiheutuvien jäte- ja päästökustannusten alenemiin. Sosiaalisten mahdollisuuksien nähdään selvityksessä liittyvän kiertotalouden ympärille muodostuviin uusiin työpaikkoihin sekä kiertotalouden synnyttämään jakamistalouteen.

Kiertotalouteen siirtyminen ei kuitenkaan ole täysin yksiselitteistä, vaan rakennusallalla voidaan tunnistaa talouteen, kulttuuriin, lainsäädäntöön ja säännöksiin sekä alakohtaisuuteen liittyviä haasteita. Tulevaisuudessa konservatiivisena pidetyltä rakennusallalta vaaditaan kiinnostuksen, tiedon ja yhteistyön lisääntymistä haasteiden ratkaisemisessa. Totutusta poikkeavat toimintamallit edellyttävät lisäksi lainsäädännöltä joustavuutta.

Tässä selvityksessä perehdyttiin kiertotalouteen ainoastaan talonrakentamisen näkökulmasta. Kiertotalous on laaja aihe, jonka vuoksi kiertotalouden talonrakentamiseen implementoinnin ja kehittämisen kannalta voisi olla hyödyllistä tutkia ja ymmärtää kiertotalous käsitettä vielä laajemmin. Yhtenä jatkotutkimuskohteena voisikin toimia eri alojen tapaustutkimuksiin perehtyminen ja niiden pohjalta talonrakentamiseen implementoitavan teoreettisenviitekehityksen rakentaminen tutkittujen tutkimusten tulosten ja kokemusten pohjalta.

LÄHTEET

- Ababio, B. & Lu, W. (2022). Barriers and enablers of circular economy in construction: a multi-system perspective towards the development of a practical framework. In *Construction management and economics*. MD: Routledge, pp. 1–19.
- Adams, K. & Charlson, A. (2021). D7.1 Circular economy in urban planning and building permits – possibilities and limitations. 70 p.
- Aminoff, A., Valkokari, K. & Kettunen, O. (2016). Mapping multidimensional value(s) for co-creation networks in a circular economy. In H. Afsarmanesh, L. Camarinha-Matos & A. Soares (Eds.) *Collaboration in a Hyperconnected World*. Springer International Publishing, pp. 629–638.
- Aminoff, A., Valkokari, K., Antikainen, M. & Kettunen, O. (2017). Exploring disruptive business model innovation for the circular economy. In G. Campana, R. Howlett, R. Setchi & B. Cimatti (Eds.) *Sustainable Design and Manufacturing*. Springer International Publishing, pp. 525–536.
- Antikainen, R., Alhola, K., Honkatukia, J., Kauppila, J., Kautto, P., Myllymaa, T., Mäenpää, I., Sahimaa, O., Salmenperä, H., Salminen, J., Seppälä, J. & Valve, H. (2016). *Kiertotalous Suomessa – toimintaympäristö, ohjauskeinot ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 25/2016. Valtioneuvosto. 92 s.
- Arponen, J., Granskog, A., Pantsar-Kallio, M., Stuchtey, M., Törmänen, A. & Vanthournout, H. (2014). *Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle*. Sitran selvityksiä 84. Libris, Helsinki. 72 s.
- Bach, H., Hedman, M., Heinisuo, M., Heljo, J., Joutsu, J., Kalema, T., Karjalainen, I., Kotilainen, S., Kähkönen, K., Lahdenmaa, J., Matomäki, M., Mielismäki, H., Mäki, J., Rannisto, J. & Sorri, J. (2013). *Moduulirakentaminen: teräskennoteknologian mahdollisuudet*. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. 61 s.
- Baker-Brown, D. (2017). *The Circular Economy: Construction & Demolition from: Waste to Resource productivity*. Government Office for Science, London UK.
- DeAngelis, R. (2018). *Business models in the circular economy: concepts, examples and theory*. Palgrave Macmillan, Cham. 112 p.
- Ellen MacArthur Foundation (2015). *Growth Within: A circular economy vision for a competitive Europe*. 97 p.
- Euroopan komissio (2014). *Kiertotalous – Arvon kytkeminen, luominen ja säilyttäminen*. Saatavissa (viitattu 4.9.2022): <https://op.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/c8cfd1ae-6285-40ba-879f-f2e78e4c2b6e>
- Euroopan komissio (2019). *Kierto kuntoon: Komissio on pannut kiertotaloutta koskevan toimintasuunnitelman kokonaisuudessaan täytäntöön*. Saatavissa (viitattu 4.9.2022): https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/IP_19_1480

Euroopan komissio (2020). Tuotanto- ja kulutustapojen muuttaminen: Uusi kiertotalouden toimintasuunnitelma viitoittaa tietä kohti ilmastoneutraalia ja kilpailukykyistä taloutta, jossa kuluttajilla on paremmat valinnanmahdollisuudet. Saatavissa (viitattu 4.9.2022): https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/ip_20_420

Euroopan parlamentti (2015). Mitä kiertotalous on ja miksi silla on merkitystä? Päivitetty 25.4.2022. Saatavissa (viitattu 1.9.2022): <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20151201STO05603/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-silla-on-merkitysta>

Green Building Council Finland & Sitra (2018). Näin rakennamme kiertotaloutta - 7 tavoitetta kiertotalouden toteutumiseksi KIRA-alalla. Green Building Council Finland, Helsinki. 6 s.

Hakaste, H. (2021). Purkumateriaalien kiertotalouden elementit. Teoksessa E. Huttunen (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Ympäristöministeriö, Helsinki. s. 109–122.

Hamari, A. & Kokko, S. (2021). Kiertotalouden ohjaus ja mittarit - LTKT2.0 - Lapin teollinen kiertotalous 2.0 – Lapin kiertotaloustoiminnan vahvistaminen -hanke. Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset 7/2021. 52 s.

Hart, J., Adams, K., Giesekam, J., Tingley, D., Pomponi, F., Zhao, F., Skerlos, S.J. & Sutherland, J.W. (2019). Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment. 26TH CIRP Conference on life cycle engineering (LCE), Vol.80, pp. 619–624.

Hernberg, H. (2014). Tyhjät tilat – Näkökulmia ja keinoja olemassa olevan rakennuskannan uusiokäyttöön. Ympäristöministeriö, Helsinki. 84 s.

Huttunen, E. (2021). Kiertotalous vie kohti kestäväää rakennettua ympäristöä. Teoksessa E. Huttunen (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Ympäristöministeriö, Helsinki. s. 8–20.

Huuhka, S. & Lampinen, E. (2021). Purkaa vai korjata – miksi korjausrakentaminen on parasta rakennusten kiertotaloutta? Teoksessa E. Huttunen (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Ympäristöministeriö, Helsinki. s. 30–49.

Häkkinen, T. & Ala-Kotila, P. (2019). Monikäyttöisyys ja muunneltavuus kestävässä rakentamisessa. VTT Technical Research Centre of Finland. 62 s.

Immonen, L. (2019). Kuinka kiertotalouteen siirrytään: mitä tapahtuu seuraavaksi, kiertojen sulkemisen mekanismit ja kukkulalle kipuaminen. Ethica. Päivitetty 18.3.2019. Saatavissa (viitattu 7.9.2022): <https://www.ethica.fi/fi/kuinka-kiertotalouteen-siirrytaan-mita-tapahtuu-seuraavaksi-kiertojen-sulkemisen-mekanismit-ja-kukkulalle-kipuaminen/>

Jalava, E., Leppänen, R., Lehtinen, A., Yrjönmäki, S., Korhonen, N., Tolonen, E., Simanainen, M. & Byckling, L. (2021). Kiertotalouden vaikutukset työhön ja osaamiseen. Sitra, Helsinki. 37 s.

Jäteasetus 18.11.2021/978. Saatavissa (viitattu 24.9.2022): <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210978>

Jätelaki 17.6.2011/646. Saatavissa (viitattu 23.9.2022): <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>

Korhonen, J., Honkasalo, A. & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. In *Ecological economics*. MD: Elsevier B.V, 2018, Vol.143, pp. 37–46

Lacy, P., Long, J. & Spindler, W. (2020). *The Circular Economy Handbook: Realizing the Circular Advantage*. Palgrave Macmillan, London, 350 p.

Lacy, P. & Rutqvist, J. (2015). *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage*. Palgrave Macmillan, Basingstoke, 264 p.

Lakeuden etappi. Jätehuolto osana arjen kiertotaloutta. Saatavissa (viitattu 7.9.2022): <https://www.etappi.com/jateneuvonta/jatehierarkia-ohjaa-toimintaa/>

Lehtonen, K. (2022). Purkuhankkeen toteutus kiertotaloutta tukien. Teoksessa E. Huttunen (toim.) *Kiertotalous rakennetussa ympäristössä*. Ympäristöministeriö, Helsinki, s.124–133.

Lieder, M. & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of cleaner production*, Vol.115, pp. 36–51.

Material Economics (2018). *The circular economy – a powerful force for climate mitigation. Transformative innovation for prosperous and low-carbon industry*. Material Economics Sverige AB, Stockholm, 176 p.

Mukherjee, S. (2020). *Value chain and supply chain*. Ranchi University.

O'Neill, M. (2014). *Rakennustyömaan kestävät käytännöt*. Suomen Ympäristöopisto SYKLI, 36 s.

Peuranen, E. & Hakaste, H. (2014). *Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma: Ramate-työryhmän loppuraportti*. Ympäristöministeriön raportteja 17/2014. Ympäristöministeriö. 34 s.

Ratu KI-6020 (2010). *Rakentamisen tuotantotekniikka*. Rakennustieto Oy. 274 s.

Rakennusteollisuus RT ry. *Rakennettu ympäristö ratkaisee energiatehokkuuden*. 20 s.

Rakennusteollisuus (2022). *Rakennustuotannon arvo vuonna 2021*. Päivitetty 10.08.2022. Saatavissa (viitattu 1.9.2022): <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/>

ROTI (2019). *Rakennetun omaisuuden tila 2019-raportti*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 52 s.

ROTI (2021). *Rakennetun omaisuuden tila 2021-raportti*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 48 s.

Ruokama, E., Savolainen, H., Seppälä, J., Sironen, S., Räisänen, M., Auvinen, A. & Antikainen, R. (2021). *Kiertotalous vähähiilisyiden edistäjänä ja luonnon monimuotoisuuden turvaajana*. Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:6. 138 s.

Ruuska, A. & Häkkinen, T. (2014). *Material Efficiency of Building Construction*. In *Buildings (Basel)*, 2014, Vol.4 (3), pp. 266–294.

Simons, M., Honkatukia, J., Antikainen, R., Hippinen, I., Merenheimo, T., Lehtomaa, J., Kautto, P., Mikkola, M., Tikkanen, S. & Salmenperä, H. (2018). Taloudelliset ohjauskeinot kiertotalouden arvoketjuissa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 54/2018. Valtioneuvosto.

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2017). Jätetilasto 2017. Tilastokeskus. Päivitetty 9.7.2019. Saatavissa (viitattu 2.9.2022): http://www.stat.fi/til/jate/2017/jate_2017_2019-07-09_tie_001_fi.html

Suomen ympäristökeskus (2020). Kiertotalouden tieto käyttöön – Kahdeksan keskeistä teemaa ja uudet tietotarpeet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 6/2020. 60 s. Saatavissa (viitattu 30.8.2022): <http://hdl.handle.net/10138/310568>

Suomela, M. & Lehto, A. (2021). Kiertotalous ja kiertotalouden mukainen suunnittelu rakennusallalla. INARO. 28 s.

Tihinen, H., Suikkanen, T., Pirilä, M. & Toorikka, A. (2022). Rakenteiden ja materiaalien ehjänä purkaminen sekä uudelleenkäyttö. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C: Raportteja, 85. Karelia-ammattikorkeakoulu. 73 s.

Tikkanen, S., Antikainen, R., Kautto, P. & Salmenperä, H. (2018). Katsaus kiertotalouden mahdollisiin taloudellisiin ohjauskeinoihin. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 4/2018. Valtioneuvoston kanslia, 60 s.

Työ- ja elinkeinoministeriö (2013). Kestävää kasvua materiaalitehokkuudella – Työryhmän esitys Kansalliseksi materiaalitehokkuusohjelmaksi. Työ- ja elinkeinoministerin julkaisuja konserni 33/2013, 31 s.

Tähkänen M. & Tähtinen L. (2021). Katsaus kiinteistö- ja rakennusalan ilmastokestävyyden nykytilaan. Green Building Council Finland. 43 s.

Vainio, T. & Nippala, E. (2021). Rakentamisen yhteiskunnalliset vaikutukset. VTT, 21 s.

Valtioneuvosto (2019). Osallistava ja osaava Suomi - sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Valtioneuvoston julkaisuja 2019:31, 213 s.

Valtioneuvosto (2021). Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta. Ympäristöministeriö & Työ- ja elinkeinoministeriö. 11 s.

Vierikko, K., Nieminen, H., Salomaa, V., Häkkinen, J., Salminen, J. & Sorvari, J. (2020). Kiertotalous maankäytön suunnittelussa. Kaavoitus kestävän ja luonnonvaroja säästävän kaupunkiympäristön edistäjänä. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 45/2020. Suomen ympäristökeskus, 103 s.

Wautelet, T. (2018). Exploring the role of independent retailers in the circular economy: a case study approach. 177 p.

Wojnarowska, M., Ówlicki, M. & Ingrao, C. (2022). Sustainable Products in the Circular Economy: Impact on Business and Society. Routledge, NY. 280 p.

WWF (2020). Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss. WWF, Gland. 83 p.

Ympäristöministeriö. Rakentamisen kiertotalous. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 23.9.2022a): <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous>

Ympäristöministeriö. Jätelainsäädäntö. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 23.9.2022b):
<https://ym.fi/jatelainsaadanto>

Zhu, Y., Lonka, H., Tähtinen, K., Anttonen, M., Isokääntä, P., Knuutila, A., Lahdensivu, J., Mahiout, S., Mäntylä, A., Raimovaara, M., Rantio, T., Santonen, T. & Teittinen, T. (2022). Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisuuden näkökulmasta. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:15. Valtioneuvoston kanslia. 163 s.