

Opinnäytetyö (YAMK)

Kiertotalouden liiketoimintamallit -tutkimusryhmä

2022

Pauliina Oksanen

Teolliset symbioosit kiertotalouden edistäjinä



Opinnäytetyö (YAMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Kiertotalouden liiketoimintamallit -tutkimusryhmä

2022 | 112 sivua, 2 liitesivua

Tekijä Pauliina Oksanen

Teolliset symbioosit kiertotalouden edistäjinä

Nykyinen talousjärjestelmämme perustuu niin sanottuun lineaariseen talousmalliin, jossa valmistetaan, kulutetaan ja heitetään tuote pois joskus vain yhdenkin käyttökerran jälkeen. Kiertotalous on yksi ratkaisu aikamme kestävyyskriisin ja ilmastonmuutoksen hallintaan. Kiertotalous on syklinen talousjärjestelmän malli, jossa materiaalit ja niiden arvo pyritään pitämään talousjärjestelmässämme mahdollisimman pitkään erilaisin liiketoimintamallein toteutettuna. Työssä tutkitaan kiertotaloutta ja teollisten symbioosien tärkeyttä yhtenä kiertotalouden liiketoimintamallina. Teolliset symbioosit on yhteistyöhön perustuva malli, jossa pyritään käyttämään resursseja hyödyksi mahdollisimman tehokkaasti. Työssä tutustutaan Suomen Teolliset symbioosit -toimintaohjelmaan osallistumalla sen työpajatyöskentelyyn. Työpajatyöskentelyn vaikuttavuuden mittaamiseen tarvitaan jokin metodi tai työkalu, jonka tekemiseen tämän työn laadullinen tutkimusosuus antaa taustatietoa.

Kiertotaloutta palvelevia portaaleja on jo hyvin olemassa, mutta portaalien hajautuneisuus haittaa niiden löydettävyyttä. Työhön on koottu olemassa olevien portaalien esittely. Työn tulokset tarjoavat työkaluja kiertotalouden edistämiseen sekä tutkimustietoa ja jatkokehitysajatuksia FISS-työpajojen vaikuttavuuden mittaamiseen. Työkaluista hyötyvät asiantuntijat ja yritykset, jotka ovat kiinnostuneita kiertotaloudesta tai FISS-toiminnasta.

Asiasanat:

Kiertotalous, teolliset symbioosit, kestävä kehitys

Master's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Circular Business Models research group

2022 | 112 pages, 2 pages in appendices

Author Pauliina Oksanen

Industrial symbioses as a promoter for circular economy

Our current economic system is based on a so-called linear economic model, in which a product is manufactured, consumed, and sometimes discarded after only one use. Circular economy is one solution to tackle the sustainability crisis and climate change of our time. Circular economy is a cyclical economic system model, which aims at keeping the materials and their value in our economic system as long as possible through different circular economy business models. The study focuses on circular economy and the importance of Industrial symbioses as one implementation of circular economy business models. Industrial symbiosis is a collaborative model that seeks to make the most efficient use of resources. This study examines an action program called Finnish Industrial Symbiosis System by participating in its workshop. The qualitative research part of the present study provides background information and ideas for creating a method or tool to measure the effectiveness of workshop activities.

Existing portals that serve circular economy are decentralized on the internet. This study gathers and introduces the existing portals in Finland. The study results provide tools for promoting circular economy and offer qualitative data and ideas for measuring the effectiveness of FISS-workshops. In addition, they benefit circular economy experts and companies who take an interest towards circular economy or FISS-program.

Keywords:

Circular economy, industrial symbioses, sustainable development

Sisältö

| | |
|---|-----------|
| Käytetyt lyhenteet tai sanasto | 11 |
| 1 Johdanto | 13 |
| 2 Selosteosa | 15 |
| 2.1 Työn toteutustapa | 16 |
| 2.2 Teoreettinen viitekehys | 17 |
| 3 Kiertotalous | 20 |
| 3.1 Kiertotalouden kolme jäsentelymallia | 20 |
| 3.1.1 Sitran jäsentelymalli | 21 |
| 3.1.2 Ellen MacArthur Foundation -yhdistyksen jäsentelymalli | 24 |
| 3.1.3 Cambridge yliopiston jäsentelymalli, N.M.P. Bocken ym. | 28 |
| 3.2 Tuotteiden valmistus ja suunnittelu | 31 |
| 3.2.1 Teknisen suunnittelun malli Cradle2Cradle | 33 |
| 3.3 Miksi kiertotalous on tärkeää | 35 |
| 3.4 Kiertotalouden nykytila Suomessa | 36 |
| 3.5 Kiertotalouden potentiaali Suomessa | 39 |
| 3.6 Kiertotalouden indikaattorit | 48 |
| 3.7 Kiertotalouden haasteet | 51 |
| 3.8 Kiertotalouden ohjauskeinot | 53 |
| 3.8.1 Taloudelliset ohjauskeinot | 54 |
| 3.8.2 Viranomaisten toiminnan ja asiantuntijuuden kehitys sekä verkostoituminen | 59 |
| 3.8.3 Tietoisuuden lisääminen informaatio-ohjauksella | 60 |
| 3.8.4 Vapaaehtoisuuteen perustuvat Green Deal -sopimukset | 62 |
| 3.8.5 Lainsäädäntö | 63 |
| 3.9 Kriittiset materiaalit | 64 |
| 3.10 Kiertotalouden portaalit | 69 |
| 3.10.1 Valtakunnallinen Materiaalitori | 72 |
| 3.10.2 Yritysten huutokauppasivusto huutomylly.fi | 73 |

| | |
|---|------------|
| 3.10.3 Julkisen sektorin huutokauppa kiertonet.fi | 74 |
| 3.10.4 Maa-ainesten maapörssi | 75 |
| 3.10.5 Maarakennusmateriaalien vaihtoportaali maapaikka.fi | 77 |
| 3.10.6 Maatalousmuovien kierrätys | 78 |
| 3.10.7 mansyns.fi | 81 |
| 3.10.8 Raksanouto netlet.fi | 82 |
| 3.10.9 Purkutavaran kauppapaikka purkutori.fi | 82 |
| 3.10.10 Rakennustarvikkeiden outlet | 83 |
| 3.10.11 SeutuMassa-työkalu maamassojen hallintaan PK-seudulla | 83 |
| 4 Teolliset symbioosit | 85 |
| 4.1 Teollisten symbioosien rooli kiertotaloudessa Suomessa | 87 |
| 4.2 Teollisten symbioosien haasteet | 88 |
| 4.3 Teollisten symbioosien edistäminen ja työpajatyöskentely | 93 |
| 4.4 CASE Teolliset symbioosit -työpaja | 95 |
| 4.5 Teolliset symbioosit -työpajojen vaikuttavuustutkimus | 98 |
| 5 Lopuksi | 103 |
| 6 Yhteenveto | 105 |
| Lähteet | 107 |

Liitteet

Liite 1. Teolliset symbioosit -työpajan palautekysely ja vastaukset

Liite 2. Teolliset symbioosit -työpajojen vaikuttavuustutkimuksen kysymykset

Kaavat

Kuvio 1. Maailman väestömäärä ja vuosikasvun ennuste: arvio 1950–2020 luvuilta, kasvuennuste vuosille 2020–2100 (YK 2019, s. 5).

Kuvat

| | |
|--|----|
| Kuva 1. Työn teoreettinen viitekehys. | 18 |
| Kuva 2. Sitran kiertotalouden jäsentelymalli. | 22 |
| Kuva 3. Ellen MacArthur Foundation -yhdistyksen järjestelmäkaavio kiertotaloudesta suomennettuna (Sitra 2014b, 5). | 26 |
| Kuva 4. Kestävän kehityksen mukaiset liiketoimintamallien arkkityypit (Bocken ym. 2014, 48). | 29 |
| Kuva 5. Bocken ym. kahdeksan eri liiketoiminnan arkkityyppiä (Bocken ym. 2014, 48). | 30 |
| Kuva 6. Suunnittelun ja valmistusvaiheen kustannukset vs. vaikuttavuudet tuotteen elinkaariajattelussa (De Groene Zaak and Ethica 2015, 6). | 32 |
| Kuva 7. Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö OECD:n ennuste globaalista materiaalityypin kasvusta välillä 2017–2060 (Euroopan komissio 2020, 4). | 36 |
| Kuva 8. Suomen kierrätysasteen kansainvälinen vertailu (Sitra 2015). | 37 |
| Kuva 9. Kiertotalouden potentiaalisimmat toimialat (Sitra 2014b). | 40 |
| Kuva 10. Materiaalin loppukäsittely Suomessa 2012 ilman kaivosteollisuuden ja rakennussektorin jätteitä (Sitra 2014b, 14). | 42 |
| Kuva 11. Materiaalien loppukäsittely materiaalityypeittäin Suomessa 2012 ilman puu ja mineraalimateriaaleja (Sitra 2014b, 14). | 43 |
| Kuva 12. Tarkasteltujen sektorien kiertotalouspotentiaalinen arvo on yhteensä 1,5 miljardia euroa (Sitra 2014b, 63). | 47 |
| Kuva 13. Kiertotalousliiketoiminnan indikaattorit (Tilastokeskus n.d). | 50 |
| Kuva 14. Maametallien kriittisyysluokitus ja niiden tarve EU-alueen strategisesti tärkeillä sektoreilla ja teknologian alueilla (Euroopan komissio 2020, 1). | 65 |
| Kuva 15. Energia- ja liikenne -sektorit kuten tuuli- ja aurinkoenergiavoimalat sekä e-ajoneuvot vaativat paljon erilaisia materiaaleja valmistukseen. Kuvassa sektorien materiaali-intensiteetti kg/MW (EEB ym. 2021, 14). | 68 |
| Kuva 16. Kunnan toissijaisen jätehuoltopalvelu TSV:n prosessi Materiaalitorissa (kuva: Tiina Paju, materiaalitori.fi). | 73 |

| | |
|---|-----|
| Kuva 17. Yritysten kokemat haasteet teollisten symbioosien muodostamisessa (Sitra 2014a, muokattu). | 91 |
| Kuva 18. Vastanneiden 133 yrityksen suhde teollisiin symbiooseihin ja toimiala (Sitra 2014a, muokattu). | 92 |
| Kuva 19. FISS-työpajojen vaikuttavuustutkimuksen tuloksia. | 100 |
| Kuva 20. FISS-työpajojen vaikuttavuustutkimuksen tuloksia. | 101 |
| Kuva 21. FISS-työpajojen vaikuttavuustutkimuksen tuloksia. | 102 |

Taulukot

| | |
|---|----|
| Taulukko 1 Suomen suurimmat jätteet toimialoittain vuonna 2018 (tiedot SVT 2020a). | 44 |
| Taulukko 2 Potentiaalisimmat sektorit, niiden taloudellinen potentiaali ja edistämistoimenpiteet Suomessa (tiedot Sitra 2014b, 15, 25, 28, 31, 39, 42, 53, 57, 64). | 46 |
| Taulukko 3 Taloudellisten ohjauskeinojen kehittämismahdollisuuksia luonnonvarojen kestäväälle käytölle (Tikkanen ym. 2018, s.42). | 56 |
| Taulukko 4 Taloudellisten ohjauskeinojen kehittämismahdollisuuksia tuotteiden pitämiseksi kierroissa mahdollisimman pitkään (Tikkanen ym. 2018, s. 43). | 57 |
| Taulukko 5 Taloudellisten ohjauskeinojen kehittämismahdollisuuksia jätteiden ja sivuvirtojen kierrätyksessä raaka-aineeksi (Tikkanen ym. 2018, s. 44). | 58 |
| Taulukko 6 Kiertotalouden portaalit. | 69 |
| Taulukko 7 Maapörssin maalajiluokitukset (tiedot maapörssi n.d). | 76 |
| Taulukko 8 Tuottajavastuun piiriin kuuluvat ja kuulumattomat maatalousmuovityypit (tiedot Maatalousmuovijäte n.d). | 79 |
| Taulukko 9 Kierrätettävän maatalousmuovin ohjeet (muovit.zerowaste.fi, muokattu). | 80 |
| Taulukko 10 Maatalousmuovin keräyshinnat (Zerowaste muovit 2021, muokattu). | 81 |
| Taulukko 11 SeutuMASSA-työkalun maamassahaun valintakriteerit (SeutuMASSA n.d, muokattu). | 84 |
| Taulukko 12 PITS-työpajassa löytyneet synergioiden aihiot. | 97 |

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

| | |
|---------------|---|
| Biomimetiikka | Biologiaa ja teknologiaa hyödyntävä monitieteellinen tutkimusala, joka pyrkii ratkaisemaan käytännön ongelmia ottamalla mallia luonnossa esiintyvistä rakenteista, toiminnoista ja materiaaleista |
| BKT | Bruttokansantuote |
| CMU | Circular material use rate, mittaa kierrätetyn materiaalin osuutta kaikesta materiaalin käytöstä |
| DMC | Domestic material consumption, kansantalouden materiaalityöjälkeä mittaava luku |
| EXP | Export |
| FISS | Finnish Industrial Symbiosis System, teolliset symbioosit Suomessa on yhteistyöhön perustuva toimintamalli, jolla pyritään edistämään kiertotaloutta |
| IMP | Import |
| ISL | International Synergies Limited, kansainvälinen toimintaohjelma, jonka pyrkimyksenä on edistää teollisia symbiooseja ympäri maailman |
| LUKE | Luonnonvarakeskus |
| LVM | Liikenne- ja viestintäministeriö |
| MARA-asetus | Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa |
| MMM | Maa- ja metsätalousministeriö |
| OKM | Opetus- ja kulttuuriministeriö |
| Sivuvirta | Valmistavasta teollisuudesta syntyvä turhaksi jäänyt raaka-aine tai materiaali, jolla voi olla potentiaalia |

jonkun toisen valmistajan tai yritystoimintaa harjoittavan käsissä

| | |
|----------------|---|
| SYKE | Suomen ympäristökeskus |
| TEM | Työ- ja elinkeinoministeriö |
| TSV | Kunnan toissijainen vastuu jätehuoltopalvelussa |
| Tuottajavastuu | Tuotteiden valmistajalle tai maahantuojalle kohdennettu vastuu järjestää ja kustantaa markkinoille saattamiensa tuotteiden jätehuolto |
| UM | Ulkoministeriö |
| VATT | Valtion taloudellinen tutkimuskeskus |
| VM | Valtiovarainministeriö |
| VTT | Teknologian tutkimuskeskus |
| YM | Ympäristöministeriö |

1 Johdanto

Nykyinen talousjärjestelmämme perustuu niin sanottuun lineaariseen talousmalliin, jossa valmistetaan, kulutetaan ja heitetään tuote pois joskus vain yhdenkin käyttökerran jälkeen. Kiertotalous on syklinen talousjärjestelmän malli, jossa materiaalit ja niiden arvo pyritään pitämään talousjärjestelmässämme mahdollisimman pitkään erilaisin liiketoimintamallein toteutettuna. Kiertotalous tarjoaa yhden ratkaisutavan aikamme kestävyyskriisin ja ilmastonmuutoksen hallintaan. Kiertotalouden mukainen talousjärjestelmä vaatii yhteistyöverkostoja ja keskinäistä yhteistyötä monen eri alan yritysten kesken. Työssä perehdytään yli 20 vuotta sitten kehitettyyn yhteistyöhön perustuvaan teolliset symbioosit - toimintamalliin ja sen roolin tärkeyteen kiertotalouden edistämisessä.

Tutkimuskysymyksenä on, miksi teolliset symbioosit ovat tärkeitä kiertotalouden edistäjinä. Kokemus teollisten symbioosien toimintaohjelmista on osoittanut niiden olevan hyvin tärkeä osa hiilidioksidipäästöjen vähentämistavoitteissa, jätevirtojen hyödyntämisessä materiaalina sekä neitseellisten raaka-aineiden kysynnän vähentäjinä. Toimintamallissa pyritään ottamaan teollisuudesta syntyvien sivuvirtojen materiaalit käyttöön mahdollisimman tehokkaasti.

Yrityksille toimivista symbiooseista on sekä liiketaloudellista että ympäristöllistä hyötyä. Työn kvalitatiivinen tutkimusosuus keskittyy (Finnish Industrial Symbiosis System) FISS-mallin toimintaan Suomessa. FISS-toiminnan yhtenä lähtökohdiana on saada materiaalivirtojen tuottajat ja hyödyntäjät kohtaamaan toisensa. Teolliset symbioosit -toimintamalli tarjoaa tähän työpajamenetelmän, jonka tarkoituksena on löytää yritysten välillä synergioita ja edistää teollisten symbioosien muodostumista. Tätä työtä Suomessa fasilitoi Motiva yhteistyössä FISS-aluekoordinaattoreiden kanssa. Tämän työn yhtenä tavoitteena on kerätä laadullista tutkimustietoa, jota voidaan hyödyntää työpajatyöskentelyn vaikuttavuuden mittaamisessa ja mittaamisen kehittämisessä.

Työn toisena tavoitteena on tiivis esittely kiertotaloutta palvelevista portaaleista. Kiertotalouden portaalit ovat yksi tärkeä kohtaamispaikka yrityksille. Tällä hetkellä portaalit ovat hajautuneet toimintakentälle melko laajasti ja

kiertotalouden asiantuntijoillakin on hankala muodostaa näistä kokonaiskuva. Portaalien esitys vastaa kysymyksiin mitä materiaalikategorioita portaali sisältää, kenen käyttöön portaali on suunnattu ja kuka ylläpitää sitä.

Työn tulokset antavat työkaluja FISS-toiminnan kehitykseen Suomessa. Työkaluista hyötyvät asiantuntijat ja yritykset, jotka ovat kiinnostuneita FISS-toiminnasta. Työ sisältää kehitysajatuksia siitä, miten ja millä tavalla FISS-toiminnassa työpajojen vaikuttavuutta voisi tulevaisuudessa mitata.

2 Selosteosa

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia teollisten symbioosien roolia kiertotalouden edistäjinä. Työn tavoitteen saavuttamiseksi työn etenemistä ohjasi tutkimuskysymys: miksi teolliset symbioosit ovat tärkeitä kiertotalouden edistäjiä?

Työn tavoitteita oli kaksi. Työssä haluttiin selkiyttää olemassa olevat kiertotaloutta palvelevat portaalit Suomessa, joista voi hyötyä teollisten symbioosien aluekoordinaattorit, kiertotalouden asiantuntijat sekä teollisista symbiooseista kiinnostuneet yritykset. Työn toinen tavoite liittyy Suomen teolliset symbioosit -toimintaohjelmaan. Toimintaohjelmaa toteuttavalla Motivalla ja Turun alueen FISS-aluekoordinaattori Turun amk:lla on tarve työkalulle tai metodille, jonka avulla työpajan vaikuttavuutta saataisiin arvioitua. Tässä työssä kerättiin laadullista tutkimustietoa, jota voidaan hyödyntää työpajatyöskentelyn vaikuttavuuden mittaamisessa ja mittaamisen kehittämisessä.

Opinnäytetyö tehtiin osana meneillään olevaan seitsenvuotiseen Circwaste-nimiseen hankkeeseen. Työn tekijä oli mukana yhdessä Circwaste-hankkeen monista työryhmistä, jonka tarkoituksena oli suunnitella ja järjestää teollisia symbiooseja edistävä työpaja Pirkanmaan alueella. Työpajaan kutsutut yritykset olivat Pirkanmaalla sijaitsevia yrityksiä hyvin monelta eri toimialalta. Yrityksille lähetettiin ensin kutsuviesti sähköpostitse, jonka jälkeen yrityksien yhteyshenkilöille soitettiin puhelimitse. Ilmoittautujia oli yhteensä 42, joista paikalle saapui 27 osallistujaa 21:stä eri yrityksestä. Työpaja toteutettiin hybridimallina, jossa kaksi osallistujaryhmää muodosti satelliittityöpajan ja yksi ryhmistä toimi etätyöpajana. Zoom-etäyhteydellä mukana oli 16 osallistujaa, satelliittityöpajassa Virroilla kolme (3) osallistujaa ja Tampereen satelliittityöpajassa 8 osallistujaa. Työpajan jokaisessa ryhmässä oli 1–2 työpajan järjestäjää toimimassa työpajan fasilitoijana (kts. luku 4.4).

Tämän työn tavoitteena oli kehittää työpajan vaikuttavuuden mittaamista. Vaikuttavuustietoihin tarvitaan kuitenkin syvempiä tietoja, kuin mitä tämän

ensimmäisen osan työpajasta pystyttiin keräämään. Työpaja oli vasta ensitapaaminen osallistuville yrityksille, ja mahdolliset symbioosien aihiot pääsivät vasta alkukehitys vaiheeseen. Toteutetusta työpajasta teetettiin kuitenkin Office forms -palautekysely, jossa kartoitettiin työpajan onnistumista sekä hyötyä osallistuville yrityksille. Palautekyselyyn saatiin kolme vastausta (kts. liite 1).

Varsinaista työpajojen vaikuttavuuden mittaamista edistäviä tietoja lähdettiin tämän jälkeen kartoittamaan kyselytutkimuksella (kysymykset liitteessä 2). Kyselyt lähetettiin FISS-aluekoordinaattoreille ja kyselyn tietolähteenä olivat jo aikaisempina vuosina järjestetyt työpajat. Tutkimusmuodoksi valikoitui Office forms -kyselytutkimus, sillä kysymyksiin vastaaminen edellytti vastaajilta tietojen hakemista ja muistelemista aiemmin toteutetuista työpajoista. Kyselyn saajat koostuivat Motivalta saaduista kuudesta aktiivisesta FISS-aluekoordinaattorista, joita oli yhteensä kuusi (6) Suomen kuudelta eri alueelta. Vastauksia saatiin neljä (4), joka edustaa noin viidesosaa Suomen FISS-aluekoordinaattoreista. Vastausten analyysimenetelminä käytettiin numeerisen aineiston kuvailevaa määrällistä analyysiä sekä tekstimuotoisen aineiston laadullista analyysiä.

2.1 Työn toteutustapa

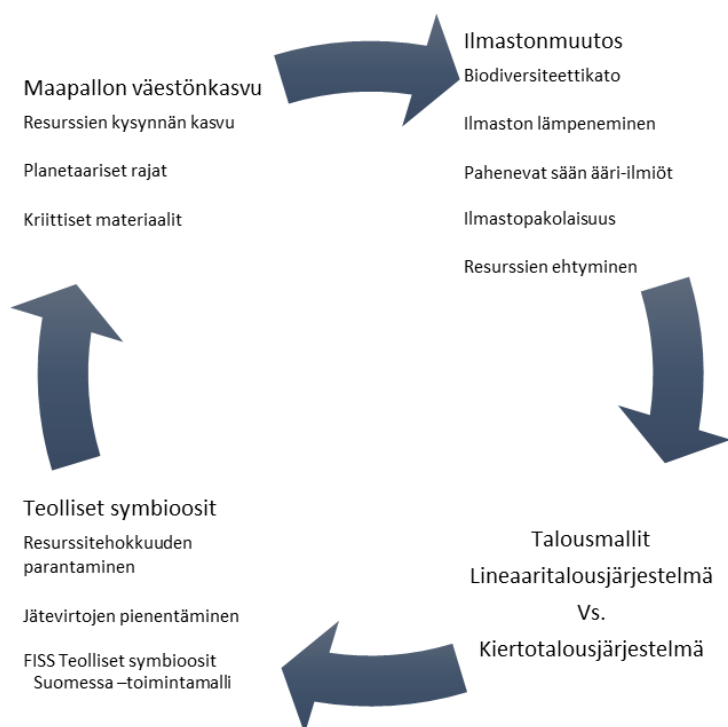
Työssä tehtiin taustatutkimus kiertotaloudesta, joka on työn teoriaosuus. Metodina tässä käytettiin teoriahakuista kirjallisuusselvitystä, jossa tutkittiin kiertotaloutta sekä teollisia symbiooseja. Kirjallisuuslähteinä käytettiin useita Valtioneuvoston selvityksiä, Finna-kirjastopalvelusta löydettyjä opinnäytetöitä, vertaisarvostelussa olleita ScienceDirect -tieteislehden julkaisuja, Motivan-, Ympäristöministeriön-, Suomen Itsenäisyysrahasto Sitran-, YK:n, Työ- ja elinkeinoministeriön sekä Euroopan komission julkaisuja. Työssä selvitettiin kiertotalouden ja teollisten symbioosien potentiaalia Suomessa sen taloudellisesta sekä materiaalitehokkuuden näkökulmista.

Kiertotalouden portaalit löydettiin kiertotalouden asiantuntijoilta saatujen tietojen kautta, alan Uusiouutiset-lehdestä sekä internet-hakujen kautta.

Työn tekijä osallistui myös Pirkanmaan alueella marraskuussa 2021 toteutettuun teolliset symbioosit -työpajan suunnitteluun ja toteutukseen. Työpajasta suoritettiin palautekysely kaikille osallistuneille. Teollisten symbioosien vaikuttavuutta tutkittiin lähettämällä Office forms -kyselytutkimus sähköpostiin kuudelle FISS-aluekoordinaattorille ympäri Suomen. Kyselyn tavoitteena oli selvittää toteutettujen työpajojen ja työpajoissa syntyvien synergioiden lukumäärä, työpajoista lähtöisin olevien teollisten symbioosien määrää sekä symbioosien materiaalivaihdannan ja taloudellisen hyödyn suuruutta. Kyselyssä kartoitettiin myös aluekoordinaattorien mielipiteitä siitä, millä metodeilla työpajojen vaikuttavuuden mittaamista voitaisiin jatkossa tehdä (kysymykset liite 2).

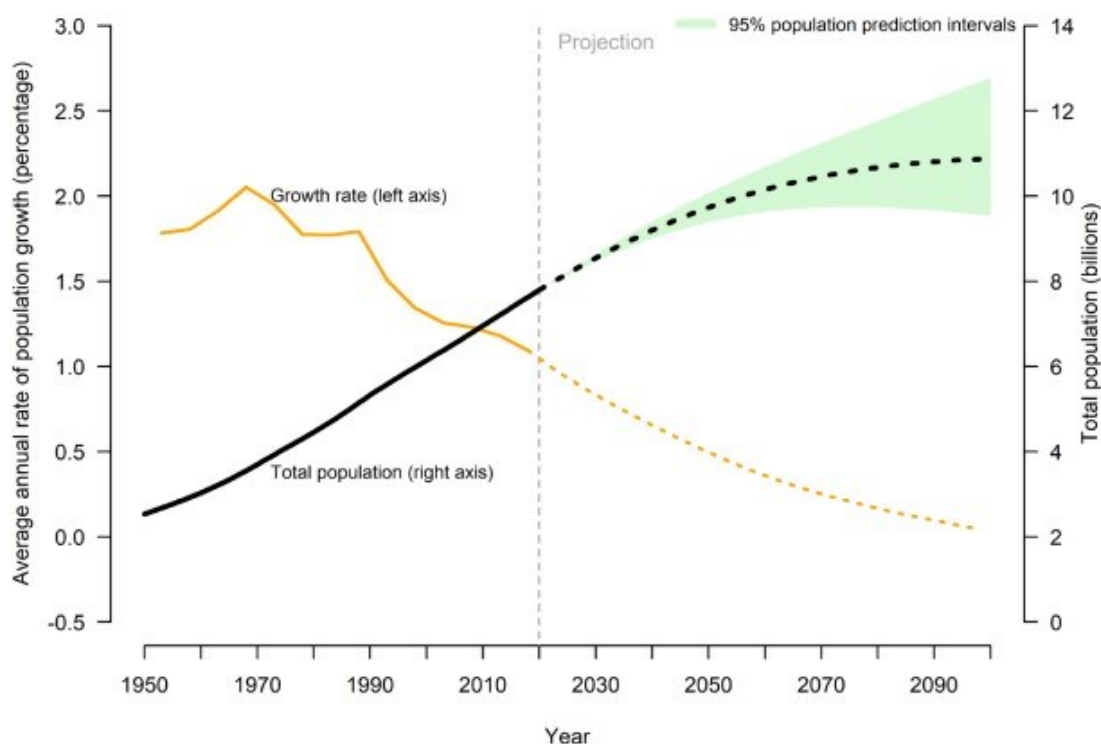
2.2 Teoreettinen viitekehys

Työn teoreettinen viitekehys koostuu maapallon väestön kasvun kiihdyttämästä ilmastonmuutoksesta ja uudenmallisesta talousjärjestelmä -ajattelusta yhtenä ratkaisuna aikamme kestävyyskriisiin. Työ keskittyy erityisesti teollisten symbioosien tarkasteluun kiertotalouden liiketoimintamallien viitekehyksessä ja työssä pohditaan symbioosien roolia kiertotalouden edistäjinä. Katso kuva 1.



Kuva 1. Työn teoreettinen viitekehys.

Ihmiskunta on ajautunut kestävyyskriisiin nopean väestönkasvun seurauksena. Maapallon nopean väestönkasvun on mahdollistanut tekniset edistysaskeleet ruoan tuotannossa 1960–1985-luvulla, jota kutsutaan myös Vihreäksi vallankumouksen ajaksi. Maanviljelyn muuttaminen luomuviljelystä teolliseksi tehoviljelykseksi kolminkertaisti viljasadot maailmanlaajuisesti vähentäen lapsikuolemia ja mahdollistaen väestönkasvun nopeutumisen. (Wilson n.d.) Maapallon väestömäärä oli Yhdistyneiden kansakuntien YK:n arvion mukaan 7,7 miljardia vuonna 2019. Väestönkasvu oli suurimmillaan vuosina 1965–1970 (keskimääräinen kasvu 2,1 % / vuosi), jonka jälkeen väestönkasvu hidastui noin puoleen (1,1 % / vuosi) ja kasvun on arvioitu hidastuvan edelleen vuosisadan loppuun. Väestönmäärän arvioidaan olevan 8,5 miljardia vuonna 2030, 9,7 miljardia vuonna 2050 ja 10,9 miljardia vuosisadan lopussa 2100. Katso kuvio 1 YK:n arvioimasta maailman väkiluvusta ja sen kasvuennusteesta.



Kuvio 1. Maailman väestömäärä ja vuosikasvun ennuste: arvio 1950–2020 luvuilta, kasvuennuste vuosille 2020–2100 (YK 2019, s. 5).

Maailman suhteellisesti suuri väestön määrä yhdistettynä vallitsevaan lineaariseen talousjärjestelmäämme on ajanut maapallomme sen kestävyysrajoille. Linearisessa talousjärjestelmässä talouden kasvu on riippuvainen neitseellisten luonnon raaka-aineiden käytöstä, jossa luonnon resurssit nähdään vapaana tuotantopanoksena sen sijaan, että sille olisi asetettu oma arvonsa. Kiertotalous on uudenlainen talousjärjestelmän ajattelumalli, jonka tarkoituksena on päästä kohti kestävämpää kehitystä. Kiertotalouden mukaisessa järjestelmässä pyritään sulkemaan materiaali- ja ainekiertoja, säästäten näin neitseellisten raaka-aineiden käyttöä. Kiertotalous parantaa tuotannon ja kulutuksen resurssitehokkuutta ottamalla käyttöön uutta teknologiaa valmistuksessa, käyttämällä uusiutuvia energialähteitä, muuttamalla kulutustottumuksia, hyödyntämällä digitalisaation mahdollisuuksia ja vähentämällä jätteiden syntyä. Kiertotalous ei yksinään ole ratkaisu globaalin ylikulutuksen ongelmiin ja niistä aiheutuviin lieveilmiöihin, mutta se on yksi tehokas keino vähentää neitseellisten raaka-aineiden käyttöä ja sitä kautta vähentää negatiivista vaikutustamme planeetallemme.

Yksi kiertotalouden liiketalousmalleista on teolliset symbioosit -toimintamalli. Teolliset symbioosit on yhteistyöhön perustuva toimintamalli, joka nostaa materiaalien resurssitehokkuutta ja vähentää neitseellisten materiaalien tarvetta. Mallissa pyritään ottamaan teollisuudesta syntyvien sivuvirtojen materiaalit käyttöön mahdollisimman tehokkaasti ja hyödyntämään niitä uusiotuotannossa.

3 Kiertotalous

3.1 Kiertotalouden kolme jäsentelymallia

Nykyinen talousjärjestelmämme perustuu ns. lineaariseen talousmalliin, joka perustuu ihmisten kuluttamiseen. Linearisessa talousjärjestelmässä tuote valmistetaan, sitä käytetään ja heitetään pois joskus vain yhdenkin käyttökerran jälkeen. Lineaarinen talousjärjestelmä pohjautuu 1700-luvun teollisen vallankumouksen aikoihin, jolloin ihminen keksi koneet ja massatuotanto oli ensimmäistä kertaa toteutettavissa. Ihmisten kulutukseen perustuva talousjärjestelmä on kuitenkin ajanut luonnonresurssiemme käytön ääri rajoille, joka on johtanut meidät törmäyskurssille planetaaristen rajojen kanssa. Kiertotalous on uudenlainen, kestävän kehityksen mukainen talousjärjestelmä. Kiertotalouden mukaisessa järjestelmässä pyritään sulkemaan materiaali- ja ainekiertoja, säästään näin neitseellisten raaka-aineiden käyttöä. Kiertotalouden lopullisena tavoitteena voidaan pitää niin sanottua irtikytkentää. Irtikytkennällä tässä yhteydessä tarkoitetaan talouskasvun mahdollistamista ilman ympäristöhaittojen kasvua ja ilmastonmuutoksen kiihdyttämistä. Irtikytkentä voi olla suhteellista tai absoluuttista. Suhteellisessa irtikytkennässä talouskasvun johdosta aiheutuneet päästöt ovat pienentyneet aiempaan verrattuna. Suhteellista irtikytkentää on nähtävissä jo monissa maissa, joissa palveluiden suhteellinen osuus on kasvanut ja talouden tuottavuus noussut. Absoluuttisessa irtikytkennässä sen sijaan päästöt pienenevät kokonaisuudessaan talouskasvun kanssa samaan aikaan. Absoluuttista irtikytkentää on havaittavissa monien teollisuusmaiden, kuten Suomen, kehityksessä. (Sitra 2018.) Arvostelijoiden mukaan irtikytkentä ei kuitenkaan ole täysin mahdollista, vaikka se tilastollisesti tarkasteltuna siltä näyttäisikin. Syynä tähän on teollisen tuotannon ulkoistaminen tarkasteltavan valtion rajojen ulkopuolelle, jolloin ympäristövaikutukset ja ilmastopäästöt eivät näy kyseisen maan tilastoissa. Taloustieteilijät ovat jakautuneet asian kanssa erilleen. Osa taloustieteilijöistä uskoo irtikytkennän olevan mahdollista siinä missä osa tieteilijöistä epäröi sen mahdollisuuksia todellisessa maailmassa.

Kiertotalous parantaa tuotannon ja kulutuksen resurssitehokkuutta ottamalla käyttöön uutta teknologiaa valmistuksessa, käyttämällä uusiutuvia energialähteitä, muuttamalla kulutustottumuksia ja vähentämällä jätteiden syntyä. Kiertotalous ei yksinään ole ratkaisu globaalin ylikulutuksen ongelmiin ja niistä aiheutuviin lieveilmiöihin, mutta se on yksi tehokas keino vähentää neitseellisten raaka-aineiden käyttöä ja sitä kautta vähentää negatiivista vaikutustamme planeetallemme. Jotta kiertotalouden mukaista uudenlaista ajattelumallia kyettäisiin hallitsemaan ja ottamaan käyttöön käytännön tasolla, tarvitaan kiertotalouden jäsentelymalleja luomaan ajattelupohjaa uudellisille liiketoiminnoille.

Kiertotalous terminä on vielä melko uusi eikä sille ole olemassa yhtä tarkkaa määritelmää tai mallia, vaan määritelmät riippuvat hyvin paljon sen määrittävästä tahosta. Tässä työssä esitellään kolme kiertotalouden liiketoimintamallin jäsentelyä, jotka ovat Sitran selkeä jäsentelymalli, Nancy M.P. Bocken (2014, 42–56) hyödylliseksi todettu malli sekä englantilaisen Ellen MacArthur Foundation -yhdistyksen mallin. Kiertotalouden strategisen ohjelman ehdotuksessa 2021 Valtioneuvosto kirjoitti Ellen MacArthur Foundationin laatiman järjestelmäkaavion olevan vakiintunein tapa havainnollistaa kiertotaloutta.

3.1.1 Sitran jäsentelymalli

Maailman ensimmäinen kiertotalouden kansallinen tiekartta luotiin Sitran johdolla yhdessä keskeisten ministeriöiden ja muiden sidosryhmien kanssa vuonna 2016. Tiekartta kiertotalouteen listaa viisi painopistealuetta, joilla tavoitellaan Suomen kiertotalouden edelläkävijyyttä. Tiekartan painopistealueina ovat 1) Kestävä ruokajärjestelmä, 2) Maaperäiset kierrot, 3) Tekniset kierrot, 4) Liikkuminen ja logistiikka ja 5) Yhteiset toimenpiteet. Tiekartan pitkän tähtäimen visiona on luoda kiertotaloutta globaalisti luoden muun muassa vahvaa vienti- ja teknologiavetoista toimintaa, koko arvoketjun kattavia ratkaisuja ja yhteistyöverkostoja. (Sitra 2016, 4.) Sitran työ kiertotalouden edistäjänä on noteerattu myös maailmalla. Vuonna 2018 Sitra

palkittiin maailman johtavaksi julkisen sektorin kiertotaloustoimijaksi *The Circular Awards* -kilpailussa Maailman talousfoorumin yhteydessä. (Sitra n.d.)

Sitran kiertotalouden jäsentelymalli jaottelee liiketoimintamallit viiteen eri liiketoiminta-alueeseen, joita ovat tuotteen elinkaaren pidentäminen, tuote palveluna, jakamislustat, uusiutuvuus, resurssitehokkuus & kierrätys (kuva 2).

Kiertotalouden viisi liiketoimintamallia



Tuote-elinkaaren pidentäminen

Tuotteita pidetään alkuperäisessä käyttötarkoituksessaan mahdollisimman pitkään tai useita käyttökertoja mm. korjaamisen ja kunnostuksen keinoin, jolloin uusien tuotteiden ostamisen ja valmistamisen tarve vähenee.



Tuote palveluna

Asiakas maksaa tietyistä toiminnoista tai suorituskyvystä ja välttyy omistamisen riskeiltä. Omistajuuden kokonaiskustannukset säilyvät palveluntarjoajalla, ja tuloja kertyy esim. liisauks- tai vuokrasopimuksesta.



Jakamislustat

Digipohjaisilla alustoilla edistetään tavaroiden ja resurssien käyttöasteiden kasvattamista ja elinkaaren pidentämistä mm. vuokrauksen, myymisen, jakamisen ja uudelleenkäytön myötä.



Uusiutuvuus

Tuotteissa ja niiden suunnittelussa suositetaan uusiutuvia, kierrätettäviä ja biohajoavia materiaaleja sekä ekosuunnittelun periaatteita. Fossiilisia energianlähteitä korvataan uusiutuvilla.



Resurssitehokkuus & kierrätys

Teknologinen kehitys mahdollistaa resurssitehokkuuden kasvun arvoketuissa, prosesseissa ja tuotteissa sekä tehokkaamman kierrätyksen. Sivuvirrat ovat arvokasta raaka-ainetta uusiotuotteisiin ja -materiaaleihin.

SITRA

Kuva 2. Sitran kiertotalouden jäsentelymalli.

Sitran kaikki viisi liiketalousmallia edistävät resurssien käytön tehokkuutta ja pienentävät uudistuotannon tarvetta, joka itsessään pienentää neitseellisten materiaalien kysyntää.

Tuote-elinkaaren pidentäminen

Oleellisena osana tuote-elinkaaren pidentämisessä on tuotteen valmistus- ja suunnitteluprosessit. Valmistavien yritysten TKI-investoinnit ja kiertotalouden mukaisten suunnittelumallien käytöllä on merkittävä osa kiertotalouteen siirtymisessä. % osuudet suunnitteluvaiheessa koko tuote-elinkaaren ympäristövaikutuksiin ja ilmastopäästöihin on merkittävä. Suunnitteluvaiheessa

raaka-aineketjun muokkaaminen kohti kierrätettyjen materiaalien suurempaa käyttöastetta vähentää osaltaan tuotteen valmistuksesta koituvia negatiivisia ympäristövaikutuksia. Tarkemmin tämän liiketoimintamallin vaikuttavuutta kiertotaloudessa käsitellään tämän työn luvussa 3.2.

Tuote palveluna

Sitra näkee paljon potentiaalia jakamistalouteen ja yhteistyöhön perustuvaan kulutukseen. Tässä liiketoimintamallissa kuluttaja ei omista itse fyysistä tuotetta. Yritys, järjestö tai yhteisö tarjoaa palvelun ja toimittaa haluttuja ominaisuuksia tai kykyjä asiakkaalle. Näin yritykset saavat pitkäaikaisemmin tuottoa samasta tuotteesta, sillä myyntisuorituksia saadaan enemmän. Kuluttaja hyötyy mallista sen helppouden ja tarkoituksenmukaisuuden kautta. Mallin toteutuessa kuluttajan ei tarvitse itse huolehtia tuotteen tai hyödykkeen ylläpidosta ja korjailuista. Tuote ei myöskään vie tila- tai talousresursseja silloin kun sen käytölle ei ole tarvetta. Sosiaalis-ekonomiselta näkökulmalta tarkasteltuna tuote palveluna -liiketoimintojen syntyminen luo ihmisille työpaikkoja. Esimerkkeinä jakamistalouden kohteista on yhteiskäyttö autot, musiikki- ja video striimaus palvelut sekä erilaiset vuokrauspalvelut. Autojen käyttöaste on hyvin pientä talouskohtaista tarkastelua tehtäessä, ja suurimman osan ajasta auto on käyttämättömänä paikoillaan. Autoteollisuus on yksi suurista teollisuusaloista, jotka vaativat kriittisten materiaalien käyttöä. Autoteollisuudessa tapahtuva murros kohti hybridi- ja sähköautoja tulee tarkoittamaan yhä kasvavaa kriittisten materiaalien kysyntää, joiden riittävyys on tällä hetkellä kyseenalaista (kts. luku 3.9 Kriittiset materiaalit). Yhteiskäyttöautojen yleistyminen vähentäisi uuden tuottamisen tarvetta pitkällä aikajänteellä, ja olisi myös taloudellisesti järkevämpää kuluttajapuolta ajatellen. Erilaiset musiikki- ja videostriimauspalvelut kuten Spotify, Netflix, Viaplay ovat vähentäneet fyysisten tuotteiden valmistustarvetta, tuoden samalla lisäarvoa käyttäjilleen laajan palvelu- ja sisältötarjonnan muodossa. Muita vuokraus- ja jakamistalouden palveluista voisi mainita tekstiilialalla lähiaikoina yleistyneet vaatevuokrauspalvelut Vaatepuu, Vaaterekki, Eilanhenkari ym.,

pienlaitevuokraamot, harrastusväline vuokraamot ja esimerkiksi taloyhtiön yhteinen työkaluvarasto, joka mahdollistaa yhteiskäyttöiset työkalut erilaisiin korjaus- ja saneeraustöihin. Kaikkien tuote palveluna -liiketoimintojen yhteinen piirre on tarve toimiville digialustojen kehitystyölle. Parhaimmillaan tuote palveluna -liiketalousmalli on edullisempaa sekä palvelun tarjoajalle että sen kuluttajalle. Malli luo myös korkeampaa käyttöastetta tuotteille, jonka ansiosta tuotteen valmistustarve ja näin primääriraaka-aineiden tarve pienenee.

Jakamislustat

Digipohjaisilla jakamislustoilla on tärkeä rooli kiertotalousmallin käyttöönotossa. Jakamislustoilla tuotteiden ja resurssien vuokraus, myyminen ja jakaminen mahdollistavat tuotteiden ja resurssien käyttöasteiden kasvattamisen ja elinkaaren pidentämisen. Jakamislustat muodostavat pohjan mm. erilaisille kiertotalouden portaaleille, jossa materiaalit saadaan tehokkaaseen hyötykäyttöön sen sijaan, että niitä käsiteltäisiin jätteinä. Esimerkkinä toimivasta jakamislustasta on Motivan ylläpitämä valtakunnallinen Materiaalitori-niminen jakamislusta, joka mahdollistaa yritysten ja organisaatioiden tarjonnan ja kysynnän kohtaamisen toimivalla markkinapaikalla. Kiertotalouden portaaleja käydään läpi tarkemmin työn osiossa 3.

3.1.2 Ellen MacArthur Foundation -yhdistyksen jäsentelymalli

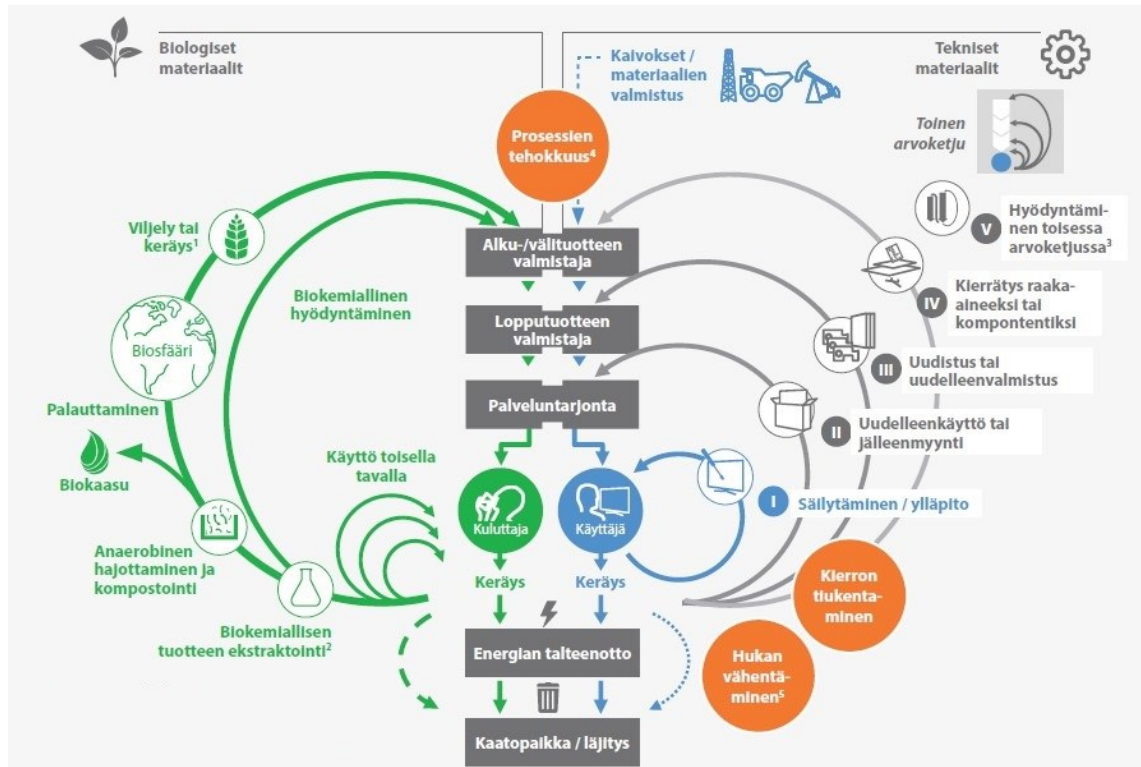
Ellen MacArthur Foundation on englantilaisen, jo eläköityneen purjehtija Ellen MacArthurin perustama yhdistys, joka kehittää ja edistää kiertotalouden etenemistä globaalisti. Yhdistys tekee yhteistyötä yritysten, korkeakoulujen poliittisten päättäjien ja instituutioiden kanssa, jotta kiertotalouden järjestelmäratkaisut saataisiin käyttöön maailmanlaajuisesti.

Yhdistyksen mukaan tuotteiden ja materiaalien kiertoa voidaan edistää viidellä tavalla: ylläpidolla, käyttämällä uudestaan tai jakelemalla,

uudelleenvalmistamalla tai uudistamalla, kierrättämällä tai hyödyntämällä toisessa arvoketjussa. Hyödyntäminen toisessa arvoketjussa tarkoittaa tuotteen materiaalien tai tuotteen osien hyödyntämistä toisessa arvoketjussa tuotteen elinkaaren loppupäässä, kun materiaalia ei pystytä hyödyntämään enää sen alkuperäisessä tarkoituksessa. Jotta hyödyntäminen toisessa arvoketjussa olisi mahdollista ja kustannustehokasta, tulisi noudattaa viittä periaatetta, jotka luovat kiertotalousmallin perustan (Sitra 2014b):

1. Jätteen poisto suunnitteluvaiheessa. Tuotteiden ja palvelujen suunnitteleminen niin, että niiden käyttäminen uudelleen, niiden uudelleenvalmistus tai kierrättäminen uusiomateriaaliksi olisi mahdollista. Tavoitteena tuotantoon laitettujen resurssien ja käytetyn materiaalin arvon pitäminen talouden kierrossa mahdollisimman pitkään.
2. Tuotteen elinkaaren pidentäminen muunneltavuuden avulla. Tuotteiden modulaarisuus, mukautuvuus (/päivitettävyyys) ja muunneltavuus pidentävät tuotteen elinikää, vähentäen uusiotuotannon tarvetta.
3. Nojaa uusiutuvaan energiaan. Uusiutuva energia on kiertävää ja sopii siksi kiertotalouden uusiutuvuuden ajatusmalliin.
4. Systemiajattelu. Kiertotalouden koko potentiaali havaitaan vasta sitten, kun systeemin kaikkia osia tarkastellaan yhtenä suuren kokonaisuutena.
5. Jäte on ruokaa. Tuotteista ja palveluista syntyvän jätteen palauttaminen osaksi ravinneketjua on olennainen osa kiertotaloutta.

Ellen MacArthur Foundation -yhdistyksen luoma kiertotalouden jäsentelymalli jakaa materiaalikierrot biologisiin ja teknisiin materiaalikierroihin. Jäsentelymallia kutsutaan myös perhosmalliksi (Butterfly model) sen perhosta muistuttavan kuviomuodostelman takia, katso kuva 3.



Kuva 3. Ellen MacArthur Foundation -yhdistyksen järjestelmäkaavio kiertotaloudesta suomennettuna (Sitra 2014b, 5).

Ellen MacArthurin järjestelmä koostuu sisäkierron ja ulkokierron palautesilmukoista, jotka kuvaavat tuotteiden ja materiaalien palauttamista takaisin talousjärjestelmään. Kaavion sisemmällä olevilla palautesilmukoilla on suurempi taloudellinen hyöty ja suuremman arvoketjun omaavat tuote-, palvelu- ja materiaalikierrat. Järjestelmässä tuotteet ja materiaalit jaetaan uusiutuviin biologisiin kiertoihin sekä uusiutumattomiin teknisen kierron tuotteisiin ja materiaaleihin.

Teknisen kierron uloin palautesilmukka on kierrätys, jonka arvoketjun suuruus on pienempi sisempiin palautesilmukkoihin verrattuna, kun sitä tarkastellaan kiertotalouden näkökulmasta. Kierrätyksellä tässä kontekstissa tarkoitetaan tuotteen hajottamista osiin ja siinä olevien materiaalien ottoa hyötykäyttöön valmistuksessa. Kierrätys-palautesilmukkaan päätyneiden tuotteiden ja materiaalien arvo on pienin, sillä kierrätykseen päätyneiden tuotteiden valmistukseen käytetty energia, materiaali ja aikaresurssit nollaantuvat.

Teknisen kierron sisemmässä palautesilmukassa tuotteen uudistus / uudelleenvalmistus on toiminto, jossa tuote palautetaan sen uudisarvoa vastaavaan kuntoon. Kolmas palautesilmukka ulkoapäin on tuotteen uusiokäyttö / jälleenmyynti, jossa hyödynnetään tuotetta sen alkuperäisessä tarkoituksessaan. Tämä nostaa tuotteen käyttöastetta ja hyödyttää talousjärjestelmää suuremmin kuin sitä uloimmat palautesilmukat. Tuotteen jakaminen ja ylläpitoon kohdennettavat toimenpiteet ovat taloudelliselta arvoltaan suurin palautesilmukka. Järjestelmän viimeisin vaihtoehto on tuotteen hyödyntäminen energijätteenä tai sen päätyminen kaatopaikalle, joka ei tuota ollenkaan tai tuottaa vain vähän lisäarvoa talousjärjestelmään.

Biologisen kierron uusiutuvat materiaalit ja tuotteet pyritään pitämään kierrossa mahdollisimman pitkään kahdella erisuuntaisella arvoketjun luonnilla. Alas kierrätys (engl. downcycling / cascading) on kierrätystoiminto, jossa kierrätetystä materiaalista tai tuotteesta tehdään laadultaan tai toimivuudeltaan heikompi tuote tai materiaali, kuin mitä se alun perin oli. Ylös kierrätys (engl. upcycling) tarkoittaa päinvastaista kierrätystoimintoa, jossa kierrätetystä materiaalista tai tuotteesta tehdään laadultaan tai toimivuudeltaan parempi tuote tai materiaali, kuin mitä se alun perin oli. Biologisen kierron uloimmat silmukat ovat ylös kierrätyksen palautesilmukoita. Näissä palautesilmukoissa pyritään hyödyntämään kierrossa olevia materiaaleja ja tuotteita muuntamalla niistä kemiallisesti korkeamman jalostusasteen tuotteita tai käyttämällä tuotteita / materiaaleja jollakin toisella tavalla. Korkeamman jalostusasteen tuote-esimerkkinä on esimerkiksi palautesilmukka, jossa kerätty biojäte ja talteen otetut biokemialliset tuotteet hajotetaan anaerobisesti, jonka oheistuotteena syntyy biokaasua. Anaerobisesta jätteen hajottamisesta ja kompostoinnista saadaan tehtyä myös esimerkiksi maanparannusaineita, jonka palautesilmukka mahdollistaa alun perin jätteenä käsitellyn materiaalin palauttamisen turvallisesti maaperään. Biologisen kierron sisemmät palautesilmukat ovat alas kierrätyksen palautesilmukoita. Näissä palautesilmukoissa kierrätetty tuote päätyy alemman arvoketjun tuotteeksi verrattuna sen alkuperäiseen tarkoitukseen. Esimerkkeinä tuotteen päätyemisestä alemman arvoketjun palautesilmukkaan on käytöstä poistetun tekstiilin käyttö siivousratteina. Poistotekstiilistä tehdyt

eristysmateriaalit, terassilaudat tai öljyn imeytysmatot ovat myös esimerkkejä tuotteen alas kierrätyksestä.

3.1.3 Cambridge yliopiston jäsentelymalli, N.M.P. Bocken ym.

Cambridge yliopiston insinööriosaston neljä tekijää kehittivät hyvin erilaisen ja hieman teknisemmän jäsentelymallin kestäväen kehityksen mukaisille liiketoiminnoille, joka ottaa huomioon hyvin erilaisista lähtökohdista tulevat yritykset, organisaatiot, järjestöt ja sosiaaliset toimijat. Jäsentelymallin taustalla työryhmän teoreettisena viitekehystenä toimi arvonluontiketjun perusta. Arvonluontiketju sisältää arvoehdotuksen, arvon luomisen / toimittamisen ja lopulta arvon valjastamisen talousjärjestelmän käyttöön maksimoiden resurssien käytön ja minimoiden materiaalin konseptoinnin jätteeksi (Bocken ym. 2014, 43). Malli jaottelee liiketoiminnalliset toimijat kolmeen eri pääryhmään, joita ovat tekninen, sosiaalinen ja organisaatiollinen liiketoimintaryhmä (kts. kuva 4).

| Groupings | Technological | | | Social | | | Organisational | |
|------------|---|---|---|---|--|--|---|---|
| | Archetypes | | | Archetypes | | | Archetypes | |
| Archetypes | Maximise material and energy efficiency | Create value from waste | Substitute with renewables and natural processes | Deliver functionality rather than ownership | Adopt a stewardship role | Encourage sufficiency | Repurpose for society/ environment | Develop scale up solutions |
| | Examples | Examples | Examples | Examples | Examples | Examples | Examples | Examples |
| | Low carbon manufacturing/ solutions | Circular economy, closed loop | Move from non-renewable to renewable energy sources | Product-oriented PSS - maintenance, extended warranty | Biodiversity protection | Consumer Education (models); communication and awareness | Not for profit | Collaborative approaches (sourcing, production, lobbying) |
| | Lean manufacturing | Cradle-2-Cradle | Solar and wind-power based energy innovations | Use oriented PSS- Rental, lease, shared | Consumer care - promote consumer health and well-being | Demand management (including cap & trade) | Hybrid businesses, Social enterprise (for profit) | Incubators and Entrepreneur support models |
| | Additive manufacturing | Industrial symbiosis | Zero emissions initiative | Result-oriented PSS- Pay per use | Ethical trade (fair trade) | Slow fashion | Alternative ownership: cooperative, mutual, (farmers) collectives | Licensing, Franchising |
| | De-materialisation (of products/ packaging) | Reuse, recycle, re-manufacture | Blue Economy | Private Finance Initiative (PFI) | Choice editing by retailers | Product longevity | Social and biodiversity regeneration initiatives ('net positive') | Open innovation (platforms) |
| | Increased functionality (to reduce total number of products required) | Take back management | Biomimicry | Design, Build, Finance, Operate (DBFO) | Radical transparency about environmental/ societal impacts | Premium branding/ limited availability | Base of pyramid solutions | Crowd sourcing/ funding |
| | | Use excess capacity | The Natural Step | Chemical Management Services (CMS) | Resource stewardship | Frugal business | Localisation | "Patient / slow capital" collaborations |
| | | Sharing assets (shared ownership and collaborative consumption) | Slow manufacturing | | | Responsible product distribution/ promotion | Home based, flexible working | |
| | | Extended producer responsibility | Green chemistry | | | | | |

Kuva 4. Kestävän kehityksen mukaiset liiketoimintamallien arkkityypit (Bocken ym. 2014, 48).

Mallin pääryhmäjaottelu perustuu Boons and Ludeke-Freund vuonna 2013 tekemään jäsentelyyn, jonka N.M.P. Bocken ym. totesivat olevan kaikista kuvaavin ja selkein jaottelu tutkimuksessa esiin tulleille kestävän kehityksen liiketoimintamalleille. Liiketoimintamallien jaottelu selkeisiin pääryhmiin mahdollistaa mallin monipuolisen käytön eri toimialoilla. Toimiva jäsentely helpottaa eri toimialoilla toimivien yritysten ja organisaatioiden kiertotalouden potentiaalin löytymistä. Teknologinen liiketoiminnan alue sisältää liiketoiminnan arkkityypit, jotka sisältävät hyödyllisimpiä elementtejä esimerkiksi tuotannon prosesseihin ja tuotekehityksen alueisiin; yhteiskunnallinen / sosiaalinen liiketoiminnan alue sisältää liiketoiminnan arkkityypit, jotka sisältävät sosiaalisen innovaation elementtejä (esimerkiksi innovaatiot kuluttaja rajapinnoille ja innovaatiot kuluttajien käytöksen muutokseen), kun taas organisaatiollinen alue

sisältää innovaatiolliset arkkityypit organisaation sisäisen muutoksen tekemiseen (esimerkiksi yrityksen luottamusvastuun siirto). (Bocken ym. 2014.)

Nämä kolme liiketoiminnan pääryhmää pitävät sisällään kahdeksan eri liiketoimintamallin arkkityyppiä, joiden sisältämät liiketoimintamallit ovat luotu mahdollisimman moneen erilaiseen yritykseen ja tahoan sovellettavaksi (kuva 5).

| Pääryhmittely | Teknologia | | | Yhteiskunta | | | Organisaatio | |
|---------------|-------------|---|--------------------------|---|---|------------------------------|--------------------------|--|
| | Arkkityypit | Materiaalin ja energian resurssitehokkuuden maksimointi | Arvon luonti "jätteestä" | Uusiutuvien energialähteiden käyttö ja luonnolliset prosessit | Toiminnallisuuden tarjoaminen omistuksen sijaan | Roolit resurssien hallintaan | Riittävyyden edistäminen | Liiketoimintojen kohdistaminen yhteiskunnan / ympäristön hyväksi |
| | | | | | | | | |

Kuva 5. Bocken ym. kahdeksan eri liiketoiminnan arkkityyppiä (Bocken ym. 2014, 48).

Kukin liiketoiminnan arkkityyppi sisältää erilaisia liiketoimintoja kestävän kehityksen arvoketjun luomiseen. Liiketoiminnan muutoksen tekemiseen ei välttämättä tarvitse pitäytyä saman arkkityyppikategorian tarjoamissa liiketoiminnallisissa toimenpiteissä, mutta jäsentelymalli antaa suuntaviivat kiertotalouden jalkauttamiseen käytännön tasolla. Jotta kiertotalousmalliin siirtyminen olisi systemaattista ja kyseiselle yritykselle myös taloudellisesti järkevää, voi jäsentelymallin liiketoimintoja valita käyttöön eri pääryhmien alta yrityksen tarpeiden mukaan.

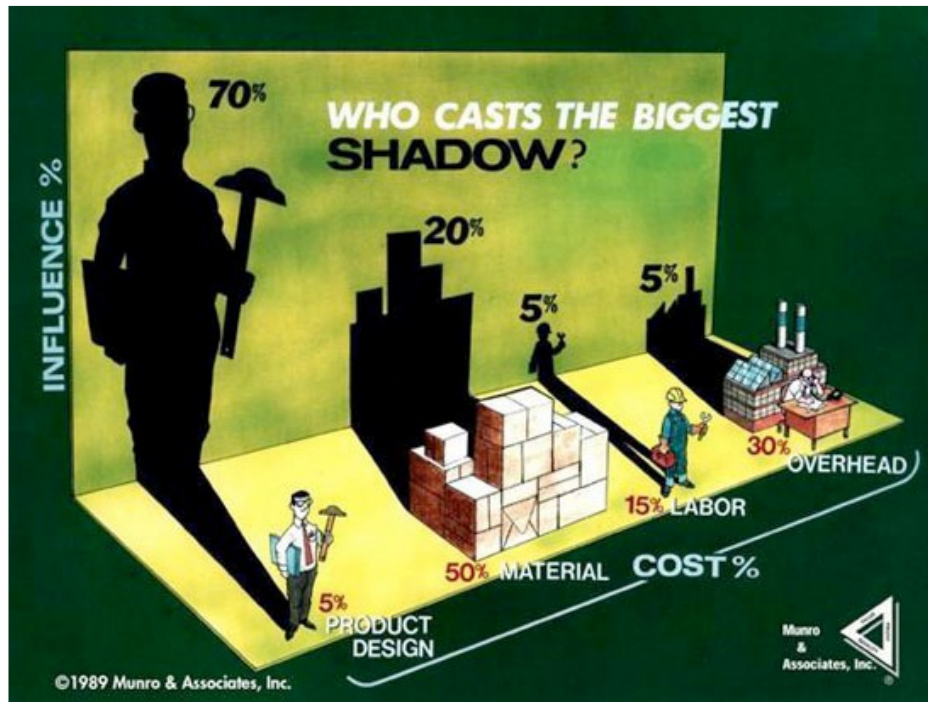
Jokainen liiketoiminnan arkkityyppi tarjoaa konkreettisia toimenpiteitä, joiden avulla kyseisen mallin mukainen uudenvuodenlainen tapa toimia saataisiin osaltaan tehtyä. Liiketoiminnan arkkityypit ovat vahvasti sidoksissa toisiinsa ja liiketoimintojen lähemmässä tarkastelussa huomaa, että jotkin arkkityypit sisältävät hyvinkin paljon samankaltaisia arvoketjun osia. Arkkityyppien ydinajatuksena on yhdenmukaistaa kaikkien sidosryhmien edut ja laittaa ympäristön ja yhteiskunnan etu tärkeimmiksi määrittäviksi tekijöiksi.

Bocken ym. malli on melko yksityiskohtainen, ja mallia tarkastellessa saa kokonaiskuvan siitä, miten eri liiketoiminnalliset pääryhmät voivat toteuttaa kestäväen kehityksen mukaisia toimintoja ja edistää kiertotaloutta.

Tämän työn kannalta keskeisin on *arvon luonti jätteestä* -arkkityyppi, joka sisältää teolliset symbioosit. Teollisten symbioosien lisäksi kyseinen arkkityyppi sisältää seuraavat liiketoimintamallit: 1) Kiertotalous, suljetut materiaalivirrat, 2) kehdestä kehtoon Cradle2Cradle -metodi, 3) Uusiokäyttö, kierrätys, uudelleenvalmistus, 4) Takaisinotto -palvelu, 5) Vapaiden resurssien hyödyntäminen, 6) Jakamistalous, 7) Laajennettu valmistajan vastuu. Arkkityyppikategorian peruslähtökohtana on luoda arvoa tuotteista ja materiaaleista vähentäen samalla jätteen määrää.

3.2 Tuotteiden valmistus ja suunnittelu

Kiertotalouden mukaisten tuotteiden elinkaaren merkittävin osa-alue on suunnitteluvaihe, jonka takia tässä työssä perehdytään aiheeseen paremmin. On arvioitu, että tuotesuunnittelulla on suurin vaikutus tuotteen elinkaarivaikutuksiin, vaikka suunnittelukustannukset ovat vain murto-osa tuotteen valmistusprosessin kokonaiskustannuksista (kts. kuva 6).



Kuva 6. Suunnittelun ja valmistusvaiheen kustannukset vs. vaikuttavuudet tuotteen elinkaariajattelussa (De Groene Zaak and Ethica 2015, 6).

Yksi kiertotalouden tavoite liiketaloudellisesta näkökulmasta tarkastellen on tuottaa arvo vähemmällä materiaalin hyödyntämisellä ja säilyttää sen arvo kierrossa mahdollisimman pitkään. Tuotteen suunnitteluvaiheessa otetaan kantaa tuotteen koko elinkaarta koskeviin aihealueisiin. Kiertotaloutta myötäilevien tuotesuunnittelu metodien ultiimaattinen tavoite on pitää tuote kierrossa mahdollisimman pitkään. Tuotteen eliniän pidentäminen on yksi tehokas tapa, joka johtaa pienentyneeseen materiaalin tarpeeseen, sillä jo olemassa olevaa tuotetta ei tarvitse tehdä uudelleen. Tuotteiden suunnittelu ihminen edellä, pyrkimyksenä tehdä tuotteesta haluttu ja omistajansa kiintymystä herättävä tukee tätä suunnittelun strategiaa. (Bocken ym. 2016.)

Klassisen pitkäikäisyyden avulla tuotteen ikää pyritään pidentämään suunnitteleamalla kestävä, korjattava, muokattava sekä päivitettävissä oleva tuote. Kaikki nämä tuotteen ominaisuudet ovat tärkeä osa tuotesuunnittelussa, jotka vievät kohti pienempää materiaalin ja energian kulutusta. Jotta tuotteen pitkä elinikä olisi mahdollista toteuttaa, se vaatii olemassa olevaa hyvää

jälkimarkkinointia ja palvelujen helppoa saatavuutta. Tämä luo osaltaan uusia liiketoiminnan mahdollisuuksia ja tuotteen valmistajalle perusteita kalliimmalle hinnalle. Kuluttajan näkökulmasta korkea hinta tulee usein edullisemmaksi tuotteen pitkäikäisyyden ja korkean palvelutason myötä. Kestävät tuotteet, jotka ovat periyttävissä vielä jälkipolville omaa helposti oman kannattajakuntansa etenkin niiden kuluttajien kohdalla, jotka arvostavat laatua ja jakavat ainakin osittain kiertotalouden mukaisen arvopohjan.

Tässä työssä tarkastellaan lähemmin tunnetuksi tullutta teknisen suunnittelun mallia nimeltä kehdesta kehtoon (engl. Cradle2Cradle), joka antaa työkaluja kiertotalouden mukaisesti suunniteltuihin ja valmistettuihin tuotteisiin (kts. luku 3.2.1).

3.2.1 Teknisen suunnittelun malli Cradle2Cradle

Kehdosta kehtoon on kiertotalouden mukainen teknisen suunnittelun malli. Suunnittelumallin luoja Michael Braungart ja William McDonough ovat sitä mieltä, että jäteongelmamme on ratkaistavissa oikealla tuotesuunnittelulla. Tuotteen suunnittelulla on suurin rooli siinä, miten tuotetta pystytään huoltamaan, korjaamaan, jakamaan, jatkokäyttämään, kunnostamaan ja eliniän lopussa ottamaan takaisin kiertoon jatkovalmistukseen. (De Groene Zaak and Ethica 2015, 6.)

Kehdosta kehtoon -mallin perimmäisenä ajatuksena on käyttää tuotteen valmistuksessa raaka-aineita, jotka pystyttäisiin hyödyntämään uusiutuotannon raaka-aineena / tuotantopanoksena tuotteen poistuttua käytöstä. Mallia hyödyntämällä materiaalikiertoja saadaan suljettua ja materiaalit pystytään pitämään tehokkaasti kierrossa, minimoiden samalla tuotteesta koitua jäte.

Kehdosta kehtoon metodi huomioidaan jo tuotteen suunnitteluasteella materiaalivalinnoista lähtien. Jotta käytöstä poistetun tuotteen materiaalit olisivat mahdollisimman helposti uudelleen käytettävissä, tulisi käytettävien materiaalien olla mahdollisimman puhtaita. Metodin mukaisesti tuotetuissa materiaaleissa ei saa olla mitään ympäristölle tai ihmiselle haitallisia aineita.

Haitalliseksi luokiteltujen aineiden välttäminen valmistuksessa ja materiaalien koostumuksen puhtaus ja / tai helposti toisistaan eriteltävissä olevat materiaalit antavat hyvän ja selkeän pohjan materiaalien uusiokäytölle tuotteen elinkaaren loppuvaiheessa. Tätä kuvaa suunnittelumallin käsite ”waste = food”, jossa jätteeksi luokitellusta tuotteesta voi tulla ruokaa uuden tuotteen valmistusprosessissa. Materiaalikoostumusten pitäminen mahdollisimman yksinkertaisena tai helposti toisistaan eriteltävinä vähentää myös tarvetta uusiomateriaalien jatkojalostukseen, joka joidenkin materiaalien kohdalla vähentää myös niiden laatuominaisuuksia.

Metodin mukaisesti tuotetut tuotteet tulisi voida lajitella kahteen eri kategoriaan, jotka ovat teknisen- ja biologisen materiaalikierron tuotteet. Metodien mukaan teknisen kierron tuotteilla on suljettu materiaalikierto ja biologisilla materiaalikierron tuotteilla avoin materiaalikierto. Jälkimmäisessä materiaalikierrossa huomioidaan tieto siitä, että aina ei ole mahdollista saada kaikkea käytettyä materiaalia takaisin kiertoon valmistusvaiheessa. Tällaisissa tapauksissa jätevirrat ja päästöt olisi suunniteltava niin, ettei niistä olisi haittaa ympäristölle ja mieluiten jopa niin, että niillä olisi positiivinen vaikutusarvo ympäristölle. (Bocken ym. 2014, 49–50.) Jos kuitenkin biologiset materiaalit ja kemikaalit onnistutaan pitämään puhtaina, voidaan ne palauttaa ekosysteemiin tuottamatta harmia ympäristölle. Tästä esimerkkinä on esimerkiksi tekstiilialalla käytetyt puupohjaisista raaka-aineista valmistetut tekstiilimateriaalit.

Tuotteiden ja myös kokonaisten rakennusten on mahdollista saada kehdestä kehtoon sertifiointi tuotteelleen tai rakennukselle. Kehdosta kehtoon sertifiointissa on viisi eri kategoriaa, joita tarkastelemalla tuotteelle tai rakennukselle annetaan kehdestä kehtoon sertifiointi ja luokitus. Sertifiointiin viisi kategoriaa ovat:

- Materiaalin puhtaus ja vaarattomuus (Material health)
- Materiaalien uudelleenkäyttö (Material Reutilization)
- Uusiutuvat energialähteet ja ympäristöpäästöjen hallinta (Renewable Energy & Carbon Management)
- Vedenkäyttö (Water stewardship)

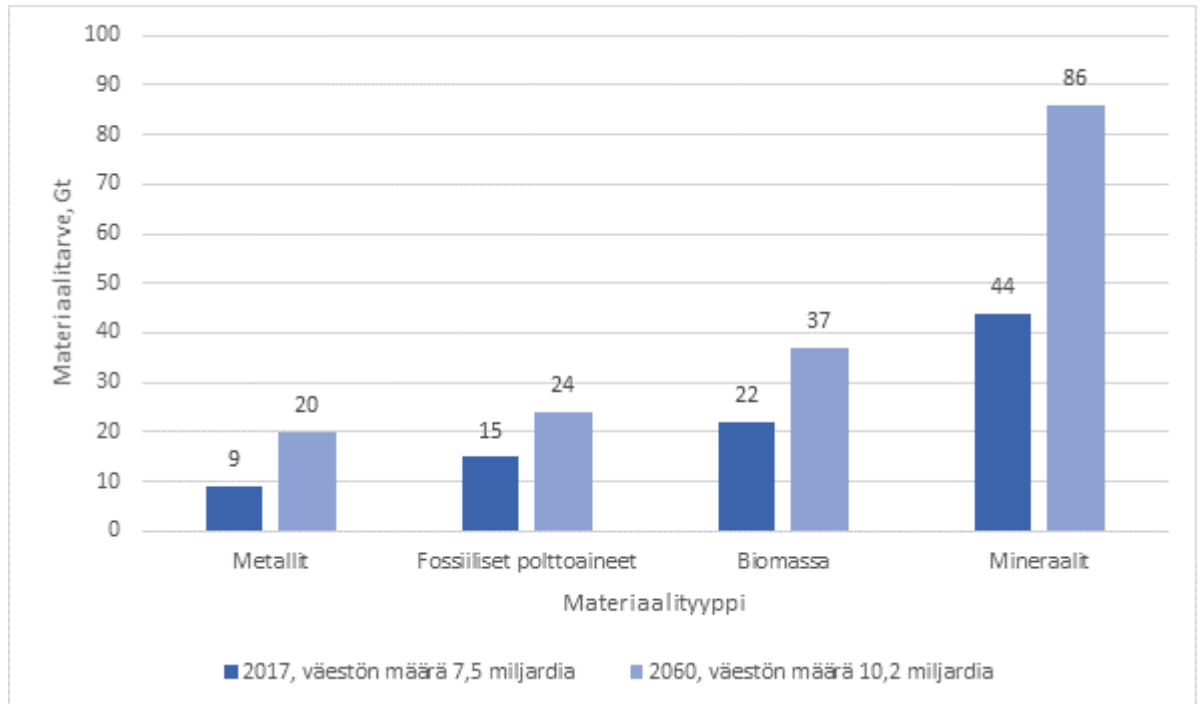
- Sosiaalinen reiluus (Social Fairness)

(Cradle to Cradle Certified® n.d.)

3.3 Miksi kiertotalous on tärkeää

Kiertotalouden saralla tapahtuu tämän työn tekohetkellä paljon ja se on noussut myös suureksi julkisen keskustelun aiheeksi. Kiertotalouden kiinnostavuutta on lisännyt muun muassa YK:n kesällä 2021 julkistettu ilmastoraportti, aikamme suuri biodiversiteettikato, etenevän ilmastonmuutoksen aiheuttamat luonnon katastrofit, kuivuus sekä näiden aiheuttamat lieveilmiöt.

Globaalilla tasolla neitseellisten materiaalien käyttö on kolminkertaistunut vuosien 1970–2017 välillä ja käytön ennustetaan jatkavan kasvua suurella vauhdilla (Euroopan komissio 2020, 3–4). Etenkin metallien, fossiilisten polttoaineiden, biomassan ja mineraalien kysyntä tulee olemaan suurta vuoteen 2060 mennessä. Kysynnän kasvua selittävät mm. suuret investoinnit uudistuspuheen alla olevaan energiatuotantosektoriin, liikenneajoneuvojen sähköistyminen ja elintason nousu kehittyvissä ja talouskasvun omaavissa maissa, eritoten Aasiassa (Euroopan komissio 2020, 3). Nämä tekijät yhdistettynä arvioituun väestönmäärän kasvuun tulevat viemään joidenkin tarvittavien materiaalien saannin ääri rajoille tulevien vuosikymmenien aikana. Kuva 7 hahmottaa Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö OECD:n arviota väestönmäärän suhdetta metallien, fossiilisten polttoaineiden, biomassan ja mineraalien kysynnän tarpeesta vuosina 2017 ja 2060.



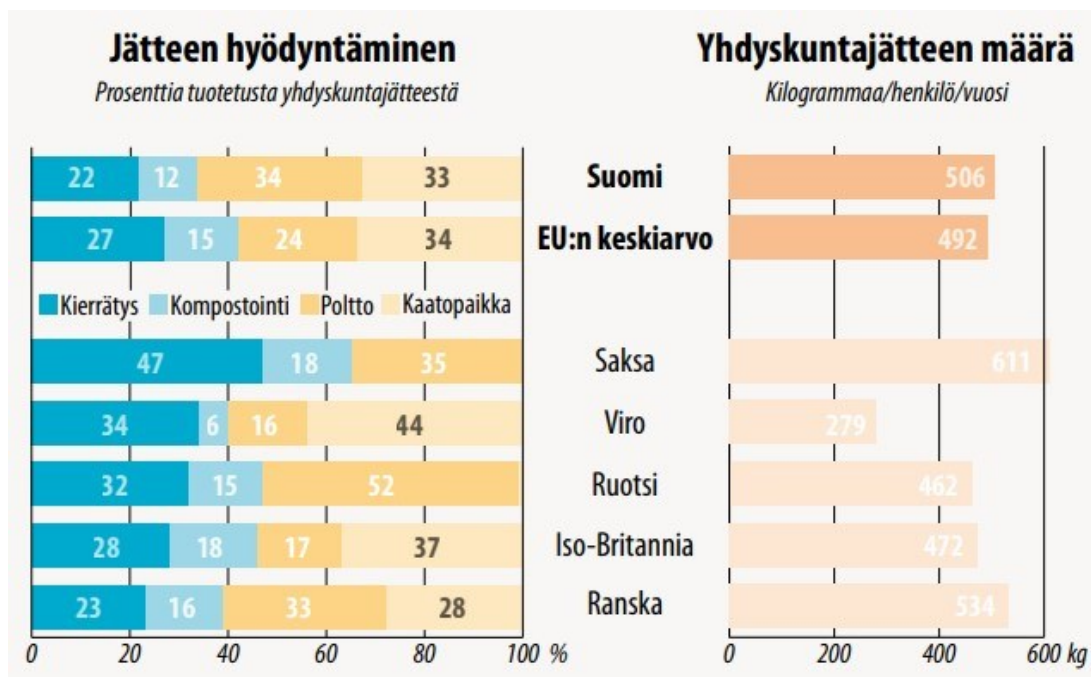
Kuva 7. Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö OECD:n ennuste globaalista materiaalitarnpeen kasvusta välillä 2017–2060 (Euroopan komissio 2020, 4).

Suurin materiaalikysyntä kohdistuu mineraaleihin, joita käsitellään tarkemmin tämän työn luvussa 3.9.

3.4 Kiertotalouden nykytila Suomessa

Viime vuosikymmeninä Suomessa on parannettu resurssitehokkuutta eri aloilla, mutta materiaalikulutuksemme on edelleen suurinta henkeä kohden Euroopan mittakaavassa tarkasteltuna. Euroopan tilastoviraston Eurostatin luonnonvarojen käyttöä ja materiaalien kierrätysastetta mittaavien indikaattorien perusteella Suomi on kiertotaloudessa monia muita Euroopan maita jäljessä. Indikaattorista riippuen olemme sijoilla 12–28. Kierrätetyn materiaalin osuus kaiken materiaalin käytöstä oli vain 7 % vuonna 2018, kun EU:n keskiarvo oli noin 11 %. (YM 2021.) Suomessa tuotetusta yhdyskuntajätteestä kierrätetään noin 22 % ja noin kolmannes jätteestä jää hyödyntämättä, kun muissa Pohjoismaissa vain 1–3 % jätteestä päätyy kaatopaikalle. 22 %

kierrätysasteemme on alle EU:n keskiarvon ja häviää myös Pohjois- ja Länsi-Euroopan maille. Muissa Pohjoismaissa vain 1–3 % jätteestä päätyy kaatopaikalle. Kuva 8 vertaa Suomen jätteen hyödyntämistä EU:n keskiarvoon ja Euroopan viiteen maahan.



Kuva 8. Suomen kierrätysasteen kansainvälinen vertailu (Sitra 2015).

Suomen hallituksen tavoitteena on nostaa Suomi kiertotalouden kärkimaaksi vuoteen 2025 mennessä (Sitra 2016). Suomessa on Sitran johdolla laadittu maailman ensimmäinen kiertotalouden tiekartta yhdessä keskeisten ministeriöiden ja muiden sidosryhmien kanssa, jonka päivitetty versio ohjaa Suomen reitin kiertotalouteen vuoteen 2025 mennessä (Sitra 2019). Tiekarttaa täydentää valtioneuvoston kiertotalouden strateginen toimenpideohjelma, joka on valmisteltu keskeisten ministeriöiden (YM, TEM, MMM, VM, LVM, OKM ja UM), tutkimuslaitosten (LUKE, SYKE, VATT, VTT) sekä Sitran ja Business Finlandin yhteistyönä (YM ym. 2021). Ohjelman visiona on hiilineutraali Suomi vuoteen 2035 mennessä, jossa kiertotalous on vahvasti näkyvissä yhteiskunnassamme sen joka osa-alueella. Ohjelma listaa kolme tavoitetta kiertotalouden toteutumiselle (YM 2021):

1. Uusiutumattomien luonnonvarojen kulutus vähenee, ja uusiutuvien luonnonvarojen kestävä käyttö voi kasvaa siten, että kotimaan primääriaraaka-aineiden kokonaiskulutus vuonna 2035 on maksimissaan vuoden 2015 tasolla. Vientituotteiden valmistukseen käytetyt luonnonvarat on poisluettu tavoitteen piiristä.
2. Resurssien tuottavuus kaksinkertaistetaan vuoden 2015 tilanteesta vuoteen 2035 mennessä.
3. Materiaalien kiertotalousaste kaksinkertaistetaan vuoteen 2035 mennessä.

Kiertotalouden edistäminen ja systeemisen muutoksen tekeminen on suuri oppimisprosessi kaikille siihen osallistuville tahoille, ministeriöistä yrityksiin, organisaatioihin ja aina yksittäisiin kuluttajiin saakka. Kiertotalouden toimenpideohjelmassa pyritään edistämään kiertotaloutta laajalla yhteiskunnan tasolla eli ns. makrotasolla, sekä pienemmillä tasoilla eli ns. mikrotasoilla. Makrotason muutoksella tarkoitetaan systeemistä laajan osa-alueen muutosta, kun taas mikrotason muutos voi olla esimerkiksi kierrätysmateriaalien käyttöasteen kasvuun vaikuttavat toimenpiteet.

Työ- ja elinkeinoministeriö arvioi, että vuonna 2018 materiaalikiertoihin perustuva kiertotalous oli suuruudeltaan noin 5 % Suomen bruttokansantuotteesta. Huomattava osa (arviolta noin 70 %) materiaalikiertojen ja palveluiden liikevaihdosta syntyy metalli ja energia sekä metsäalalla. Jätetoimialan osuus materiaalikiertotalouden kokonaisliikevaihdosta arvioidaan olevan noin 13 % ja kuluttajatoiminnan sekä ruokaketjun osuus noin 3 %. Selvityksen mukaan helposti toteutetut materiaalikierrat olisivat jo suurilta osin toteutettu, mutta arvion mukaan materiaalikiertoihin liittyvä liiketoiminta olisi kaksinkertaistettavissa vuoteen 2030 mennessä. Potentiaalinen uskotaan makaavan teknologiakehityksessä sekä jalostusarvon nostamisessa ja tuotteistamisessa. Kasvu vaatii investointeja, kokeiluja ja kiertotaloutta tukevaa sääntelyä sekä julkisen sektorin tukea kiertotalouden toteutumiseen. (TEM 2020, s. 3, 41, 43).

TEM:in selvityksessä kartoitettiin materiaalikiertojen parissa toimivia yrityksiä ja arvioitiin niiden liikevaihdollista osuutta materiaalikiirroista. Selvityksen mukaan materiaalikiertojen parissa toimi noin 540 yritystä, joiden kiertotalouteen liittyvien liikevaihdon arvioitiin olevan 11,1 miljardia euroa (vastaa noin 16 %:a kyseisten yritysten kokonaisliikevaihdosta). Suurin liikevaihto (noin 9,8 miljardia euroa) muodostui suurten yritysten liikevaihdosta, joiden kokonaisliikevaihto tuli kuitenkin suurilta osin muualta kuin kiertotaloudesta. Suurin osa, noin 75 % tunnistetuista 540 materiaalikiertoihin keskittyneistä yrityksistä olivat pieniä ja keskisuuria yrityksiä. (TEM 2020, 10.)

3.5 Kiertotalouden potentiaali Suomessa

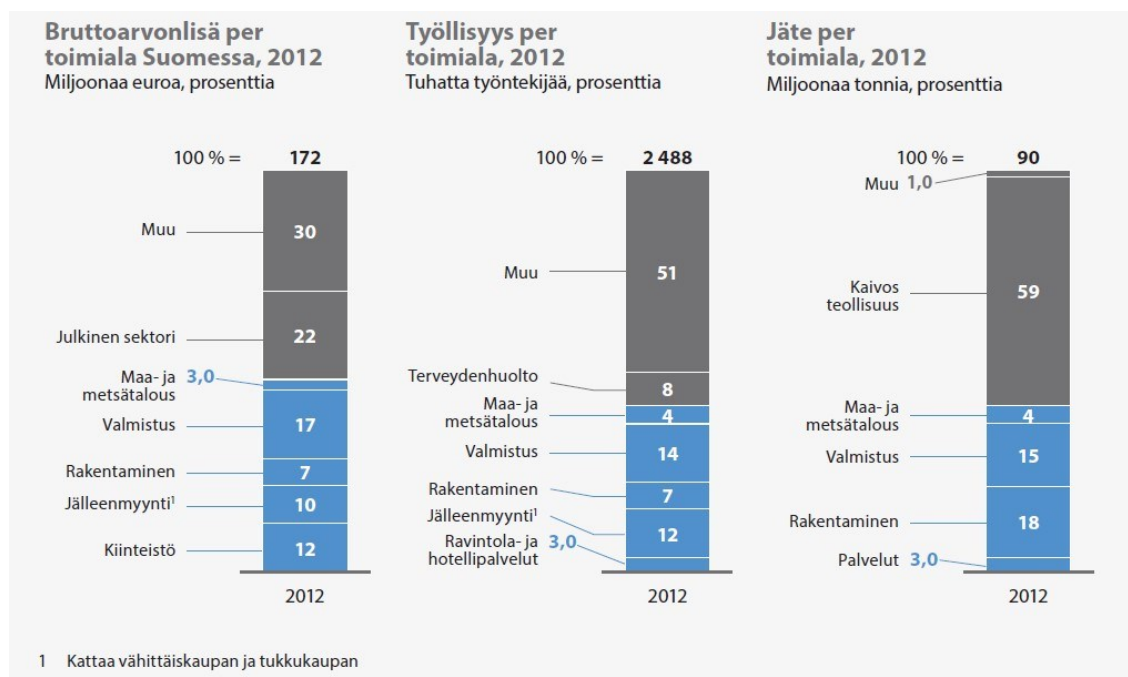
Suomen kiertotalouden potentiaalia on avoitu kahdessa eri selvityksessä, joiden arvioista on muodostettu kokonaisuus tähän työhän. Sitra arvioi vuoden 2014 ”Kiertotalouden potentiaali Suomessa” -selvityksessään kiertotalouden tarjoavan Suomen kansantaloudelle arviolta 1,5–2,5 miljardin euron vuotuisen kasvupotentiaalin, joka tarkoittaisi 24–40 miljardia euroa vuoteen 2030 mennessä. TEM arvioi vuonna 2020 tekemässä ”Kiertotalouden ekosysteemit” selvityksessään kiertotalouden olevan kaksinkertaistettavissa vuosien 2017–2018 tasosta vuoteen 2030 mennessä, jolloin sen kansantaloudelle tuoma arvonlisä voisi olla jopa 20 miljardia euroa (TEM 2020, 42). Sitran arvioissa oleva suurehko vaihteluväli sekä arvioiden erot kertovat uuden ja nopeasti kehittyvän kiertotalousalan ennustamisen haasteellisuudesta. Molempien selvitystöiden jälkeen kiertotalouden mittaamista mahdollistavia tilastotietoja ja kiertotaloutta mittaavia indikaattoreita on myös kehitetty yhteistyössä Tilastokeskuksen ja SYKE:n kanssa osana Circwaste-hanketta (kts. luku 3.6).

Sitran selvitys painottui viiteen eri alan sektoria, joiden toiminnassa nähtiin eniten kiertotalouspotentiaalia. Näiden viiden sektorin ulkopuolelle jääneiden sektorien lisäksi selvityksessä ei huomioitu uusien, raportin tekohetkellä tuntemattomien teknologioiden tuomaa talouspotentiaalia (Sitra 2014b, 3). Tarkasteluun valitut sektorit ovat kansantaloudellemme merkittäviä ja niiden kiertotalouden potentiaali arvioidaan suureksi. Kiertotalouden potentiaalia

määrittävät sektoreilla kulkevien raaka-aineiden arvo sekä mahdollisuudet näiden raaka-aineiden hyödyntämiseen. Kiertotalouden potentiaalia tarkasteltiin seuraavien sektoreiden kautta (Sitra 2014b, 10):

1. Koneiden ja laitteiden valmistus
2. Puuketju metsän kaatamisesta paperiteollisuuteen
3. Ruokaketju maanviljelystä vähittäiskauppaan ja ravintolapalveluihin
4. Rakentaminen
5. Yksityinen kulutus

Selvityksessä huomioituna olevat sektorit kattoivat noin 50 % Suomen talouden arvonlisästä, 40 % työllisyydestä sekä 40 % tuotetusta jätteestä vuoden 2012 tilastotarkastelussa (Sitra 2014b, 12). Kuva 9 antaa kokonaiskuvaa materiaalikierroissa piilevistä kiertotalousmahdollisuuksista Suomessa.

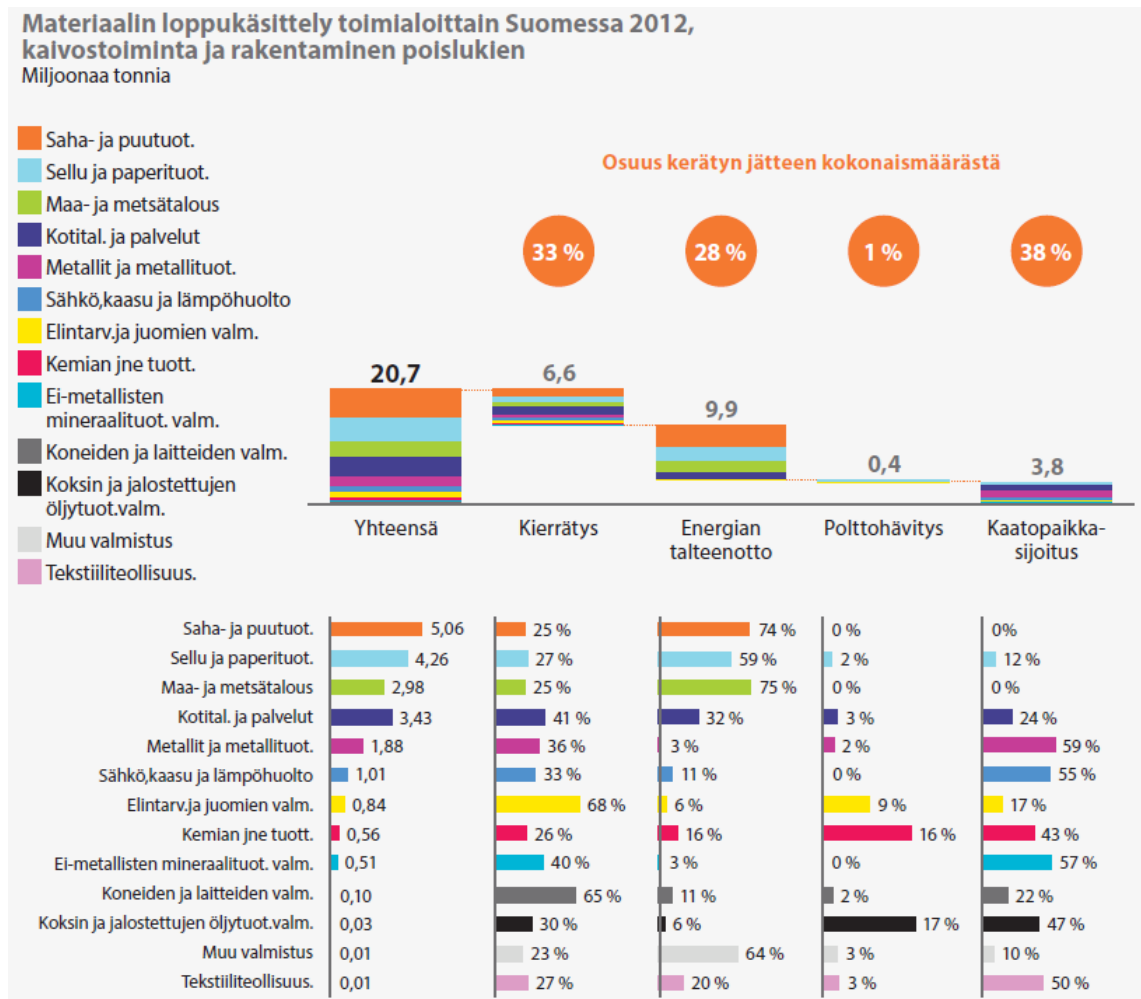


Kuva 9. Kiertotalouden potentiaalisimmat toimialat (Sitra 2014b).

Suurimmat jätevolyymit syntyvät kaivosteollisuudesta ja rakennussektorista, koostuen pääosin kaivamisesta koituvasta mineraalista, jota tällä hetkellä hyödynnetään suurimmaksi osaksi maarakennusaineena (Sitra 2014b, 13). Kaivosteollisuudesta koituvan jätemäärän osuus on yli puolet valtiomme

kokonaisjättemäärästä. Painava mineraalijäte näyttäytyy tilastotarkastelussa huonona resurssitehokkuutena, joka on yksi selittävä tekijä miksi Suomen kiertotalousluvut eivät kestä kansainvälistä vertailua. Kaivosteollisuuden jätteelle ei maarakennuksen lisäksi ole löytynyt tehokasta kierrätysratkaisua. Kaivokset sijaitsevat usein kaukana kasvukeskuksista ja edulliseksi luokitellun sekä painavan mineraalijätteen kuljetus pidemmälle olisi taloudellisesti hyvin tehotonta ja myös korkeapäästöistä toimintaa. Näiden syiden takia kaivosteollisuus on jätetty pois Sitran 2014 selvityksestä.

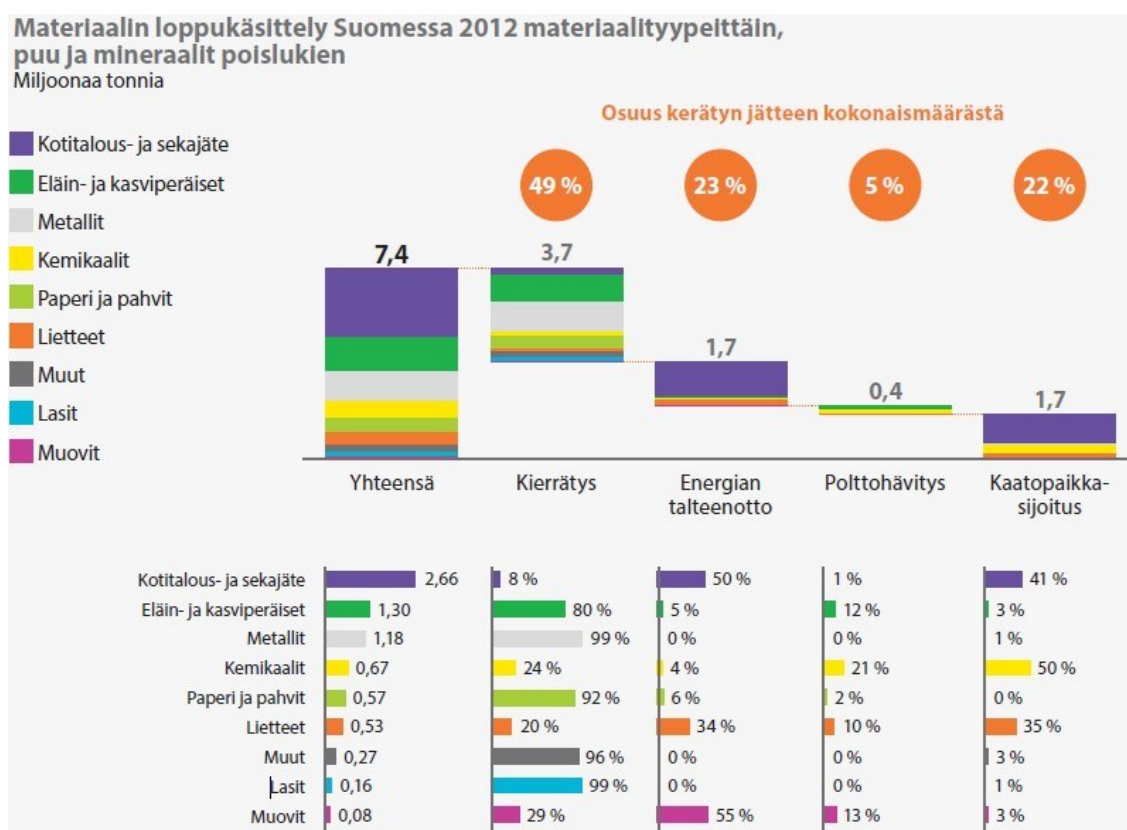
Jos Suomen jätemääriä tarkastellaan ilman kaivosteollisuudesta ja rakennussektorista syntyviä jätevolyymeja, niin puu-, paperi- ja metsäteollisuuden jätteistä suurin osa hyödynnetään energiantuotannossa (kts. kuva 10). Kaatopaikalle päätyi yli 50 % energiantuotannon, metallituotannon ja ei-metallisten mineraalituotteiden tuotannon jätteistä. Materiaalityypeittäin tarkastelussa huomataan kuitenkin, että näiden jätevirtojen volyymit ovat pieniä kokonaisjättemäärissä (kts. kuva 11). Tekstiiliteollisuudesta myös 50 % päätyi kaatopaikalle vielä 2012, mutta tekstiilin päätyminen kaatopaikalle on estetty lainsäädännöllä Suomessa vuoden 2016 alusta alkaen.



Kuva 10. Materiaalin loppukäsittely Suomessa 2012 ilman kaivosteollisuuden ja rakennussektorin jätteitä (Sitra 2014b, 14).

Kun jätemääriä tarkastelee materiaalityypeittäin ilman puu- ja mineraalimateriaaleja, niin suurimmiksi kaatopaikan jätevirroiksi osoittautuvat kotitalousjätteet, kemialliset jätteet ja lietteet.

Jätetilastoja tarkastellessa on hyvä huomioida, että tilastoissa näkyy vain jäte, joka on eritelty sekajätteestä (Sitra 2018, 13). Esimerkiksi sekajätteen mukana menevä metalli ei näy tilastoissa, jonka takia metallin todellinen kierrätysaste ei oletetusti ole 99 %, kuten kuvasta 11 voisi päätellä.



Kuva 11. Materiaalien loppukäsittely materiaalityypeittäin Suomessa 2012 ilman puu ja mineraalimateriaaleja (Sitra 2014b, 14).

Jos verrataan Sitran 2014 selvityksen tilastoja vuoden 2018 jätetilastoihin, voi huomata kaatopaikkasijoituksen sekä polttohävytyksen vähentyneen ja materiaalihyödyntämistasteiden pienen kasvamisen lähes kaikkien jätetyyppien kohdalla (kts. taulukko 1). Vuoden 2012 tilaston mukaan esimerkiksi muoveja on hyödynnetty energiatuotannossa huomattava määrä (50 %). Vuoden 2018 jätetilastojen mukaan muovi- ja kumijätteen määrä oli kasvanut 0,1 miljoonaan tonniin, tarkoittaen 25 %:n kasvua (vaikutus 20 000 tonnia muovi- ja kumijätettä). Kyseisten materiaalien hyödyntämistaste oli kuitenkin 15 %-yksikköä parempi verrattuna 2012 tilastoihin. (Suomen virallinen tilasto SVT 2020a.)

Taulukko 1 Suomen suurimmat jätteet toimialoittain vuonna 2018 (tiedot SVT 2020a).

| Jäteluokka | Yhteensä, miljoonaa tonnia | Materiaalihyödynnys | Energian talteenotto | Polttohävitys | Kaatopaikkasijoitus ja muu hävitys |
|----------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------|---------------------------------------|
| Kotitalous- ja sekajäte | 2,165 | 11 % | 86 % | 1 % | 3 % |
| Eläin- ja kasvipäriset | 0,952 | 84 % | 15 % | 0 % | 1 % |
| Metallit | 0,200 | 100 % | 0 % | 0 % | 1 % |
| Kemialliset jätteet | 0,519 | 57 % | 4 % | 9 % | 29 % |
| Paperi ja pahvit | 0,563 | 93 % | 7 % | 0 % | 0 % |
| Lietteet | 0,737 | 30 % | 53 % | 1 % | 15 % |
| Muut | 1,230 | 59 % | 26 % | 3 % | 13 % |
| Lasit | 0,133 | 92 % | 8 % | 0 % | 0 % |
| Muovi ja kumijätteet | 0,100 | 44 % | 55 % | 0 % | 1 % |

Suurin muutos jätetilastoissa tällä kuuden vuoden tarkastelujaksolla on tapahtunut kaivostoiminnan ja louhinnan tuottamassa jätemäärässä, joka on lähes tuplaantunut. Kaivostoiminnan ja louhinnan sektoria ei kuitenkaan huomioitu Sitran selvityksessä sen vaikeasti hyödynnettävän luonteen takia, joten ko. sektorin jätemäärän kasvu ei muuttaisi Sitran vuoden 2014 potentiaaliarviota.

Suomessa tuotetaan noin 90 miljoonaa tonnia jätettä vuodessa, josta 54 % jäi kokonaan hyödyntämättä kierrätysmielessä vielä 2014 (Sitra 2014b, 3). Suuri osa arvokkaista materiaaleista Suomessa kuitenkin kierrätetään, sekajätteen mennessä pääosin energiaksi (kts. taulukko 1).

Materiaalikiertojen liiketoiminta-alue on merkittävä ja paljon potentiaalia sisältävä liiketoiminta-alue Suomen kiertotaloudessa taloudellisesta ja ympäristöllisestä näkökulmasta katsottuna. Kiertotalouden toteuttaminen materiaalikiirroissa aktivoi samalla liiketoimintaa muun muassa teknologiakehityksessä, logistiikassa ja palveluissa (TEM 2020, 21).

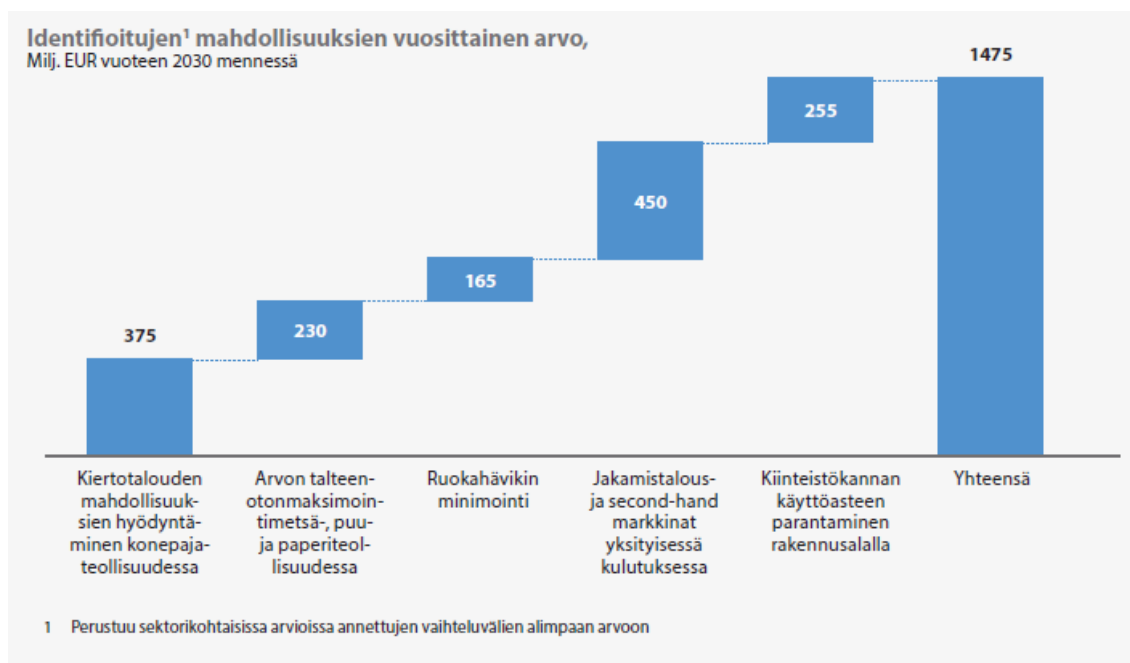
Suomen talouden pääpiirteet määrittävät suurelta osin kiertotalouden potentiaalia. Suurin osa Suomessa tuotetuista raaka-aineista päättyy jatkojalostuksen jälkeen ulkomaille, kuten paperi- ja kaivosteollisuudessa. Toinen talouttamme määrittävä pääpiirre on, että kulutustavaramme tuotetaan pääasiassa ulkomailla lukuun ottamatta ruokaa, joka tuotetaan suureksi osaksi kotimaassa. Kolmantena pääpiirteenä on teollisuuden tuotannon siirtyminen ulkomaille ja sen aineettoman arvoketjun osan jääminen Suomeen. (Sitra 2014b, 9–10.)

Sitran potentiaalisimpien sektoreiden selvitystyössä on huomioitu jätetilastot sekä Suomen talouden piirteet. Taulukossa 2 on valittujen potentiaalisimpien sektoreiden arvioidut kasvupotentiaalin arvot sekä kiertotalouden edistämistoimenpiteet (sivu 46).

Taulukko 2 Potentiaalisimmat sektorit, niiden taloudellinen potentiaali ja edistämistoimenpiteet Suomessa (tiedot Sitra 2014b, 15, 25, 28, 31, 39, 42, 53, 57, 64).

| Arvoketju | Arvioitu kasvupotentiaalin arvo | Kiertotalouden edistämistoimenpiteet / liiketoimintamallit |
|--|--|---|
| 1. Koneiden ja laitteiden valmistus | Vuositasolla kasvu 300–450 miljardia euroa | Leasing-mallit ja muut palveluliiketoiminnan mallit. Tuotteiden modulaarisuuden lisääminen, säästöpotentiaali. Uudelleenvalmistuksen tuoma lisämyynti. |
| 2. Puuketju metsän kaatamisesta paperiteollisuuteen | Vuositasolla kasvu 220–240 miljardia euroa | Sivutuotteiden hyödyntäminen sellu- ja paperiteollisuudessa |
| 3. Ruokaketju maanviljelystä vähittäiskauppaan ja ravintolapalveluihin | Vuosittainen säästöpotentiaali 150–200 miljardia euroa | Ruokahävikin minimointi |
| 4. Rakentaminen | Vuositasolla kasvupotentiaali 250 miljardia euroa. 955 miljardia euroa 2030 mennessä | Sääntelyn purkaminen. 1/3-osan tyhjen toimistotilojen muuntaminen asuinkäyttöön: vuokratulot 255 miljardia euroa Säästö rakennuskustannuksissa 700 miljardia euroa vuoteen 2030 mennessä. |
| 5. Yksityinen kulutus | 1000 miljardia euroa vuoteen 2030 mennessä | Second hand -markkinat. Ei sisällä jakamistalouden tai digitalisoitumisen mahdollistaneita palvelualan segmenttien kasvupotentiaalia (kuten asuntojen / autojen jakamistalous, kuljetuspalvelut, ruoka-alan palvelut ym.) |

Taulukon 2 sektoreiden yhteenlaskettu kiertotalouden potentiaali on yhteensä noin 1,5 miljardia euroa perustuen annettujen vaihteluvälien alimpaan vuosittaiseen arvoon (Sitra 2014b, 63). Taloudellisesti tarkasteltuna erityisesti koneiden ja laitteiden valmistuksessa nähdään suurta potentiaalia, jonka jälkeen tulee second hand -markkinat (kts. kuva 12).



Kuva 12. Tarkasteltujen sektorien kiertotalouspotentiaalin arvo on yhteensä 1,5 miljardia euroa (Sitra 2014b, 63).

Konepajateollisuuden yksi kiertotalouden toimenpide on uudelleenvalmistus, jossa nähdään taloudellista sekä materiaalisäästön kannalta potentiaalia. Uudelleenvalmistuksen vaatima toimintamallin kehittäminen vaatii prosessien kehittämistä. Teolliset symbioosit tarjoavat alan yrityksille yhden keskustelukanavan muiden muassa. Toinen teollisten symbioosien kannalta oleellinen sektori on metsäsektorin paperi- ja sellutuotteiden valmistus, jossa symbiooseja voidaan edelleenkin hyödyntää valmistuksessa syntyvien sivuvirtojen hyödyntämisessä. Rakennussektorin kiertotalouspotentiaali sisältää suurimpia materiaalisäästö potentiaalia. Rakennusteollisuus on tällä hetkellä suurimpia materiaaleja käyttävä sektori (Sitra 2014b, 57). Helsingin alueella on tällä hetkellä 1,25 miljoonaa neliötä tyhjiä toimistotiloja, joka vastaisi noin 16 700 uutta 75 neliömetrin asuntoa. Tilojen hyödyntämistä asuinkäytössä estää sääntely, jonka purkaminen voisi tuoda huomattavia materiaalisäästöjä tulevaisuuteen. (Sitra 2014b, 57, 59.) Yksityisen kulutuksen ja yhteiskunnan saralla Sitra näkee paljon potentiaalia etenkin digitalisoitumisen mahdollistamien uusien liiketoimintamallien muodossa. Omistuskulttuurin muokkaaminen kohti jakamistalouden kulttuuria voi kääntää kulutuksen suuntaa

alaspäin tuoden materiaalisäästöjä sekä taloudellista arvoa uusien liiketoimintamallien muodossa.

3.6 Kiertotalouden indikaattorit

Jotta toimenpiteiden vaikuttavuutta ja kiertotalouden edistymistä pystyttäisiin mittaamaan, tarvitaan siihen toimivia kiertotaloutta mittaavia indikaattoreita. Kiertotalouden mittaamiseen ei vielä ole olemassa vakiintuneita indikaattoreita, mutta työtä niiden kehittämiseen on tehty Suomessa ja uusimmat indikaattorit on julkistettu 2020. Tavoitteiden toteutumisen seurantaan varten tarvitaan hyvin toimivat indikaattorit, joiden avulla pystytään hahmottamaan ja johtamaan kiertotalouden edistymistä sen eri tasoilla. Kiertotalouden ohjelmassa seurannan indikaattoreiksi ehdotetaan kahdeksaa indikaattoria, joita ovat (YM ja TEM 2021):

1. Kotimainen materiaalien kulutus *DMC* (domestic material consumption) (Eurostat)
2. Kotimaan loppukäytön vaatima materiaalipanous materiaalikohtaisesti *RMC* (raw material consumption) (Tilastokeskus ja SYKE)
3. Materiaalien kiertotalousaste *CMU* (circular material use rate) (Tilastokeskus)
4. Kiertotaloustoimialojen liikevaihto ja yritysten määrä (Tilastokeskus)
5. Ekoinnovaatiot (Eurostat)
6. Innovatiiviset julkiset hankinnat (Eurostat)
7. Yhdyskunta-, pakkaus- ja rakennusjätteen määrä sekä kierrätysaste
8. Kiertotalousbarometri: Kysely- ja haastattelututkimus yrityksille ja kuluttajille kiertotaloutta tukevista asenteista ja toimintamalleista (tilaustutkimus esimerkiksi joka neljäs vuosi)

DMC ja *CMU* ovat kansantalouden materiaaliriippuvuutta ja ekotehokkuutta mittaavia keskeisiä lukuja. Domestic material consumption *DMC* kertoo ns. materiaalijalanjäljen eli sen, kuinka paljon kotimaan luonnonresursseja on käyttöön otettu ja miten paljon raaka-aineita ja jalosteita on tuotu Suomeen.

Luvusta on vähennetty viennin määrä. Laskukaava on $DMC = DE + IMP - EXP$, jossa

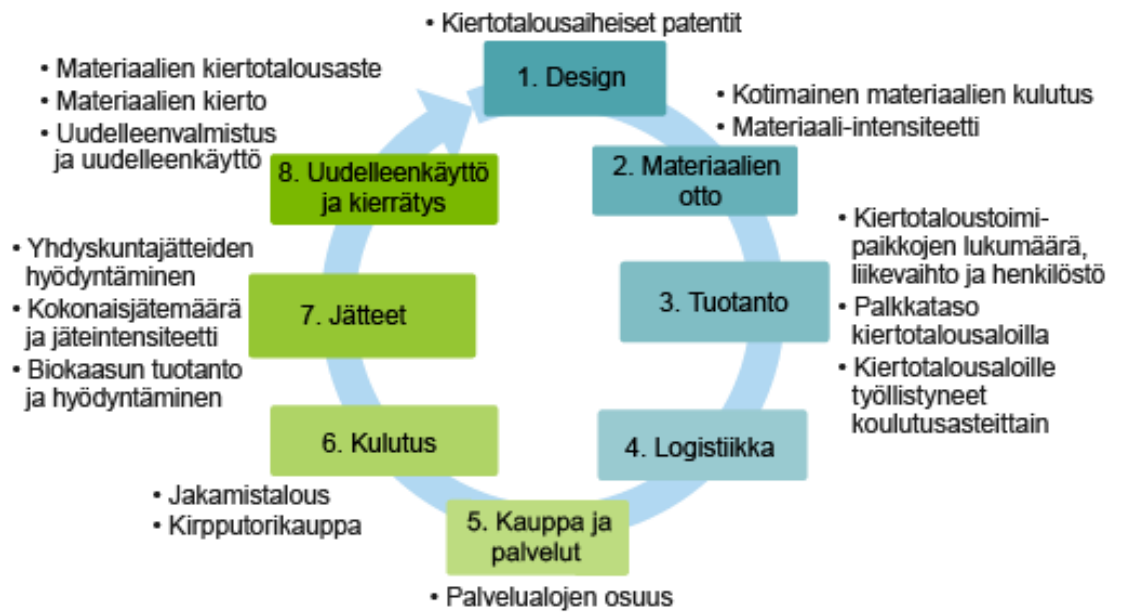
- DE = kotimainen louhinta (domestic extraction)
- IMP = tuonti (import)
- EXP = vienti (export)

CMU mittaa kierrätetyn materiaalin osuutta kaikesta materiaalin käytöstä kuvaten neitseellisten materiaalien korvaamista kierrätysmateriaaleilla. Circular material Use Rate CMU mittaa kierrätetyn materiaalin käyttöastetta kaikesta materiaalin käytöstä. Mitä korkeampi CMU -luku on, sitä korkeampi on kierrätysmateriaalien käyttöaste, joka on lähtökohtaisesti ympäristöä vähemmän kuormittava, verrattuna neitseellisten raaka-aineiden käyttöön. Laskukaava on $CMU = U / M$, jossa

- U = materiaalihyödynnetty jäte – IMP_w (tuontijätteen määrä) + EXP_w (jäteviennin määrä)
- $M = DMC + U$

(Tilastokeskus 2020b.) Kun näitä tunnuslukuja verrataan BKT :hen, saadaan tieto valtion resurssitehokkuudesta (DMC / BKT), resurssituottavuudesta (BKT / DMC) ja jäteintensiteetistä (jätteen synty / BKT), joilla päästään selvittämään ympäristön ja talouden keskinäinen yhteys (Tilastokeskus 2020b).

Kehitystyötä kiertotalouden indikaattoreista on tehty hiljattain ympäristökeskuksen (SYKE) koordinoimassa CIRCWASTE-hankkeessa yhteistyössä Tilastokeskuksen kanssa. Indikaattorikonaisuuden muodostamisessa on hyödynnetty sekä Eurostatin että YK:n mittareita, ja ne julkaistiin joulukuussa 2020 (Tilastokeskus 2020a). Työn tuloksena muodostui kahdeksan toimintoa, jotka sisältävät yhteensä 15 indikaattoria (kts. kuva 13).



Kuva 13. Kiertotalousliiketoiminnan indikaattorit (Tilastokeskus n.d).

Indikaattorit huomioivat kiertotalouden eri näkökulmista ja ovat hieman tarkempia sekä joiltakin osin yksityiskohtaisempia verrattuna valtion toimenpideohjelmaan ehdotettuihin indikaattoreihin. On hyvä huomioida, että indikaattorien painoarvot vaihtelevat ja ne eivät ole keskenään yhteismitallisia. Indikaattoreita tulisikin tarkastella yhtenä suurena kokonaisuutena eikä yksittäisinä indikaattoreina. (Tilastokeskus n.d.)

Valtion toimenpideohjelmassa on kunnianhimoiset tavoitteet Suomen kiertotaloudelle, joita erilaisilla indikaattoreilla pyritään mittaamaan. Suomen tavoitteena on tuottaa kansainvälisesti kilpailukykyisiä kiertotalouden mukaisia ratkaisuja, luoda merkittävää arvonlisää tuotteisiimme, luoda uusia kiertotalouden työpaikkoja sekä vauhdittaa vientiä ja jakaa parhaat kiertotalouden edistämiskeinot muun maailman kanssa (YM 2021). Tavoitteiden toteutuminen vaatii nopeita toimia, jotka ovat Suomen kokoiselle pienelle valtiolle verraten helpompia jalkauttaa verraten suurempiin valtioihin, joissa väestön määrä ja maan pinta-ala on moninkertainen. Suomen ultimaattinen

tavoite on olla kestävästi toteutettuna kiertotalouden kärkimaa vuoteen 2025 mennessä.

3.7 Kiertotalouden haasteet

Kiertotalouden suurimpana haasteena on yhteiskuntamme vuosisatoja vanhat järjestelmän rakenteet, jotka tukevat lineaarista talousjärjestelmää kiertotalouden järjestelmän sijaan. Lainsäädäntö, hallinnolliset esteet, taloudellisten kannustimien puuttuminen, yritysten vapaa ja seuraamukseton luonnonvarojen käyttö sekä osaamisen puute kiertotaloudesta yrityksissä sekä lainsäätäjillä ovat suurimpia esteitä kiertotalouden toteutumiseksi. Näihin kaikkiin ollaan tekemässä muutoksia, mutta kiertotalouden vaatima systeeminen makrotason muutos on hidasta.

Suurimpana kiertotalouden haasteena on ollut Suomen tiukka lainsäädäntö, joka on EU:hun verraten tiukempi. Erityistä haastetta on ollut byrokratian ja lupaprosessien hitaudessa sekä jätelaissa. Korkeakoulujen CICAT2025-nimisessä julkisrahoitteisessa kiertotalouden katalyytteja tutkivassa hankkeessa toteutetun tutkimuksen perusteella kiertotalouden suurin este liittyy jätelakiin ja eritoten siihen, että jätteen luokittelun päättymistä koskeva End-of-Waste-sääntely koetaan hankalasti tulkittavaksi (Circwaste 2020). Euroopan komission ja neuvoston asetuksissa määritellään ns. End-of-Waste (EoW) -kriteerit rauta-, teräs- ja alumiiniromulle, lasimurskalle sekä kupariromulle (YM n.d). Nämä materiaalit ovat laitettu etusijalle kiertotalouden edistyksessä ja asetukset avaavat mahdollisuuden kierrätysmateriaali -markkinoiden kehittymiselle.

EoW-asetusten päämääränä on ollut edistää kiertotaloutta, sillä materiaalin luokitus jätteen on ongelmallista siinä vaiheessa, kun sitä haluttaisiin käyttää raaka-aineena tuotannossa. EoW-asetus koetaan kuitenkin hallinnollisesti hankalaksi ja sen sisältö keskittyy vielä pelkoon jätteiden vastuuttomasta käsittelystä sen sijaan, että sääntelyn fokus tukisi materiaalin uudelleenkäyttöä kiertotalouden mukaisesti. Kriittisten materiaalien vähenemisen myötä lainsäätäjien tulisikin keskittyä siihen, että käyttökelpoinen kierrätysmateriaali

saataisiin takaisin kiertoon turvallisesti niin, ettei sen käyttämisestä uusioprosessissa koituisi ympäristölle haittaa. (Circwaste 2019.) Asiantuntijat peräänkuuluttavat yhteistä tietokantaa hyvänä keinona selventää sääntelyn monimutkaisuudesta johtuvia ongelmia. Circwaste-hankkeen teemakokouksen keskustelussa valtaosa piti End-of-Waste-tietokannan perustamista hyvänä ajatuksena, jota esimerkiksi aluehallintovirastot, SYKE tai Motiva voisi ylläpitää. Tietokannassa voisi olla kaikki End-of-Waste-linjaukset ja hyväksi todetut keinot samassa paikassa tukemassa kiertotalouden toimijoita sekä päätöksiä tekeviä viranomaisia. (Circwaste 2020.)

Jätelainsäädännön uudistus on tämän työn tekohetkellä käynnissä ja laaja jätelain uudistus astui voimaan 19.7.2021. Lakiuudistus liittyy EU:ssa jo kesällä 2018 hyväksytyyn jätesäädöspaketin toimeenpanoon Suomessa. EU:n jätesäädöspaketin keskeisinä tavoitteina on vähentää jätteen määrää ja lisätä uudelleenkäyttöä sekä kierrätystä. Uudistettu jätedirektiivi antaa kierrätystavoitteet yhdyskuntajätteille sekä eri pakkausjättemateriaaleille (tavoitteet lueteltu luvussa 3.8.5 Lainsäädäntö). (YM n.d.a.) Tämä jätelain uudistus on yksi esimerkki byrokratian hitaudesta mutta myös esimerkki asioiden eteenpäin viemisestä. EU:ssa jo kolme vuotta sitten hyväksytyyn jätesäädöspaketin voimaan saattaminen Suomessa kesti tässä tapauksessa kolme vuotta. Sen lisäksi että jätelain ja asetusten tulkinta on vaikeaa, laki ei velvoita tällä hetkellä kierrätetyn materiaalin käyttöä raaka-aineena vaan sen käyttö perustuu täysin vapaaehtoisuuteen. Velvoitteiden puutos tällä saralla on jättänyt raaka-aine markkinoiden kehityksen jälkeensä. Laki velvoittaa ainoastaan materiaalien lajitteluun, jolle on asetettu selkeät tavoitteet. Samat tavoitteet tulisi asettaa myös kierrätysmateriaalin käytölle.

Yhtenä järjestelmämme haasteena on myös seuraamukseton luonnonvarojen vapaa käyttäminen. Tällainen rakenne suosii omalta osaltaan neitseellisten materiaalien louhimista ja käyttämistä kierrätettyjen materiaalien käytön sijaan. Neitseelliset raaka-aineet ovat tällaisessa järjestelmässä usein kierrätettyjä materiaaleja edullisempia ja helpommin saatavilla, kierrätysmateriaali - markkinoiden ollessa vielä kehittymättömiä. Neitseellisten raaka-aineiden

elinkaariset ympäristöhaitat ovat kuitenkin suuria, jonka ratkaiseminen saisi paljon aikaan kiertotalouden ja kestäväen kehityksen edistämiseksi. On arvioitu, että raaka-aineiden louhinta ja prosessointi on aiheuttanut noin puolet tähänastisista ympäristöpäästöistä (H. Sorasahi, 2021). Globaali materiaalien kysynnän kasvu ja sen aiheuttama materiaali saatavuuden heikkeneminen on toinen motivaattori kierrätettyjen materiaalien markkinoiden pystyttämiseksi. Kiertotaloudessa puhutaankin ns. kriittisistä materiaaleista, joiden suurentuneen kysynnän ja rajallisen esiintymisen vuoksi kyseisten materiaalien kierrättämisestä on tulossa jossakin vaiheessa tulevaisuutta taloudellisesti kannattavampaa kuin neitseellisten materiaalien hankinta, ja joidenkin kohdalla käännekohta on jo tapahtumassa (kts. luku 3.9 Kriittiset materiaalit).

Kiertotalouden haasteita ovat myös taloudellisten kannusteiden, investointien sekä ohjauksen puutos. Talousjärjestelmämme ei vielä tue kiertotaloutta ja vaatii poliittiselta taholta ja julkiselta sektorilta paljon työtä, jotta yritysten olisi helpompaa toimia kiertotalouden periaatteiden mukaisesti. Valtion tulisi luoda uusi, kiertotaloutta tukeva talousjärjestelmä yhteistyössä useiden eri sidosryhmien kanssa. Valtioneuvoston kiertotalouden toimenpideohjelma sisältää askelia oikeaan suuntaan. Ohjelman mukaan rahoitusta ollaan ohjaamassa kiertotaloutta edistäviin hankkeisiin ja toimenpiteisiin, kiertotalouden koulutukseen satsataan varoja ja edistetään, kiertotalouden eri osa-alueita tutkitaan yhteistyössä eri sidosryhmien kesken ja lainsäädäntöä on jo viety kohti kiertotaloutta mahdollistavaa järjestelmää.

3.8 Kiertotalouden ohjauskeinot

Jotta päästäisiin lineaarisesta talousjärjestelmästä kiertotalousmallin mukaiseen järjestelmään, on kiertotalouden toteutumisen haasteisiin puututtava ja luotava ohjausta sekä kannusteita kiertotalouden toteutumiselle. On olemassa monia poliittisia, lainsäädännöllisiä ja taloudellisia keinoja, joilla kiertotaloutta pystytään edistämään. Alla lista erilaisista kiertotalouden ohjauskeinoista.

- Taloudelliset ohjauskeinot

- Verot, tuet, maksut
- Julkisen rahoituksen ohjaus
- Julkisten hankintojen kehitys
- Päästökauppa
- Viranomaisten oman toiminnan ja asiantuntijuuden kehittäminen
- Strateginen verkostoituminen
- Viennin strateginen koordinaatio
- Tietoisuuden lisääminen informaatio-ohjauksella
- Vapaaehtoisuuteen perustuvat Green Deal -sopimukset
- Lainsäädäntö

3.8.1 Taloudelliset ohjauskeinot

Magnus Simons ym. valtioneuvostolle vuonna 2018 tehdyssä selvityksessä ”Taloudelliset ohjauskeinot kiertotalouden arvoketjuissa” tutkittiin olemassa olevia taloudellisia ohjauskeinoja sekä niiden kehittämismahdollisuuksia kiertotalouden edistämiseksi. Ohjauskeinojen tarkastelu tehtiin kiertotalouden kolmen osa-alueen edistämisen näkökulmasta.

1. Luonnonvarojen säästävä ja resurssitehokas käyttö, mukaan lukien uusiutumattomien raaka-aineiden korvaaminen uusiutuvilla
2. Tuotteiden pitäminen mahdollisimman pitkään kierroissa
3. Sivuvirtojen ja jätteiden kierrätys raaka-aineeksi, mukaan lukien sivuvirtojen hyödyntäminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa kiertoja

Selvityksen mukaan suurin osa tämänhetkisistä ympäristöverotuotoista EU:ssa ja Suomessa on energiaveroja, joka tämän työn tekohetkellä pitää edelleen paikkansa (Eurostat 2019, SVT 2020b). Muut merkittävimmät olemassa olevat taloudelliset ohjauskeinot liittyvät jätteiden kierrätykseen raaka-aineeksi. Näitä ovat jäteverot ja -maksut, jätteenpolton verotus, pakkausverot sekä erilaiset Pay-as-you-throw (PAYT) sekä palautus-panttijärjestelmät, joista PAYT-järjestelmän

jättemaksut määräytyvät tuotetun jätteen määrän mukaan. Selvityksen mukaan luonnonvarojen käytön ulkoiskustannusten hinnoittelu on suhteellisten vähäistä lukuun ottamatta energialähteisiin tarkoitettuja taloudellisia ohjauskeinoja. Ohjauskeinoja on tällä hetkellä hyvin vähän tuotteiden pitämisessä mahdollisimman pitkään kierrossa, joka on yksi kiertotalouden ydintavoitteita. Toimenpiteitä tarvittaisiin edelleen jätteen synnyn ehkäisyyn sekä sivuainevirtojen hyödyntämiseen.

Rahoitusta ja yritystukia tulisi suunnata tutkimus- ja kehittämistoimintaan sekä innovaatioihin, jotka edistävät kiertotaloutta. Näiden kautta pystyttäisiin edistämään kiertotalouden tuotteita, teknologioita, palveluja ja ekosysteemejä, jotka yhdessä edistäisivät kiertotalouden kaikkia kolmea aiemmin listattua osa-aluetta. Selvityksessä korostetaan sitä, että taloudelliset ohjauskeinot eivät yksinään riitä saamaan aikaan systeemistä muutosta, vaan niitä tulisi kehittää muiden ohjauskeinojen kanssa kokonaisuutena, jonka kautta järjestelmästä saataisiin yksi toimiva kokonaisuus.

Sarianne Tikkanen ym. listaa valtioneuvostolle vuonna 2018 tehdyssä selvityksessä ”Taloudelliset ohjauskeinot kiertotalouden arvoketjuissa” taloudellisten ohjauskeinojen kehittämismahdollisuuksia kiertotalouden kolmelle eri osa-alueelle. Kaikille osa-alueille harkiten suunnatut verot, tuet ja maksut ohjaisivat kiertotalouden toteutumiseen.

Taulukossa 3 on mahdollisia uusia taloudellisia ohjauskeinoja tai olemassa olevien ohjauskeinojen kehittämismahdollisuuksia, jotka ohjaisivat toimintoja kohti kestävämpää luonnonvarojen käyttöä. Näitä ovat muun muassa fossiilisten raaka-aineiden verotus, kaivannaisvero tai mineraalien louhintamaksu, kaivostoiminnan isompi verotus, maa-ainesvero, kriittisten raaka-aineiden verotus, verotukien uudelleen suuntaaminen, vedenoton ja / tai jätevesimaksujen suurentaminen sekä erilaiset päästökaupat.

Taulukko 3 Taloudellisten ohjauskeinojen kehittämismahdollisuuksia luonnonvarojen kestäväälle käytölle (Tikkanen ym. 2018, s.42).

| Ohjauskeinot | Luonnonvarojen ottaminen ja teknisten materiaalien valmistus |
|--|--|
| Verot | Luonnonvaraveroja: - fossiilisten raaka-aineiden verotus muovi-, kumi- ja kemianteollisuudessa - kaivannaisvero tai mineraalien louhintamaksu - kaivostoiminnan siirtäminen ylempään sähköveroluokkaan - maa-ainesvero, mm. sora- ja hiekkavero - mineraalifosforin raaka-ainevero lannoiteteollisuudessa - kriittisten raaka-aineiden verotus - vedenotto- ja/tai käyttövero |
| Tuet | - T&K -rahoitusta - Yritys- ja verotukien uudelleen suuntaaminen - Investointitukia |
| Maksut | - mineraalien louhintamaksu - vedenoton lupamaksujen korottaminen - vesi- ja/tai jätevesimaksun korottaminen - jätevesimaksun määräytyminen haitallisten aineiden pitoisuuksien perusteella |
| Muut taloudelliset ohjauskeinot | - päästökauppa esim. ravinnepäästökauppa - esim. Itämeren alueen vapaaehtoinen päästökauppa nitraateille |

Neitseellisten luonnonvarojen verottaminen ja erilaiset maksut kannustaisivat luonnonvarojen säästävään ja resurssitehokkaaseen käyttöön. Verojen ja maksujen lisääminen neitseellisten materiaalien käytölle edistäisivät osaltaan kierrätysmateriaalien markkinoiden kehitystä ja käyttöä kustannusten kasvu myötä. Tikkanen ym. raportissa otetaan esille luonnonvarojen verotusta jarruttavina tekijöinä tuonti- ja vientituotteiden sisältämien materiaalien yhtäläinen kohtelu sekä taloudellinen rasitus kotimaiselle tuotannolle. Olisikin paras, jos neitseellisten materiaalien verotusta nostettaisiin kansainvälisesti, jolloin vältyttäisiin tuonti- ja vientituotteiden eriävältä kohtelulta.

Taulukossa 4 esitetään taloudellisia ohjauskeinoja, jotka edistäisivät tuotteiden pitämisen kierrossa mahdollisimman pitkään. Näitä keinoja ovat verojen, tukien ja maksujen kohdistaminen toimille, jotka edistävät tuotteiden korjaus- ja huoltopalveluita, vuokrauspalveluita, palvelujen tarjontaa tavaran sijaan, uudelleenkäyttöön ja -valmistukseen sekä jakamistalouteen.

Taulukko 4 Taloudellisten ohjauskeinojen kehittämismahdollisuuksia tuotteiden pitämiseksi kierroissa mahdollisimman pitkään (Tikkanen ym. 2018, s. 43).

| Ohjauskeinot | Ylläpito, kunnostaminen | Uudelleenkäyttö | Uudelleenvalmistus |
|--|---|---|--|
| Verot | <ul style="list-style-type: none"> - kotitalousvähennyksen laajentaminen - verohelpotuksia ylläpito- ja kunnostuspalveluille - ALV:n keventäminen palveluille - työn verotuksen keventäminen - kertakäyttötuotteiden veroja | <ul style="list-style-type: none"> - kiertotaloutta tukevien palvelujen ALV:n keventäminen - työn verotuksen keventäminen | <ul style="list-style-type: none"> - luonnonvaraveroja neitseellisille raaka-aineille, jotta uudelleenvalmistus tulisi taloudellisesti kannattavammaksi kuin uuden tuotteen tekeminen - työn verotuksen keventäminen |
| Tuet | <ul style="list-style-type: none"> T&K -rahoitusta, yritys- ja verotukia, investointitukia - vero- ja muiden tukien uudelleen suuntaamista esim. - yritystukia ja verohelpotuksia mm. kiertotaloutta edistäviin teknologioihin, innovaatioihin sekä tuotteista palveluihin -liiketoimintamallien ja alustojen kehittämiseen; - verovähennysoikeus palvelutuotannon investoinneille; - verovähennysten käyttö tavaroiden vuokrauksen, vaihtamisen ja lainaamisen edistämiseksi; - uudelleenkäyttömyymälöiden tuet. | | |
| Maksut | ei tunnistettu | | |
| Muut taloudelliset ohjauskeinot | -hankkeita ja hanke- rahoitusta palveluun perustuvien konsepti- en kehittämiseen | | |

Tikkasen ym. raportin mukaan suurin osa nykyisistä yritystuista ovat kohdistettuna teknologioiden ja yrityskehityksen tukemiseen, ja ohjausta olisi hyvä tehdä enemmän kiertotalouden ydintoimintoja kohti. Kiertotalouden nykyisten ja uusien mahdollisten tukien vaikuttavuutta ja tehokkuutta kiertotalouden edistäjinä tulisi myös tutkia arvioiden.

Raportin mukaan nykyiset taloudelliset ohjauskeinot ovat keskittyneet jätteiden kierrättämiseen raaka-aineeksi Suomessa ja ulkomailla. Jätepolitiikassa on silti vielä paljon parannettavaa, jotta materiaalien kierrätysaste saadaan nostettua ja sivuainevirtoja saataisiin tehokkaammin hyödynnettyä. Taloudellisia ohjauskeinoja jätteiden ja sivuainevirtojen kierrätykseen raaka-aineeksi ovat mm. jäteverot ja -maksut, jätepolton verotus, pakkausverot, erilaiset Pay-as-you-throw (PAYT) -palvelut ja palautus-panttijärjestelmät. Hyvä esimerkki toimivasta palautus-panttijärjestelmästä on Suomen pullonpalautusjärjestelmä Palpa, jolla on ollut merkittävä rooli pullojen ja tölkkien kierrätysasteessa. Palpan ansiosta Suomessa käytettyjen pullojen ja tölkkien kierrätysaste on yli 90 % ja samankaltaista järjestelmää voitaisiin soveltaa myös muille arvoketuille, kuten elektroniikkaan. (Tikkanen ym. 2018.) Taulukossa 5 on

listattu taloudellisten ohjauskeinojen kehittämismahdollisuuksia, jotka edistäisivät jätteiden ja sivuvirtojen hyödyntämistä teollisuuden raaka-aineena.

Taulukko 5 Taloudellisten ohjauskeinojen kehittämismahdollisuuksia jätteiden ja sivuvirtojen kierrätyksessä raaka-aineeksi (Tikkanen ym. 2018, s. 44).

| Ohjauskeinot | Jätteiden kierrätys raaka-aineeksi |
|--|--|
| Verot | Luonnonvaraveroja (ks. tarkemmin taulukko 1) - verot vaikuttavat neitseellisten raaka-aineiden ja kierrätysmateriaalien suhteellisiin hintoihin siten, että ne kannustavat mm. materiaalitehokkuuteen ja kierrätysmateriaalien käyttöön. - jäteveron kehittäminen - jätteenpolttovero - pakkausveron kehittäminen - haitallisten aineiden verottaminen tuotteissa |
| Tuet | - T&K rahoitusta - Yritys- ja verotukia - Investointitukia |
| Maksut | - Pay as you throw (PAYT) -maksut - jätevesimaksun korottaminen - jätevesimaksun määräytyminen haitallisten aineiden pitoisuuksien perusteella |
| Muut taloudelliset ohjauskeinot | - palautus-panttijärjestelmän laajentaminen esim. elektroniikkaan |

Jätteiden kierrätyksen kannalta pakkausmateriaalit ovat ydinasemassa ja niiden tuote- ja kehitysinnovaatioita tulisi tukea tuilla ja verotuksella, jotta raaka-aine arvoketjuja saataisiin vietyä kohti uusiutuvia luonnonvaroja käyttäviksi uusiutumattomien sijaan ja kierrätysmateriaalien käyttöä saataisiin yleistettyä pakkausmateriaaleissa. Tällainen suunta on jo näkyvissä kuluttajamarkkinoilla. Muovin korvaaminen muilla materiaaleilla ja uusiomuovin korvaaminen kierrätysmuovilla on todennäköisesti myös tulosta tehokkaasta muovia koskevasta informaatio-ohjauksesta, joka on ollut hyvin näkyvillä yhteiskunnassamme. Puupohjaisten materiaalien käyttö näkyy elintarvikkeissa ja kierrätetyn materiaalin %-merkinnät ovat tulleet pakkauksiin hiilineutraalius lupauksen viereen. Tikkanen ym. raportissa nostetaan esiin haitallisten aineiden pitoisuuksien seuranta tuotannossa käytettyjen materiaalien osalta, jota tulisi hallita nykyistä tehokkaammin. Haitalliset aineet kulkeutuvat ekosysteemiin jo tuotesuunnittelussa, jonka takia erilaisia tutkimus- ja kehittämisrahoituksia, investointitukia ja taloudellisia kannusteita tulisi kohdistaa suoraan

tuotesuunnitteluun. Haitallisten aineiden pääsyä ekosysteemiin voidaan estää myös verotuksella.

3.8.2 Viranomaisten toiminnan ja asiantuntijuuden kehitys sekä verkostoituminen

Suurin ja vaikuttavin osa kiertotalouden ohjauskeinoista ovat taloudellisia. Muut ohjauskeinot, kuten viranomaisten oman toiminnan ja asiantuntijuuden kehittäminen, strateginen verkostoituminen ja viennin strateginen koordinaatio ovat tärkeitä kiertotalouden kehittymisessä ja eteenpäin viennissä. Mikään yritys tai taho ei pysty toteuttamaan kiertotaloutta yksin, vaan se vaatii paljon poikkitieteellistä yhteistyötä yritysten ja eri tahojen kesken. Tätä varten tarvitaan asiantuntijaosaamista sekä verkostoitumista yritysten ja asiantuntijoiden kesken. Poliittinen työ kiertotalouden edistämiseksi, erilaiset kiertotalouden hankkeet, teemaan liittyvät työpajat, teollisten symbioosien FISS-aluekoordinaattorit (Finnish Industrial Symbiosis System) ja yritysten keskinäinen yhteistyö edistävät verkostoitumista, tiedon vaihtoa ja tätä kautta toimivien kiertotalouden ratkaisujen syntyä.

Kiertotalouden eteenpäin ajaminen kansainvälisessä politiikassa edistää kiertotaloutta yli maan rajojen ja on tärkeä osa-alue kiertotalouden eteenpäin viemisessä. Viranomaisten oman toiminnan ja asiantuntijuuden kehittäminen, strateginen verkostoituminen ja viennin strateginen koordinaatio kulkevat käsi kädessä nämä toimet mahdollistavien taloudellispoliittisten päätösten kanssa. Panostus kiertotalouden koulutukseen, verkostoitumiset mahdollistaviin hankkeisiin ja tapahtumiin, toimivien alustojen kehitys- ja ylläpito yritysten ja asiantuntijoiden kohtaamiselle ovat kaikki toimia, jotka vaativat taloudellispoliittista päätöksentekoa ja ohjausta taakseen.

Suomi on pieni maa ja kansainvälisesti verraten pieni tekijä globaalissa taloudessa. Meillä on kuitenkin paljon teknologia osaamista ja innovaatioita, joiden jalkauttaminen suuriin globaaleihin yrityksiin saa vaikuttavia muutoksia aikaan kiertotalouden saralla. Tästä hyvänä yritysesimerkkinä on suomalaisen

tekstiilialan innovaatioyritys Spinnova: n jalkautuminen kansainvälisille tekstiilimarkkinoille, jossa on potentiaalia muuttamaan tekstiilialan arvoketjua kiertotalouden suuntaan. Spinnovan kehittämä teknologia mahdollistaa tekstiilien valmistamisen puusta ja jätevirroista kuten nahka-, tekstiili- tai ruokajätteestä ilman haitallisia kemikaaleja. Tekstiiliteollisuuden ympäristökuormitus on suurta, ja joidenkin arvioiden mukaan se on vastuussa jopa 10 %:sta koko maailman hiilidioksidipäästöistä. SPINNOVA®-kuidun tuotannosta aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen on laskettu olevan jopa 64,5 % pienemmät verrattuna puuvillan viljelyksestä ja prosessoinnista koituviin päästöihin sekä huomattavasti pienemmät kuin polyesterin ja viskoosin tuotannossa. (Spinnova n.d.) Yritys on solminut yhteistyösopimukset globaalien suurten tekstiilibrändien kanssa kuten H&M Group ja Adidas, ja tekee siksi tämän yrityksen hyväksi esimerkiksi siitä, miten Suomi voi pienenä maana olla kuitenkin vaikuttava kiertotalouden edistäjä maailmanlaajuisesti.

3.8.3 Tietoisuuden lisääminen informaatio-ohjauksella

Informaatio-ohjauksella tässä työssä tarkoitetaan ihmisten asenteisiin ja mielipiteisiin vaikuttavalla informaatiolla, jonka päämääränä on ohjata ihmisten käyttäytymistä kiertotalouden suuntaan. Informaatio-ohjaus on taloudellisen ohjauksen lisäksi merkittävä ohjaustoimi, jolla pystytään vaikuttamaan etenkin kuluttajien kulutus- ja kierrätystottumuksiin. Informaatio-ohjaus on tehokas työkalu etenkin jakamistalouden sekä pakkaus ja pakkausmateriaalien kiertotalouden edistämisessä. Kuluttajiin vaikuttamisen lisäksi informaatio-ohjaus on tärkeä ohjauskeino myös teollisuuden sivuvirtojen saamisessa hyötykäyttöön, jotta materiaalivirtojen tuottaja ja sen hyödyntäjä saataisiin kohtaamaan toisensa.

Jakamistalous on yksi kiertotalouden osa-alueista, jossa Suomessa nähdään paljon potentiaalia sen parantamisen näkökulmasta etenkin kuluttajapuolella. Nykyinen yhteiskuntamme ja tapa toimia perustuu kuitenkin paljolti omistamisen kulttuuriin, ja jotta jakamistalouden liiketoimintamalleja saataisiin jalkautettua käyttöön, vaatii se informaatio-ohjausta kuluttajien ja yritysten tietoisuuden

lisäämiseksi. Jakamistalous tarjoaa uudenlaisen liiketalousmallin, jossa tuotetta lainataan, vuokrataan tai jaetaan muiden käyttäjien kanssa. Sitran kiertotalouden jäsentelymallissa jakamistaloutta koskevat liiketoimintamallit ovat tuote palveluna ja jakamistalustat. Parhaimmillaan tuote palveluna - liiketalousmalli on edullisempaa sekä palvelun tarjoajalle että sen kuluttajalle. Malli luo myös korkeampaa käyttöastetta tuotteille, jonka ansiosta tuotteen valmistustarve ja pidemmällä aikavälillä neitseellisen materiaalin tarve pienenee.

Jakamistalous vaatii toimivia digitaalisia alustoja ja kohtaamispaikkoja, jotka mahdollistavat tavaroiden ja resurssien vuokraamisen, myymisen, jakamisen ja uudelleenkäytön, jotta liiketalousmalli voi toteutua. Yksi esimerkki onnistuneesta informaatio-ohjauksen toteutuksen seuraamuksesta löytyy tekstiilialalta. Tekstiilialan ympäristön kuormittavuus ja kyseenalaiset tehtaiden työskentelyolosuhteet ovat saaneet kuluttajat miettimään kulutustaan pidemmälle. Tämä on avannut ovet alati yleistyvälle tekstiilien vuokraus- ja lainauspalvelu markkinoille (kts. luku 3.1.1, tuote palveluna).

Informaatio-ohjaus on tärkeä ohjaustoimi myös ihmisten kierrätystottumuksiin. Esimerkkinä toimivasta informaatio-ohjauksesta löytyy muovipakkausten saralta. Yleisen keskustelun ohella kuluttajille suunnattu informaatio muovijätteen ympäristökuormituksesta ja muovijättemäärän suuruudesta on ohjannut ihmisiä välttämään muovin kulutusta ja kierrättämään muoveja tehokkaammin. Muovien saralla informaatio-ohjausta on siivittänyt Ympäristöministeriön ja Kaupan liiton kanssa vuonna 2016 solmittu Green Deal -sopimus, jonka kautta kaikista kaupassa tarjotuista muovipusseista tuli maksullisia, ja niiden oheen tuotiin muuta tarjontaa. Green Deal -sopimuksella pyritään pääsemään EU:n pakkausjätedirektiivin muovikassien kulutusta koskevaan vähentämistavoitteeseen vapaaehtoisesti ilman, että siitä säädettäisiin laissa (Sitoumus2050 n.d.). Green Deal -sopimuksia käsitellään seuraavassa luvussa yhtenä kiertotalouden ohjauskeinona.

3.8.4 Vapaaehtoisuuteen perustuvat Green Deal -sopimukset

Green deal -on vapaaehtoisuuteen perustuva sopimus valtion ja elinkeinoelämän välillä. Sopimukset voidaan tehdä myös julkisen sektorin kanssa. Sopimuksilla pyritään hillitsemään ilmastonmuutosta ja edistämään kiertotaloutta ilman lainsäädännöllistä puuttumista asiaan. (YM n.d.b.) Tämän työn tekohetkellä Ympäristöministeriö on solminut kahdeksan Green Deal -sopimusta eri tahojen kanssa viiden vuoden aikana, muovikassisopimuksen ollessa ensimmäinen sopimus.

Muovikassisopimus Kaupan liiton kanssa (2016)

Autoalan ja valtion välinen Green deal -ilmastosopimus (2018)

Sopimus valtakunnallisen öljyjätehuollon kehittämisestä Ympäristöteollisuus ja -palvelut YTP ry:n kanssa (2019)

Työkonealan Green deal -sopimus Teknisen kaupan liiton kanssa (2019)

Kestävän purkamisen Green deal -sopimus Rakli ry:n kanssa (2020)

Haitallisten aineiden vähentäminen varhaiskasvatuksen hankinnoissa (2020)

Rakentamisen muovit Green deal -sopimus (2020)

Yhdyskuntajäteveden puhdistamisen Green deal -sopimus (2021)

Green deal -sopimukset ovat hyvä tehosteohjauskeino lainsäädännön ohella, ja niiden kautta on mahdollista asettaa kovempia tavoitteita, joilla pyritään ympäristön ja yhteiskunnan kannalta vaikuttaviin muutoksiin. Sopimukseen kuuluu osapuolten sitoumus tavoitteisiin ja tulosten seuranta tehdään järjestelmällisesti yhteistyössä sopijaosapuolten kanssa. Sopimuksia ylläpitää Suomen kestävän kehityksen toimikunta, joka on yhteiskunnan merkittävät toimijat kokoava vaikuttajafoorumi. (Valtioneuvoston kanslia n.d.) Sopimukset pyrkivät sitouttamaan alan yrityksiä nopeisiin ja vaikuttaviin toimiin. Green deal -sopimuksien toteutuksessa ja eteenpäin ajossa käytetään muun muassa

taloudellista ohjausta yhdistettynä kuluttaja- ja yrityskentälle suunnattuun informaatio-ohjaukseen.

3.8.5 Lainsäädäntö

Kuten kiertotalouden haasteet -luvussa todettu, yhtenä suurimpana kiertotalouden haasteena on ollut Suomen tiukka lainsäädäntö, joka on EU:hun verraten tiukempi. Erityistä haastetta on ollut jätelaissa, joka pyöräyttää yritykset helposti syvälle byrokratian rattaisiin ja hitaiden lupaprosessien ääreen. Jätelaki on osana Suomen ympäristönsuojelu strategiaa, jonka tarkoitus on suojella haitallisten aineiden pääsyn luontoon. Lain säätöhetkellä kiertotalous ei ole ollut kuitenkaan ajankohtainen talousmalli. Kiertotalouden prosessien ja kierrätysmateriaalien arvoketjujen kehittyessä olisi lainsäädännön muuttamisella suuri vaikutus, jotta saisimme yrityksille ja aloille helpompaa järjestelmäpohjaa kiertotalouden näkökulmasta katsottuna.

Laaja jätelain uudistus astui voimaan 19.7.2021, joka liittyy EU:ssa jo kesällä 2018 hyväksytyyn jätesäädöspaketin toimeenpanoon Suomessa. EU:n jätesäädöspaketin keskeisinä tavoitteina on vähentää jätteen määrää ja lisätä uudelleenkäyttöä sekä kierrätystä. Uudistettu jätedirektiivi antaa kierrätystavoitteet yhdyskuntajätteille sekä eri pakkausjättemateriaaleille. Yhdyskuntajätteestä tulee kierrättää 55 % vuonna 2025, 60 % vuonna 2030 ja 65 % vuonna 2035. Tämän lisäksi kaikesta pakkausjätteestä tulee kierrättää 65 % vuoteen 2025 ja 70 % vuoteen 2035 mennessä. (YM n.d.a.)

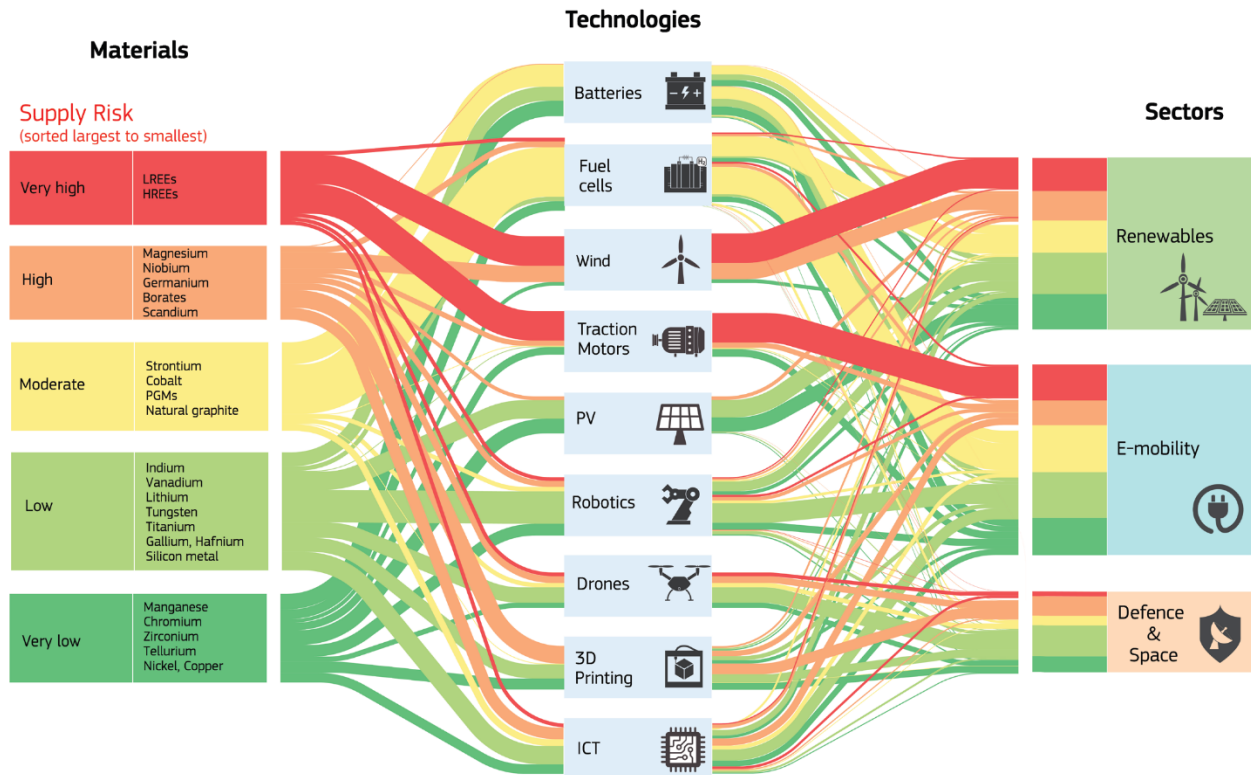
Laki ei tällä hetkellä velvoita kierrätetyn materiaalin käyttöä raaka-aineena vaan sen käyttö perustuu täysin vapaaehtoisuuteen. Velvoitteiden puutos tällä saralla on jättänyt raaka-aine markkinoiden kehityksen jälkeensä. Laki velvoittaa ainoastaan materiaalien lajitteluun, jolle on asetettu selkeät tavoitteet. Samat tavoitteet tulisi asettaa myös kierrätysmateriaalin käytölle, joka vahvistaisi kierrätysmateriaalien markkinoita. Valtioneuvoston kiertotalouden toimenpideohjelma sisältää kierrätysmateriaalien markkinoiden vahvistamista useiden eri toimenpiteiden kautta. Lainsäädännöllisestä näkökulmasta

katsottuna toimenpiteet sisältävät mm. käytäntöjen kehittämistä EoW-asetusten täytäntöönpanossa ja siitä, miten jätteen luokiteltu materiaali lakkaa olemasta jäte. Toimenpideohjelman tavoitteena on myös perustaa ”kansallinen osaamisverkosto” tukemaan kuntien ja alueellisten ekosysteemien työtä kiertotaloudessa. Ohjelman perustama työryhmä tulee seuraamaan EoW-päätöksentekoa, jonka tehtävänä on kehittää menettelytapoja ja ehdottaa tarvittavia lainsäädäntömuutoksia, jotta kiertotalouden mukaiset liiketoimintamallit olisivat helpompi toteuttaa. (YM 2021, s.6–7).

3.9 Kriittiset materiaalit

Maapallon nopea väestön kasvu, elintason nousu ja lineaarinen talousjärjestelmämme vaatii monia maametalleja kiihtyvällä tahdilla. Monien maametallien kohdalla puhutaan jo ns. kriittisistä materiaaleista. Materiaalin määrittelyn tekee kriittiseksi neljä tekijää, joita ovat politiikka ja konfliktit (ns. konflikti mineraalit), saatavuusriski (ei helppoa korvaavaa materiaalia), ympäristö ja terveysriski sekä materiaalin tärkeys taloudelle (Snowflakeeducation.com 2021). Monet teolliset strategisiksi katsotut sektorit kuten uusiutuva energiatuotanto, e-ajoneuvot, maanpuolustusvoimat ja ilmailuyhtiöt, lääketiede sekä kemialliset ja petrokemialliset tuotantosektorit tarvitsevat useita kriittisiksi katsottuja maametalleja. Materiaalien väheneminen ja samaan aikaan niiden kasvava kysyntä luovat kilpailua eri sektorien ja maiden välille. Kilpailtuja maametalleja ovat muun muassa boraatit, gallium (Ga), indium (In), useat harvinaiset maametallit (REEs), koboltti (Co), Niobium (Nb) ja piimetalli (Si). (Euroopan komissio 2020, 76.)

Euroopan komission vuonna 2020 valmistuneessa tutkimuksessa maametallit jaetaan viiteen ryhmään niiden kriittisyyden perusteella. Kuva 14 kuvaa materiaalien tarvetta yhdeksällä eri sektorialueella, jotka tutkimuksessa luokiteltiin yhteiskunnan kannalta strategisesti tärkeiksi.



Kuva 14. Maametallien kriittisyysluokitus ja niiden tarve EU-alueen strategisesti tärkeillä sektoreilla ja teknologian alueilla (Euroopan komissio 2020, 1).

Kuvassa punaisella merkityt maametallit ovat hyvin korkealla tasolla kriittisessä materiaaliluokituksessa. Tähän luokkaan kuuluvat useat maametallit, jotka luokitellaan kahteen eri ryhmään niiden kemiallisten ominaisuuksiensa perusteella: LREEs (light rare earth elements) ovat kevyitä harvinaisia maametalleja ja HREEs (heavy rare earth elements) ovat raskaita harvinaisia maametalleja. Molempiin ryhmiin (LREEs ja HREEs) kuuluu useita eri maametalleja. Kuvassa 14 oranssilla värillä merkityt maametallit ovat korkealla tasolla kriittisessä materiaaliluokituksessa. Tässä luokassa ovat seuraavat maametallit: magnesium (Mg), niobium (Nb), germanium (Ge), boraatit ja skandium (Sc). Näitä hyvin korkean sekä korkean kriittisyysasteen maametalleja tarvitaan kaikilla strategisesti tärkeiksi luokitelluilla sektoreilla, joita ovat tuulivoimalat, vetomoottorit, robotiikka, drone-lennokit, tietotekniikka, 3D-tulostus, aurinkosähköpaneelit (PV), polttokennot ja akkuteknologia.

(Euroopan komissio 2020, 1, 15.) Vihreän siirtymän arvioidaan nostavan EU-alueen maametallien tarvemäärän tuhatkertaisiksi.

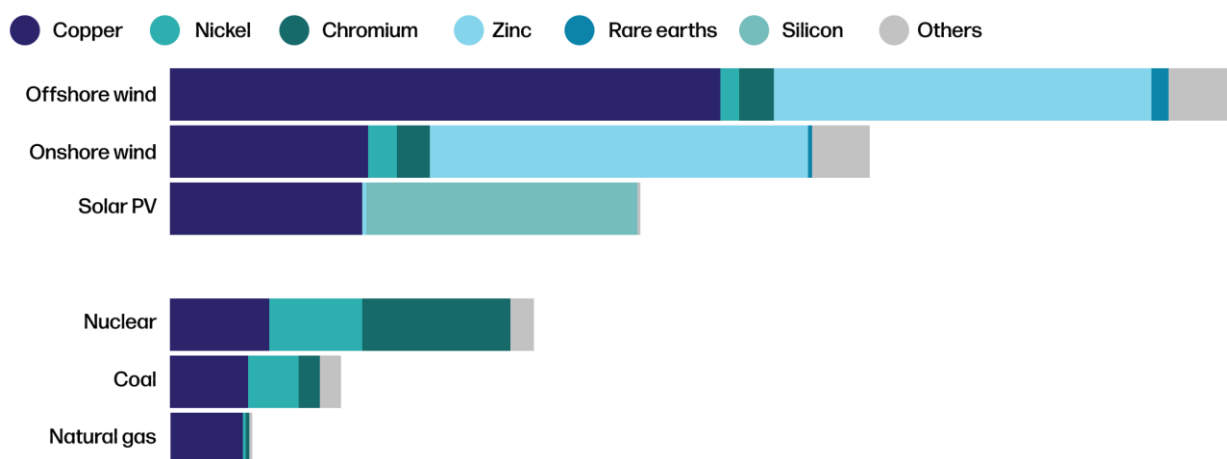
Suurin osa maailmalla rekisteröityneistä yhteiskunnallisekologisista konflikteista johtuu maametallien kaivannoista, joka on myös todennettava tosiasia. Monet kaivostyömaat sijaitsevat ns. konfliktialueilla, joissa ihmisten perusturvallisuus tarpeet eivät täyty. Globaalilla tasolla ympäristöön liittyviä oikeusasioita listaava ja seuraava EJAtlas (Global Atlas of Environment Justice) oli heinäkuussa 2021 mennessä raportoinut 3479 yhteiskunnallisekologisista konfliktitapausta. Näistä kanteista lähes 20 % liittyi maametallien kaivamiseen, määrän ollessa enemmän kuin missään muussa kategoriassa. (European Environmental Bureau EEB ym. 2021, 24.) Yhteiskunnallis-ekologisten konfliktien lisäksi mineraalikaivostoiminnasta koituu ympäristöhaittoja, kuten maan ja veden happamoitumista, ilmastonmuutoksen etenemistä, kumulatiivista energiakysyntää, rehevöitymistä, myrkyllisiä päästöjä, maankäyttöä, ilman kaasumaiset epäpuhtaudet (rikki- ja typpioksidit, hiilimonoksidit, bentseenit, otsoni, rikkiyhdisteet), happamien ja raskasmetalleja sisältävien jätevesien päätyminen vesistöön ja maaperään (EEB ym. 2021, 18 ja SYKE 2018). OECD maat tutkivat seitsemän paljon käytetyn maametallin (rauta, alumiini, kupari, sinkki, lyijy, nikkeli ja mangaani) ympäristöhaittoja. Tuloksien perusteella kuparin ja nikkelin kaivamisella on suurimmat ympäristöhaitat kilogrammaa kohden, raudan ympäristövaikutusten ollessa kuitenkin korkeimmat sen volyymiltään suuren tuotantomäärän takia (EEB ym. 2021, 18).

Eurooppalaisen ympäristöjärjestö EEB:n ja Friends of the Earth Europe vuonna 2021 julkaiseman ”Green mining is a myth” -raportin mukaan Euroopalla on suuri materiaalijalanjälki, joka selvitysten mukaan johtuu korkean elintason mahdollistavasta ylikulutuksesta. Raportin mukaan maapallon väestön miljardi rikkainta kuluttavat 72 % maapallon resursseista, kun köyhin 1,2 miljardia kuluttavat resursseista vain 1 % verran. EU kuluttaa 25–30 % globaalisti tuotetuista metalleista, vaikka väkiluvultaan EU:n väestö kattaa vain 6 % koko maapallon väestöstä. Raportin mukaan EU:n tulisi leikata absoluuttista luonnonvarojen kulutustaan 65 % vuoteen 2050 mennessä. (EEB ym. 2021, 2–

3, 5.) EEB ja Friends of the Earth Europe suosittelee analyysinsa perusteella, että EU hylkäisi Euroopan vihreän sopimuksen mukaiset suunnitelmat kaivostoiminnan lisäämiseksi ja asettaisi tiukat rajat hyödyntämilleen luonnonvaroille inhimillisten ja ekologisten katastrofien estämiseksi.

Arviolta 84 % koko maailman energiantuotannosta vuonna 2019 tuotettiin uusiutumattomista ja ilmastoon paljon päästöjä aiheuttavista lähteistä kuten hiilestä, öljystä ja kaasusta. Hiilivoiman käyttö on monissa maissa pieneneään päin mutta öljyn ja kaasun käyttö on nopeassa kasvussa. (Our World in Data n.d.) Energiantuotanto on tällä hetkellä suurin ilmastopäästöjen aiheuttaja ja on väistämätön tosiasia, että vihreä siirtymä vaatii useita myös kriittisiä materiaaleja. Uusiutuviin energianlähteisiin kuten tuuli- ja aurinkovoimaloihin investoidaan tällä hetkellä paljon, joilla on ilmastopäästöjen pienemiseen positiivinen vaikutus. Tuulienergia-sektori on maailman nopeinten kasvava uusiutuvan energian teknologia-ala (Euroopan komissio 2020, 60).

Tuulimyllyjen ja aurinkopaneelien tarvemäärä on suuri ja laitteiden valmistus vaatii volyymiltaan paljon kriittisiä materiaaleja. Vihreä siirtymä vaatii erityisesti kobolttia, litiumia ja harvinaisia maametalleja (REEs). Pahimman arvioskenaarion mukaan tuuli- ja aurinkoenergiasektorit tulisivat kasvattamaan EU:n tarvemäärän näille metalleille 600 %:iin vuoteen 2030 mennessä, ja 1500 %:iin vuoteen 2050 mennessä. Vastaavasti akkuteknologian ja energiasektorin arvioidaan kasvattavan litiumin kysynnän 1800 %:iin ja koboltin kysynnän 500 %:iin vuoteen 2030 mennessä, litiumin kysynnän kasvaessa lähes 6000 %:iin ja koboltin 1500 %:iin vuoteen 2050 mennessä. (EEB ym. 2021, 14.) Kuva 15 hahmottaa vihreän siirtymän sektoreiden materiaali-intensiteettiä.



Excludes operational mineral requirements for nuclear, coal and natural gas

Kuva 15. Energia- ja liikenne -sektorit kuten tuuli- ja aurinkoenergiavoimalat sekä e-ajoneuvot vaativat paljon erilaisia materiaaleja valmistukseen. Kuvassa sektorien materiaali-intensiteetti kg/MW (EEB ym. 2021, 14).

Näiden lukujen valossa olisi äärimmäisen tärkeää, että laitteiden suunnittelussa ja valmistuksessa otettaisiin heti käyttöön kiertotalouden mukainen suunnittelumalli, jotta laitteet ja niissä olevat materiaalit saataisiin pidettyä kierrossa mahdollisimman pitkään ja niiden arvoketjut saataisiin maksimoitua.

EEB:n ja Friends of the Earth Europe:n raportti kyseenalaistavat EU:n jatkuvan talouskasvun tavoittelun ja kehoittaa siirtymään aitoon kiertotalouteen.

Ekologisesti tuhoisia ihmiskunnan toimia tulisi alkaa pienentämään. Tällaisia toimia ovat avaruuslennot, pikamuoti, yksityisautoilu sekä sota- ja aseteollisuus. Kansallisvaltiot ympäri maailman käyttävät arviolta lähes 5 miljardia dollaria päivittäin sodan käyntiin. (EEB ym. 2021, 5, 21.) Luku vastaa suuruudeltaan noin neljäsosaa USA:n vuoden 2020 bruttokansantuotteesta.

Euroopan komissio peräänkuuluttaa raportissaan kansainvälisesti avointa yhteistyötä teollisuusalojen ja päätöksentekijöiden välillä, jotta materiaalimarkkinoiden valvominen ja strategisia materiaalivirtojen hallinta saataisiin toimivaksi (Euroopan komissio 2020, 77). Luonnonresursseja tulisi alkaa arvottamaan globaalisti sen sijaan, että sitä käytetään seuraamuksitta talouskasvun edistämiseksi. Vaikka luonnon uusiutuvuus on suurta, ylittää

ihmiskunnan tämänhetkinen kysyntä tarjonnan, mikä johtaa tuottavuuden laskuun ja yhä suurenevaan biodiversiteettikatoon. Cambridgen tähtiekonomisti Partha Dasguptan vision mukaan luontoa voisi alkaa mittaroimaan valtioiden *BKT*-lukujen ohella kertoimella, joka kuvaisi eri valtioiden luonnonresurssien kulutusta. (Helsingin Sanomat 2021.) Tämä toisi luonnon resurssien käytön näkyväksi ja sen riippuvuus kunkin valtion *BKT*:stä olisi kansainvälisesti nähtävillä siinä missä *BKT*-luvutkin.

3.10 Kiertotalouden portaalit

Kiertotaloutta tukevat yksityiset ja julkiset portaalit sekä markkinapaikat, jotka mahdollistavat materiaalien ja palveluiden vaihtajille kohtaamispaikan ja tiedonvaihtokanavan. Kiertotalouden portaalit edistävät syntyvien materiaalivirtojen käyttöä resursseina, vähentäen samalla jätevirtojen syntymistä. Portaalilla tässä työssä tarkoitetaan internetin selaimessa toimivaa palvelua, joka tarjoaa kiertotalouden teeman mukaisesti materiaalien tai palveluiden vaihtajille kohtaamispaikan. Tällä hetkellä portaalit ovat sijoiteltuna melko hajanaisina eri internet-osoitteisiin, ja portaalien kokoaminen yhteen paikkaan koettiin mielekkääksi. Kiertotaloutta palvelevien portaalien toimintakenttää palvelisi yksi portaalit kokoava alusta, ja tällainen alusta onkin tämän työn tekohetkellä kehitteillä Motivassa (Motiva 2021). Portaaletta löydettiin alan Uusiouutiset-lehdestä, kiertotalouden asiantuntijoilta kyselemällä sekä internet-hakujen kautta. Taulukkoon 6 on koottu keskeisimmät tiedot portaaletta.

Taulukko 6 Kiertotalouden portaalit.

| Portaalin osoite | Kenen käyttöön suunnattu | Mitä materiaaleja / tuotteita | Ilmainen |
|-------------------|--------------------------|---|----------|
| materiaalitori.fi | Kaikille avoin | Laaja skaala eri materiaaleja sisältäen yli 50 materiaalikategoriaa ja yli 20 palvelukategoriaa | Kyllä |

Taulukko 6 (jatkuu).

| Portaalin osoite | Kenen käyttöön suunnattu | Mitä materiaaleja / tuotteita | Ilmainen |
|-------------------------|---|---|-----------------|
| huutomylly.fi | Yritykset ja organisaatiot | 11 tuotekategoriaa: ajoneuvot ja perävaunut, työkalut ja koneet, rakennustarvikkeet, keittiö, kiinteistöt ja osakehuoneistot, sisustus ja kalusteet, Antiikki-, vintage- ja retro, elektroniikka, urheilu ja vapaa-aika, soittimet ja muu | Ei |
| kiertonet.fi | Julkinen sektori | 10 tuotekategoriaa: ajoneuvot ja perävaunut, työkalut ja koneet, rakennustarvikkeet, keittiö, kiinteistöt ja osakehuoneistot, toimisto ja kalusteet, elektroniikka, urheilu ja vapaa-aika, soittimet ja muu | Ei |
| maaporssi.fi/# | Maarakennus ammattilaiset ja yksityiset pihanrakentajat | Yli 50 maalajikategoriaa | Kyllä |
| maapaikka.fi | Yritykset ja yksityishenkilöt | 13 kategoriaa: asfalttimurske, betonimurske, hiekka, kalliomurske, kivituhka, luonnonkivi, moreeni, multa, savi, sepeli, sora, tiilimurske ja muu | Kyllä |
| muovit.zerowaste.fi | Maatilalliset, maanviljelijät | Maatalousmuovi | Ei |
| mansyns.fi | Yritykset, yksityiset voivat ostaa | 8 pääkategoriaa: koneet ja laitteet, logistiikan palvelut, palvelut, sähköteolliset komponentit, säiliöt ja pakkaukset, työkalut, materiaalit (rakenne, puutavarat, muovi, kemikaalit, maa-aines, metallit, rakennusmateriaalit ja komposiitit) sekä työvoima | Kyllä |
| netlet.fi | Rakennusalan ammattilaiset sekä valmistajat ja maahantuojat | Käyttökelpoisten ylijäämämateriaalien ja rakennustarvikkeiden noutopalvelu | Kyllä |

Taulukko 6 (jatkuu).

| Portaalin osoite | Kenen käyttöön suunnattu | Mitä materiaaleja / tuotteita | Ilmainen |
|---------------------|--|--|----------|
| purkutori.fi | Yritykset ja yksityiset henkilöt | Uusiokäyttökelpoinen rakennustavara, käytetyt koneet ja laitteet, yhteensä 18 kategoriata: hallit ja katokset, rakennustarvikkeet, LVI ja sähkö, työkalut ja tilpehööri, säiliöt, nestetankit ja paineastiat, siilot, hyllyt, muu varastointi ja säilytys, yleiset teollisuuslaitteet, energiateollisuuden laitteistot, elintarviketeollisuuden laitteet, maarakennuskoneet, kuljetuskalusto, materiaalin käsittelykoneet, maatalous- ja metsäkoneet, ajoneuvot, demrock-betonimurske ja muu maarakennus | Kyllä |
| rakennusoutlet.fi | Rakennusalan ammattilaiset, tukkukauppiat, maahantuojat, valmistajat ja kuluttajat | 7 pääkategoriaa: keittiö ja märkätilat, LVI, Piha ja maarakennus, rakennusmateriaalit, rakennustarvikkeet, valaistus ja sähkö, muu | Ei |
| seutumassa.hsy.fi/# | Pääkaupunkiseudun kunnat ja kuntayhtymät | Kaivetut maamassat: kivi, louhe, savi, tuhka ja kuona, täyttömaa | Kyllä |

Tässä työssä on esitelty Suomessa toimivia ja olemassa olevia kiertotaloutta palvelevia portaaleja. Työssä on keskitytty yrityksille ja organisaatioille suunnattuihin portaaleihin, jotka ovat keskittyneet materiaali- ja / tai palveluiden vaihtoon. Työstä on jätetty pois kiertotalouden liiketoiminta- ja innovaatioverkostoja tukevat portaalit kuten CircHubs. Työstä on jätetty pois myös kuluttajamarkkinoille keskittyneet kiertotalouspalvelut, kuten esimerkiksi pääkaupunkiseudulla toimiva kierrätyskeskus ja Mikkelin seudulla toimiva uutta elämää. Käytettyjä tekstiilejä kerääviä hyväntekeväisyysjärjestöjä, käytettyjen tekstiilien myyntipaikkoja tai tekstiilien vuokrauspalvelu -portaaleja ei niin ikään esitellä.

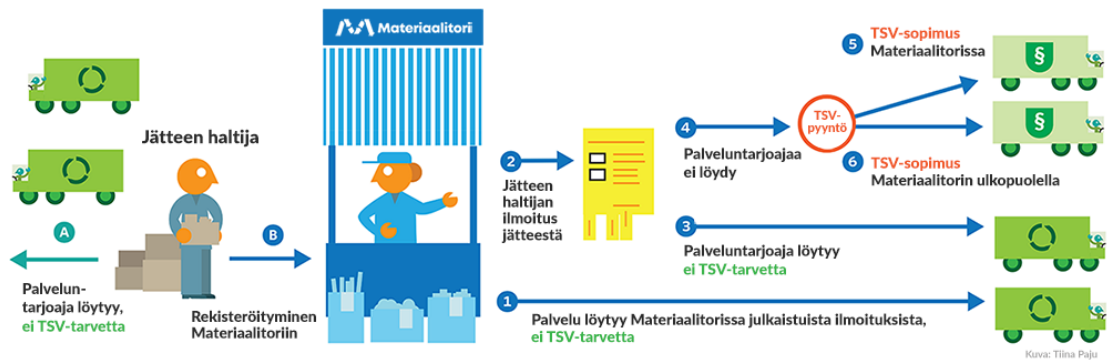
Taulukon 6 portaaleista löytyy enemmän tietoa alla olevista kappaleista.

3.10.1 Valtakunnallinen Materiaalitori

Valtion kestävä kehityksen yhtiö Motiva ylläpitää kansallista jätteiden ja sivuvirtojen tietoaalusta materiaalitoria. Materiaalitori-alustapalvelu toimii kohtaamispaikkana materiaalien ja palveluiden vaihdossa osoitteessa materiaalitori.fi. Materiaalitori on tarkoitettu ensisijaisesti yritysten ja organisaatioiden käyttöön, jossa jätteiden ja tuotannon sivuvirtojen tuottajat sekä hyödyntäjät voivat kohdata. Materiaalivaihdannan lisäksi alustalla voi myös etsiä ja tarjota kiertotalouteen liittyviä palveluja, kuten jätehuolto- ja asiantuntijapalveluita. Materiaalitori on helppokäyttöinen internet-selaimessa toimiva ja kaikille avoin ja vapaaehtoinen palvelu. (Materiaalitori n.d.)

Kunnan toissijainen jätehuoltopalvelu (TSV)

Jätelaki velvoittaa kunnan järjestämään asumisessa syntyvän jätteen sekä kunnan hallinto- ja palvelutoiminnassa koituvan yhdyskuntajätteen huollon. Kunta on jätelain 33 §:n mukaan velvoitettu järjestämään jätehuolto toissijaisesti myös muulle jätteelle, mikäli jätteen haltija ei löydä markkinaehtoista palveluntarjoajaa jätteelle. Tästä kunnan toissijaisesta jätehuoltopalvelusta käytetään myös lyhennettä TSV. Vuoden 2020 alussa voimaan tullut jätelain uudistus velvoittaa jätteen haltijat Materiaalitorin käyttöön, mikäli kunnan toissijaisen jätehuoltopalvelun tarve ylittää 2000 euron arvon. Velvollisuus on koskenut myös julkisia jätteen haltijoita eli hankintayksiköitä vuoden 2021 alusta lähtien. Hankintayksiköt voivat tehdä toissijaisen jätehuoltopalvelupyynnön joko Materiaalitorilla julkaistun ilmoituksen tiedoilla (alle 60 000 euron hankinnoissa) tai vaihtoehtoisesti suoraan hankintalain mukaisesti Hilma-ilmoituskanavalla tehdyn ilmoituksen tiedoilla. (Materiaalitori n.d.) Kuva 16 havainnollistaa toissijaisen jätehuoltopalvelun prosessin Materiaalitorissa.



Kuva 16. Kunnan toissijaisen jätehuoltopalvelu TSV:n prosessi Materiaalitorissa (kuva: Tiina Paju, materiaalitori.fi).

Tämän työn tekohetkellä Materiaalitorissa on yli 1400 rekisteröitynyttä käyttäjää ja yli 1100 rekisteröitynyttä yritystä / organisaatiota. Ilmoituksia voi tehdä ja hakea materiaalilajin, palvelulajin ja sijainnin perusteella. Ilmoitettavia ja ilmoitettuja materiaalilajeja löytyy yli 50 ja sisältää orgaanisia ja ei-orgaanisia materiaaleja hyvin laajalta skaalalta aina kiviaineksesta ja betonista eloperäisiin kasvi- tai eläinperäisiin materiaaleihin ja kaikkea siltä väliltä. Materiaalityypit sisältävät myös ”muu sivuvirta”, ”muu teollisuusjäte” ja ”muu jäte” -kategoriat. Palvelulajeista löytyy työn tekohetkellä seuraavat pääkategoriat: kuljetus, käsittely, kuljetus ja käsittely, varastointi, asiantuntijapalvelut, analyysipalvelu, kiinteistön kokonaispalvelu ja muu palvelu. Alustapalvelu toimii koko Suomen alueella, toimien näin kiertotalouden edistäjänä koko valtakunnan geograafisella alueella, tukien samalla Motivan työtä teollisten symbioosien edistämisessä. Materiaalitori edistää materiaaliressurssien tehokkaampaa käyttöä, vähentää jätevirtoja ja mahdollisuuksien mukaan edistää jätevirtojen hyödyntämistä materiaalina.

3.10.2 Yritysten huutokauppasivusto huutomylly.fi

Huutomylly on Kiertoa Oy:n ylläpitämä kaikille avoin huutokauppasivusto, jossa yritykset tai organisaatiot voivat myydä ja ostaa tuotteita. Tuotekategorioita on 11: ajoneuvot ja perävaunut, työkalut ja koneet, rakennustarvikkeet, keittiö,

kiinteistöt ja osakehuoneistot, sisustus ja kalusteet, antiikki-, vintage- ja retro, elektroniikka, urheilu ja vapaa-aika, soittimet ja muu. Yksityiset henkilöt voivat ostaa huutokaupasta, mutta eivät myydä. Sivuston ylläpitäjät hyväksyvät kaupattavat tavarat ennen ilmoituksen hyväksymistä. Sivustolle halutaan laadukkaita käytettyjä tuotteita, jonka takia alle 10 euron tavarat ja käyttökelvottomat tavarat eivät pääse sivustolle.

Nimensä mukaisesti sivustolla myytävät hyödykkeet laitetaan ostavien asiakkaiden huudettaviksi, jolloin myyjän saama hinta ei ole ilmoituksen tekohetkellä vielä tiedossa. Mikäli hinta jää liian alhaiseksi, myyjällä on oikeus hylätä korkein tarjous. Poikkeuksena tästä on ns. "varmat kaupat" kauppatyyppi, jossa hyödyke myydään eniten tarjoavalle ja korkein huuto hyväksytään automaattisesti. Myynti-ilmoituksen tekeminen sivustolle on ilmaista, mutta toteutuneista kaupoista myyjä maksaa sivustolle myyntikomission, joka on sidottu tavarán myyntihintaan. Myyntikomissio on pienimmillään alle 20 euron ostoksista (3,90 euroa (alv. 0 %)) ja suurimmiltaan 25 000 euron ylittävissä myyntitapahtumissa, jossa myyntikomissio on 899,00 euroa (alv. 0 %). (Huutomylly 2021.)

Huutomylly edistää käytettyjen hyödykkeiden vaihtamista, edistäen niiden käyttöastetta ja tätä kautta vähentäen uusien hyödykkeiden valmistustarvetta. Valmistustarpeen väheneminen pienentää osaltaan materiaalin kysyntää ja uusiutuotannosta aiheutuvia ilmastopäästöjä. Käytetyn hyödykkeen kauppaaminen maksimoi samalla hyödykkeen arvon luoden myyjälle taloudellista hyötyä. Kiertoa Oy ylläpitää myös kiertonet.fi -nimistä portaalia, joka on suunnattu julkisen sektorin käyttöön (kts. luku 3.10.3).

3.10.3 Julkisen sektorin huutokauppa kiertonet.fi

Kiertonet.fi on Kiertoa Oy:n ylläpitämä, julkiselle sektorille suunnattu huutokaupaportaali. Portaalín käyttäjinä ovat kaupungit, kunnat, kaupunkien ja kuntien osakeyhtiöt, koulutus kuntayhtymät, pelastuslaitokset, seurakunnat ja seurakuntayhtymät, valtion virastot ja laitokset sekä muut julkisoikeudelliset

tahot, jotka voivat myydä ja ostaa sivustolta käytettyjä hyödykkeitä. Kiertonet.fi -portaalin myyntikategorioita on yhteensä 10: ajoneuvot ja perävaunut, työkalut ja koneet, rakennustarvikkeet, keittiö, kiinteistöt ja osakehuoneistot, toimisto ja kalusteet, elektroniikka, urheilu ja vapaa-aika, soittimet ja muu. Myynti-ilmoituksen tekeminen sivustolle on ilmaista, mutta toteutuneista kaupoista myyjä maksaa sivustolle myyntikomission, joka on sidottu tavaran myyntihintaan. (Kiertonet n.d.)

Kiertonet.fi edistää hyödykkeiden vaihtamista julkisen sektorin kesken, edistäen hyödykkeiden käyttöastetta ja tätä kautta vähentäen uusien hyödykkeiden valmistustarvetta. Käytetyn hyödykkeen kauppaaminen maksimoi samalla hyödykkeen arvon ja minimoi varastokulut, luoden julkiselle sektorille taloudellista hyötyä. Kiertoa Oy ylläpitää myös huutomylly.fi -nimistä portaalia, joka on suunnattu yritysten käyttöön (kts. luku 3.10.2).

3.10.4 Maa-ainesten maapörssi

Maapörssi on puhtaiden ylijäämämaa-aineksien ja purkumateriaalien kierrätykseen keskittyvä alustapalvelu ammattilaisten ja yksityisten maarakentajien tarpeisiin (Maapörssi n.d.). Palvelu toimii internet-selaimen osoitteessa maaporssi.fi/# ja portaalia ylläpitää Maapörssi Oy -niminen yritys. Palvelussa voi ilmoittaa tai etsiä tarjolla olevia maa-aineksia yli 50 maa-aines kategoriasta.

Ilmoitukset näkyvät hyvin kootusti heti ensisilmäyksellä sivustolta, mutta ilmoitusten tarkempi tarkastelu vaatii profiilin luomisen sivustolle. Sivustolle on kerätty maalajiluokitusten tarkat kuvaukset, mutta sivusto mahdollistaa ja kannustaa ilmoituksen tekemisen ajoissa, vaikka maalajin luokitus ei vielä ilmoituksen tekohetkellä olisi täysin tiedossa. Ilmoitukseen voi jättää suusanallisen kuvaelman lajikkeesta. Yksityiskohtaisempi maalajin kuvailu voidaan tehdä myös vasta siinä vaiheessa, kun ilmoitukselle on löytynyt siitä kiinnostunut hyödyntäjä. Virallisesti maalajien luokittelun määrittää maalajin synty tapa, siinä olevan eloperäisen aineksen sisältö ja maalajin raekoostumus.

Luokittelun kaksi pääluokkaa ovat kivennäismaalajit ja eloperäiset maalajit. Kivennäismaalajit ovat peräisin kallioperästä irronneesta kiviaineksesta, ja eloperäinen maa-aines on maahan kertyneiden kasviperäisten, oksien, eläinten ja muun eloperäisen maatumisen tulosta. (Maapörssi n.d.) Ilmoituksia voi selata ja ilmoittaa yli 50 maa-aines kategorialle asfalttipaloista turpeeseen ja aina orgaanisiin lajikkeisiin saakka, sisältäen mm. hevosen lannan, risut ja oksat. Taulukossa 7 on luettelo 19 maalajista, jotka kuuluvat maapörssi-portaalin kivennäis- tai eloperäiset maalajien alle tai muun määrittymisen alle.

Taulukko 7 Maapörssin maalajiluokitukset (tiedot maapörssi n.d).

| | |
|----------------------|---|
| Kivennäismaalajit | Hiekka Hiesu Savi Siltti Sora Moreeni Louhikko, kivikko, kalliomurske tai louhe |
| Eloperäiset maalajit | Humusmaat Lieju (Lj) Multa (Mm) Turve (Tv) |
| Muut määrittymiset | Routiva ja routimaton maa-aines Täytemaa, hienotäytemaa ja karkea täytemaa Pintamaa Lecasora Kuivakuorisavi Kitkamaa Suodatinhiekkä Hiekoitussepele Asfalttirouhe Maakivet Betonimurske |

Profiilin luominen palveluun on maksullista, kustantaen noin 150 euroa / profiili / 6 kk (alv. 0 %). Profiili voi olla ammattialisprofiili tai yksityisprofiili. Näille kahdelle profiilityypille on saatavilla samat palvelut, poikkeuksena kuljetussovellus ja kuljetusraportit, jotka ovat saatavilla ainoastaan ammattilaisprofiilin käyttäjille.

Ylijääneiden maa-ainesten kierrättäminen vähentää luonnosta kaivetun materiaalin kysyntää ja tarvetta. Mikäli kuljetusetäisyydet ovat järkeviä, on maa-ainesten kierrätyksestä taloudellista sekä ympäristöllistä hyötyä vähentäen myös tarvetta läjitykseen.

3.10.5 Maarakennusmateriaalien vaihtoportaali maapaikka.fi

Kiertomaa Oy:n ylläpitämä maapaikka.fi -niminen portaali on ylijäämämaarakennusmateriaalien vaihtoon tarkoitettu palvelu, jossa yritykset ja yksityiset henkilöt voivat myydä, ostaa tai vastaanottaa maa-aineksia.

Maapörssiin verrattuna Maapaikan maa-aines kategorioita on suppeammin, yhteensä 13: asfalttimurske, betonimurske, hiekka, kalliomurske, kivituhka, luonnonkivi, moreeni, multa, savi, sepeli, sora, tiilimurske ja ”muu” kategoria.

Ilmoitettujen maa- ja kiviainesten tulee olla puhtaita MARA-asetuksen (843/2017) raja-arvojen ja laatuvaatimusten mukaisia, josta vastaa ilmoituksen tekijä ja materiaalin haltija. Maa-ainesten ilmoituksia voi selata sekä karttanäkymän että listan avulla asettamalla raja-arvot saatavan materiaalin etäisyydelle asetetusta sijaintialueesta sekä määrittämällä materiaalin haluttu volyyymi kuutioina ja/tai tonneina.

Ilmoituksia pystyy selaamaan ilman rekisteröitymistä, mutta myynti-, osto- ja vastaanottoilmoitusten tekemistä varten sivustolle tulee rekisteröityä. Sivuston käyttö on maksutonta.

Maapaikka-portaalin kiertotaloushyödyt ovat samat kuin maapörssissä (kts. luku 3.10.4).

3.10.6 Maatalousmuovien kierrätys

Taustaa

Likaisen maatalousmuovijätteen keräys- ja kierto aloitettiin Suomessa vuonna 2016. Turun ammattikorkeakoulun, Turun Yliopiston ja Hämeen ammattikorkeakoulun yhteishankkeen tuloksena saatiin selville alueelliset muovijättemäärät ja niiden keskittymät, saatiin tehostettua muovijakeille tarkoituksenmukaiset lajitteluohjeet ja kehitettiin alueellista keräystä resurssitehokkaammaksi. Hanke loppui vuonna 2018 mutta keräysmuovin liiketoiminnan kehitys jatkuu Turun yliopiston ja Satafood Kehittämisyhdistys ry:n ylläpitämällä maatalousmuovijäte.fi -nimisellä sivustolla, josta löytyy kattavaa tietoa maatalousmuovijätteen keräyksestä ja ajankohtaisista kierrätykseen liittyvistä aiheista, tapahtumista sekä pilottihankkeista. Tämän työn tekohetkellä käynnissä oleva ÄLYMUOVI-hanke kehittää tila- ja toimialakohtaisia maatalousmuovien lajittelu-, varastointi- ja kierrätysratkaisuja maatiloille, jonka pyrkimyksenä on maatalousmuovijätteen kierrätysasteen nostaminen. Hanketta toteuttaa ja koordinoi Turun yliopiston Brahea-keskus ja Satafood Kehittämisyhdistys ry. (Maatalousmuovijäte 2016.)

Maatalousmuovien kierrätys

Maatalousmuoveille suunnattu nouto- ja kierrätyspalveluportaali toimii internet-osoitteessa <https://muovit.zerowaste.fi/>, jonka kautta maatilalliset voivat tehdä maatalousmuoveille kuljetustilaukset. Portaalia ylläpitää ympäristöhuollon sovelluksiin ja kiinteistöjen ympäristötietojen raportointiin erikoistunut yritys nimeltä Enpros Oy.

Tuottajavastuun piiriin kuuluvat pääsääntöisesti kaikki tuotantopanokset, jotka on pakattu muoviin, ja tällaiset muovit voi viedä veloituksetta Uusiomuovi Oy:n paikalliseen vastaanottoterminaaliiin (karttalinkki löytyy sivustolta <http://www.uusiomuovi.fi/fin>). Tuottajavastuun piiriin kuulumattomien muovien

kierrättämisestä ja hävittämisestä vastaavat viljelijät itse. Taulukosta 8 löytyy tuottajapiiriin kuuluvat ja kuulumattomat muovityypit. (Maatalousmuovijäte n.d.)

Taulukko 8 Tuottajavastuun piiriin kuuluvat ja kuulumattomat maatalousmuovityypit (tiedot Maatalousmuovijäte n.d).

| | Tuottajavastuun piiriin kuuluvat muovit | Tuottajavastuun piiriin kuulumattomat muovit |
|-----------------------|---|--|
| Maatalousmuovintyyppi | Kasvinsuojelu- ja AIV-kanisterit, lannoite-, siemen- ja turvesäkit, taimiruukut sekä muoviset kalvomuovirullien hylsyt (mansikka ja paalikalvo) | Muoviin pakattujen tai suojattujen tuotteiden muovit, kuten rehupaalimuovit, kate- ja aumamuovit. Myöskään vihannes- ja marjanviljelyssä käytettävät harsot, katemuovit ja -kankaat, tihkuletkut, tunnelimuovit ja narut |
| Vastuu kierrätyksestä | Maahantuojaja tai valmistaja | Viljelijä |
| Paras sijoituspaikka | Uusiomuovi Oy:n -terminaali http://www.uusiomuovi.fi/fin | Zerowaste muovit -noutopalvelu https://muovit.zerowaste.fi/ |

Jotta maatalousmuoveja voitaisiin järkevästi jatko hyödyntää, tulisi niiden olla lajiteltuna omiin jakeisiin ja niiden tulisi olla mahdollisimman puhtaita (kts. lajitteluohjeet Taulukko 9). Muoveissa ei saa olla suuria määriä multaa, kiviä tai metallia. Orgaanisia epäpuhtauksia kuten heinää, vettä tai jäätä voi olla vähissä määrin. Kierrätyskelvottomat muovit päätyvät polttoon ja hyödynnetään energijakeena. Kierrätykseen kelvoton muovi on likaista tai vanhaa, huonosti lajiteltua kuten paalimuovit, joissa verkot ja narut ovat sekaisin. Näiden lisäksi jatkohyödyntämiseen kelpaamattomat muovijakeet ovat PP, PVC ja EPS-

muovit, jotka poltetaan energiajakeena. Jotta suuremmilta epäpuhtauksilta säästytäisiin, suositellaan keräykseen koottu lajiteltu muovi varastoitavan lavan, laatan tai asfaltin päällä. (Zerowaste muovit n.d.)

Taulukko 9 Kierrätettävän maatalousmuovin ohjeet (muovit.zerowaste.fi, muokattu).

| |
|---|
| SAA SISÄLTÄÄ |
| <ul style="list-style-type: none"> - Vain puhdas muovi päällyskiriste - Valkoiset ja muun väriset päällyskiristeet (PE-LLD-muovilaatu) |
| EI SAA SISÄLTÄÄ |
| <ul style="list-style-type: none"> - Naruja, verkkoja, käärintämuovien hylsyjä - Vanhat muovit, sekalaiset muovit naruineen ja verkkoineen - Maata, heinää, kiviä, metallia, puuta, multaa tai muita epäpuhtauksia - Muut muovit ja laadut - Muut jätteet (eivät kuulu muovin keräämiseen) |
| Ei kierrätettävä maatalousmuovi |
| SAA SISÄLTÄÄ |
| <ul style="list-style-type: none"> - Valkoiset ja muun väriset päällyskiristeet (PE-LLD-muovilaatu) saa sisältää paalinaruja ja paaliverkkoa - Aumamuovit, suojahuput, tyhjennetyt lannoitesäkit - Kanisterit (huuhdellut ja ilman korkkia) - Muovilaadut (PE-LLD, PE-LD, PE-HD) - Suursäkit |
| EI SAA SISÄLTÄÄ |
| <ul style="list-style-type: none"> - Maata, heinää, kiviä, metallia, puuta, multaa tai muita epäpuhtauksia - Lannoite ja vaarallisten aineiden jäämiä - PVC ja EPS-muoveja - Kivet, metallit - muut jätteet (eivät kuulu muovin keräämiseen) |

<https://muovit.zerowaste.fi/> -portaalin kautta voi tehdä maatalousmuoville vakio kuljetustilaukset tai vain yksittäisenkin noutopyynnön, mikäli noudettavaa muovia on yli 2000 kg. Tilauksen tekeminen edellyttää kirjautumista palveluun ja hinta määräytyy tonnien mukaan taulukon 10 mukaisesti.

Taulukko 10 Maatalousmuovin keräyshinnat (Zerowaste muovit 2021, muokattu).

| | |
|---------------------------------|--|
| Kierrätettävä maatalousmuovi | 100,00 euroa/tonni + arvonlisävero |
| | MTK:n jäsenille 90,00 euroa/tonni + arvonlisävero |
| Ei kierrätettävä maatalousmuovi | 135,00 euroa/tonni + arvonlisävero |
| | MTK:n jäsenille 125,00 euroa/tonni + arvonlisävero |

Hinnasto pätee yli 2 tonnin määriin. Jos muovia on alle 2 tonnia, laskutetaan muovin lisäksi pientilauslisä, joka on 95 euroa (Zerowaste muovit 2021).

Uusiokäyttöön soveltuvan muovin kierrätys vähentää raakaöljyn ja muiden uusiotuotantoon tarvittavien resurssien määrää. Muovin kierrätys on ympäristöteko ja pitkällä aikavälillä kierrätyksellä oletetaan olevan positiivinen vaikutus muovin hintakehitykseen, kun käytetyn muovimateriaalin markkinat kehittyvät ja saavat jalansijaa.

3.10.7 mansyns.fi

Mansyns.fi-portaali tarjoaa yrityksille ylijäämämateriaalin, työvoiman ja erilaisten palveluiden vaihtopaikan. Mansyns-nimi tulee sanoista manufacturing synergies ja sivuilta löytyykin tämän työn tekohetkellä jonkin verran mm. tuotantolaitosten rakenneseosia ja valmistukseen / tuotantolaitokseen liittyviä erikoistuotteita. Portaalia ylläpitää Mikkelin kehitysyritys Miksei Oy ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Oy. Portaalista löytyy myytävälle ja / tai vuokrattaville tuotteille ja palveluille yhteensä 8:n pääkategoriaa: koneet ja laitteet, logistiikan

palvelut, palvelut, sähköteolliset komponentit, säiliöt ja pakkaukset, työkalut, materiaalit ja työvoima. Materiaaleista löytyy 6 kategoriaa: rakenne, puutavarat, muovi, kemikaalit, maa-aines, metallit, rakennusmateriaalit ja komposiitit. Tarjolla on käytettyä sekä uutta ylijäänyttä tavaraa kierrätykseen ja myyntiin. Yritykset voivat ilmoittaa myytäviä tuotteita ja palveluita rekisteröitymällä. Yritysten lisäksi myös yksityiset voivat ostaa portaalista. Portaali sisältää integraation Materiaalitoriin.

3.10.8 Raksanouto netlet.fi

Rakennusoutlet.fi portaalin ylläpitäjät tarjoavat ilmaisen noutopalvelun ylijääneille rakennusmateriaaleille ja tarvikkeille. Noutopalvelun voi tilata osoitteessa <https://www.netlet.fi/yhteystiedot/>. Katso tuote- ja materiaalikategoriat tarkemmin luku 3.10.10.

3.10.9 Purkutavaran kauppapaikka purkutori.fi

Purkutori.fi on yrityksille ja yksityishenkilöille suunnattu purku- ja rakennustavaran sekä käytettyjen teollisuusalan laitteiden, laitteistojen ja koneiden kauppapaikka (purkutori.fi n.d). Portaalista löytyy uusiokäyttökelpoista rakennustavaraa, käytettyjä koneita ja laitteita. Tuotekategorioita on yhteensä 18: hallit ja katokset, rakennustarvikkeet, LVI ja sähkö, työkalut ja tilpehööri, säiliöt, nestetankit ja paineastiat, siilot, hyllyt, muu varastointi ja säilytys, yleiset teollisuuslaitteet, energiateollisuuden laitteistot, elintarviketeollisuuden laitteet, maarakennuskoneet, kuljetuskalusto, materiaalin käsittelykoneet, maatalous- ja metsäkoneet, ajoneuvot, demrock-betonimurske ja muu maarakennus

Portaalin käyttö on maksutonta ja sitä ylläpitää Purkupiha Oy -niminen purkuteollisuuden yritys. Ilmoituksia pääsee selailemaan ilman rekisteröitymistä, mutta kaupanteko vaatii rekisteröitymisen.

3.10.10 Rakennustarvikkeiden outlet

Kolmen yrittäjän ylläpitämä Rakennusoutlet.fi on rakennusalan ammattilaisille, maahantuojille, valmistajille ja kuluttajille suunnattu portaali ylijääneille rakennusmateriaaleille ja työtarvikkeille. Palvelu tarjoaa ilmaisen noudon ylijäämille ja käyttökelpoisille tuotteille (kts. luku 3.10.8). Palvelu keskittyy uusiin ja hyvälaatuisiin materiaaleihin ja tarvikkeisiin, mutta erinomaisessa kunnossa olevaa purkumateriaalia voi myös tarjota. Portaalissa on 7 pääkategoriaa: keittiö ja märkätilat, LVI, Piha ja maarakennus, rakennusmateriaalit, rakennustarvikkeet, valaistus ja sähkö sekä muu-kategoria. Verkkokaupan lisäksi rakennusoutletilla on myymälät Vantaalla ja Ylöjärvellä. Portaali tarjoaa myös maksullista toimituspalvelua ostetuille tuotteille.

Ylijääneiden rakennusmateriaalien ja tarvikkeiden jälleenmyyminen pienentää uusiotuotteiden valmistustarvetta ja nostaa tuotteiden käyttöastetta sekä resurssitehokkuutta. Noutopalvelun ollessa ilmaista, rakentaja säästyy vaivalta, varastointikuluilta ja materiaalien / tarvikkeiden huolittamisesta. Palvelua käyttävät saavat ensiluokkaisia rakennustarvikkeita 50–80 % edullisemmin kuin rautakaupasta. Portaali on Sitran *Kiertotalouden kiinnostavimmat yritykset* listalla (rakennusoutlet.fi 2019).

3.10.11 SeutuMassa-työkalu maamassojen hallintaan PK-seudulla

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY) kehitti yhteistyössä pääkaupunkiseudun kaupunkien kanssa työkalun maamassojen koordinointiin ja seurantaan Espoon, Helsingin ja Vantaan alueilla. Internet selaimen osoitteessa <https://seutumassa.hsy.fi/#> toimiva paikkatietopohjainen seutuMASSA -niminen työkalu mahdollistaa kaivuumassojen tilastoinnin, seurannan ja raportoinnin lisäksi kuljetusten paremman hallinnan. (HSY n.d.) Työkalun avulla pystytään hakemaan maamassaa mm. lajityypeittäin ja alueittain, katso tarkemmat maamassahaun valintakriteerit taulukosta 11.

Taulukko 11 SeutuMASSA-työkalun maamassahaun valintakriteerit
(SeutuMASSA n.d, muokattu).

| Maamassahaun valintakriteeri | Valittavat aihiot |
|-------------------------------------|--|
| Massan laji | Kivi, louhe, savi, tuhka ja kuona, täyttömaa |
| Massan ryhmä | Eloperäiset maalajit, hienorakeiset maalajit, karkearakeiset maalajit, moreenimaalajit |
| Kohdetyyppi | Kaavoitusalue, loppusijoituspaikka, suunnittelualue, työmaa |
| Maamassan tila | Alijäämä / tarvittava Ylijäämä / kaivettava |
| Omistaja (massan) | Kaupunki / yrityslista |
| Kunta | Espoo, Helsinki, Vantaa |

4 Teolliset symbioosit

Käsite teollinen symbioosi syntyi jo vuonna 1999 Peter Laybournin kehittämänä mallina, jossa pyritään ottamaan teollisuudesta syntyvien sivuvirtojen materiaalit käyttöön mahdollisimman tehokkaasti (International Synergies 2021). Teollinen symbioosi nimenä ilmentää biomimetikkaa, jossa hyödynnetään luonnossa jo olemassa olevia systeemejä luovan ratkaisun aikaansaamiseksi. Biologiassa symbioosi tarkoittaa kasvien tapaa elää toisen kasvin tai muuhun eliöryhmään kuuluvan lajin kanssa samalla maaperällä tukien toistensa elämistä ja kasvamista luontaisessa yhteissovussa. Tätä ajattelutapaa hyödyntäneenä Laybourn keksi teollisen symbioosin mallin Meksikon Lahdella, joka johti ensimmäiseen kansalliseen teollisen symbioosin NISP-toimintaohjelmaan (National Industrial Symbiosis Programme). Kokemus osoitti toimintaohjelman hyvin tärkeänä osana hiilidioksidipäästöjen pienentämisen tavoitteissa, jätevirtojen hyödyntämisen edesauttajana sekä uudismateriaalin käytön pienentäjänä, joka johti kansainvälisen International Synergies Limited (ISL) -toimintaohjelman luomiseen vuonna 2005. ISL on saanut tunnustusta muun muassa tahoilta kuten YK, G7, EU, Global Green Growth Forum ja OECD-mailta saadun edistyksellisen toimintaohjelman -palkinnon ja kansainvälisen NISP®-tuotemerkin myötä. Tunnustusta on saatu toimintaohjelman asiantuntevasta neuvonnasta sekä teollisten symbioosien hallinnoimisesta kuudella eri mantereella yhteistyössä julkisen ja yksityisen sektorin asiakkaiden kanssa, instituutioiden sekä tutkimusyhteisöjen kanssa. Vuonna 2018 teolliset symbioosit otettiin osaksi Euroopan lainsäädäntöä jätteitä koskevaan puitedirektiiviin. (International Synergies 2021.) Tähän toimintaohjelmaan perustuu myös teolliset symbioosit Suomessa – FISS (Finnish Industrial Symbiosis System) -malli.

FISS-toimintaa Suomessa koordinoi valtionyhtiö Motiva sekä alueelliset valitut koordinaattorit, jotka yhdessä pyrkivät edistämään symbioosien muodostumista. Symbioosit muodostuvat yleensä maantieteellisesti pienille alueille kuten kaupunkien tai kunnan rajojen sisäpuolelle suureksi osaksi logistisista syistä.

On hyvä pitää mielessä, että vaikka FISS-mallin puitteissa on löydetty ja toteutettu monia symbiooseja, on Suomessa muodostettu yritysjohtoisesti teollisia symbiooseja jo vuosikymmenien ajan. Esimerkkeinä tästä ovat teknologia- ja -toimittajien yhteistyö uusiomateriaalivalmistajien kanssa, biopolttoaineiden valmistajien yhteistyö metsä- ja maatalous -sektoreiden sekä jäteyhtiöiden kanssa. Näiden lisäksi metsäteollisuusalueilla on ollut yritysvoimien yhteistyön muodostamista, joissa tehdasintegraattien ansiosta metsäteollisuuden sivuainevirroista jo yli 90 % hyödynnetään materiaalina tai energiana (Simons ym 2018, s. 11).

Teollisen symbioosin muodostaneet yritykset pystyvät hyödyntämään toistensa sivuvirtoja, palveluja tai teknologian resursseja. Symbioosin luomisen ultimaattinen tavoite on käyttää sivuvirtoja tai jätteitä tuotantopanoksina, luoden hyödynnettävästä materiaalista korkeamman (tai matalamman) jalostusasteen tuotteita. Teollinen symbioosi voi olla myös hyvin prosessorientoitunut ratkaisu, jossa yhden prosessista syntyvästä sivuainevirrasta tehdään raaka-ainetta toisen prosessin käyttöön. Näin esimerkiksi kaksi tai useampi teollisuuslaitos hyötyvät toistensa toiminnasta vaihtamalla keskenään materiaalia. Yrityksen sivuainevirrasta voidaan tuottaa materiaalin tuottajalle myös takaisin tuote tai palvelu, josta materiaalin luovuttaja saa itse hyötyä. Toimivan symbioosin löytäneet yritykset luovat parhaimmillaan kaupallisesti menestyviä liiketoimintamalleja, joista on sekä liiketaloudellista että ympäristöllistä hyötyä.

Mikäli teollisuuden sivuvirtoja ei luokiteltaisi jätteeksi, auttaisi se sivuvirtojen hyödyntämistä avaten yritysten luottamuksen myös tuotekehitysinvestoinneille, jotka edistäisivät sivuvirtojen käyttöönottoa ja hyödyntämistä. Euroopan komission ja neuvoston End-of-Waste-asetukset on tehty edistämään kiertotaloutta, mutta niiden käyttöönotto ja jalkautus käytännön tasolle vaatii vielä työtä.

4.1 Teollisten symbioosien rooli kiertotaloudessa Suomessa

Teollisten symbioosien tarkoitus tukee kiertotalouden syvintä tavoitetta, joka on materiaalien ja resurssien pitäminen kierrossa mahdollisimman pitkään sekä jätevirtojen vähentäminen. Sivuvirtojen, palveluiden ja resurssien kuten alikäytetyn koneiston, laboratoriotilojen, varastotilojen, osaamisen tai palvelun valjastaminen käyttöön hyödyttää parhaimmillaan symbioosin molempia osapuolia ja parantavat resurssitehokkuutta. Teollisten symbioosien mahdollisuudet Suomessa on arvioitu suuriksi. Teolliset symbioosit ovat olleet mukana Suomen valtion materiaalitehokkuusohjelman esityksessä jo vuodesta 2013 lähtien. Toimenpideohjelman toteutuminen ei kuitenkaan ole toteutunut täysin sille asetettujen tavoitteiden mukaisesti, ja toimintaohjelman tuloksellisuutta ei olla arvioitu sen täydessä mittakaavassa. (Valtiontalouden tarkastusvirasto 2018, 5, 12.) Vaikka Suomessa teollisten symbioosien vaikuttavuudesta ei vielä ole olemassa laajempaa tietoa, on sitä saatavilla esimerkiksi Isosta-Britanniasta. Maassa vuonna 2005 aloitettu Teollisten symbioosien NISP-ohjelma saavutti 5 ensimmäisen vuotensa aikana noin 176 miljoonan euron kustannussäästöt. Teollisuusjäte vähentyi 7 miljoonaa tonnia ja ongelmajätevirta pieneni 400 000 tonnia. NISP-ohjelmassa oli mukana lähes 13 500 yritystä, ja se loi lähes 9 000 uutta tai turvattua työpaikkaa. (Valtiontalouden tarkastusvirasto 2018, 12.)

Suomen talouden tietyt pääpiirteet korostavat tuotannon sivuvirtojen hyödyntämisen tärkeyttä osana kiertotalouden rakentamisessa, joka nostaa teollisten symbioosien roolin omaan arvoonsa. Suuri osa raaka-aineistamme päättyy vientiin, ja varsinainen tuotevalmistus tapahtuu ulkomailla, kuten paperi- ja kaivosteollisuudessa. Paperiteollisuudessa tuotteiden kulutus tapahtuu suurelta osin myös ulkomailla, jonka takia sivuvirtojen hyödyntäminen on kiertotalouden näkökulmasta tehokkainta kehitysaluetta.

Konepajateollisuutemme valmistaa pääosin tuotantovälineitä valmistukseen, joiden materiaalivolyyymi on kulutustuotteita huomattavasti pienempi.

Kiertotalouden näkökulmasta suurimmat mahdollisuudet konepajateollisuudessa on tuotantovälineiden pidempi käyttöikä, modulaarisuus

ja leasing-mallit. Suuri osa muusta teollisuuden tuotannosta on ulkoistettu ulkomaille, ja Suomessa tapahtuu vain tuotannon arvoketjun aineeton osa. Kulutustavaroista ruoka on ainoa, joka valmistetaan kotimaassamme, ja se onkin yksi kiertotaloutemme viidestä potentiaalisimmista sektoreista. (Sitran 2014b, 10.)

4.2 Teollisten symbioosien haasteet

Teollisen kiertotalouden haasteita ovat mm. taloudelliset, lainsäädännölliset, pragmaattiset ja osaamiseen liittyvät haasteet. Kiertotalouskeskus Kemian Digipolis ym. teettivät Teollisen kiertotalouden haasteet ja mahdollisuudet -selvityksen vuosina 2018 ja 2021, joiden lisäksi vuonna 2013 tehty Sitran selvitys perustuvat kaikki teollisten yritysten haastatteluihin / kyselyihin. Kemian Digipoloksen ym. tutkimuksessa 2021 haastateltiin 17 yritystä ja Sitran vuonna 2013 teettämässä kyselytutkimuksessa haastateltiin 113 yritystä, jossa selvitettiin teollisten symbioosien haasteita ja toimintaedellytykset.

Taloudellisia haasteita ovat sivuvirtoihin liittyvät haasteet sekä rahoituksen ja investointeihin liittyvät haasteet. Sivuvirtojen hinta saattaa olla halvempaa kuin neitseellisten materiaalien käyttö. Rahoituksen löytyminen voi myös olla haastavaa ja rahoittajien asenteet kiertotalouden tuottamattomuutta kohtaan saattavat haitata pilotointiprojekteja. (Kemian Digipolis ym. 2021, 6.) Sitran selvityksessä noin 40 % (\approx 44 vastaajaa) mainitsi haasteeksi rahoituksen (kts. kuva 17, s. 91).

Kaikissa kolmessa selvityksessä teollisten symbioosien muodostumisen haasteeksi katsottiin jäte- ja sivutuoteluokittelun tulkinnanvaraisuus lainsäädännössämme. Jätelakimme 5 §:n mukaan jäte on aine tai esine, jonka haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan sen käytöstä. Sivutuotteen määritelmä 5 a § mukaan *”aine tai esine ei ole jäte, vaan sivutuote, jos se syntyy sellaisessa tuotantoprosessissa, jonka ensisijaisena tarkoituksena ei ole tämän aineen tai esineen valmistaminen, ja:*

1) aineen tai esineen jatkokäytöstä on varmuus;

2) *ainetta tai esinettä voidaan käyttää suoraan sellaisenaan tai sen jälkeen, kun sitä on muunnettu enintään tavanomaisen teollisen käytännön mukaisesti;*

3) *aine tai esine syntyy tuotantoprosessin olennaisena osana; sekä*

4) *aine tai esine täyttää sen suunniteltuun käyttöön liittyvät tuotetta sekä ympäristön- ja terveydensuojelua koskevat vaatimukset eikä sen käyttö kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle” (Finlex 2011).*

Jätelainsäädännöksemme tuntemus sekä soveltaminen omaan alaan vaativat yrityksiltä ja lakia tulkitsevilta viran haltijoilta osaamista. Jos sivuvirta luokitellaan jätteeksi, tulee tuotteen käsittelijästä lain silmissä jätteenkäsittelylaitos, joka kohtaa jätelain ja viranomais-lupamenettelyjen byrokratian. Lain tulkinnanvaraisuus ei luo tasaista ja yhteismitallista pohjaa viranomaisten päätöksille, joka huolestuttaa yrityksiä. Viranomaisilla kuten esimerkiksi Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksella on keskeinen rooli kiertotalouden edistämässä. Yrityshaastattelujen perusteella viranomaistyöskentelyssä on tapahtunut kuitenkin positiivista muutosta viiden vuoden tarkastelujaksolla. Lain suoraviivaisemman tulkinnan lisäksi yritykset toivovat pitkäjänteisyyttä ja vakautta lainsäädännöltä (Kemin Digipolis ym. 2021, 8–9, 18). Tietämys laista vain muutama vuosi eteenpäin hankaloittaa yritysten ennustamista ja päätöksentekoa.

Osaamisen haasteita koettiin olevan niin yrityksen henkilöstöllä kuin lainsäätäjillä, lakia tulkitsevilla virkahenkilöillä sekä yrityksen asiakkaila. Perustietoa ja -osaamista kiertotaloudesta tulisi lisätä kaikille työntekijöille tietoisuuden kasvattamiseksi. Suurilla yrityksillä on käytössään verrattaen monipuolisempi osaajakunta, ja siellä haasteena on enemmänkin oikeanlaisen osaamisen valjastaminen oikeaan paikkaan. (Kemin Digipolis 2021, 9.)

Sivuvirtojen laatu, saatavuus ja logistiikka ovat pragmaattisia haasteita, jotka saattavat vaikeuttaa niiden käyttöönottoa tuotannossa. Hinnaltaan edullista sivuvirtaa ei taloudellisesti tai ympäristöllisesti ole järkevä kuljettaa pitkiä matkoja. Myös yrityksen rajalliset aikaresurssit saattavat olla esteenä

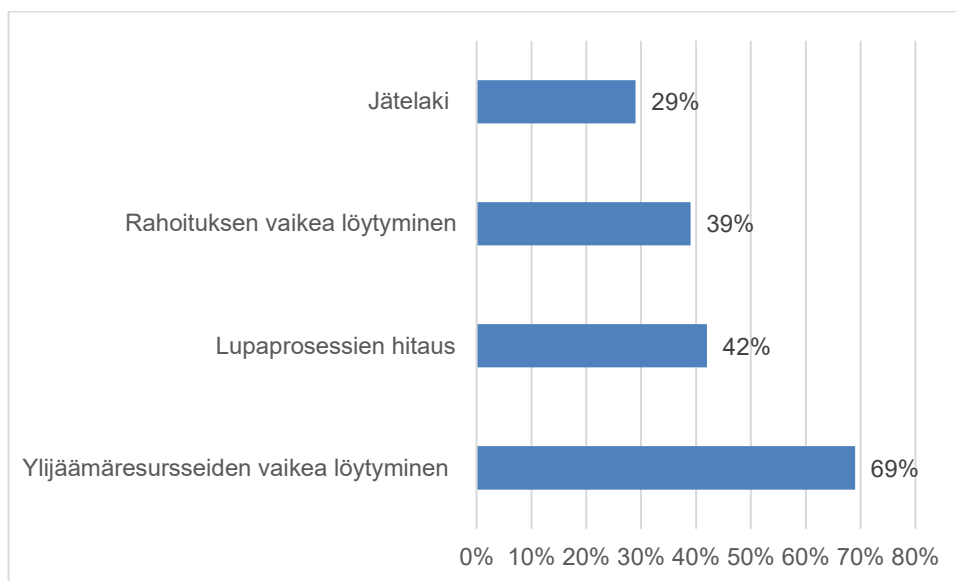
symbioosin muodostamiselle (Herpiö 2016, 22). Sivuvirtojen jatkojalostaminen korkeamman jalostusasteen tuotteiksi sisältää myös omat pragmaattiset haasteensa. Sivuvirran jatkojalostamiseen vaadittavat prosessit ja mahdollisten yhteistyökumppanien löytäminen siihen vaativat lakisäädösten tietämystä sekä kiertotalouden osaamista. Erilaisten materiaalien pilotointia ja prosessimenetelmiä voi testata esimerkiksi puolueettomassa VTT:n bioruukin pilotointilaitoksessa, jolta yritykset voivat ostaa palveluita. Tällainen matalan kynnyksen laitos tarvittaisiin myös Pohjois-Suomen alueelle, jossa suuret etäisyydet ovat haasteena (Kemin Digipolis ym. 2021, 10–11).

Liikesalaisuudet ja salassapitovelvollisuudet ovat myös haasteita avoimelle kommunikaatiolle yritysten kesken etenkin tilanteissa, jossa yritykset ovat kilpailullisessa tilanteessa toisiinsa nähden. Suomeen syntynyt ekoteollisuuspuistojen verkosto näyttää mallia avoimesta kommunikaatiosta yritysten kesken. Ekoteollisuuspuistoissa yritykset vaihtavat kiertotalouden parhaita käytänteitä keskenään ja pystyvät näin tehostamaan kiertotalouden kasvua valtakunnallisesti. Metsäjaanun ekoteollisuuspuiston johtaja J. Urmaksen sanoin, ”turhien kilpailutilanteiden luominen tai syntyminen on väärin pienen maan resursseja kohtaan”. (Digipolis 2021). Yritykset peräänkuuluttavat yhteistyöverkostojen tärkeyttä kiertotaloudessa, joiden kehittäminen nähdään isona mahdollisuutena kiertotalouden edistämisessä (Kemin Digipolis ym. 2021, 14). Kiertotaloutta edistäville kehitysyhtiöillä kuten Kiertotalouskeskuksella ja Motivalla, ekopuistoilla ja oppilaitoksilla on paljon annettavaa kiertotalouden osaamisen parantamiseen, ja ne toimivat yhdenlaisena katalysaattorina toimivien verkostojen luomiseen.

Sivuvirroista täysin uusien kehitettävien tuotteiden jääminen yrityksen ydinliiketoiminnan ulkopuolelle tuo mukanaan yrityksen resursseihin liittyviä haasteita, joita sivutuotteiden kohdalla voidaan kohdata. Uusien tuotteiden lanseeramiseen liittyvä epävarmuus tuotteen menestymisestä, prosessin kustannustehokkuus, ROI (Return Of Investment), uuden markkina-alueen tutkiminen, tuotekehitys, logistiikan toimivuus ja markkinointi vaativat yritykseltä resursseja ja osaamista. Sijoittajien riskien minimoiminen edellyttää myös hyvää

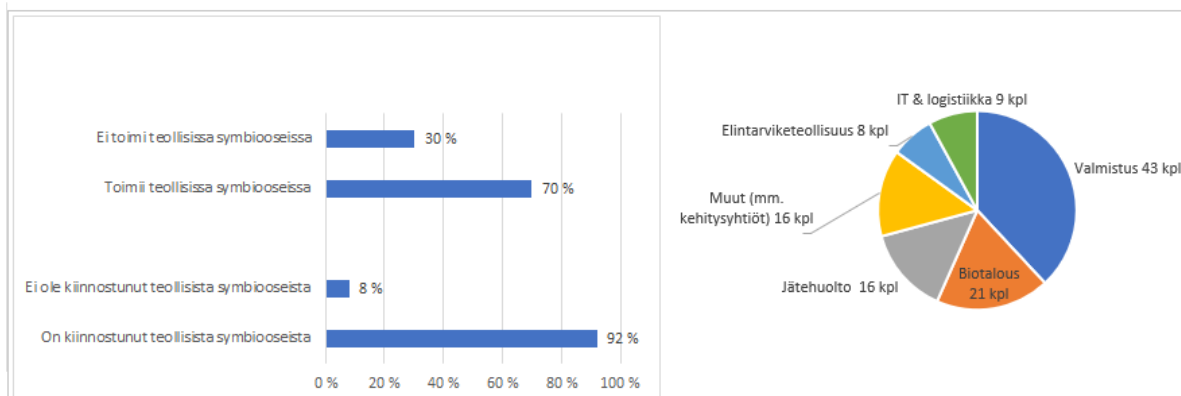
markkinointitutkimusta ja kilpailija-analyysia. Joillakin yrityksillä voi olla myös pelkona ns. tuotekannibalismi, jossa kiertotaloustuotteet veisivät markkinapaikkaa yrityksen päätuotteilta (Kemin Digipolis ym. 2021).

Sitran vuonna 2013 teettämässä kyselytutkimuksessa selvitettiin 113 yritykseltä teollisten symbioosien pullonkaulat ja toimintaedellytykset. Katso kuva 17.



Kuva 17. Yritysten kokemat haasteet teollisten symbioosien muodostamisessa (Sitra 2014a, muokattu).

Vastauksien perusteella eniten ääniä saanut teollisten symbioosien haaste oli ylijäämäresurssien vaikea löytyminen (69 %). Lähes puolet vastaajista kokivat lupaprosessien hitauden ja rahoituksen vaikean löytymisen haasteiksi. Jätelain kokivat haasteeksi kolmannes vastaajista. Näiden haasteiden katsottiin olevan huomattavia esteitä teollisten symbioosien muodostamiselle ja tätä kautta kiertotalouden edistämiseksi. Vastauksista nousi esiin etenkin lupakäytäntöjen hitaus (42 %) ja raskas byrokratia (35 %), jotka olivat pahimmillaan estäneet kiertotaloutta tukevien hankkeiden toteutumisen. (Sitra 2014a.) Raskaan byrokratian sekä jätteen omistajuuteen liittyviä asioita on kohdattu myös symbioosien muodostamisessa kansainvälisellä markkina-alueella (Kemin Digipolis ym. 2021, 21.)



Kuva 18. Vastanneiden 133 yrityksen suhde teollisiin symbiooseihin ja toimiala (Sitra 2014a, muokattu).

Suurin osa (70 %) Sitran kyselyyn vastanneista yrityksistä toimi jo teollisissa symbiooseissa tai oli vähintäänkin kiinnostunut niistä (92 %) (kts. kuva 17, s. 91). Vastaaajista 38 % oli valmistuksen toimialan edustajia, muiden vastaajien jakautuessa melko tasaisesti viiden muun eri toimialan kesken. Yrityskooltaan vastaajista 44 oli keskisuuria, 37 suuria ja 32 pieniä mikroyrityksiä (Sitra 2014a).

Sitran tutkimus on jo vanhempaa tietoa, ja eritoten ylijäämäresurssien löytymiseen on tullut jo paljon kehitystä tuosta vuodesta. Motivan vuonna 2020 käyttöönotettu Materiaalitori sekä muut kiertotalouden portaalit tarjoavat kohtaamispaikan materiaalin tarjoajille ja sen hyödyntäjille, ovat yksi vastaus tähän haasteeseen (katso luku 3.10.1). Kemin Digipolis ym. vuoden 2021 kyselyssä *omaan prosessiin soveltuvien* sivuvirtojen löytäminen nousi myös vastauksista yhdeksi haasteeksi. Kyselyn tuloksista ei kuitenkaan käy ilmi, kuinka moni 17 vastaajasta kokivat tämän edelleen haasteeksi. Ratkaisuna sopivien sivuvirtojen löytämiseen esitettiin yritysten avoimempaa asennetta ja yhteistyöhalua kiertotalouden edistämiseksi. Monesti esteenä materiaalivaihdoksessa saattaa olla ajatus myös siitä, että toinen hyötty materiaalivaihdosta enemmän. Ratkaisuna tällaisiin tilanteisiin ehdotettiin Kiertotalouskeskuksen kaltaista puolueetonta toimijaa, joka voisi toimia yrityksiä yhteen vievänä toimijana ja keskustelun ohjaajana. (Kemin Digipolis ym. 2021, 10.)

Vuosina 2018 ja 2021 toteutetut *Teollisen kiertotalouden haasteet* -kyselyissä nousi esiin samoja haasteita, vaikka osa yrityksistä kertoikin, että tämän kolmen vuoden tarkastelujakson välillä on tapahtunut kehitystä. Kummassakin kyselyssä haasteiksi koettiin lainsäädäntöön liittyvät asiat, raskas byrokratia kansainvälisissä jätteensiirroissa sekä jätteen omistajuuteen liittyvät asian. Haasteeksi molemmissa kyselyissä koettiin myös organisaatio- ja toimialarajat ylittävän yhteistyön riittämättömyys. (Kemin Digipolis ym. 2021, 21.)

4.3 Teollisten symbioosien edistäminen ja työpajatyöskentely

Teollisten symbioosien edistämisen edellytyksenä on toimivat yhteistyöverkostot ja niiden syntymiseen vaaditaan välillä neutraalia keskustelunavaajaa. FISS-toimintamallin työpajatyöskentely avaa yrityksille mahdollisuuden tavata sivuvirran tarjoajia ja / tai hyödyntäjiä neutraalissa ilmapiirissä, jossa symbiooseja fasilitoi FISS-aluekoordinaattorit yhteistyössä Motivan kiertotalous asiantuntijoiden kanssa.

Monet symbioosit toteutuvat eri alaa edustavien yritysten välillä, ei pelkästään kilpailuasetelman takia vaan sivuvirtojen tarjonnan- ja kysynnän luonnollisen tasapainon takia. Työpajoihin kutsutaan mukaan alueiden yrityksiä eri toimialoilta, joka tarjoaa hyvän mahdollisuuden toimialojen rajat ylittävälle synergioille ja symbiooseille. Aihealueisiin keskittyneet työpajat taas tuovat yhteen saman alan toimijoita, joissa osallistujat hyötyvät yhteisestä terminologiasta ja alan tekijöitä yhdistävistä lainalaisuuksista. Esimerkiksi rakennusalan tai elintarvikealan tekijät yhteen kokoava työpaja voi mahdollistaa resurssien tehokasta käyttöä ja hyvien toimintatapojen jakamista alan toimijoiden kesken. Suomeen vuonna 2013 perustettu Päijät-Hämeen Viljaklusteri on hyvä esimerkki siitä, miten saman alan toimijoiden kesken voi syntyä toimivia symbiooseja kilpailuasetelmasta riippumatta. Viljaklusteriin kuuluvien yritysten ja reilun 800 viljan viljelijän yhteistyöverkostoa yhdistää luontoarvot sekä yhteinen pyrkimys päästöjen sekä hävikin vähentämiseen. (Uusiouutiset 2021, 7–8.)

Työpajatyöskentely on aiemmin käyty fyysisesti samassa tilassa, jossa metodina on ollut pienryhmätyöskentely. Tilassa on pieniä pöytiä, joissa on kahden värisiä lappuja. Lappuihin kirjoitetaan tarjottavat resurssit ja hyödynnettävät resurssit, lapun värin määrittäessä kummasta resurssin suunnasta on kyse. Jokainen osallistuja kiertää pöydät läpi, joissa näihin ns. ”resurssilappuihin” kirjataan kunkin osallistujayrityksen tarjoamat / hyödynnettävät resurssit sekä yrityksen yhteystiedot. Työpajojen tarkoituksena on käydä läpi osallistujien edustamien yritysten tarjolla olevia sivuvirtoja ja miettiä, miten tarjolla olevia sivuvirtoja voitaisiin hyödyntää, jälleen käsitellä ja / tai kierrättää jonkun toisen prosesseissa, tai millaisia sivuvirtoja osallistujan edustama yritys voisi hyödyntää omissa prosesseissaan ja miten. Tarjolla olevia kategorioita voi olla sivuvirtamateriaalien lisäksi esimerkiksi osaaminen, kapasiteetti (koneistot, testi- tai tuotantotilat), logistiset palvelut (kuljetus, varastotila, maa-alueet) tai vesi ja energia (hukkalämpö, prosessivesi, jätevesi). (Motiva 2016, Eskola.)

Työpajoissa FISS-toimintamallin aluekoordinaattorit ja Motivan asiantuntijat toimivat neutraaleina keskustelunavaajina yritysten välillä ja toimivat kiertotalouden asiantuntijoina, jotka pystyvät katalysoimaan teollisten symbioosien muodostamista.

Työpaja on usein vasta yrityksen tai organisaation ensimmäinen kontaktipinta teollisten symbioosien maailmaan, mutta työpajasta voi lähteä parhaimmillaan vuosikausien yhteistyö symbioosin muodostamiseen. Monimutkaisimmillaan symbioosin muodostaminen voi kestää vuosia, sisältäen hankekokeiluja ja rahoituksen hakemista. Sivuvirran prosessointiin saatetaan tarvita kolmannen osapuolen asiantuntijuutta tai prosessiteknologian osaamista materiaalin muokkaukseen, jotta materiaalista saataisiin hyödynnettäväksi kelpaava materiaali toisen yrityksen käyttöön. Yksinkertaisimmillaan symbioosi voi olla esimerkiksi puulavojen siirtäminen toisen yrityksen käyttötarpeisiin. (Motiva 2021.)

4.4 CASE Teolliset symbioosit -työpaja

Tämä työ tehtiin osana meneillään olevaan seitsenvuotiseen Circwaste-nimiseen hankkeeseen. Circwaste on julkisrahoitteinen hanke, jonka päämääränä on edistää materiaalivirtojen tehokasta käyttöä, jätteen synnyn ehkäisyä ja materiaalien kierrätystä. Turun amk on mukana hankkeen palvelukeskustoiminnassa, jonka yhtenä tehtävänä on edistää teollisia symbiooseja. Tavoitetta haetaan uudistamalla Motivan ja FISS-aluekoordinaattorien käyttämää työpajamallin konseptia. Uuden konseptin mukainen työpaja on kaksiosainen, jonka ensimmäinen osa ehdittiin toteuttaa tämän työn tekohetkellä. Ensimmäisessä osassa esitellään yrityksille sivuvirta, teollisten symbioosien hyödyt sekä Materiaalitorin käyttäminen. Työpajan toisessa osassa tullaan edistämään löytyneitä synergioita symbiooseiksi.

Työn tekijä osallistui työryhmän toimintaan, joka suunnitteli ja toteutti työpajan Pirkanmaan alueella. Työryhmään kuului Turun ammattikorkeakoulu, Pirkanmaan teolliset symbioosit (PITS) -aluekoordinaattori sekä Motiva. Työpajan suunnittelu alkoi kesällä 2021 ja jatkui syksyn läpi Teams-etäyhteyksillä sekä myöhemmin myös hybridikokous mallina.

Työpajaan kutsutut yritykset olivat Pirkanmaalla sijaitsevia yrityksiä hyvin monelta eri toimialalta, joista PITS-aluekoordinaattorilla oli valmis lista. Yrityksille lähetettiin ensin kutsuviesti sähköpostitse, jonka jälkeen yrityksiä yhteishenkilöille soitettiin puhelimitse muutama viikko ennen työpajan toteutumista. Ilmoittautujia oli yhteensä 42, joista paikalle saapui 27 osallistujaa yhteensä 21:stä eri yrityksestä. Työpaja toteutettiin hybridimallina, jossa kaksi osallistujaryhmää muodosti satelliittityöpajan ja yksi ryhmistä toimi etätyöpajana. Zoom-etäyhteydellä mukana oli 16 osallistujaa, satelliittityöpajassa Virroilla kolme (3) osallistujaa sekä Tampereen satelliittityöpajassa kahdeksan (8) osallistujaa. Työpajan jokaisessa ryhmässä oli 1–2 työpajan järjestäjää toimimassa työpajan fasilitoijana. Työpajan ensimmäisen osan ensisijaisena tavoitteena oli tutustuttaa yritykset Materiaalitorin käyttöön ja saada yritykset ilmoittamaan omat sivuvirrat

Materiaalitoriin. Materiaalitori vaatii vahvan Suomi-tunnistuksen, jonka johdosta yrityksiä pyydettiin sähköpostitse rekisteröitymään palvelun käyttäjiksi jo etukäteen. Työpajaa alustettiin läpikäymällä TSV (kunnan toissijainen vastuu jätehuoltopalvelussa) sekä esittelemällä esimerkkejä sivuvirroista ja niiden hyödyntämisestä symbiooseissa. Alustuksen jälkeen Materiaalitorin täyttäminen käytiin läpi seikkaperäisesti esittelemällä se suoraan internet-portaalin kautta kaikille osallistujille etäyhteyden kautta. Yrityksiä pyydettiin myös laittamaan #PITS-merkki ilmoituksiin, jotta Materiaalitoriin tehdyt ilmoitukset olisivat myöhemmin aluekoordinaattorin löydettävissä. Materiaalitorin esittelyn jälkeen satelliittityöpajat keskittyivät Materiaalitorin täyttämiseen Virroilla ja Tampereella. Etäyhteydellä olleet osallistujat oli tarkoitus jakaa tässä vaiheessa pienryhmiin, jossa Materiaalitorin täyttäminen olisi jatkunut fasilitaattorien avustamana. Etäyhteyden palveluntarjoajalla (Zoom) oli kuitenkin juuri tuona päivänä tekninen este pienryhmiin jaon kanssa, jonka takia pienryhmiin jako ei onnistunut. Tästä johtuen yritysten esittelyt ja sivuvirrat käytiin läpi yhdessä isossa ryhmässä, joka osoittautuikin lopulta toimivaksi konseptiksi synergioiden löytämisen kannalta. Materiaalitorin täyttäminen etätyöpajassa ei toteutunut. Satelliittityöpajoissa täytettiin Materiaalitoria, ja muutama osallistuja oli täyttänyt Materiaalitoriin ilmoituskaavakkeen sivuvirrastaan jo ennen työpajaa. Materiaalitorista löytyi kuusi materiaali-ilmoitusta, jotka voitiin yhdistää järjestettyyn työpajaan. #-merkin käyttäminen unohtui kuitenkin joistakin ilmoituksista, joka hankaloitti ilmoitusten yhdistämisen tähän nimenomaiseen PITS-työpajaan.

Vaikka suureksi jääneessä etätyöpajassa ei saatu tehtyä ilmoituksia Materiaalitoriin, löytyi ryhmästä esittäytymisten ja siitä seuranneen keskustelun tuloksena ainakin neljä ylös kirjattua potentiaalista synergiaa (kts. taulukko 12).

Taulukko 12 PITS-työpajassa löytyneet synergioiden aihiot.

| Tarjottu materiaali / resurssi | Synergian osapuolet |
|--|--|
| Kaurankuoret Paksu muovikalvo | Leipämylly ja paperitehdas Kalateollisuuslaitoksen muovijätteet ja muovituotteiden valmistaja |
| Pakkausmateriaalit, rakennuspurun kaakelit | Rakennusliike ja KERPUR-hanke, jossa tavoitteena on hyödyntää keraamista purkujätettä |
| Tuhka | Tuhkan tuottajayritys ja maanparannusaineita valmistava yritys |

Etätyöpajasta opittiin, että tulevaisuudessa niissä olisi tärkeä olla yksi kirjuri, joka kirjaa mahdollisten synergioiden aihiot ja yritysten nimet ylös, jotta ne jäisivät muistiin ja niitä voitaisiin lähteä jatkokehittämään työpajatyöskentelyn pohjalta. Suuren ryhmän kesken esittäytyminen nähtiin myös hyödyllisenä tapana löytää mahdolliset synergiat. Tämän tapainen työtapa vaatii kuitenkin fasilitoijalta hyviä keskustelutaitoja. PITS-työpajassa fasilitoijamme muisti minkälaisia resursseja esittäytymiskierroksella on tullut esiin ja pystyi ehdottamaan näitä mahdollisille hyödyntäjäyrityksille, joka vei asioita heti eteenpäin. Keskustelu pysyi myös tarpeeksi kevyen oloisena ja avoimena, ja tilanne ei mennyt liian haastattelumaiseksi. Negatiivisena puolena suurissa ryhmissä voi toki olla se, että kaikki eivät syystä tai toisesta halua puhua resursseistaan suuren yleisön edessä. PITS-työpajassa suuresta ryhmästä ei kuitenkaan tuntunut olevan haittaa.

Työpajan lopussa työpajaan osallistuneille lähetettiin Office forms - palautekysely, jossa kartoitettiin työpajan onnistumista sekä hyötyä osallistuville yrityksille. Palautekyselyyn saatiin kolme vastausta, joista kävi ilmi, että yritykset pitivät työpajaa hyödyllisenä (kts. liite 1).

Työpaja oli vasta ensitapaaminen osallistuville yrityksille, ja mahdolliset symbioosien aiheet pääsivät vasta alkukehitys vaiheeseen. Tämän työn tavoitteena oli kehittää työpajan vaikuttavuuden mittaamista.

Vaikuttavuustietoihin tarvitaan kuitenkin syvempiä tietoja, kuin mitä tämän ensimmäisen osan työpajasta pystyttiin keräämään. Seuraava luku 4.5 käsittää työn varsinaisen laadullisen tutkimustiedon työpajatyöskentelyn vaikuttavuudesta.

4.5 Teolliset symbioosit -työpajojen vaikuttavuustutkimus

Suomen teolliset symbioosit -toimintaohjelmaa toteuttavalla Motivalla ja Turun alueen FISS-aluekoordinaattori Turun amk:lla on tarve työkalulle tai metodille, jonka avulla työpajojen vaikuttavuutta saataisiin arvioitua. Työhön kerättiin tutkimustietoa jo järjestettyjen työpajojen vaikuttavuudesta, joka edistäisi vaikuttavuuden mittaamiseen kehitettävän metodin tai työkalun kehitystyötä.

Tutkimusmuodoksi valikoitui Office forms -kyselytutkimus, sillä kysymyksiin vastaaminen edellytti vastaajilta tietojen hakemista ja muistelemista aiemmin toteutetuista työpajoista. FISS-alueita Suomessa on 15, joissa toimii yhteensä 19 aluekoordinaattoria (Teolliset symbioosit, n.d). Kyselyn otokseen valikoitui kuusi (6) Motivan ehdottamaa aktiivista FISS-aluekoordinaattoria, joista neljä (4) vastasi kyselyyn vastausprosentin ollessa hyvät 67 %. Vastanneet aluekoordinaattorit edustavat noin 20 % osuutta FISS-aluekoordinaattoreista ja 27 % osuutta Suomen FISS-alueista.

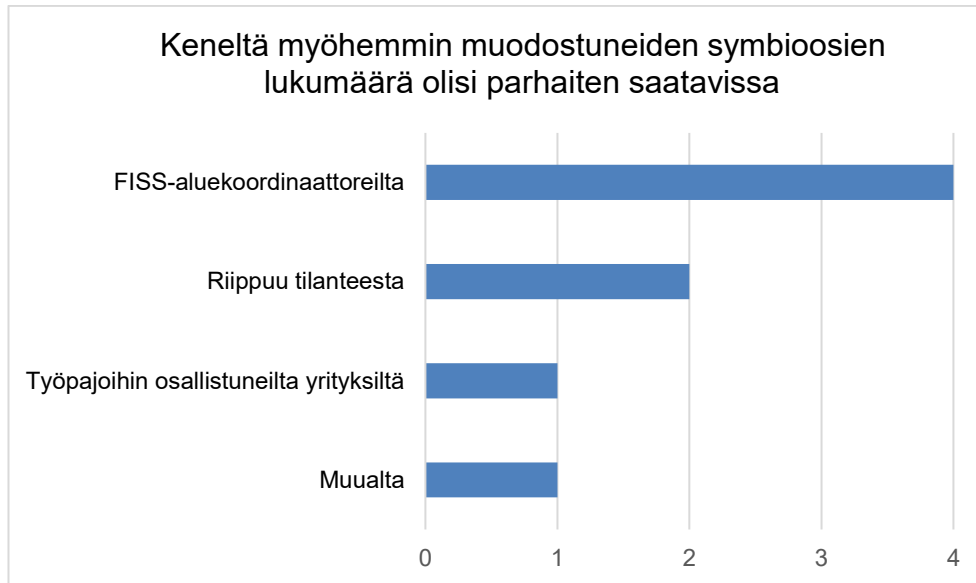
Kyselyn tavoitteena oli selvittää, keneltä ja miten FISS-työpajojen vaikuttavuutta saataisiin parhaiten mitattua. Kyselyssä kartoitettiin FISS-työpajatyöskentelyn vaikutusta teollisten symbioosien syntymiseen neljällä eri alueella. Kyselyssä selvitettiin järjestettyjen työpajojen lukumäärää, niistä syntyneitä symbiooseja sekä symbiooseissa syntyneen materiaalivirran volyymia ja taloudellista vaikuttavuutta. Katso kyselytutkimuksen kysymykset liite 2.

FISS-toiminnan aktiivisuus eri alueilla oli hyvin eritasoista, vaikka kaikki alueet ovat olleet mukana toiminnassa lähes yhtä pitkän aikaa (Hippinen 2021). FISS-

työpajoja tai aihealueeseen liittyviä työpajoja oli järjestetty 1–10 alueesta riippuen. Työpajoissa oli noin 10–50 osallistujaa / työpaja, ja työpajoissa löytyneitä synergia-aihoita oli 10–500. Muodostuneiden synergia-aihioiden ja osallistujien määrällä ei ollut selkeää korrelaatiota keskenään, toisin sanoen työpajan vaikuttavuus ei ole yhteydessä osallistujien lukumäärään.

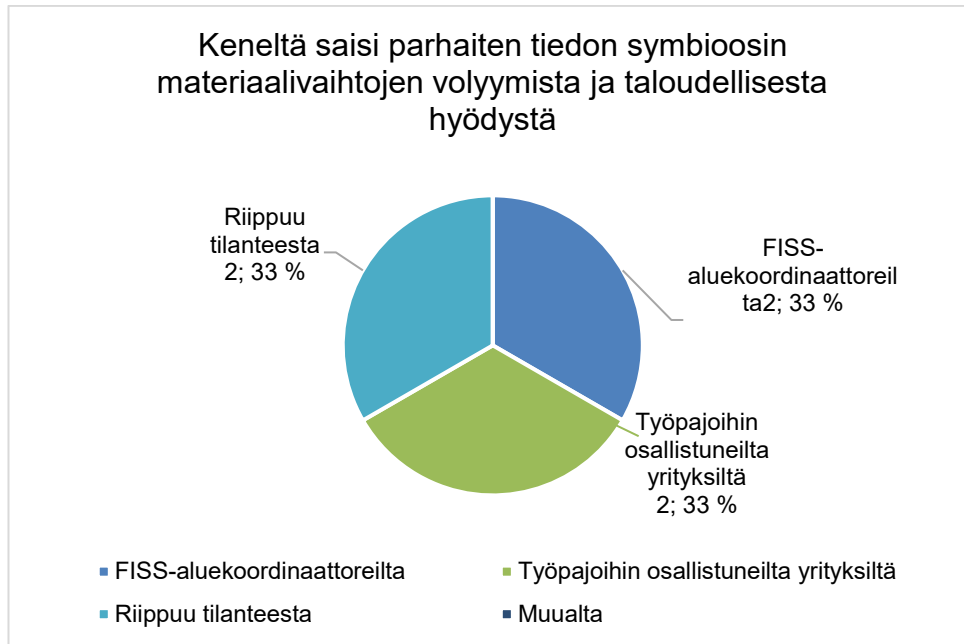
Synergioista syntyneiden symbioosien lukumäärää oli hyvin vaikea arvioida, toiminnan kehityksen jatkuessa usein yritysten kesken FISS-toiminnan ulkopuolella. Kahden vastaajan oletuksena oli, että monia alueen symbiooseja oli ainakin alustettu työpajoissa. Joidenkin löytyneiden synergioiden kehitys symbiooseiksi etenee edelleen. Etenkin teollisuuden sivuvirtojen kuten tuhkan ja kaivosteollisuudesta syntyvien sivuvirtoihin liittyvät symbioosit ovat vuosia vieviä prosesseja ja kahdella alueella kehitystyö näiden sivuvirtojen kohdalla jatkuu edelleen. Neljännen vastaajan sivuvirrat poikkesivat tyypiltään hyvin paljon edellä mainituista. Kyseisellä alueella hyödynnettävät sivuvirrat olivat mm. autoromu, elintarvikejäte ja styrokso, joiden kehittyminen symbioosiksi eteni noin 0,5–1,5 vuodessa, ajanlaskun lähtiessä työpajasta.

FISS-aluekoordinaattoreiden vastauksissa oli melko paljon hajontaa. Vastauksista kävi kuitenkin selkeästi ilmi se, miten työpajojen osuutta alueella myöhemmin muodostuneisiin symbiooseihin on hyvin vaikea arvioida. FISS-aluekoordinaattoreita pidettiin keskeisenä tietolähteenä työpajatyöskentelyn vaikuttavuuden mittauksessa. Se, miltä taholta syntyneiden symbioosien lukumäärä olisi parhaiten saatavissa, katsottiin vastausten perusteella kuitenkin tapaussidonnaiseksi ja kaksi vastaajaa vastasi useamman vaihtoehdon (kts. kuva 19).



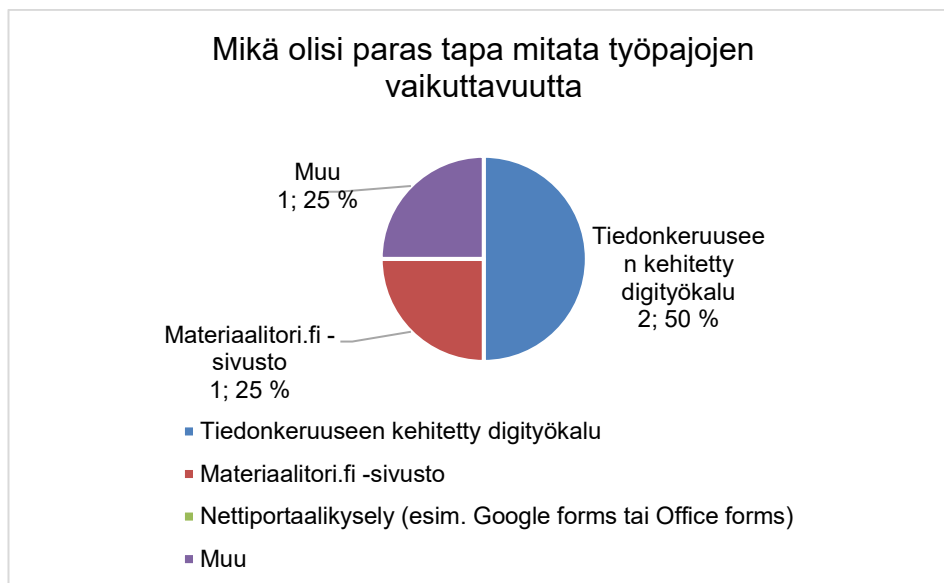
Kuva 19. FISS-työpajojen vaikuttavuustutkimuksen tuloksia.

Kyselyn toinen tavoite oli selvittää, miltä taholta symbiooseissa tapahtuvan materiaalivolyymin ja taloudellisen hyödyn suuruutta saataisiin parhaiten selvitettyä. Vastausten perusteella tiedot olisivat parhaiten saatavissa FISS-aluekoordinaattoreilta / koordinaattoreilta tai suoraan työpajaan osallistuneilta yrityksiltä, riippuen tapauksesta (kts. kuva 20). Yksi vastaus oli muualta, mutta vastauksessa ei tähdennetty mistä. Kaksi ääntä tuli tilanneriippuvaisuudelle.



Kuva 20. FISS-työpajojen vaikuttavuustutkimuksen tuloksia.

Parhaaksi metodiksi työpajojen vaikuttavuuden mittaamiseen pidettiin tiedonkeruuseen kehitettyä työkalua, joka sai kahden vastaajan äänet (kts. kuva 21). Yksi vastaajista piti parhaimpana vaikuttavuuden mittarina muuta tapaa, joka olisi materiaalitori.fi-sivusto yhdistettynä nettiportaalikyselyyn, ja yksi vastasi materiaalitori.fi-sivuston olevan paras mittari annetuista vaihtoehdoista. Vastausten tulkinnassa on kuitenkin hyvä pitää mielessä tulosten hajonta sekä pieni vastausmäärä.



Kuva 21. FISS-työpajojen vaikuttavuustutkimuksen tuloksia.

Yksi ajatus työpajan mittaamiselle on kerätä tieto työpajaan osallistumisesta siinä vaiheessa, kun materiaali tai palvelu kirjataan materiaalitoriin. Tietokenttä voisi olla pakollinen valintakenttä avoimen kentän sijaan, jotta tieto saataisiin varmasti ilmoituksen tekijältä ja se ei jäisi puuttumaan esim. vahingossa. Näin Materiaalitorin kautta saataisiin kerättyä tilastotieto työpajojen vaikuttavuudesta ilman erillistä digityökalun kehittämistä, ja tieto olisi Materiaalitoria ylläpitävän Motivan hallussa. Työpajojen vaikuttavuudesta kerätty tieto voisi olla alustan taustalle jäävä tilastotieto ja vain ylläpitäjän nähtävissä, tai vaihtoehtoisesti siitä voisi tehdä kaikille palvelun käyttäjille avoimesti näkyvä tilasto. Motivalla on myös kehitteillä palautekysely, joka tultaisiin lähettämään kaikille Materiaalitori-ilmoituksen tekijäyrityksille / organisaatiolle. Palautekyselyssä voitaisiin kysyä ovatko he osallistuneet alueellansa järjestettyyn teolliseen työpajaan. Palautekyselyyn puitteissa voitaisiin kysyä vastaajan osallistumisesta työpajaan, ja tätä kautta saada tilastotietoa työpajan vaikuttavuudesta.

5 Lopuksi

Maapallon väestönkasvu ja vihreän siirtymän vaatima materiaalitarpeen kasvu tulee aiheuttamaan tiettyjen materiaalien suhteen kilpailua maiden ja eri sektorien välillä. Uusiutumattomien ja hitaasti uusiutuvien neitseellisten materiaalien hankala saatavuus ja kustannusten kasvaminen haastaa nykyisen lineaarisen talousmallimme. Kiertotalous on yksi ratkaisu aikamme kestävyyskriisiin. Teolliset symbioosit kiertotalouden yhtenä ilmentymänä tarjoaa resurssiviisaamman tavan luoda arvoa talousjärjestelmään, vähentäen samalla jätteen määrää. Teollisia symbiooseja on muodostettu alajohteisesti Suomessa jo vuosikymmeniä, mutta Suomen valtion tasolta edistymistä alettiin vauhdittamaan vuodesta 2013. Teollisten symbioosien mahdollisuudet Suomessa on arvioitu suuriksi. Symbioosien vaikuttavuudesta kansantalouteen tai materiaalitehokkuuteen ei vielä Suomessa ole laajaa tutkimustietoa, mutta kansainvälisen NISP-ohjelman saavutukset puhuvat teollisten symbioosien tärkeyden puolesta. Teollisten symbioosien toimintaohjelmat ovat osoittautuneet olevan tärkeä osa hiilidioksidipäästöjen vähentämistavoitteissa, jätevirtojen hyödyntämisessä materiaalina sekä neitseellisten raaka-aineiden kysynnän vähentäjinä.

Teollisten symbioosien edistämisen edellytyksenä on toimivat yhteistyöverkostot ja FISS-toimintamallin työpajatyöskentely tarjoaa tähän käytännössä toimivan mallin. Työpajatyöskentely avaa yrityksille mahdollisuuden tavata sivuvirran tarjoajia ja / tai hyödyntäjiä neutraalissa ilmapiirissä, jossa symbiooseja fasilitoi FISS-aluekoordinaattorit yhteistyössä Motivan kiertotalous-asiantuntijoiden kanssa.

Pirkanmaalla järjestettyyn työpajaan saatiin 27 osallistujaa 21 yrityksestä. Materiaalitorin esittely suoraan nettiportaalin kautta etäyhteydellä osoittautui toimivaksi tavaksi. Materiaali-ilmoituksien seuranta #PITS-merkillä ei osoittautunut olevan tehokas keino, sillä sen käyttö unohtui helposti ilmoituksen tekijöiltä. Työpajan tuloksena materiaali-ilmoituksia saatiin kuusi. Ylös kirjattuja synergioita saatiin neljä, joita pystytään hyödyntämään työpajan toisessa

osassa. Osallistujilta saatujen palautteiden perusteella työpajaa pidettiin hyödyllisenä. Kiertotalouden portaaleista haluttiin selkeätä listausta, jollainen saatiin järjestettyä hyödyntämällä tämän työn kiertotalouden portaalit -lukua.

Työpajojen vaikuttavuustutkimuksen perusteella aktiivisuus Teollisten työpajojen järjestämisessä vaihteli suuresti alueittain. Teollisia työpajoja tai aiheeseen liittyviä työpajoja on järjestetty alueesta riippuen 1–10 kertaa. Osallistujien määrässä oli myös suurta vaihtelua ollen 10–50 osallistujaa / työpaja. Muodostuneiden synergia-aihioiden ja osallistujien määrällä ei ollut selkeää korrelaatiota keskenään. FISS-aluekoordinaattorit pitävät vaikuttavuuden mittaamista hyvin haastavana. Tämä johtuu mm. työpajojen luonteesta ja siitä, että symbioosien kehittäminen voi viedä vuosia. Yrityksiä ei myöskään sitouteta mukaan FISS-toimintaan, joka johtaa yritysten tippumiseen pois FISS-toiminnan piiristä. Monet vastaajat arvelivat, että monta alueella syntynyttä symbioosia olisi alustettu työpajassa, mutta yritykset ovat jatkaneet yhteistyötä FISS-toiminnan ulkopuolella.

Parhaaksi metodiksi työpajojen vaikuttavuuden mittaamiseen pidettiin tiedonkeruuseen kehitettyä työkalua, joka sai yhden ylääänen. Vastaustulosten perusteella muodostuneista symbiooseista parhaiten tiedot olisivat saatavissa FISS-aluekoordinaattoreilta tai suoraan yritykseltä, riippuen tilanteesta.

Kiertotaloutta tukevia yksityisiä ja julkisia portaaleja löytyi tämän työn tekohetkellä 11. Portaalit mahdollistavat materiaalien ja palveluiden vaihtajille kohtaamispaikan ja tiedonvaihtokanavan.

Työn tekoprosessi eteni vaiheittain. Työn alkuvaiheessa työ etsi vielä selkeitä tavoitteita, jotka tähdentyivät työpajasuunnittelun myötä työn tekemisen aikana. Tavoitteiden selkeys jo työn alkuvaiheessa olisi helpottanut työn suunnittelua ja tekemistä. Tieto siitä, että PITS-työpajasta ei saataisi vielä vaikuttavuustietoja työhön, tuli melko myöhäisessä vaiheessa. Tämä johti kiireeseen vaikuttavuuskyselyn kanssa, jonka takia vaikuttavuustutkimuksesta poissuljettiin henkilötietojen käsittely. Kiireeltä olisi välttytty, mikäli tekijä olisi aikaisemmassa vaiheessa selvittänyt työpajan ensimmäisen osan luonteen.

6 Yhteenveto

Työssä tutkittiin kiertotaloutta ja teollisten symbioosien roolia kiertotalouden yhtenä edistäjänä. Työ sisältää taustatutkimuksen kiertotaloudesta ja esittelee Suomessa toimivat kiertotaloutta palvelevat portaalit, jotka mahdollistavat materiaalien ja palveluiden vaihtajille kohtaamispaikan ja tiedonvaihtokanavan. Portaaleja löytyi työn tekohetkellä 11. Työhön kootut portaalit tarjoavat käytännön työkalupakin kiertotaloutta edistävien FISS-aluekoordinaattorien, kiertotalouden asiantuntijoiden sekä kiertotaloutta edistävien yritysten käyttöön. Työn tulosten toivotaan motivoivan yrityksiä kehittää toimintaansa kohti resurssiviisaampaa toimintatapaa, joka tukee kestävän kehityksen tavoitteita.

Työ osoitti teollisten symbioosien olevan tärkeä ja potentiaalinen osa kiertotalouden edistämisessä Suomessa. Työ sisältää kokemuslähtöiset havainnot FISS-työpajatyöskentelystä sekä laadullisen tutkimusaineiston työpajojen vaikuttavuudesta Suomen neljällä eri alueella. Saavutetut tulokset tukevat FISS-työpajatyöskentelyn vaikuttavuusmittaamisen kehitystyötä.

Työ rajoittuu Suomen kiertotalouteen ja globaalia tilannetta työssä käsitellään vain rajatusti. Myös kiertotalouden portaalit ovat ainoastaan Suomessa toimivia portaaleja, ja jättää ulkopuolelle kansainvälisten rajojen yli toimivat kiertotalouden portaalit. Kvalitatiivinen tutkimusosuus käsitti neljä vastaajaa, joka vastaa määrällisesti noin viidesosaa Suomen FISS-aluekoordinaattoreista. Joidenkin kysymysten kohdalla otoksen määrä vaikuttaa kuitenkin määrällisesti pieneltä, ja jotkin vastauksista olivat tasaääniä useammalle tarjotulle vaihtoehdolle.

Työ tarjoaa lähtökohtatietoja FISS-työpajatyöskentelystä, joita voidaan hyödyntää FISS-työpajatyöskentelyn vaikuttavuusmittauksen kehittämisessä jatkossa. Jatkokehitysajatuksena tuleville opinnäytetyön tekijöille voisi olla työpajojen vaikuttavuutta mittaavan digitaalisen työkalun kehitystyö, joka voi olla uusi kehitetty digitaalinen työkalu tai sitten jo olemassa oleviin alustoihin integroitava työkalu. Työn tekijällä olisi hyvä omata digitalisoinnin tai ohjelmoinnin taidot. Toisena jatkokehitysaiheena on FISS-työpajatoiminnan

kehittäminen kohti yrityksiä enemmän sitouttavaan toimintatapaan, joka voisi auttaa saamaan tietoa työpajatyöskentelyssä alkunsa saaneista symbiooseista. Osallistujille voisi luovuttaa jonkin ajan kuluttua esimerkiksi sertifikaatin osallistumisesta, josta voisi olla markkinallista arvoa yrityksille.

Lähteet

Bocken N.M.P.; Short, S.W.; Rana, P.; Evans, S. 2014. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 65, s. 42-56. Viitattu 7.10.2021.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>

Bocken N.M.P.; de Pauw I.; Bakker C; Van Der Grinten B. 2016. Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*. Vol. 33, no. 5, pp. 308-320. DOI:

10.1080/21681015.2016.1172124

Circwaste 2020. End-of-Waste-päätökset helposti saataville. Turunen, T. 11.6.2020. CICAT2025-hankkeen blogi. Viitattu 20.10.2021

<https://materiaalitkiertoon.fi/fi->

FI/Ajankohtaista/EndofWastepaatokset_helposti_saataville (57654)

Circwaste. 2019. Paljon melua jätteestä. Suvantola, L.; Turunen, T. 15.11.2019.

Viitattu 20.10.2021 <https://cicat2025.turkuamk.fi/fi/blogi/paljon-melua-jatteesta/>

Cradle to Cradle Certified® N.d. What is Cradle to Cradle Certified®. Viitattu

9.11.2021 <https://www.c2ccertified.org/get-certified/product-certification>

De Groene Zaak and Ethica. 2015. Boosting Circular Design for a Circular Economy. Viitattu 9.11.2021 [https://ecopreneur.eu/wp-](https://ecopreneur.eu/wp-content/uploads/2018/10/Boosting_Circular_Design_for_a_Circular_Economy_FINAL.pdf)

[content/uploads/2018/10/Boosting_Circular_Design_for_a_Circular_Economy_FINAL.pdf](https://ecopreneur.eu/wp-content/uploads/2018/10/Boosting_Circular_Design_for_a_Circular_Economy_FINAL.pdf)

Digipolis. 2021. Kiertotalous ja teollisuus verkostoituvat Suomessa ainutlaatuisella tavalla. Viitattu 27.12.2021

<https://www.digipolis.fi/kiertotalouskeskus/kiertotaloustekoja/kiertotalous-ja-teollisuus-verkostoituvat-suomessa-ainutlaatuisella-tavalla>

EEB; Friends of the Earth Europe. 2021. ”Green mining” is a myth | The case for cutting EU resource consumption. Viitattu 20.12.2021 <https://eeb.org/green-mining-is-a-myth-eu-must-slash-resource-consumption-by-two-thirds-new-study/>

Euroopan komissio 2020. Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU. A Foresight Study. Viitattu 5.1.2022

https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs_for_Strategic_Technologies_and_Sectors_in_the_EU_2020.pdf

Eurostat 2018. Environmental tax statistics. Viitattu 21.10.2021

http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Environmental_tax_statistics

Finlex. 2011. Jätelaki. Viitattu 27.12.2021

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>

Helsingin sanomat. 2021. Kaikkein tärkein pääomamme. Ympäristö. Viitattu 18.12.2021 <https://www.hs.fi/visio/art-2000008296911.html>

Herpiö, P. 2016. Teollisten symbioosien mahdollistajat ja estäjät. AMK-opinnäytetyö. Viitattu 8.1.2022 <https://www.theseus.fi/handle/10024/118001>

HSY N.d. SeutuMassa-työkalu maamassojen hallintaan. Viitattu 13.11.2021 <https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/seutumassa/>

Huutomylly. 2021. Mikä Huutomylly? Hinnasto. Viitattu 20.11.2021 <https://huutomylly.fi/myyjalle#hinnasto>

International Synergies N.d. About. Viitattu 30.9.2021 <https://www.international-synergies.com/about-us/our-history/>

Kemin Digipolis Oy; Lapin ammattikorkeakoulu; Lapin ammattikorkeakoulu. 2021. Teollisen kiertotalouden haasteet ja mahdollisuudet vuonna 2021. Yrityshaastatteluiden tulokset. Viitattu 22.12.2021

<https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/5597538/Teollisen%20kiertotalouden%20haasteet%20ja%20mahdollisuudet%20vuonna%202021.pdf>

Kiertonet. N.d. Sivuston Kaikki kategoriat, Uudet, Päätyvät ja Varmat kaupat. Viitattu 20.11.2021 <https://huutomylly.fi/>

Kiertotalouden kiinnostavimmat. Yrityslista, jonka inspiroimana talouden peli muuttuu, dia 4. 2016. Viitattu 7.10.2021.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>

Lacy, P.; Rutqvist J. 2015. Waste to Wealth. The Circular Economy Advantage. New York: Palgrave Macmillan

Maatalousmuovijäte N.d. Etusivu, Usein kysyttyä ja ÄLYMUOVI-hanke. Viitattu 13.11.2021 <https://maatalousmuovijate.fi>

Materiaalitori N.d. Etusivu ja Tietoa palvelusta -sivu. Viitattu 13.11.2021 <https://www.materiaalitori.fi/tietoa-palvelusta#kuka>

Motiva. 2021. Henkilökohtainen tiedonanto. Kiertotalouden asiantuntijat Ilkka Hippinen ja Paula Eskola.

Motiva. 2016. FISS-työpajan järjestäminen. Koulutusmateriaalin power point -esitys, diat 11, 12 ja 13. Eskola, P.

Our World in Data N.d. What share of primary energy comes from fossil fuels? Viitattu 9.12.2021 <https://ourworldindata.org/fossil-fuels#fossil-fuels-in-the-energy-and-electricity-mix>

Podcast Kiertotalouden strategiat ja johtaminen by Olli Sahimaa. 2021. 1. Kari Herlevi, Sitra: Suomi kiertotalousmurroksen eturintamassa. Spotify

Podcast Kiertotalouden strategiat ja johtaminen by Olli Sahimaa. 2021. 1. Heikki Sorasahi, YM: Kiertotalouspöhinää julkisen vallan ytimessä. Spotify

Purkutori N.d. Tietoa miestä. Viitattu 23.11.2021 <http://www.purkutori.fi/yritys>

Rakennus outlet 2019. Rakennustarvikkeet edullisemmin – mutta miten teemme sen? Viitattu 30.11.2021 <https://www.rakennusoutlet.com/rakennustarvikkeet-edullisemmin-mutta-miten-teemme-sen/>

SeutuMASSA N.d. Viitattu 13.11.2021 <https://seutumassa.hsy.fi/#>

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. Viitattu 11.10.2021 tietokayttoon.fi

Sitoutus2050 N.d. Muovikassisitoumus. Valtioneuvoston kanslia. Viitattu 25.10.2021 https://www.sitoutus2050.fi/fi_FI/web/sitoutus2050/muovikassisitoumus#/

Sitra N.d. Kiertotalous. Viitattu 8.10.2021. <https://www.sitra.fi/aiheet/kiertotalous/#mista-on-kyse>

- Sitra. 2015. Kiertotaloudessa mitään ei mene hukkaan. Viitattu 15.12.2021
https://media.sitra.fi/2017/02/27180512/sitra_kiertotalous_lores_120115_taruukola.pdf
- Sitra. 2014a. Esteet pois teollisten symbioosien tieltä. Viitattu 16.10.2021.
<https://www.sitra.fi/artikkelit/esteet-pois-teollisten-symbioosien-tieltä/>
- Sitra. 2014b. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 84. ISSN 1796-7112 (PDF) www.sitra.fi
- Sitra. 2016. Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016–2025. Sitran selvityksiä 117. ISBN 978-951-563-972-1 (PDF) www.sitra.fi
- Sitra. 2018. Artikkelit. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Viitattu 5.12.2021
<https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/>
- Sitra. 2019. Suomen kiertotalouden tiekartta 2.0. Viitattu 28.10.2021
<https://media.sitra.fi/2019/03/12220104/kiertotalouden-tiekartta-tiivistelma-fi.pdf>
- Snowflakeeducation.com. 2021. Sustainable Development Master Course. Power point -esitys: Critical materials & circular economy, dia 1.
- Spinnova N.d. Liiketoiminta. Viitattu 24.10.2021
<https://spinnovagroup.com/fi/spinnova-yhtion/spinnovan-liiketoiminta/>
- SVT. 2020a. Jätetilasto 2018, Helsinki. Tilastokeskus. Viitattu 13.12.2021
http://www.stat.fi/til/jate/2018/jate_2018_2020-06-17_tie_001_fi.html
- SVT. 2020b. Ympäristöverot (verkkojulkaisu). ISSN=1798-5552. Toimialoitain 2018. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu: 21.10.2021 http://www.stat.fi/til/yev/2018/01/yev_2018_01_2020-09-10_tie_001_fi.html
- SYKE. 2018. Kestävä kaivostoiminta / Ympäristöriskien hallinta. Viitattu 21.12.2021 https://www.syke.fi/fi-FI/Kestava_kaivostoiminta/Ymparistoriskien_hallinta
- Taloudelliset ohjauskeinot kiertotalouden arvoketjuissa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 54/2018
- TEM. 2020. Kiertotalouden ekosysteemit. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2020:13. ISBN PDF: 978-952-327-500-3

Tikkanen, S., Antikainen, R., Kautto, P., Salmenperä, H. 2018. Katsaus kiertotalouden mahdollisiin taloudellisiin ohjauskeinoihin. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 4/2018
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160538>

Tilastokeskus. 2020a. Dataa kierrättämällä päästään kiertotalousliiketoiminnan ytimeen. Blogi. Viitattu 15.12.2021
<https://www.stat.fi/tietotrendit/blogit/2020/dataa-kierrattamalla-paastaan-kiertotalousliiketoiminnan-ytimeen/>

Tilastokeskus. 2020b. Materiaalivirrat, jätteet ja bkt – mitä saamme irti ympäristöstämme? Blogi. Viitattu 15.12.2021
<https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2020/materiaalivirrat-jatteet-ja-bkt-mita-saamme-irti-ymparistostamme/>

Tilastokeskus. N.d. Kiertotalousliiketoiminnan indikaattorit. Viitattu 15.12.2021
<https://stat.fi/tup/kiertotalous/kiertotalousliiketoiminnan-indikaattorit.html>

UN. 2019. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects 2019. Viitattu 5.12.2021
https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf

Uusiouutiset. 2021. Viljaklusteri on kiertotalouden edelläkävijä. 31. vuosikerta, lehden julkaisunumero 6 I 2021. ISSN 0787-0663

Valtioneuvoston kanslia. N.d. Kestävän kehityksen toimikunta. Viitattu 25.10.2021 <https://kestavakehitys.fi/toimikunta>

Valtiontalouden tarkastusvirasto. 2018. Teolliset symbioosit esimerkkinä kansallisen materiaalitehokkuusohjelman toteuttamisesta. Valtiontalouden tarkastusviraston selvitykset 1/2018. Viitattu 3.1.2022 <http://urn.fi/urn:isbn:978-952-499-402-6>

Wislon, C. N.d. ScienceHeroes. Father of the Green Revolution – He Helped Feed the World. Viitattu 5.12.2021
https://www.scienceheroes.com/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=116

YM; TEM. 2021. Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta. Viitattu 11.10.2021 <https://ym.fi/kiertotalousohjelma>

YM N.d.a. Jättesäädöspaketti. Viitattu 20.10.2021 <https://ym.fi/jatesaadospaketti>

YM N.d.b. Green deal -sopimukset. Piekkari, L-K. Viitattu 25.10.2021
<https://ym.fi/green-deal-sopimukset>

Zerowaste muovit. Etusivu ja kierrätysohjeet. Viitattu 11.11.2021
<https://muovit.zerowaste.fi/>

Liite 1 Teolliset symbioosit -työpajan palautekysely ja vastaukset

1. Koitteko materiaalitorin toimivaksi / hyväksi palveluksi?

[Lisätietoja](#)



2. Lisääntyikö ymmärryksenne sivuvirroista?

[Lisätietoja](#)



3. Oliko työpaja teille hyödyllinen?

[Lisätietoja](#)



4. Miten työpajaa voisi edelleen kehittää?

2 Vastaukset

| Tunnus ↑ | Nimi | Vastaukset |
|----------|-----------|--|
| 1 | anonymous | Linkkikokoelma jakoon, josta löytyy tietoa eri materiaalien mahdollisista kierrätysalustoista. Nyt esiin nousi useitakin eri vaihtoehtoja, joita kirjasin itselleni ylös. |
| 2 | anonymous | Zoom-alusta näytti olevan haastava ainakin meidän organisaation taholta saada kaikki asetukset toimimaan. Saimme kuitenkin ajatuksia, miten voimme yrittää hyödyntää Materiaalitoria jatkossa. |

Liite 2 Teolliset symbioosit -työpajojen vaikuttavuustutkimuksen kysymykset

1. Kuinka monta teolliset symbioosit -työpajaa alueellanne on järjestetty?
2. "Kuinka monta osallistujaa saitte työpajaan / työpajoihin alueeltanne?"
3. Ilmoitattehan tässä kohti myös alueenne nimen taustatietoja varten."
4. Kuinka monta synergiaa teolliset symbioosit -työpajassa / pajoissa on syntynyt?
5. Onko työpajoissa syntyneistä synergioista muodostunut myöhemmin symbiooseja?
6. Jos symbiooseja on muodostunut, pystyttekö kertomaan, kuinka moni näistä symbiooseista on lähtöisin työpajatyöskentelystä?
7. Minkälaisia sivuvirtoja syntyneissä symbiooseissa on pystytty hyödyntämään?
8. Jos symbiooseissa tapahtuu materiaalin vaihtoa, osaatteko arvioida, kuinka suurista volyyymeista on kyse?
9. Osaatteko arvioida syntyneiden symbioosien taloudellista hyötyä synergian eri osapuolille, vai onko hyöty ollut enemmän kierrätyksellinen kuin taloudellinen hyöty?
10. Kuinka kauan teollisen symbioosin käytännön toteutumiseen meni aikaa, ajanlaskun lähtiessä työpajasta?
11. Onko alueellanne järjestetystä teolliset symbioosit -työpajasta syntyneestä symbioosista / symbiooseista esittely teollisetsymbioosit.fi/menestystarinoita -sivustolla? Ja jos on, niin kuinka monesta (symbioosista) on esittely?
12. Kun ajattelette alueellanne järjestettäviä työpajoja, niin keneltä myöhemmin muodostuneiden symbioosien lukumäärä olisi parhaiten saatavissa?
13. Kun ajattelette alueellanne järjestettäviä työpajoja, niin keneltä saisi tiedon symbioosien materiaaliveikkojen volyyymista ja taloudellisesta hyödystä (mikäli jälkimmäinen tieto on saatavissa)?
14. Mikä teidän mielestänne olisi paras tapa mitata työpajojen vaikuttavuutta?