

Jyri Seppälä – Olli Sahimaa – Juha Honkatukia –
Helena Valve – Riina Antikainen – Petrus Kautto –
Tuuli Myllymaa – Ilmo Mäenpää – Hanna Salmenperä –
Katriina Alhola – Jussi Kauppila – Jani Salminen

Kiertotalous Suomessa – toimintaympäristö, ohjauskeinot ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030

Toukokuu 2016

Valtioneuvoston selvitys-
ja tutkimustoiminnan
julkaisusarja 25/2016

KUVAILULEHTI

Julkaisija ja julkaisuaika	Valtioneuvoston kanslia, 23.5.2016	
Tekijät	Jyri Seppälä, Olli Sahimaa, Juha Honkatukia, Helena Valve, Riina Antikainen, Petrus Kautto, Tuuli Myllymaa, Ilmo Mäenpää, Hanna Salmenperä, Katriina Alhola, Jussi Kauppila, Jani Salminen	
Julkaisun nimi	Kiertotalous Suomessa – toimintaympäristö, politiikkatoimet ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 25/2016	
Asiasanat	kiertotalous, liiketoiminta, politiikkatoimet, bruttokansantuote, työllisyys, ympäristövaikutukset	
Julkaisuaika	Toukokuu 2016	Sivuja 73 + liitteet 18 s. Kieli suomi

Tiivistelmä

Kiertotalous on viime vuosina saanut paljon huomiota osakseen, ja sen on nähty olevan nykyistä kestävämmän talousjärjestelmän edellytys tulevaisuudessa. Tässä hankkeessa selvitettiin kiertotalouden käsitettä, toimintaympäristöä, liiketoimintamahdollisuuksia ja kiertotaloutta edistäviä politiikkatoimia Suomessa. Tämän lisäksi laadittiin seitsemälle eri kiertotalouden osa-alueelle kiertotalousskenaariot, joiden talous-, työllisyys-, luonnonvarojen käyttö- ja kasvihuonekaasupäästövaikutukset arvioitiin kansatalouden tasolla vuoteen 2030. Skenaariokokonaisuus kattoi vain rajatun kokonaisuuden kiertotalouden mahdollisuuksista. Tehty tarkastelu tukee näkemystä, että kiertotalous on kokonaisuudessaan taloutta vahvistava samalla, kun sen avulla voidaan vähentää luonnonvarojen käyttöä ja niistä aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Kiertotalous pystyisi vastaamaan globaaleihin ympäristöhaasteisiin lyhyellä aikavälillä parhaiten kiinnittämällä huomio haitallisten materiaalikierrojen korvaamiseen haitattomimmilla materiaalikierroilla. Kiertotalouteen siirtyminen edellyttää uudenlaista toimintaympäristöä sekä kysynnän että tarjonnan näkökulmasta. Muutoksen vauhdittamiseen tarvitaan oikein kohdennettuja politiikkatoimia, arvomaailman muutosta koko yhteiskunnassa sekä menestyksellistä tutkimus- ja innovaatiotoimintaa.

Liite 1. Suomen jätevirrat ja EU:n jättopoliitiikan suunnat

Liite 2. Kaivannaisteollisuus ja maa- ja kiviainekset kiertotaloudessa

Liite 3. Olemassa olevat politiikkatoimet: toimivuus ja kehittämistarpeet

Liite 4. Kiertotalousskenaariossa käytettyjä taustatietoja

Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2015 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa (www.tietokayttoon.fi).

Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

DESCRIPTION

Publisher and release date	Prime Minister's Office Finland , 23.05.2016		
Authors	Jyri Seppälä, Olli Sahimaa, Juha Honkatukia, Helena Valve, Riina Antikainen, Petrus Kautto, Tuuli Myllymaa, Ilmo Mäenpää, Hanna Salmenperä, Katriina Alhola, Jussi Kauppila, Jani Salminen		
Title of publication	Circular economy in Finland – operational environment, policy instruments and modelled impacts by 2030		
Name of series and number of publication	Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 25/2016		
Keywords	circular economy, business model, policy instrument, Gross Domestic Product, employment, environmental impacts		
Release date	May 2016	Pages 73 + annex 18 p.	Language Finnish

Abstract

The circular economy has received much attention in recent years, and it has been seen as a prerequisite for a more sustainable economy in the future. In this project, the concept, operational environment, business potentials and policy instruments of the circular economy have been investigated. In addition to this, economic, employment and environmental impacts on the economy-level as well as greenhouse gas emissions caused by scenarios for the seven measured areas of the circular economy were assessed up to 2030. The scenarios only included a limited scope of the opportunities of a circular economy. The study supports the view that the circular economy as a whole will strengthen the economy and at the same time reduce the use of natural resources and the related environmental impacts. A circular economy can respond best to the global challenges in the short term by drawing attention towards replacing harmful material loops with harmless ones. A new operational environment from the viewpoint of supply and demand will be required to move towards a circular economy. To accelerate the change, policy instruments with precision targets, changes in values in the whole society and successful research and development activities are needed.

Appendix 1. Finnish waste flows and directions for the waste policy of the EU

Appendix 2. Mining industry and soil and rock materials in a circular economy

Appendix 3. Existing policy instruments: operability and development needs

Appendix 4. Input data used in the scenarios of a circular economy

This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research for 2015 (www.tietokaytoon.fi/en).

The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.

SISÄLLYS

ALKUSANAT	6
1 Johdanto	7
2 Mitä kiertotalous on?	10
<i>Jyri Seppälä ja Olli Sahimaa</i>	
2.1 Lähtökohdat ja peruspiirteet.....	10
2.2 Kiertotalous käytännössä.....	13
3 Kiertotalouden edellytyksistä – toimintaympäristö ja liiketoimintamallit	16
<i>Olli Sahimaa, Jyri Seppälä, Riina Antikainen ja Tuuli Myllymaa</i>	
3.1 Kiertotaloutta tukeva toimintaympäristö.....	16
3.2 Kiertotalouden liiketoimintamallit.....	18
3.2.1 Kestäviä kiertoja edistävät materiaali- ja energiapanokset.....	19
3.2.2 Tuotantoprosessien optimointi	20
3.2.3 Palveluistaminen ja leasing.....	21
3.2.4 Tuotteiden ja palveluiden jakamisen sovellusalustat.....	22
3.2.5 Tuotteiden käyttöiän pidentäminen.....	22
3.2.6 Materiaalien kierrätys.....	24
4 Kiertotaloutta edistävät politiikkatoimet	26
<i>Helena Valve, Petrus Kautto, Hanna Salmenperä, Katriina Alhola, Jussi Kauppila ja Jani Salminen</i>	
4.1 Kiertotalouden tasot ja ohjauskeinot	26
4.2 Ohjauskeinojen kehittämismahdollisuudet.....	28
4.2.1 Kiertotalous osaksi julkista kulutusta	28
4.2.2 Taloudelliset ohjauskeinot.....	34
4.2.3 Tuotepolitiikan lupaus: kiertotaloutta ekosuunnitteludirektiivillä?	38
4.2.4 Tuottajavastuujärjestelmä: jätepolitiikan keinosta kiertotalouden ajuriksi?...41	
4.2.5 Jättemateriaalin sääntelytaakan purkaminen.....	43
4.2.6 Tiedolliset ja vapaaehtoisuuteen perustuvat ohjauskeinot	45

5	Kiertotalousskenaariot Suomelle	49
	<i>Juha Honkatukia, Ilmo Mäenpää, Olli Sahimaa, Jyri Seppälä ja Riina Antikainen</i>	
5.1	Vaikutusarvioiden perusta.....	49
5.2	Vaikutusarvioiden tulokset	53
5.2.1	Investointien vaikutukset.....	53
5.2.2	Työllisyysvaikutukset	54
5.2.3	Vaikutukset bruttokansantuotteeseen	55
5.2.4	Vaikutukset luonnonvarojen käyttöön ja kasvihuonekaasupäästöihin.....	60
5.3	Tulosten vertailua muiden tutkimusten tuloksiin	62
6	Synteesi.....	65
	<i>Jyri Seppälä, Riina Antikainen, Helena Valve, Petrus Kautto, Olli Sahimaa ja Tuuli Myllymaa</i>	
6.1	Kiertotalouden sisällöstä.....	65
6.2	Kiertotalouden toimintaympäristön vahvistaminen.....	66
6.3	Kiertotalouden merkitys kansantaloudelle, hyvinvoinnille ja ympäristölle	69
7	Päätelmät ja toimenpidesuosituksset	72
	LIITE 1. Suomen jätevirrat ja EU:n jätepolitiikan suunnat	
	<i>Tuuli Myllymaa ja Olli Sahimaa</i>	
	LIITE 2. Kaivannaisteollisuus ja maa- ja kiviainekset kiertotaloudessa	
	<i>Jani Salminen</i>	
	LIITE 3. Olemassa olevat politiikkatoimet: toimivuus ja kehittämistarpeet	
	<i>Hanna Salmenperä ja Petrus Kautto</i>	
	LIITE 4. Kiertotalousskenaarioissa käytettyjä taustatietoja	
	<i>Olli Sahimaa, Juha Honkatukia, Jyri Seppälä ja Ilmo Mäenpää</i>	

ALKUSANAT

Kiertotalouteen on asetettu suuria toiveita. EU on viestinyt jäsenvaltioilleen, että kiertotalouteen siirtymisellä vahvistetaan maailmanlaajuisia kilpailukykyä, edistetään taloudellista kasvua, luodaan uusia työpaikkoja ja vähennetään kasvihuonekaasupäästöjä sekä parannetaan ympäristön tilaa. Kiertotalous on suunta, johon myös Suomessa halutaan yleisesti mennä. Muutos on kuitenkin haastavaa, sillä yhteiskunnassamme vaikuttavat samaan aikaan monet kiertotaloutta tukevat, mutta myös hidastavat tai jopa estävät tekijät. Valtioneuvosto on halunnut tarkentaa kuvaa kiertotalouden mahdollisuuksia Suomessa ja selvittää niitä keinoja, joilla kiertotaloutta parhaiten edistetään.

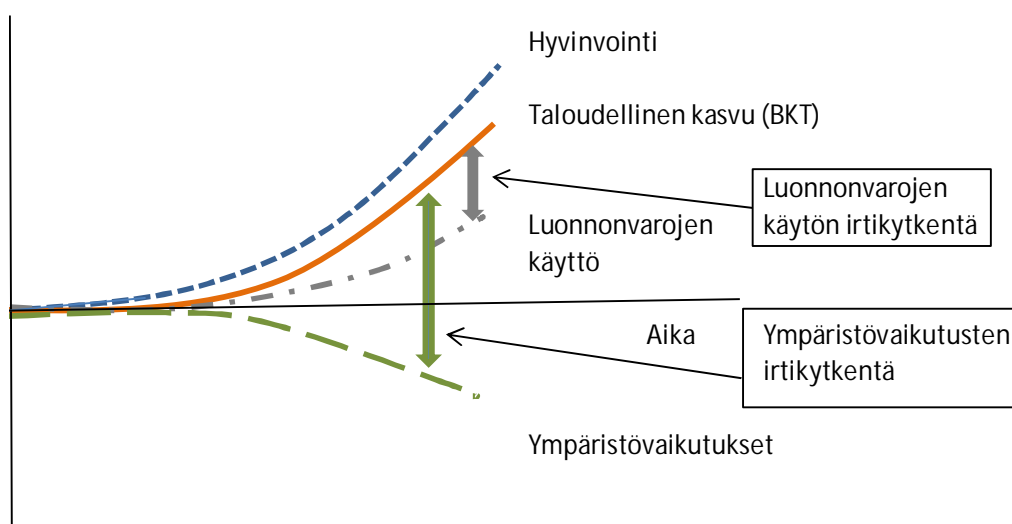
Toteutettu Kilpailukykyä ja vihreää kasvua kiertotaloudesta (KIVIKI) –hanke pyrkii vastaamaan valtioneuvoston määrittelemään tarpeeseen. Työtä varten perustettiin ohjausryhmä, jonka puheenjohtajana oli ympäristöneuvos Jarmo Muurman ympäristöministeriöstä ja jäseninä neuvotteleva virkamies Mika Honkanen työ- ja elinkeinoministeriöstä, neuvotteleva virkamies Anne Vehviläinen maa- ja metsätalousministeriöstä, johtava asiantuntija Kari Herlevi Sitrasta ja ympäristöneuvos Merja Saarnilehto ympäristöministeriöstä. Työn tekijät kiittävät ohjausryhmää arvokkaista kommentteista ja työn suuntaamisen kanalta tärkeistä kannanotoista.

Työ aikana järjestettiin kaksi sidostyhmiä kuulemistilaisuutta ja tehtiin yhteistyötä valtakunnallisen jätesuunnitelman työpajojen kanssa. Niissä saatu palaute oli monipuolista ja rakentavaa, millä oli selkeä merkitys lopputulokseen. Tekijät haluavat kiittää seminaarien ja työpajojen osanottajia arvokkaasta panoksesta.

Tekijät 2.5.2016

1 JOHDANTO

Ihmiskunnan yhä kasvava raaka-aineiden ja energian kulutus ja niiden tuotantoprosessit ovat johtaneet tilanteeseen, jossa maapallon rajat (planetary boundaries) ovat ylittyneet muun muassa luonnon monimuotoisuuden ja typen kierron osalta ja ilmastonmuutos uhkaa tulevaisuuden elinolosuhteita¹. Samaan aikaan on näköpiirissä, että tulevaisuudessa tulee olemaan niukkuutta monista luonnonvaroista³. Tilanteen kärjistymisen syynä nähdään nykyinen talousjärjestelmä. Nykyinen lineaarinen ota, valmista, hävitä -talous perustuu helposti saatavilla olevien ja edullisten materiaalien ja energian mittavaan käyttöön. Tällainen järjestelmä ei pysty vastaamaan kestävä kehityksen haasteeseen, jossa talouden ja hyvinvoinnin kasvun tulisi irtikytkyä voimakkaasti luonnonvarojen kestävästä käytöstä ja haitallisista ympäristövaikutuksista (Kuva 1).



Kuva 1. Hyvinvoinnin, talouden, luonnonvarojen käytön ja haitallisten ympäristövaikutusten kehittyminen mentäessä kohti kestävämpää taloutta².

Luonnonvarojen ja niistä prosessoitujen materiaalien käsittelyyn liittyy lukuisia vaiheita, jotka aiheuttavat kukin erilaisia ympäristövaikutuksia. Tämän takia luonnonvarojen kestävä käyttö on viimekädessä globaalien ympäristöhaasteidemme aiheuttaja. Samaan aikaan luonnonvarat ja materiaalipanokset näyttävät keskeistä roolia valmistavan teollisuuden kustannustekijänä. Lisäksi jätteeksi päätyvät materiaalivirrat ovat kustannustekijä kaikille yhteiskunnan eri osapuolille – hallinnolle, yrityksille, kolmannelle sektorille ja kansalaisille. Kansantalouden näkökulmasta tuontiin perustuvien materiaalivirtojen häviöiden sulkeminen on erityi-

¹ Rockström, J., Steffen, W.L., Noone, K., Persson, Å., Chapin F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M. et al., 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14 (2): 32.
Steffen, W., Richardson, K., Rockstrom, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R.; Carpenter, S. R., De Vries, W., De Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., Sorlin, S., 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347 (6223): 1259855.

² International Resource Panel, 2011. Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. UNEP.

nen kiinnostuksen kohde, koska häviöiden minimointi auttaa parantamaan vaihtotasetta sekä vähentää riippuvuutta tuonnin materiaalivirroista ja niihin liittyviä häiriöriskejä.

Edellä mainitut näkökulmat eivät ole jääneet huomaamatta sellaisilta organisaatioilta kuin OECD, YK ja EU. Luonnonvarojen tehokkaampi käyttö eli resurssitehokkuuden parantaminen³, on nähty yhtenä keskeisensä keinona parantaa kilpailukykyä ja samalla vastata globaaleihin ympäristöhaasteisiin. Viime vuosina keskusteluissa esiin noussut kiertotalous on nähty etenkin EU:ssa konkreettisenä keinona, jolla voidaan nopeuttaa yhteiskunnan resurssitehostumista. Euroopan komissio hyväksyi joulukuussa 2015 kiertotalouspaketin⁴, jonka ratkaisulla tavoitellaan yritysten kustannustehokkuuden parantamista, parempaa vaihtotasetta, omavaraisuuden lisäämistä, uusia työpaikkoja sekä ilmastotavoitteiden saavuttamista. Kiertotalouden on arvioitu olevan arvoltaan Euroopassa jopa 570 miljoonaa euroa vuosittain⁵.

Kiertotalouden mahdollisuuksia on pohdittu myös kansallisella tasolla, muun muassa Ruotsissa, Alankomaissa, Espanjassa ja Suomessa. Sitralle vuonna 2014 tehdyssä selvityksessä kiertotalouden arvioitiin tarjoavan Suomen kansantaloudelle 1,5-2,5 miljardin euron vuotuisen kasvupotentiaalin vuoteen 2030 mennessä⁶. Myös Rooman klubin tekemä selvitys⁷ antoi kiertotalouden mahdollisuuksista Suomelle erittäin myönteisen kuvan sekä uusien työpaikkojen ja ilmastomuutoksen hillinnän näkökulmasta. Nämä selvitykset ovat omalta osaltaan tukeneet Suomen hallituksen tavoitteita nostaa Suomi bio- ja kiertotalouden sekä cleantechin edelläkävijämaaksi. Sitran ja Rooman klubin selvitykset ovat luoneet tarpeen jatkotöille, joissa syvennetään tietämystä kiertotaloutta edistävien ratkaisujen ja politiikkatoimenpiteiden toteuttamismahdollisuuksista sekä niiden käyttöönoton talous-, työllisyys- ja ympäristönäkökohdista Suomessa.

Tämän hankkeen tavoitteena oli tuottaa kokonaisvaltainen käsitys kiertotalouden ulottuvuuksista ja mahdollisuuksista Suomessa sekä niistä kansallisista ja kansainvälisistä keinoista, joilla kiertotaloutta parhaiten edistetään. Tätä varten työssä luodaan katsaus kiertotalouden peruspiirteisiin ja nykytilaan (luku 2) sekä toimintaympäristöön ja kiertotalouteen liittyviin liiketoimintamahdollisuuksiin (luku 3). Työssä on selvitetty erilaisten politiikkatoimenpiteiden kohdentumista kiertotalouden eri osa-alueisiin ja arvioitu niiden vaikuttavuutta kiertotalouden edistämiseksi (luku 4). Kiertotalouden mahdollisuuksia on pyritty konkretisoimaan kiertotalousskenaarioilla, joissa kansatalouden malleilla on arvioitu muutosten työllisyys-, talous-, kasvihuonekaasupäästö- ja luonnonvarojen käyttövaikutuksia (luku 5). Lopuksi tehdään synteesi työssä tehdyistä havainnoista (luku 6) ja esitetään suositukset jatkotoimista (luku 7). Tämän integroivan analyysin tavoitteena on tukea erityisesti poliittista päätöksentekoa uuden kasvun aikaansaamiseksi kiertotalouden keinoin sekä samalla helpottaa kansallisten strategioiden ja ohjelmien täytäntöönpanoa Suomessa.

Hanke toteutettiin tiiviissä yhteistyössä eri sidosryhmien ja viranomaisten kanssa. Selvitystyö nivottiin valtakunnallisen jätesuunnitelman (VALTSU) valmisteluun siten, että prosessiin osallistuneiden hallinnon, teollisuuden, kaupan, rakentamisen, palvelujen ja maataloustuottajien edustajien näkemyksiä ja kokemuksia hyödynnettiin työn aineistona. Hanke järjesti myös oman sidosryhmätilaisuuden sekä toteutti laajan konsultaatiokierroksen alan toimijoiden keskuudessa jätteen strategista yhteistyöryhmää hyödyntäen. Aineistona hyödynnettiin lisäksi

³ COM (The European Commission) 2011. Roadmap to a Resource Efficient Europe. COM 2011/571, Bryssels.

⁴ COM (The European Commission) 2015. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy COM 2015/06149, Bryssels.

⁵ COM (The European Commission) 2014. Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe. COM 2014/398, Bryssels.

⁶ Sitra, 2014. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 84.

⁷ Wijkman, A., Skånberg, K. 2015. The Circular Economy and Benefits for Society Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency. Club of Rome.

kiertotaloutta koskevia dokumentteja ja tieteellistä kirjallisuutta. Tarkastelua täydennettiin ENDS- ja EurActive -uutispalvelujen kiertotaloutta koskevalla mediasisältöanalyysillä.

2 MITÄ KIERTOTALOUS ON?

2.1 Lähtökohdat ja peruspiirteet

Kiertotalouden perimmäinen tarkoitus voidaan pelkistää Braungartin ja McDonoughin vuonna 2002 esittämään ajatukseen⁸, jossa taloudessa tulee uudelleen käyttää raaka-aineet ja tuotteet mahdollisimman kauan siten, että niiden arvo säilyy mahdollisimman pitkään. Mitä paremmin materiaalihäviöiden sulkeminen onnistuu, sitä paremmin toteutuvat myös ekologiset tavoitteet. Kiertotalous merkitsee selkeää muutosta nykyiseen ns. lineaariseen ”ota, valmista, hävitä”-talousjärjestelmään.

Kiertotalous on julkisessa ja poliittisessa keskustelussa suhteellisen uusi termi. Käytännössä kiertotalous on tällä hetkellä synteesi erilaisista vanhoista ja uusista tieteellisistä ajatuksista sekä käytännön toimista, jotka ovat tähänneet resurssien käytön tehostamiseen yhteiskunnan eri osa-alueilla. Stahelin⁹ vuonna 1984 esittämä ajatus, että tuotteiden elinkaariset vaikutukset tulee ottaa huomioon resurssitehokkuuden edistämiseksi, on olennainen osa kiertotaloutta. Kiertotalouden keskeisenä lähtökohtana on myös on teollisen ekologian viitekehys, jossa suljettuihin kiertoihin, teolliseen metabolismiin ja teollisten symbioosiin liittyvät teoriat ovat kehittyneet¹⁰. Nykyisin kiertotalous viitekehystenä on kuitenkin teollista ekologian suljettuja kiertoja koskevia käsitteitä laajempi, sillä siinä pyritään uudentyypiseen yhteistyöhön yli perinteisten sektorijakojen ja tuomaan uudenlaisia liiketoimintamalleja resurssien käytön vähentämisen edistämiseksi. Tavoitteena on luoda uusia tuote- ja palvelukonsepteja, joilla saavutetaan hyötyjä ihmiselle, taloudelle ja ympäristölle¹¹.

Viime vuosina kiertotalousasiaa on pitänyt aktiivisimmin esillä Ellen McArthur -säätiö, jonka työn tulokset ovat pitkälle luoneet kiertotalouden nykyisen sisällön¹². Pelkistetyssä kiertotalousmallissa (Kuva 2) on eroteltu biologiset ja tekniset materiaalit toisistaan, koska näillä on erilaiset materiaalikierrot ja keinot niiden pitämiseksi talousjärjestelmässä mahdollisimman pitkään eroavat. Tekniset materiaalit ovat ihmisten valmistamia (etenkin uusiutumattomista, mutta myös uusiutuvista materiaaleista).

⁸ McDonough, W., Braungart, M., 2002. *Cradle to Cradle: Rethinking the way we make things*. North Point, NY.

⁹ Stahel, W. R., 1984. The product-life factor. In *An inquiry into the nature of sustainable societies: the role of the private sector* (ed. S. G. Orr). The Woodlands, TX: HARC.

¹⁰ Ayres, R., 1989. *Industrial Metabolism. Technology and Environment*. Washington, D.C. National Academy Press.

Ehrenfeld, J. Gertler, N., 1997. *Industrial Ecology in Practice: The Evolution of Interdependence at Kalundborg*. J. Ind. Ecol. 1, 67–79.

Erkman, S. 1997. *Industrial ecology: an historical view*. Journal of Cleaner Production 5(1–2): 1–10.

Frosch, R.A. & Gallopoulos, N.E. (1989). *Strategies for manufacturing*. Scientific American 261(3): 144–152.

Mathews, J.A. & Tan, H. (2011). *Progress toward a circular economy in China*. Journal of Industrial Ecology, 15(3), 435–457.

¹¹ Stegeman, H., 2015. *From circular materials cycles to a circular macroeconomy with scenario's for the Netherlands*.

¹² Ellen Macarthur Foundation, 2013. *Towards the circular economy - Economic and business rationale for an accelerated transition*.

Ellen Macarthur Foundation, 2013. *Towards the circular economy - Opportunities for the consumer goods sector*.

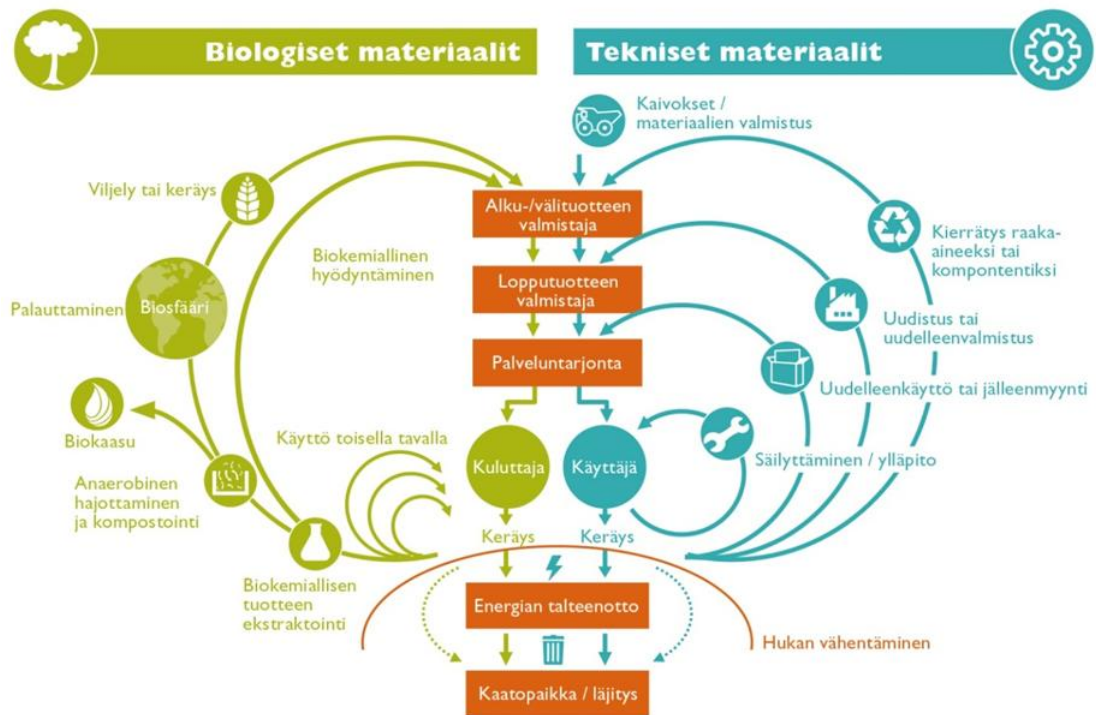
Ellen Macarthur Foundation, 2014. *Towards the circular economy - Accelerating the scale-up across global supply chains*.

Ellen MacArthur Foundation, 2015. *Growth Within: a circular economy vision for a competitive Europe*.

Ellen MacArthur Foundation, 2015. *TOWARDS A circular economy - business rationale for an accelerated transition*.

KIERTOTALOUSMALLI

Lähde: Ellen MacArthur Foundation "Towards Circular Economy Vol. 1"



Kuva 2. Kiertotalousmalli Ellen MacArthur -säätiön mukaan.

Kiertotalousmallin ajatuksena on, että materiaalihukkaa vähennetään parhaiten silloin, kun käyttäjän ja kuluttajan materiaalikierrot pidetään mahdollisimman lähellä niitä. Näin ollen mentäessä kuvan 2 kierroissa sisältä ulkokehälle, kiertojen prioriteetti vähenee sekä biologisten ja teknisten materiaalien osalta. Siten kierrätys materiaaliksi tai komponentiksi on vähiten toivottu vaihtoehto teknisten materiaalien kierroista. Tähän prioriteettiasetelmaan löytyy selkeä syy. Sisältä ulospäin materiaalikierrojen vaatimat energiapanokset kasvavat.

Kaatoaikalta tai polttoon päätyvät materiaalivirrat ovat poissa materiaalikierrosta. Tätä hukkaa tulisi kiertotalousajattelun mukaan vähentää. Teknisten materiaalien palauttamista materiaalikierroon pidetään yleisesti energiatehokkaampana ja vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavana keinona kuin polttamista ja uusien materiaalien työstämistä neitseellisistä raaka-aineista.

Myös biologiset raaka-aineet tulisi polton sijasta ensisijaisesti kohdentaa materiaalikäyttöön. Biologisten materiaalien kaskadikäytöllä tarkoitetaan biologisten materiaalien käyttöä yhä uudestaan tavalla, joka voi poiketa edellisestä käyttötavasta. Materiaalin hylkäysvaiheessa sen tulisi ohjautua esimerkiksi biokaasun tuotantoon, jonka yhteydessä biologisten materiaalien ravinteet erotellaan uudelleen hyötykäyttöön.

Kiertotalouden erilaisista kuvauksista voidaan erottaa seuraavia yhteisiä periaatteita (mukailtu Stegemanin¹³ esittämien ajatusten pohjalta):

¹³ Stegeman, H., 2015. From circular materials cycles to a circular macroeconomy with scenario's for the Netherlands.

a) Uudelleenkäytön ja jätteenkäytön suunnittelu

Jätettä ei synny silloin, kun biologinen ja tekninen komponentti (tai materiaali) on suunniteltu tarkoituksellisesti sopimaan biologisten ja teknisten materiaalien kiertoon tai/ja purettavaksi ja uudelleenkäyttöön. Materiaalien tulisi olla haitta-aineettomia ja biologiset materiaalit on voitava kompostoida helposti. Tekniset materiaalit, kuten polymeerit, seokset ja muut ihmisten valmistavat materiaalit on suunniteltava siten, että ne voidaan palauttaa käytön jälkeen takaisin kiertoon minimaalisilla energiapanoksilla ja ilman laadun heikkenemistä.

b) Systeminen resilienssi (järjestelmätason kestävyys)

Systeemit, jotka ovat moninaisia kytkentöjen ja laajennettavuuden näkökulmasta, ovat vähemmän herkkiä häiriötekijöille. Käytännössä tämä merkitsee monimuotoisia liiketoimintamalleja ja tuotanto- ja liiketoimintaverkostoja erilaisine alihankkijoineen ja asiakkaineen. Kiertotaloudessa tuote- ja palvelujärjestelmät ovat monipuolisia ja sopeutuvia. Tämä merkitsee esimerkiksi sitä, että laitevalmistaja hoitaa myös laitteiden huollon lisäksi sen päivitetävyyden. Tämä puolestaan voi merkitä sitä, että tuotesuunnittelussa modulaarisuus on yksi keskeinen tavoite.

c) Uusiutuvan energian käyttö

Tuotteiden materiaalihäviöiden vähentäminen erilaisten kiertojen kautta vaatii aina energiaa. Kestävää kiertotaloutta ei voi saavuttaa ilman uusiutuvaa, puhdasta energiaa.

d) Systeemitason ajattelu

Systeemitason ajattelulla pyritään ei-lineaarisiin järjestelmiin, joissa takaisinkytkennät näyttelevät keskeistä roolia. Eri tekijöiden ja materiaaliavirtojen vaikutus kokonaisuuteen on ymmärrettävä, jotta järjestelmä voidaan optimoida. Tässä onnistuminen edellyttää myös pitkäjänteisyyttä ja ennakoimista.

c) Bioperustan vahvistaminen

Biologisten materiaalien käytön lisääminen kulutuksen tarpeisiin tapahtuu kaskadikäyttöä lisäämällä. Samaa biologista materiaalia käytetään useaan kertaan tuotteissa, joiden käyttötarve voi erota edellisestä tarpeesta. Biologisten materiaalien arvo vähenee kuitenkin joka käytöllä mahdollisimman vähän ja hylkäysvaiheessa biologisten materiaalien ravinteet otetaan talteen. Tällä tavalla neitseellisten luonnonvarojen sisäänottoa järjestelmään minimoidaan.

Edellä esitetyistä periaatteista voidaan johtaa myös Ellen MacArthur -säätien uusin kiteytys kiertotalouden periaatteista, jotka on esitetty tietolaatikossa 1. Nykyinen kiertotalouskäsite on tässä raportissa tiivistetty seuraavasti:

Kiertotalous säilyttää raaka-aineet ja materiaalit mahdollisimman pitkään talouden käytössä tehokkaiden kiertojen avulla siten, että materiaalien arvo säilyy hyvin kierrosta toiseen ja materiaalien käytön ympäristövaikutukset minimoidaan.

KIERTOTALOUDEN PERIAATTEET

Suojele ja paranna resurssien saatavuutta kontrolloimalla rajallisia varantoja ja tasapainottamalla uusiutuvien resurssien virrat.

Optimoi käytettäviä resursseja tuotteiden ja materiaalien kiertojen kautta. **Hyödynnä** resurssit parhaan mahdollisen arvon kohteissa niin biologisten kuin teknistenkin materiaalien osalta.

Edistä systeemistä tehokkuutta paljastamalla ja estämällä negatiiviset ulkoisvaikutukset.

2.2 Kiertotalous käytännössä

Kiertotalous siirtää elinkaarensa lopussa olevat tavarat uudeksi resurssiksi, sulkee materiaali- ja energiakiertoja teollisissa systeemeissä ja minimoi jätteet. Kiertotalous sisältää myös uudenlaisen taloudellisen logiikan, jossa tavaroiden valmistuksen sijasta huomio kiinnittyy ratkaisujen tarjontaan. Tavarointa myydään osana palvelua, jossa vuokraus, liisuus ja jakamismallit näyttävät keskeistä sijaa¹⁴.

Siirtyminen kohti kiertotaloutta merkitsee muutoksia perinteisessä tuotanto-kulutusjärjestelmässä tuotesuunnittelusta jätehuoltoon. Tätä hahmotetaan seuraavassa.

Tuotesuunnittelu

Tuotesuunnittelu on yksi olennaisimmista tekijöistä, joilla voidaan myötävaikuttaa kiertotalouden periaatteiden mukaisten toimintamallien syntymiseen ja ylläpidettävyyteen. Tuotesuunnittelu liittyy kiertotalouden toteutumiseen usealla eri tavalla: tuotteiden käyttöiän pidentämisenä, materiaalien käytön vähentämisenä, energiatehokkuutena ja kierrätettävyyden huomiointina. Lyhyen käyttöiän tuotteet lisäävät materiaalien kulutusta yhteiskunnassa. Muun muassa teknologiaintensiivisten kuluttajatuotteiden käyttöikä on viime aikoina lyhentynyt uusien tuotteiden tullessa markkinoille yhä nopeammalla tahdilla¹⁵. Erityisesti tämä on koskenut tietokoneita ja älypuhelimia¹⁶.

¹⁴ Stahel, W. R. 2016. Circular economy. Nature 531: 435-438.

¹⁵ Ramachandran, S., 2015. Understanding brand loyalty and disloyalty formation among consumer's of short life-cycle products. Väitöskirja. Oulun yliopiston kauppakorkeakoulu.

¹⁶ The Gaia Foundation, 2013. The Lifecycle of our Electronic Gadgets and the True Cost to Earth.

Tuotteet ja palvelut tulisi kiertotalouden periaatteita noudattaen suunnitella alun perin niin, että ne kyetään käyttämään uudelleen, uudelleen valmistamaan tai kierrättämään uusiomateriaaliksi siten, että niihin sitoutunut arvo pysyy osana talouden kiertoa mahdollisimman tehokkaasti. Esimerkiksi eri muovilaatujen sekoittaminen samaan tuotteeseen vaikeuttaa kierrätystä. Modulaarisuus ja muunneltavuus ovat keskeisiä ominaisuuksia, joilla voidaan vähentää materiaalien kulutusta ja pidentää tuotteiden käyttöikä¹⁷.

Tuotantoprosessit

Kiertotalous tavoittelee tuotantoprosesseja, jotka minimoivat materiaalien käytön ja joissa kierrätyskelvottomien jätteiden määrä on vähäinen. Kiertotaloutta noudattava tuotantojärjestelmä valikoi käytettävät resurssit tehokkaasti ja käyttää uusiutuvia ja parhaiten soveltuvia materiaaleja. Hyödykkeiden dematerialisaatiota edistetään muun muassa digitalisaation kautta. Teollisten prosessien ja muiden toimintojen sivuvirrat ja jätteet tulisi hyödyntää tehokkaasti muussa teollisessa tuotantotoiminnassa esimerkiksi teollisten symbioosien avulla: periaatteenä on, että toisen jäte on toisen raaka-aine.

Suomessa materiaali- ja energiaintensiivisiä teollisuusprosesseja on perinteisesti kehitetty resurssitehokkaammaksi kustannusteknisistä syistä ja ne pärjäävät kiertotalousnäkökulmasta hyvin. Tästä huolimatta jätehukkaa syntyy paljon osittain siitä syystä, että käsiteltävät raaka-ainevirrat ovat suuria (Liite 1 ja Liite 2). Alakohtaiset erot ovat suuria. Jatkossa resurssitehostamistoimenpiteet edellyttävät innovaatioita muun muassa metallurgian ja kemian alalla¹⁸ ja sektorirajat ylittävää yhteistyötä materiaalivirtojen käsittelyssä. Uusilla digitalisaation sovelluksilla on myös annettavaa tuotantoprosessien resurssitehostumisessa. Toisaalta digitalisaation myötä on riski, että energiankulutus kasvaa, koska esimerkiksi datakeskukset hukkaavat nykyisin paljon energiaa¹⁹.

Kulutus

Yksityisten kuluttajien ja julkisyhteisöjen kulutuskäyttäytymisellä on merkittävä vaikutus kiertotalouden kehittymisen kannalta. Kiertotalouden kannalta kulutuksen tulisi suosia ympäristöystävällisiä tuotteita ja kestäviä toimintatapoja, esimerkiksi tuotteiden pitkäikäistä käyttöä²⁰, kunnostamista, korjaamista, uudelleenkäyttöä ja jakamista. Nämä seikat on huomioitava jo tuotesuunnittelussa ja valmistusprosesseissa. Kierroissa suositaan sisempiä kiertoja (esimerkiksi kunnostusta ennen kierrätystä), jolloin tuotteisiin valmistusvaiheessa sitoutunut arvo säilytetään pidempään. Kiertotalous kierrättää myös ravinteet tehokkaasti.

Yhteiskunnan tasolla kiertotalouden osalta on tarkasteltava myös rebound-vaikutuksia: toisaalla säästetty euro kulutetaan jossain muualla ja tämän lisääntyneen kulutuksen ei pidä johtaa suurempaan luonnonvarojen käyttöön ja ympäristövaikutuksiin kuin mitä säästetyllä eurolla saatiin parannusta näissä näkökohdissa.

Kiertotalous näkyy kuluttajille ja julkishallinnolle myös jakamistalouden voimistumisena. Jakamistaloudella tarkoitetaan tuotteiden ja palveluiden yhteiskuluttamista ja -käyttöä. Verkko-tekniikan kehittymisen myötä on syntynyt sosiaalisia ja taloudellisia järjestelmiä, jotka

¹⁷ Tuotteiden käyttöön kasvattaminen tuotteissa, joiden käytön aikainen energiankulutus on suurta, ei ole perusteltua ympäristösyistä, jos tuoteryhmässä tapahtuu nopeaa käytön aikaisen energiakulutuksen tehostamista. Esimerkkinä ovat jääkaapit joissa vahojen ja uusien laitteiden energiakulutuksessa on suuri ero. Kiertotalouden näkökulmasta käyttöön pidentäminen edellyttää tällöin tuotteen energiakäytön kannalta olennaisten osien uusimista kun muu osa tuotteesta jatkaa elinkaartaan alkuperäisessä tarkoituksessa.

¹⁸ Stahel, W. R. 2016. Circular economy. Nature 531: 435-438.

¹⁹ Kiser, B. 2016. Circular economy: getting the circulation ongoing. Nature 531: 443-446.

²⁰ Vrt. alaviite 4

mahdollistavat erilaisten omistusten, resurssien sekä taitojen jakamisen ja vaihtamisen sellaisilla tavoilla, jotka eivät aiemmin ole olleet mahdollisia²¹. Tottuminen omistajuuden arvostamiseen yhteiskunnassa on kuitenkin toistaiseksi vahva jakamistoloutta rajoittava tekijä²². Suomessa yhteiskäyttöpalvelujen leviäminen on ollut suhteellisen hidasta. Verrattuna muihin eurooppalaisiin suomalaiset ovat keskimäärin vahvasti omistamisen tärkeyttä korostavia: esimerkiksi omistusasumisen osuus on suurempi kuin muussa Euroopassa keskimäärin.

Jätehuolto

Jätehuollolla on tärkeä rooli kierrätyksen tehostamisessa ja materiaalihäviöiden vähentämisessä nykyisessä talousjärjestelmässä. Perinteisen jätehuollon liikkeelle panevana voimana on ollut kulujen minimointi jätteiden kokoamisessa ja käsittelyssä, jossa on haettu ratkaisua kaatopaikkasijoituksen, kierrätyksen ja jätteiden polttamisen välillä. Tältä osin kiertotalous tulee muuttamaan jätehuollon statusta resurssitehokkuudessa, koska kiertotalous pyrkii maksimoimaan tuotteen raaka-aineen arvon kussakin tuotteen elinkaaren vaiheessa. Kiertotalouden mukaisessa talousjärjestelmässä kaatopaikoille tai polttoon menevät materiaalihäviöt on minimoitu. Kiertotalouden perusytimenä on siis voimistaa jätehuoltoa edeltävien vaiheiden merkitystä kestävästä materiaalikierron saavuttamisessa.

²¹ Lahti, V-M., Selosmaa, J., 2013. Kaikki jakoon! Kohti uutta yhteisöllistä taloutta. Sitran julkaisusarja (304).

²² Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S., 2015. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production* 114: 11-32.

3 KIERTOTALOUDEN EDELLYTYKSISTÄ – TOIMINTAYMPÄRISTÖ JA LIIKETOIMINTAMALLIT

3.1 Kiertotaloutta tukeva toimintaympäristö

Siirtyminen kiertotalouteen ei tapahdu pelkästään markkinavoimien toimesta. Oikealla tavalla järjestetty infrastruktuuri ja tarkoituksenmukaisesti suunnatut politiikkatoimet edistävät yritysten ja kuluttajien toimia kiertotalouden alueella. Yrityksille on tärkeää, että kiertotalouden ratkaisuille on kysyntää ja niihin liittyvät liiketoimintamallit ovat kilpailukykyisiä ns. perinteisten lineaaritalouden malleihin nähden. Viime kädessä kyse on myös arvomaailman muutoksesta, jossa käytetyn materiaalin status ja arvo on muuttunut neitseelliseen raaka-aineeseen verrattuna kaikkien eri toimijoiden keskuudessa²³.

Infrastruktuurin ja ohjauskeinojen pitäisi tuottaa eri toimijoille edellytykset toimia kiertotaloudessa. Ihanteellisessa tilanteessa toiminnan pitäisi suuntautua automaattisesti markkinalähtöisesti kiertotalouden yhteiskunnallisesta näkökulmasta oikeisiin valintoihin samalla kun omaa taloutta optimoidaan. Nykytilanteessa on kuitenkin monia esteitä, minkä takia kustannustehokkuusnäkökohdat eivät puolla optimaalista kiertotalouden toimintaa. Kiertotalouden etenemistä hidastavia tekijöitä ovat esimerkiksi seuraavat:

- neitseellisen luonnonvaran käyttö on edullisempaa kuin kierrätetyn luonnonvaran käyttö
- työtä verotetaan suhteessa enemmän kuin luonnonvarojen käyttöä
- jätteen polttokapasiteettia on alueellisesti liikaa ja poltto on jätteen hyötykäyttöä kustannustehokkaampaa
- kierrätetyille materiaaleille ei ole markkinoita
- lajittelupisteiden ja kierrätyksen järjestäminen ei ole taloudellisia edellytyksiä etenkään harvaan asutuilla seuduilla ja
- uusien kiertotaloutta koskevien yritystoimintojen lupaviidakko vaikeuttaa yritysten liikkeellelähtöä.

Julkishallinnon päätöksillä ja toimilla voidaan purkaa esteitä ja parantaa kiertotaloutta koskevaa toimintaympäristöä. Asiaa on tarkasteltu ohjauskeinojen näkökulmasta tarkemmin luvuissa 4 ja 6.2.

Tutkimus- ja innovaatiotoiminta on kiertotalouden näkökulmasta avainasemassa ja sen asian edistämiseksi julkishallinnolla oma tärkeä roolinsa. Tutkimusta ja innovaatiotoimintaa tarvitaan kaikilla – sosiaalisilla, teknologisilla ja kaupallisilla – tasoilla. Menetelmiä ja työvälineitä tarvitaan esimerkiksi rakennetun infrastruktuurin materiaalien hyötykäytön varmistamiseksi. Jotta materiaalihäviöt voitaisiin minimoida teknisissä materiaaleissa, tarvitaan teknologiaa, jolla voidaan erotella pieniäkin määriä arvoraaka-aineita kustannustehokkaasti ja toisaalta eliminoida kierrätystä vaikeuttavat epäpuhtaudet. Esimerkkeinä ovat elektroniikkaromu ja niiden sisältämät arvometallit sekä teräsromuvirtojen saastuminen lisäaineilla. Hyötykäytön laajamittainen toteutuminen edellyttäisi ammatillisia markkinapaikkoja erilaisten materiaalien liikkuvuuden parantamiseksi yrityksiltä toisille.

²³ Hood, B., 2016. Make recycled goods covetable. Nature 531:438-439.

Kiertotalouden toteutumien edellyttää viestintää yhteiskunnan eri toimijoiden suuntaa heidän roolistaan tuotteiden elinkaaren hallinnassa. Kyse on toisaalta myös uudelaista pelisääntöistä käytettyjen tavaroiden taloudenpitoon liittyen. Esimerkiksi Australia on edelläkävijä tällä alueella. ”Jätteen” kerääminen ja uudelleenkäyttö ovat työvoimavaltaista ja kallista, mutta Australia edistää niiden käyttöönottoa verotuksen avulla²⁴.

Jokaisella EU-maalla on omat mahdollisuudet etsiä omia luovia ratkaisuja kiertotalouden edistämiseen ja vaikuttaa kiertotaloutta tukevan toimintaympäristön muotoutumiseen EU-lainsäädäntöä tiukemmin. Toisaalta yhtenäiset EU:n toimintamallit helpottavat markkinalähtöisten pelisääntöjen luomista kiertotalouden alueella. Esimerkiksi EU:n jätelainsäädännön tavoitteena on luoda omalta osaltaan yhtenäiset tavoitteet ja yhtenevä ympäristönsuojelun taso koko EU:n alueelle siten, että alueen tuotanto ja kulutus jatkossa kehittyvät kiertotalouden periaatteiden mukaisesti (Liite 3). Tämä tarkoittaa resurssien käytön minimointia ja toisaalta käytettyjen resurssien säilyttämistä ja palauttamista kulutuksen kiertoihin.

Kiertotaloutta ei kuitenkaan voi lähestyä ainoastaan eurooppalaisessa kontekstissa, vaan globaalit markkinat ja niiden toimintaedellytykset ja -tavat tulee ottaa huomioon. Esimerkiksi Maailman kauppajärjestön (World Trade Organisation, WTO) kaupan säännöt tulisi ottaa mukaan kiertotalouskeskustelussa²⁵. WTO:hon kuuluu 162 maailman maata, ja merkittävimmät sen säännökset ovat suosituimmuus- ja kansallisen kohtelun periaatteet. Suosituimmuusperiaate tarkoittaa sitä, että WTO:n jäsenvaltion on avattava markkinansa kaikille jäsenvaltioille samoin säännöin ja kohdeltava samankaltaisia tuotteita samalla tavoin riippumatta niiden tuotantotavasta. Kansallisen kohtelun periaate tarkoittaa, että kotimaista ja ulkomaista tuotantoa on kohdeltava samalla tavoin.

Kiertotalouden periaatteiden toteutumiseksi tarvitaan kokonaisuvaltainen järjestelmätason muutos eli systeeminen transitio, jossa nykyinen lineaarinen talousjärjestelmä muuttuu kokonaisuudessaan toteuttamaan kiertotalouden periaatteita. Muutoksen tulee tapahtua kaikilla yhteiskunnan tasoilla ja eri toimijoiden kesken. Muutos on haastavaa, koska useimmiten infrastruktuuri, yhteiskunnan instituutiot ja tuet suosivat vallitsevia teknologioita, toimintatapoja ja järjestelmiä. Erityisen haastavaksi tilanteen tekee se, että muutoksen tulisi tapahtua nopeasti, jotta voidaan vastata luonnonvaroja ja ympäristöä kohtaaviin paineisiin. Tällainen kokonaisuvaltainen muutos on mahdollisuus ketterille toimijoille, mutta toisaalta myös uhka niille toimijoille, jotka eivät pysty reagoimaan riittävän nopeasti. Taloustieteilijä Schumpeter²⁶ on käyttänyt käsitettä luova tuho kuvaamaan tällaista muutostilannetta, jossa vähemmän kannattavat toimijat häviävät markkinoilta.

Systeemistä muutosta tukevat yllä kuvatut ylätasoinen muutokset ohjauskeinoissa ja infrastruktuurissa luomalla edellytyksiä kuluttajien ja yrittäjien uudentyypiseen toimintaan. Toisaalta vallitsevan toimintaympäristön muutosta edistävät ruohonjuuritason aloitteet, kuten uudet liiketoimintamallit ja kuluttajaliikkeet. Kokeilukulttuuri - ketterä erilaisten uusien ja osin kehityksessä olevien ajatusten testaus - tuo myös olennaisen elementin muutoksen suuntaajana. Kokeilut tuottavat konkreettista tietoa siitä, mikä toimii ja mikä ei, mikä menestyy ja mikä ei,

²⁴ Stahel, W. R. 2016. Circular economy. Nature 531: 435-438.

²⁵ Myös Eurooppalaiset tiedeakatemit ovat huomauttaneet, että kiertotalous tulisi ottaa huomioon kansainvälisissä kauppaneuvotteluissa ja että kiertotalouden käsite tulee ottaa kansainväliseen keskusteluun, jotta innovaatioita EU:ssa edistävät kiertotalouden periaatteet integroituvat muihin kauppaneuvotteluihin (EASAC 2015 Circular economy: a commentary from the perspectives of the natural and social sciences, saatavilla http://www.academies.fi/wp-content/uploads/2015/11/Easac_CE.pdf, luettu 6.4.2016)

²⁶ Schumpeter, J. (1942/1954) Capitalism, Socialism, and Democracy. Fourth Edition with a new Chapter. London: George Allen & Unwind Ltd. Luvun 7 ”Luovan tuhon prosessi” käännös; Markku Koivusalo (2009) Tiede & Edistys 1/2009, s. 40–45.

mikä on mahdollista ja mikä ei. Nämä kokeilut ja kokemukset haastavat vallitsevia toimintatapoja, infrastruktuuria ja ohjauskeinoja ja saattavat johtaa myös muutoksiin näissä. Esimerkkinä, vaikkakin kiertotalousviitekehyksen ulkopuolelta, on Ravintolapäivä, joka alkoi paikallisena kokeiluna, mutta on sittemmin laajentunut ja jopa institutionalisoitunut, tuottanut uutta yrittäjyyttä ja myös haastanut olemassa olevia toimintatapoja. Voidaan ajatella että kiertotalouden systeeminen muutos on jatkuva prosessi ja vuoropuhelu ylätason (julkaisen hallinnon toimien) ja ruohonjuuritason (yritykset, kansalaiset) välillä. Julkinen hallinto voi päätöksillään ja toimillaan mahdollistaa ja tukea kiertotaloutta poistamalla kasvun esteitä, vahvistamalla mahdollistavia rakenteita ja tuomalla esiin hyviä esimerkkejä. Yritykset tuottavat uusia innovaatioita ja liiketoimintamalleja, jotka pyrkivät markkinalähtöisesti eli kuluttajien kysynnän kautta tuomaan uusia ratkaisuja kiertotalouden tuote- ja palvelukonsepteiksi. Kun nämä prosessit nivoutuvat kiertotalouden periaatteita toteuttamaan, on laaja muutos mahdollista.

3.2 Kiertotalouden liiketoimintamallit

Kiertotalouden toteutuminen vaatii uudenlaisia liiketoimintamalleja, jotka pystyvät vastaamaan kiertotaloutta tukevaan kysyntään ja synnyttämään uudenlaisia ratkaisuja kiertotalouden toteuttamiseen. Toisaalta kiertotalouden periaatteiden soveltaminen on myös tärkeä tapa yrityksille tehostaa oman toimintansa kustannustehokkuutta ja ennakoida tiettyjen luonnonvararesurssien niukkuuden vaikutusta toimintaansa. Yrityksille resurssien niukkeneminen tarkoittaa lisääntyviä hintariskejä ja riskejä materiaalien saatavuuden suhteen.

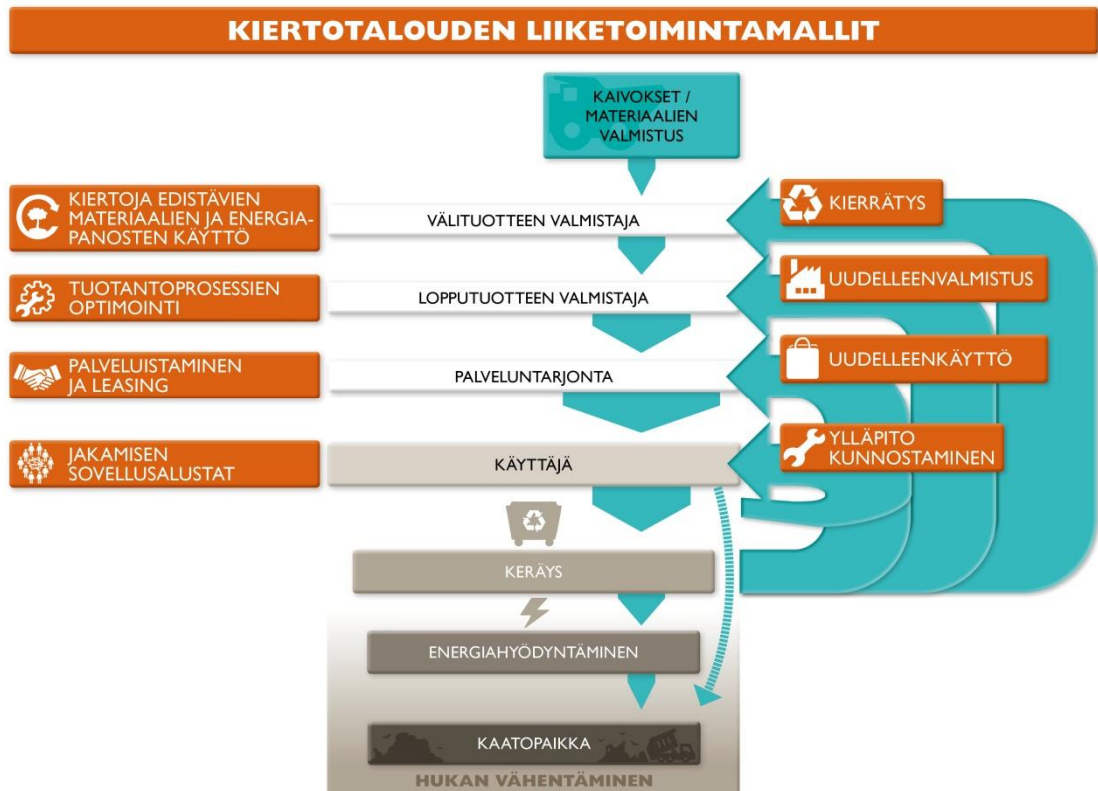
Lineaarisen materiaalikäytön sijaan kiertotalouden yrityksissä toteutuvat tehokkaat materiaalien kierrot ja palvelumallit, jotka tuovat kilpailuetua. Kiertotalouden periaatteita toteuttavat yritykset siis vähentävät resurssien kulutusta samalla kun ne luovat taloudellista lisäarvoa – perinteisiä toimintatapoja tehokkaammin. Tämä edellyttää uudenlaista teknologioiden käyttöönottoa sekä innovaatioita. Kiertotalouden liiketoimintamalleista on jo lukuisia esimerkkejä ympäri maailmaa²⁷. Kuvassa 3 on eroteltu keskeisimmät kiertotalouden toteutumiseen liittyvät liiketoimintamallit.

²⁷ Accenture, 2014. Circular Advantage - Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth.

Ellen Macarthur Foundation, 2016. New business models. Saatavissa: http://www.ellenmacarthurfoundation.org/case_studies/icons/3 [26.2.2016].

Norden, 2015. Moving towards a circular economy – successful Nordic business models. Nordic Council of Ministers.

WRAP, 2016. Innovative business models. <http://www.wrap.org.uk/content/innovative-business-models-1>[8.3.2016].



Kuva 3. Kiertotalouden liiketoimintamallit jäsennehtynä teknisten materiaalien kierron mukaan.

3.2.1 Kestäviä kiertoja edistävät materiaali- ja energiapanokset

Kiertotalouden mukaisten tehokkaiden kiertojen edellytyksenä on, että tuotteissa käytetään uusiutuvia tai kierrätyskelpoisia materiaaleja ja niiden valmistus tapahtuu uusiutuvalla energialla. Käytettävien materiaalien valinta on osa tuotesuunnittelua. Tähän kokonaisuuteen liittyvien liiketoimintamallien perusajatuksena on, että kiertotaloutta tukevat materiaalit ovat edullisempia tai parempia tavanomaisiin materiaaleihin nähden tuotteiden koko elinkaari huomioiden ottaen.

Liiketoimintamahdollisuudet uusiutuvien ja kierrätyskelpoisten materiaalien käytön suhteen ovat suurimmat aloilla, jotka käsittelevät niukkoja resursseja tai joissa materiaalihinnat ovat korkeat²⁸. Asiantuntija-arvioiden mukaan kiertotaloudessa tuotesuunnittelun liiketoimintapotentiaaleja liittyy esimerkiksi sähkö- ja elektroniikkalaitteisiin, rakennustuotteisiin ja pakkauksiin:

- Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden suunnittelu päivitettäväksi, modulaarisiksi ja uudelleenkäytettäväksi (esimerkiksi tulostinvalmistaja Ricohin tavoitteena on, että kaikki tuotteiden osat voidaan käyttää uudelleen tai kierrättää)
- Uudet rakennustekniikat, joilla pyritään rakenteiden modulaarisuuteen, kierrätettävyyteen, purettavuuteen ja käyttöiän pidentämiseen. Lisäksi rakennustekniikan rinnalla

²⁸ Accenture, 2014. Circular Advantage - Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth

Stegeman, H., 2015. From circular materials cycles to a circular macroeconomy with scenario's for the Netherlands.

tulisi kehittää purku- ja rakennussuunnittelua.

- Pakkausten suunnitteleminen sellaisiksi, että niissä käytetyt materiaalit ovat käytettävissä uudelleen tai kierrätettävissä.

3.2.2 Tuotantoprosessien optimointi

Tuotantoprosessien optimoinnin tarkoituksena on lisätä materiaalitehokkuutta - valmistaa tuotteita vähemmällä raaka-aine- ja kustannuspanoksilla. Tehottomat prosessit tuovat lisäkustannuksia esimerkiksi prosessihävikin ja jätemaksujen muodossa. Materiaalitehokkuus merkitsee yritykselle esimerkiksi jätteen määrän vähentämistä, kierrättämistä ja tehokasta sivuvirtojen hallintaa.

Materiaalitehokkuus ei usein kuitenkaan kuulu yritysten ydinosamisalueisiin, ja näin materiaalien käyttöä ei ole kaikilta osin optimoitu. Yritykset myös saattavat karttaa parannuksia, jotka vaativat investointeja – silloinkin, kun takaisinmaksuaika on lyhyt. Ratkaisuna tähän voi olla materiaalitehokkuuspalvelujen ulkoistaminen. Tällöin ulkoinen toimija ottaa vastuulleen yrityksen materiaalitehokkuuden parantamisen²⁹. Palvelut voivat olla esimerkiksi teollisiin prosesseihin liittyviä kokonaisratkaisuja hankinnoista jätehuoltoon tai uudenlaisia tehokkuutta parantavia ICT-ratkaisuja³⁰. Digitalisaation arvioidaan tuovan tuotantoprosessien optimointiin merkittäviä uusia mahdollisuuksia. Kehittyneen seurannan avulla voidaan optimoida prosessien lisäksi laitteiden ja osien huollon tarvetta ja näin vähentää seisokkeihin kuluva aikaa ja rikkoutuneiden osien vaihdon kustannuksia. Motivan materiaalikatselmukselut ovat käytännön työkalu yritysten materiaalitehokkuuden parantamiseen (kts. luku 4.2.6).

Teollisella symbioosilla tarkoitetaan toimintatapaa, jossa yritykset tuottavat toisilleen lisäarvoa hyödyntämällä tehokkaasti toistensa sivuvirtoja, teknologiaa, osaamista tai palveluja. Näin toisen toimijan sivuvirta tai jäte muuttuu tuottavaksi resurssiksi toiselle ja säästää toimijoiden kustannuksia vähentäen myös haitallisia ympäristövaikutuksia. Parhaimmassa tapauksessa symbiooseissa syntyy kaupallisesti menestyviä tuotteita loppukäyttäjien tarpeisiin sekä kotimaassa että kansainvälisillä markkinoilla³¹. Suomessa teollisia symbiooseja edistetään Motivan johtamalla FISS-toimintamallilla³² (kts. tietolaatikko 3 luvussa 4.2.6).

Tuotteistamisella tarkoitetaan ansaintalogiikoiden synnyttämistä uusien materiaalien tai palveluiden ympärille. Tuotantoprosessien jäte- ja sivuvirtojen päätyminen kaatopaikalle tai energiaksi hukkaa niiden materiaalisällön, joka kiertotalouden periaatteiden mukaisesti tulisi palauttaa takaisin kulutuksen kiertoihin. Materiaalikiertojen edistäminen vaatii tätä tukevia ohjauskeinoja.

Suomen olosuhteissa potentiaalisiksi sivu- ja jätevirroiksi, joille voisi olla mahdollista kehittää liiketoimintaa, on tämän hankkeen työpajassa tunnistettu muun muassa seuraavat:

- Metsäteollisuuden ravinnepitoisten sivuvirtojen hyödyntäminen lannoitevalmisteiden raaka-aineina. Tätä tavoitetta tukee tehokkaasti myös orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto
- Kierrätysravinteiden ja biokaasun tuotanto esimerkiksi biojätteistä ja lannasta

²⁹ Halme, M., Anttonen, M., Kuisma, M., Kontoniemi, N. and Heino, E., 2007. Business models for material efficiency services: Conceptualization and application. *Ecological Economics*, 63(1): 126-137.

³⁰ Anttonen, M., 2010. Greening from the front to the back door? A typology of chemical and resource management services, *Business Strategy and the Environment* 19 (3), 199–215

³¹ Motiva, 2016. Teolliset symbioosit. Saatavissa: <http://teollisetsymbioosit.fi/> [25.2.2016].

³² http://www.motiva.fi/toimialueet/teolliset_symbioosit

- Biohiilen tuottaminen eläin- ja kasviperäisistä jäte- ja sivuvirroista, esimerkiksi kierrätyspuusta ja oljesta
- Energiantuotannon kivihiili-, turve- ja biotuhkan prosessoiminen ja tuotteistaminen maarakentamisessa käytettäväksi uusiomateriaaliksi.
- Hukkalämmön nykyistä tehokkaampi hyödyntäminen
- Mineraalisivuvirtojen hyödyntäminen.

3.2.3 Palveluistaminen ja leasing

Palveluistamisella tarkoitetaan toimintamallia, jossa tuotteen ostamisen sijaan asiakas maksaa sen tehtävän hoitumisesta, johon tuote on tarkoitettu. Tuotetta saattavat käyttää sen elinkaaren aikana useat asiakkaat käyttöperusteisen hinnoittelun mukaisesti. Palveluistaminen kiertotaloudessa on edistää kestävien tuotteiden käyttöä. Tällöin tuotteiden pitkäikäisyys, uudelleenkäytettävyys ja korjattavuus muodostuvat kilpailueduiksi, jotka lisäävät yrityksen tuloja.

Monilla toimialoilla on jo toimivia esimerkkejä palveluiden kytkemisestä tuotteisiin: esimerkiksi Koneen hissejä myydään pakettina, jossa hissien lisäksi mukana tulee huolto- ja korjauspalvelu, jolla taataan hissien jatkuvatoimisuus. Isojen tuotantolaitosten laiteinvestoinnit ovat suuria ja laitteiden toimimattomuus voi aiheuttaa suuria tuotantomenetyksiä, joten laitteiden omistuksen korvaaminen luotettavalla ylläpitopalvelulla on jo käytössä oleva toimintamalli, jota kuitenkin voitaisiin hyödyntää paljon nykyistä enemmänkin. Palveluistamisen konseptiksi voidaan laskea myös teollisen internetin hyödyntäminen tuotteiden seurannassa.

Palveluistamiseen liittyy läheisesti erilaiset leasingmallit. Kun kuluttajat tai yritykset liisaavat tuotteita ostamisen sijaan, valmistajien on pohdittava tuoteketjujen hallintaa kahdensuuntaisesti. Leasingin yleistymisen tarkoittaa muutosta myös perinteisissä omistussuhteissa ja uudenlaisia palvelumalleja³³. Laadukkaat tuotteet, jotka kestävät koko leasingjakson ja voidaan hyödyntää uudelleen tämän jälkeenkin, tuovat kilpailuetua. Yritykset voivat lisätä omaa mak-suvalmiuskykyään ja vapauttaa pääomaa käyttöönsä ostamalla laitteita omaan käyttöönsä leasing-periaatetta noudattaen.

Esimerkki leasing-liiketoimintamallista tekstiilialalla on Mud Jeans, joka tarjoaa farkkujen ostamisen lisäksi leasingia 7,50 €/kk. Vuoden jälkeen käyttäjä voi pitää farkut tai vaihtaa ne uusiin lisämaksusta jatkaen leasing sopimusta. Käytetyt farkut uudelleen käytetään, kunnostetaan tai kierrätetään materiaalina³⁴.

Hollantilainen Bundles tarjoaa puolestaan pyykinpesukoneen käyttöpalvelua, jossa pesukoneen käytöstä maksetaan käyttökertojen mukaan. Asiakkaat maksavat siis saamastaan hyödyistä, eivät tuotteesta. Prosessia voi verrata matkapuhelinliittymän hankintaan. Asiakas voi tilata Bundlesin sivuilta tarvitsemansa palvelupaketin, jossa ilmoittaa käyttöiheyden ja vaatimukset laitteistolle. Bundles tarjoaa kuukausihintaa ja asiakkaan hyväksytyä sen asentaa koneen ja poistaa tarvittaessa vanhan. Pesukone on yhteydessä Internetiin ja asiakas näkee käyttöiheydensä. Tämän perusteella voidaan ensimmäisen kuukauden perusteella sopia muutos kuukausihintaan³⁵.

Leasing-tyyppisiin palvelumalleihin liittyy myös panttijärjestelmät, joilla kuluttajia tai yritysasiakkaita rohkaistaan rahallisesti tai muunlaisin palkkioin tuotteiden palauttamiseen niiden käyt-

³³ Euroopan Parlamentti, 2012. Leasing society. DG for Internal Policies.

³⁴ <http://www.mudjeans.eu/>

³⁵ http://www.ellenmacarthurfoundation.org/case_studies/bundles

töiän päässä. Esimerkiksi Isossa-Britanniassa toimiva Bandvulc harjoittaa raskaiden ajoneuvojen renkaiden uudelleenpinnoitusta ja maksaa asiakkailleen vanhojen renkaiden palauttamisesta³⁶.

3.2.4 Tuotteiden ja palveluiden jakamisen sovellusalustat

Tärkeä keino resurssitehokkuuden edistämässä on käyttämättömien resurssien jakaminen muille. Jakaminen voi merkitä tuotteiden siirtoa kuluttajalta kuluttajalle ilman maksua tai maksua vastaan. Lähtökohtana voi olla vuokraus- tai leasing -toiminta, joka toteutuu vain tarpeen mukaan. Toiminta voi perustua myös omistajuuden vaihdokseen esimerkiksi tori.fi ja huuto.netin mukaisten toimintamallien mukaan, jolloin toiminta-alustan ylläpitäjän ansaintalogiikka perustuu esimerkiksi mainostuloihin.

Kehittyvät teknologiset sovellukset ja sosiaalisen median alustat muuttavat nopeasti kulutusta yhteisöllisempään muotoon. Tämä muutos on luonut perustan uudellelaisille liiketoimintamalleille³⁷. Esimerkkinä uudelleenlaisen jakamisen mahdollistavista alustoista on maailmalla suosion saavuttanut Airbnb, joka tarjoaa majoituspalveluita yksityisten ihmisten kodeissa hotellihuoneiden sijaan. Swapstyle puolestaan mahdollistaa vaatteiden ja laukujen vaihtamisen ilmaiseksi online-palvelun avulla. Jakamisen sovellusalustat mahdollistavat tuotteiden yhteiskäytön joko yksilöiden tai organisaatioiden välillä.

Lisääntyvän jakamisen kautta voidaan lisätä tuotteiden käyttöastetta ja siten resurssien tehokasta käyttöä³⁸. Euroopassa auto on pysäköitynä keskimäärin 92 % ajasta ja toimistoja käytetään vain 35-50 % ajasta jopa työaikana³⁹. Liikkuminen onkin yksi tärkeä sektori, jolla jakaminen voi yleistyä merkittävästi tulevaisuudessa. Suomessa ja ympäri maailmaa on jo useita autojen vertaisvuokrauksen palveluntarjoajia. Omistaja voi tyypillisesti päättää itse vuokrahinnan ja vuokraaja voi valita ja varata haluamansa auton Internetissä.

3.2.5 Tuotteiden käyttöiän pidentäminen

Tuotteiden elinikää voidaan lisätä monin tavoin: kunnostamisella, uudelleenkäytöllä, päivittämisillä, uudelleenvalmistuksella ja uudelleenmarkkinoinnilla.

Kunnostaminen

Kunnostamista ja ylläpitoa tarvitaan tuotteiden käyttövaiheessa pidentämään niiden käyttöikää. Kunnostaminen vähentää uusien tuotteiden ostamisen tarvetta ja tuottaa näin ympäristöhyötyjä. Se myös tarjoaa liiketoimintaa erilaisia kunnostuspalveluja tarjoaville toimijoille ja varaosamyynnille. Kunnostaminen ja ylläpito voivat sisältää esimerkiksi erilaista korjaustointia, diagnostiikkaa ja teknistä tukea⁴⁰.

Kunnostamisella voidaan säilyttää tuotteisiin sitoutunut arvo pidempään. Esimerkkejä kunnostustoimintaan soveltuvista sektoreista ovat informaatioteknologia ja matkapuhelimet.

³⁶ <http://www.wrap.org.uk/node/20371>

³⁷ Ellen MacArthur Foundation, 2015. TOWARDS A circular economy - business rationale for an accelerated transition.

³⁸ Accenture, 2014. Circular Advantage - Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth

³⁹ Ellen MacArthur Foundation, 2015. Growth Within: a circular economy vision for a competitive Europe.

⁴⁰ Circular Economy Toolkit, 2016. Refurbish/Remanufacture. Saatavissa: <http://circulareconomytoolkit.org/refurbish-remanufacture.html> [8.3.2016].

Tekstiilialalla Patagonia-tuotemerkki on tunnettu esimerkki kestäviä vaatteita tarjoavasta brändistä, joka tarjoaa tuotteilleen myös kunnostuspalveluita.

Uudelleenkäyttö

Uudelleenkäytöllä tarkoitetaan tuotteen tai sen osan käyttämistä uudelleen samaan tarkoitukseen kuin mihin se on alun perin suunniteltu. Uudelleenkäytön kautta voidaan kierrätystä tehokkaammin säilyttää se arvo, joka tuotteisiin on sitoutunut valmistusketjun eri vaiheissa. Kuluttajille käytettyjen tavaroiden myyntiä ja ostamista mahdollistavat muun muassa erilaiset internetissä toimivat käytetyn tavaran myyntipaikat. Luottamuksen tarve verkosta ostettaessa voi olla kuitenkin rajoittava tekijä second hand –kaupassa.

Uudelleenkäytön hyötynä on vähentynyt uusiin tuotteisiin käytettyjen materiaalien kulutus. Energiaa käyttävissä tuotteissa uudelleenkäytön kannattavuus riippuu laitteen energiankulutuksesta: energiatehokkuuden paraneminen voi tarkoittaa, että ympäristönäkökulmasta vanhan tuotteen korvaaminen uudella on järkevää. Uudelleenkäytön suosion kannalta on tärkeää hinnoitella tuotteet oikein, jotta toiminta on voitokasta mutta ostokannuste käytettyjä tuotteita kohtaan tarpeeksi vahva⁴¹.

Suomi on yksi edelläkävijöistä pakkausten uudelleenkäytössä. Noin 60 % pakkausten käytöstä on uudelleenkäyttöä⁴². Uudelleenkäytettäviä pakkauksia ovat muun muassa uudelleen täytettävät juomapakkaukset, kuljetuslaatikot, metallirullakot sekä tynnyrit. Suomalainen Repack on innovoinut nettikaupoille pakkauksia, jotka käytetään jopa 20 kertaa⁴³. Tuotteen ostaja palauttaa pakkauksen postitse. Myös Iossa-Britanniassa toimiva B&Q on luonut uudelleenkäytettävän pakkauksen keittiökalusteille⁴⁴.

Tunnetuimpia uudelleenkäyttöä edistäviä palvelualueita ovat esimerkiksi Ebay, tori.fi ja huuto.net. Tekstiilien kohdalla uudelleenkäyttöön päätyi vuonna 2012 Suomessa 16,5 % käytöstä poistetuista tekstiileistä⁴⁵. Suomalainen Zadaa-mobiilisovellus mahdollistaa kuluttajalta toiselle tapahtuvan käytettyjen vaatteiden myynnin suoraan samankokoisten ihmisten kesken⁴⁶. Tietokoneiden kohdalla 3 Step IT on esimerkki palvelumallista, jossa käytettyjä koneita liisataan eteenpäin uudelleenkäytettäviksi⁴⁷.

Päivittäminen

Tuotteiden päivittäminen toteutuu sitä paremmin mitä arvokkaammasta tuotteesta on kyse ja mitä paremmin päivittäminen on otettu huomioon tuotesuunnittelussa. Päivittävyys on tärkeä tuotteen ominaisuus, jolla lisätään tuotteen houkuttelevuutta asiakkaisiin päin.

⁴¹ Circular Economy Toolkit, 2016. Reuse/redistribute. <http://circulareconomytoolkit.org/Toolkit.html> [8.3.2016].

⁴² Pirkanmaan ELY-keskus, 2015. Pakkaukset ja pakkausjätteet.

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BFFB13539-3AB4-40B9-B091-ECAB0D5275A3%7D/74667> [21.4.2016].

⁴³ <http://www.originalrepack.com/>

⁴⁴ WRAP, 2010. Reusable Longspac packaging for delivery of kitchen components at B&Q. Ladattavissa: <http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/FINAL%20Longspacs%20Trial%20Report%20Sept%202020.pdf> [26.2.2016].

⁴⁵ Dahlbo, H., Aalto, K., Salmenperä, H., Eskelinen, H., Pennanen, J., Sippola, K. and Huopalahti, M., 2015. Tekstiilien uudelleenkäytön ja tekstiilijätteen kierrätyksen tehostaminen Suomessa. Suomen ympäristö 4/2015.

⁴⁶ <http://www.zadaa.co/>

⁴⁷ <https://www.3stepit.com/>

Uudelleenvalmistus

Uudelleenvalmistuksella tarkoitetaan prosessia, johon voi sisältyä esimerkiksi kunnostamista purkamista, osien vaihtamista ja kokoamista uudelleen niin, että tuloksena syntyy vähintään yhtä hyvä tai aiempaa parempi tuote⁴⁸. Uudelleenvalmistus on tärkeä osa resurssitehokkuutta ja kiertotaloutta: tuotteiden materiaalit – mukaan lukien esimerkiksi kriittiset metallit – voidaan pitää pidempään kierrossa. Uudelleenvalmistusta hyödynnetään tuotteille, joihin on sitoutunut merkittävät määrät materiaalia, energiaa ja työtunteja. Tuotteita voidaan myös samalla päivittää vastaamaan nykyisiä energiatehokkuus- ja tuottavuusvaatimuksia. Ympäristöhyötyjen lisäksi uudelleenvalmistus lisää paikallista työllisyyttä⁴⁹.

Edellytyksiä tuotteen uudelleenvalmistuksen taloudellisuudelle ovat:

- tuotteen korkea arvo
- teknologia on pitkäikäistä eikä vaihdu nopeasti
- tuote on kestävä
- tuote on helppo purkaa osiin.

Esimerkinä uudelleenvalmistukseen sopivista tuotteista voidaan pitää moottoreita ja niiden osia. Esimerkiksi traktorivalmistaja Valtra tarjoaa uudelleenvalmistettuja vaihteistoja noin 60-70 %:lla uuden vastaavan vaihteiston hinnasta⁵⁰. Uudelleenvalmistuksen edellytysten parantamiseksi seuraavat seikat tulisi huomioida tuotesuunnitteluvaiheessa⁵¹:

- purkamisen helppous
- purkamiseen vaadittavat työkalut
- vahingot, joita purkaminen aiheuttaa
- uudelleenkokoamisen helppous
- mahdollisuudet päivityksiin uudelleenvalmistuksen yhteydessä
- modulaarisuus.

Uudelleenmarkkinointi

Uudelleenmarkkinointi toimii ainoastaan, jos vanhalla tuotteella on markkina-arvo. Markkinoilla, joissa uusi tuote on selvästi parempi kuin vanha, uudelleenmarkkinointi ei toimi. Tällöin yhtenä mahdollisuutena on kohdistaa uudelleenmarkkinointi erilaisiin tai vähemmän kehittyneisiin markkinoihin. Vanhojen matkapuhelimien ja tietokoneiden myynti on esimerkki onnistuneesta tuotteiden uudelleenmarkkinoinnista.

3.2.6 Materiaalien kierrätys

Kierrätysliiketoiminta tukeutuu periaatteeseen ”toisen jäte on toisen raaka-aine”. Kierrätysliiketoiminnan kannalta on olennaista jätteiden volyymien lisäksi eri materiaaleihin sisältyvä

⁴⁸ Aarras, N., 2015. Toisen jäte on toisen raaka-aine – Kierrätys ja uudelleenvalmistus taloudellisesti ja ekologisesti kestävästä liiketoimintamahdollisuutena. Väitöskirja. Turun kauppakorkeakoulu.

⁴⁹ APSRG (All-Party Parliamentary Sustainable Resource Group). Sustainable Remanufacturing – Towards a resource efficient economy. Ladattavissa: <http://www.policyconnect.org.uk/apstrg/research/report-remanufacturing-towards-resource-efficient-economy-0> [7.3.2016].

⁵⁰ Valtra, 2015. Valtra aloittanut uuden ja lupaavan liiketoiminnan tehdaskunnostuksen parissa. <http://mahdoton.fi/2015/01/valtra-aloittanut-uuden-ja-lupaavan-liiketoiminnan-tehdaskunnostuksen-parissa/> [8.3.2016].

⁵¹ Circular Economy Toolkit, 2016. Refurbish/Remanufacture. Saatavissa: <http://circulareconomytoolkit.org/refurbish-remanufacture.html> [8.3.2016].

arvo, ja tällä asteikolla jätteiden pelkät massaperusteiset tilastot ovat vajavainen lähtökohta kierrätyksen liiketoimintapotentiaalien arviointiin. Kierrätyksen osalta suurimmat liiketoimintapotentiaalit liittyvät volyymiltaan suurten ja tasalaatuisten jätevirtojen lisäksi pienempiin virtoihin, jotka ovat materiaalisällöltään arvokkaita. Neitseellisten materiaalien säästämisen näkökulmasta ohjauskeinojen tulisi suunnata kulutusta uusiomateriaaleihin ja niistä valmistettujen tuotteisiin. Perinteisen kierrätystoiminnan lisäksi kiertotalous pyrkii toimintaan, jossa hyödyttömän materiaali muunnetaan uuteen muotoon, laadultaan paremmaksi tai arvoltaan suuremmaksi (upcycling).

Suomen suurimmat jätevirrat ovat kaivosteollisuudessa ja rakentamisessa syntyviä maamassoja ja kiviainesjätteitä. Taloudellisesti potentiaalisimpina jätteinä voidaan pitää sähkö- ja elektroniikkalaitteita, biojätteitä, muovijätteitä sekä tekstiilejä. Sähkö- ja elektroniikkajätteiden potentiaali syntyy laitteiden sisältämistä arvometalleista. Biojätteiden potentiaalia kasvattaa niiden monet jalostusmahdollisuudet. Muovijätteitä syntyy puolestaan merkittäviä määriä esimerkiksi rakentamisessa, asumisessa, julkisissa palveluissa ja kaupan toimialalla ja neitseellistä muovia korvattaessa muovinkierrätyksellä on todettu saavutettavan merkittäviä ympäristöhyötyjä.. Tekstiilijätteistä ainoastaan 36 % päättyy uudelleenkäyttöön tai kierrätykseen tällä hetkellä. Erilliskerätyistä tekstiilijätteistä jopa 90 % on uudelleenkäyttökelpoista⁵².

⁵² Dahlbo, H., Aalto, K., Salmenperä, H., Eskelinen, H., Pennanen, J., Sippola, K. ja Huopalainen, M. 2015. Tekstiilien uudelleenkäytön ja tekstiilijätteen kierrätyksen tehostaminen Suomessa. Suomen ympäristö 4/2015.

4 KIERTOTALOUTTA EDISTÄVÄT POLITIIKKATOIMET

4.1 Kiertotalouden tasot ja ohjauskeinot

Vaikka kilpailu niukkenevista resursseista edistää kiertotalouden läpimurtoa, edellyttää tuotannon ja kulutuksen uudelleenorganisointumisen ja uusien markkinoiden syntyminen myös julkista ohjausta. Tämän ohjauksen on kyettävä tukemaan uusien ratkaisujen kehittämistä ja vakiintumista. Tavoitteena on siirtymä talouden resurssiperustassa ja siinä, miten materiaalivirtoja hyödynnetään. Uusille ratkaisuille ja toimintamalleille on luotava aktiivisesti tilaa ja olemassaolon mahdollisuuksia.

Kiertotaloudelle suotuisan toimintaympäristön luomista hidastavat aineelliset ja yhteiskunnalliset polkuriippuvuudet. Esimerkiksi julkiset ja yksityiset infrastruktuuri-investoinnit energia- ja jätehuollossa asettavat ehtoja ainevirtojen kannattavalle hyödyntämiselle. Poliittikkatoimien valmistelussa on tärkeää tunnistaa muutosta estäviä tekijöitä ja huolehtia siitä, että kiertotalouden edistämisestä tulee yhteiskuntapolitiikan läpäisevä periaate.

Politiikkatoimien suuntaamista mutkistaa myös se, että samalla kun luodaan toimintaedellytyksiä uudelle tai uudelleenlaiselle liiketoiminnalle aiheutetaan vaikutuksia, jotka heijastuvat koko kansantalouteen. Ongelma on kahtalainen. Yhtäältä on pohdittava, ovatko ratkaisut kustannustehokkaita tietyllä aikavälillä ja tietyillä kestävyyskriteereillä tarkasteltuna. Toisaalta on huomattava, että kiertotalouden läpimurto ei tapahdu ilman, että samalla heikennetään lineaariseen materiaalitalouteen perustuvan tuotantotoiminnan kannattavuutta suhteessa kiertotalouteen perustuviin ratkaisuihin.⁵³

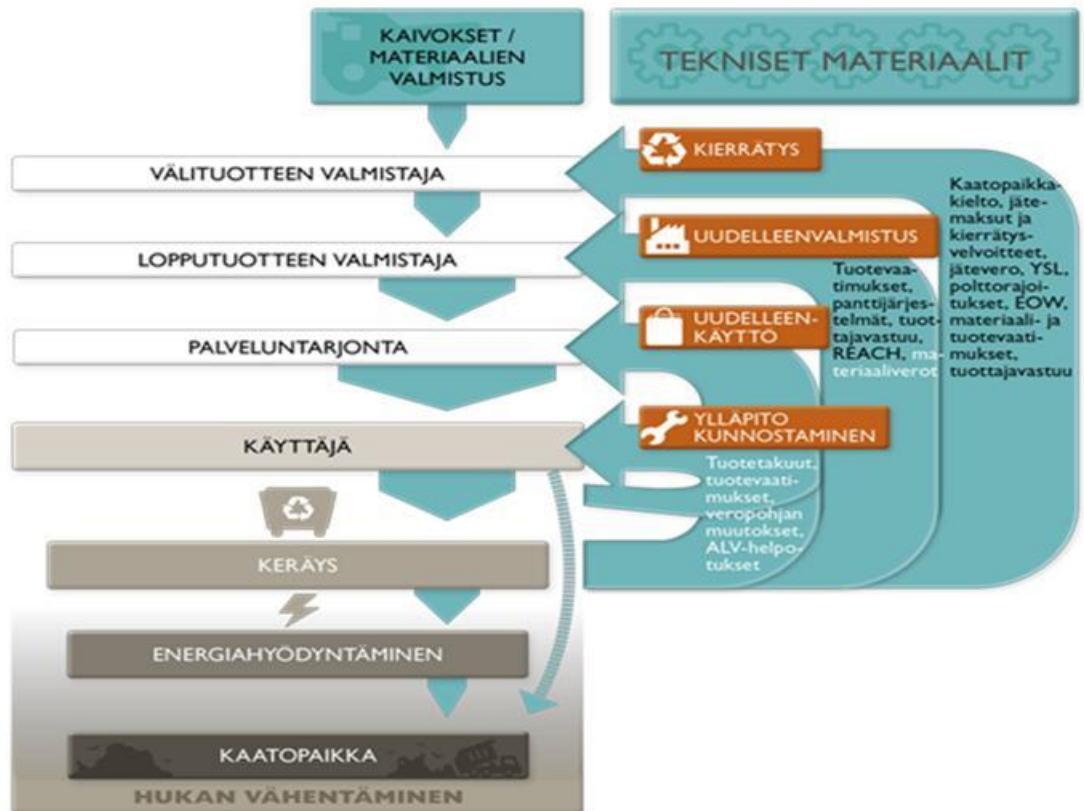
Politiikkatoimet saavat merkityksensä osana julkisen ohjauksen kokonaisuutta. Hankkeessa kartoitettiin kiertotalouden ohjauskeinoja ja selvitettiin niiden kohdentumista. Liitteen 3 taulukko sekä kuva 4 tiivistävät tämän työn tulokset. Liitteen 3 taulukkoon on koottu olemassa olevia kiertotalouden ohjauskeinoja sekä tunnistettu niiden mahdollisuuksia toimia systeemimuutoksen ajureina.

Kuva 4 osoittaa, millaisia keinoja on olemassa ja kuinka niiden ohjaava vaikutus kohdentuu kiertotalouden eri kaariin ja materiaalivirtoihin. Ohjauskeinojen yhteys kiertotalouden tasoihin ei kuitenkaan ole suoraviivainen. Esimerkiksi vaatimus pidemmistä tuotetakuista pyrkii vaikuttamaan tuotteiden laatuun ja käyttöiän pitenemiseen, mutta takuut edistävät myös jälleenyntiä.

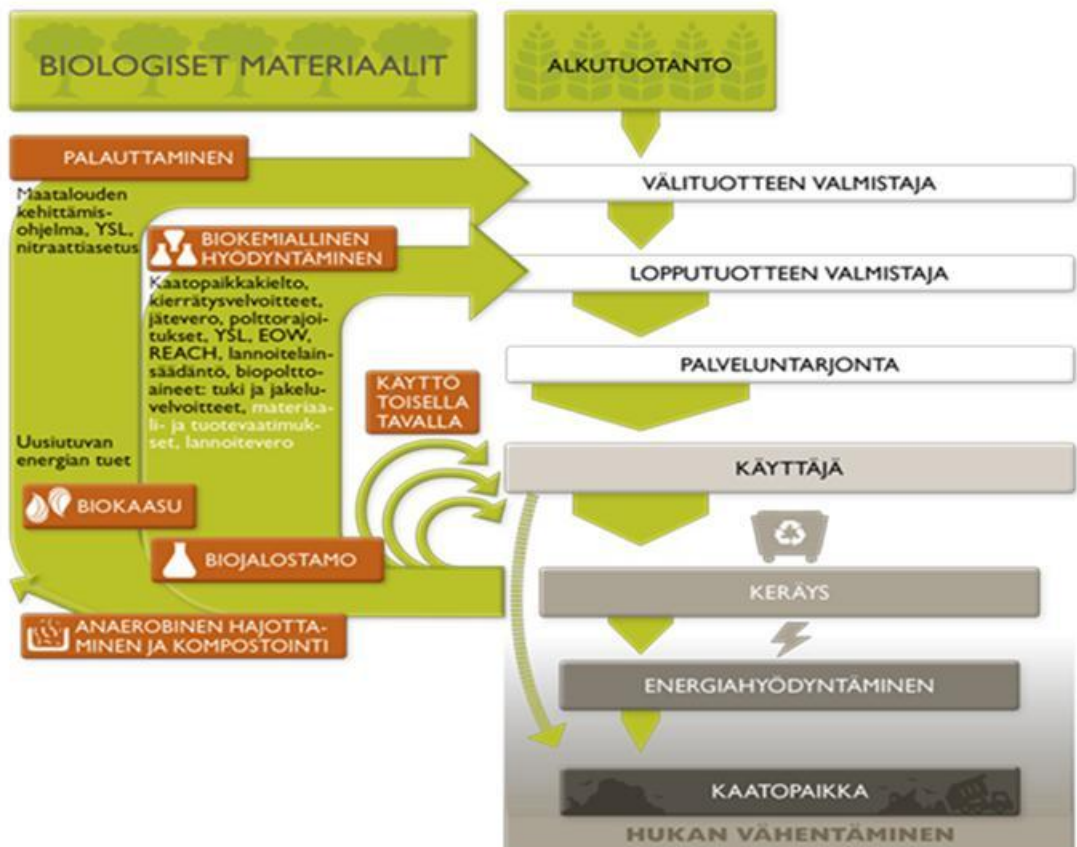
Koska monet ohjauskeinot pyrkivät vaikuttamaan usealla eri tasolla, toistuvat ne kuvan eri kohdissa. Suurin osa keinoista on käytössä olevia, mutta kuvaan sisältyy myös mahdollisia uusia ohjausmuotoja, jotka on kirjoitettu valkoisin kirjaimin. Uusien keinojen listaus ei ole kattava, vaan kuva nostaa esiin muutamia, kiertotalouskeskustelussa usein toistuvia ehdotuksia.

⁵³ Kivimaa, P. & Kern, F. 2016. Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions. *Research Policy* 45: 205–217.

a)



b)



Kuva 4. Ohjaukeinojen vaikuttavuuden kohdentuminen kierrotalouden eri kiertoihin. a) teknisten materiaalien ja b) biologisten materiaalien yhteydessä.

Kiertotalouden edistämisen ohjaukeinoit jaotellaan usein taloudellisiin ohjaukeinoihin (verot, tuet); normiohjaukseen, julkiseen kulutukseen (investoinnit, julkiset hankinnat), vapaaehtoiisiin keinoihin sekä tiedolliseen ohjaukseen. Lisäksi kiertotalouden edellytyksiin vaikutetaan merkittävästi kaavoituksella ja muulla maankäytön ohjauksella. Kuva 4 tuo yhteen vain taloudellisia ohjaukeinoja sekä normiohjauksen muotoja. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi julkiset hankinnat ovat tässä tarkastelun ulkopuolella. Tämä ja muita politiikkatoimia käsitellään kuitenkin liitteen 3 taulukossa sekä luvun 4.2. alakohdissa.

Kuva 4 osoittaa, että huomattava osa omassa olevista politiikkatoimista kohdentuu kiertotalouden ulkokaariin eli jättepolitiikkaan. Lisäksi suuri osa sisäkaariin kurottavista toimista asettaa uudelleenkäytölle ehtoja ja rajoituksia. Tarkoituksena on siten taata uudelleenkäytön ja -valmistuksen turvallisuus ja kestävyys.

Tunnistettujen kiertotalouden ohjaukeinojen perusta on monissa tapauksissa EU-lainsäädännössä. Komission esittämään kiertotalouspakettiin sisältyvä toimintasuunnitelma käsittelee useita kiertotalouden sisäkaariin kohdentuvia ohjaukeinoja. Nämä liittyvät erityisesti tuotepolitiikkaan, tuottajavastuujärjestelmän sekä uusiomateriaalien standardoinnin kehittämiseen. Toisaalta kiertotalouspaketin kova ydin rakentuu jättepolitiikkaa koskevista lainsäädäntöehdotuksista. Poliitiikkatoimet ja niiden kehittämismahdollisuudet

4.2 Ohjaukeinojen kehittämismahdollisuudet

4.2.1 Kiertotalous osaksi julkista kulutusta

Investoinnit kiertotalouden edistäjänä

Julkinen valta ohjaa tuotantoa ja kulutusta rakentamalla ja ylläpitämällä fyysistä toimintaympäristöä. Esimerkiksi liikenne- ja energiainfrastruktuuri suuntaa yksityisen sektorin investointien sisältöä ja sijoittumista. Kiertotalouden edistämässä tarkastelevissa tutkimuksissa julkisten investointien merkitys arvioidaan suureksi.⁵⁴

Elinkeino- ja talouspolitiikan kautta julkinen valta toimii investointitoiminnan suuntaajana. Palveluiden ja tuotteiden suhteelliseen kilpailukykyyn ja markkina-asemaan voidaan vaikuttaa taloudellisten kannustinjärjestelmien kautta (luku 4.2.2). Julkisen sektorin omien hankintojen ja investointien osuus bruttokansantuotteesta on EU-maissa keskimäärin 20%.⁵⁵ Lisäksi julkinen sektori tukee investointien tekemistä kumppanuusjärjestelyin, suorina yritys- ja investointitukina sekä edullisina lainoina ja takauksina. Tähän toimintaan kiertotalousnäkökulma voidaan sisällyttää kahdella tavalla.

Ensimmäinen vaihtoehto on edistää integrointia tavoiteperusteisesti niin, että esimerkiksi rakenne- ja aluekehityspolitiikkaa sekä tutkimus- ja kehittämisrahoitusta kohdennetaan kiertotaloutta edistäville hankkeille. Toinen mahdollisuus on sisällyttää rahoitusinstrumentteihin ehtoja ja suosituksia. Kiertotalousnäkökohdat voivat ohjata – muiden tekijöiden ohella – mm. yritys- ja investointitukien sekä asuntorahoituksen (ARA) kriteerien ja tavoitteiden asetantaa. Tärkeää on huomata se, että tuetut hankkeet voivat paitsi edistää muutosta,

⁵⁴ Wijkman, A. & Skånberg, K. 2015. The Circular Economy and Benefits for Society Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency. Club of Rome.

⁵⁵ Lith, P., 2012. Innovatiiviset julkiset hankinnat Suomen kansantaloudessa Tilastollinen esiselvitys valtion ja kuntayhteisöjen hankinnoista ja hankintamarkkinoiden toimivuudesta uusien toimintatapojen ja teknologioiden kannalta. TEM raportteja 18/2012.

myös ylläpitää vanhoja toimintamalleja ja/tai heikentää materiaalitehokkaiden ratkaisujen toteuttavuutta. Arviointikriteerien on siksi toimittava kahteen suuntaan niin, että edistämisen ohella ne myös mahdollisesti karsivat joitain ehdotuksia julkisen tuen ulkopuolelle.

Komission kiertotalouspakettiehdotuksessa EU:lla on tunnistettu olevan mahdollisuuksia edistää systeemimuutosta omien rahoitusinstrumenttinsa kautta. Euroopan investointipankki (EIB) edistää kiertotaloutta mm. myöntämällä suoria lainoja ja takauksia sekä tarjoamalla informaatio-ohjausta. Euroopan investointipankki ja sen alaisuudessa toimiva Euroopan Investointirahasto (EIF) pyrkivät integroimaan kiertotaloustavoitteita rahoitusehtoihin. Erityisesti EIBn Horizon 2020 ohjelmaan kuuluva InnovFin rahoitusinstrumentti voi tukea innovatiivisia teknologia- ja ympäristö-aiheisia kiertotaloushankkeita.⁵⁶

Investointipankki on perinteisesti tarjonnut rahoitusta erityisesti suurille hankkeille. Rahoituksen ehtoja onkin kritisoitu siitä, että ne tukevat nimenomaan innovatiivisiin ratkaisuihin keskittyviä yrityksiä ja teknologista tuotekehitystä, mutta eivät ole riittävän joustavia tukemaan pienempimuotoisia kiertotaloutta edistäviä ratkaisuja pk-sektorilla. Loppuvuonna 2015 EU Komissio ja EU Investointipankki ilmoittivat 24 miljardin rahoituksesta kiertotaloutta edistävään liiketoimintaan, ja yksi keskeisimmistä tavoitteista on nimenomaan laajentaa rahoitusinstrumentteja pelkkien teknologisten innovaatioiden rahoittamisesta myös uusien liiketoimintamallien ja -konseptien kehittämiseen sekä parantaa pk-yritysten mahdollisuuksia kiertotaloutta tukeviin investointeihin kansallisten ja yksityisten rahoituslaitosten kautta. InnovFin rahoitusinstrumentin laajennuksen muihin kuin teknologia-innovaatioihin uskotaan olevan merkittävä askel kiertotaloushankkeiden edistämisessä.⁵⁷

EU Komission työryhmä on ehdottanut, että rahoitusinstrumentit voivat tukea hankkeita, jotka edistävät kiertotalouden periaatteita tuotteiden, prosessien, arvoketjujen tai liiketoiminnan ja palvelumallien uudelleenmuotoilun tai -suunnittelun kautta. Rahoituskelpoisiksi hankkeiksi katsotaan:

- 1) Tuotteesta palveluksi -konseptit, joissa siirrytään tuotteen valmistuksesta ja myynnistä kyseisen tuotteen käytön tuotteistamiseen;
- 2) Yhteistyömallit tai teolliset symbioosit, joissa yhteistyö eri yritysten toimintojen välillä johtaa resurssien jakamiseen, sivutuotteiden hyödyntämiseen, veden ja energian tehokkaampaan käyttöön ja hyödyntämiseen niin, että saavutetaan arvonnäköalaa, kustannussäästöjä, vähemmän jätettä, tai jätteen käyttämistä raaka-aineena;
- 3) Tuote- ja prosessi-innovaatiomallit, joissa suunnitellaan ja kehitetään uusi tuote tai prosessi, joka parantaa ylläpitoa, korjausta, uudistamista, uudelleenkäyttöä ja kierrätystä, tai joka käyttää vähemmän energiantensiivisiä materiaaleja.⁵⁸

Palvelutuotanto ja julkiset hankinnat

Julkisella sektorilla on vastuullaan myös omaa palvelutuotantoa. Kunnilla on muun muassa velvollisuus järjestää asumisessa ja julkisissa palveluissa syntyneen jätteen käsittely. Kunnan järjestämisvelvollisuuden piiriin eivät kuitenkaan kuulu asumisessa syntyneet tuottajavastuun alaiset jätteet, joita ovat esimerkiksi paperi, pakkaukset, sähkö- ja elektro-

⁵⁶ AcSinte, S. & Verbeek, A., 2015. Assessment of access-to-finance conditions for projects supporting Circular Economy Final Report. Prepared for: DG Research and Innovation European Commission

By: InnovFin Advisory European Investment Bank Advisory Services <http://www.eib.org/attachments/press/innovfin-advisory-report-on-circular-economy-full-report-public.pdf>

⁵⁷ Messenger, B., 2015. €24bn Opened to Circular Economy Businesses in EU. Waste Management World, 10.12.2015 <http://waste-management-world.com/a/24bn-opened-to-circular-economy-businesses-in-eu> [www, 1.2.2016].

⁵⁸ AcSinte, S. & Verbeek, A., 2015. Assessment of access-to-finance conditions for projects supporting Circular Economy Final Report. Prepared for: DG Research and Innovation European Commission

niikkajäte sekä paristot. Kunnat ja valtio osallistuvat myös sähkön ja kaukolämmön tuotantoon. Sitra nostaa julkisen sektorin yhdeksi keskeiseksi tehtäväksi ”Kehittää omia prosessejaan ja toimintamallejaan kiertotalouden suuntaan julkisissa palveluissa”.⁵⁹ Tehtävässä onnistuminen vaatii näkökulmamuutosta palveluntuotantoon ja liiketoiminnan suuntaamiseen. Toimintamallit on kyettävä mieltämään elinkeinopoliittisiksi investoinneiksi sen sijaan, että suunnittelua ja päätöksentekoa ohjaa yksinomaan tarve lyhyen aikavälin ongelmanratkaisuun. Kuntien ja maakuntien osalta kiertotalouden toteuttamisen mahdollisuuksia hahmotetaan luvun lopussa olevassa tietolaatikossa 2.

Julkiset hankinnat nähdään EU:n kiertotalouspaketissa tärkeänä keinona edistää kiertotaloutta⁶⁰ ja sillä voi olla merkittävä rooli kiertotalouteen perustuvan liiketoiminnan edistämisessä.⁶¹ Komissio mm. lupaa toteuttaa ympäristöä säästäviä julkisia hankintoja koskevia toimia korostamalla uusissa tai tarkistetuissa kestävien hankintojen kriteereissä kiertotalouden näkökohtia, kuten kestävyyttä ja korjattavuutta sekä tukemalla ympäristöä säästävien julkisten hankintojen yleistymistä esimerkiksi koulutusjärjestelmien ja EU-rahoituksen kautta. Lisäksi komissio näyttää esimerkkiä varmistamalla, että ympäristöä säästäviä julkisia hankintoja käytetään mahdollisimman laajasti sen omissa hankinnoissa.

Suomessa julkisen sektorin eli valtion ja kuntien sekä muiden julkisten hankintayksiköiden tekemien hankintojen arvo on noin 35 miljardia euroa vuodessa, mikä tarjoaa valtavan potentiaalin myös uusien ratkaisujen kehittämiseksi.⁶² Sipilän hallitusohjelmassa on asetettu tavoitteeksi kohdentaa 5 % kaikista julkisista hankinnoista innovatiivisiin hankintoihin, joilla tarkoitetaan hankintoja, joissa ennakkoon tarkasti määriteltujen kriteerien sijaan hankinnan kohde määritetään vaikuttavuutena tai tuloksina.⁶³ Julkinen sektori voi edistää innovatiivisten teknologioiden ja konseptien syntymistä mm. tarjoamalla kriittisen massan kysynnälle, mikä kannustaa yrityksiä investoimaan tuotekehitykseen.⁶⁴ Markkinoiden näkökulmasta suurimpana esteenä innovaatioiden syntymiselle julkisen sektorin investointien kautta nähdään puutteellinen vuorovaikutus ratkaisujen kehittämiseksi hankkijoiden kanssa, tiukasti ennakkoon määritellyt vaatimukset, julkisen sektorin osaamisen puute innovatiivisissa hankinnoissa sekä riskinottamisen pelko. Uusia innovaatioita on julkisten hankintojen kautta edistetty erityisesti palvelujen ja palvelukonseptien käyttöönotossa kun taas tuotteiden ja perinteisempien ratkaisujen hankinnoissa julkinen sektori on toiminut ennemminkin markkinoilla jo olevien innovaatioiden levittäjänä kuin uusien synnyttäjänä.⁶⁵

Julkisia hankintoja säädellään EU:n hankintadirektiivillä, ja se toimeenpannaan kansallisesti hankintalailla. Toistaiseksi hankintalaki ei velvoita asettamaan kestävyys- tai innovatiivisuuskriteerejä hankintoihin, joten tavoitteisiin on vastattu pitkälti vapaaehtoiselta pohjalta hankintayksiköiden strategian ja ohjeistuksen kautta. Uusi hankintadirektiivi hyväk-

⁵⁹ Sitra 2014. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 84, s. 67.

⁶⁰ European Commission, 2015. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy, COM(2015) 614/2

⁶¹ Ellen Macarthur Foundation, 2015. Public Procurement in Denmark. Ladattavissa: http://www.ellenmacarthurfoundation.org/case_studies/public-procurement-in-denmark [www, 18.1.2016].

⁶² TEM, 2013. Julkiset hankinnat innovaatioiden edistäjinä. Työ- ja elinkeinoministeriö. Kysyntälähtöinen innovaatiopolitiikka 8.11.2013. https://www.tem.fi/innovaatiot/kysynta-_ja_kayttajalahtoinen_innovaatiotoiminta/kysyntalahtoinen_innovaatiopolitiikka/julkiset_hankinnat [www, 10.2.2016]

⁶³ Edquist, C. and Hommen, L., 2000. Public Technology Procurement and Innovation Theory, Technology and Innovation. Economics of Science, 16:5-70. Ks. myös Valovirta, V., 2013. Julkinen sektori uusien teknologioiden kehittäjänä, Huippuostajat-ohjelman käynnistysseminaari, Finlandia-talo, 28.8.2013 Ladattavissa: <http://www.vtt.fi/sites/procuinno/Documents/S8.pdf> [10.8.2015]

⁶⁴ Edler, J. & Georghiou, J., 2007. Public procurement and innovation—Resurrecting the demand side. Research Policy 36: 949–963.

⁶⁵ Uyarra, E., Edler, J., Garcia-Estevéz, J., Georghiou, L. and Yeow, J., 2014. Barriers to innovation through public procurement: A supplier perspective. Technovation 34:631-645; Alhola, K. & Nissinen, A., 2015. Exploiting the potential of public procurement – Opportunities for cleantech diffusion. Proceedings of the Global Cleaner Production and Sustainable Consumption conference in 1.-4.11.2015, Spain.

syttiin keväällä 2014 ja sen kansallinen toimeenpano vuoden 2016 aikana. Uutena mahdollisuutena hankintalakiin tulee innovaatiokumppanuus -menettely, jolla pyritään edistämään innovatiivisia hankintoja. Uusi hankintalaki painottaa myös elinkaarikustannuslaskennan merkitystä hankintapäätöksen taustalla osoittamaan hankinnan kannattavuutta. Nämä keinot voivat edistää myös kiertotalousnäkökulman integrointia hankintoihin.

Kiertotaloutta edistävästä hankinnoista käytetään termiä *circular procurement*, jolla viitataan julkisten hankintojen mahdollisuuksiin lisätä materiaalien kiertoa ja kierrätettävyyttä, sekä edistää tähän perustuvaa liiketoimintaa. Julkiset hankinnat voivat myös edistää kierrätysmateriaalista valmistettujen laadukkaiden ja kestävien tuotteiden markkinoita. Hankinnoissa voidaan hyödyntää digitaalista tietoa käyttäviä teknologioita, joilla aikaansaadaan optimoituja kuljetusreittejä ja tehokasta materiaalinkäsittelyä. Kiertotaloutta tukeva hankintakonsepti on myös palvelun hankinta tuotteiden sijaan (ns. product-service system), jossa palveluntuottaja sitoutuu komponenttien vaihtamiseen tai toimittamiseen sopimuskaudella ja huolehtii asianmukaisesta loppukäytöstä. Myös yhteishankinnat erityisesti volyymituotteissa voisivat mahdollistaa kiertotaloutta tukevan hankinnan kustannustehokkaasti.

Julkinen hankkija voi myös toimia kiertotaloutta edistävien ratkaisujen kysynnän luojana yksityiselle sektorille. Esimerkiksi biokaasubussien hankinnan myötä rakennettava latausverkon infrastruktuuri voi palvella myös yksityistä sektoria. Liikenneinfrastruktuurin rakentaminen tarjoaa mahdollisuuksia materiaalien kierrätykseen ja alueellisten ainevirtojen hyödyntämisen.

Mikäli kiertotalousnäkökulmat haluttaisiin integroida osaksi kaikkia hankintoja, tulisi ne ottaa huomioon jo hankinnan valmistelussa ja hankintayksiköillä tulisi olla kiertotalousnäkökulman huomioiva hankintastrategia tai -ohje, jolla pystyttäisiin vaikuttamaan innovatiivisten hankintojen syntyyn ja kiertotaloutta tukevien hankintojen kehitykseen. Kiertotaloustavoitteen toteuttaminen hankinnoissa edellyttäisi myös raportointia ja seurannan kehittämistä. Esimerkiksi "vihreiden" hankintojen seurantaan on kehitetty menetelmä ja mittareita EU- tasolla.⁶⁶ Kiertotalousnäkökulmasta tulisi arvioida, voidaanko näitä menetelmiä täydentää kiertotalouskriteereillä.

Tiedon jakaminen on keskeisellä sijalla julkisten hankintojen kestävyyskriteerien edistämisessä.⁶⁷ Kiertotaloutta tukevien hankintojen edistämiseksi tiedonjakoa tarvitaan hankintayksikön, eri yritysten ja toimijoiden sekä loppukäyttäjien välillä. Pilottikokeiluista huolimatta kierrätysmateriaaleista valmistettujen tuotteiden mahdollisuuksia ei ole vielä tunnistettu riittävän hyvin eikä kierrätysmateriaalin määrittämiselle hankinnoissa ole standardia. Siten myös hankintakäytännöt ovat tältä osin harvassa. Tietoa tulee vähintäänkin tarjota olemassa olevista vaihtoehdoista sekä hyvistä käytännöistä. Lisäksi tarvitaan selkeitä, kiertotaloutta tukevia hankintakriteerejä, jotka voidaan yhdistää osaksi kestävien hankintojen kriteerejä. Neuvontapalvelujen rooli korostuu, jos kiertotalousnäkökulma viedään osaksi kaikkia hankintoja.

⁶⁶ Bouwer, M., Jonk, M., Berman, T., Bersani, R., Lusser, H., Nappa, V., Nissinen, A., Parikka, K., Szuppinger, P. and Viganò, C., 2006. Green Public Procurement in Europe 2006 – conclusions and recommendations. Virage Milieu & Management bv, Korte Spaarne 31, 2011 AJ Haarlem, the Netherlands. Also available at: http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/take_5.pdf;

Nissinen, A., 2004. Julkisten hankintojen ympäristöopas. Suomen ympäristö 113, Suomen ympäristökeskus, 80 p.;

Renda, A., Pelkmans, J., Egenhofer, C., Schrefler, L., Luchetta, G., Selçuki, C., Ballesteros, J. & Zirnelt, A-C., 2012. The Uptake of Green Public Procurement in the EU27. College of Europe & Centre for European Policy Studies (CEPS).

⁶⁷ Nissinen, A., Parikka-Alhola, K. and Rita, H., 2009. Environmental criteria in the public purchases above the EU threshold values by three Nordic countries: 2003 and 2005. *Ecological Economics*, 68(6):1838-1849.

Tietolaatikko 2 kokoaa yhteen näkökulmia, joilla esimerkiksi kunta voi liittää kiertotalouden mahdollisuudet osaksi elinkeinopoliittista strategiaansa. Tällöin kiertotalouden edistäminen lähtee siitä, että kiertotalous-näkökulma otetaan huomioon organisaation johtamisessa ja strategiassa.

KIERTOTALOUS KUNNISSA JA MAAKUNNISSA

Kiertotalous tarjoaa perustan kuntien ja alueiden kehittämiseksi sekä elinkeinopolitiikan suuntaamiselle. Kun kiertotalous valitaan strategiseksi painotukseksi, tulee huomio kiinnittää niihin mahdollisuuksiin, joilla kunta tai maakunta voi edistää kiertotalouden liiketoimintamalleja (luku 3) hyödyntävien yritysten syntymistä ja toimintaa.

Kiertotaloutta tulee tarkastella läpileikkaavasti. Sen tarjoamien mahdollisuuksien tunnistamisessa tulee kiinnittää huomiota esimerkiksi seuraaviin teemoihin ja näkökulmiin:

ALUESUUNNITTELU
JA RAKENTAMINEN

- Miten alueidenkäytön suunnittelulla voidaan vähentää maa-ainesjätteiden ja ruoppausmassojen syntyä?
- Miten alueidenkäytön suunnittelulla varmistetaan uusiomateriaalien ja maa-aines- ja muiden jätteiden hyötykäytön edellytykset (maa-ainestermiinat, käsittelykeskukset)?
- Miten kaavataloudessa otetaan huomioon materiaalien kierrätyksestä saatava tuotto?
- Miten aluerakentaminen voidaan toteuttaa nollakivi-ainesperiaatteella alueella syntyviä maa- ja kivi-aineksia, uusiomateriaaleja ja maarakentamiskelpoisia jätteitä hyödyntämällä?
- Miten voidaan toteuttaa ja ajoittaa esimerkiksi vesi-huolto- ja liikenneinfrastruktuurin saneeraus niin, että materiaalihukkaa ja jätteiden syntyä ehkäistään tehokkaasti?
- Millaisia kiertotaloutta edistäviä ehtoja tontinluovutukseen tai vuokraukseen voidaan asettaa?

PAIKALLINEN ENERGIAN-
TUOTANTO JA -JAKELU

- Millaisia mahdollisuuksia on alueellisen bioenergian tuottamiseen, esim. kotitalouksien ja kaupan bio-jätteistä tai maatalojen lannasta?
- Voidaanko biokaasun tuotantoprosessissa edistää kestävää ravinnetaloutta kierrättämällä jätteiden sisältämät ravinteet maatalouden käyttöön?
- Voidaanko alueen tuotantolaitosten tai yritysten hukkalämpöä hyödyntää?

PALVELUTUOTANTO



- Miten jätehuolto järjestetään tehokkaasti?
- Millaisia kokeiluja palveluntuotannossa voitaisiin tehdä? Esimerkiksi:
 - Voidaanko jätehuoltopalveluissa ottaa käyttöön monilokerokeräysjärjestelmä kotitalouksien kierrätyksen tehostamiseksi?
 - Voidaanko jäteastioihin asentaa jättesensorit kuljetusreittien optimoimiseksi?
 - Voidaanko edistää yhteiskäyttö- ja/tai jakamismalleja?
- Miten digitaalisuutta voitaisiin hyödyntää palveluntuotannossa?

JULKINEN LIIKENNE



- Miten jakeluverkostoa ja liikennereittejä optimoidaan?
- Mikä on tavoite biopolttoaineiden osuudelle liikenteessä?
- Miten tankkausasemat tulisi sijoittaa?

JULKISET HANKINNAT
YLEISESTI

- Mitkä ovat ns. volyymituotteita, joissa olisi mahdollisuus kustannustehokkaisiin kiertotaloutta tukeviin yhteishankintoihin, esim. biopohjaiset pesuaineet?
- Voidaanko hankkia palveluja tuotteiden sijaan (ns. product-service system), jossa palveluntuottaja sitoutuu komponenttien vaihtamiseen tai toimittamiseen sopimuskaudella ja huolehtii asianmukaisesta loppukäytöstä?
- Millaisia kierrätystä ja uusiomateriaalin käyttöä tukevia kriteerejä voidaan asettaa hankintoihin?
- Voidaanko uuden hankkimisen sijaan hyödyntää uudelleenkäyttöä ja korjauspalveluja?

PILOTTIKOhteet



- Millaisia pilottikohteita julkisen sektorin tulisi tarjota?
- Millaisia ideoita yrityksillä olisi alueen kiertotalouden edistämiseksi?
- Millaista uutta teknologiaa tarvitaan uusiomateriaalin tehokkaammaksi hyödyntämiseksi?

RAHOITUS



- Millä toimilla edistetään yritysten kiertotaloutta tukevien ratkaisujen kehittämistä?
- Voivatko maakuntien liitot kohdentaa EU-rahoitusta kiertotaloutta toteuttaviin ratkaisuihin?
- Millaisia kumppanuuksia tarvitaan kiertotalouden konseptien kehittämiseksi?
- Millaisia rahoitusmalleja ja -ratkaisuja voitaisiin käyttää kiertotaloutta tukevien investointien rahoittamisessa, esim. leasing-rahoitus, EIP:n rahoitusinstrumentit?

4.2.2 Taloudelliset ohjauskeinot

Verot ja veropohja

Kiertotalouden ytimessä on pyrkimys edistää tuotteiden ja palveluiden yhdistämistä niin, että kulutus kohdentuu yhä enenevässä määrin hyödykkeistä saataviin suoritteisiin itse hyödykkeiden sijaan. Tämänkaltaisten tuotepalvelumallien (Product-Service Systems, PSS) vakiintumisen katsotaan edellyttävän taloudellista ohjausta, jonka avulla tuotantopanosten hintasuhteet muuttuvat työvoimavaltaista palvelutuotantoa suosiviksi. Monissa raporteissa ja selvityksissä kiertotalouden keskeisimmäksi ohjauskeinoksi nostetaan siksi *veropohjaa koskeva remontti*. Työn verotusta on kevennettävä samalla kun neitseellisten materiaalien käytön verotusta kiristetään.⁶⁸

Arvonlisäverohelpotukset ja -vapautukset ovat eräs kirjallisuudessa ja keskusteluissa keskeiseksi nostettu kiertotalouden ohjauskeino. Ne on tunnustettu tärkeäksi osaksi sitä palettia, jolla kannustetaan materiaalitehokkuuteen ja uudelleenkäyttöön.⁶⁹ Helpotukset, vapautukset ja hyvitykset voivat koskea:

- tuotteita, jotka myydään uudelleenkäyttöön tai jotka valmistettu kierrätysmateriaalista;⁷⁰
- elintarvikkeita, joiden ”parasta ennen” päiväys on lähellä;
- palvelutoimintaa, joka edistää kulutustuotteiden käyttöikää tai uudelleenkäyttöä.

Taloustieteilijöiden piirissä arvonlisäveropoikkeuksia kuitenkin arvostellaan siitä, että ne voivat kasvattaa työvoimakustannuksia toisaalla ja näin heikentää työllisyyttä. Periaatteessa työn verotuksen keventäminen (esim. työnantajamaksuja alentamalla) voidaan rahoittaa arvonlisäveron korotuksilla. Tämä helpottaisi suhteellisesti työvoimaintensiivisten toimialojen tilannetta.

Taloudellisten kannustamien tuottamisessa voidaan hyödyntää nykyistä laajemmin *materiaali- tai kulutusveroja*. Olemassa olevia verojärjestelmiä voidaan myös kehittää niin, että parantavat uusiomateriaalien ja niistä valmistettujen tuotteiden hintakilpailukykyä suhteessa neitseellisiin materiaaleihin. Esimerkkeinä mahdollisista veroista on tutkittu maa-ainesveroa (VM 2012).⁷¹ Lannoitevero on taas kulutusvero, jonka käyttöä on esitetty tehostettavaksi (Sitra 2015). Materiaali- ja kulutusverojen käyttöä harkittaessa on arvioitava se, onko primäärimateriaalien ja -tuotteiden korvaaminen esimerkiksi maantieteelliset etäisyydet huomioon ottaen taloudellisesti ja ekologisesti järkevää. Verojen kannustinvaikutusta voidaan vahvistaa kohdentamalla

⁶⁸ Wijkman, A. & Skånberg, K. 2015. The Circular Economy and Benefits for Society Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency. Club of Rome; Fischer, S, Steger, S., Jordan, N.D.,

O'Brien, M. & Schepelmann, P. 2012. Leasing Society. European Parliament, Policy Department Economic and Scientific Policy.

⁶⁹ Eurooppalaisessa keskustelussa on – heikkoon taloustilanteeseen vedoten – puolustettu verohelpotuksia niiden kiristysten sijaan. Toisaalta on esitetty erityisesti eräiden verojen ja maksujen kiristämistä. Esimerkiksi ympäristöjärjestö EEB on ehdottanut jätteiden viennin verotuksen harmonisointia ja tehokasta hyödyntämistä.

⁷⁰ Argumentti: arvonlisävero jo kerran maksettu, ks. Wijkman, A. & Skånberg, K. 2015, The Circular Economy and Benefits for Society Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency. Club of Rome.

⁷¹ Materiaaliverojen kritiikkinä on esitetty, että ne voivat lisätä tuontia ko. raaka-aineista tehtyinä tuotteina. Ks. <https://www.euractiv.com/section/sustainable-dev/news/metal-steel-industries-warn-eu-efficiency-laws-could-force-them-out-of-europe/>

saadut tulot kierrätysmateriaalien käytön tukemiseen. Menettely myös kompensoi tuotanto-panosten kallistumisesta aiheutuvia kustannuksia.

Veroja hyödynnetään kiertotalouden politiikkaohjauksessa myös materiaalien hyötykäytön kannustimena siten, että hyödyntämättä jättämisestä joutuu maksamaan haittaveroa. EU-maiden yhdyskuntajätehuoltovertailussa on todettu, että niillä mailla, joilla on korkea kierrätysaste, on käytössä laaja valikoima erityisesti ”pay as you throw”-tyyppisiä ohjauskeinoja.⁷² Ohjausvaikutuksen edellytyksenä on, että vero on suuruudeltaan riittävä.

Suomen *jäteverotaso* on samaa tasoa EU:n johtavien kierrätysmaiden kanssa. Vero ollut käytössä pitkään ja sitä on korotettu jaksoittain. Jäteverolain (1126/2010) pääasiallisena tavoitteena on jätteiden kaatopaikkakäsittelyn väheneminen ja hyötykäytön lisääminen. Jäteveroa maksetaan kaikesta kaatopaikalle sijoitetusta jätteestä, jonka hyödyntäminen on teknisesti mahdollista ja ympäristönsuojelun kannalta perusteltua ja jonka taloudellista hyödynnettävyyttä voitaisiin jäteverolla parantaa.⁷³

Jäteveron ohjausvaikutus kaatopaikalle toimitettavan jätteen määrän vähentämisessä yhdessä muun ympäristöohjauksen, etenkin orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon, kanssa on ollut merkittävä.⁷⁴ Pitkällä aikavälillä jäteveron vaikutus on kohdistunut merkittävimmin teollisuuden ja rakentamisen jätteisiin. Kotitalouksien jätteisiin veron ohjausvaikutus ei ole ollut yhtä tehokas.

Sipilän hallituksen kaavailuissa on nostaa jäteveroa 70 euroon jätetonna kohden. Nostamisella kompensoidaan osittain jäteverotuoton jatkuvaa hupenemista. On mahdollista, että osa kaatopaikalle päätyvistä teollisuuden jätteistä joutuu sinne teknis-taloudellisista syistä. Jäteveron tiukentuminen voi antaa sysäyksen uuden teknologian kehitykselle vaihtoehdoksi ratkaisuksi. Myös jäteveron ulottaminen koskemaan kaikkia jätevirtoja loisi painetta teollisuuden verovapaiden jättemassojen hyödyntämisen kehittämiseen. Jäteveron merkitys tulevaisuudessa vähenee jätteiden ohjautuessa enenevässä määrin muuhun käsittelyyn kuin kaatopaikalle.

Mahdollisen jätteenpolttoveron merkitys kiertotalouspyrkimyksissä on kiistanalainen. Vaikka Komission maavertailuissa todetaan, että osana isoa ohjausvalikoimaa taloudellinen ohjaus kuten kaatopaikka- ja jätteenpolttovero ovat merkityksellisiä kierrätyksen lisäämisessä, tarkempi tarkastelu muiden maiden kokemuksiin osoittaa, että jätteiden polton verolla ei ole selkeästi havaittavaa yhteyttä kierrätysasteen kasvun kanssa.⁷⁵ Tyypillisesti maat, jotka kierrättävät paljon, polttavat myös paljon yhdyskuntajätteitä. Niillä käytössä ollut ohjauskeinovalikoima on ollut laaja, eikä yksittäisen ohjauskeinojen merkitystä ole mahdollista erottaa niiden kokonaisuudesta.

Moliis ym. (2014) toteavat, että riittävällä veron tasolla voitaisiin ohjata erityisesti teollisuuden kierrätykseen kelpaavia jätevirtoja pois jätteen poltosta. Polttoveron vaikutusmekanismi ei kuitenkaan ole yksinkertainen. Vaikeutena on sen soveltamisalan ja verotason määrittely. Alhainen tai soveltamisalaltaan kapea vero ei johda vaikutuksiin. Toisaalta korkea vero voi

⁷² Managing municipal solid waste — a review of achievements in 32 European countries. EEA report 2/2013.

⁷³ Poikkeuksena verollisuudesta ovat sellaiset kaatopaikalle sijoitettavat jätelajit, joille ei ole kaatopaikkaa korvaavaa teknistä hyödyntämis- tai käsittelyvaihtoehtoa tai joiden hyödyntämisestä aiheutuva haitta olisi hyötyä suurempi. Tällaisia ovat esimerkiksi mineraalijätteet ja epäorgaanisissa kemian prosesseissa syntyvät jätteet. Jäteveron piiriin kuuluvat sekä julkiset että yksityiset kaatopaikat.

⁷⁴ Jäteverolain muutosehdotuksen (HE 126/2014 vp) perustelumuuisto.

⁷⁵ Managing municipal solid waste — a review of achievements in 32 European countries. EEA report No 2/2013. Ks. myös: Arvio jätteiden polton verotuksen vaikutuksista Suomessa. Suomen ympäristökeskuksen esiselvitys 4.3.2014. Katja Moliis, Johanna Pohjola, Joonas Viinikka, Hanna Salmenperä.

johtaa jätteiden vientiin poltettavaksi EU-maahan, jossa ei polttoveroa ole. Näin on tapahtunut esimerkiksi Tanskassa. Huomionarvoista on myös mahdollisen jätteenpolton veron soveltaminen Suomen erityispiirteenä olevaan jätteiden rinnakkaispoltoon, joka jo kuuluu EU:n päästökaupan piiriin.

Maksut

Jättemaksun on jätelain mukaan kannustettava jätteen määrän ja haitallisuuden vähentämiseen ja etusijajärjestyksen mukaiseen jätehuoltoon. Kuntien jättemaksuissa kannustavuus on otettu huomioon. Lajittelemattoman sekajätteen maksu on suurempi kuin esimerkiksi biojätteen käsittelymaksu. Lajittelun tulisi olla asukkaille taloudellisesti kannattavaa ja maksujen perusteet asukkaille näkyvät. Jättemaksujen ohjaavuutta heikentävänä asiana voidaan kuitenkin pitää niiden näkymättömyyttä erityisesti asuntoyhtiöiden asukkaille sekä ylipäänsä jättemaksujen vähäistä osuutta asuinkustannuksista. Jätetaksapolitiikassa huomioitavista seikoista säädetään jätelaissa. Osa vaatimuksista kuten esimerkiksi aiheuttamisperiaate tai kohtuullisuus saattaa olla kannustavuuden kanssa vastakkaisia. Ei ole selkeää näyttöä siitä, että nykyiset jättemaksut olisivat edistäneet kierrätystä saati jätteiden synnyn ehkäisyä. Kannustavat jättemaksut kuitenkin mahdollistavat keräyksen järjestämisen ja sitä kautta vaikuttavat osaltaan myös kierrätykseen.

Pay as you throw -maksujärjestelmä perustuu jätteen tilavuus- tai painoperusteiseen hinnoitteluun asukas- tai asuntokohtaisesti. Käytössä olevat järjestelmät maailmalla ovat ohjanneet jätteen tuottajia vähentämään jätettä ja lisäämään kierrätystä ja kiertotalouden kannalta se voisi tuoda kaivattua ohjausvaikutusta. Kerros- ja rivitaloissa asuntokohtainen Pay as you throw edellyttää merkittäviä teknologisia muutoksia keräysjärjestelmässä, mutta sen oletetun ohjaavuusvaikutuksen takia sitä on sidosryhmäkeskusteluissa esitetty useaan otteeseen kokeilun arvoiseksi asiaksi.

Tukijärjestelmät

Kiertotalouden läpimurtoa voidaan edistää luomalla uusia tukijärjestelmiä sekä tarkistamalla olemassa olevien järjestelmien toimivuutta kiertotalouden näkökulmasta.⁷⁶ Tukijärjestelmiä kehitettäessä on muistettava, että tukijärjestelmillä voi olla myös haitallinen vaikutus.⁷⁷ Esimerkiksi energiantensiiviselle teollisuudelle maksettava veronpalautus vähentää materiaali-tehokkuuden lisäämisen kannattavuutta. Bioenergiatuetkin voivat vaikeuttaa kiertotalouden edistämistä, jos niitä ohjataan puupohjaisten biomassojen käyttöön. Myös tuki pienpuun keräämiseen, jossa on korjuun vähimmäisvelvoitteet, kannustaa kiertotaloudelle päinvastaiseen suuntaan. EU:ssa haetaan parhaillaan ratkaisuja bioenergian kestäväälle käytölle.⁷⁸ Kiertotalouden kannalta tuki kannattaa kohdistaa mahdollisimman materiaalitehokkaaseen, korkean arvonlisän tuotantoon, ei tavanomaisiin puunpoltoon liittyviin ratkaisuihin.

Muun muassa seuraavilla tukijärjestelmillä on tai voisi olla merkittävä rooli systemimuutokseen kannustamisessa:

Biopolttoaineiden käyttöä liikenteessä edistetään tukijärjestelmän ja jakeluväliteiden kautta. Biopohjaisten liikennepolttoaineiden tuotantokustannus on nykyisillä menetelmillä korkeampi kuin öljypohjaisten tuotteiden kohtuullisilla öljyn hinnoilla. Biopohjaisten liikennepolttoai-

⁷⁶ Tässä raportissa kertaluonteisia, tapauskohtaiseen harkintaan perustuvia tukia (esim. T&K-tuet) tarkastellaan luvussa 4.2.1.

⁷⁷ Ks. Hyyrynen, M. 2013. Ympäristölle haitalliset tuet. Ympäristöministeriön raportteja 13/3013.

⁷⁸ <https://ec.europa.eu/energy/en/consultations/preparation-sustainable-bioenergy-policy-period-after-2020>

neiden kilpailukyky perustuukin tällä hetkellä suurelta osin niille myönnettäviin verohelpotuksiin ja muihin tukiin sekä normiohjauksella luotuun markkinaan.⁷⁹

Suomi on asettanut EU:ta tiukemman tavoitteen uusiutuvan energian osuudelle liikenteessä ja tavoittelee 20 %:n osuutta vuonna 2020. Kansallinen biopolttoaineiden jakeluvuorotlaki koskee tällä hetkellä vain tieliikenteessä käytettäviä biopolttoaineita. Liikenteen biopolttoaineiden jakeluvuorotteen lauantamisen kannattavuus liikenteestä myös muussa käytössä oleviin öljyihin on selvittämättä. Polttoaineala arvioi, että tavoite pystytään saavuttamaan, jos kotimaiset uuteen teknologiaan perustuvat biopolttoaineiden tuotantoinvestoinnit saadaan käyntiin ajoissa.⁸⁰

Kansainvälisissä keskusteluissa biopolttoaineiden tukea on pidetty kalliina, tehottomana sekä kestävämmän järjestelmänä.⁸¹ Suuri huoli on ollut erityisesti siitä, että ravintokasvien tuotantoon käytetyillä viljelymailla siirryttäisiin biopolttoaineiden raaka-aineiden tuotantoon. Euroopan parlamentti on keväällä 2015 hyväksynyt direktiiviesityksen, jolla on tarkoitus hillitä biopolttoaineiden tuotannosta aiheutuvia epäsuoria maankäytön muutoksia (ILUC). Direktiivi rajoittaa ensimmäisen sukupolven biopolttoaineiden käyttöä, jonka odotetaan tukevan ns. toisen sukupolven biopolttoaineiden käyttöönottoa.⁸²

Työ- ja elinkeinoministeriö voi hankekohtaisen harkinnan perusteella myöntää yrityksille, kunnille ja muille yhteisöille *energiatukea* sellaisiin ilmasto- ja ympäristömyönteisiin investointi- ja selvityshankkeisiin, jotka edistävät uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä, energiansäästöä tai energiantuotannon tai käytön tehostamista tai vähentävät energian tuotannon tai käytön ympäristöhaittoja. Energiatuelle pyritään erityisesti edistämään uuden energiateknologian käyttöönottoa ja markkinoille saattamista. Energiatuki on Sipilän hallituksen kärkihankkeena olevan biotalous ja puhtaat ratkaisut teeman yksi ohjauskeino.

Maatalouden *investointitukea voidaan myöntää biokaasulaitoksen rakentamiseen*, jonka avulla biomassasta tuotetaan kaasua käytettäväksi maatalousrakennusten lämmittämiseen tai muuksi energiaksi. Biokaasulaitoksessa käytettävästä biomassasta yli puolet on oltava peräisin hakijan tai hakijan osakkaan hallinnassa olevalta maatilalta. Laitoksia tuetaan vain siltä osin, kuin niiden tuottama lämpö tai muu energia on tarkoitettu käytettäväksi maatalan tuotantotoiminnassa tarvittavissa rakennuksissa. MMM vastaa biokaasulaitosten rahoittamisesta. Kannattavuus on toistaiseksi pienen kokoluokan laitoksissa ollut heikko. Kiertotalouden näkökulmasta olisi tärkeää, että biokaasulaitoksille myönnettävien tukien määrittelyssä otetaan huomioon laitosten merkitys paitsi uusiutuvan energia tuottajana, myös ravinteiden kierrättäjänä.⁸³

Uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta annettussa laissa (1396/2010) säädetään syöttötariffijärjestelmästä, johon voidaan hyväksyä säädetyt edellytykset täyttävät

⁷⁹ https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/tekesin_toiminnan_vaikutukset.pdf Biopolttoaineiden tuotantoinvestointien tukea voidaan myöntää biokaasun tuotannolle, kun se menee liikennekäyttöön. Energiatuesta osa on korvamerkitty uusien biopolttoaineteknologioiden pilotointi- ja demonstraatiohankkeisiin. Lisäksi vuonna 2012 oli käytettävissä kertaluontoinen määräraha 2. sukupolven demonstraatiolaitosten tukeen. Myös EU rahoittaa eri kanavista uusiutuvan energian hankkeita. <http://www.lvm.fi/documents/20181/799435/Julkaisu+15-2013/7641dff8-a34e-4957-a6ab-447503c33e77?version=1.0>

⁸⁰ <http://www.oil.fi/ymparisto-biopolttoaineet/biopolttoaineet-liikenteessa>

⁸¹ <http://www.hs.fi/autot/a1371436689130>

⁸² https://www.tem.fi/energia/tiedotteet_energia?89519_m=118000

⁸³ Marttinen, S., Lehtonen, H., Luostarinen, S., Rasi, S. 2013. Biokaasuyrittäjän toimintaympäristö Suomessa. MTT Raportti 103; Aho, M., Pursula, T., Saario, M., Miller, T., Kumpulainen, A., Päällysaho, M., Kontiokari, V., Autio, M., Hillgren, A., Descombes, L., Gaia Consulting 2015. Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 99.

tuulivoimalat, biokaasuvoimalat, metsähakevoimalat ja puupolttoainevoimalat.⁸⁴ Tuen tarkoitus on edistää tuulivoimala-, biokaasuvoimala- ja puupolttoainevoimalainvestointeja. Tukea maksetaan kuitenkin vain varsin suurille laitoksille. Esimerkiksi on biokaasulaitoksen generaattorin nimellisteho oltava vähintään 100 kVA (noin 100 kW), joten esim. pienet maatilojen biokaasulaitokset eivät voi saada tuotantotukea.⁸⁵

4.2.3 Tuotepolitiikan lupaus: kiertotaloutta ekosuunnitteludirektiivillä?

Kenties suurimmat odotukset kiertotalouden edistämisessä kohdistuvat tuotesuunnitteluun. Vaikka tuotteiden käyttö ja käytöstä poistaminen ei aina sujukaan ennakoitusti, voidaan suurimpaan osaan tuotteen ja sen elinkaaren vaiheiden ympäristövaikutuksista puuttua suunnitteluvaiheessa. Yksi Komission kiertotalouspaketin yhteydessä käydyistä keskusteluista on koskenut sitä, edistetäänkö tuotepolitiikkaa jatkossa erityisesti ekosuunnitteludirektiivillä⁸⁶ vai pääasiassa muilla keinoin. Kiertotalouspaketin mukaan

”Komissio edistää tuotteiden korjattavuutta, saattamista ajan tasalle, kestävyyttä ja kierrätettävyyttä laatimalla kiertotalouden kannalta merkitykselliset tuotevaatimukset ekosuunnitteludirektiiviin liittyvän tulevan työn yhteydessä asianmukaisella tavalla ja ottaen huomioon eri tuoteryhmien erityisominaisuudet. Ekosuunnittelua koskevassa työsuunnitelmassa vuosiksi 2015–2017 käsitellään sitä, miten tämä toteutetaan.”⁸⁷

Kiertotalouspaketista käydyssä julkisessa keskustelussa ekosuunnitteludirektiiviin on yhtäältä vaadittu muun muassa tuotteiden kestävyiden ja kierrätettävyyden minimivaatimusten asettamista sekä direktiivin sovellusalan laajennusta energiankäytöstä tuotteiden muihinkin ympäristökuormitusta aiheuttaviin ominaisuuksiin.⁸⁸ Toisaalta on kysytty, onko nykyinen ekosuunnitteludirektiivi oikea keino edistää kiertotaloustavoitteiden huomioon ottamista tuotesuunnittelussa. Komissio ei ole toistaiseksi ottanut näihin keskusteluihin selvää kantaa. Seuraavassa analysoidaan hieman tarkemmin joitakin ekosuunnitteludirektiiviin liittyviä näkökohtia sekä mahdollisuuksia erityisesti Suomen kannalta. Vaikka komission ehdotuksessa ekosuunnitteludirektiivin uudistaminen saa paljon huomiota, sisältää kiertotalouspaketti viittauksia myös muihin tuotepolitiikan keinoihin. Valikoimaan kuuluvat mm. laatustandardit, tuotemerkinnät sekä takuujärjestelmät.⁸⁹ Muilta osin komission ehdotusten tarkempaan erittelyyn ei kuitenkaan ole tässä mahdollisuuksia, mutta eräitä jo käytössä olevien ohjauskeinojen pääkohtia on esitelty Liitteessä 3.

⁸⁴ https://www.tem.fi/energia/uusiutuvat_energialahteet/uusiutuvan_energian_syottotariffi Sähkön tuottajalle maksetaan syöttötariffina tavoitehinnan ja kolmen kuukauden sähkön markkinahinnan erotus syöttötariffijärjestelmään hyväksytyssä voimalassa tuotetun sähkön määrän mukaisesti. Puupolttoainevoimalassa ja biokaasuvoimalassa tuotetusta sähköstä maksetaan syöttötariffin korotuksena vakiona pysyvää lämpöpreemiota, jos lämpöä tuotetaan hyötykäyttöön ja voimalan kokonaishyötysuhde on vaaditun mukainen.

⁸⁵ Marttinen, S., Lehtonen, H., Luostarinen, S., Rasi, S. 2013. Biokaasuyrittäjän toimintaympäristö Suomessa. MTT Raportti 103. Aikanaan, kun syöttötariffijärjestelmää oltiin tuomassa Suomeen, WWF arvioi, että syöttötariffi tulisi ulottaa Suomessa biokaasun lisäksi myös rakennus- ja maatilakohtaisille uusiutuvan energian tuotantojärjestelmille, joihin myös rakennuskohtaiset biokaasu-uunit lukeutuvat.⁸⁵ Syöttötariffi voisi mahdollistaa rakennusten oman energiantuotannon. Lisäksi kaikille suomalaisille olisi annettava mahdollisuus tuottaa sähköä valtakunnan verkkoon kohtuullisin kustannuksin. <http://wwf.fi/wwf-suomi/viestinta/uutiset-ja-tiedotteet/Uusiutuvan-energian-syottotariffi-lyo-tyopaikkoja-ja-liiketoimintaa-803.a>

⁸⁶ Ekosuunnitteludirektiivi (2009/125/EY). Kaikki energiaan liittyvät tuotteet kuuluvat tämän direktiivin soveltamisalaan.

⁸⁷ Euroopan Komissio (2015a) Kierto kuntoon - Kiertotaloutta koskeva EU:n toimintasuunnitelma. Bryssel 2.12.2015. COM(2015) 614 final. Työsuunnitelman antaminen on viivästynyt, eikä sitä huhtikuussa 2016 ole vielä julkaistu.

⁸⁸ Ekosuunnitteludirektiivi (2009/125/EY). Kaikki energiaan liittyvät tuotteet kuuluvat tämän direktiivin soveltamisalaan.

⁸⁹ Euroopan Komissio (2015b) Liite asiakirjaan Kierto kuntoon - Kiertotaloutta koskeva EU:n toimintasuunnitelma, Bryssel 2.12.2015. COM(2015) 614 final.

Kiertotalousnäkökohtien huomioon ottaminen ekosuunnitteludirektiivissä

Ekosuunnitteludirektiivin on arvioitu olevan merkittävin *energiatehokkuutta* edistänyt ja CO₂ -päästöjä vähentänyt politiikkatoimi EU:ssa (CSES 2012). Direktiivin varsinainen vaikutus perustuu Komission antamiin tuoteryhmäkohtaisiin täytäntöönpanotoimenpiteisiin. Täytäntöönpanotoimenpiteiden vaatimusten vastaiset, tuoteryhmän suorituskyvyltään heikoimmat tuotteet voidaan poistaa markkinoilta erikseen määritellyn siirtymäajan jälkeen. Tuotesääntelyssä on siten suoraan kyse ympäristösuojelun ohella myös yritysten kilpailueduista ja -haitoista.

Jo nykyinen direktiivi mahdollistaa periaatteessa vaatimusten asettamisen erityyppisille ympäristövaikutuksille tuotteen elinkaaren aikana ja edellyttää näiden tarkastelua vaatimuksia valmisteltaessa. Toistaiseksi vaatimuksia on kuitenkin asetettu käytännössä vain käytönaikaiselle energian kulutukselle.⁹⁰ Kiertotalousnäkökulmien integrointi edellyttääkin isoja muutoksia direktiivin soveltamisessa, mahdollisesti jopa itse direktiivissä. Lisäksi asiantuntijoiden kesken on erimielisyyttä siitä, onko olemassa oleva direktiivi oikea keino tavoitteiden edistämiseen vai tarvitaanko tähän uutta lainsäädäntöä ja lainsäädäntöprosessia.

Kiertotalouspaketissaan komissio esittää analyysin laatimista siitä, miten erityisesti korjaustietojen antamiselle voidaan asettaa vaatimuksia. Jo alkuperäisessä vuonna 2005 hyväksytyssä ekosuunnitteludirektiivissä on mahdollisuus asettaa vaatimuksia käsittelylaitoksille annettavista tiedoista ”purkamisesta, kierrätyksestä tai hävittämisestä tuotteen käyttöön päätyttyä”. Tämän mahdollisuuden laajamittainen käyttöönotto sekä mahdollinen uusi vaatimus korjaustietojen toimittamisesta korjaustoimintaa harjoittaville yrityksille voisivat merkittävästi edistää kiertotaloutta ja avata Suomessakin uusia liiketoimintamahdollisuuksia paitsi korjaustoimintaan, myös tuotetietojen hallintaan (ns. circular economy tagit). Komissio on asettanut analyysin aikatauluksi vuoden 2018, minkä jälkeen korjaustietoja koskevia vaatimuksia voitaisiin ilmeisesti sisällyttää valmisteltaviin täytäntöönpanotoimenpiteisiin. Valmistelu aloitteesta valmiiseen täytäntöönpanotoimenpiteeseen kestää nykyisin keskimäärin 5 vuotta, jonka jälkeen seuraa tapauskohtainen voimaantuloon varattu siirtymäaika.⁹¹ Tämän jälkeen – eli 2030-luvun lähestyessä - korjaustietoja koskevien vaatimusten voidaan uskoa vauhdittavan kiertotaloutta, kun markkinoille lasketut tuotteet aikanaan tulevat korjaus- ja uudistamistoiminnan piiriin.

Ekosuunnitteludirektiivi ”kiertotalouskäytössä”: ongelmat ja mahdollisuudet

Kaiken kaikkiaan ekosuunnitteludirektiivin ”kiertotalouskäyttöön” ja energiansäästöpainotuksen täydentämiseen sisältyy kolmenlaisia ongelmia. Ensimmäinen kysymys on oikeudellinen: olisi saavutettava yksimielisyys siitä, vaatiiko vaatimusten asettaminen kiertotaloustavoitteille direktiivin avaamista vai voidaanko soveltamisalaa laajentaa soveltamiskäytäntöjä uudistamalla. Hinchliffe ym. mukaan direktiivi ei nykyisellään mahdollista *tuotejärjestelmään* liittyvien seikkojen kuten ylläpidon, kunnostamisen ja uudistamisen sääntelyä tai vaatimusten kohden-

⁹⁰ Lisäksi on asetettu joitakin yksittäisvaatimuksia materiaalien käytölle ja tuotteiden aiheuttamalle melulle. Tähän mennessä annetut tuotetyyppi-kohtaiset resurssitehokkuusvaatimukset ovat koskeneet tuoteinformaatiota. Yleisluonteisten vaatimusten avulla on pyritty parantamaan kuluttajien tiedonsaantia sekä helpottamaan tuotteiden kierrätystä. Ks. Bundgaard, A. M., Remmen, A., & Zacho, K. O. (red.) (2015). Ecodesign Directive version 2.0: From Energy Efficiency to Resource Efficiency. København K: Miljøstyrelsen.

⁹¹ Dalhammar, C. 2014. Promoting energy and resource efficiency through the Ecodesign directive. Scandinavian Studies in Law, Vol 59, March 2014, pp. 147-179; Dalhammar, C., Machacek, E., Bundgaard, A., Overgaard Zacho, K. and Remmen, A. 2014. Addressing resource efficiency through the Ecodesign Directive: A review of opportunities and barriers. Copenhagen: Nordic Council of Ministers. TemaNord 2014: 511.

tamista näille toiminnoille.⁹² Dalhammar ym. puolestaan arvioivat, että yhteensopivuus WTO-sopimusten kanssa on huolellisesti punnittava.⁹³ Komissio julkinen linja on kuitenkin ollut, ettei direktiiviä tarvitsisi uusien tavoitteiden takia uudistaa.⁹⁴ Merkitseekö tämä alempaa kunnianhimon tasoa vai uskooko Komissio, että soveltamisalan laajentaminen voidaan hoitaa vaatimuksella tietojen antamisesta tuoteketjuissa? Mahdollista myös on, että kiertotaloustavoitteiden edistämiseksi tarvitaan kokonaan uusi ekosuunnitteluohjauskeino. Niin nykyisen direktiivin perusteellinen uudistaminen kuin uuden instrumentin valmistelu veisivät joka tapauksessa vuosia – oletettavasti nykyisen Komission toimikautta pidemmän ajan.

Toinen muutosta hidastava ja hankaloittava seikka on metodologinen: mittaus-, testaus- ja varmennusmenetelmät ovat toistaiseksi kapea-alaisia. Direktiivin potentiaalinen hukkaamisesta on syytetty siihen liittyvää vaatimusten asettamisen menetelmää (MEErP), jonka on kritisoitu ylikorostavan käytönaikaista energiakulutusta.⁹⁵ Tietoperustan laajentuminen myös lisää hallinnollisia kustannuksia. Jo nyt markkinavalvonnan niukka resursointi on tunnustettu ongelma niin Suomessa kuin muuallakin. Valvonta monimutkaistuu huomattavasti, jos kohteena ovat käytönaikaisen energiankulutuksen ohella myös tuotteen materiaalit ja niiden käyttö. Soveltamiskäytäntöjä uudistettaessa on huolehdittava siitä, että mahdollisuudet vapaamatkustamiseen eivät lisäänty eikä tunnollisesti asiansa hoitavien yritysten paperityötä, testausvelvoitteita ja sääntelytaakkaa kasvateta suhteettomasti.⁹⁶

Kolmas pohdintaa vaativa asia liittyy uusien tuotevaatimusten kaupalliseen hyötyyn. Käytön aikainen energiatehokkuus tuottaa selvää hyötyä kuluttajille. Tuotesuunnittelun avulla on siten saavutettavissa kilpailuetua. Materiaalitehokkuuden ja uudelleenkäytön edistämisen edut kuluttajille eivät välttämättä ole yhtä selviä – joskin esimerkiksi korjattavuus ja kestävyys ovat varmasti myönteisiä tuoteominaisuuksia juuri kuluttajanäkökulmasta. Direktiiviä on myös arvosteltu liian raskaaksi keinoksi. Väitteenä on tällöin, että se aiheuttaa merkittävää ja odotamatonta sääntelytaakkaa erityisesti pk-yrityksille.⁹⁷

Kokoavasti voi todeta, että ekosuunnitteludirektiiviin ja sen kehittämiseen kiertotalouden ohjauksen keskeiseksi instrumentiksi liittyy paitsi suuria odotuksia, myös monia ongelmallisia

⁹² Hinchliffe, D., Akkerman, F. and Nitsche, M. 2014. Are preparatory studies flexible enough for the Ecodesign directive? Regulation challenges in complex product groups. Berlin: Bundesanstalt für Materialforschung und -Prüfung (BAM). BAM Discussion Paper, August 2014. p. 12

⁹³ Dalhammar ym. 2014.

⁹⁴ ENDS 20.3.2015; ENDS 26.8.2015.

⁹⁵ Rossem, C. van, Dalhammar, C. and Toulouse F. 2009. Designing greener electronic products: Building strategies between EU product policy instruments or simply passing the buck? Brussels: European Environmental Bureau; Global View Sustainability Services. 2011. Review of EuP preparatory study evidence: Does it support development of non-energy related implementing measures? Report for DEFRA; CSES/Oxford Research. 2012. Evaluation of the Ecodesign Directive (2009/125/EC). Final Report to the European Commission. March 2012.; Dalhammar ym. 2014, 235. Hinchliffen ym. (2014,14) mukaan menetelmä ei myöskään tarjoa välineitä ristiriitojen ratkaisemiseen erityyppisten ympäristövaikutusten välillä, toisin sanoen esimerkiksi silloin, kun energiatehokkuuden parantaminen lisää materiaalien kulutusta. Mikäli on tarkoitus käyttää nykyistä menetelmää, on kiinnostavaa, miksi se ei ole tähän mennessä korostanut käytännössä lainkaan materiaalinkäyttöön liittyviä seikkoja. On myös esitetty (Bundgaard ym. 2015), että energiapainotus juontuisi osin institutionaaliseen asetelmaan: Euroopan komission sisällä direktiivin hallinnointi on ennen kaikkea energian ja sisämarkkinoiden, teollisuuden, yrittäjyyden ja pk-yritystoiminnan pääosastojen vastuulla.

⁹⁶ Kenties erityisen kiinnostavaa kiertotalouden ohjauksen kannalta on, miten sovitetaan yhteen ekosuunnitteludirektiivin perinteinen lopputuotteen ominaisuuksia määrittelevä tuotesääntely ja tuottajavastuun (luku 4.2.4) pyrkimys yritysten ja muiden toimijoiden ympäristöinnovoimien kannustamiseen tarkemmin lopputuotteen ominaisuuksia määrittelemättä (innovointihallinta). Paineita luoda yhdenmukaisempia politiikan kehyksiä on epäilemättä jätesääntelyn ohella myös suhteessa kemikaalilainsäädäntöön.

⁹⁷ Direktiivin mukaan tuotteen valmistajan on pidettävä suoritetuun vaatimustenmukaisuuden arviointiin liittyvät asiakirjat ja annetut vaatimustenmukaisuusvakuutukset saatavilla jäsenvaltioiden suorittamaa tarkastusta varten kymmenen vuoden ajan viimeisen tuotteen valmistamisesta. Tiedon kokoaminen valmistuspartnereilta, alihankkijoilta ja toimittajilta vaatii etenkin alkuvaiheessa melko paljon työtä. Tämä voi hankaloittaa pienten yritysten tilannetta, koska näiltä usein puuttuvat informaation kokoamiseen ja arviointiin tarvittavat resurssit ja asiantuntemus. Lisäksi suurten valmistajien ja maahantuojien kannalta on helpompaa koota tietoa muutamalta suurelta toimittajalta kuin lukuisilta pieniltä ks. Kautto, Petrus & Kärnä, Anna: Kokemuksia tuotelähtöisen ympäristöpolitiikan toteuttamisesta sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa. Helsinki: Teknoliiketeollisuus, 2006; ENDS 23.2.2015; 25.6.2015.

seikkoja. Ottaen huomioon täytöntöönpanotoimenpiteiden laatimisen hitauden ja edellä mainitut oikeudelliset ja metodologiset ongelmat, ovat erityisesti edistymisen aikataulujen suhteen asetetut toiveet todennäköisesti ylimitoitettuja. Samalla on kuitenkin syytä tunnistaa arvio siitä, että toteuttamiskelpoisia vaihtoehtoja ekosuunnitteludirektiiville resurssienkäytön hallinnan välineenä on niukasti tarjolla.⁹⁸

Jos ja kun direktiivin sovellusala laajennetaan kaikkiin tuotteisiin ja kiertotalousnäkökohtia komission esityksen mukaan painotetaan vaatimusten laadinnassa, on oleellista pohtia Suomen kannalta tärkeimpiä näkökohtia. Yleisen arviointimenetelmien kehittämisen ohella on tärkeää, että täytöntöönpanotoimenpiteiden laadintaan osallistutaan aktiivisesti. Tärkeimpiä täytöntöönpanotoimenpiteitä ovat lähinnä sellaiset, joiden aloilla Suomessa on tuotesuunnittelua ja tuotteiden valmistusta sekä kenties juuri direktiivin ansiosta enenevässä määrin myös tuotteiden korjaustoimintaa ja uudelleenkäyttöä (remanufacturing). Samalla voidaan myös luoda markkinoita kiertotaloutta vauhdittaville tiedonhallinnan ratkaisuille.

4.2.4 Tuottajavastuujärjestelmä: jätepolitiikan keinosta kiertotalouden ajuriksi?

Tuottajavastuun perusideana on siirtää jätehuoltokustannukset tuottajan maksettaviksi, jolloin tällä on kannuste kustannusten pienentämiseen.⁹⁹ Tämä voi tapahtua muun muassa tuotteen materiaalien käyttöä vähentämällä, kierrätettävyyttä parantamalla, pidentämällä tuotteen elinikää ja organisoimalla jätehuolto mahdollisimman tehokkaasti asetetuissa puitteissa. Käytännössä tuottajavastuun merkitys on ollut suurimmillaan jätehuollossa, jätteen hyödyntämisen lisääjänä. Vaikutus tuotesuunnitteluun on kiistanalainen.¹⁰⁰ Suomessa tuottajavastuuta sovelletaan nykyisin ajoneuvoihin, pakkausmateriaaleihin, paperiin, paristoihin ja akkuihin, renkaisiin ja sähkö- ja elektroniikkalaitteisiin. Lisäksi yksittäiset yritykset ovat Suomessakin kokeilleet vapaaehtoisuuteen perustuvia tuottajavastuun kaltaisia ohjelmia esimerkiksi huonekaluille ja tekstiileille.¹⁰¹

1990-luvulla ensimmäisiä tuottajavastuujärjestelmiä ja -säädöksiä laadittaessa tehdyt perusratkaisut ovat edelleen vaikuttamassa siihen, että suomalaisia tuottajavastuujärjestelmiä luonnehtii "poikkeuksellinen pyrkimys toimintatavan keveyteen". Vastuu järjestelmien organisoinnista, kehittämisestä ja niihin liittyvien ristiriitojen ratkaisemisesta on annettu pääosin tuottajavastuuorganisaatioille itselleen.¹⁰² KIVIKI-hankkeen organisoimien työpajojen yhteydessä kävi selvästi ilmi, että tuottajavastuu mielletään Suomessa osaksi jätehuoltopolitiikkaa ja tuottajavastuun kehittämisen tavoitteena on ennen kaikkea jätehuollon tehostaminen. Jätealan lainsäädännön kokonaisuudistuksen (Jätelaki 646/2011) yhteydessä tuottajavastuulainsäädäntöön tehdyt muutokset (keräysverkoston tarkempi määrittely, pakkausten osittaisen tuottajavastuun korvaaminen niin sanotulla täydellä tuottajavastuulla, laiminlyöntimaksu,

⁹⁸ Dalhammar ym. 2014, 114.

⁹⁹ Lindhqvist, Thomas: Extended producer responsibility in cleaner production. Policy principle to promote environmental improvements of product systems. Lund: Lund University, The International Institute for Industrial Environmental Economics, 2000. IIIEE Dissertations 2000:2.

¹⁰⁰ Monier, Véronique & Hestin, Mathieu & Cavé, Jérémie & Laureysens, Ilse & Watkins, Emma & Reisinger, Hubert & Porsch, Lucas. 2014. Development of Guidance on Extended Producer Responsibility (EPR). Final Report. Brussels: European Commission – DG Environment; vrt kuitenkin Tojo, N., Lindhqvist, T., Dalhammar, C. 2006. Extended producer responsibility as a driver for product chain improvement. Teoksessa Scheer, D. and Rubik, F. (eds.) Governance of Integrated Product Policy. In search of sustainable production and consumption. Sheffield: Green-leaf Publishing. S. 224-242; Kivimaa, P. 2008. The innovation effects of environmental policies. Linking policies, companies and innovations in the Nordic pulp and paper industry. Helsinki: Helsinki School of Economics. Acta Universitatis Oeconomicae Helsingiensis A-329.

¹⁰¹ Kokoavasti tilanteesta eri EU-maissa Monier ym. 2014.

¹⁰² Hildén, Mikael & Kautto, Petrus & Lehtoranta, Suvi: Päästökauppa ja tuottajavastuu. Teoksessa Hyvönen, Jukka & Valovirta, Ville (toim.): Julkisen sektorin innovaatioprosessit ja innovaatiotoiminnan johtaminen. Helsinki: Sektoritutkimuksen neuvottelukunta, 2011. Sektoritutkimuksen neuvottelukunta, Osaaminen, työ ja hyvinvointi. s.35-54.

tuottajayhteisön jäsenyyden rajaaminen vain tuottajiin) edistävät jätehuoltotavoitteiden saavuttamista.

Komissio on kiertotalouspaketissaan ja sen yhteydessä julkaistuissa tarkistetussa jätteitä koskevassa lainsäädäntöehdotuksessa tehnyt useita esityksiä tuottajavastuun käytäntöjen tehostamiseksi ja kiertotaloustavoitteiden korostamiseksi.^{103,104} Näistä keskeisin on ehdotus tuottajien maksamien osuuksien eriyttämiseksi niiden tuotteiden elinkaaren loppuvaiheen kustannusten mukaisesti. Tämän pitäisi Komission mukaan ”saada aikaan suora taloudellinen kannustin suunnitella tuotteita, jotka voidaan kierrättää tai käyttää uudelleen helpommin”.¹⁰⁵ Kyse on pyrkimyksestä kannustaa yrityksiä ja muita toimijoita ympäristöinnovointiin. Tällöin tuottajavastuu voisi muodostua sellaiseksi parhaiksi toimijoiksi ja liiketoimintamalleiksi palkitsevaksi tuotepolitiikan välineeksi, jollaiseksi se alun alkaen oli ajateltu. Periaatteessa toimivassa tuottajavastuussa taitavimmin tuotesuunnittelun hoitanut ja tehokkaimmin keräyksen ja kierrätyksen organisoivat tuottajat säästävät verrattuna muihin tuottajiin. Koska keräys ja kierrätys kannattaa lähes poikkeuksetta järjestää tuottajien yhteistyönä, olisi tuotesuunnittelukannusteen muodostumiseksi rahoituksellisen tuottajavastuun kohdistuva mahdollisimman yksilöllisesti ja vapaamatkustamisen oltava (mahdollisimman) vaikeaa.¹⁰⁶ Erilaiset tekniset ratkaisut, kuten tuotteiden sähköisten identiteettimerkit (circular economy tag) voivat tukea sääntelyn operationalisointia ja kustannusten oikeudenmukaista kohdentumista.

Kiertotalouspaketin yhteydessä julkaistuissa tarkistetussa jätteitä koskevassa lainsäädäntöehdotuksessa edellytetään muun muassa nykyistä huomattavasti tarkempaa ja yksilöidymppää kustannusten kohdentamista tuottajavastuussa. Jos samalla tuottajavastuualalla on rinnakkaisia tuottajayhteisöjä, pitää riippumattoman viranomaisen valvoa toimeenpanoa.¹⁰⁷ Käytännössä tämä voisi merkitä sitä, että perustettaisiin vastuunjakojärjestelmä (clearing house, riippumaton tietopalvelu) huolehtimaan tiedon kokoamisesta ja tuottajien ja tuottajayhteisöjen välisten vastuiden jaon helpottamisesta kootun tiedon perusteella. Vastaavia järjestelmiä on olemassa joissakin EU-maissa ja muun muassa Norjassa, ja Suomessakin on useaan otteeseen selvitetty tällaisen järjestelmän laatimisen tarvetta ja edellytyksiä erityisesti sähkö- ja elektroniikkalaitteiden tuottajavastuun tueksi.¹⁰⁸ Nykyisellään suomalaisten SER-tuottajayhteisöjen keskinäinen kustannustenjakoon perustuu näiden väliseen sopimukseen.

Epäselväksi komission ehdotuksessa kuitenkin jää se, miten kasvavan etäkaupan tuomat uudet ongelmat hoidettaisiin niin että vastuut kohdentuisivat mahdollisimman yksilöllisesti myös koko EU:n alueella. Etäkaupan kasvu merkitsee uusia vapaamatkustamisen ongelmia: järjestelmään kuuluville kansallisille myymälöille lankeaa helposti keräysvastuita, joiden kustannuksista vastaaminen kuuluisi etäkauppiaalle.¹⁰⁹ Ongelman ratkaisuksi Suomessa Kaupan liitto on esittänyt koko EU:n laajuista järjestelmää ja arvonnäköalaveroilmoitusten (sisämarkkina-

¹⁰³ Euroopan Komissio 2015b.

¹⁰⁴ Euroopan Komissio 2015a.

¹⁰⁵ Euroopan Komissio 2015a.

¹⁰⁶ Tojo, Naoko: Extended producer responsibility as a driver for design change – utopia or reality? Lund: IIIIEE, 2004. IIIIEE Dissertations 2004:2; Kalimo, Harri & Lifset, Reid & Rossem, Chris van & Wassenhove, Luk van & Atasu, Atalay. 2015. Greening the Economy through Design Incentives – Defining the Scope of Extended Producer Responsibility. *Review of European, Comparative and International Environmental Law*, 24(1), pp. 40-57; Hilden ym. 2011.

¹⁰⁷ Euroopan Komissio 2015b; artiklaehdotus 8a.

¹⁰⁸ Kärnä, A. 1999. *Managing environmental issues from design to disposal – a chain reaction? Experiences of product chain actors in the Finnish electrical and electronics industry.* Helsinki: Federation of Finnish Electrical and Electronics Industry.; Kautto, Petrus & Kauppila, Jussi & Lonkila, Kirsi-Marja: *Jätehuollon tuottajavastuujärjestelmien toimivuus.* Helsinki: Ympäristöministeriö, 2009. Ympäristöministeriön raportteja 15/2009; Särkkä, Ella 2015. *Tuottajavastuulainsäädännön ongelmakohtia.* Helsinki: Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön raportteja 22 / 2015.

¹⁰⁹ Särkkä 2015, 21–29.

kauppa) ja tulli-ilmoitusten (tuontikauppa) hyödyntämistä.¹¹⁰ Tämä vaatisi kuitenkin EU-tasolla tapahtuvaa sääntelyä.

On mahdollista, että esitetyt muutokset eivät toteutuessaan veisi tuottajavastuuta lähemmäs sen tuotepoliittisia tavoitteita ja kiertotalouden sisäkehiä. Keskeisenä syynä ovat taustalla olevat, ylimitoitetuiksi osoittautuneet oletukset jätehuollon kustannusten merkityksestä tuotteen kokonaiskustannuksille sekä oletusten herkkyyks osuhteiden muutoksille.¹¹¹ Ensin mainittu merkitsee oletettua heikompaa kannustetta ympäristömyötäiselle tuotesuunnittelulle. Jälkimmäinen puolestaan sitä, että jätteen taloudellisen arvon vaihtelut vaikuttavat käsityksiin siitä, mitä pidetään jätteenä ja miten jätteet palautuvat tuottajavastuujärjestelmiin. Raaka-aineiden hintojen noustessa tämä vaikeuttaa mahdollisuuksia hallita järjestelmien toimintaa.

4.2.5 Jättemateriaalin sääntelytaakan purkaminen

Jätteeksi luokiteltuihin materiaaleihin kohdistuvan sääntelyn on arveltu heikentävän niiden markkina-asemaa suhteessa vastaaviin ”neitseellisiin” materiaaleihin.¹¹² Epäreilussa kilpailuasetelmassa jätteestä valmistettujen uusioraaka-aineiden tai tuotteiden ympärille ei synny kannattavaa liiketoimintaa. Useammassa aloitteessa onkin vaadittu jättesääntelyn ”pullonkaulojen” poistamista kiertotalouden läpimurron mahdollistamiseksi.¹¹³ Seuraavassa kuvataan tiivistetysti sääntelytaakan vähentämiskeinoja kiertotalouden edistämisen näkökulmasta.

Jättemateriaalille ympäristöllisestä sääntelystä koituvaa taakkaa voidaan vähentää ensinnäkin kehittämällä jättesääntelyä.¹¹⁴ Entistä joustavampien lupakäytäntöjen kehittäminen mahdollistaa jätteen haltijalle useita ympäristönsuojeluvaatimukset täyttäviä ratkaisuja ja jätteen käyttötapoja. Lupakäytäntöjen kehittämisen ohella voidaan hyödyntää EU-lainsäädäntöön sisältyviä joustoja, kuten mahdollisuutta siirtyä tiettyjen jätteiden käsittelyn osalta lupaohjauksesta normiohjaukseen ja ilmoitusmenettelyyn. Sujuvampien tai joustavampien menettelyjen kehittäminen on joka tapauksessa hankalaa, ellei lupa- ja valvontaviranomaisilla ole riittäviä resursseja.

Jättestatuksesta ja siitä seuraavasta sääntelystä vapautuminen voi olla tarpeen, jos jättesääntelyn sujuvoittaminen ei vähennä sääntelytaakkaa ratkaisevasti. ”Jätteen” käsite on EU-oikeudessa kehittynyt laajaksi eikä olennaisia muutoksia jätedirektiivin jätteen määritelmään ole valmisteilla. Toisaalta jätteen lainsäädännöllinen perusmääritelmä on joustava, mahdollistaen teknisen ja yhteiskunnallisen kehityksen edellyttämät uudelleentulkinnat.¹¹⁵ Oikeuskäytännössä kehittynyt käsitteellinen ero ns. sivutuotteen (by-product) ja jättestatuksen lakkaamisen (End of Waste, EOW) välillä on kodifioitu lainsäädäntöön. Tuotantoprosessissa syntyvä jäännösmateriaali voi saada ns. sivutuotestatuksen, jolloin siitä ei koskaan varsinaisesti tule jätettä. Jättestatuksen lakkaamisessa kerran jätteeksi luokitellun materiaalin jättestatus poistuu. Käsitteellistä erottelua on kuitenkin turha korostaa: jos aikaisemmin jätteenä pidetty teollisuusprosessin jäännös tulkitaan sivutuotteeksi, kyse on käytännössä jättestatuksen lakkaamisesta.

¹¹⁰ Kaupan liitto: Etäkauppa saatava tuottajavastuun piiriin. Muistio 2.4.2015.

¹¹¹ Hildén ym. 2011, 50-51.

¹¹² Ks. Sitra 2014: <https://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksia84.pdf>; sääntelytaakasta ks. *Määttä – Tala* 2015, erityisesti s. 6-18.

¹¹³ Ks. COM (2015) 614 final, s. 12-13, samoin Ympäristöministeriö 2015: Ympäristömenettelyjen sujuvoittaminen ja tehostaminen. Arvio toteuttamisvaihtoehdoista.

¹¹⁴ Tässä yhteydessä ympäristösääntely käsittää olennaisimmin ympäristönsuojelulain ja jätelain sekä niiden nojalla annetut alemmanasteisiin säädökset. Merkittävimpiä jätteisiin kohdistuvia sääntelytaakan lähteitä ovat ympäristölupamenettely, ympäristövaikutusten arviointimenettely ja eräät muut hallinnolliset velvoitteet.

¹¹⁵ ”aine tai esine, jonka haltija on poistanut käytöstä, aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä”.

Jätestatuksen lakkauttaminen voi toteutua yksittäisissä lainsoveltamis- ja tulkintatilanteissa tai EOW-säädöksen kautta. EOW-säädöksessä määritetään jätelajikohtaisesti edellytyksistä, joiden täyttyessä materiaali lakkaa olemasta jätettä. EOW-säädös voidaan antaa EU:ssa, mutta sen puuttuessa voidaan laatia kansallisia EOW-säädöksiä. Muista EU-maista esimerkiksi Belgian Flanderissa on pitkälle kehittynyt EOW-sääntely, joka perustuu yhtäältä jätelaji- ja käyttötarkoituksikohtaiseen sääntelyyn ja toisaalta kansallisen viranomaisen hakemusten perusteella tekemiin tapauskohtaisiin päätöksiin.¹¹⁶ Myös Isossa-Britanniassa on käytössä ns. ”waste protocol” menettely, jonka perusteella useita tiettyihin käyttötarkoituksiin soveltuvia jätteitä on säädetyin edellytyksin poistettu jäteluokituksen piiristä.

Tapauskohtaisessa soveltamisessa vapautus jätestatuksesta koskee tietyn jätteen haltijan tiettyä jätettä. Päätöksen tekee ympäristölupaviranomainen. Tällöin jätteen haltija esittää, että laitoksella syntyvää tai siellä käsiteltävää materiaalia ei lupahakemuksessa kuvatuin edellytyksin enää katsottaisi jätteeksi. Lupaviranomainen arvioi hakemuksen ja ratkaisee, voiko materiaali vapautua jätestatuksesta ja millä edellytyksin. Lupamääräyksissä jätestatuksen päättyminen voidaan esimerkiksi rajata tiettyyn käyttötarkoitukseen. Jos samasta jätelajista on jo annettu EOW-säädös EU:ssa tai kansallisesti, tapauskohtaisen harkinnan perusteella ei säädöksestä voi poiketa.¹¹⁷

Sääntelytaakkaa vähennettäessä on väistämättä otettava kantaa erilaisia terveys- ja ympäristöriskejä koskeviin rajauksiin. Jättemateriaalien vapaaseen käyttöön liittyy usein riskejä, joita ei liity vastaavien muiden materiaalien käyttöön. Kun nykyistä sääntelyä tarkastellaan kiertotalouden edistämisen näkökulmasta, on arvioitava samalla kriittisesti sitä, minkälaista kiertotaloutta halutaan edistää. Joskus saattaakin olla tarkoituksenmukaista sujuvoittamisen sijaan vaikeuttaa jättemateriaalien käyttöä joihinkin tarkoituksiin. Varsinkin alemman hierarkiatason hyödyntäminen saattaa muodostua esteeksi saman materiaalin hyödyntämiselle korkeamman jalostusasteen tuotteiden valmistuksessa.

Sääntelytaakan keventäminen ei sekään ole yksioikoinen kysymys. EOW-status ei aina johda sääntelyn keventymiseen, koska tilalle tuleva tuotesääntely voi aiheuttaa toiminnanharjoittajalle yhtä suuret tai suuremmat hallinnolliset kustannukset. EOW-status ei myöskään automaattisesti tarkoita sitä, että ympäristölupaa tai muuta ympäristönsuojelulain mukaista sääntelyä ei sovellettaisi materiaalin käyttöön tai varastointiin.¹¹⁸ Lisäksi sujuvoittaminen tarkoittaa usein väistämättä entistä enemmän ja entistä tarkempaa asetustason sääntelyä, jolla korvataan luvan tai muun hyväksymismenettelyn poistuminen. Sääntelytaakkaa onkin hyvä arvioida myös yleisemmästä näkökulmasta. EOW-säädösten laatimisesta ja toimeenpanosta aiheutuu mahdollisesti merkittäviä kustannuksia viranomaisille (sääntelyn laatimiskustannukset). Esimerkiksi Flanderissa ja Isossa-Britanniassa – joita voitaneen pitää EOW-sääntelyn edelläkävijämaina – on panostettu merkittävästi EOW-sääntelyä kehittävien ja toimeenpanevien viranomaisten resursseihin.

Edellä on lähinnä keskitytty kuvaamaan jättesääntelyn keventämisen *oikeudellisia* reittejä ja reunaehtoja. Tässä yhteydessä ei ole mahdollista arvioida kiertotalouden edistämisen kannalta olennaisinta kysymystä eli sitä, millä edellytyksin materiaalin sääntelytaakan keventy-

¹¹⁶ Tässä sanottu perustuu pääosin OVAMIN virkamiehen puhelinhaastatteluun.

¹¹⁷ Näin myös *Seppälä* 2015, s. 76, samoin YM 2014, s. 7.

¹¹⁸ Jätestatuksen poistuminen ei kuitenkaan aina johda toiminnan luvanvaraisuuden ja muun ympäristösääntelyn poistumiseen. Ks. KHO17.6.2013 T, jossa KHO:n mukaan lantaan liittyy sen jätestatuksesta riippumatta vaara ympäristönsuojelulain mukaiseen ympäristön pilaantumiseen, ja siksi lannanlevityksestä voidaan antaa lupamääräyksiä riippumatta siitä, luokitellaanko lanta jätteeksi vai ei. *Seppälän* (2015) analyysiä s. 71-72. Samoin KHO 20.9.2005 T 2413, jossa nikkelikuonan ja seulontajätteen varastoalueelle asetettiin lupamääräyksiä pohjan tiivistä kanteista ja pohjavesien laadun ja korkeuden tarkkailusta, vaikka varastoivat materiaalit eivät olleet jätteitä.

minen johtaa sen markkina-aseman oleelliseen parantumiseen. Jotta materiaali päätyy käytettäväksi raaka-aineena tai uusina tuotteina, sen on oltava ominaisuuksiltaan riittävän hyvä. Useat jättemateriaalit ovat joko teknisesti tai ympäristöllisesti heikkolaatuisia. Ja vaikka laatu olisikin kohdillaan, jätteen ”stigma” voi seurata materiaalia vielä pitkään, jolloin sen odotetaan olevan muita edullisempaa. Siksi uusiomateriaalimarkkinoiden edistämässä tai uusien luomisessa saatetaan oikeudellisen sääntelyn pullonkaulojen poistamisen ohella tarvita muita ohjauskeinoja, kuten esimerkiksi kilpailevien luonnonmateriaalien verotuskohtelun kiristämistä.

4.2.6 Tiedolliset ja vapaaehtoisuuteen perustuvat ohjauskeinot

Vapaaehtoiset ja tiedolliset ohjauskeinot ovat laaja joukko erilaisia hallinnon, elinkeinoelämän tai kansalaisjärjestöjen aloitteesta syntyneitä toimia. Vapaaehtoisten keinojen houkuttelevuutta voidaan lisätä liittämällä niiden käyttöön helpotuksia lakisääteisistä velvoitteista. Tiedolliset ohjauskeinot ovat puolestaan välttämätön osa kiertotalouden edistämistä. Neuvonta voi yksinään olla heikko ohjauskeino, mutta ilman sitä muut toimet ovat voimattomia. Kaikki ohjaus edellyttää tuekseen tiedon tuottamista ja viestintää.

Tämän hankkeen ja valtakunnallisen jätesuunnitelman laadinnan yhteydessä toteutetuissa työpajoissa vapaaehtoisista ja tiedollisista ohjauskeinoista keskusteltiin runsaasti. Yleisesti ottaen kauppa ja teollisuus kannattavat vapaaehtoisia sopimuksia ja ohjelmia verrattuna sitoviin keinoihin. Vapaaehtoinen sopimus on heidän mukaansa riittävä signaali suunnasta, johon tulee pyrkiä. Lisäksi vapaaehtoisuus antaa ns. vapaat kädet valita tavan, jolla yhteisesti sovitun tavoitteeseen pyritään. Sitovien toimenpiteiden koetaan heikentävän kilpailukykyä, varsinkin, jos on kyse kansallisesta säädöksestä. Myös tiedollisten ohjauskeinojen käyttöä pidetään tarpeellisena ja kannatettavana.

Seuraavassa tarkastellaan sekä käytössä olevia kiertotalouden ohjauskeinoja että uusia, keskusteluissa ja kirjallisuudessa esitettyjä vaihtoehtoja ja politiikkatoimia.

Tiedotus ja kuluttajavalistus

EU-keskusteluissa kuluttajien valistusta ja neuvontaa pidetään yhtenä keskeisenä ohjauskeinona edistää kestävää tuotepolitiikkaa, uusien palvelukonseptien syntymistä sekä kierrätystavoitteiden saavuttamista. Myös valtakunnallisen jätesuunnitelman työpajoihin osallistuneet asiantuntijat pitivät tärkeänä kuluttajien valistuksen ja asennekasvatuksen kohdistamista muun muassa ruokajätteen hävikin vähentämiseen, biojätteen lajitteluun, kohtuullisuuteen, takuuaikoihin, tuotteiden käyttö- ja säilytystapoihin. Ympäristömerkkien roolia katsottiin voitavan vahvistaa tiedotuksen kautta. Erityisesti nuorten ja lasten asennekasvatuksen merkitystä korostettiin.

Jäteneuvonta on ollut jo pitkään kuntien lakisääteinen tehtävä ja siten vakiintunut osaksi jätepolitiikkaa. Kiertotalouteen siirtyminen edellyttää kuitenkin muutoksia tiedotuksen ja valistuksen sisällöissä. Uudet tuote-palvelukonseptit vaativat suuria muutoksia kuluttajakäytännöissä¹¹⁹. Merkinnät sekä vapaaehtoinen tuottajavastuu voivat myös toimia vastuullisen kulutuksen tukena.

¹¹⁹ Mont & Heiskanen. 2015. Breaking the stalemate of sustainable consumption with industrial ecology and a circular economy.

Standardit ja laatu järjestelmät

Standardit ovat luonteeltaan suosituksia, joissa tuotteelle, materiaalille tai palvelulle määritellään vaatimukset, jotka todennetaan erikseen esitetyillä menetelmillä. Vaatimukset voivat olla joko normiin perustuvia tai vapaaehtoiseen järjestelmään sisältyviä. Laatu järjestelmä on johtamisjärjestelmä erilaisille organisaatioille. Laatu järjestelmä voidaan rakentaa tietyn standardin mukaisesti ja se voidaan myös sertifioida. Paljon käytettyjä standardeja ovat esimerkiksi Standardointijärjestö ISO:n kehittämät ISO9001 ja ISO14001 laadunhallintaan ja ympäristöjohtamiseen.

EU:n kiertotalouspaketin valmistelun yhteydessä on esimerkiksi nostettu esiin mahdollisuus antaa vaatimuksia kierrätysmateriaalien käytön vähimmäisosuudesta tietyissä tuotteissa. Vaikka standardit ovat vapaaehtoisia, voidaan standardi tehdä säädösviittauksella pakolliseksi tai sitä voidaan pitää esimerkkinä säädöksen vaatimukset täyttävästä ratkaisusta. Tuotteiden kestävyyttä, korjattavuutta, uudelleenkäyttöä sekä kierrätystä voidaan edistää yhtenäisin tuotestandardein. Esimerkiksi ns. SFS:n ohjeistuksen¹²⁰ mukaan standardien laatijoiden tulisi ottaa huomioon olennaiset ympäristönäkökohdat ja -vaikutukset kaikissa tuotteen elinkaaren vaiheissa materiaalien hankinnasta, tuotantoon, käyttöön ja käytöstä poistoon. Standardit on tunnistettu keskeinen tuotepolitiikan keino (ks. luku 4.2.3). Tämä tunnistettiin myös KIVIKI-hankkeen ja Valtakunnallisen jätesuunnitelman työpajoissa.

Standardien avulla on myös mahdollista tukea kierrätysmateriaalien markkinoiden kehittymistä. Euroopan komissio ehdottaakin laatu standardien kehittämisestä uusioraaka-aineille ja erityisesti muoveille. Lisäksi suunnitelmissa on kehittää kierrätyslannoitteiden laatu luokittelua niin, että tuotteille voidaan synnyttää EU:n laajuiset markkinat. Tarve standardien kehittämisestä myös rakentamisen kierrätysmateriaaleille on nostettu esille monissa yhteyksissä. Taivoitteena tulee olla se, että sekundäärimateriaalien käyttö on yhtä vaivatonta ja luotettavaa kuin primäärimateriaalienkin. Toisin sanoen ostajan tulee voida tietää, mitä materiaalit sisältävät. Samalla on kuitenkin huomattava, että joissakin tapauksissa standardit voivat myös heikentää kiertotalouden toteutumisen mahdollisuuksia. Esimerkiksi nykyisten standardien turvallisuusvaatimukset rakennusosille ja materiaaleille voivat rajoittaa kierrätysmateriaalien käyttöä rakentamisessa.

Laatu standardit voivat koskea myös palvelutuotteita ja tätä kautta uusien liiketoimintakonseptien vakiintumista. Työpajoissa tuotiin esimerkiksi esiin tarve kehittää standardeja sähkö- ja elektroniikkalaitteiden tunnistus- ja kierrätysteknologiaan edistämään hyvien käytäntöjen leviämistä.

Materiaalitehokkuuskatselmuksien ja -sopimukset

Suomalaista materiaalitehokkuuskatselmuksen menettelyä¹²¹ on kehitetty Motiva Oy:ssä. Materiaalikatseleminen on systemaattinen menetelmä yrityksen koko tuotannon ja sen materiaalivirtojen analysointiin. Katselmuksessa saadaan esille materiaalien käyttöön liittyvät suorat ja välilliset kustannukset ja säästömahdollisuudet toimipaikka- tai tuotantolinjatasolla tehdään ehdotukset säästötoimenpiteistä.

Kokemukset osoittavat, että katselmusten avulla voidaan saavuttaa taloudellisia säästöjä. Työ- ja elinkeinoministeriö tukee yritysten katselmuksien toimintaa myöntämällä niihin avustuksia.

¹²⁰ Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2009. Ympäristöasioiden käsittely tuotestandardeissa, SFS 11.

¹²¹ Motiva Oy. http://www.motiva.fi/yritykset/katselmuksien_toiminta/materiaalikatseleminen

Jätteen synnyn ehkäisyn ohjauskeinoja selvittäneen tutkimuksen¹²² mukaan todennäköisesti paras vaikuttavuus yrityksiin kohdistuvasta suostuttelevasta ohjauksesta on ohjelmilla, joissa asiantuntija analysoi yrityksen tuotantotoiminnan ja räätälöi yrityskohtaisen materiaalitehokkuustoimia. Yritysten käyttöön tarjottavalla tiedolla on todennäköisesti heikompi vaikuttavuus kuin asiantuntija-avulla.

Yrityksille tai toimialoille suunnatut materiaalitehokkuussopimukset voivat myös edistää tuote- palvelukonseptien yleistymistä. Elinkeinoelämän halukkuutta ja mahdollisuuksia tehdä materiaalitehokkuussopimuksia valtion kanssa on selvitetty työ- ja elinkeinoministeriön toimesta. Työpajoissa sopimuksia ehdotettiin täydennettäväksi julkisin kannustuskeinoin.

¹²² Suvantola ja Lankinen. 2008. Jätteen synnyn ehkäisyn uudet ohjauskeinot. Ympäristöministeriön raportteja 24/2008.

VERKOSTOT SEKÄ HYVIEN KÄYTÄNTÖJEN JA TIEDON JAKAMISEN ALUSTAT

Erilaiset yhteistyöverkostot sekä informaatioalustat voivat tukea kiertotalouden läpimurtoa monin tavoin. Julkisen hallinnon tukemat ja käynnistämät aloitteet voivat välittää tutkimus- ja kokemusperäistä tietoa kiertotalouden eduista sekä sitouttaa mukaan laajan toimijajoukon sidosryhmineen. Esimerkkinä kiertotaloudenkin tavoitteita edistävästä valtakunnallisista ja alueellisista toimintamalleista mainittakoon Saa syödä!, FISS Teolliset symbioosit yhteistyömalli, edelläkävijäkuntien FISU-verkosto sekä erilaiset materiaalipörssit.

SAA SYÖDÄ! -HANKE

Saa Syödä! on kestävän kulutuksen ja tuotannon ohjelman (KULTU) hanke, joka kannustaa vähentämään kotitalouksissa syntyvää ruokahävikkiä. Saa Syödä! -sivusto tarjoaa vinkkejä kestäviin ruokavalintoihin ja ruokahävikin vähentämiseen. Syksyllä 2015 järjestetyssä Saa syödä! -tapahtumassa tarjottiin 6000 hävikkiruokalonasta valmistettuna kaupoilta ylijääneistä ruoka-aineista. Saa syödä! -sivustoa ylläpitää Motiva yhteistyössä Helsingin seudun ympäristöpalveluiden, Turun seudun jätehuollon, Pirkanmaan jätehuollon sekä Ekokumppaneiden kanssa.

FISS TEOLLISET SYMBIOOSIT

FISS (Finnish Industrial Symbiosis System) on yhteistyöhön perustuva toimintamalli, jolla pyritään auttamaan yrityksiä ja muita toimijoita tehostamaan keskinäistä resurssien hyödyntämistä sekä synnyttämään uutta liiketoimintaa. Symbiooseissa yritykset tuottavat toisilleen lisäarvoa hyödyntämällä tehokkaasti toistensa sivuvirtoja, teknologiaa, osaamista tai palveluja. FISS-mallissa symbiooseja edistetään yhteiskehittämisen ja fasilitoinnin keinoin. Tavoitteena on myös nostaa materiaalien jalostusarvoa ja aikaansaada uusia kilpailukykyisiä tuotteita ja palveluita. FISS-mallia koordinoi Motiva Oy. Toiminta on käynnissä jo seitsemän maakunnan alueella.

SAA SYÖDÄ!



MATERIAALIPORSSI

FISU-VERKOSTO

Fisu (Finnish Sustainable Communities) on edelläkävijäkuntien verkosto, joka tavoittelee hiilineutraalisuutta, jätteenhäviöttömyyttä ja globaalisti kestävästä kulutuksesta vuoteen 2050 mennessä.

Fisuverkoston kunnat, yritykset ja muut paikalliset toimijat rakentavat yhteisen päämäärän ja toimintatavat tavoitteiden saavuttamiseksi. Pyrkimyksenä on vahvistaa kunta- ja aluetaloutta, luoda työpaikkoja ja edistää kestävästä hyvinvointia.

Fisuun kuuluvat tällä hetkellä Forssa, Jyväskylä, Lappeenranta ja Turku. Verkoston koordinaattoreina toimivat Suomen ympäristökeskus SYKE ja Motiva. Fisu-verkoston toimintaa ohjaa neuvottelukunta, jossa ovat edustettuina Sitra, Motiva, SYKE, Tekes, Kuntaliitto, ympäristöministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö sekä verkostokuntien edustajat.

MATERIAALIPÖRSSIT

Jättemateriaalien hyödyntämisen esteeksi nostetaan usein kysynnän ja tarjonnan kohtaamisongelma. Valtakunnallisen jättesuunnitelman rakentamisen painopisteen työpajassa hyödyntämistä lisääväksi toimenpiteeksi ehdotettiin erilaisia materiaalipankkeja. **Materiaalipankkien ajatuksena on tarjota ajantasaista tietoa vapaista jäte-eristä ja helpottaa materiaalin tarvitsijoiden etsintää.** Tietopankkien haasteena on toiminnan liiketaloudellinen kannattavuus. Kokemusten mukaan pörssien toiminnan edellytyksinä ovat tiedon avoimuus sekä yhteistyö julkisen hallinnon ja yritysten kanssa. Toimitettuja materiaalipörssikojeita ovat muun muassa Mpankki sekä Massa-info maa-aineksille.

5 KIERTOTALOUSSKENAARIOT SUOMELLE

5.1 Vaikutusarvioiden perusta

Kiertotalouden kansantaloudellisia vaikutuksia on tässä työssä arvioitu dynaamisella, yleisen tasapainon mallilla. Käytetty FINAGE-malli perustuu Honkatukian julkaisemaan malliin¹²³, jota on monin osin kehitetty vuosien varrella. Kansantaloudellisen vaikutustarkastelun lähtökohtana on ollut tunnistaa muutokset bruttokansantuotteeseen (BKT:hen) ja työllisyyteen.

FINAGE-mallin vaikutusarviot on tehty erilaisille toimintokokonaisuuksille, joissa on tunnistettu olevan potentiaalia kiertotalouden kannalta. Valittujen toimintokokonaisuuksien vaikutuksia raaka-ainekulutuksen ja kasvihuonekaasupäästöihin kokonaistalouden tasolla arvioitiin liittämällä FINAGE-mallin tuottamiin kotimaisiin toimialoittaisiin tuotoksiin sekä tuotekohtaiseen tuontiin ja vientiin ENVIMATscen-mallista¹²⁴ saadut raaka-aineiden käytön ja kasvihuonekaasupäästöjen kertoimet. Raaka-aineiden kulutus (RMC = raw material consumption) vastaa mittaustavoiltaan EU:n vastaavaa käsitettä¹²⁵. Raaka-ainekulutus saadaan, kun kotimaiseen raaka-aineiden ottoon luonnosta lisätään tuonnin sisältämä raaka-aineiden otto ulkomailla ja siitä vähennetään viennin sisältämä raaka-aineiden otto. Kasvihuonekaasupäästöissä laskettiin samalla tavoin kulutuksen päästöt lisäämällä kotimaisiin päästöihin tuonnin sisältämät päästöt ja vähentämällä viennin aiheuttamat päästöt. Kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjä voidaan kutsua myös talouden hiilijalanjäljeksi.

EnvimatScenin laskelmien tuloksiin on lisätty erikseen kierrätyksen ja materiaalien korvausten kautta saavutettavat päästövähennykset ja raaka-aineiden kulutusten vähennykset siltä osin kuin panos-tuotomalli ei ole pystynyt ottamaan niitä huomioon. Nämä lisäykset selviävät liitteestä 4.

Toimintokokonaisuuksien arviointien lähtökohtana on ollut tunnistaa ne tavaroiden ja palveluiden rahamääräiset virrat, joita kiertotalous koskettäisi sekä ne toimenpiteet, joita jouduttaiisiin toteuttamaan potentiaalien hyödyntämiseksi. Työssä on arvioitu seuraavat kiertotaloutta edistävät toimintokokonaisuudet:

- 1) Ruokahävikin vähentäminen
- 2) Ravinnekierron tehostaminen sekä biokaasun tuotannon lisääminen ja liikennekäyttö
- 3) Kotimainen kalarehun tuotanto sekä kalankasvatuksen lisääminen
- 4) Härkäpavun viljely
- 5) Tekstiilien uudelleenkäyttö sekä muovien, elektroniikkalaitteiden ja talorakennusjätteiden kierrätyksen lisääminen
- 6) Liikenteen uusien käyttömuotojen edistäminen
- 7) Metsäteollisuuden materiaalitehostuminen 20 %:lla

¹²³ Honkatukia, J. 2009. The Vattage Regional Model VERM – a dynamic, regional, applied general equilibrium model of the Finnish economy. Research reports 171, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus

¹²⁴ Koskela, S., Mäenpää, I., Mattila, T., Seppälä, J., Saikku, L., Korhonen, M.-R., Suorsa, M., Österlund, H., Hippinen, I. 2013. Suomen talouden materiaalivirrat vuonna 2008 ja resurssitehokkuuden tehostamisen vaikutukset vuoteen 2030. Ympäristöministeriön raporteja 26.

¹²⁵ Eurostat 2016. Material flow accounts - flows in raw material equivalents. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Material_flow_accounts_-_flows_in_raw_material_equivalents

Kokonaisuudet on valittu pitkälle olemassa olevan lähtötiedon saatavuuden perusteella. Tarkastelukokonaisuudet 1, 3, 4 ja 7 perustuvat pitkälti Sitran selvityksiin¹²⁶. Kohdat 2, 5 ja 6 perustuvat tämän hankkeen aikana muodostettuihin skenaarioihin.

Kokonaisuuksien vaikutuksia on arvioitu ”kumulatiivisesti”, siten, että kaikkien potentiaalien oletetaan toteutuvan samanaikaisesti. Vaikutuksia verrataan talouden kehitykseen vuoteen 2030 asti ulottuvalla perusuralla. Perusura ottaa huomioon monia kiertotalouteen läheisesti liittyviä kehityskulkuja, ennen kaikkea vuodelle 2020 asetettujen EU:n ilmasto- ja energiapolitiittisten tavoitteiden toteuttamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Vuoden 2030 tavoitteet sen sijaan ovat edelleen auki, eikä niistä tässä ole tehty arvauksia. Myöskään rakennepoliittisten toimien vaikutuksia ei tässä erikseen arvioida, vaikka ne vaikuttavatkin jonkin verran perusuraan.

Tarkastelu on toteutettu siten, että kiertotalouden potentiaaliset vaikutukset on kohdennettu niille toimialoille ja niihin hyödykkeisiin, jotka kussakin kokonaisuudessa ovat kvantifioitavissa. Monien muutoksien oletetaan toteutuvan siksi, että kuluttajien tai yritysten käyttäytymisessä tapahtuu jostain syystä muutoksia. Tällöin niihin ei liity suoria kustannuksia ja on selvää, että ne ovat silloin lähtökohtaisesti positiivisia myös kansantalouden kannalta. Myös osa investoinneista vaatisi toteutuakseen joko investoijien valmiutta hyväksyä markkinatuottoa alempi tuotto investoinneilleen tai vaihtoehtoisesti julkista investointitukea tuottaakseen markkinoihin verrattavan tuoton. Toisaalta kyse voi olla myös sääntelyn aiheuttamista esteistä, joiden purkaminen muuttaisi käyttäytymistä. Näitä mahdollisuuksia on tutkittu tarkemmin luvussa 4.

Taulukko 1 kuvaa näitä taloudellisen tarkastelun peruslähtökohtia. Ruokahävikin väheneminen esimerkiksi on lähtökohtaisesti kuvattu sekä kaupan, ravintola-alan että kotitalouksien elintarvikkeiden kysynnän laskuna. (Ruokahävikin taloudelliseen tarkasteluun ei ole sisällytetty alkutuotannon ruokahävikin vähenemistä). Taulukossa 2 näkyy puolestaan mille toimialoille välittömät vaikutukset kohdistuisivat – ruoan tapauksessa siis elintarviketeollisuuteen ja alkutuotantoon. Monet kiertotalouden vaikutuksia koskevat arviot eivät vie tarkastelua tämän pidemmälle. Tässä käytetyssä, mallipohjaisessa tarkastelussa vaikutukset ulottuvat kuitenkin koko kansantalouteen. Niinpä esimerkiksi elintarvikkeiden kysynnän lasku heijastuu kuluttajien ostovoimaan nostavasti ja tämä välittyy koko kulutukseen tulovaikutuksen kautta: kysyntä kohdistuu muille hyödykkeille. Kysynnän muutokset näkyvät myös tuotteiden tasapainohinnoissa, jotka välittyvät sekä muille toimialoille että kansantalouden ulkoiseen tasapainoon.

Ravinnekierron tehostaminen näkyy sekä epäorgaanisten lannoitevalmisteiden kysynnän muutoksena, investointeina ravinteiden keräämiseen tarkoitettuihin teknologioihin ja logistiikkaan ja biokaasulaitoksiin sekä ajoneuvokannan muutoksina, kun biokaasua aletaan hyödyntää ajoneuvojen käyttövoimana ja lämmön tuotannossa. Tämä vaikuttaa ajoneuvojen hintaan ja energiamarkkinoihin mutta myös kotitalouksien ostovoimaan käyttövoimapaletin ja autokannan muuttuessa perusuraan verrattuna. Biokaasun potentiaalinen toteutuminen vuoteen 2030 mennessä ajoneuvojen käyttövoimana on tässä arvioitu VTT:n TransSmart-ohjelman tulosten perusteella, jossa vasta reilut kymmenen prosenttia potentiaalista olisi käytössä. Biokaasun käytön päästövähennysten arviointiperusteet on esitetty liitteessä 4.

¹²⁶ Sitra 2014. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 84. Libris, Helsinki.

Aho, M., Pursula, T., Saario, M., Miller, T., Kumpulainen, A., Päällysaho, M., Kontiokari, V., Autio, M., Hillgren, A., Descombes, L., 2015. Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja mahdollisuudet Suomelle. Gaia Consulting Oy ja Sitra.

Kalarehun tuotanto kotimaassa heijastuu välittömästi sekä kalastukseen, orgaanisten lannoitevalmisteiden tuotantoon että rehunalostukseen – joka on osa elintarviketeollisuutta – mutta se vaikuttaa myös suoraan kansantalouden ulkoiseen tasapainoon kotimaisen rehun korvatta kalajauhon tuontia. Härkäpavun viljelyn lisääminen näkyy puolestaan maanviljelyksen kasvuna ja lisäinvestointeina sekä typpilannoitteiden käyttöä vähentävänä ja kotimaista tuotantoa koskevinä muutoksina.

Tekstiilien uudelleenkäyttö sekä muovien, elektroniikkajätteiden ja talonrakennusjätteiden kierrätyksen lisääminen vaikuttaa moniin toimialoihin. Kierrätyksen lisääminen edellyttää mitattavia investointeja kierrätystoimialalla. Tekstiilien kysyntä laskee kuluttajien muuttaessa kulutustottumuksiaan, mutta samanaikaisesti kierrätystekstiilit muodostuvat tekstiiliellisuudessa tuontia syrjäyttäväksi raaka-aineeksi nykyistä laajemmin. Kierrätysmuovi syrjäyttää tuontimateriaaleja kemian teollisuudessa ja elektroniikkajätteestä saatu kierrätysmetalli puolestaan metallien valmistuksessa käytettyjä ja tuotettuja jalometalleja. Tekstiilien uudelleen käytön ja kierrätyksen vaikutusten arviointiperusteet kasvihuonekaasupäästöihin ja raaka-aineen kulu- tukseen on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 1. Skenaarioiden taloudellisten tarkasteluiden peruslähtökohdat.

	Ruokahävikki	Kierrätys- lannoitteet ja biokaasu liik- teessä	Kalarehu	Härkäpapu	Kierrätys	Liikenteen uudet käyttö- muodot	Metsä- teollisuus- den materi- aalitehos- tuminen
Alkutuotanto		Kotimaisten orgaanisten lannoitevalmis- teiden kysyntä kasvaa	Lannoitteiden käyttö laskee, kalankasvatus ja kalastus laajenevat	Rehun tuonti laskee, uutta viljelyalaa otetaan käyt- töön			
Elintarviketeollisuus			Kalajauho- tehdas				
Metsäteollisuus							Ligniinin käyttö
Kemian teollisuus					Kierrätys- muovin tuonti		
Kierrätys ja jätteenkäsittely		Biokaasun tuotanto kas- vaa			Muovin, tekstiili- en ja elektroni- kan kierrätys		
Ajoneuvojen myynti ja huolto							
Vähittäiskauppa	Elintarvikkeiden kysyntä laskee						
Ravintola-ala	Elintarvikkeiden kysyntä laskee						
Kuljetuspalvelut						Energia- tehokkuus paranee	
Kotitaloudet	Elintarvikkeiden kysyntä laskee				Tekstiilien ky- syntä laskee	Liikenne- suorite laskee, ajoneuvokan- nan kasvu hidastuu	

Taulukko 2. Skenaariotarkastelun kokonaisuuksien taloudelliset kytkennät toimialoihin.

	Ruokahävikki	Kierrätys-lannoitteet ja biokaasu liikenteessä	Kalarehu	Härkäpapu	Kierrätys	Liikenteen uudet käyttömuodot	Metsäteollisuus
Alkutuotanto	Elintarvikkeiden kysyntä laskee		Orgaaniset lannoitevalmisteet kalankasvatus, kalastus,	Rehun tuonti, uusi viljelyala			Puun kysyntä laskee
Elintarviketeollisuus	Elintarvikkeiden kysyntä laskee		Kalajauho-tehdas				
Tekstiiliteollisuus					Tekstiilien kysyntä laskee, kierrätystekstiilien käyttö kasvaa		
Öljynjalostus		Biokaasu syrjäyttää bensiniä					
Metsäteollisuus							Puun käyttö tehostuu
Kemian teollisuus					Kierrätysmuovi syrjäyttää tuontia		
Metallien valmistus					Kierrätysmetallin saatavuus paranee		
Kierrätys ja jätteenkäsittely		CHP ja biokaasu kaasulaitoksista			Kierrätysmateriaalien tuotanto kasvaa		
Sähkön ja lämmön tuotanto		Lämmön kysyntä laskee					
Rakentaminen		Investoinnit kaasu-laitoksiin ja kierrätykseen	Investoinnit kalajauhotehtaaseen ja dioksiinin poistolaitokseen	Investoinnit maatalouden	Investoinnit kierrätykseen		
Ajoneuvojen myynti ja huolto						Ajoneuvojen myynti laskee	
Vähittäiskauppa	Elintarvikkeiden kysyntä laskee						
Ravintola-ala							
Kuljetuspalvelut						Energiatehokkuus	
Kotitaloudet						Liikennesuorite, ajoneuvokanta	

Liikenteen uusien käyttömuotojen osalta arvio perustuu Ilmastopaneelin Suositusskenaarioon¹²⁷, jossa vuoteen 2030 mennessä olisi jo toteutunut merkittäviä muutoksia ennen kaikkea autojen yhteiskäytössä. Tässä yhteydessä ei kuitenkaan arvioitu muutosten vaikutuksia esimerkiksi työmatkakuluvähennyksiin, mutta vaikutukset heijastuvat autokaupan hidastumisena ja polttoaineiden kysynnän laskuna moniin sektoreihin. Metsäteollisuuden tehostumista on arvioitu ligniinin käytön tehostumisena, joka tehostaa puun käyttöä metsäteollisuudessa.

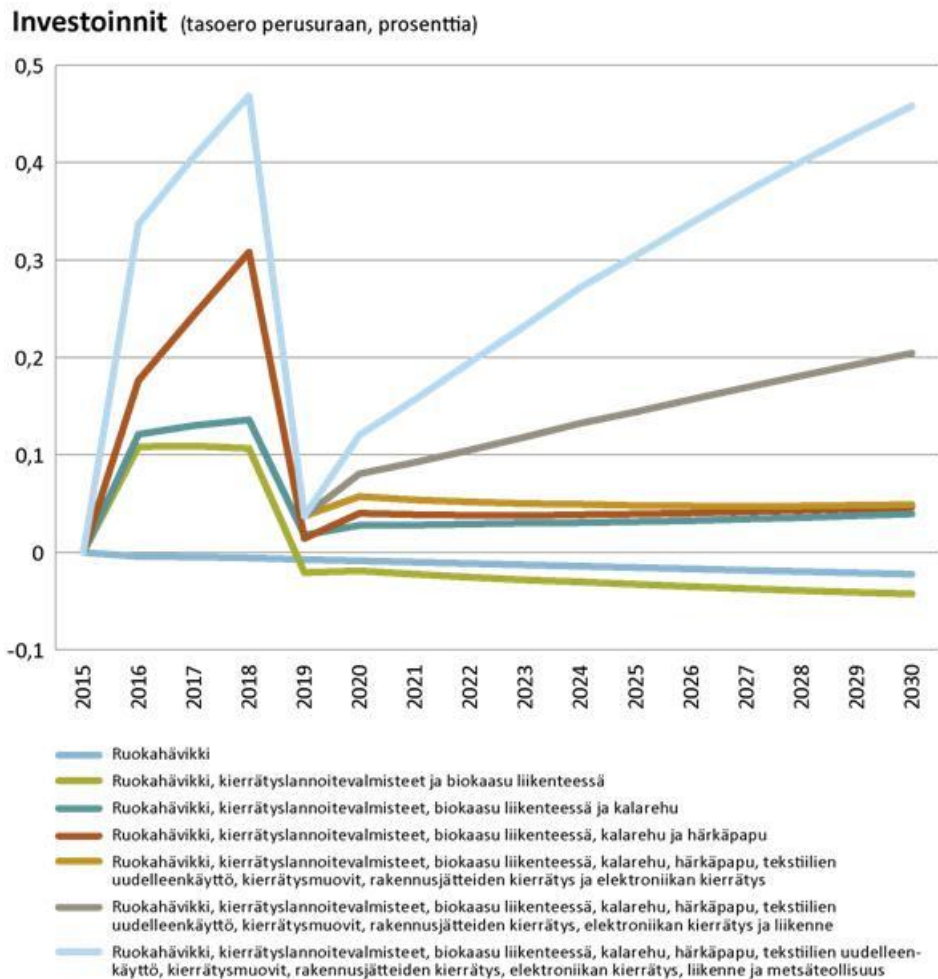
Skenaarioissa käytetyt taustatiedot ja oletukset on esitetty yksityiskohtaisesti liitteessä 4.

¹²⁷ Liimatainen, H., Nykänen, L., Rantala, T., Rehunen, A., Ristimäki, M., Strandell, A., Seppälä, J., Kytö, M., Puroila, S., Ollikainen, M., 2015. Tarve, tottumukset, tekniikka ja talous – Ilmastomuutoksen hillinnän toimenpiteet liikenteessä. Ilmastopaneeli. 95 s.

5.2 Vaikutusarvioiden tulokset

5.2.1 Investointien vaikutukset

Kansantaloudellisia vaikutuksia on luontevaa tarkastella toisaalta niiden taustalla olevien muutosten, toisaalta koko kansantalouden tasolle ulottuvien vaikutusten kautta. Ruoan hävikin vähenemistä ja metsäteollisuuden materiaalien käytön tehostumista lukuun ottamatta kaikkiin skenaarioihin arvioidaan liittyvän kohtalaisen suuria lisäinvestointeja. Vaikka investointien tarve on tiedossa, niiden ajoituksesta ei ole tarkkaa tietoa. Tässä oletetaan, että investoinnit toteutettaisiin tämän hallituskauden aikana, jolloin valtaosa toimialojen tasolla tapahtuvista muutoksista toteutuisi vuosikymmenen loppupuolella. Kuvaan 5 on kuvattu skenaarioissa toimialojen tasolla vaadittavien investointien vaikutuksia kokonaisinvestointeihin. Kuten kuviosta näkyy, nostavat tarvittavat lisäinvestoinnit investointien tasoa koko kansantaloudenkin tasolla merkittävästi lähes kaikissa skenaarioissa. Poikkeuksen tekevät kaksi ensimmäistä skenaariota, joissa kotimainen kysyntä suuntautuu ajan mittaan aiempaa työvoimaintensiivisempiin tuotteisiin. Yksittäisistä investoinneista suurimpia ovat ravinnekierron parantamiseksi vaadittavat investoinnit kierrätyksessä ja biokaasun valmistuksessa, kalarehun käytön merkittävän lisäämisen vaatimat investoinnit kalajauhotehtaaseen, dioksiinin poistolaitokseen ja kalankasvatukseen sekä etenkin härkähävin vaatimat lisäinvestoinnit maataloudessa. Liikenteen tehostumisesta ei tässä oleteta aiheutuvan investointitarvetta, vaikka on



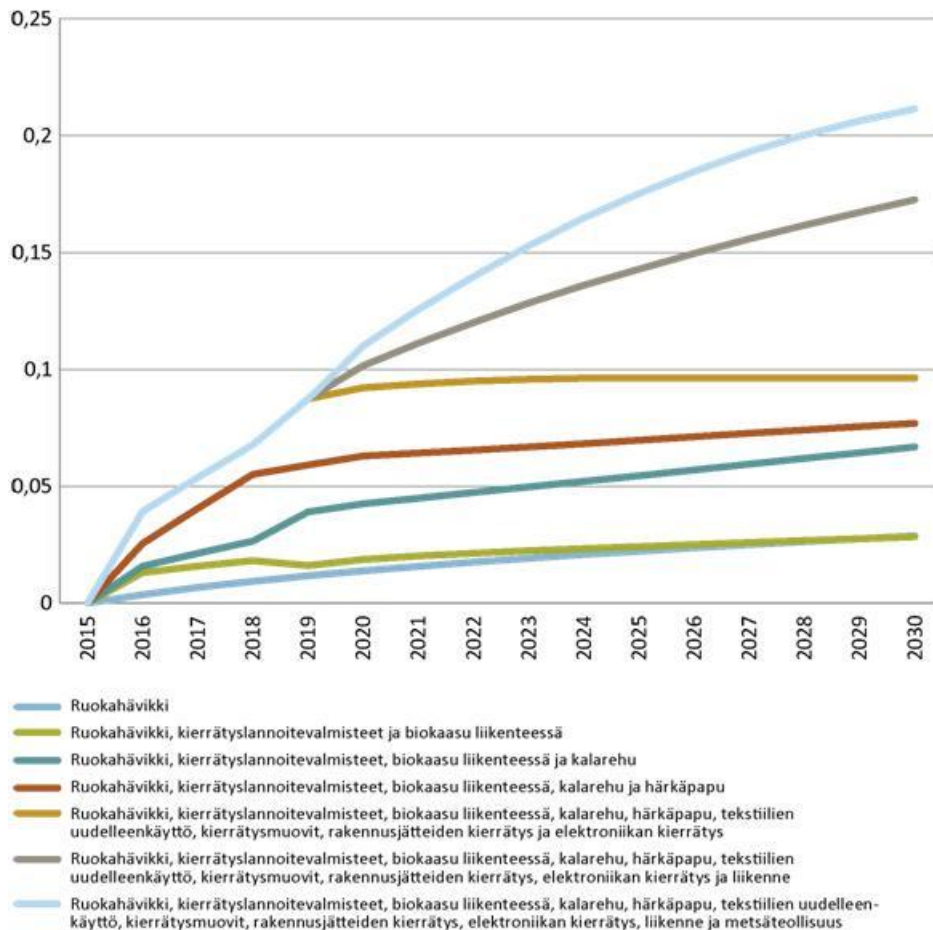
Kuva 5. Kiertotalouden vaikutukset investointeihin.

selvää, että infrastruktuuriin jouduttaisiin investoimaan – tällä hetkellä ei kuitenkaan ole käytettävissä tietoa siitä, mihin investoinnit tulisi kohdistaa. Myöskään metsäteollisuuden uusien prosessien vaatimista investoinneista ei ole tällä haavaa tarkempaa tietoa.

5.2.2 Työllisyysvaikutukset

Kuvassa 6 tarkastellaan skenaarioiden vaikutuksia työllisyyteen. Eri skenaarioiden yhteisvaikutus on 5000 lisätyöpaikkaa. Tarkastelussa oletetaan, että työllisyyden lyhyen aikavälin kehitykseen vaikuttaa reaali-palkkojen hidas sopeutuminen ja toisaalta työttömyyden ero tasapainotyöttömyyden tasosta. Pidemmällä aikavälillä työllisyys voi kasvaa, koska työttömyysaste on lähtökohtaisesti korkea, jolloin palkkaneuvotteluissa hyväksytään reaali-palkkojen tuottavuuskehitystä maltillisempi nousu. Tarkastelun lähtökohtana olevassa skenaariossa työllisyys ei hallituskauden aikana olisi vielä pitkän aikavälin tasapainotasollaan, jolloin kaikki skenaariot kohentavat työllisyyttä juuri tarkastelun alkuvuosina. Merkittävä kasvun lähde on investointien vaikutus rakennus- ja liikenteen alalla, mutta työllisyys kasvaa myös alkutuotannossa ja palvelualoilla. Edellinen vaikutus johtuu alkutuotannon kasvusta perusuraan nähden, jälkimmäinen taas yksityisen kulutuksen kasvusta, jonka kotitalouksien kasvavat tulot mahdollistavat. Kiertäysskenaariossa työllisyyden kasvua rajoittaa kotitalouksien kysynnässä tapahtuva muutos, joka ohjaa kysyntää palveluiden suuntaan. Kun palvelut ovat työvoimavaltaisia, pyrkii palkkataso tässä skenaariossa (ja sitä seuraavissa skenaarioissa) nousemaan edellisiä selvemmin, mikä vaikuttaa työn kysynnän kasvuun sekä palveluissa että vientiteollisuudessa.

Työllisyys (tasoero perusuraan, prosenttia)



Kuva 6. Kiertotaloustoimenpiteiden vaikutukset työllisyyteen.

5.2.3 Vaikutukset bruttokansantuotteeseen

Kuvissa 7 ja 8 tarkastellaan kiertotalouden vaikutuksia kansantuotteeseen vuonna 2030. Rahamääräisesti mitattuna eri skenaarion osa-alueiden vaikutukset bruttokansantuotteeseen ovat:

1) Ruokahävikin vähentäminen	226 milj. €
2) Ravinnekierron tehostaminen sekä biokaasun tuotannon lisääminen ja liikennekäyttö	-4 milj. €
3) Kotimainen kalarehun tuotanto sekä kalankasvatuksen lisääminen	233 milj. €
4) Härkäpavun viljely	82 milj. €
5) Tekstiilien uudelleenkäyttö sekä muovien, elektroniikkalaitteiden ja talorakennusjätteiden kierrätyksen lisääminen	87 milj. €
6) Liikenteen uusien käyttömuotojen edistäminen	479 milj. €
7) Metsäteollisuuden materiaalitehostuminen	613 milj. €
Yht.	1 715 milj. €

Kuva 7 esittää hajotelman kansantuotteen tarjontaerien vaikutuksesta kansantuotteen tasoon perusuraan verrattuna. Ruokahävikin pienentyminen siis kasvattaa kansantuotetta vajaan 0,1 prosenttia perusuraan verrattuna vuoteen 2030 mennessä, ja tästä vaikutuksesta noin puolet, 0,05 prosenttiyksikköä, on peräisin teknologisesta kehityksestä, kun ennen kaikkea kauppa ja hotelli- ja ravintola-ala tuottavat palvelunsa aiempaa pienemmällä elintarvikkeiden kulutuksella.

Kierrätyslannoitevalmisteet ja liikenteen biopolttoaineet -skenaariossa kansantuotteen kasvu jää alkuvuosina pieneksi ja kääntyy jopa negatiiviseksi lisäinvestointien takia. Pidemmällä aikavälillä yksityinen kulutus kasvaa ja talouden aktiviteetti suuntautuu enemmän palvelusektoreille. Ravinneskenaariossa viennin kasvusta ja tuonin laskusta tuleva lisä jää suureksi osaksi siksi ruokahävikkiskenaariota pienemmäksi. Investoinnit jäävät perusuraa alemmalle tasolle kun talous muuttuu vähemmän pääomavaltaiseksi. Biokaasun potentiaali pidemmällä aikavälillä huomattavasti suurempi mutta vaatii myös lisäinvestointeja autokantaan ja jakeluinfrastruktuuriin. 2020-luvulla kasvu riippuu autokannan uusiutumisen lisäkustannuksista, joita tarkastellaan liikenneskenaariossa.

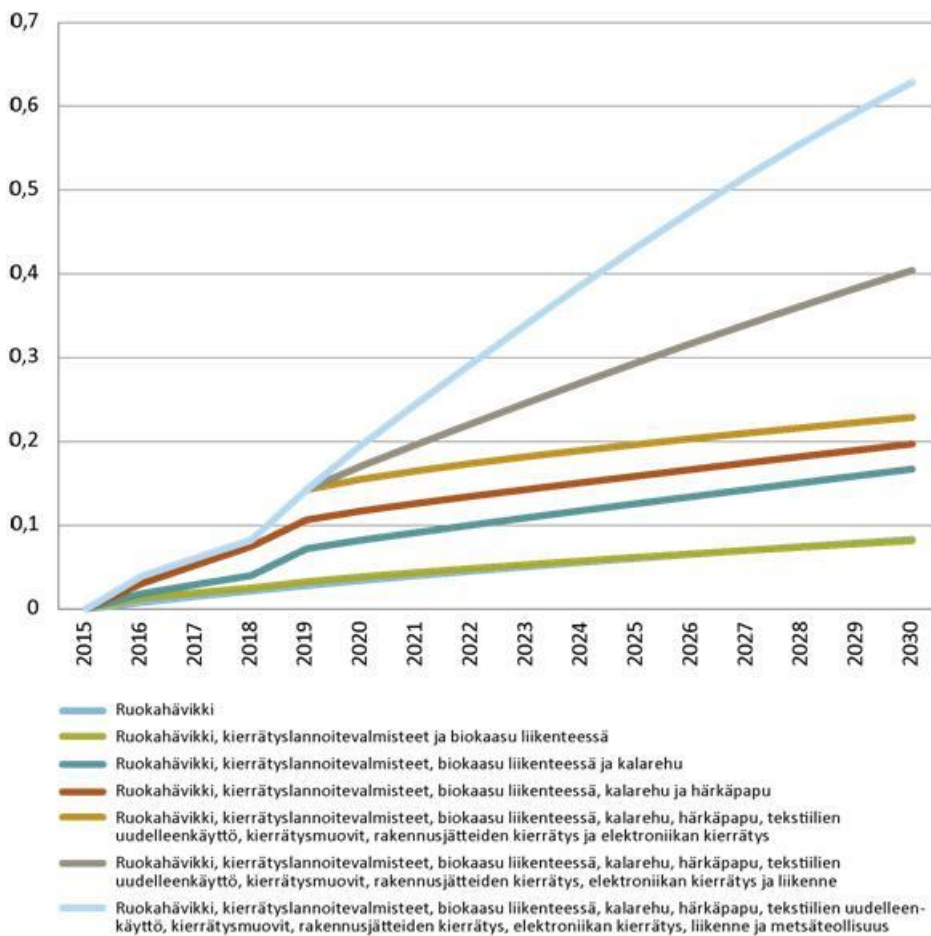
Sekä kalarehun käytön että härkäpavun käytön lisäämiseen liittyy suurehkoja investointeja, mikä näkyy pääomakannan ja työllisyyden kasvukontribuutioina. Kierrätyksen lisääntyminen vaatii sekin lisäinvestointeja, mutta osa uusista kierrätysmateriaaleista kilpailee osittain kotimaisen tuotannon kanssa, minkä lisäksi skenaariossa syntyy edellä jo mainittua kustannusten nousupainetta palvelualueiden kasvun myötä. Liikenneskenaariosta näkyy selvästi, että liikenteen potentiaali on hyvin merkittävä muihin verrattuna, mikä kuvastaa sekä kuljetusten merkitystä elinkeinoelämän kilpailukykyyn että kotitalouksien ostovoimaan. Kotitalouksien ostovoimaa laskee skenaariossa autokannan muutoksen lisäkustannus – muun muassa biokaasun käytön lisääntymisestä johtuva - mutta tätä kompensoi liikennemäärien kasvun hidastuminen ja energiatehokkuuden paraneminen. Metsäteollisuusskenaariossa vaikutukset kohdistuvat lähinnä alkutuotantoon ja metsäteollisuuteen, joissa uudet teknologiat lisäävät tuottavuutta merkittävästi ja mahdollistavat perusuraa selvästi suuremman tuotannon.

Kuvan 8 perusteella suurin osa kiertotalouden vaikutuksista syntyy uuden teknologian tuottavuusvaikutuksista. Kuvasta näkyy myös, kuinka kasvava osa kansantuotteen kasvusta syntyy pääomapanoksen kasvusta mutta myös työpanoksen kasvun kautta. Kaikkiaan kiertotalou-

den tuoma lisäkasvu on hieman yli 0,6 prosenttia perusuran kansantuotteeseen verrattuna. Kiertotalous ei siis näyttäydy mullistavana muutoksena ainakaan vuoden 2030 tasolla, mutta lisäkasvu olisi toisaalta riittävä kompensoidakseen lähes kokonaan päästöjen rajoittamisesta kansantaloudelle aiheutuvat lisäkustannukset. Niinpä kiertotalous näyttäytyy positiivisena mahdollisuutena laajemmassa ympäristöpolitiikan kokonaisuudessa.

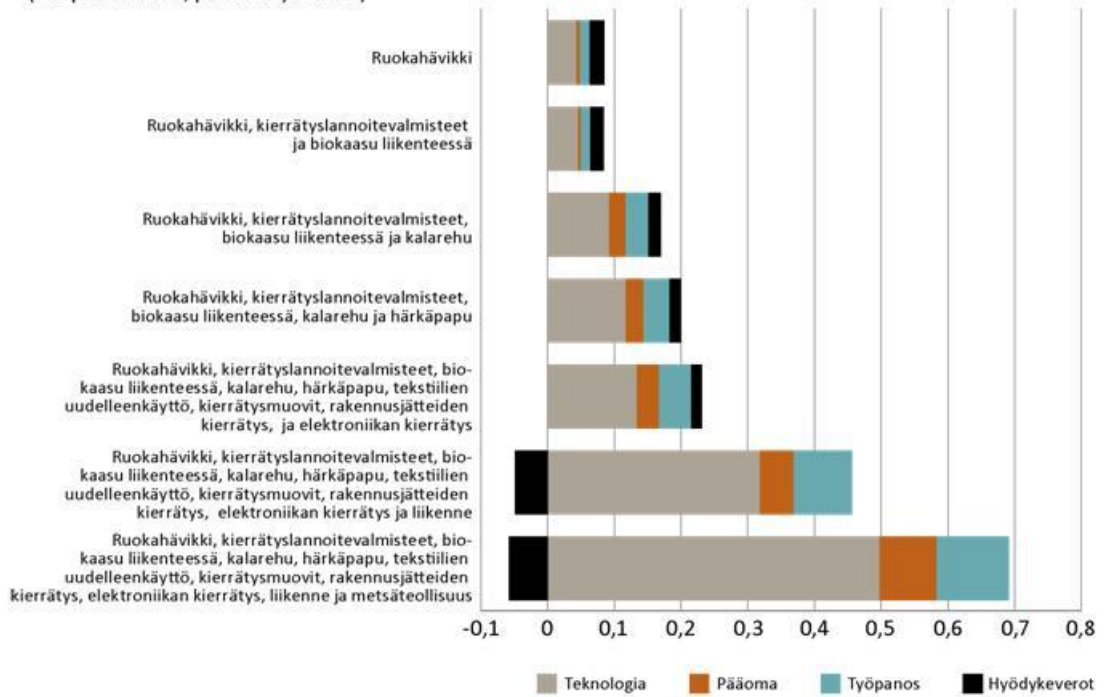
Herkkystarkasteluna arvioitiin vielä, kuinka suuren tuen uusien teknologioiden vaatimat investoinnit tarvitsisivat toteutuakseen. Arviomme mukaan siihen vaadittaisiin noin 400 miljoonan tuki hallituskauden aikana. Kuten tunnettua, tuen vaatiman rahoituksen kerääminen aiheuttaa yhteiskunnalle noin 1,5-kertaisen hyvinvointitappion. Kiertotalouden tuotto ylittää kuitenkin tämänkin kustannuksen, jolloin sen yhteiskunnallinen vaikutus jäisi joka tapauksessa positiiviseksi.

Kansantuote (tasoero perusuraan, prosenttia)



Kuva 7. Kiertotaloustoimenpiteiden vaikutukset kansantuotteeseen.

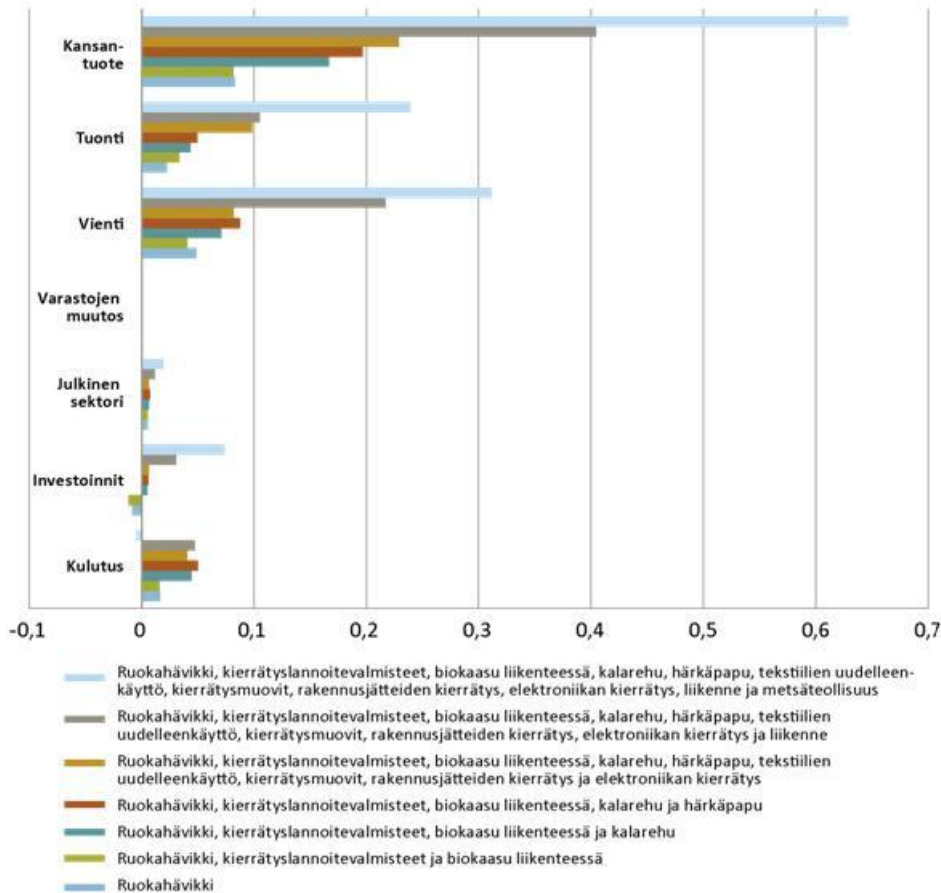
Kiertotalouden vaikutukset kasvukontribuutioihin (ero perusurasta, prosenttiyksikköä)



Kuva 8. Kiertotalouden vaikutukset kansantalouden kasvuun (ero perusurasta).

Kuvassa 9 on kuvattu skenaarioiden vaikutuksia vuoteen 2030 mennessä kansantuotteen käytön näkökulmasta. Kuvassa näkyy, että kotitalouksien kulutuksen kontribuutio jää suhteellisen pieneksi. Kiertotalouden tuontia syrjäyttävä vaikutus sen sijaan on suuri ja heijastaa sitä, että monissa skenaarioissa tuontivälituotteita korvataan kotimaisilla, osin uusilla tuotteilla. Kierrätyskkenaariossa tämä vaikutus on kaikkein suurin. Sen sijaan liikenteen ja metsäteollisuuden tehostuminen ei juuri syrjäytä tuontia.

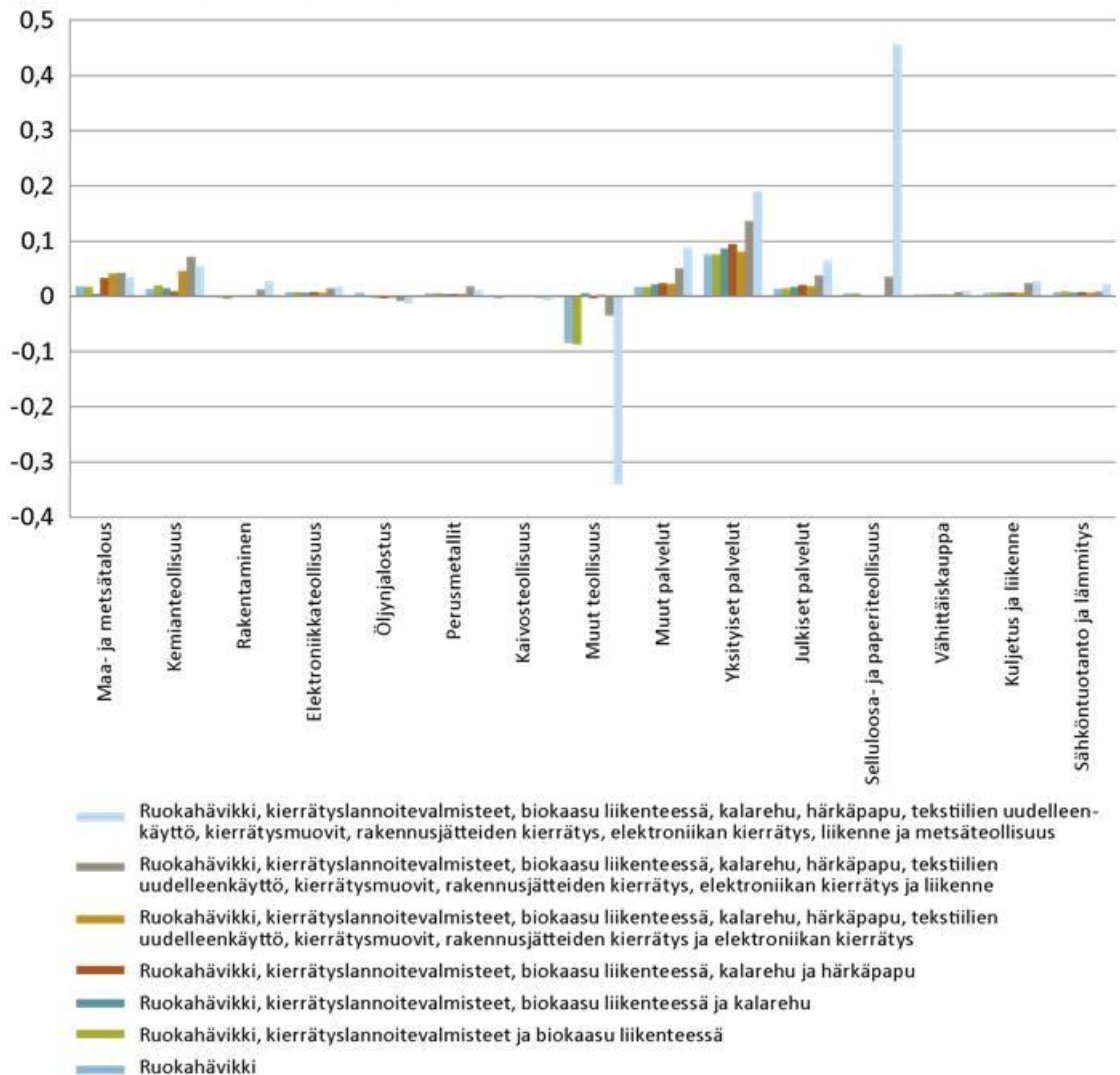
Kiertotalouden vaikutukset kasvukontribuutioihin (ero perusrasta, prosenttiyksikköä)



Kuva 9. Kiertotaloustoimenpiteiden vaikutukset kansantalouden kasvuun (ero perusrasta).

Skenaarioiden kohdentumista voidaan tarkastella myös talouden rakenteen kannalta. Kuvaan 10 on koottu 15 ryhmään aggregoitujen hyödykkeiden käytön kontribuutio kansantuotteeseen vuonna 2030 perusuraan verrattuna. Kuvasta näkyy, että alkutuotannon ja kemianteollisuuden tuotteiden käyttö kasvattaa kansantuotetta perusuraan verrattuna, mikä johtuu sekä ravinnekierron tehostamisen ja kalarehun käytön kasvattamisen että härkäpavun viljelyn vaikutuksista. Rakentamisen kontribuutio on sekin positiivinen ja heijastaa investointien vaikutusta. Öljynjalostuksen osalta vaikutus on lievästi negatiivinen johtuen kotimarkkinakysynnän pienemisestä. Muu teollisuus käsittää elintarviketeollisuuden ja sille ruoan hävikin pieneminen näyttäytyy negatiivisena, kun taas kotimaisen rehun tuotannon kasvu härkäpapuskenaarissa lisää elintarviketeollisuuden tuotteiden kysyntää. Silmiinpistävintä on kuitenkin yksityisten palvelujen kontribuution kasvu, jonka takana on pääosin kotitalouksien kulutuskysynnän rakenteessa tapahtuvat muutokset kierrätyskenaariossa ja liikenne- ja metsäteollisuuskenaariossa. Kun nämä toimialat ovat työvoimaintensiivisiä, niiden kasvu heikentää toisaalta myöskin suhteellisesti työvoimaintensiivisemmän muun teollisuuden kasvumahdollisuuksia. Liikenneskenaariossa taas liikenteen tehostuminen kompensoi työvoimakustannusten nousupainetta. Ligniiniskenaariota dominoi metsäteollisuuden voimakas kasvu, mutta siinäkin kasvu vetää myös palvelut mukaansa.

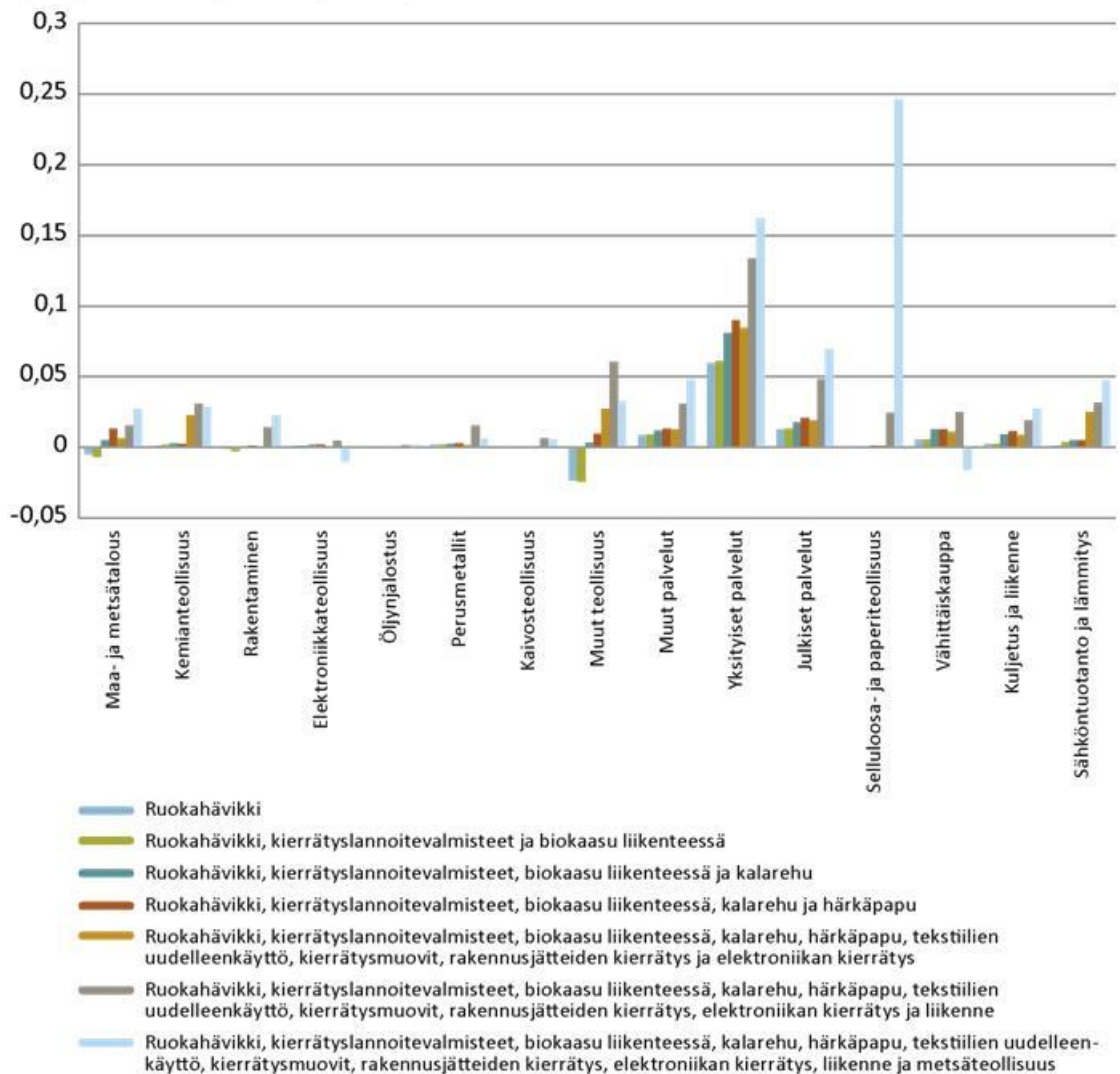
Kiertotalouden vaikutus hyödykkeiden kasvukontribuutioihin (ero perusuraan, prosenttisyksikköä)



Kuva 10. Kiertotalouden vaikutus hyödykkeiden kasvukontribuutioihin.

Kuvaan 11 on koottu vielä toimialarakenteen muutosta kuvaavat arvonlisän kasvukontribuutiot vuonna 2030. Arvonlisä ei vastaa suoraan hyödykeryhmittäistä jakoa, koska tarkastelussa otetaan huomioon se, että merkittävä osa esimerkiksi monista liike-elämän palveluista tuotetaan teollisuuden toimialoilla. Arvonlisän näkökulma ei merkittävästi muuta hyödykkeiden kautta tehdyn tarkastelun yleiskuvaa, ja niin alkutuotanto, kemianteollisuus, yksityiset palvelut ja liikenne näyttävät kansantuotteen kasvun kannalta kiertotalouden tärkeimpinä toimialaryhminä.

Kiertotalouden vaikutus toimialojen kasvukontribuutioihin (ero perusurasta, prosenttiyksikköä)



Kuva 11. Kiertotalouden vaikutus toimialojen kasvukontribuutioihin.

5.2.4 Vaikutukset luonnonvarojen käyttöön ja kasvihuonekaasupäästöihin

Taulukossa 3 on esitetty eri kiertotaloustoimien laskennalliset vaikutukset raaka-aineiden kulutukseen vuonna 2030. Vaikutukset on laskettu sarjana siten, että ensin on laskettu Ruoka toimenpiteen mallitulosten erotus talouden perusuran tuloksiin, sen jälkeen on lisätty Ravinne toimenpide ja laskettu sen tulosten erotus Ruoka toimenpiteen sisältämiin tuloksiin jne. Siten Yhteensä -sarake sisältää kaikkien tarkasteltujen toimien yhteisvaikutuksen.

Kokonaistalouden tasolla toimenpiteen välilliset vaikutukset voivat olla vastakkaiset toimenpiteen alkuperäisiin vaikutuksiin. Jos toimenpide kiihdyttää talouskasvua, lisääntyvien investointien raaka-ainekulutus voi ylittää toimenpiteen alkuperäisen raaka-ainekulutusta vähentävän vaikutuksen. Samoin esimerkiksi kustannustasoa alentavat toimenpiteet lisäävät talouden ulkoista kilpailukykyä ja siten kasvattavat vientiä. Taulukon 3 tuloksissa Ruoka, Ravinne ja biokaasu, Kierrätys, Liikenteen uudet käyttömuodot ja Metsäteollisuus -toimenpideryhmät vähentävät kokonaistalouden raaka-ainekulutusta, mutta sen sijaan Kalarehu ja Härkäpapu -

toimenpiteet lisäävät kokonaistalouden raaka-ainekulutusta. Toimenpiteet yhteensä vähentävät raaka-ainekulutusta 2 193 Mkg. Vähennys on 1,0 % EnvimatScen-mallin vuoden 2015 RMC-tasosta. Koska toimenpiteet saavat yhteensä 0,6 % lisäyksen BKT:ssä, materiaalityöntuottavuus kasvaa 2,0 prosentin verran vuoteen 2015 verrattuna. Skenaariossa käytettyyn perusuraan verrattuna raaka-aineen kulutuksen muutokset olivat kotimaan otossa +0,5 %, tuonnissa +0,0 %, viennissä +1,5 % ja RMC:ssä -0,7 %. Koska toimenpiteet saavat yhteensä 0,6 % lisäyksen BKT:ssä perusuraan nähden, materiaalityöntuottavuus kasvaa 1,3 prosentin verran vuoteen 2030 mennessä.

Taulukossa 4 on esitetty kiertotaloustoimien laskennalliset vaikutukset talouden hiilijalanjälkeen vuonna 2030. Härkäpapu toimenpidettä lukuun ottamatta muut toimet pienentävät hiilijalanjälkeä. Hiilijalanjälki on siis tässä yhteydessä sama kuin kulutuksen kokonaiskasvihuonekaasupäästö CO₂-ekvivalenttina laskettuna (Kulutus = Kotimaan tuotanto + tuonti – vienti). Hiilijalanjälkivähennys on kiertotalousskenaariota seurauksena noin 3,4 % EnvimatScen-mallin vuoden 2015 hiilijalanjälkitasosta. Skenaariossa käytettyyn perusuraan verrattuna kasvihuonekaasupäästöjen muutokset olivat kotimaassa -0,6 %, tuonnissa -0,7 %, viennissä +1,6% ja hiilijalanjäljessä -2,6 %.

Taulukko 3. Kiertotaloustoimien vaikutus raaka-aineiden kulutukseen kokonaistalouden tasolla vuonna 2030, Mkg. Raaka-aineiden kulutus = kotimainen otto + tuonti – vienti.

	Ruoka	Ravinne ja biok.	Kalarehu	Härkä- papu	Kierrätys	Liikenne käyttöm.	Metsäteol- lisuus	Yhteensä
Kotimainen otto	48	-44	120	60	-213	1139	284	1394
Tuonti	-43	-75	-2	-109	-48	547	146	416
Vienti	281	-50	107	87	-101	1 791	1888	4003
Raaka-aineiden kulutus (RMC)	-276	-68	11	-136	-160	-105	-1459	-2 193

Taulukko 4. Kiertotaloustoimien vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin kokonaistalouden tasolla vuonna 2030, Mkg CO₂ ekv. Hiilijalanjälki = kotimaan tuotanto + tuonti – vienti.

	Ruoka	Ravinne ja biok.	Kalarehu	Härkä- papu	Kierrätys	Liikenne käyttöm.	Metsäteol- lisuus	Yhteensä
Kotimaan tuotanto	-35	-339	116	53	-377	-53	213	-422
Tuonti	-40	-30	-18	-23	-77	25	-240	-403
Vienti	92	-14	105	39	-1	348	409	978
Hiilijalanjälki	-166	-354	-8	-9	-453	-377	-437	-1 803

Luonnonvarojen käyttöön ja kasvihuonekaasupäästöihin liittyvät tulokset ovat vain suuntaa-antavia, koska mallin kuvauskyky on hyvin karkea. Tulokset heijastavat myös mallissa olevuksina käytettyjä vaikutusketjuja. Kalarehu -toimenpiteen kokonaistalouden raaka-ainekulutusta lisäävä vaikutus johtuu siitä, että ko. toimenpide saa välillisesti aikaiseksi taloudessa uutta aktiiviteettia, joka käyttää entiseen tapaan luonnonraaka-aineita. Lopputulos olisi toinen, jos koko yhteiskunnassa tapahtuisi materiaalityöntuotannosta samanaikaisesti. Todettakoon, että Kalarehu ja Härkäpapu -toimenpiteissä ei ole kyse kierrätyksen lisäämisestä tai materiaalien käytön tehostamisesta, vaan uuden kotimaisen raaka-aineen käyttöönotosta. Liikenteen uusien käyttömuotojen raaka-aineen panosten kasvu sekä kotimaassa että tuonnissa johtunee mallissa nimenomaan kansataloudessa tapahtuvan yksityisen palvelutoiminnan kasvun aiheuttamista "rebound"-vaikutuksista.

Kasvihuonekaasulaskelmien suurimmat epävarmuudet liittyvät kierrätyksen päästölaskelmiin. Kierrätysyhötyjä (ks. liite 4) on lisätty tuotos-panosanalyysin tuloksiin erikseen jälkikäteen siltä osin jos ne ovat puuttuneet panos-tuotostarkastelussa. Malli saattaa siksi lisäyksineen hieman yliarvioida kierrätyksen ilmastohötyjä, mutta toisaalta harvinaisten metallien neitseellisen oton ja prosessoinnin välttämistä ei ole otettu elektroniikkakierrätyksen tarkastelussa huomioon. Toiminnasta aiheutuu todennäköisesti melko suuria kasvihuonekaasupäästöyhötyjä. Asian selvittäminen edellyttää tässä työssä käytettyä menetelmää yksityiskohtaisemman elinkaari pohjaisen menetelmän käyttöä.

Myönteiset kasvihuonekaasupäästövaikutukset kotimaassa kulminoituvat biokaasun tuotannon lisäämiseen ja sen liikennekäyttöön sekä muovinkierrätykseen. Biokaasun liikennekäytön ja sen kautta vältetyn lannan metaanipäästön yhteisvaikutus päästövähennykseen on skenaariossa 0,5 % Suomen vuoden 2015 kasvihuonekaasupäästöistä. Muovinkierrätyksen vastaava osuus vältettyine energiatuotantovaikutuksineen on 1,2 %. Kierrätysmuovit energiatuotantovaikutuksineen vastaavat Tekstiilien uusiokäyttö ja kierrätys –toimenpiteen kasvihuonekaasuvähennyksestä yksinään lähes 90%. Jos biokaasun teknis-taloudellisesta potentiaalista pystytäisiin ohjaamaan liikennekäyttöön kaksi kolmasosaa, kasvihuonekaasupäästöt vähentyisivät kokonaisuudessaan kotimaassa 2,5 % vuoden 2015 tilanteeseen verrattuna. (Nyt laskelmissa on reilut 10 % biokaasun liikennekäyttöpotentiaalista mukana vuoteen 2030 mennessä.)

5.3 Tulosten vertailua muiden tutkimusten tuloksiin

Tässä esitetty kiertotalousskenaario ei kata kaikkea yhteiskuntamme kiertotalouspotentiaalia, vaan tuo näkyviin ainoastaan tässä yhteydessä valittujen kokonaisuuksien yhteisvaikutukset. Tämän kokonaisuuden arvioitu euromäärinen kansantuotelisäys vuoteen 2030 mennessä on noin 1715 miljoonaa euroa. Arvio on samaa suuruusluokkaa kuin Sitran teettämän selvityksen¹²⁸ antama arvio kiertotalouden arvosta, joka oli 1475 miljoonaa euroa. Arviointimenetelmä ja skenaariopohja ovat kuitenkin erilaisia.

Sitran selvityksen kiertotalouden mahdollisuudet muodostuivat seuraavista kokonaisuuksista:

1) konepajateollisuus	375 milj. €
2) metsäteollisuus	230 milj. €
3) ruokahävikin minimointi	165 milj. €
4) jakamistalous ja second-hand markkinat yksityisessä kulutuksessa	450 milj. €
5) kiinteistökannan käyttöasteen parantaminen	255 milj. €

Lisäksi Sitran ravinnekiertoa koskevassa selvityksessä¹²⁹ laskettiin seuraavat arvot:

1) Lannoitevuokraukset	70 milj. €
2) Härkäpavut tuontisoijan korvaajana	50 milj. €
3) Kalarehun käytön lisääminen	40 milj. €
4) Biokaasun tuotannon lisääminen	150 milj. €

¹²⁸ Sitra 2014. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 84.

¹²⁹ Aho, M., Pursula, T., Saario, M., Miller, T., Kumpulainen, A., Päällysaho, M., Kontiokari, V., Autio, M. & Hillgren, A., 2015. Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 99.

Yhteensä Sitran arviot tekevät 1785 miljoonaa euroa.

Tässä työssä Sitran kanssa samoja kiertotalousosioita olivat metsäteollisuus (materiaalitehostuminen sivuvirtojen seurauksena), ruokahävikin minimointi, härkäpavut tuontisoijan korvaajana sekä kalarehun kotimainen tuotanto. Lisäksi laskettiin biokaasun tuotannon lisäämisen vaikutuksia, mutta osin Sitran työstä poikkeavin taustaoletuksin. Yhteisten osuudet muodostavat 36 % Sitran kokonaisarviosta.

Tässä työssä arvioitiin myös Sitran työstä puuttuvia kokonaisuuksia:

- 1) Tekstiilien uudelleenkäyttö sekä muovien, elektroniikkalaitteiden ja talorakennusjätteiden kierrätyksen lisääminen
- 2) Liikenteen uusien käyttömuotojen edistäminen

Menetelmällisten erojen takia tuloksia ei kuitenkaan pidä arvioida tarkkaan toisiaan vasten. Vaikka kokonaisarvion suuruusluokka on sama, eroja löytyi yhteisissä kiertotaloustoimenpiteissä. Metsäteollisuuden materiaalitehostumisen paraneminen johti tässä selvityksessä yli 2,5-kertaiseen kansantuotehyötyyn siihen nähden mitä Sitran selvitys esitti. Toisaalta tämä selvitys antoi saman suuruusluokka-arvion ruokahävikki- ja ravinne/biokaasu –toimenpiteiden talousvaikutukselle kuin Sitran selvitykset.

Jos eri töiden yhteisistä kokonaisuuksista lasketaan keskiarvo, ja siihen lisätään puuttuvien osuuksien kansantaloushyödyt ja tulos muutetaan vuoden 2015 hintoihin (FINAGEssa luvut vuoden 2008 hinnoin, muutos kertomalla 1,13:lla), kansatalouden kasvuksi saadaan 2900 milj. euroa.

Kiertotalouden merkitystä Suomen kansantaloudelle on arvioitu kokonaisvaltaisesti Rooman klubin selvityksessä¹³⁰. Siinä Suomelle oli asetettu kolme kehitysskenaariota vuoteen 2030 nähden muiden tutkimuksessa mukana olleiden maiden (Espanja, Hollanti, Ranska, Ruotsi) tapaan. Skenaariot koskivat uusiutuvaa energiaa, energia- ja materiaalitehostumista. Kokonaisvaikutukset olivat seuraavat: - 68 % kasvihuonekaasupäästöissä, >+ 75 000 työpaikkaa ja >+1,5 % kansantuotetta.

Kokonaistulokset eivät ole kuitenkaan vertailukelpoisia tämän selvityksen kanssa. Rooman klubin selvityksessä uusiutuvan energian ja energiatehostumisen skenaariot on laitettu kiertotalouden alle, jolloin kiertotalouskäsite kattaa koko ilmasto- ja energiapolitiikan toiminta-alueen. Selvityksen materiaalitehostumisskenaario, jossa oletettiin tapahtuvan 25 % yleinen tuotannon materiaalitehostuminen, antaa paremman pohjan tulosten vertailuun tämän työn kanssa. Materiaalitehostumisskenaariot Suomelle olivat: - 4 % kasvihuonekaasupäästöissä, >+ 50 000 työpaikkaa ja > +1 % kansantuotetta.

Tässä työssä arvioidut toimintokokonaisuuksien vaikutukset pelkästään Suomessa olivat vuoteen 2030 mennessä: - 0,6 % kasvihuonekaasupäästöistä, 5000 työpaikkaa ja + 0,6 % lisäys kansantuotetta kun vertailutilanteena on skenaariossa käytetty perusura. Jos katsotaan koko kansantalouden aiheuttamaa hiilijalanjälkeä tuonti- ja vientinäkökohdat mukaan lukien, niin kiertotalousskenaariot vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä 2,6 %.

Rooman klubin selvityksen skenaario- ja arviointimenetelmäpohja on hyvin erilainen kuin tässä työssä käytetty arviointimenetelmä. Rooman klubin selvitys perustui tuotos-

¹³⁰ Wijkman, A., Skånberg, K. 2015. The Circular Economy and Benefits for Society Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency. Club of Rome.

panosanalyysiin. Kasvihuonekaasupäästöjen, työllisyyden ja bruttokansantuotteen osalta kiertotalouden aiheuttamat muutosten suunnat ovat kuitenkin kummassakin työssä samanlaisia. Toisaalta tämän selvityksen tulokset antavat erilaisen indikaation bruttokansantuotteen nousun ja työpaikkojen muutosten välisestä suhteesta. Muutokset työllisyydessä näyttäisivät kuitenkin olevan todennäköisesti pienempiä kuin mitä Rooman klubin selvitys näyttää. Tämä johtuu siitä, että tässä työssä käytetty arviointimetodologia tuo esiin myös kiertotaloudessa häviävät toimijat ja niiden vaikutukset kansantalouteen monipuolisemmin. Lisäksi tarkastelussa on huomioitu, että kiertotalouden vaikutuksesta säästetty raha kulutetaan muualla ja näin osa kasvihuonekaasupäästöistä hyödyistä mitätöityy rebound-vaikutuksen takia.

Kasvihuonekaasupäästöjen vertailua vaikeuttaa epäselvyys siitä, että koskevatko Rooman klubin selvityksen päästövähennys vain kotimaan päästöjä tai kansantalouden aiheuttamaa hiilijalanjälkeä. Todennäköisesti Rooman klubin arvio koskee vain kotimaan päästöjä. Vertailukelpoisuutta vähentää myös se, että tämän hankkeen tulokset pitävät sisällään myös bio-kaasun käytön tuottamat kasvihuonekaasupäästöhyödyt, kun ne on otettu todennäköisesti huomioon Rooman klubin selvityksessä uusituvan energian skenaariossa.

6 SYNTEESI

6.1 Kiertotalouden sisällöstä

Kiertotalous kokoaa joukon erilaisia vanhoja ja uusia tieteellisiä viitekehyksiä ja käytännön toimia, jotka ovat tähdänneet resurssien käytön tehostamiseen yhteiskunnan eri osa-alueilla. Kiertotalouden perusajatus voidaan pelkistää taloudelliseen malliin, jossa yhteiskunnan materiaalien käyttö ja hukka on minimoitu ja niiden arvo säilyy tehokkaiden kiertojen avulla mahdollisimman pitkään.

Kiertotalouden nykyinen sisältö perustuu pitkälti Ellen MacArthur -säätöön tulkintaan, mutta se saa koko ajan uusia painotuksia tuoreiden kokemusten ja tutkimustulosten myötä. Kiertotalous liittyy moniin muihin käsitteisiin ja on osin päällekkäinen niiden kanssa. Näitä käsitteitä ovat muun muassa vihreä kasvu ja talous¹³¹, jakamistalous¹³² ja biotalous¹³³. Vihreä talous on käsitteenä laajempi kuin kiertotalous ja kattaa mm. sosiaalisen hyvinvoinnin näkökulmia¹³⁴. Jakamistalous puolestaan kuuluu kiertotalouden alle. Kiertotalouden ja biotalouden suhde on vielä osin muotoutumassa. Kuvan 2 perusteella voidaan kuitenkin nähdä, että biologiset materiaalit ovat olennainen osa kiertotaloutta. Tosin kuvan vasen, ”vihreä”, kiertotalouspuoli on selvästi kuvattu vain peltoraaka-aineen näkökulmasta.

Metsäbiomassan, jota on prosessoitu puusta, kierrot löytyvät etenkin kuvan 2 teknisten materiaalien puolelta. Esimerkiksi metsäbiomassaan pohjautuvat kuidut ovat moneen kertaan kierrätettäviä ja niiden kierrätysasteet ovat korkeat. Sellupohjaiset tuotteet voivat korvata puuvillaa ja öljypohjaisia kuituja tekstiileissä ja siksi niihin liittyy samat kiertotalouden kiertonäkökulmat erityisesti tuotteiden käyttöikä pidentämällä kuin muihin tekstiileihin. Myös mekaanisesti valmistetut puutuotteet voidaan liittää teknisten materiaalien kiertoihin (kunnostaminen, uudelleen käyttö, uudelleen valmistus, kierrätys), eivätkä niiden kierrot liity ainoastaan puumateriaalien kaskadikäyttöön. Lisäksi uudet metsäteollisuudet tuotteet (esim. komposiitit, kemikaalit ja fotonikkaa palvelevat komponentit) avaavat uusia mahdollisuuksia toteuttaa teknisten materiaalien kiertoja.

Kiertotalouden periaatteet luovat käytännössä selkeät puitteet myös biotalouden tuotteiden ja palveluiden kehittämiseksi. Tämän takia ainakin tuotantoon orientoitunutta biotaloutta voidaan suurelta osin pitää kiertotalouden osana.

Edellä mainittu tulkinta on linjassa myös kiertotalouden periaatteen kanssa, jossa biopohjaisilla raaka-aineilla pyritään korvaamaan uusiutumattomiin luonnonvaroihin liittyviä kiertoja (ks. kohta 2.1). Korvaamiseen ei kuitenkaan pidä ryhtyä, jos biopohjaisten materiaalien ja tuotteiden

¹³¹ Vihreällä kasvulla tarkoitetaan vähähiilisyteen ja resurssitehokkuuteen perustuvaa, ekosysteemien toimintakyvyn turvaavaa taloudellista kasvua, joka edistää hyvinvointia ja sosiaalista oikeudenmukaisuutta. (Antikainen ym. 2013. Vihreän kasvun mahdollisuudet. Valtioneuvoston kanslian raporttisarja 4/2013).

¹³² Jakamistalous (sharing economy) viittaa yhteiseen tai yhteisölliseen kuluttamiseen, käyttöön ja tuotantoon ja omistajuuteen suhtautumisen muutokseen. (Lahti, V.-M. & Selosmaa, J. 2013. Kaikki jakoon! Kohti uutta yhteisöllistä taloutta. Sitra, Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu.

¹³³ Suomen biotalousstrategian mukaisesti biotaloudella tarkoitetaan taloutta, joka käyttää uusiutuvia luonnonvaroja ravinnon, energian, tuotteiden ja palvelujen tuottamiseen. Biotalous vähentää riippuvuutta fossiilisista luonnonvaroitteista, ehkäisee ekosysteemien köyhtymistä sekä luo uutta talouskasvua ja uusia työpaikkoja kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti. (TEM, MMM ja YM. 2014. Kestävää kasvua biotaloudesta. Suomen biotalousstrategia).

¹³⁴ EEA. 2016. Circular economy in Europe – developing the knowledge base. EEA report No 2/2016.

den avulla ei saavuteta uusiutumattomiin luonnonvaroihin perustuviin raaka-aineisiin ja tuotteisiin nähden suurempia ympäristöhyötyjä. Kaikissa käyttökohteissa uusiutumattomia luonnonvaroja ei myöskään voida korvata uusiutuvilla luonnonvaroilla kohteeseen asetettujen toiminnallisten vaatimusten takia.

Kiertotalouden ympäristöhyötyjä ei ole kattavasti arvioitu EU:n kiertotalouspaketissa tai muissa kiertotaloutta koskevissa selvityksissä. Kiertotalouden itsestään selvänä lähtökohtana on kuitenkin pidetty sitä, että mitä paremmin materiaalihäviöiden sulkeminen onnistuu, sitä paremmin vahvistuu paikallinen työllisyys ja sitä vähemmän ympäristölle aiheutuu haittaa. Kaikissa tapauksissa ei välttämättä näin ole, minkä takia väittämä vaatii jatkossa tuekseen selkää tutkittua tietoa, jotta kiertotalouden vaikuttavuutta ympäristöasioissa voitaisiin vahvistaa.

Tämän selvityksen perusteella näyttäisi siltä, että kiertotalous pystyisi vastaamaan globaaleihin ympäristöhaasteisiin lyhyellä aikavälillä parhaiten kiinnittämällä huomio haitallisten materiaalikierrojen korvaamiseen haitattomimmilla materiaalikierroilla. Tavoitteena tulisi olla puhtaat ja energiatehokkaat kierrot. Tällä tarkoitetaan sitä, että kiertoihin liittyvä energia on tuotettu vähäpäästöisillä tavoilla ja itse materiaalista ei pääse kiertojen aikana ympäristöön haitallisia aineita. Materiaalien ei tule sisältää sellaisia aineita tai aineiden tai materiaalien yhdistelmiä, jotka vaikeuttavat materiaalien uusiokäyttöä ja kierrätettävyyttä.

Puhtailla ja energiatehokkailla kierroilla saavutetaan helposti suuria korvaushyötyjä aikaisempiin materiaalikierroihin nähden. Tämä avaa suuria mahdollisuuksia muun muassa uusiutuvalle metsäteollisuudelle, joka pystyy jatkossa biopohjaisilla tuotteilla korvaamaan muun muassa muovin käyttöä pakkauksissa ja muissa tuotteissa. Erityisen suuria kasvihuonekaasupäästöhyötyjä voitaisiin saada, jos nanosellusta valmistetut materiaalit pystyisivät korvaamaan teräksen käyttöä auto- ja rakennusteollisuudessa¹³⁵.

6.2 Kiertotalouden toimintaympäristön vahvistaminen

Kiertotalouden toimintaympäristö muodostuu kysynnästä ja tarjonnasta. Materiaalikierrojen sulkemisella ja muilla kiertotalouden malleilla ei ole menestymisen mahdollisuuksia, jos niistä saatavilla lopputuotteilla ei ole kysyntää. Koska nykyiset markkinat ja niitä ohjaavat politiikat ja sääntelymekanismit eivät vastaa kiertotalousmallia, pitää sellaista kysyntää vahvistaa, joka suuntaa yritysten toimintaa kiertotaloustuotteiden ja -palveluiden alueelle. Poliittikatoimilla (luku 4) on mahdollisuus vahvistaa kiertotalouden liiketoimintamallien toimintaedellytyksiä (luku 3). Muutoksen vauhdittamiseksi tarvitaan sekä uusia poliittikatoimia että olemassa olevien kehittämistä.

Jos lisätään kotimaista kiertotalouden mukaista kysyntää, on suomalaisten yritysten mahdollista saada samalla referenssejä ratkaisuilleen. Kiertotaloustuotteet ja -palvelut voivat myös vahvistaa yritystoimintamme osaamis pohjaa ja kilpailukykyä kansallisilla ja kansainvälisillä markkinoilla. Näin ollen yhteiskunnan erilaisia toimia on syytä suunnata niin, että ne edistävät kiertotalousratkaisujen kysyntää. Näitä toimia ovat erityisesti taloudelliset ohjauskeinot (verot, tuet), normiohjaus, julkiseen kulutus (investoinnit, julkiset hankinnat), vapaaehtoiset keinot, tiedollinen ohjaus sekä kaavoitus ja muu maankäytön ohjaus. Lähtökohtaisesti kierto-

¹³⁵ Esimerkiksi teräspalkkien ja -putkien kasvihuonekaasupäästöt ovat RT ympäristöselosteen mukaan 1090 grammaa hiilidioksidiekvivalenttia valmistettua tuotekiloa kohti. Arvioissa on mukana kierrätysteräksen osuus. Nanosellusta valmistun vastaavan putken elinkaarisista kasvihuonekaasupäästöistä ei ole vielä arvioita, mutta ero saattaa olla monikertainen nanosellupohjaisen tuotteen eduksi.

talouteen nojautuvan liiketoiminnan tulisi siirtymäajan jälkeen olla kannattavaa ilman taloudellisia tukia. Monet kiertotaloustoimet ovat jo taloudellisesti kannattavia eri toimijoille ilman yhteiskunnallista tukea. Nykyisin toteuttamiskelpoisten kiertotalousratkaisujen hyötyjä tulee tuoda aktiivisesti esiin yhteiskunnassa, jotta yritykset, hallinto ja kuluttajat toimivat omaehtoisesti asian edistämisen eteen. Hyvätkään käytännöt eivät leviä, jos niiden hyötyjä ei tiedosteta.

Nykyiset materiaalitehokkuuden edistämiseen pyrkivät politiikkatoimet kohdentuvat ennen kaikkea kiertotalouden ”ulkokaariin” eli jättepolitiikkaan. Tuotepoliittinen ohjaus sen sijaan kohdistuu etupäässä energian kulutukseen ja muihin ympäristönäkökulmiin kuin materiaalien käyttöön. Kiertotalouden edistäminen vaatii tuotepoliittikan kehittämistä käsi kädessä jättepolitiikan vahvistamisen kanssa. Toisaalta kiertotalousnäkökulman tulee myös muuttaa sitä tapaa, jolla jättepolitiikan vaihtoehtoja ja ratkaisuja tarkastellaan kunnallisessa ja valtakunnallisessa päätöksenteossa. Jättepolitiikan ja -huollon ratkaisuja on tarkasteltava arvonluonnin maksimoinnin (resurssitehokkuuspalvelut, korjaustoiminta, uusiomateriaalien tuottaminen markkinoille) näkökulmasta.

Kiertotalouteen perustuvan talouden mallin saavuttaminen tarkoittaisi uudenlaisen ohjauksen käyttöönottoa ja vanhan kehittämistä niin, että kannattavaksi tulee myös sellaisia liiketoimintamalleja, joita nykyisen ohjauksen luoma markkinaympäristö ei suosi.

Kiertotalouden ohjauskeskusteluissa on korostunut veroja ja veropohjan rakennetta koskevat muutokset. Lähtökohtana on, että käytetyn materiaalin käyttö pitäisi tehdä neitseelliseen raaka-aineen käyttöä kannattavammaksi. Verotukselliset ratkaisuvaihtoehdot tulisi selvittää huolella niin, että yleisistä ohjauskeinoviitauksista voitaisiin siirtyä keskusteluun siitä, millä edellytyksin systeemimuutos on mahdollinen.

Tuotesuunnittelulla on kiertotaloudessa keskeinen rooli. Vain oikeanlaisen tuotesuunnittelun avulla voidaan varmistaa, että tuotteissa käytetyt materiaalit ovat haitattomia, eroteltavissa ja kierrätettävissä ja että tuotteet ovat pitkäikäisiä, huollettavia ja uudelleenkäytettäviä. Ohjauskeinojen tulisi vahvistaa kiertotalouden periaatteita noudattavan tuotekehityksen toimintaympäristöä. Tuotepoliittikka nivoutuu useisiin eri liiketoimintamalleihin ja tuotteen elinkaaren eri vaiheisiin tuotesuunnittelusta uudelleenkäytettävyyteen ja kierrätettävyyteen. Uusiotuotteet ja kierrätysmateriaalit tulisi saada laatu- ja ympäristönäkökohtien osalta sellaisen tuotemerkinnän piiriin, joka tavoittaa sisäänostajat ja myös tavalliset kuluttajat. Merkinnän tueksi pitäisi olla myös laatonormeja ja siihen liittyviä menettelytapoja. Euroopan komission johdolla kehitetään ympäristöjalanjälkilaskentaa, joka voi tulevaisuudessa tarjota pohjan myös tällaiselle tuotemerkinnälle. Ekosuunnitteludirektiivi on osoittautunut merkittäväksi energiatehokkuuden edistämisen keinoksi, ja sen kehittämistä materiaalitehokkuuden edistämisen suuntaan EU:ssa tulee edelleen selvittää.

Tärkeä askel kohti kiertotaloutta on myös komission pyrkimys kehittää myös tuottajavastuujärjestelmää siten, että kustannusten jaosta tulisi nykyistä läpinäkyvämpää ja paremmin kohdentuvaa. Suomen tulisi edistää koko EU:n kattavan tietojärjestelmän valmistelua kustannustenjaon tueksi. Samalla on huomioitava se, että vapaamatkustus erityisesti etäkaupan kasvassa asettaa kansalliset toimijat kilpailullisesti epäoikeudenmukaiseen asemaan ulkomaisiin toimijoihin nähden ja vaarantaa tuottajavastuujärjestelmän uskottavuuden.

Ympäristösääntelyn keventäminen on monessa yhteydessä tunnistettu yhdeksi kiertotalouden kannalta oleelliseksi politiikkatoimeksi. Keventäminen ei kuitenkaan saa vaarantaa ympäristöturvallisuutta. Ympäristö- ja jätesääntelyn käytäntöjen kehittämällä tulisi vahvistaa uusiomateriaalimarkkinoiden syntymistä. Esimerkiksi ympäristölupajärjestelmän avulla voi

olla mahdollista edistää teollisten symbioosien muodostumista. Tämä tarkoittaa kuitenkin sitä, että samalla kun viranomaistyön neuvontatehtävä korostuu, sen resurssit olisi säilytettävä vähintään nykytasolla. Tämä vähentäisi valtiontalouden säästökertymää, mutta olisi joka tapauksessa huomattavasti edullisempaa kuin esimerkiksi uusien kiertotalouskylien perustaminen tai erillisten neuvontapalvelujen kehittäminen.

Jättemateriaalien sääntelytaakan purkaminen tapahtuu luontevimmin tapauskohtaisten soveltamiskäytäntöjen (ympäristöluvut, End of Waste) kautta, mutta lainkäytön ennakoitavuuden varmistamiseksi uusi lainsäädäntö voi olla tarpeen. Sääntelyn uudistamisessa edelläkävijämaiden (esim. Flanderit ja Iso-Britannia) kokemuksia kannattaa selvittää ja hyödyntää.

Yhteiskunnan materiaalitehostumiseen ja kiertotalouteen perustuvien liiketoimintamallien asemaan markkinoilla vaikutetaan myös muilla yhteiskuntapoliittisilla ratkaisuilla kuin erillisillä kiertotalouden ohjauskeinoilla. Julkinen sektori muokkaa yritysten toimintaympäristöä muun muassa infrastruktuuri-investointien ja julkisen kulutuksen kautta. Kiertotalouteen perustuvaan talouden malliin siirtyminen edellyttää väistämättä myös kiertotaloutta tukevia investointeja paitsi uusissa liiketoimintakonsepteissa myös tuotantotoiminnassa, kunnissa ja muussa julkisessa hallinnossa.

Kiertotalousratkaisujen kysynnän vahvistamisessa julkisilla hankinnoilla on suuri merkitys. Hankintoihin tulisi asettaa kierrätystä ja uusiomateriaalin käyttöä tukevia kriteerejä. Suurista odotuksista huolimatta julkiset hankinnat eivät ole vielä paperituotteita ja pakkausmateriaaleja lukuun ottamatta juuri edenneet. Vaisuun toimintaan löytyy monia syitä, jotka täytyy ratkaista. Ensinnäkin kierrätysmateriaalista valmistettujen tuotteiden ominaisuuksia ei välttämättä tunneta riittävän hyvin julkisen hankkijan tarpeiden näkökulmasta, eikä niille ole olemassa standardia. Niin kauan kuin sitä ei ole, on epäselvää kuka kantaa riskin siitä, ettei hankinta vastaa tarpeeseen. Jos yritykset eivät ota asiassa vastuuta, kiertotaloushankinnoille tulee kehittää samanlaisia mekanismeja, joilla esimerkiksi Euroopan investointipankki pyrkii jakamaan energiatehokkuustoitimenpiteisiin liittyviä riskejä. Julkinen sektori voisi tarjota pilottikohteita, joissa kierrätysmateriaalista valmistettuja tuotteita tai niitä hyödyntäviä ratkaisuja voitaisiin testata.

Kiertotalouden siirtymiseen vaikuttavat olemassa olevan infrastruktuurin luomat polkuriippuvuudet. Aikanaan tehdyt esimerkiksi energia- ja jätehuollossa investoinnit ohjaavat materiaallivirtoja, tuotantoa ja kulutusta niihin. Näiden polkuriippuvuuksien tunnistaminen ja kiertotalouden kannalta negatiivisten riippuvuuksien purkaminen mahdollisuuksien mukaan on tärkeää.

Tällä hetkellä on käytössä lukuisia politiikkatoimia, joiden tehtävänä on edistää jotakin aikanaan tärkeäksi katsottua asiaa, mutta jotka toimivat kiertotaloutta vastaan. Näiden ohjauskeinojen tunnistaminen ja muuttaminen on yhtä tärkeää kuin kiertotaloutta tukevien toimenpiteiden edistäminen. Lisäksi pitäisi tunnistaa alueet, joissa ohjauksen painopisteen pitäisi muuttua toimintaympäristön uusien vaatimusten myötä. Esimerkiksi suurin osa ympäristöpolitiikasta on tähdännyt 2000-luvulle saakka tuotantoprosessien optimointiin. Kiertotaloutta edistävässä ohjauksessa tuotteiden elinkaarinäkökulma tulisi asettaa etualalle. Elinkaarinäkökulma korostaa tuotesuunnittelun merkitystä kokonaisuuden hallinnassa.

Kulutuksen muuttuminen on yksi edellytys kiertotalouden liiketoimintamallien, kuten palveluistamisen, yleistymiselle. Kuluttajien valistusta ja neuvontaa pidetään yhtenä keskeisenä keinona kestävästä tuotepolitiikasta ja kiertotalouden palvelukonseptien edistämisessä. Tuotteiden käyttöä pidentämiseen ja kierrätykseen liittyvien liiketoimintamallien kehittymistä tukevat sellaiset toimintaympäristön muutokset, jotka lisäävät kuluttajien aktiivisuutta näiden palvelui-

den käyttöön. Esimerkiksi visuaalisesti houkuttelevan tai toiminnallisesti uudenlaisen jätteiden keräilymuodon (esim. monilokerokeräys putkikeräys, uudistetut ekopisteet) hienovaraisen työtyöohjauksen (ns. nudge-keinot) vaikutusta lajittelukäyttäytymiseen on syytä tutkia.

Skenaariotarkastelun (luku 5) perusteella suurin osa kiertotalouden kansantuotoksen kasvusta syntyy uuden teknologian tuottavuusvaikutuksista (kuva 6). Tämä korostaa tutkimukselle ja innovaatio toiminnalle myönteisen toimintaympäristön vahvistamista myös kiertotalousnäkökulmasta. Kiertotalouden transitiossa kokeilukulttuurin vahvistaminen ja nopea ja ketterä kokeiluista oppiminen on yksi keino edistää muutosta. Kiertotalouden edelläkävijäalueiden (esim. ”nollajätealueiden”) perustaminen Suomessa vahvistaisi kiertotaloutta tukevaa innovaatioympäristöä ja parantaisi yritysten kiertotalousreferenssikohteiden löytämistä. Nämä alueet voisivat toimia kokeilualustoina myös kiertotalouskysynnän kasvattamisessa. Tällä alueella julkisella hankinnoilla ja kiertotaloutta tukevalla mediaviestinnällä on suuri rooli.

Digitalisaatiolla on suuret mahdollisuudet vahvistaa kiertotalouden toimintaympäristöä sekä kysynnän että tarjonnan näkökulmasta. Avoimen datapolitiikan avulla olisi mahdollisuus muodostaa järjestelmiä, joissa tuotteiden materiaalisältöön, käyttöön, huollettavuuteen ja käsittelyvaatimuksiin liittyvät tiedot ovat avoimesti käytettävissä, jolloin tietoja voidaan hyödyntää niin muiden tuotantoprosessien suunnittelussa kuin uudelleenkäytön, huoltopalveluiden, kierrätyksen ja jätehuollon käsittelymenetelmien kehittämisessä. Tämä olisi olennaista etenkin elektroniikkaa sisältävien tuotteiden kohdalla, sillä ne sisältävät arvokkaita ja harvinaistuvia metalleja. Digitalisaatio ei kuitenkaan saa aiheuttaa kielteisiä ympäristövaikutuksia. Esimerkiksi datakeskusten energiahäviöiden pienentäminen tulee ottaa nykyistä paremmin huomioon digitalisaatiota edistettäessä.

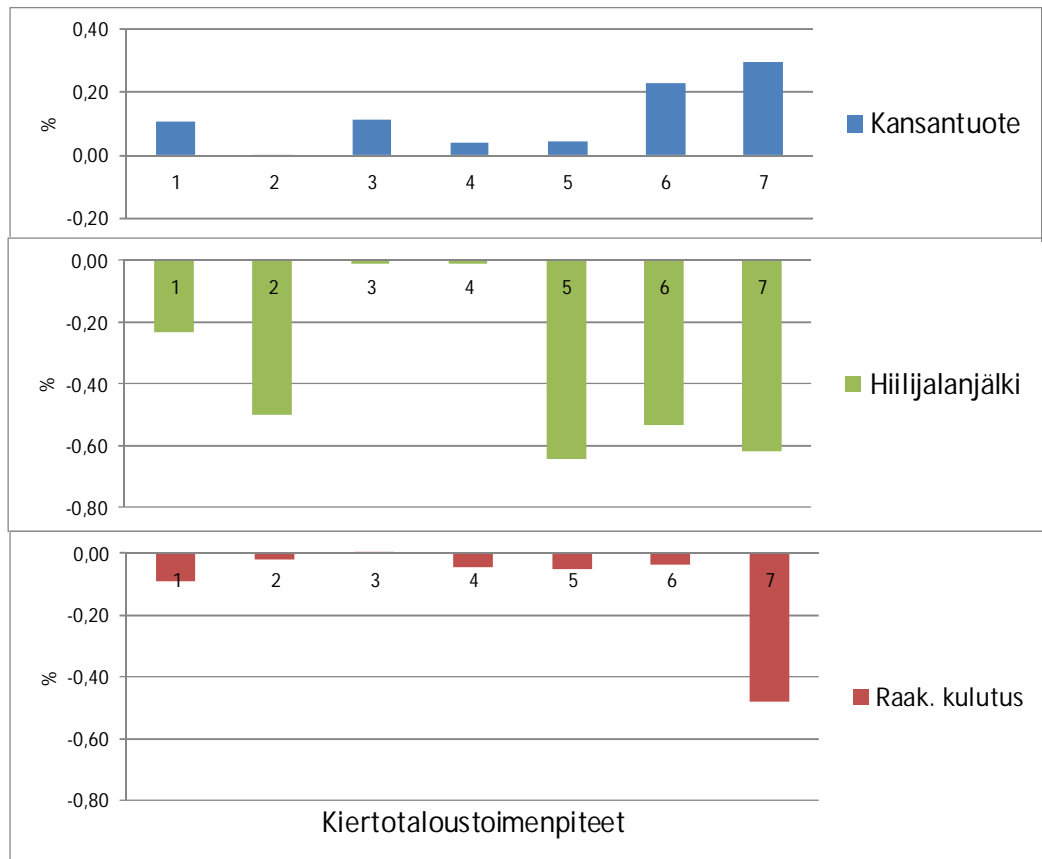
6.3 Kiertotalouden merkitys kansantaloudelle, hyvinvoinnille ja ympäristölle

Tässä työssä tehdyt havainnot ja kansantalouden tasolla tehdyt skenaariotarkastelut puoltavat näkemystä siitä, että kiertotalous on kokonaisuudessaan taloutta vahvistava samalla, kun sen avulla voidaan vähentää luonnonvarojen käyttöä ja niistä aiheutuvia ympäristövaikutuksia (Kuva 12).

Tämän positiivisen näkymän kääntöpuolena on, että kiertotaloudessa kaikki eivät ole voittajia. Materiaalitehostuminen merkitsee joillekin toimijoille väheneviä markkinoita. Tämä ei kuitenkaan saa johtaa tilanteeseen, jossa siirtymistä kohti kiertotaloutta aletaan vastustaa. Muutos kohti kiertotaloutta on tulevaisuuden kestävyysasteiden edessä välttämätöntä ja yhteiskunnan kokonaisuudessaan positiivista.

Kiertotalous on selvästi tärkeä osaratkaisu siirryttäessä kohti vihreää kasvua. Kiertotalous synnyttää kuitenkin materiaalitehostumisen kautta uutta taloudellista aktiiviteettia ja tämä puolestaan aiheuttaa lisääntyvää kuormitusta ympäristölle (nk. rebound-ilmiö). Kehityksen kannalta on olennaista, että yhteiskunnan eri toimijat ottavat käyttöönsä puhdasta tekniikkaa ja toimintamalleja, joilla talouden irtikytkentä haitallisista ympäristövaikutuksista onnistutaan saamaan aikaan tehokkaammin. Kiertotalous ei ole yksinään riittävä ratkaisu.

Mallinnetut kiertotaloustoimenpiteet pienentävät neljä kertaa enemmän koko kansatalouden hiilijalanjälkeä (eli kulutusperäisiä kasvihuonekaasupäästöjä) kuin kotimaan kasvihuonekaasupäästöjä vuoteen 2030 mennessä. Kiertotaloudesta on kuitenkin löydettävissä toimenpitei-



- 1) Ruokahävikin vähentäminen
- 2) Ravinnekierron tehostaminen sekä biokaasun tuotannon lisääminen ja liikennekäyttö
- 3) Kotimainen kalarehun tuotanto sekä kalankasvatuksen lisääminen
- 4) Härkäpavun vijely
- 5) Tekstiilien uudelleenkäyttö sekä muovien, elektroniikkalaitteiden ja talorakennusjätteiden kierrätys
- 6) Liikenteen uusien käyttömuotojen edistäminen
- 7) Metsäteollisuuden materiaalitehostuminen

Kuva 12. Kiertotaloustoimenpiteiden (1-7) arvioidut muutokset kansantuotteeseen, kansantalouden hiilijalanjälkeen ja raaka-aineen kulutukseen (RMC) vuonna 2030, prosentuaalinen muutos (%) kehitykseen, joka muutoin tapahtuisi. Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan kansantalouden kulutusperäisiä kokonaiskasvihuonekaasupäästöjä (Kulutus = Kotimaan tuotanto + tuonti – vienti). RMC (=raw material consumption) on vastaava kansainvälisesti käytetty kulutusperäinen tunnusluku kansantalouden raaka-aineen kulutukselle.

tä kuten orgaanisten jätteiden biokaasun valmistus liikennekäyttöön ja muovin kierrätys, joiden käyttöönottoa tehostamalla voidaan merkittäväällä tavalla vähentää kotimassa tapahtuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Pelkästään näiden toimenpiteiden teknis-taloudellisen potentiaalin hyödyntäminen voisi pienentää Suomen nykyisiä päästöjä noin 4 %.

Toimenpiteiden seurauksena kansantaloutemme materiaalitehokkuus (BKT per materiaalien käyttö) kasvaa 1,3 prosentin verran vuoteen 2030 mennessä. Suurin osa kiertotalouden BKT-vaikutuksista syntyy uuden teknologian tuottavuusvaikutuksista. Skenaariossa kotimaan oton raaka-ainevirrat kuitenkin nousevat, mutta viennin voimistumisen myötä raaka-aineet siirtyvät ulos Suomesta. Kotimaan oton raaka-aineen määrät saadaan kuitenkin alas viennin voimistumisesta huolimatta jos etenkin maa- ja vesirakentamisen kaatopaikalle nykyisin joutuvat ylijäämämaat saataisiin hyötykäyttöön. Ylijäämämaiden määrä vastaa noin 3 % Suomen käyttämästä raaka-ainemäärästä, jossa maa-ainesten oton osuus on noin 16 %.

Kiertotalouden talous-, työllisyys- ja ympäristövaikutusten arviointi on hankalaa. Metodisten valintojen ja lähtötietojen puutteiden lisäksi tuloksiin vaikuttavat arviointiin valittavat kiertotaloustoimenpiteet, niiden aikataulutus ja muodostamat kokonaisuudet keskinäisine riippuvuuksineen. Lopputulos riippuu myös siitä, kuinka kiertotalous loppujen lopuksi ymmärretään ja rajataan. Hanke kuitenkin tunnustaa sen tosiasian, että kasvupotentiaalia ei voida tarkkaan arvioida. Sama koskee kiertotalouden työllisyys- ja ympäristöhyötyjä.

Kiertotalouden perustana oleva ratkaisuhakuisuus johtaa siihen, että tuotteiden omistaminen ei ole keskiössä, vaan tarpeiden tyydyttäminen tapahtuu yhä enemmän erilaisten palvelujen kautta. On kuitenkin muistettava, että palveluiden lisääntyminen ei poista tuotteiden tarvetta ja erilaisia materiaaleja käytetään edelleen. Raaka-aineiden ja tuotteiden maksimaaliseen hyödyntämiseen liittyy jakamistalouden ratkaisut, jotka näkyvät kuluttajien suuntaan hyvinvointia tukevana. Nykyisillä tilastointi- ja luokittelutavoilla nämä eivät näy kokonaisuudessaan bruttokansantuotteen kasvuna.

Tuotteiden huollettavuus ja materiaalien kiertoihin liittyvät uudet liiketoiminnot luovat kotimaahan uutta työtä etenkin paikallisella tasolla ja pitävät työpaikat helpommin kotimaassa kuin vallalla olevassa mallissa, jossa ulkomailta ostetut tuotteet korvautuvat nopeasti uusilla ulkomailta ostetuilla tuotteilla. Materiaalien arvon säilyttäminen kotimaassa mahdollisimman pitkään parantaa vaihtotasetta sekä vähentää riippuvuutta tuonnin materiaaliavaroista ja niihin liittyviä häiriöriskejä.

Uudet innovaatiot kiertotalouden piiriin lukeutuvissa palveluissa ja tuotteissa voivat tarjota huomattavasti merkittävimmän kasvupotentiaalin Suomelle kuin mitä tämän työn skenaariolaskelmissa tai muissa töissä on pystytty hahmottamaan. Tämän työn eräs keskeinen havainto on, että kiertotalouskeskustelussa ei ole painotettu uusien innovaatioiden taloudellisia ja ympäristöllisiä mahdollisuuksia. Nopein tapa vastata ympäristöhaasteisiin on korvata haitallisia materiaalikiertoja vähemmän haitallisilla materiaalikerroilla. Näin synnytyt korvaushyödyt ovat ympäristövaikutuksiltaan todennäköisesti selvästi suurempia kuin kierrätyksen kautta saadut ympäristöhyödyt. Tässä työssä eikä muissakaan kiertotaloutta koskevissa selvityksissä ole pystytty arvioimaan näiden korvaushyötyjen potentiaalia ympäristövaikutusten vähentämisessä. Sama koskee näihin innovaatioihin liittyviä taloudellisia ja työllistäviä vaikutuksia.

Suomelle kiertotalouden uudet, kiertotalouden periaatteita paremmin toteuttavat raaka-aine- ja tuoteinnovaatiot liittyvät etenkin biotalouteen, mutta myös metallurgian alueella on omat mahdollisuutensa.

7 PÄÄTELMÄT JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Kiertotalous on tällä hetkellä synteesi erilaisista vanhoista ja uusista tieteellisistä ajatuksista sekä käytännön toimista, jotka ovat tähdänneet resurssien käytön tehostamiseen yhteiskunnan eri osa-alueilla. Kiertotalous on pelkistetty yleisesti taloudelliseksi malliksi, *jossa yhteiskunnan materiaalien käyttö ja hukka on minimoitu ja niiden arvo säilyy tehokkaiden kiertojen avulla mahdollisimman pitkään*. Tässä työssä esitetään myös lisättäväksi tähän tiivistettyyn määritelmään ”... ja joka minimoi materiaalin käytöstä aiheutuvat ympäristövaikutukset”. Tällöin tulee näkyviin myös kiertotalouteen liitetty ajatus siitä, mitä paremmin materiaalihäviöiden sulkeminen onnistuu, sitä paremmin toteutuvat myös ekologiset tavoitteet.

Kiertotalouteen siirtymisellä on vaikutuksia niin tuotantoon, tuotteisiin, palveluihin, yksityiseen ja julkiseen kulutukseen kuin jätehuoltoonkin. Tuotesuunnittelun, uusien innovaatioiden ja liiketoimintamallien kautta se muuttaa koko olemassa olevan kulutus- ja tuotantoympäristön rakennetta täysin uudelleen. Edelläkävijäyrityksillä on mahdollisuus taloudellisiin menestystarinoihin, mutta systeeminen muutos tulee tarkoittamaan myös menetyksiä niille toimijoille, jotka eivät ole riittävän ketteriä ja sopeudu muutokseen innovatiivisesti ja uusia ratkaisuja tuoden.

Systeemimuutos kiertotalouteen ei tapahdu pelkästään markkinaehtoisesti. Yhteiskunnassamme on lukuisia säännöksiä ja rakenteita, joilla joudutetaan materiaalien arvon alenemista ja niiden poistumista kierroista. Jos markkinalähtöisesti ei synny otollista toimintaympäristöä, tulee uusilla ohjauskeinoilla sekä poistamalla tai kehittämällä vanhoja ohjauskeinoja luoda kysyntää ja tarjontaa kiertotalousratkaisuille.

Nykyiset materiaalitehokkuuden edistämiseen pyrkivät politiikkatoimet kohdentuvat ennen kaikkea kiertotalouden ”ulkokaariin” eli jättopoliittikaan, kun kiertotaloudessa materiaalivirtojen tulisi kiertää vahvemmin ”jätteettömästi”. Käytetyn materiaalin käyttö pitäisi tehdä neitseelliseen raaka-aineen käyttöä kannattavammaksi. Tähän liittyen verotukselliset ratkaisuvaihtoehdot tulisi selvittää huolella. Kiertotaloutta edistävän optimaalisen ohjauskeinovalikoiman löytäminen on haasteellista, sillä eri politiikkatoimilla on hyvin moninaiset vaikutukset toimintaympäristöön ja useita politiikkatoimia tarvitaan samanaikaiseksi muutoksen vauhdittamiseksi.

Yhteiskunnan materiaalitehostumiseen ja kiertotalouteen perustuvien liiketoimintamallien asemaan markkinoilla vaikutetaan myös muilla yhteiskuntapoliittisilla ratkaisuilla kuin erillisillä kiertotalouden ohjauskeinoilla. Julkinen sektori muokkaa yritysten toimintaympäristöä muun muassa infrastruktuuri-investointien ja julkisen kulutuksen kautta. Julkisilla hankintojen roolia tulisi vahvistaa kiertotalouden edistämässä.

Hankkeessa arvioitiin ensi kertaa kiertotalouden vaikutusta kansantaloutemme materiaalien käyttöön samalla kun täsmennettiin kuvaa kiertotalouden vaikutuksia kansantuotteeseen, työllisyyteen ja kasvihuonekaasupäästöihin. Työssä analysoitavaksi valitun kiertotalouskokonaisuuden toimenpiteiden yhteisvaikutuksena bruttokansantuote kasvaa 1,7 miljardia euroa. (0,6 %) ja syntyy 5000 uutta työpaikkaa vuoteen 2030 mennessä. Arviointi pohjautuu kuitenkin hyvin suppean kiertotalouden toimenpidekokonaisuuteen, eikä se tuo esiin kiertotalouden koko potentiaalia.

Kiertotalousskenaario pystyi talouden kasvun ohella vähentämään kansantaloutemme aiheuttamia kulutusperäisiä kasvihuonekaasupäästöjä eli hiilijalanjälkeä -2,6 % ja raaka-aineiden

kulutusta -0,9 % vuoteen 2030 mennessä kun tuonti- ja vientinäkökohdat otetaan huomioon kotimaan toimintojen lisäksi. Kotimaassa kasvihuonepäästöt vähenevät hiilijalanjälkeä vähemmän (-0,6 %), koska kiertotalous synnyttää materiaalitehostumisen kautta uutta taloudellista aktiviteettia kotimaassa ja tämä puolestaan aiheuttaa lisääntyvää kuormitusta ympäristölle. Myös kotimaan oton ja tuonnin raaka-ainevirrat nousevat, mutta viennin voimistumisen myötä raaka-aineet siirtyvät ulos Suomesta.

Tarkastellun kiertotalouskokonaisuuden rajallisuudesta ja menetelmällisistä puutteista huolimatta voidaan sanoa, että kiertotalous on selvästi tärkeä osaratkaisu siirryttäessä kohti vihreää kasvua. Kehityksen kannalta on kuitenkin olennaista, että yhteiskunnan eri toiminnot ottavat käyttöönsä kiertotalouden ratkaisujen rinnalla puhdasta tekniikkaa ja toimintamalleja, joilla talouden irtikytkentä haitallisista ympäristövaikutuksista onnistutaan saamaan aikaan tehokkaammin.

Kiertotalous ei ole yksinään riittävä ratkaisu tulvaisuuden ilmastonmuutoksen hillinnän haasteiden edessä. Kiertotaloudesta on kuitenkin löydettävissä toimenpiteitä kuten orgaanisten jätteiden biokaasun valmistus liikennekäyttöön ja muovin kierrätys, joiden käyttöönottoa tehostamalla voidaan merkittäväällä tavalla vähentää kotimassa tapahtuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Pelkästään näiden toimenpiteiden teknis-taloudellisen potentiaalin hyödyntäminen voisi pienentää Suomen nykyisiä päästöjä noin 4 %.

Kaatopaikoille sijoitettavilla rakentamisen ylijäämämailla on huomattava potentiaali vähentää kotimaan raaka-aineen kulutusta. Monet kierrätyksen ja materiaalin käytön vähentämisen ympäristöhyödyt näyttäytyvät maamme rajojen ulkopuolella. Jatkossa on tarpeen arvioida kiertotalouden ympäristönäkökohtia laajasti kasvihuonekaasupäästöjen ja raaka-aineen kulutuksen lisäksi.

Kiertotalouden taloudelliset hyödyt kansantaloudelle on todennäköisesti selvästi suuremmat kuin tässä tai muissa aikaisemmissa selvityksissä on arvioitu. Kiertotalouteen perustuvat ratkaisut voivat kasvattaa bruttokansantuotettamme useilla miljardeilla vuoteen 2030 mennessä. Käytännössä arviointeihin ei ole pystytty sisällyttämään kaikkia kiertotalouden mahdollisuuksia. Toisaalta tuloksiin vaikuttavat myös käytetyt arviointimenetelmät ja niihin liitetyt oletukset lähtötietoineen. Lisäksi kiertotalouteen liittyy sosiaalisia hyötyjä esimerkiksi tavaroiden vaihdantaan, jotka eivät näy perinteisissä kansantalouselaskelmissa.

Eri kiertotalouskokonaisuuksien analysointia tulee edelleen täsmentää jatkossa kansantalouden tasolla, jotta kiertotalouden vaikutukset myös työllisyyteen, luonnonvarojen käyttöön ja ympäristöön pystytään arvioimaan nyt tehtyä analyysia täsmällisemmin. Arviointien avulla pystytään kohdentamaan yhteiskunnan tuki paremmin kiertotalouden vahdittamiseksi. Arviointimallien kehittämiseen pitää myös panostaa.

Kiertotalouskeskustelussa ei ole toistaiseksi korostunut erilaisten materiaalien kautta saatavat korvaushyödyt. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että samalla kun muutetaan materiaalikierroja puhtaammaksi ja energiatehokkaammaksi muutetaan materiaalikierrojen vaikutuksia haitattomimmiksi. Tätä kautta ympäristöhyödyt pystytään realisoimaan eri tasolle kuin mitä tässä selvityksessä on pystytty arvioimaan. Tämä avaa suuria mahdollisuuksia muun muassa metsäteollisuudellemme, joiden uudet tuotteet voivat parhaimmillaan olla tärkeä osa kiertotaloutta.

Tuotesuunnittelu ja tutkimus- ja innovaatiotoiminta ovat kiertotalouden näkökulmasta avainasemassa. Niitä ja kokeilutoimintaa tarvitaan kaikilla – sosiaalisilla, teknologisilla ja kaupallisilla – tasoilla. Kiertotalouteen siirtymisessä on viime kädessä kyse arvomaailman muutoksesta koko yhteiskunnan tasolla.

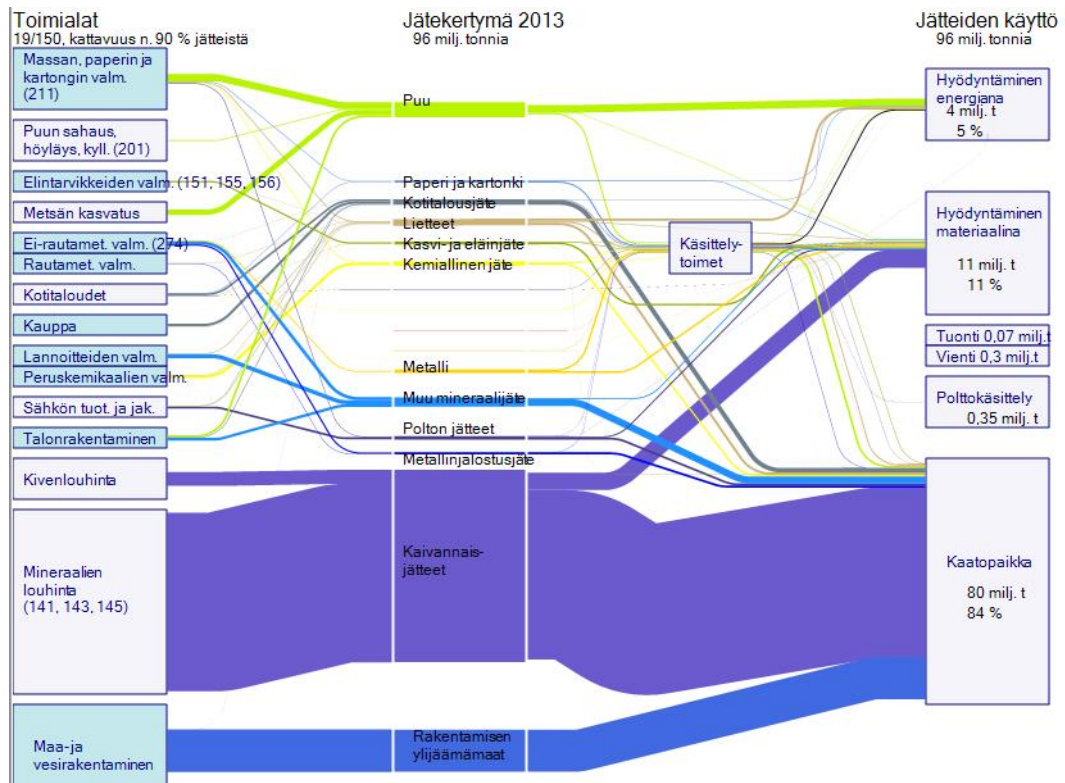
LIITE 1. SUOMEN JÄTEVIRRRAT JA EU:N JÄTEPOLITIIKAN SUUNNAT

Suomen toimialoista kokonaisuusmäärältään eniten materiaaleja käyttävät rakentaminen, metsäteollisuus ja metalliteollisuus (Seppälä ym. 2009), joista kaksi jälkimmäistä ovat tärkeitä vienniteollisuuden toimialoja. Käytetyimpiä luonnonvaroja ovat sora, murske ja hiekka, puu sekä teollisuusmineraalit. Materiaalienkäyttö heijastuu muodostuneisiin jätemääriin: suurin osa Suomessa syntyvästä jätteestä on mineraalijätteitä. Mineraalijätteistä yli 77 % on peräisin kaivostoiminnasta ja louhinnasta ja 17 % rakentamisesta (Tilastokeskus 2015a). Maa- ja kiviaineksia kiertotaloudessa on käsitelty tarkemmin liitteessä 2.

Jätteiden määrä oli Suomessa vuonna 2013 yli 98 miljoonaa tonnia. Henkilöä kohden mitattuna tämä luku on Euroopan Unionin kolmanneksi korkein. Jättemäärät kuvaavat eri jäsenmaiden teollisuuden rakennetta ja Suomessa kokonaisuusmäärää kasvattavat erityisesti kaivannaisjätteet (67 956 t), joiden määrässä Suomi on EU:n kärkiviisikossa. Kokonaisuudessaan jätteiden hyödyntämisaste jäi Suomessa vuonna 2013 vajaaseen 16 %:iin kiviainesten alapäin painottamana. Kaatopaikalle sijoitettiin siis noin 84 % jätteiden valtakunnallisesta kokonaisuusmäärästä (Tilastokeskus 2015b). Jätteitä tuottavat toimialat ja merkittävimmät jätelajit käyvät ilmi kuvasta 1.

Euroopan tasolla kehittyneiden maiden jätehuolto on murrosvaiheessa, jossa kaatopaikkasijoittamisesta on siirrytty ja ollaan siirtymässä energiahyödyntämiseen ja edelleen suljettujen kiertojen kierrätysyhteiskuntaan. EU on kiertotalouden toimintasuunnitelmiansa välityksellä antanut jäsenmailleen selkeän signaalin siitä, että se odottaa jäsenmaidensa panostavan kaikkien materiaalien kiertojen sulkemiseen ja luonnonvaroja käyttämättömien palveluiden kehittämiseen. Tehokkaiden kiertojen edellytyksenä on jätehuollon toimivuus koko palveluketjun osalta syntypaikkalajittelusta keräykseen, käsittelyyn ja prosessointiin. Jätehuoltoyhtiöiden rooli onkin muuttumassa perinteisestä loppusijoittamisesta laajempaan resurssienhallintaan (ISWA 2015).

Euroopan komission (2015) tuoreessa toimintasuunnitelmassa Kierto Kuntoon (ns. kiertotalouspaketin toinen, päivitetty versio) esitetään kierrätystavoitteiden muuttamista nykyistä haastavammiksi. EU-tason yhteiseksi tavoitteeksi yhdyskuntajätteen uudelleenkäytölle kierrättämiselle asetetaan 65 % vuoteen 2030 mennessä ja pakkausjätteelle vastaavasti 75 %. Suunnitelmaan sisältyy myös sitova tavoite kaatopaikkajätteen vähentämisestä enintään 10 %:iin kaikesta yhdyskuntajätteestä vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi komissio ehdottaa muun muassa elintarvikehävikin vähentämiseen, muovin kierrättävyyteen ja biohajoavuuteen liittyviä tavoitteita sekä uusi-oraa-aineiden ja orgaanisten lannoitevalmisteiden käytön edistämiseen tärkeitä toimia. Lisäksi jätteen vähentämiselle, jätehuollolle ja kierrätykselle asetetaan uusiin direktiiveihin sidottuja tavoitteita.



Kuva 1. Suomen merkittävimmät jätevirrat, niitä tuottavat toimialat ja jätteiden käsittely vuonna 2013. Kuva ei sisällä sivutuotteita eikä syntypaikalla hyödynnettyjä virtoja, jotka eivät tilastoidu jätteiksi.

Lähteet

Euroopan komissio 2015. Kiertotalouspaketti. Saatavissa: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6203_en.htm.

ISWA (The International Solid Waste Association) 2015. Circular economy: trends and emerging ideas.

Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J.M., Härmä, T., Korhonen, M.R., Saarinen, M., Virtanen, Y. 2009. Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla. Suomen ympäristö 20/2009, Ympäristöministeriö.

Tilastokeskus 2015a. Jätteiden kertymät toimialoittain ja jätelajeittain vuonna 2013, tonnia . Saatavissa: http://www.tilastokeskus.fi/til/jate/2013/jate_2013_2015-05-28_tau_002_fi.html

Tilastokeskus 2015b. Jätetilasto 2013. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/jate/2013/jate_2013_2015-05-28_tie_001_fi.html [26.2.2016].

LIITE 2. KAIVANNAISTEOLLISUUS JA MAA- JA KIVIAINEKSET KIERTOTALOUDESSA

Kaivannaisten kokonaismäärä oli noin 163 miljoonaa tonnia vuonna 2013¹ (Taulukko 1). Tämä määrä koostuu otetuista tai rakentamisen yhteydessä syntyneistä maa- ja kalliokiviaineksisista, kaivetuista pilaantuneista maa-aineksista, rakennus- ja tarvekiviksi louhituista luonnonkivistä sekä kaivoksissa louhituista malmi-, karbonaatti-, teollisuusmineraali- ja teollisuusmineraalivivistä.

Rakentamisen yhteydessä syntyvät ylijäämämaa- ja kiviainekset, joita ei hyödynnetä suunnitelmallisesti, luokitellaan jätteeksi. Ne, samoin kuin pilaantuneet maa-ainekset, sijoitetaan luvanvaraisille paikoille joko maalle (maankaatopaikat tai kaatopaikat). Ruoppausmassat ovat jätettä ainoastaan silloin kun ne eivät sisältämiensä haitta-ainepitoisuuksien vuoksi ole veteen läjityskelpoisia. Vesirakentamisen yhteydessä syntyvät veteen läjityskelpoiset massat sijoitetaan (hankekohtaiset tai pysyvät läjityspaikat). Myös kaivoksissa ja maa- ja kiviainesten ottoalueilla syntyvä sivukivi tai aines, jota ei hyödynnetä suunnitelmallisesti, on jätettä.

Taulukko 1. Kaivannaisten määrä kaivannaisteollisuudessa, maa- ja kiviainesten otossa, vesi- ja maarakentamisen yhteydessä syntyvien ylijäämä- ja ruoppausmassojen määrä sekä pilaantuneiden maa-ainesten määrä. Kaikki määrät (kokonaismäärä, tuotteisiin päätyvä määrä, sivukiven määrä ja maa- tai kiviainesjätteen määrä, ruoppausmassojen määrä; miljoonaa tonnia) ovat vuodelta 2013. Kaivosten tai ottoaikkojen lukumäärä on ilmoitettu suluisissa.

Kaivannaistyyppi ja kaivosten tai ottoalueiden lukumäärä	Kokonaismäärä	Tuotteisiin	Sivukiveä	Muuta
	miljoonaa tonnia			
Metallimalmit ¹ (12)	43,6	2,4	22,8	Rikastushiekka, poistomaa
Karbonaattikivet ¹ (13)	5,4	2,7	1,7	Rikastushiekka, poistomaa
Teollisuusmineraalit ¹ (14)	30,1	1,7	18,3	Rikastushiekka, poistomaa
Teollisuuskivet ¹ (7)	0,3	0,2	0,1	Poistomaa
Luonnonkivet ² (77)	0,4	0,1	0,3	Poistomaa
Kalliokiviainekset ³	29,1	27,6 ⁷	1,5 ⁷	
Maa-ainekset ³ (3800)	43,3	41,1 ⁷	2,2 ⁷	
Rakentamisen ylijäämämaat ja – kiviainekset ⁴	20-30	-		Maankaatopaikoille
Pilaantuneet maa-ainekset ⁵	1,5	-		Kaatopaikoille
Vesirakentamisen ruoppausmassat maalle ⁴	<1	-		Kaatopaikoille 50 000 t
Vesirakentamisen ruoppausmassat veteen ⁶	10	-		Läjitys vesialueille
Yhteensä	163,1			

¹TUKESin kaivostilastot; ²Kiviteollisuusliitto ry; ³Ympäristöhallinnon NOTTO-tietokanta; ⁴asiantuntija-arvio; ⁵Ympäristöhallinnon VAHTI-tietokanta; ⁶Ympäristöhallinnon VESTY-tietokanta

⁷hyötykäytön osuudeksi arvioitu 95 % ja ylijäämämassojen osuudeksi 5 %

Sivukivien, ylijäämämaiden ja -kiviainesten hyödyntämistä kiertotaloudessa rajoittavat ennen kaikkea logistiset kustannukset ja aineiden laatu. Kaivannaisjätteiden syntypaikat ovat kaukana kasvukeskuksista, joissa maa- ja kiviaineksia voitaisiin hyödyntää osana rakentamista. Sivukiviä hyödynnetään jo nyt sisäisesti esimerkiksi kaivoksilla samaan tapaan kuin maa- ja kiviaineksia muussa infrarakentamisessa (esimerkiksi väylä- tai aluerakentamisessa syntyvien massojen hyödyntäminen ko. hankkeiden yhteydessä).

Luonnonkiviteollisuuden sivukivien kriittinen hyödyntämistäisyys on Romun (2014) mukaan noin 40-50 km. Luonnonkivilouhimoiden sivukiviä (80-90 % kokonaislouhinnan määrästä) hyödynnetään systemaattisesti vain yhdellä kivilouhimolla vajaasta 80:sta Suomessa (Palin Granit Oy:n graniittilouhimo Mäntsälässä, etäisyys Helsingin keskustasta 70 km). KIVIKI-hankkeessa tehtyjen haastatteluiden mukaan esimerkiksi Tampereen seudulla graniittilouhimoiden sivukiviä ei ole toistaiseksi hyödynnetty vastaavalla tavalla muun muassa seuraavista syistä: suuria kalliokiviaineksen ottoalueita sijaitsee lähempänä, vuotuinen muodostuvan sivukiven määrä yksittäisellä kivilouhimolla on melko vähäinen näiden kiviaineksen ottoalueiden tuotantomääriin verrattuna, louhimoiden sivukivien esirikottaminen heikentää hyötykäytön kannattavuutta ja hyötykäyttöön liittyvä sääntely-ympäristö koetaan osin epäselväksi.

Maa- ja vesirakentamisen yhteydessä syntyvät puhtaat ylijäämämassat ovat usein teknisiltä ominaisuuksiltaan heikkolaatuisia eivätkä siksi sovellu vaativampiin maarakennuskohteisiin. Lisäksi osaan kaivannaisjätteistä liittyy merkittäviä rajoitteita niiden ympäristö- ja teknisen kelpoisuuden suhteen.

Kaivannaisjätteisiin ja ylijäämämaihin ja -kiviaineksiin liittyy myös käyttämättömiä tai puutteellisesti hyödynnettyjä mahdollisuuksia. Talteenottoteknologioiden kehittyminen voi vähentää kaivannaisjätteiden, rikastushiekka mukaan lukien, syntymäärää. Tekniseltä kelpoisuudeltaan heikkojen ylijäämämaiden ominaisuuksia voidaan parantaa energia- ja metsäteollisuuden tuhkia tai muita vastaavia jätteitä hyödyntämällä. Joillakin jättepohjaisilla uusiomateriaaleilla (tuotteilla) on myös teknisiä ominaisuuksia, jotka tekevät niistä houkuttelevia tiettyihin kohteisiin tai sovellutuksiin maarakentamisessa. Edellä mainitut seikat mahdollistavat lisäarvon luomisen erilaisille jätteille ja arvokkaiden luonnonvarojen säästämisen ja keskeisten ekosysteemipalveluiden turvaamisen: Soran ja hiekan ottamistoiminta (32 milj. tonnia vuonna 2013) keskittyy pohjavesialueille ja Suomessa vesilaitosten toimittamasta talousvedestä yli 60 % on peräisin pohjavedestä tai tekopohjavedestä.

Rakennus- ja purkujätteen tehokkaampi jalostaminen tuotteiksi, joita voidaan käyttää rakentamisessa tai maarakentamisessa, on KIVIKI-hankkeen yhteydessä tehtyjen haastatteluiden perusteella yrityksiä kiinnostava vaihtoehto, jota voidaan myös edistää sääntelyn keinoin.

Edellä kuvattuja kiertotaloutta mahdollistavia kokonaisuuksia edistetään parhaillaan käynnissä olevalla asetusvalmistelulla (ylijäämämaiden hyötykäyttö ja eräiden jätteiden hyödyntäminen maarakentamisessa) ja tematiikkaan liittyviä kiertotalouden potentiaaleja on koottu taulukkoon 2.

Taulukko 2. Kaivannais- ja maa-ainesjätteisiin liittyviä potentiaaleja ja työkaluja kiertotaloudessa, niihin liittyvien hyötyjen kuvaus ja asiantuntija-arvio vaikuttavuudesta

Potentiaali/tökalu	Tavoite / hyöty	Vaikutus (asiantuntija-arvio)
Ylijäämämaiden prosessointi ja niiden teknisen kelpoisuuden parantaminen esimerkiksi jätemateriaaleja hyödyntämällä	Vähentää syntyvän jätteen ja käyttöön otettujen luonnonvarojen määrää	Suuri
Jätteiden sekoittamisen rajattu mahdollistaminen niiden teknisen ja ympäristökelpoisuuden parantamiseksi maarakentamisessa	Vähentää syntyvän jätteen ja käyttöön otettujen luonnonvarojen määrää	Suuri
Uusiomateriaalien tuotteistaminen ja uusiomateriaaleihin liittyvän osaamisen lisääminen eri tasoilla (tilaajat, urakoitsijat jne.) ym. informaatio-ohjaus	Lisää uusiomateriaalien tarjontaa ja niiden houkuttelevuutta tilaajien näkökulmasta	Melko suuri
Yhtenäiset, todellisia sovellutuksia vastaavat ympäristökelpoisuuden kriteerit maarakentamisessa hyödynnettäville jätteille	Lisää luottamusta jätte- ja uusiomateriaalien hyötykäyttökelpoisuuteen, sujuvoittaa jätteiden hyötykäyttöä	Melko suuri
Julkiset hankinnat ¹ – ympäristöperusteisia lisäpisteitä louhinnan sivukiven hyödyntämisestä	Vähentää syntyvän jätteen ja käyttöön otettujen luonnonvarojen määrää	Melko vähäinen, paikallisesti merkittävä
Suhteellisten hintojen muuttaminen uusiomateriaaleja suosiviksi	Sisällyttää ympäristöhaittoja ja –hyötyjä materiaalien hintoihin	Melko suuri
Jätesääntelyn keventämisen mahdollisuudet, kuten End of Waste – kriteerit ²	Lisää materiaalien houkuttelevuutta tilaajien näkökulmasta	Jätenimikekohtaisesti melko suuri, riippuu toteutuksen laajuudesta
Digitalisaatio; jätteiden maarakennuskäytön tietojen paikkatietopohjainen tallettaminen	Lisää uusiomateriaalien houkuttelevuutta tilaajien näkökulmasta	
Digitalisaatio; maa- ja jäteainepörssit, muut kohtaanto-ongelmien digitaaliset ratkaisut	Mahdollistavat laaja-alaisen tiedonvälittämisen mahdollisuuksista ja osaamisesta	Toistaiseksi melko vähäinen, merkittäviä mahdollisuuksia
Aineiden talteenotto rikastushiekasta tai muista aiemmin loppusijoitetuista jätteistä	Tuottaa lisäarvoa jätteistä	Toistaiseksi vähäinen

¹Julkisia hankintoja on käsitelty laaja-alaisemmin luvussa 4.2.1

²Jätesääntelyn keventämisen mahdollisuuksia on käsitelty laaja-alaisemmin luvussa 4.2.5.

Lähde

Romu, I (2014) Parhaat ympäristökäytännöt (BEP) luonnonkivituotannossa. Suomen ympäristö 5/2014. ISBN 978-952-11-4372-4 (nid.) ISBN 978-952-11-4373-1 (PDF)

LIITE 3. OLEMASSA OLEVAT POLITIIKKATOIMET: TOIMIVUUS JA KEHITTÄMISTARPEET

Instrumentti (S=sitova, V=vapaaehtoinen)	Keskeinen tavoite	Suhde kiertotalouden tavoitteisiin: 1) uudelleenkäyttö, leasing, vuokraus, 2) uudelleenvalmistus, kunnostus, 3) kierrätys ja 4) materiaalien käytön vähentäminen ja ohjaus niin, että tukee em. tavoitteita	Havaintoja ja tunnistettuja kehittämistarpeita
<i>Tuotepolitiikan keinot</i>			
EU Ecolabel (Regulation 1980/2000) & Joutsenmerkki (V)	Edistää tuoteryhmässään ympäristöystävällisimmiksi arvioitujen tuotteiden myyntiä	Tarjoaa kuluttajille integroitua informaatiota tuoteryhmänsä ympäristöystävällisimmistä tuotteista. Kriteerejä voivat olla mm. energian ja veden kulutus, pyrkimys minimoida haitalliset aineet, pidentää käyttöikää, purettavuus, jätteen vähentäminen.	EU Ecolabelin merkitys jäänyt Suomessa huomattavasti Joutsenmerkkiä vähäisemmäksi. Kiertotalouspaketissa (2015) esitetty merkkiin liittyvän sääntelytaakan ja vaikuttavuuden arviointia.
Valtioneuvoston periaatepäätös kestävästä eli Cleantech-hankinnoista (V)	Luoda ja kasvattaa ympäristöystävällisten tuotteiden markkinoita	Mahdollistaa periaatteessa kaikenlaisten hankintakriteerien asettamisen: tavoitteena vähentää energian ja materiaalien käyttöä sekä haitallisia ympäristövaikutuksia tuotteen, palvelun tai rakennuksen koko elinkaaren aikana ja luoda kannusteita uusien cleantech- ratkaisujen syntyyn ja käyttöönottoon. Vaikutuksia materiaalin käyttöön ei ole vielä selvitetty.	Velvoittava vain valtion hankinnoissa ja kunnille suositus. Uuteen hankintalakiin tullut innovaatiokumppanuusmenettely, joka helpottaa innovatiivisten hankintojen tekemistä.
Ecodesign (2009/125/EC) (S)	Poistaa heikoimmat tuotteet markkinoilta. Pääasiallinen kohde toistaiseksi käytönaikein energian kulutus	Periaatteessa direktiivi mahdollistaa vaatimusten asettamisen kaikentyyppisille vaikutuksille tuotteen elinkaaren aikana, mutta tällä hetkellä vaatimuksia on käytännössä asetettu käytönaikaiselle energian kulutukselle. Yksittäisiä vaatimuksia muulle kuin energian käytölle: elohopea (lamput), veden kulutus (pesukoneet), melu. Direktiivin sovellusalan laajen-	Suomessa ei valmistavaa teollisuutta kovin monessa tuoteryhmässä – oleellisten tuoteryhmien identifiointi ja niihin vaikuttaminen? Nykyistä vaatimusten asettamisen menetelmää on kritisoitu käytönaikaista

		tamista selvitetään ja Komission kiertotalouspakettissa (2015) esitetty kiertotalousnäkökohtien painottamista tulevien vaatimusten laadinnassa.	energiakulutusta ylikorostavaksi.
Direktiivi kulutustavaroiden kauppaa ja niihin liittyviä takuita koskevista tietyistä seikoista (99/44/EY) (S)	Taata kuluttajille vähimmäisuoja: kaikilla tuotteita myyvillä elinkeinonharjoittajilla on velvollisuus korjata tuotteessa toimitushetkellä olleet viat, jotka tulevat ilmi kahden vuoden sisällä.	Edistää kaikkein heikkolaatuisimpien tuotteiden poistumista markkinoilta?	Komission kiertotalouspaketissa (2015) esitetty takuuajojen selvittämistä ja parempaa toimeenpanoa.
<i>Jätepolitiikan keinot (ml. keinot joiden tavoitteena edistää kierrätystä sitä haittaavien materiaalien käyttöä ohjaamalla)</i>			
Tuottajavastuujärjestelmät: SER, paristot ja akut, autot, pakkaukset, renkaat, paperi, ehdotettu laajennusta myös muille aloille (S)	Perusajatuksen kannustaa tuottajia minimoimaan jätehuoltokustannukset	Tuottajien (yksin tai yhdessä muiden kanssa) on organisoitava keräys- ja kierrätysjärjestelmät. Periaatteessa kannustaa kaikin tavoin minimoimaan jätehuoltokustannuksia ja esimerkiksi vähentämään kierrätystä vaikeuttavien materiaalien käyttöä, mutta vaikutukset tuotekehitykseen kiistanalaisia. On edistänyt kierrätystä.	Perusongelmiksi tunnistettu kustannusten kohdentaminen niin, että kannustaisi yksittäistä tuottajaa muutokseen tuotteiden suunnittelussa, mikä korostuu edelleen etäkaupan kasvun myötä. Ongelmana myös jätehuoltokustannusten vähäinen kannustavuus. Digitalisaatio (esim. vaatimus ns. circular economy tagien käytöstä) voi avata uusia mahdollisuuksia tehostaa toimintaa.
Kunnan jätemaksu	Kunta kattaa jätemaksulla järjestämänsä jätehuollon kustannukset.	Jätemaksun on kannustettava jätteen määrän ja haitallisuuden vähentämiseen ja etusijajärjestyksen mukaiseen jätehuoltoon. Kuntien jätemaksuissa on otettu kannustavuus huomioon, mutta kannustavuuden vaikutuksia ei ole selvitetty.	Jätetaksapolitiikan monet keskenään osin ristiriitaisetkin vaatimukset (kannustavuus, ohjauvuus, tasapuolisuus, kustannusten kattaminen ja jälkihoitokustannuksiin varautuminen, kohutuullisuus, aiheuttamisperiaate ja palvelutason huomioon ottaminen) voivat heikentää kannustavuutta. Kehittyvät jätteenkeräysmenetelmät mahdollistavat nykyistä

			paremmin aiheuttamisperiaatetta toteuttavat maksujärjestelmät.
Kunnalliset jätehuoltomääräykset	Tavoitteena toimeenpanna jätelakia huomioon ottaen paikalliset olosuhteet	Merkittävä vaikutus palvelutasoon, lajittelun tasoon ja kierrätykseen. Jätehuoltomääräykset voivat koskea muun muassa <ul style="list-style-type: none"> • jätehuollon operatiivista järjestämistä • toimenpiteitä syntyvän jätemäärän vähentämiseksi • jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvien terveys- ja ympäristöhaittojen estämistä • jätteiden lajittelua • jätteiden keräyksen, kuljettamisen ja käsittelyn järjestämistä • jätteen omatoimisen käsittelyn mahdollistamista ja sen edellytyksiä 	Koska kunta voi antaa määräyksiä vain vastuullaan olevista jätteistä, ulkopuolelle jäävät pääosin tuottajavastuun alaiset jätteet sekä yritysten yhdyskuntajätteet.
End-of-waste (V)	Tavoitteena laatia kriteeristö materiaalin vapauttamiseksi jätetestuksesta ja tätä keventää materiaalin kohdistuvaa sääntelytaakkaa.	Liittyy lähinnä kierrätykseen ja neitseellisten luonnonvarojen käytön vähentämiseen.	Oikeudelliset reunaehdot osittain epäselviä, selkeä kansallinen sääntelystrategia puuttuu. Vaikutus sääntelytaakan keventämiseen tapauskohtaista.
Ympäristöluvat (S)	Ympäristölupamenettelyssä ehkäistään ja vähennetään laitoksen toiminnan aiheuttamaa ympäristön pilaantumisen vaaraa. Jätelain mukaan toiminnanharjoittajien on mahdollisuuksien mukaan noudatettava ns. etusijajärjestystä. Harkinnan mukaan voidaan antaa tätä koskevia lupamääräyksiä.	Lupamääräykset edistäneet jätteen toimittamista kierrätykseen. Materiaalitehokkuutta koskevat lupamääräykset ovat pääosin olleet yleisiä ja heikosti valvottavissa. ¹	Materiaalitehokkuuskysymyksiä ei välttämättä tunnisteta lupaprosessissa. Parhaimmillaan BREFit voivat edistää yritysten materiaalitehokkuutta.
Orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto (S)	Rajoittaa orgaanisen jätteen sijoittamista kaatopaikalle ja hyödyntämistä maantäytössä	Sovelletaan 1.1.2016 alkaen. Vaikuttanut ennakkoisesti ensisijaisesti energiana hyödyntämiseen kannustaen.	Siirtymävaihe meneillään. Eri jättemateriaalien kierrätysmahdollisuuksia etsitään. Poikkeuslupia kaatopaikalle sijoittamiskieltoon on myönnetty.

Jätevero (S)	Jätteiden kaatopaikkakäsittelyn väheneminen ja hyötykäytön lisääminen	Jätetilastosta nähdään, että lisännyt yhdyskuntajätteen osalta enemmän energiana hyödyntämistä kuin kierrätystä. Ohjannut teollisuusjätettä hyödyntämiseen.	Kierrätysteknologioiden kehityksessä veron piiriin on mahdollista ottaa uusia jätteitä, jotka nyt on luettu sen ulkopuolelle hyödyntämis- tai käsittelyvaihtoehdon puutteen vuoksi. Kaatopaikkasijoittamisen vähentyessä veron vaikuttavuus ohjauskeinona vähenee.
Juomapakkausten panttijärjestelmä (V)	Koota laadukasta materiaalia hyödynnettäväksi ja uudelleenkäytettäväksi. - Panttijärjestelmään kuuluminen on vapaaehtoinen tapa saada juomapakkausten valmisteverotusta koskeva verottomuusetu	Edistänyt tehokkaasti kierrätystä; Uudelleentäyttö on vähentynyt vuosina 2007–2008 lähes 10 %. Syy vähenemiseen juomapakkausten valmisteveroa koskeva lakimuutos (1037/2004), joka teki raaka-aineena kierrätettävät juomapakkaukset verottomiksi samoilla edellytyksillä kuin uudelleentäytettävät juomapakkaukset.	Panttijärjestelmän laajentaminen uusiin tuoteryhmiin on teknisesti mahdollista, mutta pidetty toistaiseksi liian kalliina.
VNA jätteiden käytöstä maarakentamisessa (S)	Edistää jätteiden hyödyntämistä maarakentamisessa kevyemmän hallinnollisen menettelyn kautta.	Lisännyt varsinkin betonimurskeiden materiaalina hyödyntämistä. ²	Uudistustyö käynnissä ja samalla tutkitaan asetuksen soveltamisalan laajentamista

¹ Lilja, R., Saramäki, K., 2012. Materiaalien käytön tehokkuus ympäristölupamenettelyssä. Ympäristöopas 2012. Ympäristöministeriö

² Mikkola, A. 2013. Valtioneuvoston asetus (591/2006) eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa – ilmoitusmenettelyn toimivuus ja sen parantaminen. Aalto-yliopisto. Insinööritieteiden korkeakoulu. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. Ympäristötekniikka. Diplomityö.

LIITE 4. KIERTOTALOUSSKENAARIOISSA KÄYTETTYJÄ TAUSTATIETOJA

Ruokahävikin vähentäminen

Ruokahävikin vähentämisen kokonaistaloudellisia vaikutuksia tarkasteltiin kolmella sektorilla: kotitaloudet, ravintolat ja kauppa. Taulukossa 1 on esitetty arvio ruokahävikin arvosta vuonna 2010 näillä sektoreilla sekä vähentämispotentiaalit. Vähentämispotentiaalit on arvioitu samoiksi kuin Sitran (2014) raportissa. Ruokahävikin arvo kotitalouksilla arvioitiin ostajanhintaan sisältäen kaupan lisät ja arvonnisäveron. Ravintoloiden ja kaupan ruokahävikin arvo on mitattu perushintaan ilman kaupan lisiä ja arvonnisäveroä. Mallinnuksessa oletettiin, että kotitalouksissa ja ravintoloissa ruokahävikin osuus on kaikilla elintarviketuoteryhmillä sama ja kaupan ruokahävikin rakenne noudattaa kotitalouksien elintarvikeostojen tuoterakennetta.

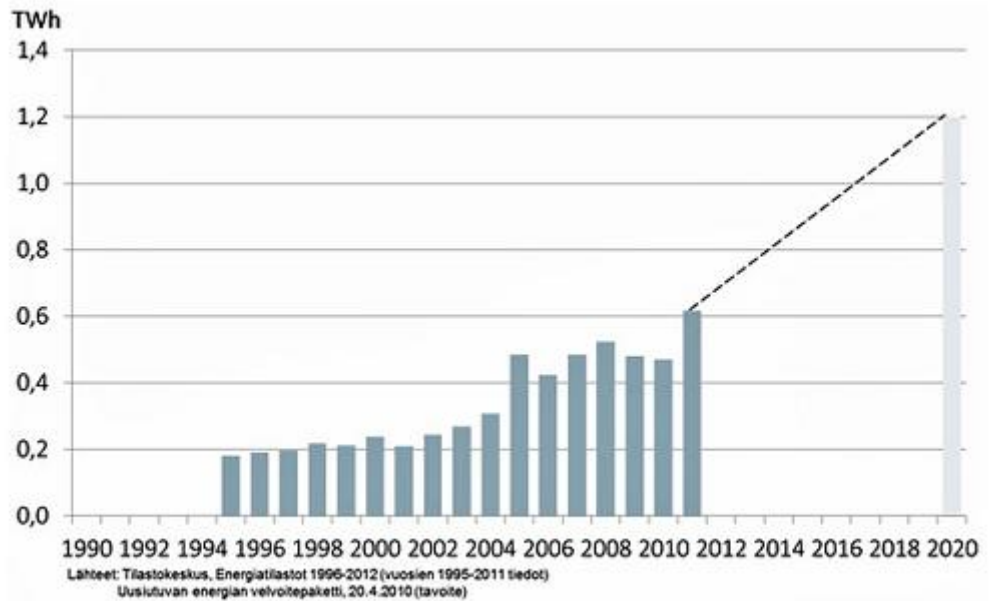
Taulukko 1. Arvio ruokahävikin arvosta kolmella sektorilla sekä hävikin vähentämispotentiaalit.

	Ruokahävikin arvo Meur	Vähentäminen %
Kotitaloudet	400	30
Kauppa	110	30
Ravintolat	60	50

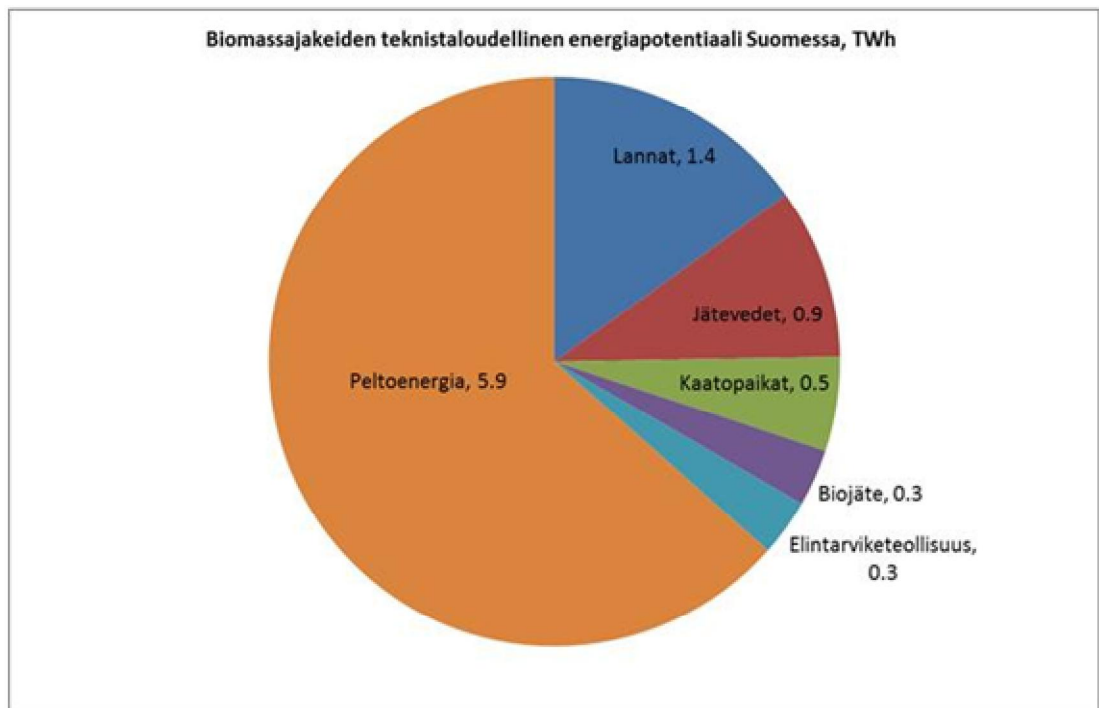
Ravinnekierron tehostaminen, biokaasun tuotannon lisääminen ja liikennekäyttö

Biokaasusta tuotettiin Suomen biokaasulaitosrekisterin (Huttunen ja Kuittinen, 2014) mukaan vuonna 2014 lämpöä 454,7 GWh ja sähköä 158,6 GWh. Jalostetun biokaasun liikennekäyttö oli 17 GWh. Yhteensä biokaasusta tuotettiin energiaa siis 630,3 GWh. Ylijäämäpoltossa tuhlattiin energiaa 101,0 GWh. Suomen uusiutuvan energian velvoitepaketin mukainen tavoite on lisätä biokaasun käyttöä 1,2 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä (Kuva 1).

Kiertotalousskenaariossa oletettiin, että vuonna 2030 Suomessa on valjastettu käyttöön enenevässä määrin ravinteiden ja energian suhteen sitä teknistaloudellista potentiaalia, jota eri biomassoihin sisältyy. Arviot potentiaaleista perustettiin TransSmart-hankkeen tuloksiin (Nyllyn ym. 2015) sekä Tähdén ja Rintalan (2010) esittämiin laskelmiin (Kuva 2). Kokonaisuudessaan biokaasusta oletettiin tuotettavan vuonna 2030 energiaa liikennekäyttöön noin 600 GWh (50 000 öljykvivalenttitonnia). Tämä vastaa noin 0,159 Mt CO₂. Tämän lisäksi on oletettu, että biokaasun tuotannon kautta on pystytty välttämään 20 % eläinlannan metaani- ja typpioksiduulipäästöistä, mikä merkitsee noin 0,07 Mt CO₂ ekv:n päästövähennystä (Statistics Finland 2016). Kasvihuonekaasupäästövähennykset tapahtuvat kotimaassa.



Kuva 1. Biokaasun käyttö Suomessa ja vuoden 2020 käyttötavoite (Motiva, 2015).



Kuva 2. Biokaasun teknistaloudellinen potentiaali Suomessa.

Energiamäärän tuottaminen vaatisi, että biokaasulaitoksissa erilaisia biomassoja käsitellään miljoonia tonneja. Laitosten investointikustannuksiksi lannan, peltobiomassojen, biojätteen ja elintarviketeollisuuden jätteiden kohdalla arvioitiin keskimäärin 160 €/t (mm. Jääskeläinen ja Juvonen 2010, Myllymaa ym. 2008). Sitran (2007) raportin perusteella jätevesilietteiden yhteiseksi investointi- ja käyttökustannukseksi arvioitiin 80 €/t. Tästä investointikustannusten osuudeksi arvioitiin 70 €/t. Metsäteollisuuden lietteitä käsittelevien laitosten investointikustannukset arvioitiin samalle tasolle tuotettua MWh:ta kohden muunkaltaisten laitosten kanssa. Näin biokaasulaitosten investointien suuruudeksi saatiin yhteensä 349 milj. €

Esimerkiksi Tanskassa on käytetty 20 % investointitukea lannan biokaasutuksen edistämisessä (Marttinen ym. 2013). Laskennassa oletettiin, että Suomessa biokaasulaitosten laajamittainen edistäminen vaatisi 30 %:n investointituen. Tällöin uusien biokaasulaitosten investoinneista valtiotukien osuus olisi 105 milj. €. Keräys-, kuljetus- ja käyttökustannukset vaihtelevat merkittävästi biokaasulaitosten syötteestä riippuen. Eri lähteistä koottujen tietojen perusteella keskimääräiseksi keräys- ja kuljetuskustannukset vaihtelevat eri jakeiden kohdalla välillä 3-92 €/t ja laitosten käyttökustannukset 5-15 €/t. Lisäksi huomioitiin biokaasun jalostuskustannukset liikennekäyttöön 18 €/MWh (Aro-Heinilä 2014) Keräys- kuljetus- ja käyttökustannukset vuosittain olisivat näin yhteensä 170 milj. €. Kaasuinfrastruktuurin rakentamisen kustannukset ja kaasun siirtokustannukset on jätetty laskelmissa huomiotta.

Biokaasun lisäksi biokaasulaitokset tuottavat lannoituskäyttöön soveltuvaa mädätettä, jossa on typpeä ja fosforia. Typen kokonaiskäyttö lannoitteissa on tällä hetkellä 230 700 t, josta kierrätystypen osuus on 35 % ja fosforin 33 100 t vuodessa, josta kierrätysfosforin osuus on 53 % (MMM 2011). Biokaasulaitosten typen saannoksi oletettiin Sitran ravinnekiertoselvityksen mukaisesti keskimäärin 1,7 kg/t syötettä. Samansuuntaisia lukuja esiintyy myös muualla kirjallisuudessa Kiviluoma ja Leskelän (2010) tietoihin nojautuen käytettiin keskimääräisenä fosforin saantona 0,8 kg/t syötettä. Yhteensä typen saannoksi vuonna 2030 saatiin näin 12 000 tonnia ja fosforin saannoksi 5 700 tonnia. Keinolannoitetyypen välttämisen on arvioitu vähentävän kasvihuonekaasupäästöjä tässä yhteydessä 38 400 t CO₂-ekv (Yara 2014) ja fosforilannoitteen kautta saatavaksi vähennykseksi 1083 t CO₂-ekv (Kool ym. 2012).

Kierrätyslannoitevalmisteilla oletettiin korvattavan epäorgaanisten lannoitteiden käyttöä. Perustuen MTT:n Kasper-lannoitelaskurin tietoihin keinolannoitteiden hinnoista typen arvoksi arvioitiin 1,05 €/kg ja fosforin arvoksi 1,22 €/kg. Arvoltaan kierrätyslannoitevalmisteiden tyyppi on siis 12,6 milj. € ja fosfori 7 milj. € vuonna 2030.

Kotimainen kalarehun tuotanto sekä kalankasvatuksen lisääminen

Poistokalastukseen liittyvät taustatiedot perustuvat Sitran raporttiin ravinteiden kierron mahdollisuuksista Suomelle (Aho ym. 2015). Vuonna 2014 Suomeen tuotiin muuksi kuin ihmisravinnoksi käytettävää kalajauhoa ja kalajätettä noin 31 000 tonnia ja tuonnin arvo oli yhteensä noin 16 milj. €. Suomessa vähäarvoisesta kalasta tuotetulla kalarehulla voitaisiin korvata tuontirehu sopivaan kalajauhotehtaaseen investoimalla. Poistokalastuksen ja sivuvirtojen hyödyntäminen kalarehuna saattaisi mahdollistaa myös perinteisen vesiviljelyn liiketoiminnan kasvun nykyisten päästörajojen puitteissa. Taloudellisen lisäarvon mallinnuksessa on oletettu, että poistokalastuksen lisääminen kasvattaa kalanviljelyslupien määrää puolella suhteessa poistokalastuksen volyymin kasvuun.

Sitran esittämät taloudelliset arvot poistokalastuksen lisäämisestä:

- Kalajauhon ja kalajätteen tuonnin arvo Suomeen tällä hetkellä 16 milj. €
- Kalajauhotehtaan investointikustannus on 6,5 milj. € (tehdas hyödyntäisi silakkaa vuosittain noin 30 000 – 40 000 t)
- Kalastajien tuotannonlisäys 5,7 milj. €
- Rehuntuottajan tuotannonlisäys 2,1 milj. €
- Kalankasvattajien tuotannonlisäys 6,3 milj. €
- Tuotua kalajauhoa korvataan kotimaisella tuotannolla 2 milj. € edestä
- Investointikustannukset kalanviljelyteknologiaan 15 milj. €
- Tuontikalaa korvataan kotimaisella viljelyskalalla 42 milj. € edestä

Härkäpavun viljely

Myös härkäpavun viljelyn oletukset perustuvat Sitran raporttiin ravinteiden kierron mahdollisuuksista Suomelle (Aho ym. 2015).. Suomessa viljellyllä härkäpavulla voidaan korvata tuontisoijaa rehuteollisuudessa. Härkäpavun sitoo kasvaessaan voimakkaasti typpeä ja toimii siten luontaisena maanparantajana myös seuraaviin satokausiin. Soijan tuonti Suomeen vuosittain on 157 000 t Härkäpapujen viljelypinta-alaksi oletettiin 52 000 ha ja ne oletettiin voivan kasvatettavan nykyään käyttämättömällä maatalousmaalla, joten papujen kasvattaminen ei syrjäyttäisi muuta alkutuotantoa.

Aho ym. (2015) esittämät taloudelliset arvot härkäpavun tuotannosta:

- Soijan tuonti Suomeen arvoltaan 52 milj. €
- Tulot maanviljelijöille härkäpapujen myynnistä 38 milj. €
- Säästöjä rehuntuottajalle verrattuna soijan ostoon 14 milj. €
- Maanviljelijöiden lisäkustannukset (koneiden ja polttoaineen käyttö) 16 milj. €
- Valkuaiskasvien peltokasvipalkkiota 90 euroa/ha EU:n suorana tukena
- Tilatuki, ympäristökorvaus ja luonnonhaittakorvaus yht. n. 518 euroa/ha
- Suomen valtio osuus tuista 29 milj. €

Soijan tuonnin kasviuonekaasupäästövähennys (39 Mkg CO₂-ekv) on arvioitu Pradhan ym. (2012) tekemän julkaisutietojen perusteella.

Tekstiilien uudelleenkäytön lisääminen

Tekstiilien kohdalla taustaoletukset perustettiin Tekstiilien uudelleenkäytön ja tekstiilijätteen kierrätyksen tehostaminen Suomessa (TEXJÄTE) –hankkeen (Dahlbo ym. 2015) tietoihin. Tekstiilien käytöstä poisto on Suomessa 71,2 milj. kg vuosittain. Käytöstä poistetuista tekstiileistä kerätään sekajätteenä 80 %, uudelleen käytetään 16,5 % (joista vientiin 2/3), kierretään mekaanisesti 1,5 % ja hyödynnetään energiana 2 %.

Kiertotalousskenaariossa oletettiin, että erilliskeräys kaksinkertaistuu 40 %:iin. Lisääntyvä hyötykäyttö on pääosin uudelleenkäyttöä (34 %), jonka lisäksi kierrätetään mekaanisesti tai kemiallisesti 2 % ja hyödynnetään energiana 4 %. Tehostetun uudelleenkäytön taustalla on Texjäte-hankkeessa UFF:lta saatu arvio, jonka mukaan noin 90 % nykyisin erilliskeräykseen tulevasta tekstiilistä on uudelleenkäyttökelpoista. Uudelleenkäytetyillä tekstiileillä oletetaan korvattavan tekstiilien tuontia Suomeen.

Uudelleenkäytön ja kierrätyksen lisääminen edellyttää laajemman keräysjärjestelmän perustamista tekstiileille. Tekstiili- ja muotialat TMA ry:n toimitusjohtaja Velimatti Kankaanpään mukaan tekstiilien kattava keräysjärjestelmä maksaisi 150 milj. € (Jäteplus 2015).

Tekstiilien uudelleen kierrätyksellä vältetään 12 800 t neitseellistä puuvillantuotantoa vuodessa. Puuvillan viljelyn ja tekstiilien valmistuksen hiilidioksidipäästöt 4,3 t CO₂-ekv./t (Jungmichel 2010). Tällöin ulkomailla vältetyt päästöt ovat 55 040 t CO₂-ekv/a.

Muovinkierrätyksen lisääminen

Muovien osalta kierrätyksen lisäämisen potentiaali perustettiin Tilastokeskuksen jätetilaston tietoihin erilliskerätyistä määristä, Jätelaitosyhdistyksen sekajätteen koostumustietopankin (Jätelaitosyhdistys ry 2016). tietoihin sekä Suomessa tehtyihin energijätteen koostumustutkimusten (Forssell 2011) tietoihin. Skenaarion lähtökohdaksi asetettiin EU:n kiertotalouspaketin 80 % kierrätystavoite muovipakkauksille. Muun yhdyskuntajätteen muovin kierrätysasteen

oletettiin nousevan 30 %:iin. Vuoden 2012 määrätietoihin perustuen tämä tarkoittaisi 235 000 t saannon lisäystä kierrätysmuovin osalta. Muovinkierrätys säästää noin 1,75 t CO₂-ekv./t (Myllymaa ym. 2008). Vältetyt päästöt ovat siis 411 250 t CO₂-ekv. Tässä yhteydessä on kuitenkin oletettu, että FINAGE- ja ENVIMATScen mallin hybridisovellus ottaa tämän päästövähennyksen täysimääräisesti. Sen sijaan mallit eivät pysty ottamaan huomioon muovin polttamisen päästövähennyksiä. Tässä yhteydessä oletetaan, että 2030 muovin polttaminen energiatuotannossa pienenee muovinkeräyksen määrällä ja sen korvaamalla polttoaineella on puolet pienemmät päästöt. Käyttämällä Mollisin ym. (2012) muovinpolton päästökerrointa, päästövähennykseksi saadaan 287 000 t CO₂-ekv.

Kustannusten osalta käytettiin seuraavia oletuksia:

- Uuden kapasiteetin investointikustannukset 725 €/tonni vuosittaista kapasiteettia (Andersson, 2016).
- Erilliskeräyksen kustannukset 224 €/t (Pursula ym. 2015)
- Kierrätyslaitoksen käsittelykustannukset 113 €/t (Pursula ym. 2015)

Elektroniikkalaitteiden kierrätyksen lisääminen

Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden osalta tarkastelun lähtökohdaksi otettiin PIR-ELY:n tuottajavastuutilastot vuodelta 2013. Arvopotentiali SER:n osalta piilee pitkälti tieto- ja teleteknisten laitteiden kohdalla ja tarkastelu kohdistettiin tämän luokan sisältämiin laitteisiin. Tilastojen mukaan vuonna 2013 markkinoille saatettiin 18 080 t ja keräykseen päätyi 8229 t tieto- ja teleteknisiä laitteita. Tieto- ja teleteknisistä laitteista kerättiin siis 46 % markkinoille saatetusta määrästä. Tarkastelukohteeksi valittiin tieto- ja teleteknisistä laitteista tarkemmin kuvaputki-, LCD- ja LED-näytöt sekä kannettavat tietokoneet ja matkapuhelimet. Vuonna 2030 oletettiin kerättävän kierrätykseen EU:n asettaman tavoitteen mukaisesti 85 % elektroniikkalaitteista.

Näyttöjen kokonaismäärä vuonna 2013 arvioitiin perustuen Ignatiuksen ym. (2009) esittämään osuuteen näyttöjen tieto- ja teleteknisten laitteiden kokonaismäärästä. Eri näyttöjen määrät tarkasteluajankohdan alussa arvioitiin perustuen tietoihin eri näyttöjen osuuksista Euroopan tasolla (Cucchiella ym. 2015). Näyttöjen osalta myös ennuste vuoteen 2020 tapahtuvista muutoksista perustui saman lähteen tietoihin. Matkapuhelinten ja kannettavien tietokoneiden ennusteessa vuoteen 2020 puolestaan tukeuduttiin Panuzzon (2014) esittämiin arvioihin sähkö- ja elektroniikkalaitteiden määrä kehityksestä. Kaikille laitteille oletettiin käyttöiän pidentymisen kautta 10 % vähenemä jätteen määrään vuodesta 2020 vuoteen 2030. Tämä tarkoittaa hieman yli prosentin vuosittaista vähenemää. Kokonaisvaikutuksena skenaariossa syntyisi siis 3 %:n vähenemää tarkasteltujen laitteiden kokonaismäärässä vuodesta 2013 vuoteen 2030.

SER:n arvopotentialin laskennassa huomioitiin kulta, hopea, palladium, kupari, alumiini, rauta/teräs ja muovit. Investointikustannuksia lisääntyvästä kierrätyksestä ei oletettu, vaan laitteet oletettiin käsiteltävän nykyisissä käsittelylaitoksissa. Kuljetuskustannuksiksi arvioitiin asiantuntija-arvion mukaisesti 150 €/t ja käsittelykustannuksiksi 150 €/t (Saarelainen 2016).

Terästä sisältävien sähkö- ja elektroniikkalaitteiden (käytännössä kylmälaitteet ym. isot kodinkoneet) lisäsaannoksi oletettiin 30 000 tonnia vuodessa. PIR-ELY:n tuottajavastuutilastojen mukaan vuonna 2013 saatettiin markkinoille noin 71 000 t suuria kodinkoneita ja keräykseen päätyi noin 29 000 t suuria kodinkoneita. Keräyksen on arvioitiin saavuttavan EU:n tavoitteen, joka on 85 % markkinoille lasketuista laitteista. Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden keskimäärin sisältämäksi teräksen määräksi oletettiin 50 % (United Nations University 2007).

Teräksen valmistuksen päästöt ovat 1,6 t CO₂-ekv/t terästä (World Steel Association 2011). Tehostetun SER-teräksen kierrätyksen päästöhyötynä saadaan kokonaisuudessaan siis

24 000 t CO₂-ekv.

Talonrakennusjätteiden kierrätyksen ja materiaalina hyödyntämisen lisääminen

Talonrakennusjätteen kokonaismäärä ja materiaalihyödyntäminen perustuvat Tilastokeskuksen tietoihin vuodelta 2011 (Tilastokeskus, 2013). Vuonna 2011 käytetty tai käyttöön käsitelty määrä mineraalijätteitä oli 1,3 miljoonaa tonnia ja metallijätteitä 100 000 tonnia. Rakennusjätteen kokonaismäärä oli 2,2 miljoonaa tonnia. Näihin tietoihin perustuen rakennusjätteen materiaalihyödyntämisaste olisi 64 %. EU:n rakentamisjätteen 70 % kierrätys- ja materiaalihyödyntämisen tavoitteen toteutuminen tarkoittaisi noin 130 000 t lisää talonrakennusjätettä materiaalihyödynnettäväksi.

Lisääntyvän materiaalihyödyntämisen oletettiin koostuvan puun kierrätyksestä lastulevyksi (40 000 t), betonimurskeen käytöstä maarakentamisessa (50 000 t), romumetallin kierrätyksestä (30 000 t) sekä kattohuopajätteen bitumin kierrätyksestä (10 000 t). Kattohuopajäte koostuu noin 60 %:sti bitumista. Investointikustannuksissa oletettiin, että kattohuopajätettä lukuun ottamatta kierrätystoiminta voidaan toteuttaa nykyisissä laitoksissa. Kattohuopajättele oletettiin 2 milj. € investointikustannukset ja kierrätysbitumia hyödyntäville asfalttiasemille 90 000 € investointikustannukset (Tuominen 2016). Rakennusjätteen kierrätyksen kokonaiskustannuksissa huomioitiin myös jätelavojen vuokratkustannukset, kuljetuskustannukset sekä kunkin materiaalin käsittelykustannukset. Lavan vuokratkustannusten oletettiin olevan 27,3 €/t ja lavan tyhjennyskustannusten 7,5-50 €/t riippuen materiaalista (FCG 2010). Eri materiaaleille oletettiin kullekin materiaalille ominainen lavakuorman koko (2-12 t). Lastulevyn valmistuskustannuksista ei löydetty tarkkaa tietoa, mutta niiden oletettiin olevan 40 % myyntihinnasta.

Eri kierrätystuotteille käytettiin seuraavia myyntiarvoja:

- Lastulevy 285 €/t (Myllymaa ym 2008).
- Betonimurske 4 €/t (Lehtonen 2016)
- Romumetalli 220 €/t (Niemisen valimo 2016)
- Bitumi 340 €/t (Tuominen 2016)

Lastulevyn valmistuksen oletettiin vapauttavan metsäteollisuuden sivutuotteita. energiahyödyntämiseen. Romumetallin kierrätys korvaa neitseellistä metallintuotantoa. Betonimurskeen kierrätys korvaa luonnon kiviaineksia maarakentamisessa. Kattohuopajätteestä eroteltava bitumi käytetään neitseellinen bitumin korvaajana asfaltin valmistuksessa.

Lastulevyn oletetaan puoliksi korvaavan öljyn käyttöä. Lastulevyn lämpöarvona on käytetty 18,6 MJ/kg (Alakangas ja Wik 2008) ja korvaushyötynä on käytetty 24 800 t CO₂-ekv. Bitumin valmistus tuottaa 0,173 t CO₂/t (Hagström ym. 2011). Vältetty 6000 t bitumituotanto vähentää päästöjä 1 038 t CO₂/a. Teräksen valmistus tuottaa 1.6 t CO₂-ekv./t (World Steel Association, 2011). Vältetyt päästöt siis 48 000 t CO₂-ekv/a. Betonin kierrätys maarakennuskäyttöön aiheuttaa kasvihuonekaasuhyötyjä betonin karbonisoitumisen kautta (Kjellsen ym. 2005). Tässä yhteydessä betonimurskeen kierrätyksen on oletettu sitovan takaisin 30 % betonin valmistuksen aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä (150 g CO₂/kg), mikä aiheuttaa päästöhyötyjä 2250 t CO₂/a. Lastulevyn kierrätyksen kasvihuonekaasupäästöhyötyjä ei ole arvioitu.

Liikenteen uusien käyttömuotojen edistäminen

Liikenteen uusien käyttömuotojen osalta arvio perustuu Ilmastopaneelin Suositusskenaarioon (Liimatainen ym., 2015). Vuoteen 2030 mennessä oletettiin toteutuneen merkittäviä muutoksia ennen kaikkea autojen yhteiskäytössä.

Metsäteollisuuden materiaalitehostuminen

Metsäteollisuuden osalta ligniinin paremman käytön oletettiin nostavan puumassojen käytön hyötysuhdetta 20 % vuosikymmenen aikana. Investointeja ei oletettu.

Lähteet

Alakangas, E., Wik, C. 2008. Käytöstä poistetun puun luokittelu ja hyvien käytäntöjen kuvaus. VTT:n raportteja R-0489-08.

Anderson, R., Ekokem. Sähköpostiviesti 15.2.2016

Aho, M., Pursula, T., Saario, M., Miller, T., Kumpulainen, A., Päällysaho, M. Kontiokari, V., Autio, M., Hillgren, A., Descombes, L. 2015. Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja mahdollisuudet Suomelle. Gaia Consulting Oy ja Sitra.

Aro-Heinilä, E. 2014. Miltä talousluvut näyttävät, tuleeko nurmesta liikennepolttoainetta. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus.

Cucchiella, F., D'Adamo, I., Koh, S. L., Rosa, P., 2015. Recycling of WEEEs: An economic assessment of present and future e-waste streams. Renewable and Sustainable Energy Reviews 51: 263-272.

Dahlbo, H., Aalto, K., Salmenperä, H., Eskelinen, H., Pennanen, J., Sippola, K., Huopalainen, M. 2015. Tekstiilien uudelleenkäytön ja tekstiilijätteen kierrätyksen tehostaminen Suomessa. Suomen ympäristö 4/2015.

FCG, 2010. Jätehuollon taloudellinen merkitys ja kustannukset.

Forssell, O. 2011. Energiajätteen laatututkimus Kujalan jätekeskuksessa. Opinnäytetyö. Lahden Ammattikorkeakoulu.

Hagström, M., Illman, J., Pesola, A., Vanhanen, J., Gilbert, Y., 2011. Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikennevirasto tutkimuksia ja selvityksiä 38/2011.

Huttunen, M.J., Kuittinen, V. 2014. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 18 – Tiedot vuodelta 2014.

Ignatius, S-M., Myllymaa T., Dahlbo, H. 2009. Sähkö- ja elektroniikkaromun käsittely Suomessa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 20/2009.

Itä-Suomen yliopisto 2016. Polttoaineiden yleisiä ominaisuuksia. Saatavissa: https://www2.uef.fi/documents/1348766/1348771/KaasutuksenInfotaulut_3.pdf/af85a69f-87ed-44c5-a8d0-4cb3e39c04c2

Jungmichel, N., 2010. The Carbon Footprint of Textiles. Sustain Consulting. http://www.ciromero.de/fileadmin/media/informieren-themen/gruene_mode/Jungmichel._Sustain.pdf

Jätelaitosyhdistys ry 2016. Kotitalouksien sekajätteen koostumus. <http://www.jly.fi/jateh71.php?treeviewid=tree2&nodeid=71> [14.3.2016].

Jäteplus, 2015. Saatavissa: http://www.jateplus.fi/wp/wp-content/uploads/2015/09/ja%CC%88teplus3_2015_sivuittain.pdf [11.3.2016].

Jääskeläinen, A., Juvonen, M. 2010. Esiselvitys keskitetyn biokaasulaitoksen toteutettavuudesta Piekämäelle. Savonia-ammattikorkeakoulu ja Biokymppi Oy.

Kjellsen, K.O., Guimaraes, M. & Nilsson, Å. 2005. The CO₂ Balance of Concrete in a Life Cycle Perspective. Main project report: Results and conclusions. Danish Technological Institute, Nordic Innovation Centre, 19. December 2005, ISBN: 87-7756-758-7.

Kiviluoma-Leskelä, L. 2010. Biokaasun tuottaminen ja hyödyntäminen Lappeenrannassa. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Kool, A., Marinussen, M., Blonk, H., 2012. LCI data for the calculation tool Feedprint for greenhouse gas emissions of feed production and utilization - GHG Emissions of N, P and K fertilizer production. Blonk Consultants.

Liikennebiokaasu.fi, 2016. Usein kysytyt kysymykset. Saatavissa: http://www.liikennebiokaasu.fi/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=2&Itemid=3 [11.3.2016].

Liimatainen, H., Nykänen, L., Rantala, T., Rehunen, A., Ristimäki, M., Strandell, A., Seppälä, J., Kytö, M., Puroila, S., Ollikainen, M., 2015. Tarve, tottumukset, tekniikka ja talous – Ilmastonmuutoksen hillinnän toimenpiteet liikenteessä. Ilmastopaneeli. 95 s.

Lehtonen, K. 2016. Rudus Oy. Sähköpostiviesti 2.3.2016.

Niemisen Valimo 2016. Kierrätysmetallin hinnan kehitys. Saatavissa: <http://www.niemisenvalimo.fi/fi/kierratysmetallin-hinta.html> [14.3.2016].

Nylund, N.-O., Sipilä, K., Laurikko, J., Tamminen, S., Sipilä, E., Mäkelä, K., Hannula, I., Honkatukia, J. 2015. Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030: Käyttövoimavaihtoehdot ja niiden kansantaloudelliset vaikutukset. Tutkimusraportti VTT-R-00752-15.

Marttinen, S., Lehtonen, H., Luostarinen, S., Rasi, S. 2013. Biokaasuyrittäjän toimintaympäristö Suomessa. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus.

Moliis, K., Dahlbo, H., Retkin, R., Myllymaa, T. 2012. Pohjois-Suomen pakkausjätteiden hyödyntäminen - Elinkaaren aikaiset ympäristö- ja kustannusvaikutukset. Ympäristöministeriön raportteja 26/2012.

Motiva, 2015. Biokaasu. Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/biokaasu [11.3.2016]

MMM (Maa- ja metsätalousministeriö), 2011. Suomesta ravinteiden kierrätyksen mallimaa.

Myllymaa, T., Moliis, K., Tohka, A., Rantanen, P., Ollikainen, M., Dahlbo, H. 2008. Jätteiden kierrätyksen ja poltonkäsittelyketjujen ympäristökuormitus ja kustannukset.

Pannuzzo, B., 2014. Material flow analysis on domestic high value WEEE generation and collection in Finland. Diplomityö. Aalto-yliopisto.

Peltonen, M. 2012. Loimi-Hämeen jätehuolto OY:n keräämän energijätteen tarkastelu ja energijätteen tulevaisuudennäkymien kartoittaminen. Opinnäytetyö. Hämeen Ammattikorkeakoulu.

Pursula, T., Vanhanen, J., Ylimäki, L., Miller, T., Saario, M., Autio, M., Pitkämäki, A., Sahimaa, O., Salmenperä, H., Myllymaa, T. 2015. Yhdyskunta- ja pakkausjätteen kierrätyksen tavoitteet ja niiden vaikutusten mallintaminen. Gaia Consulting Oy ja Suomen ympäristökeskus.

Pradhan, A., Shrestha, D.S., Van Gerpen, J., McAloon, J.A., Yee, W., Haas, M., Duffield, J.A. 2012. Reassessment of life cycle greenhouse gas emissions for soybean biodiesel. American Society of Agricultural and Biological Engineers . Vol. 55(6): 2257-2264.

Saarelainen, T. Kuusakoski Oy. Sähköpostiviesti 26.2.2016.

Sitra 2007. Lietteenkäsittelyn nykytila Suomessa ja käsittelymenetelmien kilpailukyky –selvitys.

Sitra, 2014. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 84.

Statistics Finland 2016. Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2014. Draft 15.1.2016.

Tilastokeskus, 2013. Jätteiden käsittelyssä tapahtunut muutos. Saatavissa:
http://tilastokeskus.fi/til/jate/2011/jate_2011_2013-05-17_tie_001_fi.html [14.3.2016]

Tuominen, K. 2016. Tarpaper Recycling Finland Oy, Sähköpostiviesti 3.3.2016.

Tähti, H., Rintala, J. 2010. Biometaanin ja –vedyn tuotantopotentiaali Suomessa.

United Nations University, 2007. 2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). Final Report.

Virtanen, P. 2011. Biokaasulaitoksen sijainnin mittatyökalu. Opinnäytetyö. Laurea-ammattikorkeakoulu. Jyväskylän yliopisto.

Yara, 2014. Calculation of Carbon Footprint of Fertilizer Production.
http://yara.com/doc/122597_2013_Carbon_footprint-of_AN_Method_of_calculation.pdf

World Steel Association, 2011. Life cycle inventory study for steel products.
<https://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/bookshop/LCA-Methodology-Report/document/LCA%20Methodology%20Report.pdf>

VALTIONEUVOSTON
SELVITYS- JA TUTKIMUSTOIMINTA

www.tietokayttoon.fi

ISSN 2342-6799 (pdf)

ISBN 978-952-287-260-9 (pdf)

