



Sivuvirroista kiertotalousliiketoimintaa

Case: Puutuhka Lapinjärven alueella

Merja Pakkanen

2021 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

**Sivuvirroista kiertotalousliiketoimintaa
Case: Puutuhka Lapinjärven alueella**

Merja Pakkanen
Tradenomi (YAMK)
Opinnäytetyö
Huhtikuu, 2021

Merja Pakkanen

Sivuvirroista kiertotalousliiketoimintaa - Case: Puutuhka Lapinjärven alueellaVuosi 2021 Sivumäärä 120

Opinnäytetyö on osa Lapinjärven kunnan, Laurean ja Aalto Yliopiston Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin - hanketta, jossa on tarkoituksena viedä resurssiviisaus Lapinjärven kunnan toiminnasta alueen asukkaille ja yrityksiin kehittäen uutta liiketoimintaa. Kehittämistehtävänä on tukea lapinjärveläisiä yrityksiä kohti resurssiviisasta ja kiertotalouden mukaista toimintaa tavoitteena tuottaa tuhkasivuvirrasta konkreettisia liiketoimintaehdotuksia ja -malloja. Opinnäytetyön tutkimusongelma on Lapinjärven ja lähialueiden lämpövoimaloista syntyvä tuhka-jäte ja tarkoitus tuhkasivuvirran hyödyntämistapojen löytäminen.

Tietoperusta ja teoreettinen viitekehys opinnäytetyössä ovat uusi kestävän kehityksen ja resurssiviisauden mahdollistava talousmalli kiertotalous, innovaatiotoiminta sekä liiketoimintamallit ja -ekosysteemit, jotka edistävät ja mahdollistavat kiertotalouteen siirtymistä. Opinnäytetyö on tapaustutkimus, jossa edetään palvelumuotoilun tuplatimantti - innovaatioprosessin mukaisesti ja tehdään benchmarking-tutkimusta. Prosessin ensimmäisessä vaiheessa etsitään tuhkaideoita ja valitaan ideoista parhaat toimintaympäristöä monitoroimalla ja PESTE-analyysin avulla. Toisessa vaiheessa määritellään toimintamallivaihtoehdot ja tarkastellaan valittua kehittämisideaa, kierrätyslannoitetoimintaa, SWOT-analyysin avulla. Kolmannessa kehittämisvaiheessa tehdään ratkaisukeskeistä benchmarking-tutkimusta kierrätyslannoitetoimialan ja metsien tuhkalannoittamisen osalta. Viimeisessä käyttöönotto-vaiheessa mallinnetaan Lapinjärven tuhkaekosysteemi ja tuhkan suljettu kierto sekä hahmotellaan kiertotalouden mallin mukainen kolmitasoinen liiketoimintamalli, joka ottaa ekosysteemitason ja kestävän kehityksen vaikutukset huomioon. Lisäksi hahmotellaan toimintasuunnitelmaa ja tiekarttaa tavoitteisiin pääsemiseksi.

Tuhkaa on mahdollista käyttää moneen eri tarkoitukseen ja käyttötapa tulee ratkaista tuhkan koostumuksen, määrän ja syntypaikan mukaan. Kierrätyslannoiteliiketoiminta on tulevaisuuden kehittyvää liiketoimintaa, jolla voidaan korvata fossiilisista kaivannaisista valmistettuja lannoitteita. Tulevaisuudessa tarve käyttää puuta fossiilisten materiaalien korvaajana lisääntyy ja siksi myös metsiä tulisi hoitaa puun kasvun edistämiseksi. Metsien kestäväällä hoidolla torjutaan samalla ilmastonmuutosta lisäämällä hiilinieluja ja luonnon biodiversiteettiä.

Asiasanat: Kiertotalous, resurssiviisaus, sivuvirrat, innovaatiot, liiketoimintamallit

Merja Pakkanen

Circular Economy Business from Side Streams - Case: Wood Ash in the Lapinjärvi Area

Year 2021

Pages

120

The thesis was a part of the Municipality of Lapinjärvi, Laurea and Aalto University's Resource-smart with a human touch - project, where the resource wisdom activities of the municipality of Lapinjärvi are spread among the residents and companies of the area to develop new business. The development task was to support companies towards resource wisdom and the circular economy business. The research problem of the thesis was ash waste from thermal power plants in Lapinjärvi and the surrounding areas, and the purpose was to find ways to utilize the ash side stream. The goal was to present business proposals and models from the ash side stream.

The theoretical framework of the thesis is a new sustainable and resource-wise economic model, the circular economy, as well as innovation activities and business models and ecosystems that promote and enable the transition towards circular economy. The thesis is a case study in which the service design with double diamond process is carried out and a benchmarking study is conducted. In the first stage of the process, the operating environment is monitored and analysed using PESTE analysis, to find useful utilization ideas of ash. In the second stage operating model options are defined and the selected development target, recycled fertilizer business, is evaluated by means of a SWOT analysis. In the third development phase, a solution-driven benchmarking study is conducted on the recycled fertilizer industry and using wood ash as a fertilizer in the forests. In the final implementation phase, the Lapinjärvi business ecosystem and the closed cycle of ash is modelled, and a triple layered circular economy business model is outlined, based on the traditional business model canvas, but so that the effects of ecosystem level and sustainability impact are considered. Also, the roadmap to the future actions is modelled.

Ash can be used for many different purposes and its use must be decided according to the composition, quantity and place of origin of the ash. The recycled fertilizer business is the emerging business of the future that can replace fertilizers made from fossil minerals. To promote sustainable forest growth, forests should be managed in a way that increases the volume of carbon sinks to slow down climate change, while enabling sustainable forest use by increasing tree growth and nature biodiversity.

Keywords: Circular economy, Resource wisdom, Side Streams, Innovation, Business Models

Sisällys

1	Johdanto.....	7
1.1	Kestävä kehitys ja resurssiviisaus.....	8
1.2	Toimintaympäristönä ihmislähtöisesti resurssiviisas Lapinjärven kunta.....	11
2	Kiertotalouden viitekehys.....	13
2.1	Kiertotalouden tekniset ja biologiset kierrot.....	16
2.2	Jätteet kiertotalouden resurssina.....	18
2.3	Energiantuotanto kiertotaloudessa ja hiilineutraaliuteen pyrkimisessä.....	21
2.4	Energiantuotannon tuhkasivuvirta.....	23
2.5	Puumateriaalin käyttö ja metsäteollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen.....	24
3	Innovaatiotoiminnan viitekehys.....	28
3.1	Innovaatiotyypit ja niiden lähteet.....	29
3.2	Innovaatioprosessi ja sen johtaminen.....	30
3.3	Innovaatioympäristöt.....	34
3.4	Innovaatiotoiminta Suomessa.....	38
4	Liiketoimintamallien kehittämisen viitekehys.....	40
4.1	Kiertotalouden liiketoimintamallit.....	40
4.2	Liiketoimintaverkostot ja ekosysteemit.....	43
4.3	Liiketoiminnan transformaatio kiertotalouden malliin.....	47
5	Case: Kiertotalousliiketoimintaa Lapinjärven puutuhkasivuvirrasta.....	48
5.1	Tapaustutkimus ja tutkimusmenetelmät.....	48
5.2	Kehittämistehtävä, tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset.....	49
5.3	Palvelumuotoilun tuplatimantti kehittämismenetelmänä.....	50
5.4	Kehittämishankkeen etenemisen aikataulu.....	51
6	Vaihe 1: Tuhkaideoiden löytäminen.....	53
6.1	Toimintaympäristön monitorointi menetelmänä.....	53
6.2	Tuhkan tuottajat, koostumus ja määrä.....	54
6.3	Tuhkasivuvirran hyödyntämisideat.....	57
6.4	Tuhkan ominaisuudet ja käyttömahdollisuudet.....	58
6.5	Toimintaympäristön PESTE-analyysi.....	62
7	Vaihe 2: Lapinjärven tuhkan käyttömahdollisuuksien määrittely.....	64
7.1	Lapinjärven Lämpö Oy tuotekehitysuppilo.....	64
7.2	Helsingin Erikoishöyläys Oy tuotekehitysuppilo.....	65
7.3	Toimintamallivaihtoehdot Lapinjärven tuhkien käytölle.....	66
7.4	Yrityksen palaute esitetyistä ideoista.....	67
7.5	Tuhkalannoitekäytön SWOT tarkastelu.....	69
8	Vaihe 3: Kierrätyslannoitetoiminnan benchmarking ja kehittäminen.....	71

8.1	Benchmarking tutkimusmenetelmänä	71
8.2	Kierrätyslannoitteet, niiden valmistaminen ja käyttö	73
8.3	Tuhkan käyttö metsälannoitteena	75
8.4	Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelma	79
8.5	Yritykset kierrätyslannoitetoiminta-alalla.....	80
9	Vaihe 4: Tuhkalannoitusekosysteemin ja liiketoimintamallin käyttöönotto	82
9.1	Backcasting tulevaisuuden visiosta nykytilaan ja tiekartta toimenpiteistä	82
9.2	Tuhkan kierto ja liiketoimintaekosysteemin kuvaus	84
9.3	Liiketoimintamallin kehittäminen tuhkalannoite-ekosysteemille	85
9.4	Toimintasuunnitelma lannoitetoiminnan aloittamiseksi.....	89
10	Tulokset, johtopäätökset ja arviointi	93
10.1	Kehittämistehtävän tulokset	93
10.2	Luotettavuuden arviointi.....	96
10.3	Tulosten hyödynnettävyys	98
10.4	Jatkokehittämismahdollisuudet	98
10.5	Lopuksi.....	99
	Kuviot	116
	Taulukot	117
	Liitteet	118

1 Johdanto

Ilmastonmuutos sekä väestön- ja kulutuksenkasvu ovat globaaleja megatrendejä, jotka vaikuttavat maapallon tilaan. Väestönkasvu lisää kulutusta ja siten raaka-aineiden tarvetta sekä kasvattaa jätteen ja ilmastonmuutosta aiheuttavien hiilidioksidipäästöjen määrää. (EU 2020; Dufva 2020; Hiltunen 2019.) Yhä kasvavan väestön on ennustettu tarvitsevan tuplasti enemmän materiaaleja, kuten biomassaa, metalleja, mineraaleja ja fossiilisia polttoaineita vuoteen 2060 mennessä (EU 2020). Suomalaisten kulutustottumuksilla maailman luonnonvaroja käytetään 4. kertaisesti niiden tuottoon nähden. Neitseelliset raaka-aineet uhkaavat loppua, lajien 6. sukupuutto on meneillään, ilmastonmuutoksen sulattamat jäätiköt uhkaavat nostaa merenpintaa ja jättää satoja kaupunkeja veden alle (Hiltunen 2019). Aikaa suunnanmuutokseen ei ole hukattavaksi.

EU:lla on tavoite vähentää päästöjä ja olla hiilineutraali 2050 mennessä (EU 2020). Suomen oma tavoite olla hiilineutraali vuonna 2035 ja HINKU-kunnissa (Hiilineutraalit kunnat) vielä tätäkin tiukempi tavoite vuodelle 2030. (Hiilineutraali Suomi, 2020.) Päästötavoitteet edellyttävät kiireellisiä toimenpiteitä ja niihin vastauksena on uusi talousmalli - kiertotalous (EU 2020). Kiertotalouden avulla lisätään materiaali- ja energiatehokkuutta ja vähennetään neitseellisten raaka-aineiden tarvetta, jotka ovat keinoja hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamiseen sekä ilmastonmuutoksen ja sen vaikutusten torjumiseen.

Kiertotalouden uusien liiketoimintamallien avulla voidaan tuottaa taloudellisesti, sosiaalisesti ja ekologisesti kestävämpää kehitystä ja hyvinvointia. Kiertotalouden liiketoimintamallit auttavat sulkemaan, hidastamaan, kaventamaan, lisäämään ja dematerialisoimaan materiaali-kiertoja. (Geissdoerfer, Pieroni, Pigosso, Soufani, 2020, 8.) Tavoitteena on mieluummin nostaa materiaaleja korkea-arvoisempiin kiertoihin esimerkiksi valmistamalla jätteistä tai sivuvirroista uusia tuotteita, kun taas alempiarvoinen kierto kierrättää materiaalin suoraan takaisin raaka-aineeksi tai energiaksi. Suomessa kiertotalouden taloudellisen kasvun potentiaali on nimenomaan erilaisten yhdyskuntien, maa- ja metsätalouden sekä teollisuuden sivuvirtojen ja jätteiden hyödyntämisessä ja jalostamisessa. (Arponen ym. 2014)

Tässä opinnäytetyössä pohditaan kaukolämpötuotannon sivuvirtana syntyneen puutuhkan hyötykäytön liiketoimintamahdollisuuksia. Tuhkan hyötykäyttöä vielä parempi vaihtoehto olisi estää tuhkan synty ja käyttää energiaksi poltettava puumateriaali muuhun tarkoitukseen. Suomessa on meneillään useita hankkeita, joissa tutkitaan puun hyödyntämistä tehokkaammin erilaisiksi materiaaleiksi ennen energiahyödyntämistä. Metsän kestävä hoito ja käyttö ovat myös ratkaisevassa asemassa ilmastonmuutoksen torjunnassa, koska kasvavat metsät toimivat tärkeinä hiilinieluinä sitomalla hiilidioksidia ilmasta.

Kiertotalouden uusien liiketoimintamahdollisuuksien toteuttaminen vaatii systeemistä muutosta ja laajaa yhteistyötä eri toimijoiden välillä tutkimuksessa ja kehityksessä sekä innovoinnissa, sääntelyssä niin EU:n kuin kansallisella tasolla ja yrityskentässä sekä kansalaisten tasolla kulutustottumusten muutoksena. Systeeminen muutos saattaa aiheuttaa disruptiota, joka tuhoaa nykyisten liiketoimintamallien mukaiset tavat tuottaa tavaroita ja palveluita sekä kuluttaa. Kiertotalouden ratkaisujen syntyminen edellyttää innovatiivisuutta ja rohkeaa toteuttamista, joka onnistuu parhaiten useiden toimijoiden ekosysteemeissä. (Valtioneuvosto 2021a.) Organisaatiot, jotka eivät katso tulevaisuuteen ja innovoi, pärjäävät huonommin ja tulevat lopulta kuolemaan (Chesboroug 2003, xvii). Kiertotalousliiketoiminnan avulla on mahdollista lisätä kansantalouden arvoa ja talouden kilpailukykyä kasvattamalla markkinoita ja lisäämällä työpaikkoja. Kiertotalous tarjoaa Suomelle myös vientimahdollisuuksia sekä tuotteiden että osaamisen vientinä.

Pidemmällä aikavälillä energiateollisuus sekä maa- ja metsäteollisuus muuttuvat siten, ettei tuhkasivuvirtoja synny. Silloin energiantuotanto ei perustu sen enempää fossiilisten kuin uusiutuvienkaan materiaalien polttoon vaan aurinko- tuuli- ja geoenergiaan sekä vetytalouteen. Tuolloin ruokakin tuotetaan vertikaalisena vesi- tai ilmailijelynä sisätiloissa ja proteiinit kasvatetaan geeniteknologian avulla sammioissa ilman eläintuotantoa. (Linturi 2020.) Tähän on kuitenkin vielä matkaa ja siihen asti on keskityttävä olemassa olevien resurssien mahdollisimman kestävään käyttöön ja hyödyntämiseen sekä vältettävä materiaalien päätymistä suoraan jätteeksi.

1.1 Kestävä kehitys ja resurssiviisaus

Kestävän kehityksen käsite määriteltiin ensimmäisen kerran 1980-luvun lopulla Brundtlandin johtaman World Commission of Environment and Development -komitean toimesta. Kestävän kehityksen periaatteen mukaan yhteiskunnan ja teknologian kehityksessä tulee ottaa huomioon niin sosiaalinen, ekologinen kuin taloudellinenkin näkökulma tavoitteena täyttää ihmiskunnan tämänhetkiset tarpeet siten, että myös tuleville sukupolville jää mahdollisuus täyttää omat tarpeensa. (Brundtland 1987, 16; Haapola, Kauppi, Kettunen, Kivelä, Meristö & Tuohimaa 2011, 10.)

Kestävän kehityksen tarkemmat tavoitteet sovittiin uudestaan YK:n jäsenmaiden kesken viimeksi vuonna 2015 globaalin kestävä kehityksen toimintaohjelmassa Agenda 2030. Toimintaohjelma koostuu yhteisten periaatteiden 17 tavoitteesta ja niitä tarkentavista 169 alatavoitteesta, toimeenpanon keinoista sekä yhteisestä toimeenpanon seuranta- ja arviointijärjestelmästä. Tavoitteena on muuttaa globaali kehitys kestävä suuntaan, jossa ihmisten hyvinvointi ja ihmisoikeudet, talous ja yhteiskuntien vakaus turvataan ympäristön kannalta kestävällä tavalla ja poistetaan maailmasta köyhyys. Toimeenpanoon onnistuminen ja toivotun

muutoksen aikaansaaminen edellyttää yhteistyötä valtiovallan, kansalaisyhteiskunnan, yksityisen sektorin ja tiedeyhteisön kesken. (Sipilä 2017, 1-3.)

Agenda 2030 määritellyt kestävän kehityksen tavoitteet on kuvattu alapuolisessa kuviossa (Kuvio 1) ja ne ovat: ”1. poistaa köyhyys, 2. poistaa nälkä ja edistää kestävää maataloutta, 3. taata terveellinen elämä ja hyvinvointi kaiken ikäisille, 4. taata kaikille avoin, tasa-arvoinen ja laadukas koulutus sekä elinikäiset oppimismahdollisuudet, 5. saavuttaa sukupuolten välinen tasa-arvo sekä vahvistaa naisten ja tyttöjen oikeuksia ja mahdollisuuksia, 6. varmistaa veden saanti ja kestävä käyttö sekä sanitaatio kaikille, 7. varmistaa edullinen, luotettava, kestävä ja uudenaikainen energia kaikille, 8. edistää kaikkia koskevaa kestävää talouskasvua, täyttää ja tuottavaa työllisyyttä sekä säällisiä työpaikkoja, 9. rakentaa kestävää infrastruktuuria sekä edistää kestävää teollisuutta ja innovaatioita, 10. vähentää eriarvoisuutta maiden sisällä ja niiden välillä, 11. taata turvalliset ja kestävät kaupungit sekä asuinyhdyskunnat, 12. varmistaa kulutus- ja tuotantotapojen kestävyys, 13. toimia kiireellisesti ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia vastaan, 14. säilyttää meret ja merten tarjoamat luonnonvarat sekä edistää niiden kestävää käyttöä, 15. suojella maaekosysteemejä, palauttaa niitä ennalleen ja edistää niiden kestävää käyttöä; edistää metsien kestävää käyttöä; taistella aavikoitumista vastaan; pysäyttää maaperän köyhtymisen ja luonnon monimuotoisuuden häviäminen, 16. edistää rauhanomaisia yhteiskuntia ja taata kaikille pääsy oikeuspalveluiden pariin; rakentaa tehokkaita ja vastuullisia instituutioita kaikilla tasoilla, 17. tukea vahvemmin kestävän kehityksen toimeenpanoa ja globaalia kumppanuutta.” (Suomen YK-liitto 2017, 60-65.)



Kuvio 1: Kestävän kehityksen Agenda 2030 tavoitteet

Kestävän kehityksen tukemiseksi Suomessa on valmisteltu kestävän kehityksen yhteiskuntasitoytus ”Suomi, jonka haluamme 2050” (Sipilä 2017, 3), joka määrittelee Suomen visioksi olla ”Luonnon kantokyvyn turvaava, hyvinvoiva ja globaalisti vastuullinen Suomi”. Kestävän

kehityksen mukaisena tavoitteena on taata Suomessa yhteiskunnan kaikille jäsenille yhdenvertaiset mahdollisuudet hyvinvointiin, vaikuttamismahdollisuuksiin ja osallisuuteen, työhön, mahdollisuuteen elää kestävässä yhdyskunnassa, joka on osa hiilineutraalia yhteiskuntaa, jossa päätöksenteko on luontoa ja sen kantokykyä kunnioittava, jossa myös talous on resurssi- viisaasta. (Sitoumus 2016)

Sitoumuksen 6. tavoitteessa halutaan erityisesti Suomen edistävän kestäviä ja kilpailukykyisiä ratkaisuja hyödyntäen resurssi- ja materiaalitehokkuuden, sekä kiertotalouden malleja, että luonnonvaratuottavuutta kasvattavia liiketoimintamalleja, investointeja sekä kokeiluja kaikilla sektoreilla myös digitalisaation keinoin. Päämääränä on tehdä suomalaisista yrityksistä globaalistikin edelläkävijöitä yhteiskuntavastuullisessa liiketoiminnassa, joka hyödyntää resurssiviisautta ja avointa dataa ja luo siten kilpailuetua yrityksille ja organisaatioille ja perustan ympäristöliiketoiminnalle Suomen tarjotessa erinomaiset testimarkkinat ja toimintaympäristön ympäristöinnovaatioille ja kestäväälle taloudelle. Tarkoituksena on panostaa cleantechiin, tutkimukseen, biotalouteen, uusiutuvaan energiaan ja aineettomien palveluiden ja tuotteiden kehittämiseen ja toimia suunnannäyttäjänä kestävässä julkisissa hankinnoissa, kestävässä ruoantuotannossa, vesivarojen hallinnassa ja metsätalouden kehittämisessä. (Sitoumus 2016, 6.) Kiertotalouden ja resurssiviisauden avulla voidaan edistää usean Agenda 2030 tavoitteen, SDG:n saavuttamista.

Resurssiviisaudessa tarkastellaan materiaalien käyttöä ja siitä aiheutuvia ympäristövaikutuksia ja talouskasvua. Materiaalien käyttö ja kierto ovat tärkeitä näkökulmia luonnonvarojen kulutusta arvioitaessa. Materiaalien käytön vähentämisen keinoja ovat materiaalitehokkuuden edistäminen teollisuudessa ja rakentamisessa, ekologisten rakennusmateriaalien käytön lisääminen uudis- ja korjausrakentamisessa ja palveluliiketoiminnan edistäminen materiaalikeskeisen kulutuksen sijaan. Materiaalitehokkuutta voidaan parantaa myös jätteiden kierrätystä tai uudelleenkäyttöä lisäämällä, elinkaarikustannuksia tarkastelemalla, hankintaketjun läpinäkyvyyttä parantamalla sekä yhteistyöverkon rakentamisella ja omien säästöpotentiaalien viestimisellä verkostossa. (Koskela, Mattinen & Seppälä, 2014, 3; Sitra 2020a.) Resurssiviisaus eroaa resurssitehokkuudesta siten, että siinä otetaan huomioon kokonaisuudet osaoptimoinnin sijaan.

Suomen ympäristökeskus ja Sitra ovat kehittäneet resurssiviisauden johtamismallin viisi indikaattoria, joilla voi mitata alueiden kehitystä kohti resurssiviisautta. Kolme valittua pääindikaattoria tukevat resurssiviisasta johtamismallia ja kytkeytyvät Sitran määrittämiin resurssi- viisaustavoitteisiin: ei päästöjä, ei jätettä, yhden maapallon elämä. Valitut pääindikaattorit ovat:

1. käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt per asukas [t CO₂ ekv/as]

2. materiaalihäviö (=virrat kaatopaikoille + uusiutumattomien poltto + loppusijoitettavien jätteiden vienti [t])
3. ekologinen jalanjälki per asukas [gha/as].
 - a. Lisäksi kaksi täydentävää indikaattoria:
4. raaka-aineiden kulutus per asukas (=RMC) [t/as]
5. biokapasiteetti [gha]

Näiden indikaattorien seuranta on tärkeä keino EU:n asettamien tavoitteiden saavuttamisessa. Indikaattorit kuvaavat ilmastomuutosta, materiaalien kiertoa, ekologista kestävyyttä, materiaalien käyttöä ja ekologista tuottokykyä. (Koskela ym. 2014, 3; Sitra 2020a.)

Suomessa FISU verkosto (Finnish Sustainable Communities) on joukko resurssiviisaita kuntia, jotka edelläkävijöinä tavoittelevat hiilineutraaliutta, jätteettömyyttä ja kestävästä kulutuksesta vuoteen 2050 mennessä. Resurssiviisauden indikaattorit ovat näiden kuntien toiminnan ja johtamisen apuvälineitä. FISU verkoston kuntia ovat Forssa, Hyvinkää, Ii, Joensuu, Jyväskylä, Kuopio, Lahti, Lappeenranta, Riihimäki, Turku sekä Vaasa. FISU-verkoston tehtävä on jakaa parhaita käytäntöjä, luotettavaa tietoa ja kehittää toimintatapoja keskenään vertaisverkostossa. FISU-kuntien toimintaa tukee Suomen Ympäristökeskus ja Motiva laskemalla ja tulkitsemalla indikaattorit ja auttamalla kuntia laatimaan ja arvioimaan omat resurssiviisauden tiekarttansa. (FISU 2020.) Uudenmaan alueella on myös oma resurssiviisauden strategia Resurssiviisas Uusimaa (Helsinki Smart Region), jossa on kolme strategista teemaa, ilmastoneutraalius, uudistuva teollisuus ja innovatiiviset palvelut sekä ihmisten kaupunki. (Uudenmaan liitto 2020.)

1.2 Toimintaympäristönä ihmislähtöisesti resurssiviisas Lapinjärven kunta

Tämä opinnäyte on osa Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin -hanketta. Hankkeessa on tavoitteena edistää ihmislähtöistä resurssiviisauden kehittymistä Lapinjärven kunnan asukkaiden, paikallisten yritysten ja yhteisöjen kesken yhteistyössä Aalto yliopiston ja Laurea ammattikorkeakoulun kanssa. Hanketta tukee taloudellisesti Uudenmaanliitto Euroopan aluekehittämisrahastosta. Hanke on alkanut 1.9.2019 ja kestää vuoden 2021 loppuun asti. (Lapinjärvi, 2020; Laurea ammattikorkeakoulu 2021.) Lapinjärven kunta on kehittänyt palveluitaan ihmislähtöisesti jo pitkään. Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin -hankkeessa ihmislähtöisyys on tarkoitus liittää resurssiviisauden kehittämistavoitteeseen ja siirtää ajattelumalli kunnan palveluista kunnan yrityskehittämisen tavoitteena luoda alueen mikro- ja pk-yrityksille uusia resurssiviisaita tuotteita ja palveluita. Tämä on tarkoitus tehdä jo olemassa olevia resursseja hyödyntäen ja palveluiden ja tuotteiden käyttäjiä jo kehittämisvaiheessa osallistaen. Lisäksi hankkeessa on tarkoitus luoda toimintamalli, jonka avulla tehdään asuinrakentamisen tila- ja rakenneratkaisujen sekä rakennusosa- ja materiaalivalintojen ympäristö- ja hyvinvointivaiku-

tuksia näkyväksi, mikä helpottaa resurssiviisaiden, vähähiilisten ja hyvinvointia lisäävien valintojen tekemistä rakentamisessa. Toimintamallia testataan Lapinjärven Husulanmäen alueella, jonne on suunniteltu yhteisöllinen ryhmärakentamisasuinalue. Lisäksi hankkeessa jaetaan tietoa kestävästä kuluttamisesta ja asumisesta sekä kulutusvalintojen vaikutuksista ympäristöön ja yhteiskuntaan. (Lapinjärvi, 2020.) Resurssiviisaustavoitteista huolimatta Lapinjärvi ei kuitenkaan ole FISU kunta, eikä resurssiviisauden johtamisessa käytetä FISU kuntien käyttämiä resurssiviisauden johtamisen indikaattoreita. (Kivelä 2020a.)

Lapinjärvi on noin 2700 asukkaan kunta Itä-Uudellamaalla rajoittuen Kymenlaakson Kouvolaan ja Päijät-Hämeen Orimattilaan. Alueella on ollut asutusta jo kivikautisista ajoista lähtien ja nykyinen kunta perustettiin jo vuonna 1575. Lapinjärven pinta-ala on noin 340 km² ja se muodostuu metsä- ja peltoalueista ja kyläkeskittymistä, jotka ovat levittäytyneet Lapinjärven järven ympärille. Kunnan asutus keskittyy Kirkonkylän, Porlammin, Mariebergin, Ingermannin, Pukaron, ja Heikinkylän kyliin. Kunta on kaksikielinen ruotsinkielisen väestön osuuden ollessa reilut 30 %. (Lapinjärvi, 2020.) Kunta sijaitsee maantieteellisesti keskeisellä paikalla, kun noin 100 kilometrin etäisyydellä on Suomen suurimmat pääkaupunkiseudun kaupungit Helsinki, Vantaa, Espoo sekä Kouvola, Lahti ja Kotka. Kunnan alueen työpaikat olivat vuonna 2018 alkutuotannossa 21,7 %, jalostuksessa 19,5 % ja palvelusektorilla 55 %. Alkutuotannon työpaikkoja alueella on paljon enemmän kuin Suomessa keskimäärin ja se kertoo kunnan maatalousvaltaisesta tuotannosta. Kunnan työllisyysaste oli 75,2 %, työttömyyden ollessa 8,4 %, jotka ovat hieman parempia lukuja kuin koko Suomessa keskimäärin. (Tilastokeskus, 2018, Kuntien avainluvut 2018.) Kunnassa toimi vuonna 2018, 349 yritystä ja ne työllistivät yhteensä 613 henkilöä, kunnan 1082 työllisestä työvoimasta. (Tilastokeskus, 2018, Yritykset.)

Aiemmin Lapinjärven resurssiviisaus -hankkeeseen tehdyssä Paula Paloheimon ja Jenni Wiikin (2020, 62-63) opinnäytetyössä tutkittiin lapinjärveläisiä yrityksiä ja niiden suhtautumista kiertotalouteen. Tutkimuksen tuloksena yritykset jaettiin neljään eri ryhmään, jotka nimettiin niiden toimintaa määrittelevillä motoilla. Ryhmät olivat 1. ”Kiertoa omilla ehdoilla”, 2. ”Kiertotaloudella kukoistavaa bisnestä”, 3. ”Muut saa pelastaa maailman” ja 4. ”Kiertotalous kasvun moottorina”. 1. yritystyyppin toimintaa määritteli kiertotalousmyönteiset arvot, mutta tavoitteena ei ollut kasvu. 2. yritystyyppin toimintaa määritteli kiertotalousmyönteiset arvot tavoitteena toiminnan kasvattaminen. 3. yritystyyppillä ei ollut kiertotalousmyönteisyyttä eikä kasvutavoitteita. Viimeinen 4. yritystyyppi haki kasvua ja kiertotalous koettiin keinona lisätä liiketoimintaa. Paloheimo ja Wiik totesivat, että kehittämis- ja hanketyötä ajatellen on tarpeen tunnistaa eri yritystyyppit, jotta osataan tarjota jokaiselle yritykselle oikeanlaista tukea ja mahdollisuuksia. Tutkimuksen mukaan tyyppin 1 ja 3 yritykset eivät todennäköisesti halua eivätkä hyödy kehittämistyössä mukana olosta, kun taas tyyppin 2 yritykset ovat mahdollisesti jo kehittäneet itselleen kiertotalousmyönteisen liiketoimintamallin. Tyyppin 4 ”Kiertotalous kasvun moottorina”, yritykset hyötyvät Paloheimon ja Wiikin tutkimuksen mukaan hanketyöhön osallistumisesta eniten.

2 Kiertotalouden viitekehys

Kiertotalous on uusi talousmalli, jossa resurssien käyttö on suunniteltu kestäväksi pitämällä raaka-aineet ja materiaalit käytössä pidempään niin ettei jätettä synny ollenkaan tai sitä synny vähemmän ja myöhäisemmässä vaiheessa kiertoa. Tuotteille voidaan luoda lisäksi lisäarvoa palveluiden ja digitaalisuuden avulla. Kiertotalouden avulla voidaan lisätä myös energia- tehokkuutta ja vähähiilisyttä käyttämällä uusiutuvaa energiaa ja säästämällä alkuperäiseen tuotantoon käytettävää energiaa käyttämällä tai valmistamalla sama tuote uudelleen. Myös raaka-aineen kierrättäminen vähentää raaka-aineiden alkutuotantoon tarvittavaa energiaa. (Arponen ym. 2014, 6, 75.)

Geissdoeferin, Pieronin, Pigosson ja Soufanin (2020, 3) ja Ellen MacArthur Foundation (2013) mukaan kiertotaloudesta on 114 erilaista määritelmää. Tutkittuaan näitä kirjallisuudessa esiintyneitä määritelmiä Geissdoefer ym. (2020, 3) määrittelee artikkelissaan kiertotalouden uudestaan näin: ”Kiertotalous on talousjärjestelmä, jossa resurssipanostukset, jätteet, päästöt ja energian hukka minimoidaan sulkemalla, pidentämällä ja tehostamalla materiaali- ja energiakiertoja sekä tarjoamalla tuotteet palveluina. Tämä saavutetaan digitalisaation, palveluiden, jakamislustojen, kestäväen tuotesuunnittelun, huoltojen, korjausten, uudelleenkäytön, uudelleentekemisen, kunnostuksen ja kierrätyksen avulla.” Erona aikaisempiin määritelmiin on se, etteivät täysin suljetut materiaalikierrat ole teoreettisesti mahdollisia (Geissdoefer ym. 2020, 3).

Kiertotalous on siis nykyisin vallalla olevan lineaaritalouden vastakohta, jossa tuotteet tuotetaan neitseellisistä raaka-aineista, myydään ja toimitetaan asiakkaille nopeasti ja lyhyen käyttöajan jälkeen hylätään jätteiksi, jotka käsitellään perinteisin jätteenkäsittelymenetelmin hautaamalla tai polttamalla. (Braungart & McDonough, 2003.; 26; El Haggag 2007, 18.) Lineaaritalous hukkaa arvoa kolmessa kohtaa, alkutuotannon materiaalitehottomuudessa, jättämällä jätteen arvoa hyödyntämättä ja kierrättämällä materiaaleja liian matala-arvoisella kierrolla (Arponen ym. 2014, 4). Ellen MacArthur Foundation mukaan tuotteiden ja järjestelmien suunnittelussa tulee jatkossa noudattaa seuraavaa viittä periaatetta, jotka luovat kestäväen kehityksen mukaisen kiertotalouden perustan: suunnittelemaan tuotteet niin ettei jätettä synny, pidentämällä tuotteen elinkaarta muunneltavuuden kautta, käyttämällä uusiutuvaa energiaa, ajattelemalla koko systeemiä niin kaikki kiertotalouden mahdollisuudet tulevat näkyväksi sekä palauttamalla tuotteiden ravinteet osaksi ravinnetta. (Arponen ym. 2014, 5.)

Kiertotalouden konseptilla on pitkät juuret eikä sen syntyä voida jäljittää vain yhteen tiettyyn hetkeen tai yhteen kirjoittajaan. Kiertotalouden käytännön toteutuksia alkoi esiintyä ensimmäisiä kertoja 1970-luvulla talousjärjestelmissä ja teollisissa prosesseissa ja konseptia on kehitetty edelleen eri koulukuntien toimesta, kuten regeneratiivisen suunnittelun, suorituskyky-

talouden, kehdestä kehtoon -konseptin (Cradle-to-Cradle), teollisen ekologian ja biomimikriikan ajatusmalleina. (Alhola ym. 2016, 10; Ellen MacArthur 2013, 26-27.) Kiertotalouden konseptin idea Geissdoeferin ym. (2020, 3) mukaan taas perustuu Bouldingsin 1960-luvun kirjoituksiin. Braungart ja McDonough (2003) selittävät kirjassaan kiertotalouden ajatusmallien kehittymistä teollistumisen alkua ajoilta kehittämäänsä kehdestä kehtoon -konseptiin asti. (Cradle-to-Cradle.) El Haggar (2007, 1) selittää kehdestä kehtoon -konseptia sillä, miten nykyisen kulutusmallin ympäristö- ja taloudellinen ongelma on se, että tieteellinen ja teknologinen kehitys on lisännyt ihmisten kykyä riistää, prosessoida ja käyttää luonnonvaroja, mutta ei sen rinnalla ole kehittänyt näkemystä, miten luonnonvarojen resurssit voidaan palauttaa uudelleen hyödynnettäväksi. Luonnonvarojen kestäväntöntä käyttöä eli jätteenkiertämistä hän kutsuu kehdestä hautaan -skenaarioksi (Cradle-to-Grave), jonka vastakohta on kehittää uusia valmistus- ja prosessointitapoja ja -tekniikoita, joissa luonnonvarat käytetään uudelleen kehdestä kehtoon -mallien (Cradle-to-Cradle) avulla. Geissdoeferin ym. (2020, 3) mukaan vasta vuoden 2013 jälkeen kiertotalous on saanut yhä kasvavaa kiinnostusta akateemisessa maailmassa ja tieteelliset kirjoitukset aiheesta ovat lisääntyneet. Ellen MacArthur Foundationilla on ollut siinä tärkeä asema kansantajuistaessaan konseptia yritysmaailman kumppaneidensa kanssa. Ellen MacArthur säätiö perustettiin vuonna 2010 edistämään kiertotalouden mukaisen tulevaisuuden vision toteutumista ja muutosta keskittymällä alan koulutukseen, viestintään ja eri liiketoiminta-alojen välisen yhteistyön lisäämiseen. Säätiö uskoo, että kiertotalous tarjoaa mahdollisuuden innovaatioiden ja luovuuden avulla kestävänsä tulevaisuuden luomiseen. (Ellen Mc Arthur 2013, 1, 96.) Suomessa kiertotalouden konseptin ideaa on edistänyt tulevaisuustalo Sitra.

Kiertotalouden tapa muuttaa taloudellista toimintaa suorasta kiertäväksi, ei vähennä taloudellisen toiminnan määrää vaan mahdollistaa kansantalouden kasvua innovaatioiden ja kilpailukykyyn kasvun kautta. Kiertotalous ei tarkoita kulutuksen tai elintason laskua, koska kulutukseen menevä raha käytetään tavaroiden oston ja omistamisen sijaan niiden vuokraamiseen ja palveluihin. Kiertotalouden liiketoimintamallien avulla yritykset voivat lisätä liiketoiminta-arvoaan neljällä tavalla, kasvattamalla liikevaihtoa laajemman tuotevalikoiman, myynnin ja markkina-alueen kasvun myötä, nostamalla brändiarvoaan, saavuttamalla kustannussäästöjä raaka-aineissa, energiassa, työ- ja tuotantokustannuksissa kuin yleiskustannuksissakin sekä pienentämällä riskejä maineriskiiin, julkiseen imagoon, sääntelyyn ja kysynnän häiriöihin liittyen, jonka avulla myös mielikuva yrityksestä paranee, mikä houkuttelee sekä työntekijöitä, että sijoittajia. (Arponen ym. 2014, 7; Sitra 2020b, 39.) Sitra oli yhdessä McKinseyn kanssa arvioinut vuonna 2014 kiertotalouden taloudellisen potentiaalin olevan Suomelle 1,5-2,5 miljardia euroa vuoteen 2030 mennessä (Arponen ym. 2014, 3). Suomessa kiertotalouden erityispiirteisiin kuuluu se, että tuottamamme raaka-aineet päätyvät jalostettavaksi muualle, kun suomalaisten teollisuusyrityksien tuotanto on keskittynyt ulkomaille ja kulutustavaroista ainoastaan ruoka tuotetaan pääosin kotimaassa. Suomessa onkin tärkeämpää kehittää teollisuuden

sivuvirtojen hyötykäyttöä kuin lopputuotteen kiertoa. Ruuan tuotannossa Suomessa on mahdollista edistää kiertotaloutta ravinteiden kiertoa edistämällä. (Arponen ym. 2014, 10.)

Suomessa on tutkittu suomalaisen kiertotalousliiketoiminnan kehittymistä vuodesta 2013 lähtien tähän päivään osana Circwaste -hanketta. Hankkeessa tuotettiin kiertotalouden kehitystä kuvaavat indikaattorit, jotka perustuvat pääosin muihin tarkoituksiin kerätyistä tilastotiedoista, mutta joita voidaan käyttää kiertotalouden tarkasteluun. Kiertotaloustoiminnan indikaattorit muodostuvat kahdeksasta toiminnosta ja sisältävät 15 indikaattoria. Toiminnot ovat design, materiaalien otto, tuotanto, logistiikka, kauppa ja palvelut, kulutus, jätteet, uudelleenkäyttö ja kierrätys. Tarkasteltavia indikaattoreita ovat:

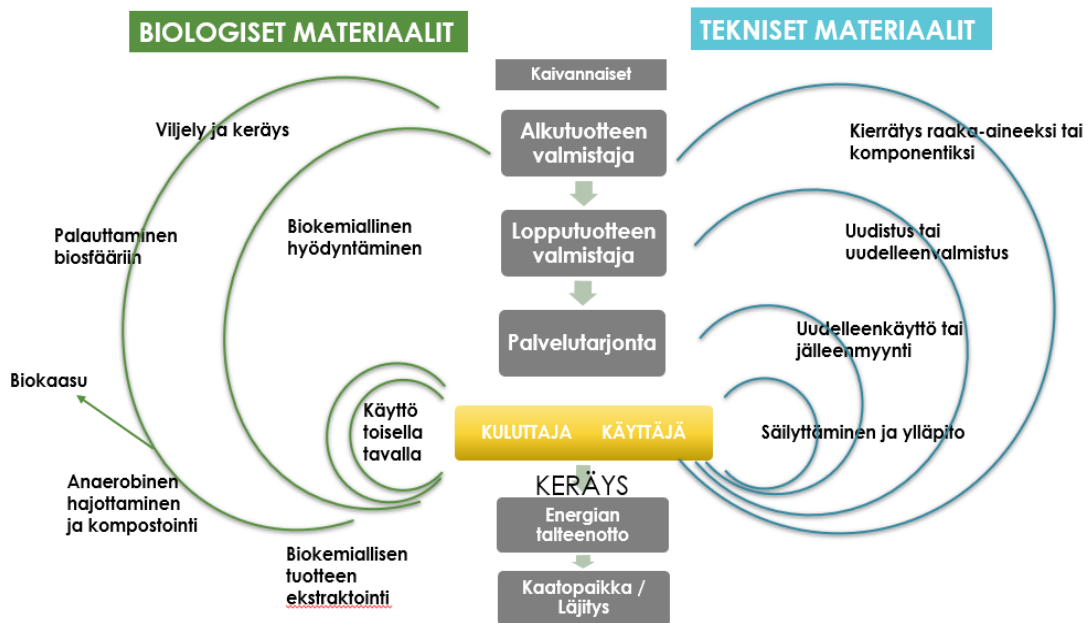
1. Kiertotalousaiheiset patentit
2. Kotimainen materiaalien kulutus
3. Materiaali-intensiteetti
4. Kiertotaloustoimipaikkojen lukumäärä, liikevaihto ja henkilöstö
5. Palkkataso kiertotalousaloilla
6. Kiertotalousaloille työllistyneet koulutusasteittain
7. Palvelualojen osuus
8. Jakamistalous
9. Kirpputorikauppa
10. Yhdyskuntajätteet hyödyntäminen
11. Kokonaisjättemäärä ja jäteintensiteetti
12. Biokaasun tuotanto ja hyödyntäminen
13. Materiaalien kiertotalousaste
14. Materiaalien kierto
15. Uudelleenvalmistus ja uudelleenkäyttö

Indikaattoreissa on pyritty huomioimaan irtikytkentä eli se, että pystytään todentamaan tilastoissa tapahtuneiden muutosten johtuminen toimintatapojen muuttumisesta kiertotaloutta kohti eikä pelkästään talouskehityksen suhdannevaihteluista. (Tilastokeskus, 2020, Kiertotaloustoiminnan indikaattorit.) Indikaattorien avulla kerättyjen tilastotietojen mukaan Suomessa kiertotaloustuotanto on kasvanut vuodesta 2013. Vuonna 2013 kiertotalouden tuotannossa toimi 2448 yritystä, joissa työskenteli yhteensä 14 838 henkilöä, yhteenlasketun liikevaihdon ollessa 3125 miljoonaa euroa. Vuonna 2019 alalla toimi vähemmän yrityksiä, 3064 kappaletta, mutta yritysten liikevaihto oli noussut 25 prosentilla yli neljään miljardiin euroon ja henkilöstön määrä noin 500 hengellä. (Tilastokeskus, 2020, Kiertotaloustoiminnan indikaattorit.) Tilastoihin kerätyistä kiertotalousaloissa korostuvat teknisten materiaalien kiertotalous korjaus-, huolto-, ja vuokraustoiminta sekä jätteen kierrätys, mutta niissä ei näy esimerkiksi teollisuuden kierrot kiertotalousalana juurikaan. Teollisuuden mahdollisuudet kiertotaloudesta ovat esimerkiksi rakennus-, kemian- ja elintarviketeollisuudessa (Arponen 2014, 7).

Vuoden 2020 keväällä Euroopan komissio julkaisi uuden kiertotalouden toimintasuunnitelman, jonka pohjalta Suomessa aloitettiin kiertotalouden strateginen edistämishjelma. Siinä määritellään kiertotalouden keskeiset tavoitteet, mittarit ja toimet Suomessa. (EU 2020; Valtioneuvosto 2021a.) Panostus kiertotalouden eteen on toden teolla Suomessakin meneillään.

2.1 Kiertotalouden tekniset ja biologiset kierrot

Ellen MacArthur Foundation (2013, 69) on kehittänyt kiertotaloudesta visuaalisen perhosmallin, joka kuvaa materiaalien kiertoja. Perhoskuviossa (Kuvio 2) kuvataan perhosen siipinä kahta kiertoa, joista toinen on teknisille ja toinen biologisille materiaaleille. Nykyinen kulumallin perustuu perhoskuviion keskellä kuvattuun lineaaritalouden osta - käytä - heitä pois - malliin. Kiertotaloudessa teknisen tuotteen elinkaarta pyritään pidentämään erilaisilla tavoilla, kuten säilyttämällä ja ylläpidolla, uudelleenkäytöllä ja jälleenmyynnillä, uudelleenvalmistuksella tai viimeisessä vaiheessa kierrättämällä tuote uudestaan raaka-aineeksi tai komponenteiksi. Biologisten materiaalien kierrossa pyritään hyödyntämään materiaaleja ensin biokemiallisesti tai käyttämällä toisella tavalla, kompostoimalla, tuottamalla biokaasua ja palauttamalla ravinteiksi. Kiertotaloudella pyritään siihen, että varsinaisen kaatopaikkajätteen määrä vähenee ja alkuperäisen tuotteen arvoa lisätään näissä aiemmissä kierroissa. Mitä sisempänä kierrossa ollaan sitä parempi talouden ja ympäristön kannalta.



Kuvio 2: Kiertotalouden perhosmalli Ellen MacArthur säätiön mukaan

Biologisten materiaalien kierroissa luonnollisissa ekosysteemeissä tarvittavat ravinteet kuten typpi ja fosfori palaavat maahan sen jälkeen, kun kasvit ja eläimet ovat käyttäneet niitä ravintonaan muodostaen luonnon normaalin tasapainon ja kiertokulun. Nykypäivän maatalouden

tuotantojärjestelmissä on yleinen käytäntö poistaa kaikki maanpäällinen biomassa ja pitää eläimet sisätiloissa kytkettynä. Siitä syystä maaperän ravinnetilanne heikkenee ja tulee tarpeelliseksi hoitaa maata mineraalilannoitteilla. (Ellen MacArthur 2013, 54; Aho ym. 2015, 4.)

Tällä hetkellä syntyviä luonnollisia biologisia ravinteita ajatellaan jätteiksi ja nämä jätteet heitetään pois joko vesiviemäreiden tai jätehuollon kiinteiden jätteiden tai teollisten kiinteiden jätteiden mukana. Vain pieni osa kerätystä jätteestä kompostoidaan tai käsitellään anaerobisesti ja uudelleen käytetään. Samaan aikaan maapallon kasvavaa väestöä ravitaan maaintensiivisellä ruokavaliolla, joka köyhdyttää maaperän ravinnepitoisuutta entisestään. Ratkaisuna tähän on ensisijaisesti tärkeää välttää ruokajätettä. Toiseksi tärkeintä on kiertotalouden avulla välttää maa- ja metsätaloustuotteiden päätymistä suoraan kaatopaikoille ennen kuin niistä on otettu kaikki arvo irti. Tämä tapahtuu esimerkiksi valmistamalla puusta ensin tuotteita, uuttamalla biomassasta biokemikaalit käyttöön ja käyttämällä kaikki ravinteet ja maanparannusaineet joko kompostoimalla ja anaerobisella käsittelyllä ja käyttämällä energiana anaerobisen käsittelyn tai muiden jätteestä energiaksi -teknologioiden avulla. (Ellen MacArthur 2013, 51.) Näin nostetaan materiaalit korkea-arvoisempiin kiertoihin, mikä on kiertotaloudessa oleellista.

Mineraalilannoitteita käytetään maanparannukseen ja lannoittamiseen niin kauan kuin mineraalien kaivamiseen ja prosessointiin käytetty energia on halpaa ja materiaali itsessään on edullista ja saatavilla. Esimerkiksi mineraalisen fosforin tuotanto on hyvin energiaintensiivistä ja voi olla geopolitiittisesti haastavaa, koska sitä tuotetaan vain muutamissa maissa, joista osa on lopettanut fosforin viennin maastaan ja osa nostanut sen hintaa. Heinosen ym. (2018, 5.) mukaan kierrätysravinteiden tarve on syntynytkin fossiilisten raaka-aineiden, kuten mineraalisen fosforin vähenemisestä. EU komissio on nimennyt fosforin yhdeksi kriittisistä raaka-aineista, koska 80-90 % EU:ssa eli yli 2 miljardin euron edestä vuosittain käytetystä fosforista tuodaan sen alueen ulkopuolelta. Fosforin pääasialliset tuottajat ovat Yhdysvallat, Kiina, Marokko, Tunisia ja Venäjä. (Aho ym. 2015, 4-5; Ellen Mac Arthur 2013, 54; Heinonen ym. 2018, 31.)

Kiertotalous on ratkaisu ravinneongelmaan, koska maa- ja metsätalouden biologisten kiertojen avulla on mahdollisuus parantaa maan hedelmällisyyttä, lisätä biomassan tuottoa ja parantaa satoja ja maa- ja metsätalouden arvoa. Vaihtoehtoisista lähteistä, kuten jätelietteistä, eläin- ja ruokajätteestä tuotetut ravinteet voivat olla riittäviä kattamaan koko nykyisen tuotantojärjestelmän lannoitetarpeet ja niiden avulla lopettaa riippuvuus tuontimineraaleista. Jotta tämä toteutuu, tarvitaan sekä teknisiä innovaatioita että muutoksia lainsäädännössä. (Ellen MacArthur 2013, 54; Aho ym. 2015, 4.) Kierrätysravinneratkaisuille on olemassa myös kasvava globaali markkina. Arvioidaan, että tuontifosforin korvaaminen kierrätysravinteilla voisi luoda suoraan 66 000 työpaikkaa. (Aho ym. 2015, 5.) Ravinteiden kierron vuosittaiseksi

kokonaisarvioksi Suomelle on arvioitu puoli miljardia euroa, vaikkakin vuonna 2014 Suomeen tuotujen lannoitteiden kokonaisarvo oli vain 150 miljoonaa euroa (Aho ym. 2015, 37).

Ahon ym. (2015, 4) mukaan ravinnekierron kokonaisvaikutuksia talouteen on tutkittu vähän. Kustannusvertailu pelkäästään ravinteiden hintaan ei anna täyttä kuvaa asiasta, koska merkittävä osa ravinnekierron kehittämisen positiivisista taloudellisista vaikutuksista tulee terveys- ja ympäristöongelmien ratkaisemisen kautta. Luonnollisen ravinnekierron vahvistamisella tuetaan kestävä biotaloutta, maa- ja metsätalouden tuottavuutta, jätehuoltoa ja jätevesihuoltoa, ilmanlaatua, kansanterveyttä sekä torjutaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia ja parannetaan ruokaturvaa. (Aho ym. 2015, 5). Ravinnekierron sulkemisella pienennetään riskiä ylimääräisten ravinteiden valumisesta vesistöihin ja estetään vesistöjen rehevöitymistä. (Aho ym. 2015, 4, 37.)

2.2 Jätteet kiertotalouden resurssina

Tehokas materiaalien hyötykäyttö on Suomessa jätelain 646/2011 hierarkian mukaista toimintaa. Lain mukaan on ensisijaisesti toteutettava syntyneiden jätteiden uudelleenkäyttö ja toissijaisesti niiden kierrätys. Mikäli kierrätys ei ole mahdollista, vasta sen jälkeen tulee kysymykseen jätteen hyödyntäminen muulla tavoin kuten energiana ja viimeisenä vaihtoehtona jätteen loppukäsittelyn toteuttaminen. (Jätelaki 17.6.2011/646) Kiertotalouteen olennaisesti liittykin materiaalien käytön kaskadiperiaate, joka tarkoittaa materiaalien käytön tärkeysjärjestyksen noudattamista, siten, että materiaaleja käytetään ensin korkean jalostusasteen tuotteiden valmistukseen, tuotteiden käyttöön, uusiokäyttöön, kierrätykseen ja vasta viimeisessä vaiheessa energiantuotantoon. (Sitra, 2021.)

Jätelain 5. pykälässä jäte määritellään seuraavasti: ”Jätteellä tarkoitetaan ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä. Jätelain pykälän 5 mukaan ”Aine tai esine ei ole jäte vaan sivutuote, jos se syntyy tuotantoprosessissa, jonka ensisijaisena tarkoituksena ei ole tämän aineen tai esineen valmistaminen; ja aineen tai esineen jatkokäytöstä on varmuus; ainetta tai esinettä voidaan käyttää suoraan sellaisenaan tai sen jälkeen, kun sitä on muunnettu enintään tavanomaisen teollisen käytännön mukaisesti; aine tai esine syntyy tuotantoprosessin olennaisena osana; sekä aine tai esine täyttää sen suunniteltuun käyttöön liittyvät tuotetta sekä ympäristön- ja terveydensuojelua koskevat vaatimukset eikä sen käyttö kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle.” (Jätelaki 17.6.2011/646.) Jäte voidaan luokitella sivuaineeksi, jos ” se on läpikäynyt hyödyntämistoimen; sillä on käyttötarkoitus, johon sitä käytetään yleisesti; sillä on markkinat ja kysyntää; se täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset tekniset vaatimukset ja on vastaaviin tuotteisiin sovellettavien säännösten mukainen; ja sen käyttö ei kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle.” (Jätelaki 17.6.2011/646.)

Arposen ym. (2014, 3.) mukaan Suomessa tuotettiin vuonna 2012 noin 90 miljoonaa tonnia jätettä, josta kierrätettiin 34 %, käytettiin energiantuotantoon 12 % ja lopusta 54 prosentista jätettä ei kierrätetty tai käytetty lainkaan. Vuonna 2018 jätettä tuotettiin jo miltei 130 miljoonaa tonnia, josta suurin osa oli kaivosteollisuuden mineraalijätettä. (Tilastokeskus jätetilasto 2018.) Tästä jätemäärästä hyödynnettiin materiaalina 14 miljoonaa tonnia, käytettiin energiantuotantoon 6 miljoonaa tonnia ja yli 100 miljoonaa tonnia sijoitettiin kaatopaikalle tai muuhun hävitykseen. Materiaaleista metalli, lasi sekä paperi ja pahvi kierrätetään materiaalina lähes kokonaan, muovista puolet käytetään materiaalina ja puolet energiana, puu- ja biojätteet hyödynnetään pääasiassa energiana. (Tilastokeskus, jätteiden käsittely 2018.) Kiertotaloudessa on nimenomaan jätteen hyödyntämisessä olisi suuri liiketoimintapotentiaali. (Arponen ym. 2014, 75.)

El Haggarin (2007, 12) mukaan jätteen määrä kasvaa yhteisön väestön kasvaessa ja elintason noustessa. Jätteen määrän kasvaessa sen turvallinen käsittely ja hävittäminen käy yhä vaikeammaksi ja samaan aikaan neitseellisten raaka-aineiden saanti vaikeutuu ja kallistuu. Siksi jätehuollon sekä kulutusmallien tulisi muuttua, jotta myös jätteestä otetaan kaikki mahdollinen hyöty irti. Kulutusmallien tulisi muuttua Cradle-to-Grave -mallista Cradle-to-Cradle -malliin, jotta voimme suojella ympäristöä ja neitseellisiä luonnonvaroja. Tämä edellyttää lisääntyvää vastuuta tuottajalle tuotetusta jätteestä, laajennettua tuottajan vastuuta, joka alkaa jo tuotteen suunnittelusta siten, että tuote voidaan turvallisesti poistaa kierrosta, sen materiaalit voidaan käyttää uudelleen, mitään jätteitä ei muodostu ja ne voidaan kierrättää uudelleen, eikä tuotteen suljettu kierto aiheuta negatiivisia vaikutuksia. El Haggarin (2007, 16-17.) El Haggarin vuonna 2001 kehittämän Nollajäte (Zero waste) 7R -perustyökälyt saastumista vastaan ovat sääntely (regulation), jätteen määrän vähentäminen (reducing), jätteen uudelleenkäyttö (reusing), kierrätys (recycling), raaka-aineiden talteenotto (recovering the raw materials), uudelleensuunnittelu (rethinking), kunnostaminen (renovation). Työkälyt tarjoavat menetelmän nykyisen toiminnan muuttamisesta nollajäte -menetelmäksi välttämällä jätteiden viemistä kaatopaikalle, polttamista tai muuta perinteistä jätteenkäsittelyä käsittelemällä jätteitä sivuvirtoina (by-products). Tämä on yksi kiertotaloutta määrittelevistä periaatteista. (El Haggar 2007, 12.)

Suomessa CIRCWASTE - Kohti kiertotaloutta hankkeen tarkoitus on edistää materiaalivirtojen tehokasta käyttöä, jätteen synnyn ehkäisyä ja materiaalien kierrätystä. Tavoitteena on johdattaa Suomi kohti kiertotaloutta ja toteuttaa valtakunnallista jättesuunnitelmaa. CIRCWASTE on 20 kumppanin ja 10 osarahoittajan seitsenvuotinen hanke, jota koordinoi Suomen ympäristökeskus ja rahoittaa Euroopan komission LIFE-ohjelma. CIRCWASTE-hankkeessa toteutetaan konkreettisia pilottihankkeita, jotka koskevat esimerkiksi kierrätyspuistojen ja kierrätystoimintojen kehittämistä, muovijakeiden uudelleenhyödyntämistä, ylijäämäruuan jakelua, bio-kaasutuotantoa, älykkäitä hallintajärjestelmiä ja teollisten symbioosien luomista. CIRCWASTE-hankkeen toiminta keskittyy viidelle alueelle: Varsinais-Suomeen, Satakuntaan,

Keski-Suomeen, Etelä-Karjalaan ja Pohjois-Karjalaan, mutta mukana on myös muiden alueiden edelläkävijäkuntia. (Circwaste 2020.) FISS (Finnish Industrial Symbiosis System) Teolliset symbioosit -toimintamalli Suomessa on yhteistyöhön perustuva toimintamalli, jonka avulla pyritään tehostamaan eri tahojen yhteistyötä ja resurssien hyödyntämistä ja uuden liiketoiminnan synnyttämiseksi. Symbiooseissa arvoa ja uusia tuotteita synnytetään yhteiskehittämisen avulla hyödyntäen ja yhdistellen yritysten sivuvirtoja, teknologiaa, osaamista ja palveluja. (FISS, 2020.)

Cura, Manskinen, Syväne, Uusitalo ja Virtanen (2019, 1020-1026) tutkivat alueellisia materiaalivirtoja Suomessa Päijät-Hämeen alueella kartoittaakseen kiertotalouden tavoitteiden saavuttamista. Heidän tavoitteensa oli kehittää alueellisia indikaattoreita, joiden avulla arvioida alueellisten strategioiden tehokkuutta, jotta EU:n ja kansallisen tason tavoitteet voitaisiin saavuttaa. Haasteena on kuitenkin se, ettei kiertotalouden seuraamiseen ole kehitetty työkaluja ja jopa kiertotalouden määrittely ja yhtenäiset metodologiat ovat sopimatta ja eri materiaalivirroista ei löydy kattavaa tietoa mitä tutkia ja arvioida. He kehittivät tutkimuksessaan kuitenkin kolme indikaattoria minkä avulla tutkivat materiaalivirroista tekstiilien, muovien, puujätteen, fosforin, typen ja tuhkien kiertoa Päijät-Hämeen alueella. Ensimmäinen indikaattori täsmensi kuinka paljon materiaalia kiertää uusiomateriaaliksi tai energiaksi verrattuna materiaalin kokonaiskäyttöön ja tuotantoon alueella, toinen indikaattori vertasi materiaalien kierrätystä verrattuna energiakäyttöön, ja kolmas indikaattori kuvasi materiaalien kiertoa alueen sisällä. Tutkimuksen perusteella muovin, tekstiilin ja jättepuun kierrätys oli vähäistä materiaaliksi ja ne päätyivät enimmäkseen energiakäyttöön, kun taas tuhkan ja fosforin kierrätys oli korkeaa osin siksi, ettei niitä voi enää polttaa energiaksi. Jätteiden hyödyntäminen onkin lisääntynyt paljon viime vuosina, mutta suureksi osaksi siksi, että jätteet poltetaan energiaksi. Tuhkat myös käytettiin lähialueilla, koska niiden kuljettaminen kauaksi ei ole kannattavaa. Suomen jäteverosäännöksen mukaan kaatopaikalle viety tuhka maksaa 70 euroa tonnilta, joten ei ole taloudellisesti kannattavaa, jos kuljetuskustannukset ylittävät kaatopaikkakustannukset, ja tuhkaa käytetään sen vuoksi uudelleen noin 50 km:n etäisyydellä sen syntypaikasta. Tuhkan kuljettaminen ei ole kannattavaa yli 100 kilometrin päähän. Jätteen poltto energiaksi ei ole EU:n jätehierarkian periaatteen mukaista. Myös Suomen kansalliset ja alueelliset kiertotaloustavoitteetkin painottavat materiaalien uudelleenkäyttöä ennen energiakäyttöä, mutta tutkimus osoitti, että energiakäyttö on kuitenkin edelleen enemmän käytetty kierrätysmuoto. Tämä johtunee toki myös siitä, ettei materiaalien uudelleenkäytön mahdollisuuksia vielä ole kovin paljoa etenkin tekstiileille tai jättepuulle. Esimerkiksi ensimmäistä tekstiilijätteen käsittelylaitosta ollaan vasta perustamassa Suomeen Turun alueelle. Ekosysteemejä, kiertotalouslaitoksia ja uusia teknologioita tarvitaan myös muovien ja puujätteen kierrättämiseksi. Tutkimus osoitti kiertotalouden ekosysteemien monimutkaisuuden ja

kiertojen sulkemisen vaikeuden, kun alueiden yritykset ovat pieniä ja materiaalivirrat koostuvat erilaisten alojen sivuvirroista. Tutkimus vahvisti myös, ettei pienten energialaitosten tuhkia vielä käytetä hyödyksi.

2.3 Energiantuotanto kiertotaloudessa ja hiilineutraaliuteen pyrkimisessä

Vuonna 2018 Suomen energian kokonaiskulutus oli 383 terawattituntia. Siitä 141 terawattituntia oli uusiutuvaa energiaa, joka tuotettiin erilaisia puupolttoaineita polttamalla, lisäksi turpeen poltolla. Puupolttoaineet ovat Suomessa edelleen tärkein energianlähde ja niiden osuus energian kokonaiskulutuksesta oli 104 terawattituntia. Puupolttoaineita ovat metsäteollisuuden jäteliemet, kuten mustalipeä, puun pienkäyttö ja lämpövoimaloiden käyttämät puupolttoaineet, kuten energiapuusta tehty metsähake, puru, teollisuuden puutärehake ja kuori. (Luke, Metsätalastot 2019, 133-136.)

Globaalisti energiantuotanto perustuu kuitenkin edelleen fossiilisten polttoaineiden kuten hiilen, öljyn ja maakaasun keskitettyyn jakeluun ja polttamiseen. Vuonna 2019 vain 15 % energiasta tuotettiin hiilineutraalisti ja siitä suurin osa oli vesivoimaa. (Linturi 2020, 25.) Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen poltto tulisi hiilineutraaliustavoitteiden mukaan loppua 2030-luvun aikana. Uusiutuvia energiamuotoja ovat aurinko-, tuuli-, geoenergiat, vetyteknologiat sekä erilaisia uusiutuvia biopolttoaineita polttamalla saatu energia. Päästöttömyyteen päästään sähkön avulla ja sen avulla tuotetulla lämmöllä, kaasulla ja nesteillä. Puhtaita kaasuja ovat biokaasu, synteettiset kaasut ja vety. (Energiateollisuus 2020, 13.) Jatkossa eri energiamuotoja tulee käyttää tehokkaasti ja monipuolisesti, vaikka sähköstä tulisikin keskeisin, muttei kuitenkaan ainoa energiamuoto. Sähkön kulutuksen lisääntyminen edellyttää sähköjärjestelmän vahvistamista, panostusta kysyntäjoustopuun ja energian varastointiratkaisujen kehittämiseen. (Energiateollisuus 2020, 23-24.) Sähköenergian tarve saattaa kasvaa jopa 50 %, kun päästöjä alennetaan korvaamalla fossiilisia polttoaineita puhtailla energialähteillä ja prosessien sähköistämällä. (Energiateollisuus 2020, 15-17.) Energiateollisuuden mukaan kuntatasoista päästölaskentaa tulisi kehittää, jotta jätteen käsittelyn päästöt näkyisivät jätteen syntypaikan ilmastolaskelmassa, koska se kannustaisi jätteiden kierrättämiseen ja energiahödyntämiseen sähkönä, lämpönä tai biokaasuna. (Energiateollisuus 2020.)

Energiasektorilla on merkittävä asema hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä ilmastonmuutoksen hidastamiseksi ja kiertotalouteen siirtymisessä. Puhtaan, päästöttömän ja hiilineutraalin energian avulla myös kiertotalouden periaatteet energiatehokkuus ja energian tuottaminen uusiutuvista lähteistä toteutuvat. Muuttuessaan kestäväksi ja vähäpäästöiseksi energiajärjestelmän tulee kuitenkin radikaalisti muuttua, muutos on systeeminen ja vaikuttaa niin alan teknologioihin kuin liiketoimintamalleihin. Siirtyminen päästöttömään, kustannustehokkaan ja toimitusvarmaan energiajärjestelmään vaatii eri alojen verkostomaista yhteistyötä ja

yhteensovittamista sekä uudenlaista osaamista ja innovatiivisia ratkaisuja. Teollisuuden, liikenteen ja lämmityksen tulee yhdistyä sähkö- kaukolämpö- ja kaasuverkkojen kautta toisiinsa ja asiakkaan rooli muuttua energian kuluttajasta myös sen varastojaksi ja tuottajaksi. Energia-alan tulevaisuus perustuu siis fossiilisten polttoaineiden korvaamiseen uusiutuvalla energialla, energian hajautettuun tuotantoon ja energian varastointiin, koska osa uusista tuotantotavoista on sääriippuvaisia, kuten aurinko- ja tuulienergia. Tämä ohjaa myös alueelliseen energiaomavaraisuuden kasvattamiseen. Jatkossa energiajärjestelmä on asiakaskeskeinen ja myös kuluttajalla tulee olemaan entistä suurempi merkitys EU:n ja kansallisen tason energia- ja ilmastotavoitteiden saavuttamisessa, koska ne korostavat energiatehokkuutta, energian pientuotantoa ja kysyntäjoustoa. (Annala ym. 2020, 3-5; Energiategollisuus 2020, 22; Linturi 2020, 12, 25.)

Jatkossa energiayhtiöiden tulee huomioida kansalaiset ja taloyhtiöt yhteistyötahoina, jotta energian hajautettu tuotanto ja jousto mahdollistuu ja niiden tulee edelleen kehittää kaksisuuntaisia lämpöjärjestelmiä ja lämmöntalteenoton mahdollisuuksia asuinalueilla tarjoamalla monipuolisia palvelupaketteja. Tästä energian yhteistuotannosta puhutaan niin sanottuna kansalaisenergiana. Siinä esimerkiksi taloyhtiöt voivat aurinkopaneelien ja lämpöpumppuratkaisujen avulla tuottaa energiaa sen kuluttamisen lisäksi. (Suomen ympäristökeskus 2020, 34.) Teknologinen kehitys tekee energiantuotannon mahdolliseksi ja taloudellisesti kannattavaksi kansalaisille ja taloyhtiöille. EU:n yhteisöenergiasääntelyllä pyritään muuttamaan sääntelyä siten, että puretaan hajautetun tuotannon esteitä. Hallituksen energia-avustuksella yritetään tukea ja vauhdittaa näitä muutoksia taloyhtiön remonttien yhteydessä, jotta energiajärjestelmän muutokset voidaan toteuttaa energiantuotannon mahdollistamiseksi. (Suomen ympäristökeskus 2020, 7.)

Suomessa on useita vaihtoehtoisiiin polttoaineisiin keskittyviä tutkimuksia ja hankkeita meillä ja uusia laitoksia ollaan perustamassa. Osa näistä laitoksista tuottaa metsäteollisuuden sivuvirroista energiaa, kuten synteettisiä ja biopolttoaineita. VTT tutkii myös akkuteknologioita, joissa akkumateriaaleja voitaisiin tuottaa biomassasta, esimerkiksi puusta. (VTT, 2021.) Kiinnostus kehittää vetyteknologioita on myös lisääntynyt, koska vety on hiilivapaata ja sen palamistuotteena syntyy vain vesihöyryä ja se on helpommin varastoitavissa kuin sähkö. Sähköä voidaan muuntaa vedyksi elektrolyysillä ja vetyä takaisin sähköksi polttokennoissa ja kaasuturbiineissa. Elektrolyysi on kemiallinen reaktio, jossa vety erotetaan vedestä sähkön avulla. Vetyä voidaan käyttää liikennepolttoaineena, uusiutuvan energian varastointiin ja siirtoon (aurinko- ja tuuli), hajautettuun sähkön- ja lämmön tuotantoon, älykkäisiin energiaverkoihin ja varavoimaan ja synteettisten (bio)polttaineiden valmistukseen. Jos vety tuotettaisiin kotimaisista uusiutuvista raaka-aineista, kuten biomassasta ja tuulesta olisi liikenteessä mahdollista päästä omavaraisuuteen ja hiilineutraaliuteen. (Kauranen, Koivula, Laurikko, Solin & Törrönen 2013, 11.) Vety on ollut jo pitkään tärkeä teollisuuskemikaali ja VTT:n tiekar-

tassa vuodelta 2013 (Kauranen ym. 2013) mietitään vedyn laajempaa käyttöä energiantuotantoon liikenteessä ja sähkö- ja lämmöntuotannossa. Kehitys ei ole kuitenkaan ollut kovin nopeaa eikä varsinaisia kuluttajasovelluksia ole vielä saatu käyttöön. Vuonna 2020 perustettiin Suomeen P2X Solutions Oy, jonka on tarkoitus rakentaa tuotantolaitos, jossa 20 megawatin suuruisella elektrolyysilaitteistolla ja uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön avulla tuotetaan vetyä ja jalostetaan siitä edelleen Power-to-X-teknologioita käyttäen biopolttoaineita ja muita sovelluksia. Kun vety yhdistetään hiilidioksidiin, sillä voidaan korvata fossiiliset raaka- ja polttoaineet. Tuotantolaitoksen on tarkoitus olla käytössä vuoden 2024 loppuun mennessä. (P2X Oy, 2021.)

2.4 Energiantuotannon tuhkasivuvirta

Puupolttoaineilla tuotetun energiatuotannon sivutuotteena syntyy tuhkaa, joka on polttoaineen poltosta jäänyt palamaton osa. Ennen poltossa syntyneet tuhkat määriteltiin jätteeksi ja käsiteltiin läjittämällä ne kaatopaikoille, mutta jätelain uudistuksen jälkeen tuhkista on tullut jätetaajama, jota on mahdollista hyödyntää materiaalina uudelleen. Tuhkien hyötykäytön kehittämisen avulla on mahdollisuus osallistua kestäväen kehitykseen ja kiertotalouden mukaisten uusien liiketoimintamahdollisuuksien keksimiseen. (Arnkil ym. 2012, 6.) Ruokaviraston (2020) määritelmän mukaan: ”Puun ja turpeen tuhka on sivutuote, joka muodostuu poltettaessa turvetta, puuhaketta, kuorijätettä tai ensiömassan tai massasta valmistettavan paperin tuotannon yhteydessä syntyvää kuituainetta sisältävää kasviperäistä jätettä, peltobiomassoja, kuten ruokohelppi, olki, vilja, öljykasvit, paju ja järviruoko tai näiden seosta sekä puu-, turve- tai kasvibiomassapohjaisen polttoaineen valmistuksessa syntyvää tuhkaa. Poltossa voidaan käyttää myös muita edellä mainittuihin raaka-aineisiin verrattavia puhtaita puuperäisiä aineksia.”

Arnkilin ym. (2020, 60) ja Huotarin (2012, 6) mukaan Suomessa syntyy energiantuotannon sivuvirtana noin 1.5 miljoonaa tonnia tuhkaa vuodessa, josta noin 600 000 tonnia on metsä- ja energiateollisuudessa muodostunutta puu-, turve- tai sekaturhkaa. Tuhkaa syntyy pienissä määrin kotitalouksien puulämmityksessä, suuremmissa määrin lämpölaitoksista ja eniten teollisuudessa. Paperiteollisuudessa esimerkiksi sellunkeiton prosessissa syntynyt sivuvirta mustalipeäliemi eli tuhkan ja ligniinin seos poltetaan suoraan energiaksi, kun puunkäsittelyprosessissa puusta pystytään tuottamaan vain kolmasosan verran kuitua, kun loput poltetaan mustalipeästä sähköenergiaksi. (Arponen ym. 2014, 28.) Tuhkan hyötykäytön välttäminen ei nykyisten lakien perusteella ole edes mahdollista, koska 1.1.2020 voimaan tulleen jätelain uudistuksen mukaan jätteen haltijat, jotka tarvitsevat kunnan toissijaista jätehuoltopalvelua yli 2000 euron arvosta vuodessa, velvoitetaan Materiaalitorin käyttäjäksi. Materiaalitori on Ympäristöministeriön tuottama ja Motiva Oy:n ylläpitämä digitaalinen alusta jätteiden ja tuotannon sivuvirtojen vaihdantaan. Mikäli jätteen haltijalla ei ole jätteelleen markkinaehtoista jätehuoltopalvelua tiedossa on palvelua etsittävä Materiaalitorissa ennen kuin se voidaan antaa jätehuoltopalvelulle. (UUMA3 2020; Motiva Oy 2020.) Tuhkan syntyminen hajautetusti ympäri

Suomea vaikuttaa sen hyödyntämismahdollisuuksiin, koska tuhkan kuljettaminen on taloudellisesti kannattavaa jäteveron vuoksi enintään 100 kilometrin päähän. Tuhka kannattaa siis käyttää mahdollisimman lähellä sen syntypaikkaa, jolloin minimoidaan kuljetuskustannukset sekä kuljetuksesta aiheutuvat ympäristövaikutukset. (Arnkil ym. 2020, 60.)

Puutuhkan määrä tuskin tulee nopeasti vähenemään sillä, energiankulutuksesta 138 terawattituntia tuotettiin edelleen erilaisilla fossiililla polttoaineilla, jotka tulisi ilmastotavoitteiden mukaisesti korvata tulevaisuudessa uusiutuvalla energialla. (LUKE 2020.) Todennäköisesti tämä Suomessa tarkoittaa edelleen puupohjaisten polttoaineiden käytön lisäämistä ja puupolttoaineisiin tulee kohdistumaan jatkossa kasvava kysyntä ja siksi tulee edistää vaihtoehtoisia kaukolämmön tuotantotapoja. Puumateriaalin saatavuuden parantamiseksi tulee nuoren metsän hoitoon panostaa, jotta edistetään puun kasvua ja siten myös puupolttoaineen saatavuutta. Samaan aikaan tulee turvata metsätalouden ja teollisuuden sivuvirtoihin perustuvien puupolttoaineiden energiakäytön jatkuvuus, mutta samalla huomioida myös metsätalouden suosituksissa luonnon monimuotoisuuden vaaliminen. (Energiateollisuus 2020.) Uusia energiamuotoja kehitetään kuitenkin koko ajan ja voi olla mahdollista, että jossain vaiheessa puun poltto energiakäytössä voidaan kieltää tai sen poltto korvautuu, kun vaihtoehtoiset aurinkotuuli-, geo- ja vetyenergiamuodot ja energian varastointi- ja talteenottomenetelmät on kehitetty tarpeeksi tehokkaiksi ja kannattaviksi Suomen olosuhteisiin ja tarpeisiin ja niitä on saatavilla riittävästi. (Linturi 2020, 24.)

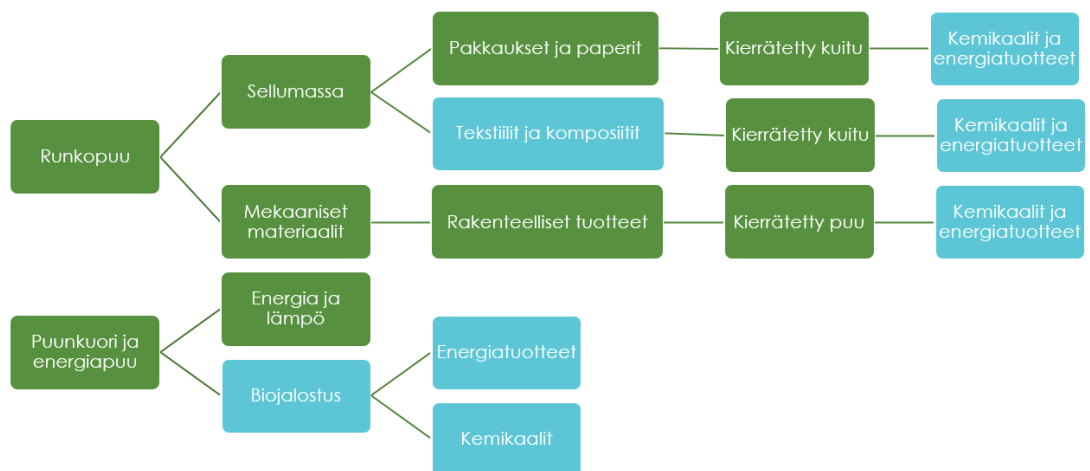
2.5 Puumateriaalin käyttö ja metsäteollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen

Suomen maa-alasta 86 prosenttia on metsätalousmaata, josta 77 prosenttia aktiivisesti kasvavaa metsämaata. Metsämaan ala on kasvanut 1920-luvulta lähtien soiden ojituksesta johtuen ja pysynyt viime vuosikymmenet lähes samana. Puuston kokonaiskasvu on jopa kaksinkertaistunut 1950-luvulta lähtien juuri soiden ojituksen sekä huonokasvuisten metsien uudistamisen suuren kasvun vaiheessa oleviksi nuoriksi metsiksi ansiosta. (Luke, Metsätilastot 2019, 17.) Suojeltua metsä- ja kitumaata oli vuoden 2019 alussa vain 2,9 miljoonaa hehtaaria ja sen määrä oli kasvanut kolmessa vuodessa yhden prosentin. (Luke, Metsätilastot 2019, 41.) Suomen metsissä kasvava metsävara on 2 475,2 miljoonaa kuutiota, joka kasvaa 107,8 miljoonaa kuutiota vuodessa, josta puuston poistumaa on 93,7 miljoonaa kuutiota, joka koostuu hakkuista, luonnollisesta poistumasta ja metsähukkapuusta. (Luke, Metsätilastot 2019, 13.) Puuston kokonaisbiomassasta 58 prosenttia on runkopuuta. (Luke, Metsätilastot 2019, 17.)

Raakapuuta käytetään Suomessa 84,4 miljoonaa kuutiota, josta vuonna 2018 kotimaista raakapuuta oli 64,5 miljoonaa kuutiota. Kotimaisesta raakapuusta selluteollisuus käytti 35,5 miljoonaa kuutiota, sahateollisuus 27,2 miljoonaa kuutiota. (Luke, Metsätilastot 2019, 125.) Lisäksi puuta käytettiin vaneri-, puulevy- ja puutuoteteollisuudessa sekä puolikemiallisessa ja mekaa-

nisessa massateollisuudessa. Massateollisuuden kokonaisuus oli siis 43 miljoonaa ja puutuoteollisuuden 30,6 miljoonaa kuutiota. Näiden teollisuuden alojen tuotantoon käytettiin myös tuontipuuta. (Luke, Metsätilastot 2019, 127.) Lämpö- ja voimalaitosten polttopuuksi raakapuusta käytettiin 4,3 miljoonaa kuutiota. Sivutuote- ja jätepuuta käytettiin energiantuotantoon 16,1 miljoonaa kuutiota. (Luke, Metsätilastot 2019, 13.)

Suomen metsävaltaisuudesta johtuen puumateriaali on ollut ja edelleen on suomalaisen talouden tärkeimpiä raaka-aineita. (Sutinen 2017, 9.) Uusiutuvana raaka-aineena puusta tuotteita jalostamalla vastataan kestäväan kehitykseen ja ilmastonmuutoksen torjuntaan. Oheisessa VTT:n mallintamassa kuviossa (Kuvio 3) on esitetty mitä kaikkia tuotteita puusta voidaan jalostaa. Vihreällä on kuvattu nykyisin valmistettavat tuotteet, runkopuusta sellumassaa ja siitä pakkauksia ja paperia sekä mekaanisia materiaaleja, kuten sahatavaraa ja puunkuoresta ja energiapuusta energiaa ja lämpöä. Sinisellä on kuvattu uudet tuotteet, kuten sellumassasta tekstiilien ja komposiittien valmistus, puunkuoresta ja energiapuusta sekä kierrätetyistä kierrätetystä puusta ja kuidusta biojalostuksella uudentlaisia energiatuotteita ja biokemikaaleja. Kuvio selventää näkökulmaa siitä, että puun arvoa voidaan hukata polttamalla se liian aikaisin energiaksi tai jättämällä se kierrättämättä kokonaan.



Kuvio 3: Uudet ja olemassa olevat puupohjaiset tuotteet VTT:n mukaan

Perinteisesti puumateriaalia on käytetty paperiteollisuuden ja rakentamisen raaka-aineena, ja tuotannon sivuvirrat ovat päättyneet poltettavaksi energiaksi. (Arponen ym. 2014, 11.) Kiertotalouden kannalta metsäteollisuudessa on kaksi tärkeintä asiaa ovat paperin kuitujen kierto uusiokäyttöön ja puujätteen energiaksi polton välttäminen ja (Arponen ym. 2014, 28.) Sahatavaran ja puutuotteiden valmistuksessa tärkeää on materiaalitehokkuuden parantaminen. (Ar-

ponen ym. 2014, 11) Kiertotalouden periaatteiden mukaan puun polttaminen suoraan energiaksi on matalimman arvon toimintaa ja olisi järkevämpää ottaa puusta ensin kaikki mahdollinen arvo irti nostamalla se korkea-arvoisempaan kiertoon. Digitalisaation johdosta paperin kysyntä vähenee koko ajan ja esimerkiksi sanomalehtipaperin tarve on pienentynyt (Arponen ym. 2014, 28.) Siitä viimeisenä osoituksena on UPM:n Jämsässä sijaitsevan Kaipolan tehtaan lopettamispäätös keväällä 2020 (UPM, 2020) ja Stora Enson Veitsiluodon tehtaan lopettaminen Kemissä vuoden 2021 aikana. (Stora Enso, 2021.) Paperin käytön vähenemisen johdosta puulle on tarpeen keksiä uusia käyttötapoja. Paperiteollisuus on tähän asti soveltanut hyvin kiertotalouden periaatteita ja alalla ei puhuta prosessijätteestä vaan sivuvirroista, joita jo hyödynnetään esimerkkinä mustalipeän kierto. (Arponen ym. 2014, 28.) Paperin tuotantoprosessista sivutuotteiden osuus on ollut suuri, koska paperiin tarvittavaa kuitua on puusta vain 30 % ja loput ovat sokereita ja ligniiniä, joiden arvoa ei täysin hyödynnetä. Ligniini kannattaa ottaa talteen ja tuottaa siitä raaka-aineita teollisuuteen. (Arponen ym. 2014, 30.) Ligniiniä voidaan käyttää esimerkiksi korkean arvon kierrossa ruokateollisuuden kemikaalina, keskiverron arvon sovelluksen materiaaleissa sidosaineena ja matalan arvon sovelluksena polttoaineeksi jalostamalla. (Arponen ym. 2014, 30, Sutinen 2017, 13.) Metsäteollisuuden uusin sovellusalue onkin biokemikaalit, joita pidetään kiertotalouden uusien radikaalien tuoteinnovaatioiden potentiaalisimpana lähteenä. Kemianteollisuudessa puun biomassasta voidaan tuottaa 60-70 erilaista kemikaalikomponenttia, joita voidaan käyttää tuotteissa, kuten maalit, liuottimet, epoksit, hartsit, polyuretaanieristeet ja läpinäkyvät kalvot. Biofibrillit ja biokomposiitit ovat muita uusia aineksia, joista voidaan tuottaa uudenlaisia tuotteita, joilla voidaan korvata esimerkiksi muovia ja, kun käytetään biofibrillejä ja biokomposiitteja yhdessä saadaan tuotettua vielä monipuolisempia tuotteita. (Mannström, Ovaska & Weymarn, 2017, 18-19; Arponen ym. 2014, 30.) Suomessa on viime aikoina tiedotettu useista uusista metsäteollisuuden hankkeista. Esimerkiksi Fintoil Oy:lle myönnettiin loppuvuodesta 2020 ympäristölupa rakentaa Haminaan mäntyöljyä valmistava tuotantolaitos. (YLE 4.2.2021.) Tuotantolaitoksessa jalostetaan mäntyöljystä edelleen esimerkiksi uusiutuvaa dieseliä ja erilaisia mäntypiki -hartsia, -steroliä ja tärpättipohjaisia raaka-aineita kosmetiikka-, elintarvike-, lääke- ja juomateollisuuden tarpeisiin sekä erilaisiin pintakäsittelytuotteisiin, kuten liimat, maalit, musteet ja pinnoitteet. (Fintoil 2021.) Myös Kemiin rakennettavalla uudella Metsä Groupin uudella biotuotetehtaalla on tarkoitus tuottaa sellusta lainekartongin lisäksi biotuotteita sekä energiaa käyttämällä tuotannon sivuvirrat 100 % hyödyksi. (Metsä Group 2021a.) Metsä Groupin Metsä Fibren sellutehtailla tuotetaan tälläkin hetkellä myös mäntyöljyä ja -tärpättiä eri alojen tarpeisiin ja sen tuotteisiin kuuluu myös bioenergia, biokaasu, biosähkö ja selluloosapohjaiset tekstiilit ja biokomposiitit sekä kemikaaleja, kuten ligniini, rikkihappo, tuhka ja kalkki. (Metsä Fibre, 2021.)

Selluloosasta ei tulevaisuudessa tehdä siis vain paperia, koska puusta on mahdollista tehdä myös niin paljon muutakin. Esimerkiksi nanoselluloosalla, joka on puukuitujen pienin kuiturakenne, on erinomaiset lujuus- ja pintaominaisuudet, joita voidaan käyttää eri sovelluksissa,

kuten biokomposiiteissa, pakkausmateriaaleissa, suodatus-, hygienia- ja lääketieteen sovel-
luksissa, elektroniikassa ja rakentamisessa. Uudet valmistustekniikat, kuten 3D-tulostus, voi-
vat hyödyntää selluloosapohjaisten materiaalien avulla rakenteiden valmistusta. (Suurnäkki
2017, 13.) Suomessa on jo useat hankkeet uudenlaisten puupohjaisten uusien materiaalien
valmistamiseksi kuten komposiittituotteet, pakkausmateriaalit ja kankaat ovat jo muuttuneet
liiketoiminnaksi. Sulapac Oy ja Woodio Oy valmistavat puupurusta ja kasviperäisestä ja bioha-
joavasta sideaineesta vedenkestäviä komposiittituotteita. Sulapacin tuotevalikoimaan kuuluu
puupohjaiset pillit ja pakkaukset muun muassa kosmetiikkatuotteille. (Sulapac 2021, Woodio
2021.) Woodio valmistaa posliinisia kylpyhuonekalusteita korvaavia kalusteita, kuten pesual-
taita, kylpyammeita ja tarvikkeita. Woodio sai juuri EU:n Innovaationeuvoston kiihdytysrahas-
ton 7,5 miljoonan tukipaketin toimintansa kehittämiseen. (Woodio 2021.) Paptic Oy on kehit-
tänyt uudenlaisen havupuukuidusta valmistetun materiaalin, jolla korvata muovia, paperia ja
kangasta pakkauksissa, koska sillä on muovimaisia ominaisuuksia, kuten joustavuus, kosteu-
denkestävyys ja kuumasaumattavuus. (Paptic 2021; Sutinen 2017, 12) Tekstiilien kasvavan ky-
synnän ja puuvillan tuotannon haasteiden vuoksi on tarvetta kehittää uusia tekstiilikuituja ja
tämä luo mahdollisuuden selluloosapohjaisten kuitujen kehittämiseksi Suomessa. (Suurnäkki
2017, 12.) Puusta kangaita on kehittänyt muun muassa Spinnova Oy, joka rakentaa yhdessä
yhteistyökumppaninsa Suzanon kanssa Suomeen vuonna 2022 valmistuvan tuotantolaitoksen,
jossa valmistetaan kierrätetyistä tekstiilikuiduista ja selluloosabiomassasta, kuten puusta tai
maatalouden sivuvirrasta uudenlaista edelleen kierrätettävää ja ilman haitallisia kemikaaleja
valmistettua kangasta. (Spinnova 2021.) Muista uusista puupohjaisista kangaita ovat Ioncell (Ion-
cell 2021.), Infinited Fiber Oy:n Infinna (Infinited Fibre 2021) ja Metsä Fibren Kuura (Metsä
Group, 2021b). Pisimpään puun arvo säilyisi ja suurimman vaikutuksen ilmastonmuutoksen
torjuntaan saataisiin kuitenkin paperin tai tekstiilin sijaan valmistamalla puusta mieluummin
pitkäikäisiä ja korjattavia design-tuotteita, kuten huonekaluja, sisustusmateriaaleja ja raken-
nuksia.

Suomen kiertotalouden tiekartassa vuosille 2016-2025, yksi viidestä painopistealueesta onkin
metsäperäisten kiertojen kehittäminen. Keskeiset politiikkatoimet ovat kansallisen metsästra-
tegian päätavoitteeksi metsäperäisten tuotteiden ja palveluiden kokonaisarvon maksimointi
eli korkeamman jalostustoiminnan kehittäminen puun määrän sijaan, kannustaminen julki-
sissa hankinnoissa puupohjaisista raaka-aineista tehtyjen tuotteiden valintaan, uusien biotuot-
teiden ja palveluiden investointeihin ja puurakentamiseen, designpuuhuonekalu- ja sisustus-
alojen kehitykseen kannustaminen. Pilottiprojekteja ovat teolliset symbioosit sivuvirtojen
hyödyntämisessä ja Eco3 alueellisen kiertotalouskeskittymän perustaminen, uudet innovaatiot
pakkauksissa, ligniinin ja selluloosan käytössä sekä niiden viennin tuki, metsäekosysteemi-pal-
velut, biomassa-atlas-verkkopalvelu, josta voi etsiä hyödynnettäviä biomassoja sekä metsäte-
ollisuuslaitosten jätevedenpuhdistamoiden siirtyminen kierrätysravinteiden käyttöön. (Sitra
2016, 18-22.)

3 Innovaatiotoiminnan viitekehys

Innovaatio on teknistaloudellinen käsite, joka liitetään uusiin luoviin keksintöihin. Innovaatio ei ole kuitenkaan luovaa taidetta tai välttämättä täysin uusi tai pelkkä keksintö, vaan innovaatioksi luovuus ja keksinnöt muuttuvat vasta, kun ne realisoituvat tuotteiksi tai palveluiksi, joilla on käyttäjät markkinoilla ja toiminta synnyttää ja lisää arvoa. Innovaatioon liitetään sana uusi, mutta innovaation ei ole pakko olla uusi vaan vanhakin idea voi muuttua innovaatioksi silloin, kun jotain käytetään uudella tavalla uudessa ympäristössä tai ideaa parantamalla saadaan käytettävämpiä tai edullisempia tuotteita, palveluita tai järjestelmiä, joilla on markkinat. Innovaatio onkin ratkaisu tiettyyn ongelmaan, oikeille ihmisille, oikeaan aikaan. (Kamensky 2010, 305; Rehn 2017, 11-17.) Koivisto (2011a, 18) määrittelee laajasti innovaation olevan idea, toimintatapa, tuote tai menetelmä, jonka mahdolliset omaksujat ymmärtävät uudeksi ja rajatummin kaupallinen, ei-kaupallinen, yhteiskunnallisesti hyväksytty ja käyttöön otettu keksintö.

Koko ihmiskunnan historia on innovaatioiden historiaa. Historiankirjoituksen aikakaudetkin on saatettu nimetä kulloistakin aikakautta määrittelevän innovaation ja kehitystason mukaan, kuten kivikausi, pronssikausi, teollinen aikakausi. Varsinaisesti innovaation käsitteestä on alettu puhua ensimmäisiä kertoja 1800-1900 lukujen vaihteessa. Vasta 1950-luvulla innovaatio sanan käyttö käsitteenä on yleistynyt ja sitä on alettu pitää ratkaisuna talousjärjestelmän ongelmiin. Ihmisten suhtautuminen innovaatioihin on vaihdellut eri aikoina. Aikana, jolloin innovaatiot käsitettiin tradition vastakohtaksi, uudet keksinnöt kohtasivat paljon vastustusta. Sen jälkeen, kun innovaatioiden ymmärrettiin tarkoittavan jotain parempaa, alettiin innovaatioihin suhtautua myönteisemmin. (Rehn 2017, 31-33.) Uusien tuotteiden omaksumisesta on Rogersin (1962) kehittämä teoria, jossa kuluttajat jaetaan erilaisiin ryhmiin uusien tuotteiden omaksumisnopeuden perusteella. Teorian mukaan 2,5 % ihmisistä on innovaattoreita, jotka omaksuvat uudet tuotteet ensimmäisinä, 13,5 % aikaisia omaksujia, 34 % kuuluu aikaiseen enemmistöön ja toinen 34 % myöhäiseen enemmistöön. Loput 16 % ihmisistä ovat viivyttelijöitä, jotka omaksuvat uudet tuotteet viimeisinä. (Armstrong & Kotler 2005, 164; Rehn 2017, 33.)

Tulevaisuuden mahdollisuuksien tarkasteluun kehitetty skenaariofilterimallin mukaan uusia innovaatioita kehitettäessä tulee ottaa huomioon niin teknologia, markkinat kuin yhteiskunnallisetkin näkökulmat. Jos tuotetta kehitetään vain yhteiskunnan ja teknologian näkökulmasta tulee tuotteesta epätaloudellinen, jos sitä kehitetään vain markkinoiden ja yhteiskunnan näkökulmasta siitä tulee vanhanaikainen, kun taas jos teknologia ja markkinat unohtavat yhteiskunnallisen näkökulman, ei tuotetta omaksuta. Innovaatio siis syntyy, kun nämä kaikki näkökulmat, teknologiset, yhteiskunnalliset ja markkinat, otetaan huomioon. Innovaation on siis oltava taloudellisesti kannattava, yhteiskunnallisesti hyväksytty ja teknisesti mahdollinen. (Meristö, Kettunen, Leppimäki, Laitinen, 2007, 4)

3.1 Innovaatiotyypit ja niiden lähteet

Innovaatio on käsitteenä monitulkintainen ja sitä voidaan myös kategorisoida monella eri tavalla katsojan ja tarpeen mukaan. Innovaatioita voi olla erilaisia ja ne voivat ilmentyä eri nopeuksilla ja laajuisina ja ne voivat syntyä erilaisista lähteistä. Innovaatiot voidaan tyypitellä liiketoimintamääritelmän mukaisesti teknologiseksi, taloudelliseksi tai sosiaalisiksi ja liiketoimintastrategian mukaisesti tarve-, asiakas, resurssi-, osaamis- tai kilpailulähtöisiksi. Innovaatiot voivat koskea teknologioita, tuotteita ja palveluita, prosesseja, organisaatio- strategia- ja liiketoimintamalleja tai sosiaalisia keksintöjä. Nykypäivänä on myös entistä tärkeämpi luoda uusia innovaatioita soveltamalla olemassa olevaa teknologiaa ja yhdistelemällä eri innovaatiotyyppejä keskenään. (Kamensky 2010, 305-306; Rehn 2017, 34-58.)

Tuote- ja palveluinnovaatioissa tärkeää on tarve- ja asiakaslähtöisyys sekä tuotteen täydentäminen palveluilla. Oleellista on myös kytkeminen vuorovaikutukseen muiden innovaatiotyyppien kanssa, kuten prosessi- ja toimintoinnovaation kanssa siten, että otetaan huomioon koko tuotteen arvoketju. Johtamis- ja organisaatioinnovaatiot koskevat johtamistapaa, organisaatorakenteita ja organisaatiokulttuuria, joilla on suuri merkitys siihen, että muut innovaatiotyypit toteutuvat ja muodostavat arvoa. Strategiainnovaatio uudistaa liiketoimintastrategiaa ja voi jopa luoda uusia toimialoja. Strategiainnovaatiot ovatkin voimakkaita kilpailukyyn lähteitä, jonka vuoksi niin innovaatioita kuin koko yrityksen johtamista olisi aina parasta lähestyä strategisesta näkökulmasta. (Kamensky 2010, 306-307.)

Innovaatiot voivat tapahtua eri nopeuksilla ja laajuisina. Jatkuva innovaatio laajentaa olemassa olevaa tuotetta tai palvelua ja inkrementaalinen innovaatio luo tuotteisiin ja palveluihin jatkuvia vähittäisiä parannuksia. Radikaali innovaatio luo teknisen läpimurron olemassa olevaan markkinaan, kun taas disruptiivinen innovaatio tuo markkinoille uuden teknologisen läpimurron luoden uuden markkinan syrjäyttäen vanhat toimijat. Transformatiivisesti tapahtuva innovaatio on joko erittäin radikaali tai muuten maailmaa mullistava ja ihmisten sosiaalista käyttäytymistä muokkaava. Innovaatiot voivat olla myös systeemisiä, jolloin innovaatiot luovat synergioita eri tahojen välille ja muuttavat siten koko vallitsevaa systeemiä. (Kamensky 2010, 308; Rehn 2017, 34-58)

Innovaatioita voi syntyä eri lähteistä, joista yleisimmin puhutaan teknologian työnnöstä (technology push) ja markkinavetoisuudesta (market pull). Todellisuudessa innovaatiot eivät synny vain jommastakummasta vaan innovaatioiden kehitys ja niiden kysyntä vaikuttavat ja kehittyvät suhteessa toisiinsa, koska kuluttaja harvoin tietävät mitä uusia tuotteita voisivat tarvita ja teknologioita harvoin kehitetään täysin ilman mitään käyttötarkoitusta. Innovaatiota voi syntyä myös valtion ja julkishallinnon tarpeista ja vaikuttamishalusta ja jonkun ongelman ratkaisemisen tarpeesta (demand pull). Innovaatioideat voivat syntyä sattumasta, jossa aiempien

kokeilujen ansioita syntynyt keksintö otetaan käyttöön täysin muussa yhteydessä ja kehitetään menestystuotteeksi. Innovaatio voi syntyä myös aktiivisella etsimisellä joko älyllisestä mielenkiinnosta tai käytännön ongelman ratkaisemisen tai parantamisen tarpeesta. Innovointi vaatii luovuutta ja luovuus syntyy ajattelun vapaudesta. (Suomala & Taatila 2008, 50-79; Rehn 2017, 20; Koivisto 2011, 25.) Radikaalit innovaatiot syntyvät yleensä sattumasta ja innovoinnin alkuvaihetta kutsutaan kehittämisen sumuiseksi alkuketkeksi (fuzzy front end), koska alkuvaiheet saattavat jäädä epäselviksi, kun innovaatio lopulta hyödynnetään täysin muussa tarkoituksessa. Radikaalien innovaatioiden prosessia ei olekaan mahdollista täydellisesti johtaa ja tästä syystä innovoinnin kohdalla on tärkeää pysyä valppaana ja ketteränä. (Meristö ym., 2007, 6) Chesboroughin (2003, 13) mielestä paras tapa kehittää uusia teknologioita uusille markkinoille on koettaa etsiä ensin useita mahdollisuuksia, joista tulisi saada nopeaa palautetta mahdollisimman pienin kustannuksin. Toiseksi tärkeää on etsiä prototyyppisiä, jotka ovat uskollisia todellisille markkinoille, koska varhainen menestys prototyyppien testauksessa korreloi hyvin myöhemmän markkinamenestyksen kanssa. Viimeiseksi yksityiskohtaisen, perusteellisen ja huolellisen suunnittelun sijaan tulisi tehdä varhaisia kokeiluja ja reagoida nopeasti kokeilujen paljastamaan uuteen tietoon. Aiheita innovaatioihin voidaankin löytää paitsi tulevaisuutta monitoroimalla, myös uusista taiteista ja teknologioista, mutta myös vanhoista keksinnöistä, vaikka vanhoja patenteja tutkimalla ja kehittämällä niiden perusteella jotain uutta uudessa ympäristössä. (Meristö ym., 2007, 5)

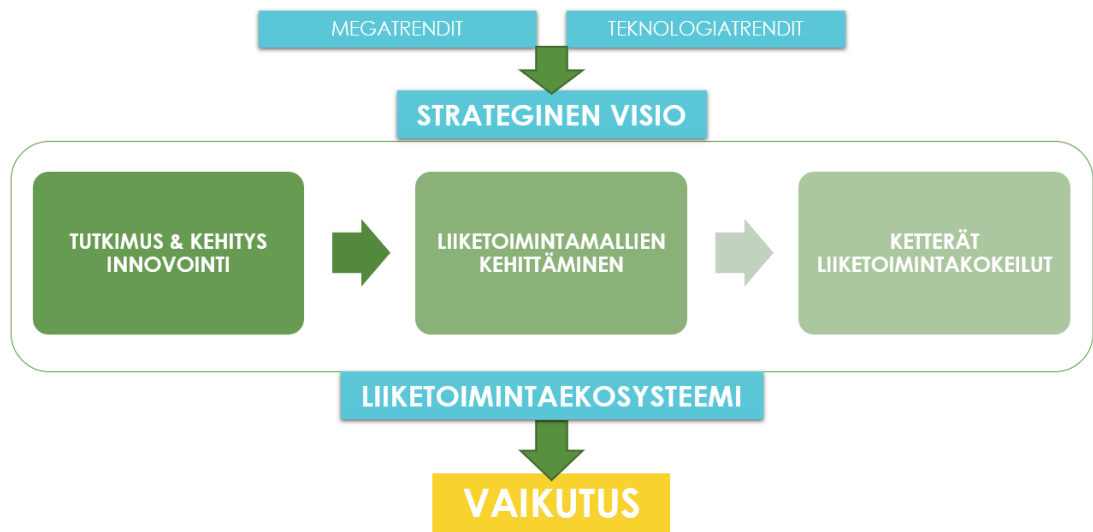
3.2 Innovaatioprosessi ja sen johtaminen

Innovaatioiden syntyminen, kehittäminen ja käyttöönotto on useiden toimijoiden välinen kommunikatiivinen prosessi, jossa tuotetaan ja käsitellään uutta tietoa. Prosessin etenemisen kannalta on tärkeää, että osallistujat pystyvät keskustelemaan ja viestimään rakentavasti ja kriittisesti eri vaihtoehdoista. Innovatiivisuuden puute yritystasolla voi johtua yksilöistä, mutta myös sosiaalisista, kulttuurisista, organisatorisista ja institutionaalisista normeista, käytännöistä, säännöistä ja toimintatavoista, joista organisaatiot ovat hyviä väkenemaan etenkin niin, ettei kritiikkiä ole hyväksyttävää antaa hierarkiassa alhaalta ylöspäin. Innovaatioprosessi on lineaarinen, jos sitä tarkastellaan jälkikäteen, mutta jos prosessia tarkastellaan sen alkuvaiheista ja tulevaisuuteen suuntautuvasta näkökulmasta käsin tulee sen ristiriitaisuus ja paradoksaalisuus esiin. Paradoksaalisuus johtuu siitä, että innovaatio sanana viittaa samaan aikaan innovaation tulokseen, tuloksen seurauksiin, innovaatioprosessiin ja sen kykyyn saada aikaan muutoksia, jotka voivat olla joko positiivisia tai negatiivisia ja uutena ne ovat ainakin epävarmoja ja epävarmuutta luovia. Innovaatioprosessin paradoksi onkin se, että on keksittävä jotain, josta ei ole etukäteen tietoa tai käsitystä. Siitä syystä innovaatioprosessia ole välttämättä mahdollista johtaa perinteisin johtamisen menetelmin vaan innovaatioprosessin johtamisen tulisi muodostua suotuisien edellytysten ja puitteiden luomisesta itseorganisoituville ja itseohjautuville yksilöille ja tiimeille. (Koivisto, Mikkonen, Valkokari & Vadén 2011, 201-204.)

Innovaatioihin liittyy oleellisesti tiedon eri muodot ja millä etäisyydellä toisistaan eri tahot innovointia tekevät. Innovaatioihin tarvittava ja niitä luova tieto voi olla konkreettista tietoa tai hiljaista tietoa. Konkreettinen tieto on tieteellisesti tuotettua tutkittua ja koodattua tietoa, jota voidaan helposti digitalisoida ja jakaa. Hiljainen tieto taas henkilökohtaiseen osaamiseen ja kokemukseen perustuvaa tietoa. Scharmer (2001) on jakanut hiljaisen tiedon vielä alalajiin sumeaan tietoon, joka on hiljaisen tiedon ikään kuin vielä hahmottoman osa, aavistus potentiaalisista mahdollisuuksista. Sumea tieto voi olla esimerkiksi tulevaisuustietoa, joka on sumean tiedon abstraktein muoto. Innovoinnissa vaikuttaa myös minkälaisella etäisyydellä työskennellään ja miten tietoa siirretään. Konkreettista tietoa on helpointa jakaa etenkin, jos se on digitalisoitu. Hiljainen tieto siirtyy läheisessä vuorovaikutuksessa yleensä kasvokkain, jolloin se on yleensä henkilö- ja paikkasidonnaista organisaatioihin, alueisiin ja henkilöihin liittyvää. Sumean tiedon omaksuminen organisaatioissa ja niiden strategiaprosesseissa saattaa olla vaikeaa, mikä tekee innovaatioprosessista entistä haasteellisempää. Sumeaa tietoa hyödyntämällä voidaan kuitenkin luovasti yhdistellä eri alojen tietoja ja tulevaisuusajattelua innovaatioiksi. (Harmaakorpi ym. 2012, 17-18.)

Nykyään globaalit megatrendit ja eri alojen teknologiatrendit ja muutosten nopeus pakottavat yritykset tekemään jatkuvasti päätöksiä koskien nykyisiä ja tulevia innovaatioita ja siksi innovoinnin tulisi olla jokaisessa yrityksessä strategisella agendalla. (Gailly 2018, 4.) Avain innovoinnissa menestymiseen on tehdä enemmän kuin vain kehitellä ideoita, sen sijaan koko organisaation pitää olla kyvykäs tunnistamaan, valitsemaan ja kehittämään eteenpäin innovaatiomahdollisuuksia, jotka ovat linjassa sen oman strategian ja toimintaekosysteemin kanssa (Gailly 2018, 1.) Nykypäivänä innovointi on tai sen tulisi olla arkipäivää jokaiselle organisaatiolle. Ansoff (1984) kuvaa uusien asioiden omaksumista organisaatioissa tiedon siirron kolmen filttarin avulla. Filttareista ensimmäinen vaikuttaa uuden asian havaitsemiseen havaintofiltterin avulla (surveillance filter), uuden asian tulkitsemiseen tietofiltterin avulla (cognitive/mental filter) ja lopulta päättävien ihmisten valtafilttarin (power filter), jonka läpäisy vasta johtaa havaittuun asiaan reagoimiseen, joka vasta aiheuttaa toimintaa. Toiminta voi alkaa vasta, kun valtaapitävät vaativat työskentelyä muutoksen eteen. (Kivelä 2020b.)

Bergin (2018, 38) mukaan innovoinnin alkuvaiheessa liiketoiminnassa on otettava huomioon kolme näkökulmaa: strategia, liiketoimintaympäristö ja resurssit. Liiketoimintaympäristön kannalta on tärkeää ymmärtää nykyinen ja tuleva toimintaympäristö. Strateginen näkökulma taas auttaa yhdistämään innovaatiotoiminnan ja liiketoiminnat yhdeksi toisiaan tukevaksi kokonaisuudeksi. Kolmanneksi on otettava huomioon olemassa olevien resurssien, kuten tuotantolaitteistojen, teknologioiden ja ihmisten osaamisen hyödyntäminen ja niiden optimointi. Tätä kuvataan alapuolella kuviossa (Kuvio 4), jossa megatrendien ja teknologiatrendien pohjalta muodostetaan yrityksen strateginen visio, joka ohjaa TKI-toimintaa ja edelleen uusien liiketoimintamallien kehittämistä ja ketteriä liiketoimintakokeiluja yrityksen liiketoiminta-ekosysteemin puitteissa ja tästä syntyy yrityksen kehitystoiminnan vaikutus.



Kuvio 4: Innovaatiojohtaminen Gaillyn (2018, 5) mukaan

Rehnin (2017, 17) ja Bergin (2018, 37) mukaan innovaatioprosessissa ratkaistaan asiakkaan ongelmia ja vastataan asiakkaan tarpeeseen ja mahdollistetaan uutta arvoa luovien tuotteiden, palveluiden ja liiketoimintamallien kehittäminen. Innovaatioprosessissa uuden teknologian menestyksekkäs kaupallistaminen sisältää, sekä teknologian, että markkinoiden epävarmuuden johtamista. Tekniset epävarmuudet yhdistyvät markkinaepävarmuuksiin, kun varhaisessa vaiheessa olevat teknologiaprojektit kohtaavat epävarmat markkinat. Ei ole aluksi helppo ymmärtää kuinka teknologia voisi olla asiakkaiden käytössä ja mitä etuja se voisi tarjota heille, mitkä asiakkaat tulisi valita ja minkälainen teknologia olisi kaikkein arvokkain. (Chesborough 2003, 11-13; Koivisto 2011a, 23, 25.) Innovaation tuottamiseen ja johtamiseen liittyvät kysymykset liittyvätkin oleellisesti juuri tietämisen (tiedon puutteen) ja epävarmuuden vähentämiseen ja absorbointiin liittyvistä kysymyksistä ja niiden ratkaisemista eri keinoin. Tätä vaikeuttaa nykyään se, että tuotteet ja palvelut ovat yhä monimutkaisempia ja eri tahojen yhteistyössä syntyviä, kehityksen nopeus on kiihtynyt ja oleellinen kehittämiseen tarvittava tieto on hajautunut ja jakautunut. (Koivisto 2011b, 170-172.)

Innovaatioprosessi voidaan jakaa alkuvaiheeseen, kehittämisvaiheeseen sekä lopuksi kaupallistamisvaiheeseen (Berg 2018, 37.) Innovaatioprosessissa innovaatioprojektin alkuvaiheessa kehitellään ideoita ja suunnitellaan konseptia ja innovaatiota. Kehittämisvaiheessa yhdestä tai useammasta parhaaksi valitusta innovaatioideasta tehdään prototyyppisiä, joita testataan ja tehdään mahdollisesti käyttäjä- ja asiakastutkimuksia. Kaupallistamisvaiheessa parhaat ideat tuotteistetaan ja lopuksi lanseerataan tuotantoon. Innovaatioprosessiin liittyy olennaisesti myös seuranta ja palautteenanto ja sen seurauksena myös innovaation parantaminen ja edelleen kehittäminen. (Rehn 2017, 23, Suomala & Taatila 2008, 50-79.) Innovaatioprosessit

eivät etene yleensä lineaarisesti, vaan prosessissa palataan aikaisempiin vaiheisiin. Ideoiden keksiminen on vielä helppoa, mutta toteutusvaihe vaatii innovaattorilta läpivientikykyä ja sitoutumista kehittämiseen, systemaattista projektityötä, motivointia ja idean myymistä. Gailyn (2018, 19-20) mielestä innovointi on vain 1 % ideointia ja loput 99 % kovaa työtä, koska useimmat innovaatiot vaativat erilaisten käyttäjien ja sidosryhmien muutosta ja useimmat ihmiset eivät halua muuttua. Siksi innovaattorin tärkein tehtävä on tehdä muutos kaikille osapuolille helpoksi ja kannattavaksi maksimoimalla jokaisen sidosryhmän edut ja minimoimalla kustannukset ja riskit, jotka voivat aiheutua uuden innovaation omaksumisesta. Innovaatioprojektissa toteutussuunnitelma on tärkeä vaihe, jossa määritellään mitä ja milloin tehdään, mistä tiedetään, että on valmista, kuka tekee mitä ja kuka on vastuussa ja mitä resursseja tarvitaan. (Suomala & Taatila 2008, 50-79.)

Kyky nopeasti ja menestyksekkäästi muuttua ja siirtyä uusiin liiketoimintamalleihin on tärkeä kestävä kilpailukyvyyn lähde yrityksissä ja keskeinen vaikuttava voima organisaatioiden kestävään kehitykseen. Tutkimusten mukaan kuitenkin suurin osa uusista liiketoimintaideoista ja innovaatioista epäonnistuu. (Evans ym. 2018, 401.) Osterwalderin ja Pigneurin (2014, 194-195) mukaan suurin este innovaatioille ja uusien liiketoimintamallien kehittämiseksi yrityksissä ovat teknologian sijaan ihmiset itse. Työntekijät eivät ymmärrä yrityksen uutta liiketoimintamallia, vastustavat muutosta ja tykkäävät innovaatioista niin kauan kun kokeilut eivät osu heidän kohdalleen. Moni yritys muuttaa liiketoimintamalliaan vasta, kun nykyinen liiketoiminta on muuttunut kannattamattomaksi ja on aivan pakko tehdä jotain. Niissäkin tilanteissa voi edelleen esiintyä muutosvastarintaa. Voi olla, että myös johtotason ihmisiltä puuttuu oikea kieli ja termit puhua liiketoimintamalleista ja uusien liiketoimintamallien kehittämisestä. Pelätään riskejä ja halutaan pysyä mukavuusalueella eikä uusia luovia ehdotuksia kuunnella ja ideoita kehitetä eteenpäin, mikä estää uusien innovaatioiden synnyn ja kehityksen ajoissa uudeksi liiketoiminnaksi. Ongelmana saattaa olla myös, että kaikkia tarpeellisia sidosryhmiä ei osallisteta liiketoimintamallin kehittämiseen tai sen muuttamiseen ja yritysidea ei lähde siksi lentoon tai toteutus ontuu. Tarkoituksena olisikin ensin muodostaa kirkas visio ja tarkka toimintasuunnitelma liiketoimintamallia varten ja osallistaa koko organisaatio sen tueksi varmistamaan liiketoimintamallin mukainen menestys yritykselle. Innovoinnissa tarvitaan tutkimusten mukaan sekä virallista, että epävirallista toimintaa. Luovuuden lisäksi tarvitaan toimeenpanokykyä organisaatioiden eri tasoilla sekä muutosjohtamista. (Berg 2018, 39.) Chesboroug (2003, xvii; Rehn (2017, 17) ja Berg (2018, 39) sanovat, että kyky innovoida ja kehittää uusia tuotteita ja palveluita on ja siitä tulee entistä tärkeämpi yritysten ja organisaatioiden menestyksen mahdollistaja. Innovaatiot ovat erittäin tärkeitä, jotta talousjärjestelmä voi kasvaa ja kehittyä. Organisaatiot, jotka eivät innovoi eivät menesty yhtä hyvin kuin innovoivat organisaatiot. Yritykset, jotka eivät innovoi, kuolevat (Chesboroug 2003, xvii.)

3.3 Innovaatioympäristöt

Innovaatioita voi syntyä useissa erilaisissa innovaatioympäristöissä ja innovaatioympäristökin voidaan käsittää eri tavoin. Innovaatiota voi tapahtua suljetussa yhden yrityksen tai organisaation sisäisessä tutkimus- ja kehitystoimintasysteemissä (closed innovation), avoimessa ympäristössä, jossa jaetaan tietoa ja resursseja yritysten kesken ja kolmanneksi avoimessa innovaatioympäristössä (open innovation), jossa eri alojen osaajat ja kumppanit ideoivat uusia innovaatioita yhdistellen laajasti eri alojen tietoja. (Berg 2018, 39; Chesborough 2006; Rehn 2017, 59-60.) Koivisto (2011, 33) jakaa innovaatioympäristöt von Hippelin (1986) käyttäjälähtöiseen, yhteisöperustaiseen (open source) ja kolmantena Chesboroughin (2006) avoimen innovoinnin (open innovation) malliin, jotka eroavat perinteisestä yritystasoisesta hierarkkisesti johdetusta innovaatiotoiminnasta ja, jota voi verrata Chesboroughin suljetun innovaation (closed innovation) malliin.

Chesborough (2006, 31) mukaan suljettu innovointi on näkökulma, jossa ajatellaan, että menestyksekkästä innovointia tarvitsee johtaa kontrolloidusti ja organisaatioiden tulee itse kehittää kaikki omat ideansa, kehittää, rakentaa, markkinoida, jaella, palvella ja rahoittaa sekä tukea innovaatioita ja tuotekehitystään itse. Näkemys ohjaa yrityksiä olemaan itseriittoisia, koska ne eivät voi olla varmoja toisten yritysten ideoiden laadusta, saatavuudesta ja mahdollisuuksista. Suljetun innovaation näkemys nojaa omaan tutkimus- ja kehitystoimintaan ja siihen kuuluu halu palkata omaan yritykseen parhaat omat tutkijat ja innovaattorit, uusien tuotteiden markkinoille tuominen tapahtuu vain oman kehittämisen kautta, pyrkimyksenä olla markkinoilla ensimmäisenä, tarkoituksena luoda voittoa sekä estää kilpailijoiden menestys ja hyötyminen oman yrityksen ideoista. Tästä toiminnasta saadulla voitolla on tarkoitus rahoittaa uutta tutkimus- ja kehitystoimintaa. Esimerkkinä tehokkaasta suljetun konseptin innovoinnista oli teknologiajätti IBM 1960-luvulla, jolloin se hallitsi tietokonealaa lähes monopolimaisesti Amerikassa. Tuohon aikaan IBM kehitti ja valmisti itse kaikki peruskomponenttinsa, rakensi ne osajärjestelmiksi, suunnitteli näistä kokonaisjärjestelmiä ja laitteita ja tuotti palvelut ja rahoituksen näille tuotteille itse. (Chesborough 2006, 30.) Avoin innovaatio taas on lähestymistapa, jossa yritykset yhdistävät sisäistä tutkimusta ja ulkopuolisia ideoita ja ottavat niitä käyttöön omassa liiketoiminnassaan ja toisten yritysten liiketoiminnan kautta. Tärkeätä yrityksille on ymmärtää mitä osia voidaan tuottaa sisäisesti ja mitä hankkia ulkopuolelta ja miten yhdistää sisäiset ja ulkoiset osat yhdeksi järjestelmäksi. Liiketoimintamalli voi toimia tarpeellisena runkona, joka yhdistää liiketoiminnan tekniset päätökset siihen, miten niillä tehdään taloudellista tulosta. (Chesbrough 2003, 66.) Avoin innovointi olettaa, että sisäiset ideat voidaan viedä markkinoille myös ulkopuolisia reittejä pitkin, yrityksen nykyisen liiketoiminnan ulkopuolella luoden lisäarvoa. (Chesborough 2006, xxiv) Avoin innovaatio toimii myös mahdollisuutena irtikytkentään, kun eri teknologian alat kehittävät yhdessä innovaatioita.

Cherboroughin teoriaa avoimesta innovaatiosta kritisoidaan ja sen uutuusarvo on kyseenalaistettu. Koiviston (2011a, 41) mielestä Chesboroughin ajatus avoimesta innovaatiosta ei pidä paikkaansa, koska tuskin mikään yritys pystyy täysin oman organisaationsa sisällä tuottamaan kaiken tarvitsemansa tiedon ja tuottamaan omilla resursseillaan kaiken tarvittavan kehityksen, infran ja tuotteet. Avoimen innovaation konsepti ei ole siis luonut mitään uutta näkemystä vaan yritykset ovat jo aiemmin käyttäneet vastaavia keinoja. Innovaatiotutkimuksen parissa onkin todennettu, että innovaatioita syntyy nimenomaan tuottajien, käyttäjien ja kehittäjien tekemisen (learning by doing), käyttämisen (learning by using) ja vuorovaikutuksen (learning by interacting) perusteella. Avoimen innovaation mallia on mahdollista kuitenkin käyttää ekosysteemiseen kontekstiin kytkeytyvän verkostoitumisen ja yhteiskehittämisen mallina liiketoimintamallin kehittämisen, yrityksen uudelleenaseoitumisen sekä tuote- ja palveluinnovoinnin apuna. (Koivisto 2011a, 35.)

Varhaisen innovaatiotoiminnan pioneeritutkijan Joseph Schumpeterin (1911, 1943) teorat karsimaattisista yrittäjistä (Schumpeter Mark I, 1911) ja isoista korporaatioista (Schumpeter Mark II, 1943) innovaatioiden edistäjinä markkinataloudessa ovat Koiviston (2011b, 161) ja Fontanan, Nuvolarin, Shimizun & Vezzullin (2012, 865) mielestä kuitenkin edelleen tänä päivänä relevantteja. Niiden pohjalta ja jo itse Joseph Schumpeterin ennustamana ollaan siirtymässä innovaatioiden kehittämisessä kolmanteen vaiheeseen (Schumpeter Mark III), jossa innovaatiota syntyy useiden eri toimijoiden verkostoissa. Tyyppinimet Schumpeter Mark I-III ovat keksineet alkuperäisen teorian esittäjän jälkeen teoriaa tutkineet ja sen ideoita soveltaneet useat tutkijat, Joseph Schumpeter ei käyttänyt niitä itse (Koivisto 2011b, 163). Schumpeterin mielenkiinnon kohteena innovaatiotutkimuksessa Koiviston (2011b, 161) mukaan oli laajempi yhteiskunnallinen ja taloudellinen merkitys kuin pelkkä teknologisen kehityksen taloudellinen arvo ja hänen mukaansa yrittäjyys ja innovaatiot juuri toimivat teknologisen, sosiaalisen ja taloudellisen kehityksen alullepanijoina.

Jo Schumpeterin kehittämien teorioiden mukaan innovaatiotoiminta on ala- ja teknologiakohtaista. Nykyään Schumpeter Mark I tyyppillä tarkoitetaan uusia kehittyviä ja yrittäjävetoisia matalan kynnyksen aloja, joilla kehitettäessä ja otettaessa innovaatioita käyttöön aiheutetaan alalla luovaa tuhoa syrjäyttämällä vanhat toimijat. Toinen Schumpeter Mark II tyyppi toimii vakaisissa ympäristöissä, joissa isot yritykset kilpailevat teknologisesti ottamalla innovaatioita käyttöön täydentämään ja kerryttämään niiden jo olemassa olevaa omaa teknologista osaamista. (Fontana ym., 786; Koivisto 2011, 161-164.) Fontanan ym. (2012, 785) mukaan läpimurtoinnovaatioiden todennäköisyys on kuitenkin suurempi ja todennäköisempi Schumpeter Mark I tyyppin ympäristöissä. Tämä teoria pitää edelleen paikkansa, mikä on todistettu useissa tutkimuksissa esimerkiksi eri alojen patenttitietoja tutkimalla. (Fontana ym., 2012, 786.) Fontana ym. (2012, 808-808) totesivat omassa tutkimuksessaan, että vaikka läpimurtoinnovaation todennäköisyys on sidoksissa myös innovaattorin kokemukseen ja kykyihin tai organisaatioon, jossa toimitaan, on teollisuuden alalla kuitenkin suuri rooli innovaatioiden onnistumisessa

sekä yrittäjämöniteisellä ympäristöllä. He totesivat myös, että innovaatiopolitiikassa tulisi ottaa nämä tutkimustulokset paremmin huomioon, tukemalla enemmän yrittäjävetoisuutta ja pieniä yrityksiä kuin pelkästään isojen yritysten kehitystoimintaa, koska pienten yritysten innovaatiot tuottavat enemmän läpimurtoinnovaatioita ja lisäävät näin enemmän tuottavuutta. Alapuolisessa taulukossa (Taulukko 1) on Koivistoa mukaillen (2011b, 183) kuvattu schumpeterilaista lähestymistapaa innovaatioihin eri Mark-tyyppien mukaisesti jaoteltuna. Vihreällä pohjalla ja suluissa (MP) on merkitty lisäyksenä opinnäytetyön tekijän näkemykset kappaleesta 3.1 eri innovaatiotyyppien karkeasta jakautumisesta eri Mark-tyyppien kesken, vaikka rajanveto ei ole todellisuudessa näin selkeä vaan eri innovaatiotyyppinä syntyy eri tyyppisissä yrityksissä. 1900-luvun alussa innovaatio toiminta oli yksityisten yrittäjien ja karismaattisten innovaattorien ja heidän yksilöllisen riskinotto kykynsä varassa (Mark I) ja myöhemmin toiminta alkoi keskittyä isompiin yrityksiin ja niiden tutkimus- ja kehitysosastoille, joissa työnjakoa eriytettiin, toimittiin hierarkioissa ja päätöksenteosta tuli muodollista (Mark II). Nykyään maailman ollessa monimutkaisempi ja verkottuneempi tarvitaan innovointiin ja ongelmien ratkaisuun laajempaa yhteistyötä yli organisaatorajojen, jolloin tärkeäksi tulee verkostoituminen ja yhteiskehittäminen projekteissa tavoitteena systemiset muutokset. (Mark III).

Taulukko 1: Schumpeter Mark I-III innovaatiotyyppit (mukaillen Koivisto 2011b, 183)

Tyyppi	Resurssi	Epävarmuuksien omaksuminen	Epävarmuuksien vähentämiskeinot	Innovaatiotyyppi (MP)	Innovaation tulos (MP)
Mark I	Yksityinen yrittäjä ja yrittäjyys	Yksilöllinen riskinotto, yrittäminen ja erehtyminen	Yrittäjän henkilökohtainen paineensietokyky ja ratkaisumallit (MP)	Todennäköisyys radikaaleihin disruptiivisiin innovaatioihin suuri (MP)	Uudet tai parannetut tuotteet uusille markkinoille (MP)
Mark II	Yhtiömuotoinen yrittäjyys	Työnjaon eriyttäminen ja erikoistuminen organisaatiossa	Muodollinen päätöksenteko, hierarkiat, standardointi, modulointi	Inkrementaalinen ja jatkuva innovaatio taloudellisen tuoton lisäämiseksi (MP)	Tuote- ja palvelu-, liiketoiminta-, prosessi-innovaatiot (MP)
Mark III	Sosiaalinen yrittäjyys eri muodoissa	Verkostoituminen, yhteiskehittäminen, oppiminen, vertikaalinen kommunikointi	Projektointi ja projektien linkittäminen	Tavoitteena systemiset ja transformatiiviset innovaatiot (MP)	Ratkaisuja globaaleihin ja yhteiskunnallisiin ongelmiin (MP)

Innovaatiotoiminnassa nykyään on tärkeä rooli verkostoilla, jossa tehdään yhteistyötä organisaation ulkopuolisten tahojen kanssa innovaatio- ja liiketoimintaekosysteemeissä, joiden yhteistyö- ja kumppanuussuhteet mahdollistavat liiketoimintaa, joita ei yksittäinen yritys pystyisi yksin toteuttamaan. (Berg 2018, 39; Ormala 2019, 13-14; Rehn 2017, 63-64.) Ormalan (2019, 13) mukaan, jopa 96 % innovaatioista syntyy nykyään eri tahojen yhteisten innovaatioekosysteemien kautta.

Innovaatiosysteemillä tarkoitetaan julkisen tahon ja koulutus- ja tutkimusinstituutioiden ja yritystoimijoiden muodostama järjestelmä, jossa innovaatioita luodaan ja syntyy. Tätä innovaatiojärjestelmän kolmikantaa voidaan kutsua termillä Triple Helix. (Leydesdorff, 2012; Rehn 2017, 63-64.) Innovaatiosysteemiin voidaan laskea lukeutuvan yritysmaailma sekä korkeakoulut, yliopistot ja tutkimuslaitokset, jotka tekevät perustutkimusta, tahot rahoittajista verotusjärjestelmään ja konsulttiyhtiöihin, jotka tukevat yrityksiä innovaatiotoiminnassa. Triple Helix mallilla voidaan luoda joko kansallisen tai alueellisen tason innovaatiosysteemejä, mutta joillain aloilla voi olla hyödyllisempää kehittää innovaatiosysteemi teknologian tai tutkittavan alan mukaan kuin maantieteellisen ulottuvuuden perusteella. (Leydesdorff, 2012, 5.)

Innovaatioympäristö voidaan nähdä toki myös alueellisena maantieteellisenä ympäristönä, jolloin kehittämisessä tulee ottaa huomioon alueiden erilaisuus ja erityispiirteet, jotka luovat innovaatiolle suotuisia olosuhteita. Erilaisista ympäristöistä voidaan erotella metropolialueet, vanhat teollisuusalueet ja perifeeriset alueet, joiden piirteet poikkeavat toisistaan. Metropolialueilla on paljon eri alojen toimijoita, mutta vuorovaikutus on vähäistä. Vanhoilla teollisuusalueilla toimijat toimivat kypsillä aloilla ja ovat jo vakiinnuttaneet tapansa toimia. Perifeerisillä alueilla, kuten maaseutu ja haja-asutusalue, taas on vähän toimijoita ja tutkimus- ja kehittämistoimintoja, jonka johdosta innovaatiomahdollisuudet ovat vähäisiä. Perifeerisillä alueilla voi olla innovatiivisia yrityksiä, mutta aktiiviseen verkostoitumiseen riittävää kriittistä massaa ei ole. Yritykset ovat pieniä ja niiden saatavilla ei ole uutta tietoa, jonka pohjalta kehittyä ja uudistua. Tällaisten alueiden innovaatiot ovat vähäisempiä, johtuen tutkitun tiedon vähyydestä. Jos innovointia tapahtuu niin innovaatiot syntyvät hiljaisen tiedon, kuten konkreettisen tietotaidon ja kokemuksen, käsityön ja käytännön taitojen pohjalta, ja ne ovat yleensä inkrementaalisia prosessi-innovaatioita. Hiljainen tieto on tärkeää innovaatiotoiminnassa ja yleensä se on myös alueeseen sidottua. On kuitenkin tutkittu, ettei sijainnilla ole välttämättä niin suurta painoarvoa innovaatiotoiminnassa, kuin taas yrityksen koolla. Pk-yrityksissä tehdään innovaatioita enemmän kuin mikroyrityksissä, koska niiden resurssit ovat vähäisiä, mutta kasvuhakuiset yritykset tekivät innovaatioita niiden koosta riippumatta. (Virkkala 2008, 85-88.) Perifeeristen alueiden vaikutus innovaatiotoimintaa voi olla myös positiivista siksi, että perifeerisillä alueilla yritysten täytyy olla innovatiivisia selvittääkseen ja olosuhteet voivat muuten tarjota suotuisan ympäristön innovaatioille, kuten tilaa ja rauhaa luovuu-delle, sitoutuneita työntekijöitä, paikallisia raaka-aineita ja edullisia tiloja. (Virkkala 2008, 101.)

Hyvä innovaatioympäristö koostuukin monista eri elementeistä ja edellyttää nykyään ymmärrystä tulevaisuudesta, hyvää yhteistyötä, erikoisosaamista ja asiantuntijuutta, kehittyntä IT infrastruktuuria, hyvää osien ja materiaalien saatavuutta, suotuisaa sääntelyä ja verotusta, verkostoitumismahdollisuuksia kumppanien kanssa sekä vertikaalisesti että horisontaalisesti,

riski- ja teknologiarahoitusta sekä helppoa pääsyä markkinoille, kustannustehokkuutta ja talouden tasapainoa. (Ormalan 2019, 16.)

3.4 Innovaatiotoiminta Suomessa

Suomessa innovaatiotoimintaa valtion taholta ohjaa pääministerin johtama neuvonantaja, tutkimus- ja innovaationeuvosto, jonka tehtävänä on tukea valtioneuvostoa tiede-, teknologia- ja innovaatiopolitiikan kehittämisessä ja yhteensovittamisessa sekä seurata kansallista ja kansainvälistä toimintaympäristöä. Tutkimus- ja innovaationeuvoston asioita valmistellee valtioneuvoston kanslia, opetus- ja kulttuuriministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö, Suomen Akatemia ja Innovaatiorahoituskeskus Tekes yhdessä. (Valtioneuvosto 2021b.) Vuonna 2020 päivitettyssä TKI-toiminnan tiekartassa Suomen strategisiksi kehittämiskohteiksi nostettiin osaaminen, uusi kumppanuusmalli ja innovatiivinen julkinen sektori. Osaamisella tarkoitetaan koko väestön osaamis- ja koulutustason nousua kaikissa ikäryhmissä sekä kansainvälisen osaamisen houkuttelemista Suomeen. Uudella kumppanuusmallilla tarkoitetaan tutkimusorganisaatioiden, rahoittajien ja elinkeinoelämän (public-private-partnership, PPP) kesken uuden joustavan yhteistyömallin kehittämistä TKI-toiminnan vahvistamiseksi. Innovatiivisen julkisen sektorin tulee toimia samansuuntaisesti TKI-toimintaa tukien ja ottaa julkisen sektorin kehityshaasteet TKI-toiminnassa huomioon sekä luoda sääntelyn, julkisten hankintojen sekä vaikuttavuusinvestointien avulla TKI-myönteinen ympäristö. (Valtioneuvosto, 2020c.)

Suomessa innovaatiotoiminnan edistäjänä tärkeitä instituutioita ovat muun muassa VTT Oy, Motiva Oy ja sen KEINO-akatemia, luonnonvara-alalla Luonnonvarakeskus ja Ympäristökeskus, Sitra ja rahoittajana Business Finland sekä yliopistot ja korkeakoulut. Myös julkisten hankintojen kehittämisellä ja hankintojen ohjaamisella uusien innovaatioiden mukaisten hankintojen tekemiseen on keino tukea innovaatiotoimintaa ja hiilineutraaliuteen ja kiertotalouteen pyrkimistä. Tärkeimpänä tahona innovaatioiden onnistumisessa ovat kuitenkin yritykset, jotka kehittävät innovaatiot liiketoimintamalliensa avulla tuotteiksi, jotka ovat kiinnostavia kuluttajille.

Kansainväliset tutkimustulokset osoittavat, että kansantalouden kasvattajana tutkimus- ja innovaatiotoiminta toimii merkittävässä roolissa ja tuottavuutta voidaan parantaa uuden tiedon ja teknologian nopean omaksumisen ja soveltamisen avulla. Ormalan (2019, 13) mukaan innovaatiotoiminta Suomessa on tutkimusten mukaan heikentynyt, jos verrataan huippuvuosina 2008-2012 tutkimukseen ja kehittämiseen vuosittain panostettua 7 miljardia euroa viime vuosien miljardin verran pienempään rahalliseen panostukseen. Tilastojen perusteella innovaatiomenoihin yrityksissä vuonna 2018 käytettiin kuitenkin 6,8 miljardia, joka muodostui pääosin tutkimus- ja kehitystoiminnasta. (Suomen virallinen tilasto, Innovaatiotoiminta 2018.) Tilastokeskuksen mukaan tutkituista suomalaisista yrityksistä 62 prosenttia teki innovaatiotoimintaa vuosina 2016-2018, joka osoittaa, että innovaatiotoiminta on kasvanut 10 prosentilla

5-10 kymmenen vuoden takaisesta aineistosta. Innovaatiotoiminnan avulla markkinoille oli itse kehitetty ja tuotu uusia tai parannettuja tuotteita ja se oli kasvattanut kaikkien yritysten yhteenlaskettua liikevaihtoa 14 prosenttia. Yrityksistä 48 prosenttia oli kehittänyt myös prosessi-innovaatioita. Innovaatiotoimintaa rahoitettiin pääomarahoituksella, lainalla tai julkisella rahoitustuella, kuten valtion tuilla. (Suomen virallinen tilasto, Innovaatiotoiminta 2018.)

Innovaatioyhteistyötä tehtiin laite- ja materiaalitoimittajien, konsulttien ja yksityisten tutkimuslaboratorioiden, yksityisen ja julkisen sektorin asiakkaiden kanssa. Isommat konserniyhtiöt innovoivat myös yhdessä omaan konserniin kuuluvien muiden yritysten kanssa. Korkeakoulut yleistyivät innovaatioyhteistyökumppaneina. Suurimmat hyödyt korkeakoulu yhteistyöstä niin teollisuudessa kuin palvelualoilla koettiin olevan tietopohjan ja osaamisen vahvistuminen ja näkemyksen tulevaisuuden kehitystrendeistä ja markkinoista laajentuminen, uuden teknologian, menetelmän tai laitteen käyttöönotto sekä uusien tai parannettujen tuotteiden kehittäminen. Patenttihakemuksiin tai kansainvälistymiseen korkeakoulu yhteistyö johti harvemmin. Korkeakoulu yhteistyön muotoja olivat tilaustutkimukset, innovaatioihin tähtäävä yhteiskehittäminen, koulutusyhteistyö, yliopiston tutkimus- ja laboratorioinfrastruktuurin ja -palveluiden käyttö, demot, pilotoinnit ja tuotetestaukset, opinnäytetyöt sekä uusien osaajien rekrytointi yliopistoista. (Suomen virallinen tilasto, Innovaatiotoiminta 2016a; Suomen virallinen tilasto, Innovaatiotoiminta 2016b)

4 Liiketoimintamallien kehittämisen viitekehys

Liiketoimintamallin käsite ei ole täysin yksiselitteinen ja sen määritelmä vaihtelee tarkastelijan näkökulman mukaan. Liiketoimintamalli on kuitenkin aina yrityskohtainen ja kokonaisvaltainen näkökulma siihen, miten yritys tekee liiketoimintaa ja selittää miten yritys luo ja tuottaa arvoa. (Kidd & Pels 2014, 202.) Liiketoimintamalli on yrityksen strategia laitettuna toteen ja näkyväksi yrityksen organisaatorakenteen, prosessien ja järjestelmien avulla. (Osterwalder & Pigneurin 2014, 15.) Evans, Geissdoerfer ja Vladimirovaa (2018, 404) sekä Osterwalder & Pigneur (2014, 14) määrittelevät liiketoimintamallin yksinkertaistetuksi esitykseksi yrityksen arvosta, arvon luomisesta ja arvon tuotosta ja arvon tallentamisesta ja näiden elementtien välisestä vuorovaikutuksesta organisaatiossa.

Liiketoimintamalleista on tunnistettavissa kolme toiminnan tasoa, taloudellinen, toiminnallinen ja strateginen. Taloudellinen taso kertoo miten yritys tuottaa voittoa ja mikä on sen hinnoitteluperiaate, kulurakenne ja tulolähteet. Toiminnallinen taso kertoo yrityksen sisäisistä prosesseista ja infrasta, jonka avulla yritys pystyy tuottamaan lisäarvoa toimintatavoillaan, hallinnollisilla prosesseillaan ja resursseillaan. Strateginen taso kertoo yrityksen asemasta markkinoilla, ja tulevaisuuden tavoitteista sen valitseman tarjoaman, asiakaskohteen ja verkostojen avulla. (Kidd & Pels 2014, 202.) Osterwalder ja Pigneurin (2014, 15) mukaan yrityksen liiketoimintamallia ja sen tuloksetkomallia voikin myös parhaiten kuvaamalla yhdeksän eri perusasiaa yrityksen toiminnasta, jotka ovat yrityksen ydintoiminnot, resurssit, arvolutaus, asiakassuhde, kanavat, asiakasryhmät, kumppanit, kulurakenne ja tulovirrat. He ovat muodostaneet tästä yleisesti käytetyn liiketoimintaan kuvaavan graafisen mallin, Business Model Canvasin.

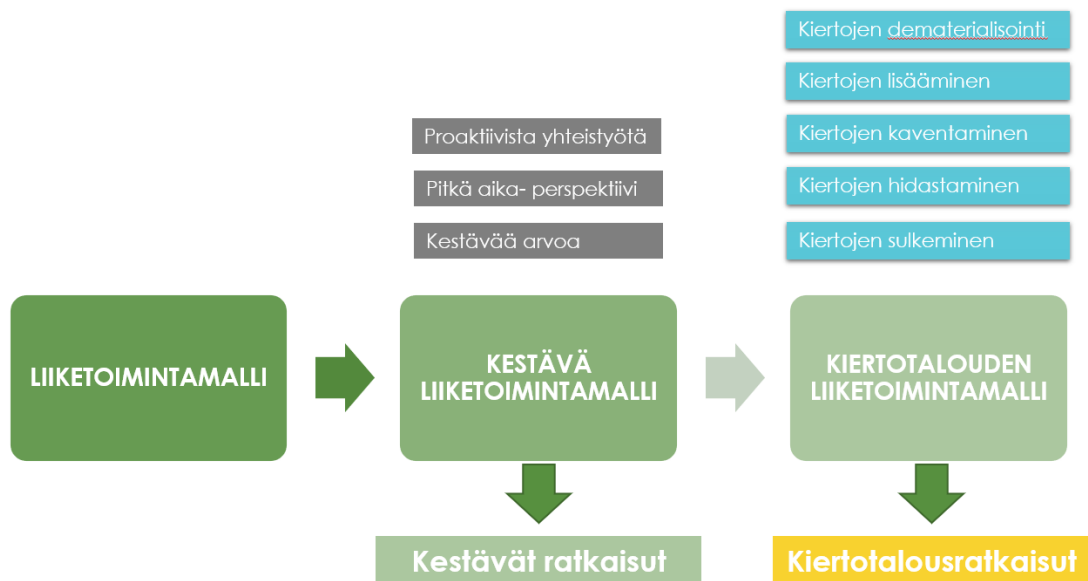
Chesborough (2003, 64) määrittelee liiketoimintamallin lähes samoin ja vielä eri elementtejä tarkentaen siten, että liiketoimintamallin tarkoituksena on ilmaista yrityksen arvoehdotus, joka on käyttäjille teknologiaan perustuvan tarjouksen luoma arvo, tunnistaa markkinasegmentti, joka tarkoittaa niitä käyttäjiä, joille tuote on hyödyllinen, ja tarkoitus, johon tuotetta käytetään, määrittää yrityksen arvoketjun rakenne, jota tarvitaan tarjonnan luomiseen ja jakeluun, sekä määrittää täydentävät varat, joita yrityksen asemointiin tässä ketjussa tarvitaan, määrittää yrityksen tulonmuodostusmekanismi ja arvioida tarjoaman tuottamisen kustannusrakennetta ja tavoitemarginaaleja valitun arvoesityksen ja arvoketjurakenteen perusteella, kuvaamaan yrityksen asemaa toimittajia ja asiakkaita yhdistävässä arverkossa, mukaan lukien mahdollisten täydentävien yritysten ja kilpailijoiden tunnistaminen, muotoilla kilpailustrategia, jolla innovoiva yritys saa ja säilyttää etua kilpailijoihinsa nähden.

4.1 Kiertotalouden liiketoimintamallit

Kestävän kehityksen liiketoimintamalleja kehitettiin alun perin tavoitteena saavuttaa yritysten vastuullisuuden tavoitteita. Nykyään kestäväan kehitykseen liittyvät liiketoimintamallit ja

vastuullisuuden huomioiminen liiketoiminnassa ajatellaan yrityksen kilpailueduksi markkinoilla. (Evans ym. 2018, 403.)

Kestävä liiketoimintamalli on liiketoimintamalli, jonka avulla johdetaan proaktiivisesti laajaa sidosryhmäjoukkoa, rahallisen ja ei-rahallisen arvon luomiseksi laajalle sidosryhmäjoukolle ja, jolla on pitkä aikaperspektiivi. (Evans ym. 2018, 403-404.) Kiertotalouden liiketoimintamalliksi kestävä liiketoimintamalli muuntuu, kun se lisäksi toteuttaa jotain viidestä kiertotalouden strategiasta, joita ovat materiaali- ja energiakiertojen sulkeminen, hidastaminen, kaventaminen ja lisääminen vähentäen resurssien tarvetta, jätettä ja päästöjä järjestelmästä kiertojen, käyttökertojen ja käyttöajan lisäämisellä tai dematerialisointi, joka tarkoittaa tuotteen tarjoamista palveluna ja/tai ohjelmistoratkaisuna. (Evans ym. 2018, 403-404; Geissdoerferin ym. 2020, 8.) Tätä tavallisen liiketoimintamallin muodostumista kestäväksi liiketoimintamalliksi ja edelleen kiertotalouden liiketoimintamalliksi kuvataan alapuolisessa kuviossa (Kuvio 5).



Kuvio 5: Kestävän ja kiertotalouden liiketoimintamallin kehittyminen Geissdoerfer mukaan

Kiertotalouden liiketoimintamallilla voidaan määritellä miten organisaatio luo, toimittaa ja vangitsee arvoa suljetussa kierrossa. Ajatuksena on, että kiertotalouden liiketoimintamallin ei tarvitse sulkea materiaalikiertoja yrityksen sisällä vaan se voi olla osa liiketoimintajärjestelmää, joka yhdessä sulkee materiaalikiertoja. Kiertotalouden liiketoimintamalli-innovaatiot ovat luonteeltaan verkottuneita ne edellyttävät yhteistyötä, viestintää ja koordinoitua toistensaan riippuvaisten, mutta myös riippumattomien toimijoiden ja sidosryhmien kanssa. Ekosysteemien suunnittelun haaste on löytää "win-win-win" -tilanne (Antikainen ym., 2016, 8). Koska kestävä kehityksen liiketoimintamallit keskittyvät kaikkien sidosryhmien etuihin eikä pelkää arvon luomiseen asiakkaille tai osakkeenomistajille Evans ym. (2018, 404) määrittelee

kestävän liiketoimintamallin malliksi, jossa arvonmääritys (value capture) kuvaa kuinka osa sidosryhmälle luodusta arvosta voidaan muuttaa yksittäiselle yritykselle hyödylliseksi arvoksi.

Valkokarin & Antikaisen (2016, 7) ja Geissdoeferin ym. (2020, 8) mukaan erillistä kiertotalouden liiketoimintamallia tai kiertotalouden liiketoimintamalli-innovaatiota ei käsitteenä ole olemassa, vaan ne tehdään samoin periaattein kuin muutkin liiketoimintamallit, mutta liiketoimintamallissa vain otetaan kiertotalous huomioon. Kestävät liiketoimintamallit ja kiertotalousliiketoimintamallit ovat läheisesti toisiinsa liittyviä, ja niitä voidaan pitää liiketoimintamallien alaluokkana. Tavallisen liiketoimintamallin taloudellisen, toiminnallisen ja strategisen tason lisäksi kiertotalouden liiketoimintamallissa on kuvattava vastuullisuus- ja liiketoimintakosysteemitasot ja niiden vaikutukset liiketoiminnan toteuttamiseen ja tulokseen. (Valkokarin & Antikainen 2016, 8-9.)

Kiertotalousliiketoimintamalli-innovaatio voidaan kuitenkin määritellä kiertotalousmallien konseptoinniksi ja toteutukseksi, joka voi vaikuttaa koko liiketoimintamalliin tai yhteen tai useampaan sen elementeistä, elementtien keskinäisiin suhteisiin ja arvoverkkoon. Muutos kiertotalouden mukaisen liiketoimintamallin käyttöön yrityksessä voi tapahtua neljällä eri tavalla: 1. yrityksen olemassa olevan liiketoimintamalli voi muovautua kiertotalouden talousmallin mukaiseksi huolimatta siitä onko alkuperäinen liiketoimintamalli ollut joko perinteinen tai kiertotalouden mukainen voi tuleva liiketoimintamalli hyödyntää kiertotalouden strategioita edelleen. 2. Kiertotalousliiketoimintamallia varten perustetaan startup -yritys, joka luo uudenlaisen liiketoimintamalleja, jotka hyödyntävät kiertotalouden strategioita olemassa olevien yritysten ulkopuolella omalla brändillään, henkilöstöllään ja resursseillaan. 3. tapa on liiketoimintamallin monipuolistamisen kiertotalousmallin mukaiseksi, millä tarkoitetaan sitä, että olemassa oleva yritys monipuolistaa toimintaansa ja ottaa käyttöön kiertotalouden strategioita ja kehittää uutta liiketoimintaa olemassa olevien resurssien ja verkostojen pohjalta. 4. vaihtoehto on kiertotalouden liiketoimintamallin hankinta, jolla tarkoitetaan tavoitetta siirtyä fuusioitumisen tai yritysostojen kautta kiertotalouden mukaisiin liiketoimintamalleihin. (Geissdoefer ym. 2020, 8)

Kiertotalouden liiketoimintamallien toiminta perustuu jakamislustoihin, kierrätykseen, resurssitehokkuuteen, uusiutuvuuteen, tuotteen tarjoamiseen palveluna ja tuotteen elinkaaren pidentämiseen. Suomessa suurin osa kiertotalouden liiketoimintamallilla toimivista yrityksistä perustuu resurssitehokkuuteen ja kierrätykseen, kun taas tuotteen tarjoamisen palveluna, tuotteen elinkaaren pidentämisen ja jakamislustojen mukaisia liiketoimintamalleja hyödyntäviä yrityksiä on vasta vähän tai ne ovat pieniä. (Ahola ym. 2020, 48-49.) Kiertotalouden liiketoimintamallien kehittämisessä on haasteellista se, että niitä kehitellään mutta ei varsinaisesti laiteta toimeen tai ne eivät menesty markkinoilla esimerkiksi, ettei aika vielä ollut niille oikea. Kiertotalouden liiketoimintamallien mukainen

tuottojen jakaminen, yhteisten sääntöjen ja ohjeiden tekeminen ja noudattaminen ei välttämättä ole yksinkertaista. (Evans ym. 2018, 407-408.)

4.2 Liiketoimintaverkostot ja ekosysteemit

Ihmisten ja organisaatioiden välistä toimintaa voidaan organisoida kolmella eri tavalla: muodostamalla hierarkioita, markkinoita tai verkostoja. Organisoitumisen muotoja erottaa toisistaan toimijoiden välisten suhteiden luonne. Verkostot ovat markkinoiden ja hierarkkisesti järjestäytyneiden suhteiden välimuoto. (Järvensivu ym. 2010, 5; Vesalainen 2006, 24, 64) Verkostoissa toimijoiden väliset suhteet perustuvat luottamukseen ja sitoutumiseen, joista luottamus edistää tiedonvaihtoa ja mahdollistaa yhteisen oppimisen, uudet näkökulmat ja osapuolia palvelevien ratkaisujen kehittämisen, joka taas edelleen lisää yhteistyökumppaneiden sitoutumista yhteisiin tavoitteisiin. (Järvensivu ym. 2010, 3; Vesalainen 2006, 51-56.) Verkostoissa toimijat ovat periaatteessa vapaita tekemään itsenäisiä päätöksiä eikä niiden välisiä suhteita ole määritelty täsmällisesti, vaan niitä määritetään koko ajan uudelleen. Verkostojen vahvuus on niiden joustavuus muuttuvissa ja monimutkaisissa tilanteissa, joihin ei ole selkeitä valmiita ratkaisuja jo olemassa. (Järvensivu ym. 2010, 6.)

Verkostoitumista voidaan kuvata nelivaiheisena prosessina, jossa: 1) kartoitetaan verkoston haasteet ja kutsutaan koolle verkoston jäsenet 2) määritellään yhteinen tavoite ja toimintatavat, 3) työskennellään systemaattisesti verkostossa tavoitteiden saavuttamiseksi sekä 4) levitetään verkoston tuotokset laajempaan käyttöön. Dynaamisen luonteensa takia verkostoituminen ei aina etene lineaarisesti vaan palaa aikaisempiin vaiheisiinsa, josta jatkaa edelleen. (Järvensivu ym. 2010, 3.) Verkostot voivat olla tuotantoverkostoja ja kehittämisverkostoja, joista tuotantoverkostot pyrkivät kehittämään tehokkaat ja toimivat rutiinit jokapäiväiseen toimintaan. Kehittämisverkostojen tehtävänä on kehittää olemassa olevia tai täysin uusia tuotteita ja palveluita, innovaatiota. (Järvensivu yms. 2010, 12.) Yritysten välisten suhteet voivat olla joko organisaationaalisia tai liiketoiminnallisia sidoksia. Organisaationaaliset sidokset ovat rakenteellisia linkkejä yrityksen tai sosiaalisia sidoksia työntekijöiden välillä. Liiketoiminnalliset sidokset ovat yritysten välistä tavaroiden tai palveluiden vaihdantaa ja strategisia sidoksia yritysten välillä. (Vesalainen 2006, 48, 65.) Liiketoiminnallinen sidos eli tuotteiden ja palveluiden vaihdanta yritysten välillä tekee yhteistyöstä konkreettista. Vaihdannan laajuus voi vaihdella pienestä osatoimituksesta kokonaisen tuotteen toimittamiseen. Yritysten välinen vaihdanta voi koskea myös palveluita, kuten logistiikkaratkaisuja, suunnittelu- tai huoltopalveluita. Etenkin palveluiden vaihdannassa merkittävä asia on niiden hinnoittelukanismit. (Vesalainen 2006, 56-58.)

Liiketoimintaverkostolla tarkoitetaan toimijoiden joukkoa, joiden toimintaa ohjaavat yhteiset liiketoiminnalliset päämäärät, jotka mahdollistavat toiminnan joustavuuden ja monipuolisuuden. Liiketoimintaverkoissa yritykset, toimittajat ja asiakkaat kehittävät yhdessä ratkaisuja

haasteisiin ja pyrkivät kaikkia osapuolia tyydyttävään win-win-win-tilanteeseen. Liiketoimintaverkostossa kilpaillaan muita verkostoja vastaan ei niinkään verkoston sisällä. (Apilo ym. 2014, 15.) Liiketoimintaverkkoja voi olla vertikaalisia, horisontaalisia tai kahdenvälisiä asiakkaiden ja toimittajan välisiä kumppanuuksia, mutta useimmiten kaikki verkostot ovat eri muodoista koostuvia hybridimuotoja. (Apilo ym. 2014, 16.) Horisontaalinen verkosto yhdistää rinnakkaisia, valta-asemaltaan samanarvoisia toimijoita, joko samassa tai rinnakkaisessa tai laajemmassa toimialarajoja ylittävässä arvoketjussa. Horisontaalisen verkostoitumisen perustana on tarve yhdistää osaamista ja/tai resursseja, mutta toiminta ei ole pelkästään resurssien tai tiedon siirtämistä, vaan yhteisten tavoitteiden, merkitysten ja yhteisen ajattelutavan luomista. Horisontaaliset liiketoimintaverkot voivat olla innovaatioverkostoja, yhteisyrityksiä tai alliansseja. (Apilo ym. 2014, 19-20.) Vertikaaliset verkostot ovat toimittajien ja asiakkaiden välisiä verkostoja, kuten toimitusketjuja. Pääosin vertikaalinen verkostoituminen perustuu asiakas-toimittajasuhteisiin, mutta verkostoihin muodostuu myös useiden toimijoiden välistä verkottumista. (Apilo ym. 2014, 16) Tiivistä yhteistyösuhdetta kutsutaan kumppanuudeksi (partnership). Kumppanuudessa kumppanit ovat toisistaan riippuvaisia monipuolisen keskinäisen vaihdannan seurauksena, joka vaatii laajaa tiedonvaihtoa ja uuden tiedon kehittämistä, jota ohjataan prosessi- ja/tai järjestelmäintegraation avulla, keskustelu- ja kehittämisfoorumeissa vahvistamaan luottamusta laadukkaan ja avoimen kommunikaation varmistamiseksi. (Apilo ym. 2014, 18) Kumppanuus ei ole itsessään tavoitteena, vaan sen luomat edut ja kannattavuus kumppanuuden molemmille osapuolille, mikä tarvitsee toteutuessaan molempien osapuolten panosta ja sitoutumista, jotta edut jakautuvat tasapuolisesti. Kumppanuuksien määrittely on osa yrityksen strategista johtamista. (Vesalainen 2006, 205-206) Yritysten strategiset sidokset perustuvat yritysten omiin strategisiin tavoitteisiin ja niiden yhteensovittamiseen toisten yritysten kanssa pyrkimyksenä yhteinen visio ja päämäärät, jossa ydinosauksien täydentävät toisiaan. Strategisessa sidoksessa pyritään ensisijaisesti win-win-tilanteeseen, jossa molemmat voittavat, mutta ollaan myös valmiita jakamaan riskit sekä mahdolliset tappiot. (Vesalainen 2006, 59.)

Näitä verkostoja kutsutaan nykyään ekosysteemeiksi. Ekosysteemi on luonnontieteissä käytetty termi, joka muodostuu kreikan kielen sanoista systema, joka tarkoittaa osien muodostama kokonaisuutta, sekä sanoista eco ja oikos, jotka tarkoittavat kotia. Termiä on käytetty alun perin biologiassa, jossa ekosysteemillä tarkoitetaan luonnonolosuhteiltaan yhtenäisellä alueella elävien, toistensa kanssa vuorovaikutuksessa olevien eliöiden ja yhteisen ympäristön muodostamaa kokonaisuutta. (Apilo ym. 2014, 35) Myös ihminen voi muodostaa itse ekosysteemejä ja niin luonnon kuin ihmistenkin muodostamat ekosysteemit ovat aina ainutlaatuisia ja koostuvat ainutlaatuisista toimijoista ja yhteyksistä ja siksi ne myös kehittyvät kukin omalla tavallaan (Valkokari 2015, 16.) Ihmisen muodostamista ekosysteemeistä voidaan erottaa kolme päätyyppiä, liiketoimintaekosysteemit (business ecosystem), innovaatioekosysteemi-

mit (innovation ecosystem) ja tietökosysteemit (knowledge ecosystem). Liiketoimintaekosysteemit keskittyvät asiakasarvon luomiseen ja niissä tärkeimpiä toimijoita ovat suuret ekosysteemiä johtavat globaalit yritykset, niiden asiakkaat, sidosryhmät, kumppanit ja kilpailijat. Tietökosysteemit keskittyvät uuden tiedon kehittämiseen ja niissä hajautetut tutkimusinstituutiot ja innovaattorit, kuten teknologiayritykset ovat merkittävässä asemassa ekosysteemissä. Innovaatioekosysteemit toimivat yhdistävänä tekijänä uuden tiedon hyödyntämiseksi innovaatioiksi ja liiketoimintaekosysteemien avulla arvoksi ja niissä innovaatiopolitiikan päättäjät, alueellisten klusterien toimijat ja rahoittajat, kuten riskisijoittajat ja julkiset rahoituslaitokset toimivat merkittävinä toimijoina. (Valkokari 2015, 20-21.) Nämä kolme innovaatiotyyppiä toimivat siis vuorovaikutuksessa keskenään luodakseen uutta tietoa, innovaatioita ja niiden avulla uutta liiketoimintaa.

Metaforinen ilmaus ekosysteemi otettiin käyttöön liiketoiminta-ajattelussa strategianäkökulmasta, jossa sen avulla mallinnettiin teknologiainnovaatioiden kehitystä nopeasti muuttuvilla markkinoilla. (Apilo ym. 2014, 36.) Vaikka puhutaan liiketoimintaekosysteemeistä, on useissa tapauksissa kyse kuitenkin kumppanuudesta ekosysteemin johtavan yrityksen ja ekosysteemiin osallistuvan yrityksen välillä. Erona liiketoimintaverkoston ja ekosysteemin välillä on toimijoiden määrä, joita ekosysteemeissä on paljon enemmän. Ekosysteemeissä on myös eri tasoja. Ekosysteemin ytimen muodostaa ekosysteemiä johtavat yritykset ja niitä ympäröi eri toimijoiden, kuten toimittajien, jälleenmyyjien ja asiakkaiden verkosto. (Valkokari 2015, 17.) Liiketoimintaekosysteemin muodostumisen alkuvaiheessa johtava yritys määrittelee liiketoimintamallin arvolupauksen ja saa sen toteuttamiseen mukaan muita toimijoita. Yhdessä kehittyminen on yksi ekosysteemistrategian perustavanlaatuisista lähtökodista. Seuraava ekosysteemin elinkaarenvaihe on laajentuminen, jossa yhä useampia yrityksiä houkutellessaan mukaan. Kolmannessa johtamisen vaiheessa keskeisen yrityksen pitää pystyä johtamaan koko ekosysteemiä ja houkuttelemaan muita ekosysteemin toimijoita kehittämään tarjoamakokonaisuutta selkeällä visiolla. Ekosysteemin viimeinen elinkaarenvaihe on uudistuminen tai uudistumisen epäonnistuessa, ekosysteemin häviäminen. Uudistumisvaiheessa yrityksen tavoitteena olisi löytää ekosysteemiä uudistavat uudet innovaattorit ja innovaatiot. (Apilo ym. 2014, 36)

Ahola ym. (2020, 77-78.) tarkastelivat kiertotalouden ekosysteemejä ekosysteeminäkökulmasta ja jakoivat analyysin pohjalta Suomessa toimivat kiertotalouden ekosysteemit kolmeen eri tyyppiin 1. Teollisuuden vahvojen veturien ympärille rakentuneisiin ekosysteemeihin, 2. Kiertotalousvisioon nojaaviin ekosysteemeihin ja 3. Alueellisista vahvuuksista ponnistaviin ekosysteemeihin. Tyyppiekosysteemejä määrittivät samankaltaiset toiminnan ajurit, toimintamallit ja -tavat.

Teollisuuden vahvojen veturien ympärille rakentuneet ekosysteemit perustuivat olemassa olevan teollisen mittakaavan tuotannon ja sen sivuvirtojen hyödyntämisen ympärille kehittyneiden innovaatioiden, startupien ja pk-yritysten liiketoimintaan esimerkkinä ekosysteemeistä

Äänekosken metsäteollisuusekosysteemi sekä Kemi-Tornion metalliteollisuuskeskittymän ekosysteemit. Näiden ekosysteemien vahvuus on johtavan yrityksen liiketoiminta, osaaminen ja investointimahdollisuudet. Niiden heikkoudeksi voi kokea sen, että kiertotalous on johtavan yrityksen sivutoimintaa ja saattaa muodostua pelkästään olemassa olevien prosessien materiaalihokkuuden parantamiseksi, joka ei luo uutta luovaa kiertotaloustoimintaa. (Ahola ym. 2020, 77.)

Alueellisista vahvuuksista ponnistavien ekosysteemien vahvuutena ovat tiivis verkostoituminen alueen julkisten toimijoiden ja yrittäjien välillä. Esimerkkeinä tällaisista ekosysteemeistä ovat muun muassa Nokialla toimiva Tampereen alueen Eco3 teollisuuspuisto, Mikkelin uuden vedenpuhdistamon ympärille rakentuva EcoSairila ja Palopuron agro-ekologinen symbioosi. Alueellisten ekosysteemien toiminta perustuu tietyn alueen vahvuuksiin ja niihin perustuviin kasvutavoitteisiin. Alueelliset ekosysteemit toimivat tiiviissä yhteistyössä kunnallisten kehitysyhtiöiden ja liikelaitosten kanssa, jotka auttavat alueen yhteisen vision luonnissa, yhdistämään eri toimijoita ja auttamaan lupaprosesseissa tarkoituksena kehittää uutta liiketoimintaa. Tämän ekosysteemityypin vahvuus on paikallisen yhteistyön synnyttämä luottamus ja heikkous on resurssien vähyys, kuten rajalliset materiaalivirrat ja rahoituksen puute. (Ahola ym. 2020, 77.) Alueellisten ekosysteemien merkitys on alueellisen työllisyyden ja elinvoiman ylläpitäminen, positiivinen vaikutus hiilitaseeseen ja kansantalouteen ja systeemisen muutoksen käynnistäjänä toimiminen. Paikallisia materiaalikiertotapoja voidaan edelleen kasvattaa valtakunnalliseen mittakaavaan ja siten ne ovat transition keskeisiä tekijöitä, koska jos halutaan ajatella globaalisti, tulee kuitenkin ensin toimia paikallisesti. (Ahola ym. 2020, 82.)

Kiertotalousvisioon nojaavat ekosysteemit perustuvat uudenlaisten kiertotalouskonseptilähtöisten liiketoimintaekosysteemien rakentamiseen, esimerkkinä kehitteillä olevat tekstiilikierätyksen ja akkukierätyksen ekosysteemit. Visioon nojaavat ekosysteemit ovat pääosin innovaatioekosysteemejä ja niiden kehitys on alkutaipaleella. Ekosysteemeissä kehitetään uusia ideoita ja ratkaisuja sekä startup-yrityksiä niitä toteuttamaan. Haasteena visionäärisillä ekosysteemeillä on innovaatioideoiden muuttaminen kannattavaksi liiketoiminnaksi, resurssien löytäminen yritysten välisen yhteisen arvonluonnin ja liiketoiminnan yhteensovittamiseen sekä investointirahoituksen saaminen. (Ahola ym. 2020, 78.)

Apilon ym. (2014, 6-8.) mukaan teollisella aikakaudella kehitetyt hierarkkiset ja pysyvät yritys rakenteet ja johtamismallit ovat riittämättömiä tulevaisuuden liiketoimintaympäristössä. Tulevaisuuden dynaamisissa liiketoimintaverkostoissa toimintaa kehitetään yhteiskehittämisen avulla asiakastarpeiden mukaan usealla tasolla ja monimuotoisena. Verkostot kykenevät vastaamaan tehokkaammin ja joustavammin kysyntään kuin staattiset yritys rakenteet. Yritysten haasteena on tehdä päätöksiä yhä nopeammin ja miettiä miten verkostoitua juuri oikeiden toimijoiden kanssa oikealla tavalla ja oikeaan aikaan. (Apilo ym. 2014, 16)

4.3 Liiketoiminnan transformaatio kiertotalouden malliin

Muutoksia ja innovaatioita tarvitaan lineaaritalouden muuttamiseksi kiertotaloudeksi. Todellisuudessa muutokset liiketoimintamalleihin ovat pieniä tai vähittäin tapahtuvia (incremental) kuin perustavanlaatuisia (transformational) järjestelmämuutoksia. Koko järjestelmää muuttavat innovaatiot voidaan ymmärtää niitä täydentävien innovaatioiden kanssa, koska ne eivät ole autonomisia. Yksi innovaatio voi aiheuttaa systeemistä innovaatioita, jos se aiheuttaa tai vaatii muutoksia myös useampaan alueeseen koko systeemissä. (Antikainen & Valkokari 2016, 5.) Muutos kohti kiertotaloutta asettaa haasteita vakiintuneille yrityksille ja saattaa jopa tuhota niiden nykyiset ominaisuudet, verkostot ja liiketoimintamallit. Sekä systeemiset että radikaalit innovaatiot voivat avata kokonaan uusia markkinoita ja potentiaalisia sovelluksia ja radikaaleja ja disruptiivisia liiketoimintamalleja tarvitaan vastaamaan nykyisiin haasteisiin ja siirtymään kohti kiertotalousmallia. Esimerkki radikaalista liiketoimintamallista on "liikkuminen palveluna" (mobility as service), jossa autojen ja pyörien sijaan myydään mahdollisuutta liikkua paikasta a paikkaan b. Innovatiivisten uusien liiketoimintamallien luominen ympäristössä, jossa koko liiketoiminnan ekosysteemi ja sen dynamiikka muuttuu, on haastavaa. (Antikainen & Valkokari 2016, 5.)

Jakamistalouteen perustuvat disruptiiviset liiketoimintamallit, kuten Uber ja Airbnb, ovat muuttaneet arvoverkkoa ja siksi jakamistalous ja palveluliiketoiminta on tunnistettu aloiksi, jotka tukevat muutosta kohti kiertotaloutta ja tarjoavat suuria ja vielä käyttämättömiä mahdollisuuksia sekä olemassa oleville että uusille yrityksille. Ensin yritysten pitää alkaa nähdä asiakkaansa tuotteiden käyttäjinä kuin ostajina ja tuotelähtöisestä mallista palveluntuottajaksi tukee kiertotalouteen pyrkimistä motivoimaan yrityksiä pidentämään tuotteiden elinkaarta korjaamalla ja uudelleenvalmistuksella ja tehokkaampaan resurssien käyttöön. (Antikainen & Valkokari 2016, 5.) Yritysmaailman ymmärtämiseksi ja tukemiseksi tässä siirtymässä tarvitaan syvempää ymmärrystä siitä, kuinka kehittää disruptiivisia kiertotalouden liiketoimintamalleja. Kiertojen sulkeminen vaikuttaa usein tuotteisiin tai palveluihin, asiakas- ja kumppanuussuhteisiin sekä erilaisiin tuotantoprosesseihin ja ansaintamalleihin. Toisin sanoen uudet toimijat tai vaihtuvat roolit luovat tarpeen suunnitella uudelleen olemassa olevat arvoverkot ja niihin liittyvät liiketoimintamallit. Näiden muutosten hallinta edellyttää, että yritykset osallistuvat kiertotalouden liiketoimintamallien innovaatioihin, joissa suunnitellaan liiketoimintamallien elementit. Kiertotaloudessa ekosysteemit ovat ensisijaisen tärkeitä, koska valitsevan systeemin muuttaminen lineaarisesta kiertäväksi vaatii useiden eri toimialojen yhteistyötä ja kehittämistä esimerkiksi liikenne-, energia- tai ruokajärjestelmän muuttaminen nykyisestä kiertotalouden mallin mukaiseksi. (Antikainen & Valkokari 2016, 5.)

5 Case: Kiertotalousliiketoimintaa Lapinjärven puutuhkasivuvirrasta

Opinnäytetyön tavoitteena on ideoida Lapinjärven alueelle kiertotalousliiketoimintaa lämpövoimaloista syntyvän tuhkan hyödyntämisen avulla. Kehittämisen lähtökohtana opinnäytetyössä on tarkoitus selvittää kiertotalouden mukaisia ja kestävästä kehitystä tukevia liiketoimintamalleja sivuvirtojen hyödyntämisessä. Tuhkasivuvirran osalta opinnäytetyössä tutkitaan, voidaanko alueella syntyviä tuhkakäätteitä ja niistä muodostuvia sivuvirtoja hyödyntää siten, että luovat alueelle kestävästä kehityksen mukaista liiketoimintaa. Kehittämistyössä kuvataan palvelumuotoilun tuplatimantin mukaisesti etenevänä prosessina, joka osin muistuttaa innovaatioprosessia, jossa ensin etsitään ideoita, joita edelleen tutkitaan ja kehitellään tavoitteena muodostaa paikallinen ekosysteemi ja liiketoimintamalli tuhkan ympärille.

5.1 Tapaustutkimus ja tutkimusmenetelmät

Tämä opinnäytetyö on tapaustutkimus, jonka pääosin laadullinen aineisto koostuu ajankohtaisista tutkimuksista ja kokeiluista koskien kierto- ja biotaloutta sekä niiden liiketoimintamalleja ja ekosysteemejä tuhkasivuvirtojen hyödyntämiseksi. Näkemyksellistä tietoa on kerätty hankkeen ja yritysten toimijoilta verkkotapaamisissa 25.9.2020, 26.10.2020, 19.11.2020 ja 15.2.2021. Koronapandemiaan liittyvien kokoontumisrajoitustoimien johdosta kaikki tapaamiset hoidettiin verkossa Teams -viestintä ja yhteistyöalustan välityksellä.

Tapaustutkimus on yksityiskohtaista tietoa tietystä tapauksesta, jossa kiinnostuksen kohteena ovat prosessit, joita tutkitaan yhteydessä ympäristöönsä havainnoimalla, haastatteluilla ja dokumenttien avulla tavoitteena ilmiöiden kuvaus. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 125-126.) Tutkimuksen tarkoitus voi olla kartoittavaa, kuvailevaa, selittävää tai ennustavaa. (Hirsjärvi ym. 2009, 129.) Laadullinen tutkimus tutkii ilmiöiden merkityksiä, vaikkakin kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen luvut ja laadullisen tutkimuksen merkitykset ovat toisistaan riippuvaisia. (Hirsjärvi ym. 2009, 128) Laadullisen ja määrällisen aineiston tutkimusmenetelmien eroja kuvataan Aalto-Kallion mallintamassa nelikentässä (Kuvio 6). Laadullisessa tutkimuksessa hankitaan kokonaisvaltaista tietoa ympäröivästä maailmasta, jossa ihminen kerää tietoja ihmiseltä eri metodein. Laadulliseen tutkimukseen sisältyy induktiivinen analyysi eli aineiston yksityiskohtainen tarkastelu. Laadullisen tutkimuksen tutkimussuunnitelma on joustava ja muotoutuu tutkimuksen edetessä olosuhteiden mukaan. Tapaukset käsitellään ainutlaatuisina ja tulokset tulkitaan sen perusteella. (Hirsjärvi ym. 1997, 155.) Laadullisen tutkimusta tehdään tarkoituksenmukaiselta kohdejoukolta kyselemällä, haastattelemalla, havainnoimalla, dokumentoimalla erilaisten lomakkeiden, kyselyiden tai teema- tai ryhmähaastatteluiden avulla. Menetelmiä ovat esimerkiksi osallistavat aivoriihet, tuumataalkoot, prosessiarviot, kuten benchmarking, SWOT-analyysit ja miellekartat. (Aalto-Kallio ym. 2009, 76-77, 100-101; Hirsjärvi ym. 2009, 155.) Laadullinen tutkimusmenetelmä Benchmarking on tutki-

musta, joka toteutetaan sisäisinä arvioina, jossa ei osallisteta ihmisiä ja siinä käytetty aineisto on laadullista ja kohteena ovat prosessit. (Aalto-Kallio ym. 2009, 59.) Opinnäytetyössä käytetään laadullisista menetelmistä prosessiarviointiin benchmarking- menetelmää ja tapauskohtaiseen arviointiin SWOT-menetelmää. Osallistavia työkaluja ei varsinaisesti käytetä vaan osallistaminen tehdään strukturoimattomina ryhmähaastatteluina. Näiden tutkimusmenetelmien ja palvelumuotoilun prosessin avulla on tarkoitus ideoida uusia toimintamalleja Lapinjärven toimintaympäristössä.



Kuvio 6: Arvioinnin menetelmällinen kartta Aalto-Kallio ym. (2009, 59) mukaan

5.2 Kehittämistehtävä, tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset

Kehittämistehtävä opinnäytetyössä on tuottaa konkreettisia ehdotuksia siihen, mihin tuhkasivuvirta voidaan sijoittaa ja minkälaista liiketoimintaa sen ympärille voidaan Lapinjärven kunnan alueella kehittää. Kehittämistehtävää taustoittava tutkimusongelma on: Miten Lapinjärvellä syntyvä tuhkasivuvirta voidaan hyödyntää?

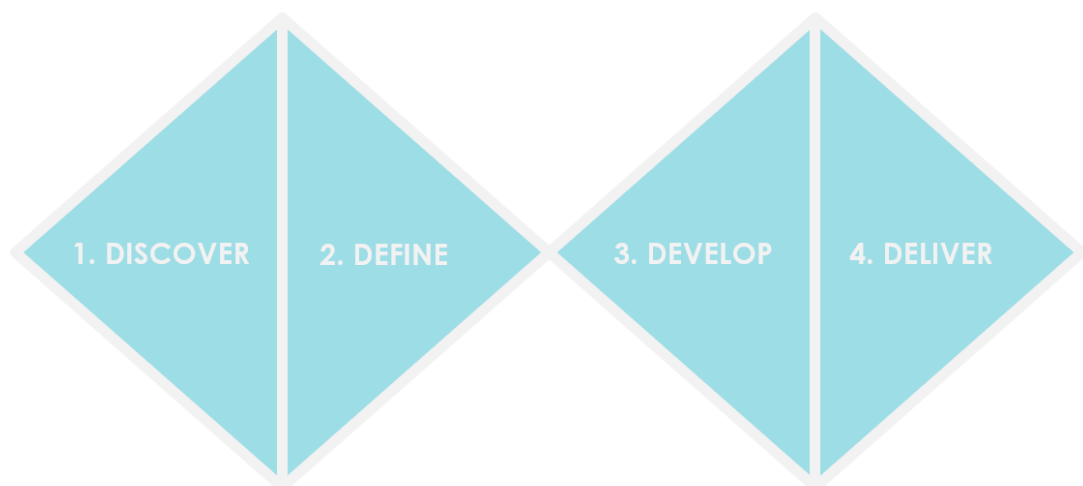
Tarkemmat tutkimuskysymykset ovat:

- Voidaanko tuhkasta kehittää uutta kiertotalousliiketoimintaa?
- Minkälainen ekosysteemi toiminnan ympärille voidaan muodostaa?
- Minkälainen on sopiva liiketoimintamalli?

5.3 Palvelumuotoilun tuplatimantti kehittämismenetelmänä

Innovaatioprosessi sisältää tietyt vaiheet, joista ensimmäisenä on vapaa ideointi. Seuraavissa vaiheissa ideoita kehitellään edelleen, yhdestä tai useammasta parhaaksi valitusta, tehdään prototyyppejä, joita testataan ja parhaat niistä lanseerataan. Innovaatioprosessiin liittyy myös seuranta ja palautteenanto ja sen seurauksena myös innovaation parantaminen ja edelleen kehittäminen. (Rehn 2017, 23.) Innovaatioprosessi vastaa vaiheiltaan palvelumuotoiluprosessia. Palvelumuotoiluprosessi lähtee palvelukehityksen tai jonkun ongelmanratkaisemistarpeen tarkoituksen, tavoitteiden ja sisällön määrittelystä, jossa ensin kartoitetaan nykyinen tilanne ja toimintaympäristö. Toisessa vaiheessa tutkitaan aihetta enemmän, muodostetaan mahdolliset käyttäjäpersoonat, joiden kautta voidaan katsoa mihin suuntaan palvelua tulee lähteä kehittämään. Kolmas vaihe on varsinainen suunnitteluvaihe, jossa kehitellään ongelmiin ratkaisuja ja prototyyppejä palveluista yhdessä asiakkaiden tai palvelun käyttäjien kanssa. Neljännessä vaiheessa palvelua voidaan pilotoida ja tehdä varsinaisen palvelun lanseeraus. Palvelumuotoiluprosessiin kuuluu viidentenä vaiheena myös asiakaskokemukseen ja arvontuottoon perustuva palvelun jatkuva arviointi ja kehittäminen. (Stickdorn 2018.)

Palvelumuotoiluprosessia voidaan kuvata (Kuvio 7) myös visuaalisena tuplatimanttina (Double Diamond), jossa ensimmäinen timantti on ongelman määrittelyä ja tutkimista ja toinen timantti varsinaista palvelun suunnittelu- ja kehitystyötä. Ensimmäisen timantin 1. vaiheessa tutkitaan eli etsitään ja löydetään asioita ja ongelmakohtia, joita kehitetään, 2. vaiheessa määritellään aiheen tarkemmat kehityskohdat. Toisessa timantissa, koko prosessin 3. vaiheessa kehitetään ongelmaan uusia ratkaisumalleja ja sen jälkeen 4. vaiheessa toteutetaan uuden mallin mukaiset palvelut. Kehittämisen eri vaiheissa voidaan käyttää erilaisia kuhunkin vaiheeseen sopivia työkaluja ja menetelmiä. (Davies et al., 6)



Kuvio 7: Tuplatimantti muotoiluprosessin vaiheet Daviesin mukaan

Tutkimus tehdään palvelumuotoiluperaatteiden mukaisena kehittämisprosessina palvelumuotoilun tuplatimanttia viitekehyksenä käyttäen. Menetelmä valittiin, koska se oli opinnäytetyön tekijälle tuttu ja sen avulla on helppo jakaa prosessin eri vaiheet osiin ja valita oikeat työkalut. Menetelmä jäsentää kehittämisen etenemistä ja siitä raportoimista. Muotoiluprosessi etenee seuraavin vaihein, joissa käytetään alla mainittuja työkaluja:

VAIHE 1: LÖYTÄMINEN-vaiheessa tutustutaan Lapinjärven tuhkan tuottajiin ja tuotetun tuhkan laatuun ja määrään tuhkista tehtyjen analyysien pohjalta, etsitään ideoita tuhkan hyötykäyttöä varten ja tarkastellaan toimintaympäristön monitoroinnin ja PESTE-analyysin avulla alan toimintakenttää ja asiaan mahdollisesti vaikuttavia seikkoja.

VAIHE 2: MÄÄRITTELY-vaiheessa ideoita tutkitaan tarkemmin tutustumalla tieteellisiin julkaisuihin aiheesta ja tiedon perusteella vaihtoehtoja karsitaan ja yrityksille sopivat vaihtoehdot esitetään visuaalisesti tuotekehityssuppilon kautta. Tämän perusteella päätetään mitkä ideat olisivat mahdollisia ja kehityskelpoisimpia Lapinjärven toimintaympäristössä ja tarkastelussa mukana oleville yrityksille. Parhaimmaksi valittua ideaa, kierrätyslannoitetoimintaa, pohdiskellaan vielä SWOT-analyysin avulla.

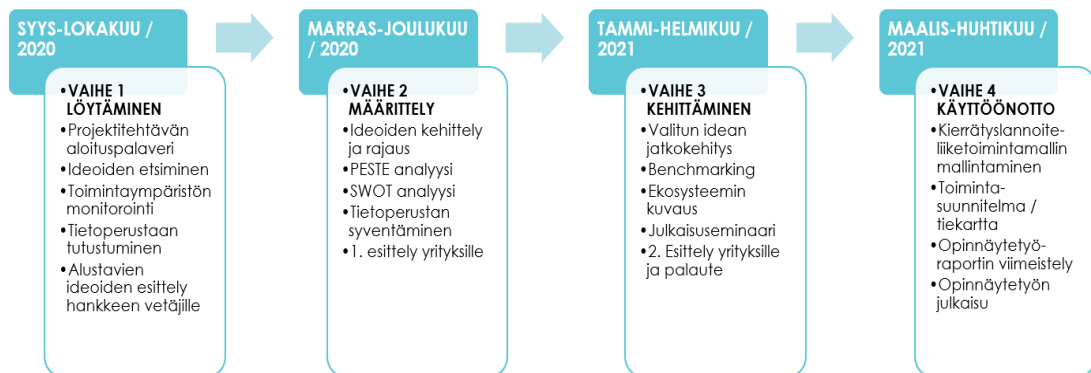
VAIHE 3: KEHITTÄMINEN-vaiheessa etsitään benchmarking -tutkimuksen avulla esimerkkejä kierrätyslannoitealalta ja liiketoimintamahdollisuuksia mallinnetaan. Tässä palvelumuotoilun vaiheessa tulisi tehdä asiakkaiden käyttäjäpersoonat ja palvelupolut, mutta niitä ei tässä opinnäytetyössä tehdä, koska opinnäytetyössä ei tehdä osallistavaa tutkimusta eikä projektityön varsinaisena tavoitteena ole tarkoitus lanseerata uutta tuotetta tai palvelua.

VAIHE 4: KÄYTTÖÖNOTTO-vaiheessa tarkastellaan ja mallinnetaan mahdollista liiketoimintakosysteemiä, kehitetään liiketoimintasuunnitelmaa ja liiketoimintamallia ja hahmotellaan visiota ja tiekarttaa tavoitteisiin pääsemiseksi. Tässä vaiheessa tulisi toteuttaa varsinaisen tuotteen lanseeraus ja käyttöönotto, mutta se ei ole myöskään tämän opinnäytetyön tarkoitus eikä edes mahdollista toteuttaa aikataulusyistäkään.

5.4 Kehittämishankkeen etenemisen aikataulu

Opinnäytetyöhön sisältyvä innovaatioprosessi alkoi syyskuussa 2020 osana projektio-pintoa, jossa tehtävänä oli ideoida ja innovoida kahden yrityksen sivuvirtana syntyvästä tuhkasta liiketoimintaa, esimerkiksi uusia tuotteita tai käyttötarkoituksia. Mukana oli tuolloin lisäksi kaksi kahden hengen tiimiä, jotka pohtivat kysymystä pienryhmissä ja ajatuksia jaettiin yhteisissä workshoppeissa. Tarkoituksena oli esittää vaihtoehtoisia toimintatapoja yrityksille ja jatkaa muutamien valittujen ideoiden jatkokehittämistä. Itse toimin jo ideointivaiheessa itsenäisesti, koska tarkoituksena oli alun perinkin jatkaa aiheesta opinnäytetyön tekemistä.

Osa toimintaympäristön monitoroinnista ja alkuperäinen ideointi tehtiin syyskuun ja lokakuun aikana. Lokakuussa alustavia ideoita esiteltiin hankkeen vetäjille. Marraskuussa ideat esiteltiin hankkeen yrityksille ja toimitettiin materiaalit tarkemmin tutustuttavaksi. Joulu- ja tammi-kuun aikana opinnäytetyön teoriapohjaa syvennettiin ja viimeisteltiin ja muodostettiin tuhkaliiketoiminnan ekosysteemimalli. Helmikuussa ideat lanseerattiin eli esiteltiin tarkempi suunnitelma ja vaihtoehdot yrityksille ja saatiin palaute sekä lisäksi pidettiin opinnäytetyön julkaisuseminaari. Lanseerauksen yhteydessä saatiin yrityksiltä vielä palautetta ja tietoa ideoiden parantamista ja edelleen kehittämistä ajatellen. Tämän jälkeen mallinnettiin vielä tuhkaliiketoiminnan liiketoimintamalli ja -suunnitelmaehdotukset esimerkinomaisesti, koska osallistavia työpajoja ei pidetty. Kehittämishankkeen tarkempi etenemisaikataulu ja vaiheet on kuvattu alapuolisessa kuviossa (Kuvio 8).



Kuvio 8: Kehittämishankkeen aikataulu ja eteneminen

6 Vaihe 1: Tuhkaideoiden löytäminen

Muotoiluprosessin ensimmäisessä vaiheessa tutustutaan tuhkan tuottajiin, tuotetun tuhkan määrään sekä sen laatuun ja koostumukseen, jotka ilmenivät aiemmin hankkeessa teetetyistä laboratorioanalyysistä. Tuhkan käyttömahdollisuuksien toimintaympäristöä monitoroidaan ja arvioidaan PESTE-analyysin avulla asioita, mitkä voivat vaikuttaa tuhkan tuottajayritysten toimintaan ja tuhkan hyötykäytön mahdollisuuksiin.

6.1 Toimintaympäristön monitorointi menetelmänä

Nykypäivän organisaatioiden toimintaympäristö muuttuu nopeasti ja menestyminen edellyttää strategista ymmärrystä ulkopuolisista vaikutuksista, joihin tulee reagoida. Toimintaympäristön monitorointi (environmental scanning) on strategisen päätöksenteon tukena käytetyn tiedon prosessointityökalu, jonka avulla organisaatiot voivat yrittää tulkita yrityksen muuttuvaa toimintaympäristöä tarkoituksena luoda uusia mahdollisuuksia ja vähentää epävarmuutta. (Albright 2004, 39, Blanco & Lesca 1997.) Toimintaympäristön monitorointi on yrityksen sisäistä kommunikointia koskien ulkopuolista tietoa asioista, jotka mahdollisesti vaikuttavat organisaation päätöksentekoprosessiin. Monitorointi keskittyy tunnistamaan nousevia ilmiöitä, onnistumisen ja epäonnistumisen mahdollisuuksia, joilla voi olla vaikutusta organisaation tulevaisuuteen. Monitoroinnilla kerätty yrityksen ulkopuolinen tieto kerätään yrityksen avainhenkilöille käytettäväksi ohjaamaan johdon tulevia suunnitelmia. Tiedolla on tarkoitus myös arvioida yrityksen vahvuuksia ja heikkouksia ulkopuolisia uhkia ja mahdollisuuksia vastaan. Toimintaympäristön monitorointi on metodi tunnistaa, kerätä ja tulkita tietoa ulkopuolisista vaihteista hyödyllisiksi suunnitelmiksi ja päätöksiksi. (Albright 2004, 40.)

Organisaatioiden toimintaan vaikuttavat ulkoisen toimintaympäristön ilmiöt voivat olla sosiaalisia, lainsäädännöllisiä, teknologisia, poliittisia, taloudellisia vaikutuksia ja uhkia tai itse toimialaa ja sen markkinoita koskevia muutoksia (Albright 2004, 42.) Toimintaympäristön monitorointiprosessissa tulee ensin päättää ja listata ulkoisia asioita ja aiheita, joita aletaan tarkastella. Seuraavassa vaiheessa heikkoja signaaleja havainnoidaan ja aletaan kerätä datapankkeihin mistä niitä voidaan jakaa ja tarkastella. Havainnoista muodostetaan kartta ympäristöstä ja ristiin-tarkastetaan löydetyt trendit ja heikot signaalit. (Blanco & Lesca 1997.) Havaintoja uusista heikoista signaaleista ja trendeistä voidaan kerätä esimerkiksi seuraavista ulkoisista lähteistä kuten henkilökohtaisilta kontakteilta, aikakausi- ja sanomalehdistä, kirjoista, messuilta ja seminaareista, radiosta, televisiosta ja internetistä ja toimittajilta. Tietoa löytyy paljon myös yrityksen sisältä siitä itsestään, kuten myynti- ja asiakasdataa, työntekijä- ja asiakaskokemusta ja tätä tietoa ja dataa tulisi myös tutkia ja analysoida ristiin ulkoisista lähteistä saatuihin tietoihin verraten. (Albright 2004, 42.)

Albrightin mukaan monitoroinnissa on tunnistettavissa viisi eri vaihetta, jotka linkittyvät toisiinsa kiinteästi ja voivat mennä myös päällekkäin. Vaiheet ovat 1. monitoroinnin tarpeen tunnistaminen organisaatiossa, 2. tiedon kerääminen, 3. havaintotulosten analysointi, 4. tulosten kommunikointi ja 5. monitoroinnin pohjalta sovittujen päätösten tekeminen. (Albright 2004, 42.) Toimintaympäristön monitoroinnin prosessi ei ole pysähtynyt prosessi vaan sen pitää olla pysyvä ja organisaatiossa jatkuvasti käynnissä oleva ja alati päivittyvä. Organisaation oppimisprosessi on merkittävä osa sitä ja avaintekijä organisaation onnistumisessa tai epäonnistumisessa. (Albright 2004, 40.) Albrightin (2004, 45) mukaan monitoroinnin päätavoite on auttaa organisaatiota oppimaan ulkoisesta ympäristöstä tavoitteena lisätä organisaation reagointikykyä ja joustavuutta päätöksentekoprosesseissaan.

6.2 Tuhkan tuottajat, koostumus ja määrä

Tuhkasivuvirtaa tuottaa Lapinjärven alueella kunnan kaukolämpölaitoksen Lapinjärven Lämpö Oy:n kolme lämpölaitosta (Porlammi, Kirkonkylä, Koulutuskeskus), Helsingin Erikoishöyläys Oy sekä lisäksi kaksi maatilakohdetta, joiden tuhkat eivät olleet tässä tarkastelussa mukana. (Pöyhönen 2020)

Lapinjärven Lämpö Oy on Lapinjärven kunnan kokonaan omistama yhtiö, joka tuottaa energiaa kunnan omiin ja alueen muihin kiinteistöihin omakustannehintaan. (Lapinjärven Lämpö Oy, 2020.) Lapinjärven kunta oli vuonna 2007 päättänyt päästä eroon öljylämmityksessä ja aloitti yhdessä Motivan kanssa hankkeen hakevoimaloiden rakentamisesta. Kirkonkylän 2 megawatin laitos lämpölaitos valmistui vuonna 2010 ja lämpölaitoksen avulla on säästyty vuosittain 660 000 litran öljynkäytöltä ja 1760 tonnin hiilidioksidipäästöiltä. Kirkonkylän laitoksen avulla lämmitetään 39 isoa kiinteistöä, mutta silti laitoksen kapasiteetti on hieman liian suuri kulutukseen nähden. (Motiva 2020.) Lapinjärven Lämpö Oy:n lämpölaitoksissa käytetään energian lähteenä lähialueen metsänomistajien metsistä kerättyä energiapuuta, joka on harvennushakkuissa tai taimikonhoidosta syntyviä risuja, rankoja ja pöllejä, jotka kuivataan ja haketetaan polttoon sopivaksi metsähakkeeksi. Vähäisissä määrin laitoksessa on mahdollista käyttää myös palaturvetta ja varajärjestelmänä polttoöljyä. Yhtiö ei ole Energiateollisuus ry:n jäsen, sen tietoja ei löydy ainakaan 2018 kaukolämpötilastoista. (Energiateollisuus 2019.) Yhtiön tietoja ei löydy myöskään Kuntaliiton tekemästä pieniä lämpölaitoksia koskeneesta tutkimuksesta vuodelta 2017. (Kuntaliitto 2018.) Tarkempaa tietoa sen käyttämistä polttoainemääristä tai tuotetusta lämmöstä tai lämmön hinnasta ei löytynyt eikä lopulta koettu tärkeäksi tämän kehitystehtävän puitteissa selvittää.

Energiapuun hankinnasta Lapinjärven Lämmön lämpölaitoksille vastaa Lapinjärven Energiaosuuskunta. Se on paikallinen, vuonna 2009 perustettu osuuskunta, jonka toimiala on lämpöenergian tuotanto, puuraaka-aineen hankinta ja myynti sekä välitys, haketus ja kuljetuspalvelu. Energiaosuuskunta vastaa lisäksi Osla-Varubodenin Gammelby:n laitoksen ylläpidosta,

valvonnasta ja polttoainehankinnasta. Osuuskunnassa on 50 jäsentä, jotka ovat metsänomistajia, maanviljelijöitä, yrittäjiä ja metsäalan ammattilaisia. Toimialueena on Lapinjärven kunta ja lähialueet noin 50 km säteellä lämpökeskuksista. Raaka-ainetta energialaitoksille hankitaan osuuskunnan jäsenten metsistä ja muilta metsänomistajilta, Metsäreviiri Nyved Oy:n, Metsähallituksen, Metsäntutkimuslaitoksen, MHY Kymijoen metsistä ja Hommansby Såg Kb:ltä. (Lapinjärven Energiaosuuskunta Leo, 2020.).

Helsingin Erikoishöyläys Oy on vuonna 1996 perustettu puualan yritys, jolla on toimipisteet sekä Helsingin Malmilla, että Lapinjärven Porlammilla. Yrityksen päätuotteita ovat puusta valmistetut listat, sisä- ja ulkopaneelit, lattialaudat, saunatuotteet, joita myydään rakennusalan erikoisliikkeissä Suomessa ja Latviassa sekä tilaustyönä valmistettavat tuotteet. Yleisimmin tuotannossa käytetään materiaalina Pohjois-Suomessa hitaasti ja oksattomaksi kasvanutta mäntyä sekä kuusta Uudeltamaalta tai Etelä-Hämeestä, lisäksi käytetään muita erikoisempia ja ulkomailla kasvaneita puulajeja. Tuotannossa käytetty mänty, kuusi ja koivu ovat PEFC-sertifioitua ja muiden puulajien puutavaran hankinnassa pyritään ostamaan PEFC- tai FCA (link)-sertifioitua puuta. Helsingin Erikoishöyläyksellä on voimassa oleva PEFC sertifikaatti. Sertifikaatin mukaan yrityksen tulee taata puun laillisen alkuperän ja toimittajien vastuullisen lähestymistavan metsänuudistamisen ja metsien ekosysteemin elinkelpoisuuden suojelulle ja ylläpitämiselle, kuten metsänuudistamisen suojelu ja ylläpito, metsien ekosysteemin terveyden ja elinkelpoisuuden suojelu, metsien ekosysteemin biologisen monimuotoisuuden suojelu ja soveltuva laajentaminen, metsien resurssien suojelu ja soveltuva laajentaminen ja sijoittaminen globaaliin hiilidioksidin kiertoon sekä metsän sosioekonomisten toimintojen säästäminen. Helsingin Erikoishöyläys Oy:n tuotannossa käytettävää puuta kuivataan tuotannon sivuvirtana syntyvän puupurun avulla tuotetulla lämmöllä, jolla lämpiää myös tuotantotilat. (Helsingin Erikoishöyläys Oy, 2020.)

Lämmitystoiminnan sivuvirtana syntyy siis lähes yksinomaan puhtaasta puusta syntynyttä palamisjätettä, puun tuhkaa. Hankkeen puitteissa oli jo aiemmin teetetty Lapinjärven Lämpö Oy:n ja Helsingin Erikoishöyläys Oy:n polttolaitoksista syntyneiden puutuhkien laboratorioanalyysit, jotta oli voitu selvittää tuhkien koostumus ja niiden sisältämien mahdollisten haitta-aineiden eli raskasmetallien määrät. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 2) on kerrottu Ruokaviraston asettamat metsä- ja peltolannoitteiden raja-arvot sekä lapinjärveläisten polttolaitosten tuhkien analyyseillä selvitetty arvot. Tutkimuslaitos suosittelee tuhkien käyttöä metsälannoitteena niiden siihen tarkoitukseen soveltuvuuden vuoksi. Kaikki tuhkanäytteet sisältävät huomattavan paljon raja-arvoja alhaisemmat määrät raskasmetalleja, mikä antaa varmuuden niiden turvallisuudesta lannoitekäyttöön. Fosforin, kaliumin ja kalsiumin määrät ovat myös riittävät metsän terveyslannoitukseen.

Taulukkoon (Taulukko 2) on lisätty myös laitoksissa syntyneiden tuhkien määrät. Lapinjärven Lämpö Oy:n tuottaman tuhkasivuvirran arvio on yhteensä kolmesta laitoksesta 50 kuutiota.

Helsingin Erikoishöyläyksen lämpövoimalasta syntyy tuhkaa 75 tonnia vuodessa. (Pöyhönen 2020). Sekä Lapinjärven Lämpö Oy:n, että Helsingin Erikoishöyläys Oy:n tuhkat poltetaan arinatyypisessä polttokattilassa. Ero syntyvän tuhkan määrässä johtuu siitä, että Lapinjärven Lämmön laitokset ovat uusia ja niissä on käytössä uudempi tekniikka, kun taas Erikoishöyläyksen lämpövoimalan tekniikka on 80-luvulta ja polttoprosessi ei ole niin tehokas. (Rajala 2021.) Tutkimuslaitos oli antanut suosituksen myös tuhkan annostelusta metsälannoitukseen ja taulukkoon (Taulukko 2) on laskettu kuinka monelle hehtaarille tuhka riittäisi vuosittain. Tuhkat olisivat alhaisten raskasmetallipitoisuuksien puolesta kelvollisia myös peltolannoitukseen, mutta tuhka ei sisällä yhtään kasvuun vaadittavaa typpeä vaan se on palanut puun poltossa pois ja haihtunut ilmaan. Tämän vuoksi tutkimuslaitos suosittelee tuhkaa metsälannoitteeksi vain tyypipitoisille suopohjaisille metsille.

Taulukko 2: Tuhkien laboratorioanalyysit ja haitta-aineiden raja-arvot

TUHKA-ANALYYSIT	Yksikkö	Metsälannoite	Peltolannoite	Lapinjärven Lämpö Oy: Porlammi	Lapinjärven Lämpö Oy: Kirkonkylä	Lapinjärven Lämpö Oy: Koulutuskeskus	Helsingin Erikoishöyläys
RASKASMETALLIT							
As (Arseeni)	mg / kg ka.	40	25	5,05	5,03	5,09	6,5
Hg (Elohopea)	mg / kg ka.	1	1	0,07	0,07	0,07	0,07
Cd (Cadmium)	mg / kg ka.	25	2,5	2,4	0,101	5	1,2
Cr (Kromia)	mg / kg ka.	300	300	15	87	16	140
Cu (Kupari)	mg / kg ka.	700	600	140	73	110	73
Pb (Lyijy)	mg / kg ka.	150	100	3,6	2,01	3,5	3,4
Ni (Nikkeli)	mg / kg ka.	150	100	22	48	16	100
Zn (Sinkki)	mg / kg ka.	4500	1500	330	120	550	400
RAVINTEET							
P (Fosfori, vesiliuk.)	mg / kg ka.			2,5	1,5	2	0,94
P (Fosfori, kok.pit.)	mg / kg ka.			0,1	0,1	0,1	0,74
K (Kalium)	mg / kg ka.			11	6,8	12	5,5
Mg (Magnesium)	mg / kg ka.			3,9	2,2	4,1	1,8
B (Boori)	mg / kg ka.			270	130	270	170
P + K	%	alle 2					
Ca	%	alle 6		32	17	31	11
Neutraloivakyky	% (Ca)	alle 10		44,6	22,8	42,7	18,6
METSÄLANNOITEKÄYTTÖ							
Annostussuositus	t / ha			2	4	2	6
Tuhkan määrä	m ³			50	50	50	
Tuhkan määrä	t						75
Riittävyys	ha / v			25	12,5	25	12,5

6.3 Tuhkasivuvirran hyödyntämisasi

Metsälannoitekäytön lisäksi tuhkien käytölle löydettiin nopealla toimintaympäristön monitoroinnilla lisäksi alla olevassa kuviossa (Kuvio 9) lueteltuja muita käyttö- ja soveltamiskohteita. Toimintaympäristön monitorointia tehtiin internetistä hakemalla, yritysten sivuilta, yliopistojen ja eri instituutioiden tieteellisistä julkaisuista ja kirjallisuudesta. Tuhkan käyttökohteiksi löydettiin erilaiset alkaliaktivoituneet materiaalit eli geopolymeerit, kuten betoni, eristemateriaalit ja 3D tulostusmateriaalit, perinteiset käyttötavat, kuten saippuan ja suopalipeän valmistus ja käyttö ihon, vaatteiden ja puulattioiden pesussa, kierrätyskemikaalit esimerkiksi lannoitteissa tai eri kemiallisiksi alkuaineiksi ja mineraaleiksi eroteltuna. Tuhkan käyttökohteita ovat myös fossiilisten kiviainesten hiekan, soran ja sepelin korvaaminen maanrakennuksessa teissä ja meluvälillä. Löydettiin jopa ihmisille tarkoitettu hivenainevalmiste, joka oli puun tuhkaa. Ranskalaiset ovat käyttäneet myös Morbier -juuston valmistuksessa tuhkaa erottamaan aamu- ja iltamaito ja estämään kalvon muodostumisen maidon pinnalle. Antiikin Rooman ajan rakennusten rakennusmateriaali on sisältänyt vulkaanista tuhkaa, koska siihen aikaan rakennusmateriaalina käytetty sementti oli maasta kaivettua, maan sisällä palanutta tulivuoren purkauksista esiin tullutta savea. Roomalaisten betoni valmistettiin kalkista ja potsoalanista, joka oli tuliperäistä hiekkaa. (Kaila 2003, 166; Pulko 2019, 70.) Tuhkasta voi puristaa myös kovassa paineessa timantteja.



Kuvio 9: Tuhkan käyttöideoita

6.4 Tuhkan ominaisuudet ja käyttömahdollisuudet

Alustavien ja nopeasti kerättyjen ideoiden ja laboratoriotulosten pohjalta alettiin etsiä tarkempaa tutkimusaineistoa tuhkan käyttövaihtoehdoista ja todistusta eri vaihtoehtojen toteutumismahdollisuuksista. Tietoja etsittiin edelleen kirjallisuudesta, eri instituutioiden tieteellisistä julkaisuista ja internetistä eri yritysten sivuilta. Selvisi, että tuhkan hyödyntämisen käyttökohteen valintaan vaikuttaa tuhkan laatu ja ominaisuudet. Tuhkan laatuun ja alkuainepitoisuuksiin taas vaikuttaa poltossa käytetty raaka-aine, itse polttoprosessi ja se mistä polttokattilan osasta tuhkan on kerätty (Arnkil ym. 2020, 60; Huotari 2012, 43; Luostarinen ym. 2019, 7.) Puumateriaali poltetaan yleisimmin leijupetiteknikalla (fluidized bed combustion), jossa pohjahiekka kuumennetaan ja näin saadaan kuuma polttolämpötila ja prosessi, joka ei ole niin herkkä kosteudelle ja siksi soveltuu puun polttoon hyvin. Muut mahdolliset polttotekniikat ovat arina- (grate-type incinerator), pyörivä uuni (rotary kiln incinerator) (El-Haggag 2007, 7; Pesonen 2016.) Pohjatuhka on karkeampaa ainesta, joka jää polttokammion pohjalle, kun taas lentotuhka on hienompaa ainesta, joka kerätään kammion yläosiin nousevista savukaasuista elektrostaattisesti. (Pesonen 2016, 17.) Kivihiilen, yhdyskuntajätteen tai puumateriaalien polton tuhkan alkuainepitoisuudet ovat erilaiset ja siksi niitä voi käyttää eri tarkoituksiin eri tavalla esikäsiteltynä. Kivihiilen tuhka sisältää piitä (Si) ja alumiinia (Al). Puun tuhkassa on eniten kalsiumia (Ca), kaliumia (K), fosforia (P) ja magnesiumia (Mg). Myös puun tuhka voi sisältää pienempiä määriä raskasmetalleja, kuten arseenia (As), kadmiumia (Cd), kromia (Cr), kuparia (Cu), elohopeaa (Hg), nikkeliä (Ni), lyijyä (Pb) ja sinkkiä (Zn), kuten myös Lapinjärven analyysit osoittivat. Puun tuhkassa on myös kasvien kasvulle hyödyllistä booria (B). (Huotari 2012, 43; Pesonen 2016, 35.)

Pesonen (2016, 5) tutki Oulun Yliopistosta valmistuneessa väitöskirjassaan tarkemmin puu- ja turvetuhkan hyödyntämistä neljällä eri tavalla, lannoitteena sellaisenaan ja yhteisrakeistettuna lietteen ja kalkin kanssa, raskasmetallipitoisten tuhkien stabiloimista sementtiin alkaliaktiivoinnin avulla sekä kemiallista hajotusta alkuaineiksi. Pesosen (2016, 17.) mukaan puu- ja turvetuhkan käyttömahdollisuuksia ovatkin ensisijaisesti lannoitteet, maanrakennus, jäteveden puhdistus ja alkaliaktivoitunut materiaalit.

Puupohjainen tuhka on hyvin ravinteikasta ja mahdollista käyttää lannoitteena kasvuolosuhteissa, kalkituksessa ja sellaisenaan (Arnkil ym. 2020, 60.) Energiatuotannon sivuvirtana teollisuudesta tai lämpölaitoksista syntyneet polton tuhkat ovat monikäyttöisiä maanparannusaineita ja lisäaineita kompostoinnissa. Keskeisiä ominaisuuksia niille ovat veden ja ravinteiden pidätyskyky, kalkitusvaikutus sekä korkea hivenainepitoisuus. Tuhkan koostumus tekee siitä hyvän lannoitteen pelloille ja metsiin, koska se sisältää kasvien tarvitsemat ravinteet oikeissa suhteissa lukuun ottamatta typpeä, joka poistuu ilmakehään polttoprosessissa. Kierrätysravinteet ovatkin ensisijaisesti fosforin lähteitä. Kompostoinnin lisäaineina ne voivat tehostaa prosessia ja vähentää typpihävikkiä. Tärkeää tuhkan käytössä on poltossa käytetyt raaka-aineet.

Maataloudessa sallitut tuhkien haitta-ainepitoisuudet ovat alhaisempia kuin metsätaloudessa. (Luostarinen ym. 2019, 7; Pesonen 2016, 35.) Teknisesti on mahdollista rakeistaa lentotuhkaa lietteiden ja kalkin (lime) kanssa typen lisäämiseksi lannoitteeseen, mutta lietteen lisääminen laskee lannoiterakeiden kestävyyttä huomattavasti, jonka takia tuhka-lieterakeet eivät kestä lannoittamisprosessin useita vaiheita, kuljetusta ja levitystä metsään. Lisäksi 20-40 % lietteen lisäys ei ole tarpeeksi korkea määrä, jotta tuhka-lietelannoitetta voisi käyttää typpiköyhillä mailla. (Pesonen 2016, 72.)

Tuhka on todettu soveltuvan ominaisuuksiltaan maarakentamistarkoituksiin, ja tuhkaa voidaan käyttää jopa ilman ympäristölupaa, jos se täyttää Ympäristöministeriön asettamat maanrakennusmateriaaleille asettamat raja-arvot. Maarakennusmateriaalina käyttökohteita voivat olla päällysrakenteet, penkereet ja meluvallit, julkiset tiet, kadut, kevyenliikenteen väylät, parkkialueet, urheilualueet, ratapihat, varasto- ja teollisuusalueet ja lentokenttäalueet. (Arkil ym. 2020, 60; Pesonen 2016, 26.) Puutuhkaa voidaan käyttää myös metsäteiden pohjissa. Rakeisuudeltaan ja ympäristöllisiltä ominaisuuksiltaan sopivaa pohjatuhkaa voidaan käyttää kuten hiekkaa tien päällysrakenteiden ja kenttärakenteiden jokaisessa kerroksessa suodatinkerroksesta kantavaan kerrokseen massiivirakenteena tai kerrosstabiloinnin sideaineena. Hiekkarakenteisiin verrattuna pohjatuhkakerrosrakenteiden etuna ovat hyvä lämmöneristävyys, keveys ja luonnonvaroja säästävä vaikutus. (Autiola ym. 2012, 23, 28.) UUMA3 on hanke, jossa edistetään jätteiden ja sivuvirtojen käyttöä maanrakennuksessa korvaamalla luonnon kiviaineksia, hiekkaa, soraa ja sepeliä uusiomateriaaleilla, joita saadaan ylijäämämaista, teollisuuden sivutuotteista ja jätteistä, lievästi pilaantuneista maista sekä vanhojen maarakenteiden materiaaleista ja niitä on alettu kutsua hankkeessa UUMA-materiaaleiksi. Niitä voidaan käyttää maarakentamisessa, joko sellaisenaan tai komponentteina korvaamaan neitseellisiä kiviaineksia tai parantamassa niiden ominaisuuksia korvaamaan Suomessa osaa luonnon kiviainesten noin 70-80 miljoonaa tonnin käyttömäärästä vuodessa. Uusiomateriaalien käytön edistäminen on erittäin tehokas keino materiaalitehokkuuden edistämiseen ja sillä voidaan vähentää merkittävästi neitseellisten luonnonvarojen käyttöä sekä niiden kuljetusten tarvitseman energian kulutusta. Tuhka on myös yksi näistä käytetyistä sivuvirroista. Suomessa on useita esimerkkejä tuhkan menestyksekkästä käytöstä maanrakentamisessa. Maarakentamisessa hyödynnettävien uusiomateriaalien käyttöä voidaan lisätä merkittävästi materiaaleja tuotteistamalla ja kaupallistamalla sekä rakentamistekniikkaa, suunnittelua ja hankintamenettelyjä kehittämällä. UUMA3 -hankkeen yhteistyökumppaniverkostossa ovat mukana ovat muun muassa Kuntaliitto, Opetus- ja kulttuuriministeriö, Työ- ja elinkeinoministeriö, Sitra, Ympäristökeskus, HSY, Motiva Oy, Väylävirasto ja kaupungeista Helsinki, Vantaa, Espoo, Oulu, Lahti, Turku, Tampere, Joensuu, Jyväskylä, Kuopion ja Pälkäneen kunta sekä joukko jätehuoltoalan ja metsä- ja rakennusteollisuuden toimijoita. (UUMA 2020.)

Tuhkasta voidaan erotella sen sisältämiä mineraaleja. Erottelua voidaan tehdä, joko pyrkimyksenä saattaa tuhka ympäristölle turvallisempaan ja käyttökelpoiseen koostumukseen tai

tarkoituksena ottaa talteen muussa tarkoituksessa hyödynnettäviä metalleja. Suomessa alalla toimii muutamia yrityksiä mm. Suomen Erityisjäte Oy. Suomen Erityisjäte käsittelee jätteenpolttolaitosten pohjakuonia ensin karkealla metallien erottelulla ja valmistamalla omaa tuotemerkkiään Scanwas -keinokiviainesta korvaamaan luonnonhiekkaa ja soraa ja erottelemalla tarkemmin tietyt arvometallit kuivaerotuslaittoistolla metalliteollisuuden raaka-aineiksi. Yrityksen käyttämä ADR-kuivaerotustekniikka mahdollistaa metallien tehokkaan ja tarkan erottelun, jolla saadaan eroteltua tuhkasta kuparia, alumiinia, lyijyä ja rautaa. Näin pohjakuonasta saadaan maanrakennus- ja betoniteollisuuden käyttöön myös neitseellistä vastaavaa mineraalainesta, jota pohjakuonasta on 85 %. (Suomen Erikoisjäte Oy, 2021.) Puutuhkan raskasmetallipitoisuudet ovat kuitenkin niin pieniä, että niitä ei välttämällä ole kannattavaa erotella.

Tuhkan avulla voidaan myös vakauttaa muita haitallisia jätemateriaaleja. Stabilisoinnilla ja kiinteyttämisellä jätemateriaalit muutetaan vähemmän liukenevaan, liikkuvaan tai myrkylliseen muotoon kemiallisten prosessien avulla ja siten vähemmän haitallisiksi ilman, että itse jätteen ominaisuudet muuttuvat. Kemiallinen muutos saadaan useimmiten aikaiseksi hydroksidien avulla, koska useimmat metallihydroksidit ovat liukenemattomia tietyssä pH:ssa alkalitasolla (emäs). Reaktioissa on käytetty yleisimmin Portland sementtiä ja kivihiilituhkaa, mutta viime aikoina on alettu tutkia myös puun lentotuhkan käyttöä jätteiden stabilisointiin ja jäähmettämiseen. (Pesonen 2016, 39.)

Tuhkaa voidaan hyödyntää myös sementin sekä betonin valmistuksessa (Arnkil ym. 2020, 60; Pesonen 2016, 36). Kivihiilituhka soveltuu betoninvalmistuksessa sementin ainesosaksi, kun lentotuhkan kalsiumhydroksidi reagoi amorfisen piioksidin kanssa kemiallisessa reaktiossa, jossa syntyy kalsiumsilikaattihydroksidi, joka on sementin kovettumisen pääreaktiotuote ja vastuussa betonin lujuudesta. Kivihiilituhkasta on mahdollista luoda lujia rakenteita alkaliaktiivisuuden avulla. Tätä kutsutaan geopolymerisaatioksi ja tuotteita alkaliaktivoituiksi materiaaleiksi tai geopolymeereiksi. Geopolymerisaatio tapahtuu alumiinisilikaatin liuottamisella natriumin tai kaliumin alkalihydroksidiin, josta muodostuu kolmiulotteinen amorfinen alkali-alumiinisilikaattihydraatin verkostorakenne, joka on lujuudeltaan perinteistä sementtiä vastaava. Puun tai turpeen tuhkat eivät ole kuitenkaan yksistään soveltuvia lujan betonin geopolymeerirakenteisiin ja, vaikka turpeen tuhka sisältääkin paljon alumiinia (Al) ja piitä (Si) mutta ne eivät ole samalla tavalla kemiallisesti reaktiivisia. Puun tuhka taas ei sisällä alumiinia tai piitä vaan betoniin käyvistä alkuaineista vain kalsiumia (Ca). (Pesonen 2016, 37-38.) Geopolymeerirakenteita ja materiaaleja tutkitaan myös käytettäväksi huokoisemmassa olo- muodossa esimerkiksi eristeiden ja 3D tulostusmateriaalien valmistukseen ja näihin materiaaleihin voidaan lisätä osaksi puun tuhkaa. (Oulun Yliopisto, 2021.) Puutuhkalla on silti kovettumisominaisuus suuren kalsiumpitoisuuden vuoksi. Itsekovettuminen alkaa kalsiumoksidin hydroksoinnilla kalsiumhydroksidiksi. Tämä on hyödyllinen ominaisuus juuri maan stabiloinnissa ja maanrakennuksessa sekä tuhkan rakeistuksessa lannoitekäyttöön esimerkiksi lisäämällä siihen rakeistuksen aikana vettä. (Pesonen 2016, 36.)

Tuhkasta voidaan tuottaa alkaliaktiivoinnin avulla kierrätyskemikaaleja. Esimerkiksi kaliumhydroksidia on mahdollista tuottaa tuhkasta vedellä liuottamalla. Sama kaliumhydroksidi on suopalipeää, niin sanottua kalilipeää, jota käytetään palasaippuan, kuten Marseille-saippuan valmistukseen. Kaliumhydroksidia (KOH) käytetään monipuolisesti teollisuudessa kemikaalina. Sitä voidaan käyttää raaka-aineena kemiallisten synteisien erilaisissa sovellutuksissa, kuten puhdistusaine-, lääke-, elektroniikka-, elintarvike- ja metalliteollisuudessa. Lisäksi sitä käytetään yleisesti laboratorioskemikaalina ja pH:n säätämiseen peruskemianteollisuudessa sekä elektrolyytinä alkaliparistoissa. (OVA-ohje, 2021.) Elintarviketeollisuudessa happamuuden säätelyaine E525 on kaliumhydroksidia. (OVA-ohje, 2021.) Kaliumhydroksidi on vahva reaktiivinen emäs, joka syövyttää esimerkiksi ihoa, mutta myös metalleja muodostaen niiden kanssa reagoidessaan syttyvää vetykaasua. (OVA-ohje, 2021.)

Perinteisesti tuhkasta on valmistettu puulattioiden suopakuurausta varten suopalipeää. Kirjallisuudesta on mahdollista löytää reseptejä suovan valmistukseen. Suopakuurausta on käytetty silloin, kun rakennuksissa oli maanvarainen puulattia haljaspuolikkaista tai kiilamaisista levestä tapein yhdistetyistä lattialankuista, koska silloin käsittelyssä tarvittavan runsaan pesuveden oli mahdollista valua lattianlaudan raosta maahan. (Gronhjort 2007, 168.) Puusta tulee lipeäkäsittelyn avulla vaaleaa ja puun kellastuminen estetään. Suojakäsittelyä voidaan tehostaa laittamalla suopakuurauksen päälle vielä vaha. Suopa antaa puulle himmeän suojaavan pinnan, joka on silti hengittävä, mikä on puutalojen hyvä ominaisuus, joka menetetään nykyaikaisten muovisten pintakäsittelyiden ja eristeiden käytöllä. Suopakuurattu lattia voidaan myöhemmin myös maalata. Nykyään vastaavaa suopalipeätuotetta löytyy valmiina esimerkiksi Osmo Colorin myymää ja Sarbon Woodwise Oy:n maahantuomaa ruotsalaista Gammeldags puulipeää. (Osmo Color, 2020) Suomalainen vastaava tuote on Auro havupuu- tai lehtipuulipeä. Auro Oy on valmistanut luonnonmaaleja vuodesta 1983 ja siitä tuli vuonna 2007 maailman ensimmäinen hiilineutraali maalivalmistaja ja sen maalit ja pintakäsittelyaineet valmistetaan ilman synteettisiä liuottimia tai haitallisia aineosia. (Auro, 2020.) Suopakuurauksen emäksinen lipeä kuitenkin myös tuhoaa puunpintaa ja voi aiheuttaa tikkuisuutta. Lipeää on virheellisesti käytetty myös vanhojen talonpoikaishuonekalujen restauroinnissa poistamaan sen avulla vanhoja pintakäsittelyjä ja jopa alkuperäisiä koristemaalauksia. Tätä ei kuitenkaan missään nimessä tulisi tehdä vanhoille kalusteille, koska se tuhoaa arvokkaat koristemaalaukset ja pintakäsittelyt sekä puumateriaalin!

Perinteisesti tuhkasta on valmistettu myös saippuaa. Saippua syntyi vahingossa yli 4500 vuotta sitten, kun eläinten rasvaa tippui tuhkan päälle ja rasva reagoi tuhkan kaliumkarbonaatin kanssa. Saippuaa on perinteisesti valmistettu tekemällä ensin lehtipuun tuhkasta veden avulla lipeää ja kuumentamalla lipeä eläinrasvan kanssa. Saippua valmistuu saippuoitusreaktion kautta ja valmis saippua ei sisällä enää yhtään lipeää vaan siitä muodostuu rasvahappojen suola, saippua. Nykyään lipeää valmistetaan kuitenkin tuhkan sijaan helpommin ja puhtaammin ruokasuolasta eli natriumkloridista (NaCl) sähköä avulla ja rasvana saippuoissa käytetään

mieluummin kasviöljyjä. Tässä reaktiossa öljyjen glyseroli reagoi natriumhydroksidin (NaOH) kanssa ja syntyy saippua. Syntyneitä saippuaa on käytetty henkilöhygieniaan sekä vaatteiden pesussa. (Helsingin Yliopisto 2021; Isoäidin reseptillä -blogi, 2021.) Tuhkaa on käytetty myös kasviväriäyksessä, ei väriaineena vaan lankojen esipesuun lipeää ja värien kiinnittymistä parantavana puretusaineena kromihappoista kalia, jota ei kuitenkaan enää suositella käytettäväksi sen haitallisuuden vuoksi. (Kontturi 1945, 11-13; Vyyryläinen 2018, 40.)

Alapuolisessa taulukossa (Taulukko 3) on vielä lueteltu erikseen mahdolliset käyttötavat toimialoittain ja tuotteittain. Tähdellä käyttötarkoituksen perässä on merkitty sellaiset ideat, jotka olisivat potentiaalisimmat käyttötarkoitukset puutuhkalle, joita olisi Lapinjärven toimintaympäristössä mahdollista kokeilla.

Taulukko 3: Yhteenveto tuhkan käyttömahdollisuuksista

RAKENNUSTEOLLISUUS
Sementin valmistuksen ainesosa
Betonin valmistuksen ainesosa
Maanrakennusaine teissä, meluvalleissa ja parkkipaikoilla, (metsäteillä*)
Puulattioiden käsittely- ja valkaisuaine *
ELINTARVIKETEOLLISUUS
Happamuudensäätelyaine E525 lisäaine, kaliumhydroksidi
Tuhkaraitajuusto (esimerkkinä ranskalainen Morbier tuhkaraitajuusto)
Ravintolisä ihmisille
KEMIANTEOLLISUUS
Geopolymeerit rakennus-, eriste- ja 3D materiaalina
Kierrätyskemikaalit eri teollisuuden alojen tarpeisiin esim. kaliumhydroksidi
Alkaliaktivoidut materiaalit
Kierrätyslannoitteet *
PERINTEISET KÄYTTÖTAVAT
Saippuan valmistus suopalipeästä ja rasvasta/öljystä *
Suopalipeän valmistus pesuaineiden ainesosaksi *
Lannoitekäyttö puutarhassa, metsissä ja pelloilla *
Kasviväriäyksen apuaine värien kiinnittämiseen *
MUUT KÄYTTÖTAVAT
Mineraalien erotus
Jätteiden stabilointi
Jäteveden puhdistus
Kompostoinnin apuaine ja ravinnelisiä kasvualustoissa ja multatuotteissa *

6.5 Toimintaympäristön PESTE-analyysi

Toimintaympäristön monitoroinnin tuloksena löytyneitä tietoja tarkasteltiin vielä PESTE-analyysin kautta ja tutkittiin tuhkasivuvirtojen käytön mahdollisuuksia ja toimintaympäristöä Lapinjärvellä poliittisista (P), ekonomisista (E), sosiaalisista (S), teknologisista (T) ja ekologisista

(E) näkökulmista käsin. Poliittisiin näkökulmiin laskettiin kuuluvaksi erilaiset säätelykeinot ja lait, kuten jätelaki, lannoitevalmistuslaki, ympäristölaki. Ekonomisiin näkökohtiin toiminnan taloudelliset resurssit ja kannattavuus. Sosiaalsiin vaikutuksiin työllistäminen ja yhteisöllisyys. Teknologisia näkökulmia ovat toimintaan tarvittavat teknologiat ja kalusto sekä osaaminen. Ekologinen näkökulma ottaa huomioon toiminnan vaikutukset ympäristöön. Alapuolisessa taulukossa (Taulukko 4) on lueteltu eri näkökulmat, joita arvioidaan vielä myöhemmin SWOT-analyysissä.

Taulukko 4: PESTE-analyysin tulokset

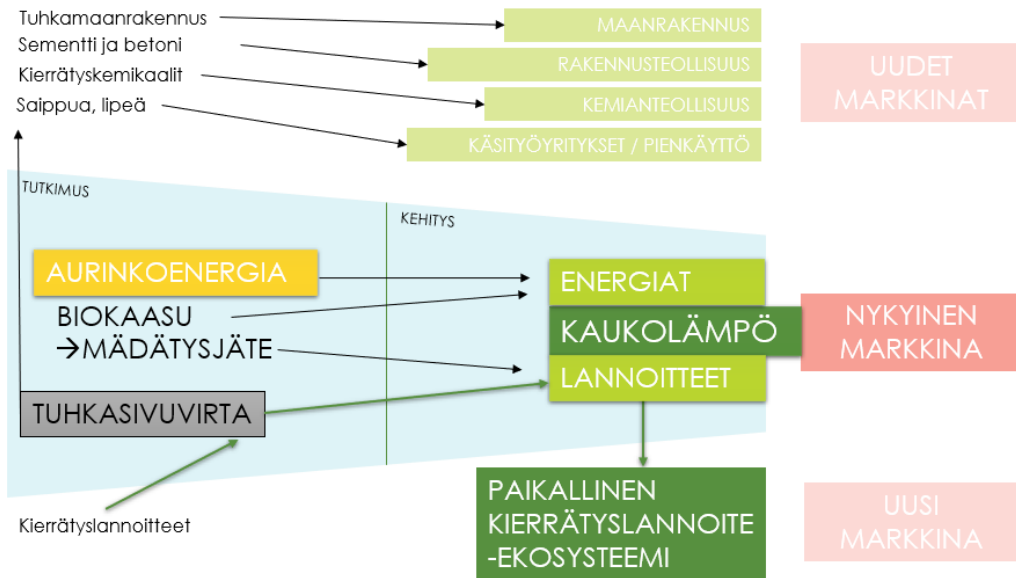
POLIITTINEN
Jätelaki (P)
Lannoitevalmistelaki (P)
Ympäristölaki (P)
Sivutuotelaki (P)
Energiapolitiikan linjaukset uusiutuvia energialähteitä koskien tulevaisuudessa (P)
Kestävän metsänhoidon periaatteet ja rahoituslainmukaiset tuet (P)
EKONOMINEN
Taloudellisten resurssien riittävyys tuotekehitykseen (E)
Tuotekehityksen hinta suhteessa tuotteen hintaan (E)
Löytyykö potentiaalista asiakaskuntaa, ovatko valmiita maksamaan (E)
Toiminnan taloudellinen kannattamattomuus (E)
Tuhka-alan toimijoiden kilpailu
Vältetään jätemaksut tuhka itse käyttämällä (E)
Vältetään kuljettamiseen käytettävät resurssit, jos tuhka käytetään kunnan alueella (E)
SOSIAALINEN
Työllistäminen kunnan alueella (S)
Lisätään yhteistyötä kunnan yritysten ja yhteisön kesken (S)
Yhteistyöhön ja muutokseen ei löydy tahtoa ja henkilöresursseja (S)
TEKNOLOGINEN
Onko tuhkatuotteista tarpeeksi tutkimustietoa? (T)
Osataanko tuotteet valmistaa itse? (T)
Tuotteen valmistamiseen tarvittava kalusto (T)
Tuotteen varastointiin liittyvät tilat ja kalusto (T)
Tuotteen kuljettamiseen tarvittava kalusto (T)
EKOLOGINEN
Lannoitetoiminnassa ravinteet jäävät kunnan alueelle (EKO)
Lannoitetoiminnassa parannetaan maan ravinnetilannetta ja täten maan tuottavuutta (EKO)
Ravinteiden valuminen vesistöihin (EKO)

7 Vaihe 2: Lapinjärven tuhkan käyttömahdollisuuksien määrittely

Innovaatioprosessin toisessa vaiheessa määritellään tarkemmin, mitkä keksityistä ja löydettyistä tuhkakäyttöideoista voisivat olla mahdollisia Lapinjärvellä tuotetuille puutuhkille ja mihin juuri lapinjärveläiset yritykset voisivat niitä omassa toiminnassaan tai Lapinjärven alueella hyödyntää. Tuotekehityssuppilossa on kuvattu avoimessa innovaatiosteemissä tehtyä tarkastelua tuhkan sivuvirtojen hyödyntämiseksi yrityksessä ja sen ulkopuolella. Suppilo on tehty mukaillen Chesboroughin (2003) ajatusta avoimesta innovaatiosta. Yritystä kuvaa sininen suppilo ja ideat ovat, joko sen ulkopuolella tai sisällä riippuen siitä ovatko ne kehityskelpoisia yrityksessä vai sen ulkopuolella. Yrityksen nykyiset tuotteet on kuvattu vihreillä laatikoilla, jotka kohtaavat nykyiset markkinat. Suppilossa kuvataan suppilon ulkopuolella kehitettyjä tutkimuksia ja innovaatioita ja nuolien avulla mitkä yritys voisi omaksua yrityksen omaan liiketoimintaan kuuluvaksi ja mihin se voisi osallistua osana muiden yritysten kanssa muodostettua ekosysteemiä oman yrityksensä ulkopuolella. Molemmille yrityksille Lapinjärven Lämpö Oy:lle ja Helsingin Erikoishöyläys Oy:lle on kuvattu omat tuotekehityssuppilot. Kierrätyslannoite -ekosysteemi kuvataan tarkemmin seuraavassa vaiheessa 4.

7.1 Lapinjärven Lämpö Oy tuotekehityssuppilo

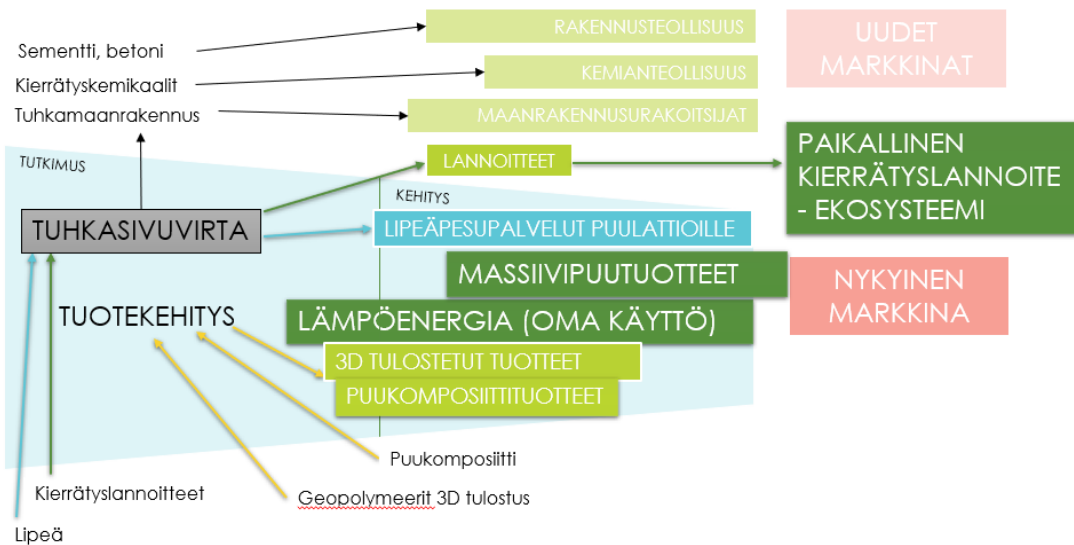
Lapinjärven Lämpö Oy:n tuotekehityssuppilossa (Kuvio 10) kuvataan vihreässä laatikossa sen nykyistä tuotetta, joka on kaukolämpö. Yrityksessä tutkitaan parhaillaan biovoimalan perustamista ja samalla on kokeiluja aurinkoenergian tuotannosta oman voimalan tarpeisiin. Sinisen laatikon eli yrityksen ulkopuolella on niitä aloja ja ideoita, jotka voisivat käyttää tuhkaa raaka-aineena, mutta jäävät sen toiminnan ulkopuolelle, kuten maanrakennus, betonin valmistus ja kierrätyskemikaalit ja pesuaineiden valmistus. On epätodennäköistä, että energia-yhtiö alkaisi toimia näillä aloilla edes ekosysteemissä, mutta voi toimittaa materiaalia näillä aloilla toimiville yrityksille Motivan Materiaalitorin kautta. Kierrätyslannoiteidea sen sijaan olisi käyttökelpoinen etenkin, jos Lapinjärvellä suunniteltu biokaasulaitos toteutuu niin energiantuotannon sivutuotteita syntyy myös enemmän. Lapinjärven Lämpö Oy on osallisena biovoimalaitoshankkeessa ja biokaasutuote lisäisi tuotteita sen portfolioon energiantuotannossa. Kuvassa on kuitenkin esitetty, ettei lannoitetoiminnasta tule suoraan energiayhtiön omaa liiketoimintaa, vaan se syntyy yrityksen ulkopuolella liiketoimintaekosysteemissä, missä on muitakin paikallisia tai ulkopuolisia toimijoita ja yrityksen rooli on toimittaa ekosysteemiin materiaalia tuotantonsa sivuvirrasta. Se hyötyy tästä myös siten, että metsien lannoittamisella lisätään puun kasvua, joka varmistaa energiapuun saatavuutta lämpölaitoksille myös tulevina vuosina.



Kuvio 10: Tuhkasivuvirran tuotekehityssuppilo Lapinjärven Lämpö Oy:n näkökulmasta

7.2 Helsingin Erikoishöyläys Oy tuotekehityssuppilo

Helsingin Erikoishöyläys Oy:n tuotekehityssuppilossa (Kuvio 11) kuvataan vihreässä laatikossa sen nykyisiä tuotteita, joita ovat massiivipuutuotteet ja lämpöenergia omaan käyttöön. Sinisen laatikon ulkopuolella kuvataan niitä aloja ja ideoita, jotka jäävät sen toiminnan ulkopuolelle, kuten maanrakennus, betonin ja kierrätyskemikaalien valmistus. On epätodennäköistä, että myöskään puualan yritys alkaisi toimia näillä aloilla edes ekosysteemissä, mutta voi toimittaa materiaalia näillä aloilla toimiville yrityksille Motivan Materiaalitorin kautta. Kierrätyslannoiteidea sen sijaan olisi käyttökelpoinen siten, että Helsingin Erikoishöyläys Oy toimittaisi tuotannostaan syntyvän tuhkasivuvirran kierrätyslannoite-ekosysteemin kautta käyttöön ja pääsisi näin jätteestä eroon. Yritykselle on lisäksi ajateltu omaa liiketoimintaa tuhkasta valmistettavasta puulipeästä, jota se voi valmistaa joko itse tai toimittaa lipeäntuottajalle raaka-aineeksi, mutta ottaa sitä kautta omaan valikoimaansa valmistamiensa puulattioiden lipeäkäsittelypalvelun. Mahdollista tuotekehitystä ovat myös puukomposiittituotteiden valmistaminen puupurusta polton sijaan tai tuhkan käyttö 3D tulostamisessa käytettävän geopolymerin valmistamiseen ja 3D tulostuksen ottaminen tuotevalikoimaan. Näitä vaihtoehtoja ei tässä sen enempää tutkittu vaan jätettiin ne ideatasolle. Yritys hyötyisi lannoite-ekosysteemiin osallistumisesta myös siten, että metsien lannoittamisella lisätään puun kasvua, joka varmistaa sekä energiapuun, että sahatavaran saatavuutta puusepänteollisuuteen myös tulevaisuutena. Tässä on kuitenkin havaittavissa ristiriita siinä, että puusepänteollisuudessa käytettävä sahatavara on sitä parempaa mitä hitaammin kasvaneesta puumateriaalista se on valmistettu.



Kuvio 11: Tuhkasivuvirran tuotekehityssuppilo Helsingin Erikoishöyläys Oy:n näkökulmasta

7.3 Toimintamallivaihtoehdot Lapinjärven tuhkien käytölle

Tuhkan hyötykäytölle löydettiin ja valittiin viisi mahdollista ja todennäköisintä toimintamallia Lapinjärvellä toteutettavaksi ja ne luetellaan alapuolisessa taulukossa (Taulukko 5). Ensimmäinen vaihtoehto on tuhkasivuvirtojen ilmoittaminen Motivan ylläpitämälle Materiaalitorille, josta joku niille jo käyttöä omaava voisi saada niistä tiedon. Tuhkan käyttäjä tulisi kuitenkin löytyä melko läheltä. Toinen toimintatapa on tuhkan pienkäyttö paikallisten asukkaiden, yhdistysten ja pienyritysten voimin, joka voisi olla esimerkiksi puutarhalannoitteena käyttöä, perinteisten käyttötapojen kokeilemistä, kuten lipeän ja saippuan valmistusta tai puupintojen suopakuurausta esimerkiksi paikallisen Martta -yhdistyksen vetämänä tai koulun kemian tunnilla. Tästä on kuitenkin varmistettava, onko tuhkan luovuttaminen lämpölaitokselta yksityishenkilölle sallittua lakien mukaan, vaan tarvitaanko siinäkin tapauksessa ympäristölupa ja omavalvontaa. Lisäksi on varmistettava turvallisuusnäkökulma kokeiluissa, jotta käyttäjät ymmärtävät riittävän suojautumisen tuhkapölyltä ja lipeän syövyttävyydeltä. Kolmantena vaihtoehtona on tuhkan käyttö metsälannoitteena. Lannoitekäytössä tuhkan määrä on vähäinen kierrätyslannoiteliiketoiminnan aloittamiseksi yritys pohjalta, mutta tuhkamäärän hävittäminen pelkästään yksityishenkilöiden pienkäytön avulla saattaa olla myös liian suuri operaatio. Neljäs vaihtoehto olisi myös lannoitekäyttö, mutta pidemmälle jalostettuna yhdessä maatalouden sivuvirtojen, kuten biovoimalan mädätysjätteiden kanssa käytettynä. Näin myös maatalouden sivuvirrat saataisiin hyötykäyttöön ja lannoitteeseen lisättyä tyyppiä, mitä pelkässä tuhassa ei ole ollenkaan. Viidentenä vaihtoehtona on puolipeän valmistaminen ja puolipeäkäsittelypalveluiden tarjoaminen Helsingin Erikoishöyläys Oy:n toimesta, josta voisi tehdä kokeiluja myös Husulanmäen rakennusprojektissa. Toimintamallivaihtoehdot ovat kuvattuna alla

olevassa taulukossa (Taulukko 5), jossa esitetään myös mahdollisia esteitä, etuja, mahdollisia kumppaneita ja muita huomioita käyttöön liittyen.

Taulukko 5: Tuhkan käytön toimintamallivaihtoehdot

TOIMINTATAPA	KÄYTTÖTARKOITUS	KÄYTTÄJÄ	ESTEET	EDUT	KUMPPANIT	HUOMIOT
Ilmoitetaan tuhka Materiaalitorille	Kierrätyslannoitteet Maanrakennus Betonin valmistus Kierrätyskemikaalit	Lannoitevalmistus Maanrakennus Rakennusteollisuus Kemianteollisuus	Löytyykö mahdollinen hyödyntäjä 100 km säteellä?	Helppoa, maksutonta	Ecolan Oy Soilfood Oy Ladec Oy Bio A Oy	Ei vaadi omia investointeja, säästää jätekustannuksissa
Ohjataan tuhkaa paikallisille käyttäjille	Saippuan valmistus Puulipeän valmistus Puutarhalannoite	Paikalliset Martat, asukkaat ja pienyrittäjät	Tarvitaanko omavalvontaa ja Ruokaviraston lupa?	Helppo toteuttaa	Martat Yksityiset henkilöt Pienyrittäjät	Kuka organisoii jakelun? Saadaanko kaikki tuhka käytettyä?
Valmistetaan kierrätyslannoitetta paikallisille metsänomistajille	Metsälannoite	Paikalliset metsänomistajat	Omavalvontaa Ruokaviraston luvat, toiminnan kustannukset?	Suljetaan kierto ja palautetaan ravinteet metsään	Lapinjärven energiaosuuskunta, metsänomistajat	Kustannukset? Materiaalin riittävyys Toimintamalli? Liiketoimintamalli?
Yhdistetään tuhka maatalouden sivuvirtojen kanssa	Peltolannoite Puutarhalannoite Metsälannoite	Paikalliset viljelijät ja metsänomistajat	Reseptiikka, Omavalvonta, Ruokaviraston luvat	Suljetaan kierto ja palautetaan ravinteet pelloille ja metsään	Lapinjärven energiaosuuskunta, paikalliset viljelijät, metsänomistajat	Pellolla tarve lannoitteille ja levitys helpompaa kuin metsässä
Valmistetaan puulipeää ja käytetään sitä puupintojen käsittelyssä	Puulattioiden ja -pintojen ja suojaus- ja valkaisuaine sisätiloissa	Helsingin Erikoishöyläys Oy ja sen asiakkaat, Husulanmäen rakennusprojekti	Osataanko lipeä valmistaa itse vai annetaanko tuhka materiaaliksi valmistajalle	Sopii Helsingin Erikoishöyläyksen portfolioon ja täydentää palveluvalikoimaa	Auro Oy	Puulipeä on syövyttävä emäs, tuhoaa puun pintaa. Kokeiluja Husulanmäen projektissa?

7.4 Yrityksen palaute esitetyistä ideoista

Löydettyjä ideoita tuhkankäytölle esiteltiin yrityksille kaksi kertaa, ensimmäisen kerran projektityövaiheessa marraskuussa 2020 ja lanseerausvaiheessa 15.2.2021. Ensimmäinen esittely tapahtui projektityön yhteydessä ja myös muut tiimit esittelivät ehdotuksensa, ja yrityksistä paikalla oli vain Lapinjärven Lämmön edustaja. Siinä hetkessä saatu palaute oli vähäistä. Helmikuussa tapahtuva esittely koski opinnäytetyön tulosten esittelyä ja silloin tilaisuuteen osallistui Lapinjärven Lämmön lisäksi myös Helsingin Erikoishöyläyksen edustaja. Tällöin syntyi enemmän keskustelua ja saatiin myös paljon lisää tietoa ja yksityiskohtia yritysten toiminnasta. Kummankaan yrityksen edustaja ei suoraan tyrmännyt mitään ideoista, mutta kävi selväksi, etteivät juuri nämä yritykset olisi oikeita tahoja tuhkan jalostajiksi tuotteiksi eikä heillä itsellään ollut suurempia intressejä tuhkan käyttöön. He suhtautuivat positiivisesti siihen, että tuhkasta voitaisiin tuottaa jatkossa jotain paikallisesti ja lupasivat tuhkansa edelleen hankkeen käyttöön kokeiluja varten. He eivät kokeneet tarpeen veloittaa tuhkasta, jos sen joku tulee noutamaan. Tuhka on siis mahdollista noutaa tarvitsijan toimesta siten, että tuhkan tuottajalle ei synny siitä mitään kuluja vaan se säästää mahdolliset varastoinnista jätteen ja kuljetuskustannuksista aiheutuvat kustannukset.

Helsingin Erikoishöyläyksen edustaja kertoi, että heidän tuhkaa on aiemmin jo käytetty yrityksen omistajan toimesta paikallisen metsän lannoittamiseen. Kun keskusteltiin ideasta käyttää syntyvä puupuru esimerkiksi komposiittituotteiden raaka-aineeksi, kävi ilmi, että yritys

käyttää jo nyt purua muuhun tarkoitukseen kuin polttoaineena lämpöenergiaksi. He toimittavat tuotannossa syntynyttä puhdasta ja kuivaa puupuraa alueen sikatiloille eläinten karsinoin, josta aiheutuu se, että joutuvat erikseen ostamaan lämmitykseen tarkoitettua haketta. Keskustelimme myös energian ostamisesta Lapinjärven Lämmön kaukolämpöverkosta, koska siinä on ylikapasiteettia, mutta se ei olisi kuulemma mahdollista, koska kaukolämpöputken vetämiseen matka laitokselta on liian pitkä ja välissä on monen omistajan maata, joilta tulisi kysyä lupa. (Rajala 2021.) Lapinjärven Lämpö on antanut tuhka-jätteen aiemmin jätehuollolle käsiteltäväksi ja siitä on maksettu jätemaksut. Tarkempaa tietoa onko tuhka mennyt läjitykseen vai onko sitä käytetty hyödyksi ei ole, mutta siitä on ainakin maksettu jätevero. (Runonen 2021). Lapinjärven kunnan jätehuollosta vastaa Kymenlaakson jäte Oy, joka toimii Kouvolan ja Kotka-Haminan alueella, ja sen omistaa ympäröivät kunnat asukaslukunsa suhteessa. (Kymenlaakson Jäte Oy, 2021.) Kymenlaakson jätteellä on myös tytäryhtiö Ekokaari Oy, jonka omistaa myös ympäröivät kunnat asukaslukunsa suhteessa. Ekokaari Oy:llä on valikoimassaan Keltakankaan kierrätyslaitoksella valmistettuja multatuotteita, joita se valmistaa puutarhajätteestä ja joihin olisi mahdollista lisäksi käyttää tuhkaa, mutta tuoteselosteesta tämä ei ainakaan käy ilmi. (Ekokaari Oy, 2021.) Tuhkan käyttöä Ekokaareissa ja sen tuotteissa yritettiin tiedustella sähköpostilla yrityksestä, mutta asiaan ei saatu vastausta.

Puulipeän valmistuksesta oltiin kiinnostuneita ja se koettiin mahdollisuudeksi, jos arkkitehdit kehittävät sellaisen muodin, että puupintoja aletaan käsitellä puulipeällä ja asiakkaat haluavat sellaisia käsittelyitä tilata. Helsingin höyläyksen edustaja kommentoi, että tässäkin tapauksessa he eivät alkaisi itse valmistaa tuhkalipeää, eivätkä mahdollisesti myöskään tarjoamaan lipeällä tehtäviä pintakäsittelypalveluita, vaan tämä tulisi tapahtumaan kumppaneiden kautta. He itse valmistaisivat puulattian, yksi kumppani valmistaisi lipeän ja toinen kumppani tekisi pintakäsittelyn. (Rajala 2021.) Keskusteltiin hankkeen vetäjien kanssa, että kokeiluja olisi mahdollista tehdä Husulanmäen rakennusprojektin yhteydessä, jossa on tarkoitus tehdä puurakentamista. (Pöyhönen 2021.)

Metsälannoitekäyttö koettiin mahdollisuudeksi, mutta oltiin sitä mieltä, että tuhkaa on kuitenkin niin vähän, ettei sitä riittäisi laajempaan käyttöön tai yritystoiminnan perustamiseen. Energiaosuuskunnan edustajan kanssa keskustellessa kävi ilmi, että Lapinjärven energiaosuuskunta ostaa puun tien varresta valmiina ja haketuksen palveluna. Energiaosuuskunnalla itsellään ei siis ole mitään kalustoa metsän hoitoon tai haketukseen, joten lannoitekäyttökin tulisi hoitaa metsäurakoitsijan ja itse metsänomistajien toimesta aina rakeistuksesta levitykseen. Lämpövoimaloiden yhteydessä on lisäksi melko pienet kontit tuhka-jätteelle, joten tuhkan välivarastointia varten tulisi rakentaa varasto, josta tarvitsijat tai tuhkaa käsittelevä urakoitsija voisi sen noutaa, kun sitä on kertynyt suurempi määrä käyttöä varten. (Illman 2021.) Tuhkan yhdistäminen maatalouden sivuvirtojen kanssa olisi edelleen mahdollista, mutta on epävarmaa, toteutuuko biovoimalaitos ja milloin. Alueella syntyvät maatalouden sivuvirrat ovat li-

säksi niin pieniä, ettei lannoitteeksi jalostaminen ja myynti toisille alueille niistä ole kannattavaa toimintaa. Biovoimalan toteutuessa mädätysjäte tullaankin käyttämään, kuten tähänkin asti paikallisilla pelloilla. Siihen voidaan toki tuhka-jäte yhdistää tuomaan lisäravinteita ja hiivenaineita. (Pöyhönen 2021.)

7.5 Tuhkalannoitekäytön SWOT tarkastelu

Toimintaympäristön monitoroinnilla kerättyjen ideoiden ja PESTE-analyysillä havaittuja näkökulmien pohjalta ja yrityksen palautteesta huolimatta on edelleen paras vaihtoehtona tutkia tarkemmin tuhkan käyttöä lannoitteena. Lannoitetoiminta sopii Lapinjärven alueelle ja siihen liittyen löydettiin monia vahvuuksia ja mahdollisuuksia. Lannoitekäyttöä tarkasteltiin vielä SWOT-nelikentän kautta (Taulukko 6), missä eri näkökulmat määriteltiin tuhkasivuvirtojen kierrätyslannoitekäytön kannalta joko uhkiksi, mahdollisuuksiksi, vahvuuksiksi tai heikkouksiksi. Vahvuuksiksi koettiin jätemaksujen välttäminen, kuljetukseen käytettävien resurssien säästäminen, mahdollisesti työllistäminen kunnan alueella ja paikallisen yhteistyön lisääminen ja ravinteiden jääminen kunnan alueelle. Taulukossa esitettyjä heikkouksia tulee seuraavassa kehittämissivuvaiheessa tutkia ja ratkaista. Näitä heikkouksia ovat muun muassa eri lakien vaikutukset toimintaan sekä erilaiset valmistusteknologioihin ja resursseihin liittyvät kysymykset. Mahdollisuuksia ovat kierrätyslannoitteen hinnoittelu, ravinnetilanteen paraneminen, Kemera-asetuksen mukaiset tuet metsälannoitukselle ja maatalouden sivuvirtojen yhdistäminen tuhkasivuvirtojen kanssa. Uhkia ovat toiminnan taloudellinen kannattamattomuus ja toimeenpano puute ja mahdolliset haittavaikutukset luontoon ja vesistöihin.

Taulukko 6: Kierrätyslannoitetoiminnan SWOT tarkastelu PESTE-analyysin pohjalta

VAHVUUDET / AJURIT	HEIKKOUEDET / ESTEET
<ul style="list-style-type: none"> - Vältetään jätemaksut (E) - Vältetään kuljettamiseen käytettävät resurssit, jos käytetään kunnan alueella (E) - Työllistetään kunnan alueella (S) - Lisätään yhteistyötä yritysten ja yhteisön kesken(S) - Ravinteet jäävät kunnan alueelle (EKO) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahdollistaako jätelaki? (P) - Mahdollistaako lannoitevalmistelaki? (P) - Tarvitaanko ympäristölupaa? (P) - Tarvitaanko omavalvontaa? (P) - Taloudellisten resurssien riittävyys kehitykseen (E) - Löytyykö maksuhalukasta asiakaskuntaa (E) - Onko aiheesta tarpeeksi tutkimustietoa (T) - Osataanko kierrätyslannoite valmistaa itse? (T) - Tuotteen rakeistamiseen tarvittavat resurssit (T) - Tuotteen varastointiin liittyvät tilat ja kalusto (T) - Tuotteen kuljettamiseen ja levittämiseen tarvittava kalusto (T)
MAHDOLLISUUDET / MAHDOLLISTAJAT	UHAT
<ul style="list-style-type: none"> - Kierrätyslannoitteen halvempi hinta suhteessa mineraalilannoitteeseen (E) - Parannetaan maan hiilensidontaa ja ravinnetilannetta ja täten maan tuottavuutta (EKO) - Kestävän metsänhoidon periaatteet ja rahoituslainmukaiset KEMERA -tuet (P) - Maatalouden sivuvirtojen yhdistäminen tuhkasivuvirtojen kanssa ? 	<ul style="list-style-type: none"> - Energiapolitiikan linjaukset uusiutuvia energialähteitä koskien tulevaisuudessa (P) - Toiminnan taloudellinen kannattamattomuus (E) - Yhteistyöhön ja muutokseen ei löydy tahtoa ja henkilöresursseja (S) - Ravinteiden turvallisuus ja valuminen vesistöihin (EKO)

8 Vaihe 3: Kierrätyslannoitetoiminnan benchmarking ja kehittäminen

Varsinainen kierrätyslannoitetoiminnan kehittäminen tehdään ratkaisukeskeisen benchmarking -menetelmän avulla eli käyttämällä avuksi toimintaympäristön monitoroinnilla kerättyä tietoa ja tutustumalla tarkemmin kierrätyslannoitetoiminnassa tehtyihin kokeiluihin ja tutkimustietoon ja alalla jo toimiviin yrityksiin. Ratkaisukeskeisen benchmarkingin kaksi ensimmäistä vaihetta on tehty jo palvelumuotoiluprosessin kahdessa ensimmäisessä vaiheessa ja tässä kolmannessa benchmarkataan alalla toimivia yrityksiä ja aiheesta tehtyjä hankkeita. Jos kierrätyslannoitetoimintaa Lapinjärvellä aloitetaan, olisi hyvä tehdä vielä perinteinen benchmarking eli tutustua tarkemmin vastaavaa toimintaa harjoittavien yritysten ja ekosysteemien toimintaan esimerkiksi haastattelemalla henkilökuntaa ja tutustumalla tuotantoon ja tuotteistamisprosesseihin ja -laitteistoihin.

8.1 Benchmarking tutkimusmenetelmänä

Benchmarking on arviointimenetelmä, joka voidaan suomentaa esikuva-analyysiksi, parastamiseksi tai vertailukehittämiseksi. Siinä kehitystä haluava organisaatio etsii hyvin toimivia organisaatioita, kumppaneita (partners), joiden toimintaprosessia systemaattisesti tutkii, vertailee ja arvioi oman ja kehitettävän organisaation vastaavan prosessiin kesken ja, josta pyrkii oppimaan ja omaksumaan parhaat käytännöt (best practices) oman organisaationsa käyttöön. (Abercombie ym. 2008, 11; Aalto-Kallio 2009, 95-95; Seppänen-Järvelä 2005, 13.) Benchmarking on jatkuva ja järjestelmällinen prosessi parhaiden käytäntöjen tunnistamiseksi, analysoimiseksi ja soveltamiseksi oman organisaation prosesseissa, jonka tavoitteena ja vaikutuksena on organisaation kehittyminen paremmaksi, siten että organisaatio oppii ja sitä kautta parantaa myös tulostaan. (Seppänen-Järvelä 2005, 56-57.)

Parhaat käytännöt, joita menetelmällä etsitään ovat ideoita, prosesseja, aktiviteettejä tai menettelyitä, jotka johtavat korkeatasoisiin suorituksiin ja prosessin parantumiseen organisaatioissa, jotka ne omaksuvat. Parhaita ratkaisuja voi löytää ne itse todentamalla, uusien kehittyvien toimialojen trendeistä ja ratkaisuista sekä palkintoja voittaneiden organisaatioiden menestystarinoista. Parhaat käytännöt voivat olla myös lupaavia käytäntöjä (promising practices), koska jokainen uusi tapa tehdä asioita tulee uudessa organisaatiossa toteen vasta, kun se on perusteellisesti implementoitu ja omaksuttu (Abercombie ym. 2008, 22-23.).

Benchmarking on muodostunut omaksi metodologiakseen 1980-luvulla, jolloin yksityiset yritykset alkoivat tehdä toimintojensa parantamista ja tehostamista menetelmän Total Quality Management (TQM) avulla. IT-yritys Xeroxin ottaessa menetelmän käyttöön syntyi käsitteet, parhaat käytännöt (best practices) ja kumppanit (partners) ja menetelmästä alettiin käyttää termiä benchmarking. Edelleen tänä päivänä menetelmä on hyvin paljon samankaltainen. (Abercombie ym. 2008, 12-13.)

Benchmarkingia voi olla pääpiirteissään kahdenlaista, perinteistä (traditional benchmarking) tai ratkaisukeskeistä (solution-driven benchmarking). Molemmissa on tietyt vaiheet, jotka tulee toteuttaa, jotta prosessi onnistuu. Perinteinen benchmarking on aiemmin kehittynyt ja pidempi prosessi, jossa ensin kerätään tiimi, joka lähtee paikan päälle tutkimaan toisen organisaation prosessia tarkasti ja etsii siitä parhaat käytännöt, jotka tuo käyttöön omaan organisaatioonsa. Ratkaisukeskeinen benchmarking on kehittynyt ja tullut suosituksi etenkin julkisten ja voittoa tavoittelemattomien organisaatioiden käytössä, koska se vaatii vähemmän resursseja, kuten aikaa ja rahaa perinteisen metodin käyttöön verrattuna. Se sopii julkisille organisaatioille, koska ne ovat tottuneet jakamaan keskenään tietoja ongelmista ja siten on järkevää jakaa myös niihin kehitettyjä ratkaisuja. Ratkaisukeskeisen benchmarking -metodin kehittymiseen on vaikuttanut myös teknologinen kehitys, kuten Internet, joka on lisännyt sekä saatavilla olevaa tietoa, että sen helppoa saavutettavuutta. Näin ollen ratkaisukeskeisessä metodissa tarvittava tieto voidaan kerätä helposti erilaisista sähköisistä julkaisuista, asiantuntijaverkostoista ja henkilöhaastatteluista.

Ratkaisukeskeisessä benchmarkingissa on viisi vaihetta, joissa ensimmäisessä tunnistetaan ongelma, joka halutaan ratkaista ja kuvataan nykytila. Toisessa vaiheessa vahvistetaan kriteerit ratkaisulle ja suunnitellaan toteutus. Kolmannessa vaiheessa etsitään lupaavia käytäntöjä ongelman ratkaisemiseksi ammattilaisverkostoista, analysoidaan eroja omaan organisaatioon ja määritellään kehittämiskohteet. Neljännessä vaiheessa tehdään toimintasuunnitelma, jota aletaan toteuttaa lupaavien käytäntöjen omaksumiseksi organisaatiossa. Viidentenä ja viimeisenä on tärkeää toteuttaa tehtyä suunnitelmaa sekä seurata ja mitata edistystä ja tuloksia mitä benchmarkingilla on tarkoitus tavoitella ja saavuttaa. (Abercombie ym. 2008, 18-19; Seppänen-Järvelä 2005, 59-60.) Periaatteessa benchmarking -menetelmän vaiheet ovat myös samat kuin innovaatio- tai palvelumuotoiluprosessissa. Ratkaisukeskeinen metodi sopii hyvin pienille ja keskisuurille yrityksille sekä julkisille ja voittoa tavoittelemattomille organisaatioille, jotka haluavat keskittyä prosessikehityksen sijaan ongelmanratkaisuun pienillä resursseilla, vähäisemmällä määrällä tarkkaa dataa ja kevyellä benchmarking -prosessilla, johon ei tarvitse kiinnittää niin paljon resursseja tai päällikkö- tai johtotason henkilöiden aikaa. Ratkaisukeskeinen benchmarking luottaa internettiin, ammatillisiin verkostoihin ja henkilökohtaisiin kontakteihin ratkaisujen lähteenä ja kumppaneina. (Abercombie ym. 2008, 57, 99.) Abercombie ym. (2008, 98-99.) mukaan ratkaisukeskeistä benchmarking -metodia kritisoidaan kuitenkin juuri siitä syystä, ettei se vaadi suuria datamääriä ja tutkimusta arviointiprosessissa. Metodin sudenkuoppa voidaankin pitää sitä, ettei prosessiin osallistujille välttämättä muodostu täyttä käsitystä käsillä olevasta ongelmasta, jotta siihen olisi mahdollista löytää ratkaisua, joka voisi olla pysyvä eikä pelkästään lyhytaikainen apu. Toinen ongelma on sama kuin perinteisessäkin metodissa ja se koskee parhaiden käytänteiden implementointia, sillä lupaavista käytännöistä tulee parhaita käytäntöjä vasta silloin, kun ne omaksutaan ja implementoidaan organisaatioon perusteellisesti.

Benchmarkingin onnistuminen edellyttää kehittämiskohteen ja teeman tiukkaa rajaamista, jotta päästään nopeasti tärkeimpien asioiden äärelle ja syventämään tietoa niitä koskien sekä systemaattista ja nopeaa toimintaa. Tässä auttaa alkuanalyysi, joka kartoittaa kehitettävän aiheen ja organisaation nykytilanteen, jota vastaan muita parhaita käytäntöjä verrataan. Sen jälkeen on tärkeää löytää juuri oikea kumppani, johon toimintaansa voi verrata, joka on hie- man edellä kehityksessä, mutta kuitenkin kooltaan ja toimintaympäristöltään samankaltainen. (Seppänen-Järvelä 2005, 15.) Oikeiden kumppaneiden lisäksi on tärkeä olla varma myös joh- don ja muiden osallistujien sitoutumisesta ja oikeiden osallistujien valinnasta benchmarkin- giin. Vaikka benchmarking -menetelmä ei periaatteessa ole osallistava niin siinä kuitenkin me- netelmänä voidaan käyttää erilaisia haastatteluita ja vertaiskäyntejä. Menetelmän avulla voi- daan tehdä myös tulevaisuuden skenaarioita. (Seppänen-Järvelä 2005, 56.)

8.2 Kierrätyslannoitteet, niiden valmistaminen ja käyttö

Kierrätyslannoitevalmisteella tarkoitetaan erilaisista biotalouden, teollisuuden ja yhdyskun- tien prosessien tuottamista kierrätettävistä jätteistä ja sivuvirroista tai lopputuotteista pro- sessorituotteita lannoitevalmisteita. Raaka-aineina voidaan käyttää erilaisia biomassojen sivuvir- toja, kuten maatalouden kotieläintuotannon lantaa ja kasveja, yhdyskuntaperäisiä biojätteitä ja puhdistamolietteitä, elintarviketeollisuuden biojätteitä sekä metsäteollisuuden tuhkia, kui- tuja ja lietteitä. Kierrätyslannoitteita on kolmentyyppisiä, orgaanisia ja epäorgaanisia lan- noitteita, joilla pyritään parantamaan kasvua ravinteita lisäämällä, orgaanisia maanparannus- aineita sekä kalkitusaineita, joilla lisätään kasvua maaperän kasvuolosuhteita parantamalla. (Luostarinen, Pesonen & Seppänen 2019, 4; Heinonen, Rahtola, Tampio, Vainio & Virkkunen 2018, 11.) Lannoitteissa tarvittavaa fosforia on eniten lannassa ja siitä on ylitarjontaa koti- eläinvaltaisilla alueilla, jossa se voidaan käyttää pelloille sellaisenaan. Lantaa riittäisi kuiten- kin peltopinta-alalle koko maan tarpeiksi, mutta koska maatilat sijaitsevat eri puolilla Suomea olisi biomassojen prosessointi ja jalostus kuljetettavampaan muotoon tärkeää. (Heinonen ym. 2018, 31.) Suomessa on ylipäätään hyvät mahdollisuudet kierrätysravinteiden tuotannolle, koska täältä löytyy paljon laadukkaita biomassoja, ajantasaista paikkatietoa, prosessiosaa- mista ja digitaalisen kehityksen tarjoamia mahdollisuuksia ja hyvät vesivarat. Uudenmaan kunnista ainoastaan Lapinjärvellä on fosforista ylijäämää ja sen tuotanto on 7,5-10 kg/ha. (Heinonen ym. 2018, 33.) Siksi myös Lapinjärvellä kannattaisi tuottaa ylijäämäfosfori kierrä- tylslannoitteeksi, jotta se voitaisiin tarjota ja toimittaa muiden alueiden käyttöön tuotteena.

Kierrätysravinteita ei voi kuitenkaan alkaa tuottaa ilman lupaa. Kierrätyslannoitteiden tuotan- toa, markkinointia, varastointia, käyttöä ja levitystä säätelevät seuraavat EU-tasoiset ja kan- salliset lait, kuten Lannoitevalmistelaki 539/2006, asetus lannoitevalmisteista 24/11, Nitraat- tiasetus 1250/2014, Nitraattidirektiivi 91/676/ETY, MMM asetus 12/12, Sivutuotelaki 517/2015, toiminnanharjoittaja ja valvonta-asetus 11/12, REACH (EY/ 1907/2006), Lannoite-

asetus (EY 2003/2003) vain epäorgaaniset, Luomudirektiivi (EY 889/2008), Jätteenpolttoasetus (362/2003). (Luostarinen ym. 2019, 4; Heinonen 2018, 29; Ruokavirasto 2020.) Kierrätyslannoitteiden valmistusta valvoo Ruokavirasto. Valmistuksen aloittaminen vaatii ympäristöluvan ja omavalvontasuunnitelman. Valvonta on omavalvontasuunnitelman mukaista omavalvontaa, jota Ruokavirasto tarkastaa. Ennen valmistuksen aloitusta on tehtävä jalostettavien materiaalien laboratorio- ja hygieniatutkimukset Ruokaviraston hyväksymässä laboratoriossa. (Heinonen 2018, 42; Ruokavirasto 2020.)

Kierrätyslannoitteiden valmistusprosessissa biomassojen käsittelyn tavoitteena on parantaa niiden sisältämien ravinteiden kuljetettavuutta, käyttökelpoisuutta sekä vähentää haitta-ainemäärää ja hygieniariskejä. Käsittelyllä voidaan tähdätä myös energiantuotantoon. (Heinonen 2018, 15.) Kierrätyslannoitteen tuotantoprosessin jakautuu kolmeen osaan: esikäsittelyyn, prosessointiin ja jatkojalostukseen. Esikäsittelyssä biomassaa voidaan käsitellä seulomalla, murskaamalla, hygienisoimalla, separoimalla tai kuivaamalla, jolla on tarkoitus muokata materiaali varsinaiseen lannoitteen valmistusprosessiin sopivaksi. Prosessointi lannoitteeksi voi tapahtua termisellä kuivauksella, kemiallisella käsittelyllä, auma- tai tunnelikompostoinnin avulla tai biokaasun tuotannossa märkämädätyksellä tai kuivan tai kiinteän massan mädätyksellä. Jatkojalostus lannoitteeksi on prosessin tärkein vaihe, jossa varmistetaan lannoitteen laatu, turvallisuus ja ravinnepitoisuus. Jatkojalostus voi tapahtua hygienisoimalla, separoimalla, kuivaamalla, rakeistamalla, striippaamalla, kalvosuodatuksella tai kompostoimalla. Näiden tapojen lisäksi ollaan monia uusia tekniikoita kehittämässä. (Luostarinen ym. 2019, 4; Heinonen ym. 2018, 15, 19-20, 23.)

Koska kierrätyslannoitteet ovat erilaisissa olomuodoissa tarvitaan niiden säilytykseen, kuljetukseen ja levitykseen erilaisia ratkaisuja. Mitä laimeampi tuote ja suurempi massa, sitä lähempänä toisiaan tulisi tuotteen ja käyttäjän sijaita. Rakeistetut valmisteet voidaan säilöä suursäkeissä, mutta ne tulisi suojata kosteudelta. Rakeistettuja valmisteita levitetään kuivalannan tai kalkin levityskalustolla tai kylvölannoittimilla, tuhkia keskipakoislevittimillä tai kalkitusvaunulla. (Luostarinen ym. 2019, 8-9.) Kuivat ja rakeiset valmisteetkin tulee mullata vuorokauden sisällä levityksestä, jotta pintavalunta vähenee. Kierrätyslannoitevalmistajien olisi hyvä tarjota myös urakointi-, kuljetus- ja levityspalveluja kuitenkin siten, että loppukäyttäjä/asiakas voi valita tekeekö mitkä osat työstä itse. Pienempien levityskustannusten kannalta on tärkeää, että kuljetus- ja levityskalusto on eriytetty, siten että raskas kuljetuskalusto tuo tuotteen vain paikalle ja levitys tapahtuu kevyemmällä kalustolla, ettei maa tiivisty. Viljelijän kannattaa ostaa palvelu urakointipalveluna, jossa huolehditaan lannoitteen kuljetuksesta, välivarastoinnista ja levityksen suunnittelusta ja toteutuksesta. Lannoitevalmistajat voivat tarjota sekä urakointipalveluja, että opastusta lannoituksen suunnittelussa. (Luostarinen ym. 2019, 9-11.)

Heinosen ym. (2019, 59) mukaan lannoitetuotteet olisi hyvä suunnitella loppukäyttäjän mukaan ja, jotta jalostus olisi kannattavaa on tuotteella oltava hinta. Rakeistettujen tuotteiden hinnat ovat 190-395 €/tn alv 0 %. Osa tuottajista, joiden ydinliiketoiminta on joku muu kuin kierrätyslannoitevalmisteiden valmistus sen sijaan on tarjonnut maataloudessa käytettäviä pakkaamattomia maanparannusaineita ilmaiseksi kuljetuksineen. Viljelijöiden ja tuottajien mielipiteet eroavatkin tuotteiden hinnoittelun ja ravinnepitoisuuden sekä levitys- ja varastointihaasteiden välillä. Kierrätyslannoitevalmistajien yhteistyötä pitäisikin lisätä ja parantaa, jolloin yhtenäinen viestintä parantaisi viljelijöiden ymmärrystä tuotteista, lisäisi kysyntää ja loisi pohjan markkinoille, jota tulisi tehdä myös tuotteiden laadukkaamman brändäykseen ja markkinoinnin avulla.

Biolaitosyhdistyksen, Suomen Vesilaitosyhdistyksen ja Suomen Biokaasuyhdistyksen vuonna 2018 käynnistämän LARA-laatulannoitehankkeen tavoitteena on ollut luoda laatujärjestelmä ja laatumerkki lannoitevalmisteille, jotka on prosessoitu kierrätysmateriaaleista biokaasu- ja kompostilaitoksissa tai muissa vastaavissa käsittelylaitoksissa. Kehitettävä laatujärjestelmän on tarkoitus nimenomaan lisätä kierrätysravinteiden käyttöä hyödyntäen muiden alojen jätevirtoja ja ehkäistä vesistöjen rehevöitymistä. Ensimmäiset laatujärjestelmän mukaiset tuotteet oli tarkoitus saattaa markkinoille vuoden 2020 alkupuolella. Kierrätyslannoitevalmisteiden laatujärjestelmä vähentää paitsi keinotekoisien lannoitteiden käyttöä ja edistää siten ravinteiden kierrätystä myös hyödyntää muiden alojen jätevirtoja. (Sitra, 2021)

8.3 Tuhkan käyttö metsälannoitteena

Metsiä voidaan hoitaa maanmuokkauksella, metsänviljelyllä, taimikoita hoitamalla, lannoittamalla, kasvatushakkuilla, juurikäpää torjumalla, metsäteitä rakentamalla ja ojittamalla. Metsänhoitoon käytettiin vuonna 2018 yhteensä 252,4 miljoonalla euroa. Tästä summasta lannoittamiseen käytettiin vain 19,6 miljoonaa euroa, josta terveyslannoitusta oli vain noin 30 %, 5,6 miljoonaa. (Luke, Metsätalot 2019, 64.) Terveyslannoitusta ei tehty Uudenmaan alueella vuosina 1990-2018 lainkaan tai siitä ei ole kertynyt tilastoa. (Luke, Metsätalot 2019, 70.) Metsälannoitus olisi kuitenkin taloudellisesti yksi kannattavimmista metsätalouden investoinneista. Lannoituksilla voidaan tuottaa enemmän käyttöpuuta, nopeuttaa puiden järeytymistä sekä aikaistaa hakkuita. Investointi on muihin metsänhoitotöiden verrattuna suhteellisen lyhytaikainen, sillä lisätuotto realisoituu pääosin jo seuraavassa hakkuussa. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo, & Väisänen 2019, 159.) Metsälannoituksen kustannus on noin 300 euroa hehtaarilta. (Luke, Metsätalot 2019, 73.)

Tapio Oy:n, Suomen Metsäkeskuksen ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun yhteisessä Vastuullista liiketoimintaa tuhkassa- hankkeessa on kehitetty toimintamalleja tuhkan hyötykäytön lisäämiseksi ja tuhkaan liittyvän yritystoiminnan kasvattamiseksi metsälannoituksessa, metsätien rakentamisessa ja näitä tukevilla palveluilla. Tähän liittyy myös Valtionneuvoston

hyväksymä Kemera-asetus tuhkalannoitusten tuen laajentaminen. Tuen myöntämisen edellytyksistä poistui aikaisemmin käytössä ollut vaatimus puuston ravinne-epätasapainon osoittamisesta tuen saamisen perusteena. Vaatimuksen poistaminen mahdollistaa metsien tuhkalannoituksen lisäämisen ja sen tavoitteena onkin kolminkertaistaa tuhkalannoitukset 33 000 hehtaarin alalle vuosittain. (Arnkil ym. 2020, 5.) KEMERA-laki eli Kestävän metsäntalouden rahoituslaki oikeuttaa hakemaan tukirahoitusta terveyslannoituksen tekoon tuhkalannoitteilla, kuten lämpölaitosten tuhkillä tai tiettyjen toimittajien lannoitevalmisteilla, tai metsätien rakentamista varten. (Suomen Metsäkeskus, 2020a)

Uudenmaan metsäohjelmassa vuosille 2021-2025 halutaan edistää nimenomaan oikea-aikaista ja optimaalisesti kohdennettua metsänhoitoa kasvun lisäämiseksi ja hiilinielujen vahvistamiseksi. Talousmetsien kasvua voidaan edistää uudistamalla uudistuskypsät metsät ajoissa, maanmuokkauksen ja sopivien lajien istutuksella ja siementen kylvämisellä, joka lisää metsien kasvua ja siten hiilensidontaa. Tämä tarkoittaa, että metsien istutuksen ja taimikon hoidon lisäksi metsien terveys- ja kasvatuslannoitusten määrää tulisi lisätä Uudellamaalla. (Suomen Metsäkeskus, 2020b, 11-12.) Hiilensidontan kannalta metsien ikärakenne on Uudellamaalla hyvä, sillä nopeimmin kasvavien varttuneiden kasvatusmetsien määrä on 40 % ja uudistuskypsien metsien osuus 15 %. Kasvihuonepäästöjen nettopäästö on ollut ja nykyisillä hakkuumäärillä säilyy neutraalina ja tulevaisuudessa metsät voivat toimia niukasti hiilinieluinä. (Suomen Metsäkeskus, 2020b, 16.) Nopeasti hiilinielua lisäävä toimenpide on juuri metsien lannoitus. Metsäohjelmassa visioidaan myös kehittämishanketta, jonka avulla selvitetään metsäbiomassan poltossa syntyvän tuhkan hyödyntämismahdollisuuksia alueella esimerkiksi tienrakennuksen ja metsälannoitteiden raaka-aineena. Tarkoituksena kehittämishankkeessa on rakentaa prosessi ”metsä-haketus-poltto-tuhka-tuhkalannoite-kuljetus-lannoitus” kannattavaksi kiertotalouden prosessiksi. (Suomen Metsäkeskus, 2020b, 19-20.)

Tuhkan käyttöä lannoitteena säädellään Ympäristöviraston mukaan seuraavin säädöksin: ”Tuhkan hyötykäyttöä lannoitteena säätelee lannoitevalmistelaki (539/2006) ja sen perusteella annetut asetukset (MMM asetus 24/11). Tuhkan tuottajaa koskee myös ilmoitus- ja kirjanpitovelvollisuus. Tuhka on edelleen määritelty viimeisimmässä jätelaissa jätteeksi. Sen käyttö maahan levittämällä sellaisenaan lannoitteena tai muutoin lannoitevalmisteena ei edellytä ympäristölupaa jätteen ammattimaisessa tai laitospäisessä hyödyntämisessä, jos tuhkan laatu ja käyttö täyttävät lannoitelainsäädännön mukaiset vaatimukset (YSL 32.1 § 2 kohta). Tuhkan varastointi ja rakeistaminen tai muu esikäsitteily ennen käyttöä metsälannoitteena on taas jätteen hyödyntämistä, joka sen sijaan vaatii ympäristöluvan, jos toiminta on luonteeltaan laitospäisistä tai ammattimäisistä (YSL 27 §). Sitä vastoin esimerkiksi maatilalla tapahtuva pieni-muotoinen tuhkan rakeistaminen betonimyllyssä tai muulla vastaavalla tavalla ei edellytä ympäristölupaa. Rakeistetun tuhkan käyttö lannoitevalmisteena ei edellytä ympäristölupaa. Lannoitevalmisteen valmistaminen tuhkasta edellyttää myös lannoitevalmistelain (539/2006) mukaista ilmoitusta Ruokavirastolle. Myös lämpölaitoksen, joka toimittaa toiminnassaan syntyvää

tuhkaa toiselle toiminnanharjoittajalle käytettäväksi lannoitevalmisteen valmistuksessa, on tehtävä ilmoitus Ruokavirastolle.” (Ympäristöministeriö 2014.) Tuhkan tuottajalla on oltava omavalvontajärjestelmä, jonka tarkoituksena on varmistaa, että lannoite täyttää sille lainsäädännössä asetetut laatuvaatimukset (Ruokavirasto 2020.)

Tuhkalla, jota luovutetaan tai myydään lannoitteeksi, on oltava tuoteseloste (Ruokavirasto 2020.) ”Metsälannoitteena käytettävässä tuhkassa fosforin ja kaliumin yhteispitoisuuden pitää olla vähintään 2 % ja kalsiumin vähintään 6 %. Lisäksi asetuksessa on määritelty haitallisten raskasmetallien sallitut enimmäispitoisuudet: esim. tuhkan kadmiumpitoisuus saa olla enintään 25 mg/kg. Jos maaperä-, lehti- tai neulasanalyysillä on todettu maaperässä tai kasvustossa boorin puute, on sitä sisältävän lannoitteen levitysmäärä enintään 4 kg booria hehtaarille. Muussa tapauksessa enimmäislevitysmäärä on 2,5 kg booria hehtaarille. Tuhkalannoitteen, johon on lisätty booria, levittäminen pohjavesialueilla ja suojelualueilla on kielletty. Keskimääräinen kadmiumin enimmäiskuormitus saa olla maa- ja puutarhataloudessa enintään 7,5 grammaa hehtaarille viiden vuoden ajanjaksona annettuna maisemoinnissa ja viherrakentamisessa 15 grammaa hehtaarille 10 vuoden ajanjaksona annettuna metsätaloudessa 100 grammaa hehtaarille 60 vuoden ajanjaksona annettuna. Metsätaloudessa käytettävän tuhkalannoitteen käytöstä aiheutuva keskimääräinen arseenin enimmäiskuormitus saa olla enintään 2,65 grammaa arseenia hehtaaria kohden vuodessa ja enintään 160 grammaa hehtaarille 60 vuoden ajanjaksona annettuna.” (Ruokavirasto 2020.)

Tuhkille sopiva jälkikäsitteily on rakeistus, jota voidaan kutsua myös pelletöinniksi, granuloinniksi tai briketöinniksi, joka lisää materiaalin käsiteltävyyttä helpottamalla sen levitystä ja annostelua. Rakeistus sopii myös mädätetyille lietteille ja etenkin tuhkalta ja muuttaa ne tasaisemmaksi, pölyämättömäksi ja paakkuuntumattomaksi. Rakeistusmenetelmiä ovat erilaiset rumpu-, puristus- ja sekoitustekniikat, joissa materiaaleihin voidaan lisätä myös puuttuvia ravinteita ja rakeistusta edesauttavia komponentteja, kuten vettä. (Heinonen ym. 2018, 21.) Rakeen ravinnesisältöä voidaan tuotantovaiheessa optimoida. Vähäravinteiset maanparannusaineet voidaan rakeistaa, mutta tuotannon haasteena ovat korkea energiakulutus sekä typpihävikit, mikä ei tietysti haittaa tuhkien kohdalla, koska tuhkassa ei enää ole muutenkaan typpeä. (Luostarinen ym. 2019, 7.) Rakeistamatonta tuhkaa käsitellessä on tärkeä kiinnittää huomiota työturvallisuuteen ja välttää pölyaltistumista esimerkiksi kostuttamalla tai sekoittamalla johonkin muuhun levitettävään lannoitteeseen pölyämisen vähentämiseksi. (Luostarinen ym. 2019, 8-9.) Tuhkalannoitteen levitykselle paras ajankohta on syksy tai alkukevät, kun taas kesällä sitä ei missään nimessä kannata tehdä. Tuhka sopii levitettäväksi myös hangelle. Sopiva levitysmäärä on kohteen mukaan 4-30 tonnia hehtaarille. (Luostarinen ym. 2019, 9-11.) Tuhkia hyvin saatavissa, mutta Luostarisen (2019, 7.) mukaan hinta on korkea 250 €/m³. Humuspehtoori Oy:n sen sijaan ilmoittaa lannoitukseen tarkoitettun puutuhkan hinnaksi vain 33 €/m³. (Humuspehtoori Oy 2020.)

Metsän lannoitukseen tulee käyttää rakeistettua tai itsekovetettua tuhkaa juuri pölyämisen vähentämiseksi. Tuhkan levitys voidaan toteuttaa joko lento- tai maalevityksenä. (Huotari 2012, 46-47). Metsälannoituksen tarkoituksena on lisätä kasvupaikalle niitä ravinteita, joita maassa on niukasti puuston tarpeeseen nähden. Tavoitteena voi olla joko puuston kasvun parantaminen eli puuntuotoksen lisääminen tai maan ravinne-epätasapainon korjaaminen puuston häiriöttömän kehityksen turvaamiseksi pitkällä aikavälillä. (Huotari 2012, 41.) Tuhkalannoitus sopii parhaiten runsastyypisille ojitetuilla turvemaille, joilla puuston kasvua rajoittaa kaliumin ja fosforin niukkuus. Tuhkalannoitus sopii hyvin myös turvetuotannosta vapautuville suopohjille, jotka halutaan metsittää tai maisemoida kasvillisuuden peittoon. Kangasmailla puiden kasvua rajoittaa typen niukkuus, joten tuhkalannoitus ei yleensä lisää puiden kasvua. Kangasmailla tuhkalannoitusta voidaan kuitenkin käyttää ravinteiden epätasapainosta tai puutoksesta aiheutuvien puiden kasvuhäiriöiden torjumiseen. Tuhkalannoitus vähentää maan happamuutta ja lisää maan pintakerroksen kokonaisravinnevaroja pitkäaikaisesti. Pääravinteista fosfori on tuhkassa kaikkein hidasliukoisin, kun taas kalium ja boori liukenevat nopeasti maaveteen. Myös maan raskasmetallipitoisuudet kohoavat tuhkalannoituksen seurauksena, mutta tuhkan emäksisyyden takia ne pysyvät kuitenkin erittäin hidasliukoisessa muodossa. (Huotari 2012, 46-47).

Tuhkalannoituksen vesistöille mahdollisesti aiheuttamina ympäristöriskeinä pidetään tuhkan fosforipitoisuutta sekä tuhkan sisältämiä raskasmetalleja, jotka liuetessaan saattavat huuhtoutua vesistöihin. Vaikka tuhka itsessään ei sisällä typpeä, tuhkalannoituksen aiheuttama maan happamuuden vähentyminen sekä hajotustoiminnan aktivoituminen voi lisätä typen vapautumista runsastyypisillä alueilla. Tällöin myös riski typen huuhtoutumiselle kasvaa. Tutkimukset ovat kuitenkin todistaneet, että jos tuhkaa ei joudu lannoituksen yhteydessä suoraan ojiin, vesistöjen rehevöitymistä edistävän fosforin sekä haitallisten raskasmetallien huuhtoutuminen tuhkalannoitetuilta alueilta on hyvin vähäistä. (Huotari 2012, 43). Rakeistaminen hidastaa ravinteiden, kuten kaliumin ja boorin, liukenemista tuhkasta ja näin ollen vähentää ravinnehuuhtoumia. Raskasmetallien tiedetään liukenevan maaperästä ja tuhkasta vesiin helpommin happamasta maasta, mutta tuhkan emäksisyys ja sen neutralointikykyyn kesto vaikuttavat mahdollisesti tapahtuviin huuhtoumiin vähentävästi. (Huotari 2012, 43). Tuhkalannoitus vilkastuttaa maaperän hajotustoimintaa, mikä edistää pitkällä aikavälillä maan orgaanisen aineksen hajoamista ja typen vapautumista kasvien käyttöön. Tuhkan levitys voi aluksi vähentää kasvupaikan alkuperäisten sammalten peittävyttä, koska sammaleet kasvavat paremmin happamassa maassa. Heinät ja ruohot tavallisesti lisääntyvät ja varpukasvit puolestaan vähentyvät. Kasvupaikan lajimäärä voi jopa lisääntyä, kun uusia ja vanhoja lajeja esiintyy rinnakkain. Ennestään kasvittomilla alueilla, kuten turvetuotannosta vapautuneilla suopohjilla, tuhkalannoitus nopeuttaa kasvillisuuden muodostumista merkittävästi. Tuhkan sisältämien raskasmetallien ei ole havaittu siirtyvän kasvillisuuteen, marjoihin tai sieniin haitallisissa määrin.

Sammalten pitoisuudet ovat joissakin tapauksissa kohonneet hieman tuhkan levityksen jälkeen, mutta ne eivät ole kuitenkaan poikenneet olennaisesti luonnollisista vaihtelurajoista. Marjojen ja sienten raskasmetallipitoisuudet voivat nousta tilapäisesti niiden pinnalle kertyvän tuhkapölyn vuoksi, joten niiden poimimista heti levitystä seuraavana kesänä tulisi välttää. Tuhkalannoituksen ei ole havaittu lisäävän kadmiumin kertymistä erilaisten hyönteisten, jyrsijöiden tai kalojen elimistöön eikä linnunmuniin. Jos tuhkaa ei joudu lannoituksen yhteydessä suoraan ojiin, ravinteiden ja raskasmetallien huuhtoutuminen tuhkalannoitetuilta alueilta vesistöihin on ollut hyvin vähäistä. Pitkän aikavälin riskien minimoimiseksi on kuitenkin tärkeää, että metsälannoituksessa käytettävälle tuhkalalle määritellyt raskasmetallipitoisuuksien raja-arvoja noudatetaan. (Huotari 2012, 46-47). Vuonna 2019 julkistetussa Suomen lajien uhanalaisuusarvioinnissa tarkastelluista noin 22400 lajista määritettiin uhanalaisiksi yhteensä 2667 lajia, 11,9 prosenttia, joista noin kolmasosa elää metsissä ja neljä prosenttia soilla. Metsien elinympäristöiden uhanalaisista lajeja löytyy lehtometsistä ja vanhoista metsistä. (Luke, Metsätilastot 2019, 41.) Näin ollen, vaikka hiilitalouden vuoksi metsiä tulisi uudistaa niin vanhojen metsien arvo on erilaisten lajien moninaisuus, biodiversiteetti. Suurin osa metsistä kasvavista uhanalaisista lajeista ovat sieniä ja jäkäliä, 353 lajia, ja selkärangattomia eli esimerkiksi hyönteisiä, 402 lajia. Uhanalaisia lajeja on toki tätä enemmän, mutta ne elävät muissa elinympäristöissä kuin metsissä. (Luke, Metsätilastot 2019, 52.) (Luke, Metsätilastot 2019, 48.) Uudellamaalla on kuitenkin alueen kokoon nähden suuri määrä alueista suojeltuja metsämaita, 6,3 prosenttia, suojeleasteen ollessa Lappia lukuun ottamatta jotain väliltä 2,3-8,6 %. (Luke, Metsätilastot 2019, 45.)

8.4 Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelma

Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelma 2016-2018 oli yksi silloisen hallituksen kiertotalouden kärkihankkeista, jota koordinoi Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Hankkeessa tehtiin useita kokeiluja ja rahoitettiin kymmeniä investointeja biotalouden jätteiden ja sivuvirtojen ravinteiden kierrättämiseksi. (ELY-keskus, 2020a.) Myös pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelmaan on sisällytetty ravinteiden kierrätyksen kärkihankkeen jatkuminen. Tarkoituksena on edistää lannan, puhdistamolietteiden ja muiden ravinnepitoisten biomassojen prosessointia siten, että niistä saadaan maataloudelle välttämättömät ravinteet talteen orgaanisia lannoitevalmisteita tai muita korkeamman jalostusasteen tuotteita kehittämällä. Hallitus hyväksyi 5.3.2020 asetuksen, jolla biomassojen ja ravinteiden kierrätystä edistävään tutkimus-kehittämisen- ja innovaatiotoimintaan sekä investointeihin voidaan myöntää tukea vuosille 2020-2022. Toimeenpanosta vastaa edelleen Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. (ELY-keskus, 2020b.)

Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelmassa on ollut useita hankkeita, joita tutkimalla Lapinjärvi saisi apua lannoiteliiketoiminnan aloittamiseen alueella. Liitteenä olevassa taulukossa (Liite 1) on kuvattu vuosina 2016-2018 tehdyt kokeilut lyhennetysti kertomalla hankkeen pää- ja osatoteuttajat, hankkeen sisältö, toteutusaika ja hankkeen budjetti ja myönnetyn tuen

osuus budjetista. Taulukosta voi huomata, että myös useat kierrätyslannoitealalla toimivat yritykset ovat saattaneet toimintaansa alkuun ja kehittäneet toimintaansa näiden valtion tukemien hankkeiden avulla. Toteutetuissa hankkeissa on myös useita biokaasulaitosten jätteidensä kehittämishankkeita lannoitteiksi. (ELY-keskus, 2020c; ELY-keskus, 2020d.)

8.5 Yritykset kierrätyslannoitetoiminta-alalla

Kierrätyslannoitealalla toimii tällä hetkellä parisataa yrittäjää ja niiden määrän ennustetaan kasvavan lähivuosina alan tarjotessa uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Alan kasvu edellyttää osaamisen kasvua ja kehittämistä kierrätyslannoitteiden valmistamisen ja tuotteistamisenkin osalta. Kierrätyslannoitteen valmistaja on vastuussa valmisteen lainmukaisuudesta, turvallisuudesta ja laadusta ja haitattomuus tulee arvioida siten, ettei haitta-aineet ylitä sallittuja arvoja. Kierrätysravinnetuotteista on tehtävä myös hinnaltaan kilpailukykyistä, tasalaatuista ja niiden on täytettävä kasvien ravinnetarve ja turvallisuus- ja laatuksiteerit. (Luostarinen ym. 2019, 4.)

Kierrätyslannoitealalle on jo perustettu useita yrityksiä, kuten BioA Oy, Ecolan Oy, Soilfood Oy, Humuspehtoori Oy. Myös energiayhtiö Gasum Oy jalostaa biokaasutuotannon sivuvirtoja lannoitteeksi (Gasum Oy, 2020.) Yrityksillä on valikoimissaan hyvin erilaisia tuotteita, jotka on jalostettu maa- ja metsätalouden, yhdyskuntien sekä teollisuuden jätteistä ja sivuvirroista. Myös perinteiset lannoitevalmistajat jalostavat nykyään myös kierrätyslannoitteita, kuten Biolan Oy, Kekkilä Oy ja Yara, joka tekee yhteistyötä myös Ecolan Oy:n kanssa. (Ecolan Oy 2020.) Myös paikalliset lämpövoimalaitokset kehittävät omia hankkeita tuhkan hyödyntämiseksi lannoitteena, kuten Porvoon Energia Oy kertoo nettisivuillaan hyödyntävänsä kaukolämpötuotantonsa tuhkat metsälannoitteena (Porvoon Energia Oy 2020.) Lahden seudun kehittämissyhtiö Ladec Oy etsii parhaillaan kumppaneita tuhkalannoiteyhteistyöhön yhdessä Aalto Yliopiston kanssa hankkeessa Ravinnekierätyksestä kilpailukykyä "RAKIKY", jossa jatkojalostetaan kompostia ja tuhkaa uudeksi orgaaniseksi kierrätyslannoitteeksi hyödyntäen alueen masavirtoja. (Ladec Oy 2020.) Ecolan Oy on tutkinut yhdessä Helsingin Yliopiston kanssa, mitkä näistä jalostetuista kierrätyslannoitteista kelpaavat luomutuotantoon. Kierrätyslannoitteiden, jotka soveltuvat myös luomulannoitteeksi valmistajia ovat mm. Biokymppi Oy, Cemagro Oy, Ecolan Oy, Evijärven Peruna Oy, Fertilex Oy, Hankkija Oy, Humuspehtoori Oy, Kaskär Grönsaker AB, Kekkilä Oy, Natural Compost Oy, Neko Oy, Novarbo Oy, Soilfood Oy, Tikalan Oy, Yara Suomi Oy. (Karimaa & Kivelä 2020, 4) Oheisessa taulukossa (Taulukko 7) on kuvattu joitain kierrätyslannoitealalla toimivia yrityksiä ja heidän tuotevalikoimaansa tuhkalannoitteiden osalta.

Taulukko 7: Kierrätyslannoiteyrityksiä ja niiden tuhkatuotteita

BioA Oy, Kotka-Hamina	
Metsäteoll. ja energialait. sivuvirrat	Kalkitseva NK-lannoite
Ecolan Oy, Nokia, Viitasaari	
Lämmön- ja sähköntuotannon sivuvirtoina syntyneiden lento-, arina- ja pohjatuhkien käyttö	Agra Luomulannoitteet
	Ecolan Agra 3-0-0- NS typpipitoinen lannoitelius
	Ecolan Agra 8-4-2 eläinperäinen kivennäislannoite
	Ecolan Agra 8-4-8- moniravinne orgaaninen kivennäislannoite
	Ecolan Agra 8-4-5- moniravinne orgaaninen kivennäislannoite
	Ecolan Agra 13-0-0 typen täydennyslannos
	Ecolan Agra Patenttikali täydennyslannoite luomuviljelyyn
	Ecolan AgraKaliumsulfaatti täydennyslannoite luomuviljelyyn
	Silva Metsälannoitteet
	Borea Silva boorilannoite metsille ja pelloille
	Horus Silva tuhkalannoite turvemaiden metsille
	Nitro Silva kasvatusmetsien peruslannoitukseen
	Cinis Silva tuhkalannoite turvemaan metsään
	Ecolan Infra TR 0-40 Infra kevytkiviaines lento ja pohjatuhkista
	Infra uusiomateriaalit
	Ecolan Infra Binder Uusiosideaineet
	Humuspehtoori Oy, Pälkäne
Maanparannusaineet ja luomulannoitteet metsäteollisuuden ja maatalouden sivuvirroista	Lannoitteet
	Broilerhyvä, Hevosvoima, Pihahyvä ja Rikkiviisas
	Luomutuhka
	Maanparannusaineet
	Ehta, Eläväkate, Erikoinen, Jyty, Kate, Potku, Sappi ja Viljahyvä
Soilfood Oy	
Maa-, metsä-, kemian-, kaivos-, teollisuuden sivuvirtojen käyttö	Kalkit
	Maanparannuskalkit, maanparannuskalkki V
	Ravinnekalkit, rakennekalkki I, IV, V, 20, 21
	Ravinnepitoiset kalkit
	Tehokalkit
	Kuidut
	Nollakuidut, Nollakuitu I ja II
	Ravinnekuitu I ja III, Kompostoitu ravinnekuitu I, II ja III
	Lannoitteet
	Boost -tuotteet, NS, NPKS, NK, NKS Premium, NPK nestelannoite
	Ravinnelannokset, Väkevä ravinnelannos I, ravinnelannos I
	Ravinneseos IV, Väkevä ravinneseos I, Ravinneseos I ja II
	Tuhka-Hukka Oy, Kitee
	Kiteen metsätuhka
	Si-tuhka
	Arppen tuhka
	Haku-tuhka

9 Vaihe 4: Tuhkalannoitusekosysteemin ja liiketoimintamallin käyttöönotto

Käyttöönottovaihe tässä opinnäytetyössä ei tarkoita suunnitellun toiminnan varsinaista lanseerausta vaan innovointiprosessin viimeistä vaihetta, jossa suunnitellaan tarkemmin mahdollisen tuhkaliiketoiminnan liiketoimintaedellytyksiä erilaisten työkalujen avulla. Vaiheessa kuvataan mahdollista alueellista liiketoimintaekosysteemiä ja muodostetaan liiketoimintamalli Business Model Canvas -mallipohjan avulla sekä alustava toimintasuunnitelma ja tiekartta. Toimintasuunnitelman toimeenpanoa tulisi edeltää tulevaisuustyökalujen backcasting- ja roadmap-avulla tehty tulevaisuuden vision ja visioon vievän tiekartan muodostaminen. Alustavassa toimenpidesuunnitelmassa visio ja tiekartta on hahmoteltu alustavasti, vaikka niitä ei ole tehty työpajassa yhteistyössä asianomistajien kanssa. Koska hankkeessa on ollut vähän mahdollisuuksia varsinaiseen osallistavaan tutkimukseen ja yhteistyöhön paikallisten toimijoiden kanssa, eikä kaikkia tarpeellisia tahoja ole tunnistettu ja kontaktoitu, on tässä kappaleessa tehdyt suunnitelmat alustavia ja suuntaa antavia. Jatkokehitysaihe onkin löytää kaikki oikeat toimijat suunnittelemaan toimintaa yhteisessä ekosysteemissä.

9.1 Backcasting tulevaisuuden visiosta nykytilaan ja tiekartta toimenpiteistä

Kannattavan liiketoiminnan aikaansaamiseksi, tulee organisaatiolla olla strateginen visio tämän hetken ja tulevaisuuden tarpeisiin. Backcasting on yksi tulevaisuudentutkimuksen ja visio-prosessin työkaluista. Backcasting termi voidaan suomentaa takaisin tulevaisuudesta -menetelmäksi. Lähestymistavassa ensimmäisenä asetetaan visio ja sen jälkeen aletaan pohtia visioon tarvittavia toimenpiteitä taaksepäin aina nykyisyyteen asti. Sen avulla voidaan tarkastaa vision toteutumisen mahdollisuudet rakentamalla portaat visioon pääsemiseksi. Lähestymistapa sopii hyvin työkaluksi tarkasteltaessa visioita, jotka ovat kaukana tulevaisuudessa ja niihin pääsemiseksi tulisi tapahtua suuria ja kompleksisia muutoksia sekä silloin, kun nykyiset rakenteet ja ovat ongelma, josta tulisi päästä eroon. Siitä syystä backcasting -menetelmä sopii hyvin juuri kestävän kehityksen mukaisten ympäristöasioiden tulevaisuuden visioiden tutkimiseen, missä täytyy ottaa huomioon monia yhteiskunnallisia ja teknologisia toisistaan riippuvia ja riippumattomia tekijöitä ja niiden syy- ja seuraussuhteita. (Kupsala ym. 2010, 37-38, Dreborg 1996.) Dreborgin (1996) ja Joutsenvirran (ym. 2018) mukaan backcasting -termiä on ensimmäisenä käyttänyt 1990-luvulla ympäristötieteilijä John Robinson, mutta menetelmän periaatteet on kuvattu ensimmäisen kerran jo aiemmin energia-alan tulevaisuudentutkimuksen yhteydessä. Menetelmää on kuvattu nimenomaan tulevaisuuden tutkimuksen työkaluna päästä yhteen toivottuun tulevaisuuteen, toisin kuin enemmän käytetyssä tulevaisuuden skenaariotyökalussa ennustamisessa (forecasting), jossa muodostetaan useita vaihtoehtoisia tulevaisuuden maailmoja epävarmuuden torjumiseksi ja toimintaympäristön muutokseen varautumiseksi. Backcasting on enemmän kuin unelmointityökalu, sillä se luo reitin toivottuun tulevaisuuteen ja näin myös toteuttaa ajatusta, että tulevaisuus pitää tehdä itse. Kupsalan ym. (2010, 41) mukaan visioprosessi tulisi jakaa kahteen osaan, joista backcastingin ensimmäinen

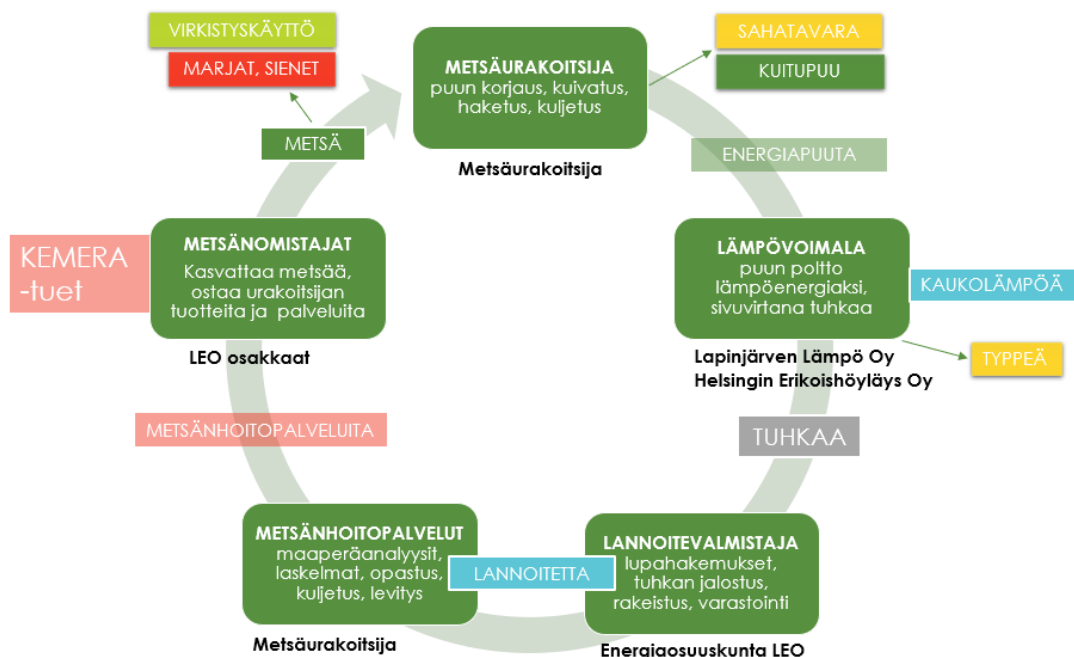
vaihe on vision määrittely ja toinen vaihe sen jälkeen on vision mahdollisuuksien tarkastelu. Tarkastelussa voidaan käyttää PESTEV-analyysiä, jotka tarkastelevat visiota ja ilmiötä poliittisesta (P), ekonomisesta (E), sosiaalisesta (S), teknologisesta (T), ekologisesta (E) ja vielä lisäksi arvojen (V) näkökulmasta.

Backcastingin tukena voidaan käyttää roadmap -työkalua tulevaisuuden visioon pääsemiseen vaadittavien tehtävien ja vastuiden listaamiseksi ja ajoittamiseksi. Roadmap eli suomeksi tiekartta on strategisen johtamisen ja kehittämisen työkalu, jossa eri tahojen ryhmätyönä muodostetaan visuaalinen etenemiskartta tarvittavista toimenpiteistä strategisiin tavoitteisiin pääsemiseksi. Lähestymistapa kehitettiin ja sitä käytettiin ensimmäisenä Motorolassa jo 1970-luvun lopulla ja sen jälkeen se on ollut käytössä monissa ja monenlaisissa eri organisaatioissa erilaisiin tarpeisiin. Se on ollut suosittu etenkin teknologiapainotteisissa strategisissa hankkeissa. (Phaal ym. 2007, 2.) Tiekartan tekeminen on myös työpajapohjainen prosessi, jossa tärkeimmät asianomistajat ja asiantuntijat kootaan saman pöydän ääreen keskustelemaan kulloiseenkin aiheeseen liittyvistä strategisista tavoitteista ja suunnittelemaan strategian muukaista etenemistä. Lähestymistavan etuna on juuri sen fasilitoima keskustelu tiekartan työstämisen aikana ja etenkin sen jälkeen, kun innovaatioita ja strategisia tavoitteita implementoidaan sen avulla. Kunhan työpajaan on osattu valita oikeat osallistujat, jää varsinaisen fasilitaattorin vastuulle lähinnä aikataulusta huolehtiminen. Menetelmän systemaattisuus mahdollistaa hyvin erilaisista taustoista olevien ihmisten työskentelyn yhdessä antamalla ryhmälle vastuun tuottaa yhdessä valmis visuaalinen esitys ja aikataulu strategisiin päämääriin pääsemiseksi. Visuaalisen tiekartan tulee vastata kysymyksiin missä olemme nyt, mihin olemme menossa ja miten sinne pääsemme. (Phaal ym. 2007, 4-8.) Tiekartat ovat hyödyllisiä, kun halutaan esimerkiksi linkittää teknologisen tuotteen tuotekehitys markkinointistrategiaan ja edelleen koko yrityksen pidemmän aikavälin suunnitteluun. Tiekartoilla pystytään selkeästi yhdistämään organisaation eri toimintojen osuudet tehtävistä sekä osoittamaan heikkoudet, vahvuudet ja puutteet organisaation osaamisessa. Tiekartat lisäävät kommunikoinnin lisäksi eri organisaatioiden osien omistajuutta kehittämistehtävistä ja lisäävät suunnitelmallisuutta pidemmälle tulevaisuuteen. (Albright, Kappel 2016, 31.)

Tämän opinnäytetyön tuloksena esitetään puutuhkan käyttöä metsälannoitteena ravinnekierron aikaansaamiseksi. Ilman yritysten ja Lapinjärven ekosysteemin kanssa yhdessä tehtyä visioprosessia ja visioprosessimenetelmien käyttöä ehdotus Lapinjärven visioksi voisi olla **”Resurssiviisas ja ravinneomavarainen Lapinjärvi”**. Alustava ehdotus tiekartaksi on kerrottu kappaleessa 9.4., jossa kuvataan alustavaa toimenpidesuunnitelmaa tuhkalannoitetoiminnan aloittamiseksi.

9.2 Tuhkan kierto ja liiketoimintaekosysteemin kuvaus

Seuraavaksi tuhkan metsälannoitekäytölle kehitetään ekosysteemin kuvaus. Lapinjärven tuhkaekosysteemin muodostamiseen käytettiin pohjana Tapio Oy:n mallintamaa alueellista mallia, jonka alun perin on Matilainen (2017) kehittänyt omissa opinnäytetyössään (Arnkil ym. 2020, 57.) Ekosysteemiä muokattiin kuitenkin sisältämään liiketoiminnan lisäksi myös itse tuhkan suljettu kierto lämpövoimalan sivuvirrasta takaisin metsään ja energiapuuksi ja muiksi metsäntimiksi. Lapinjärven tuhkan kierto on kuvattu alapuolisessa kuviossa (Kuvio 12), jossa urakoitsija korjaa metsästä energiapuuta, joka kuivatetaan ja haketetaan. Metsäkierrosta poistuu kuitupuu ja sahatavara muihin metsäteollisuuden kiertoihin. Energiapuun poltosta syntyy Lapinjärven Lämmön ja Helsingin Erikoishöyläyksen lämpövoimaloissa lämpöenergiaa lämmitykseen ja tyypeä, joka poistuu kierrosta sekä sivuvirtana tuhkaa, josta jalostetaan tuhkalannoitetta. Lannoitteen lisäksi metsänomistajille tarjotaan ja myydään erilaisia metsänhoitopalveluita, jotta metsä kasvaa nopeammin, tuottaa puumateriaalia, sekä toimii tehokkaampana hiilinieluna ilmastonmuutoksen torjumiseksi. Metsänomistajat voivat hakea metsänhoitotoimenpiteisiin Kemera -tukia. Kierrossa on kuvattu myös metsän muut arvot, kuten virkistyskäyttö ja siellä kasvavat ja kerättävät antimet, kuten marjat ja sienet.



Kuvio 12: Lapinjärven tuhkan kierto ja liiketoimintaekosysteemi

Ekosysteemi olisi mahdollista muodostaa myös muiden kuin pelkästään Lapinjärveläisten toimijoiden kanssa, vaikka jo kierrätyslannoitetoimintaa tekevien valmistajien kanssa, joiden ekosysteemiin voi liittyä toimittamalla tuhkaa lannoitteiden ainesosaksi. Tällaisen toimijan tulisi kuitenkin löytyä 100 kilometrin säteellä ja tähän mahdolliseksi kumppaniksi voisi olla

hyvä esimerkiksi Kotka-Haminan seudulla toimiva BioA Oy, joka yhdistää tuotannossaan pape-riteollisuuden sivuvirtoja tuhkiin. Lapinjärvi voisi toimia myös Uudenmaan alueen moottorina kierrätyslannoitetoiminnassa ja kerätä lähialueiden pienten voimaloiden tuhkat samaan lannoitevalmistusekosysteemiin, jos omat sivuvirrat ovat liian pieniä. Samaan ekosysteemiin voivat liittyä myös paikalliset lapinjärveläiset maanviljelijät, jotka voivat käyttää tuhkalannoitetta pelloillaan ja kasvihuoneissaan. Lapinjärven Lindkoskella toimii esimerkiksi Robben pieni puutarha - yritys, joka viljelee 15 000 neliömetrin alueella yli 40 salaatti-, yrtti- ja itulajiket- tuottaen kauppoihin ja ravintoloihin yli 30 000 tuoretuotetta päivässä. (Robben pieni puutarha 2021.) Mahdollisesti heillä voisi olla käyttöä tuhkalannoitteille kasvihuoneiden kas- vualustoissa.

9.3 Liiketoimintamallin kehittäminen tuhkalannoite-ekosysteemille

Tuhkaekosysteemille hahmotellaan tässä kappaleessa liiketoimintamalli mallipohjan avulla. Osterwalder ja Pigneur (2014, 15-45) ovat kehittäneet yrityksen liiketoimintamallin luomista ja jäsentämistä varten graafisen mallin - liiketoimintamallipohjan (business model canvas), joka jakautuu yhdeksään eri liiketoimintamallia määrittävään osaan. Liiketoimintamallipoh- jan eri osioissa esitellään yrityksen ydintoiminnot, resurssit, arvolupaus, asiakassuhde, kana- vat, asiakasryhmät, kumppanit, kulurakenne ja tulovirrat. Liiketoimintamallipohjaa voidaan käyttää apuna kehitettäessä uusia liiketoimintamalleja ja jokaisen osion kohdalla tulee miet- tiä, mitä kehitettävässä liiketoimintamallissa juuri tässä liiketoiminnassa on tärkeitä vastaa- malla jokaisen osion kohdalla alla lueteltuihin kysymyksiin.

- AVAINKUMPPANIT (key partners) - Ketkä ovat yrityksen tärkeimmät kumppanit, toi- mittajat ja mitä resursseja saadaan kumppaneilta?
- YDINTOIMINNOT (key activities) - Mitä ydintoimintoja arvoehdotus vaatii, mitkä ovat jakelukanavat ja asiakassuhteet ja tulovirrat?
- AVAINRESURSSIT (key resources) - Mitä resursseja arvoehdotus vaatii? Mitkä ovat jake- lukanavat ja asiakassuhteet ja tulovirrat?
- ARVOEHDOTUS (value proposition) - Mitä arvoja toimitamme asiakkaallemme, mitä asiakkaan ongelmia autamme ratkomaan? Mitä tuotteita ja palveluita tarjoamme kul- lekin asiakasryhmälle? Mitä asiakkaan tarpeita tyydytämme?
- ASIAKASSUHTEET (customer relationships) - Millaista suhdetta kukin asiakasryhmä meiltä odottaa? Mitä suhteiden ylläpito maksaa?
- KANAVAT (channels) - Mistä markkinointi- ja myyntikanavista asiakkaat haluavat mei- dät löytää? Miten tavoitamme asiakkaat?, Miten kanavat on integroitu toisiinsa?, tie- toisuus → harkinta → osto → toimitus → jälkimarkkinointi
- ASIAKASSEGMENTIT (customer segments) - Kenelle tuotetaan arvoa, ketä ovat tär- keimmät asiakkaat?

- KUSTANNUSRAKENNE (cost structure) - Mitkä ovat kiinteät kulut ja muuttuvat kulut, mitkä ovat suurimmat kulut, mitkä resurssit ovat kalleimmat, mitkä toiminnot ovat kalleimmat?
- TULOVIRRAT (revenue streams) - Kiinteä ja dynaaminen hinnoittelu, mistä tulovirrat muodostuvat?

Lewandowski (2015, 16-21) on soveltanut Osterwalderin ja Pigneurin kehittämää liiketoimintamallipohjaa ja määritellyt, mitkä toimintatavat vastaavat liiketoimintamallia kehitettäessä esitettäviin kysymyksiin kehitettäessä kiertotalouden mukaista liiketoimintamallia:

- AVAINKUMPPANIT: Yhteistyöverkostot, yhteistyöntyyppit
- YDINTOIMINNOT: Tuotannon optimointi, tuotesuunnittelu, lobbaus, uudelleenvalmistus ja kierrätys, teknologian vaihto
- AVAINRESURSSIT: Paremmiin toimivat materiaalit, luonnonvarojen palauttaminen ja uudistuminen, materiaalien virtualisointi, hyvitetyt resurssit (tuotteet, komponentit, materiaalit)
- ARVOEHDOTUS: tuote-palvelujärjestelmät, kiertotaloustuote, virtuaalinen palvelu, kannustimia asiakkaille takaisinottojärjestelmässä
- ASIAKASSUHTEET: Valmistaminen tilauksesta, asiakkaan valinta tuotetta suunnitella, sosiaalisen markkinoinnin strategiat ja suhteet kierrätettäessä
- KANAVAT: Virtualisointi
- ASIAKASSEGMENTIT: Asiakastyypit
- KUSTANNUSRAKENNE: Käytettävä erityisiä arviointikriteerejä ja laskentaperiaatteita, jossa mietitään kannustimien arvot asiakkaille ja materiaalivirtojen kustannusten laskemisen periaatteet
- TULOVIRRAT: panosperusteinen (input-based), saatavuusperusteinen (availability-based), käyttöperusteinen (usage-based), suoritusperusteinen (performance-based), korvattujen resurssien arvo

Kestävän kehityksen ja kiertotalousmallin mukaiset liiketoimintamallit lisäävät liiketoimintamallipohjaan vielä lisäelementtejä, jotka määrittelevät yrityksen kestävän kehityksen mukaisia arvoja ja tavoitteita. Kiertotalouden mukainen liiketoimintamallipohja sisältää kiertotalouden ajurit ja mahdollistajat, vaikutukset ekologisiin, sosiaalisiin ja taloudellisiin näkökulmiin. (Antikainen & Valkokari 2016, 8; Geissdoefer 2020, 10.) Lewandowski (2015, 20-21) lisää malliin vielä osiot, Takaisinottojärjestelmät (take-back system) ja Omaksumistekijät (adoption factors).

- TAKAISINOTTOJÄRJESTELMÄ - Takaisinoton hallinta, kanavat, asiakassuhteet
- OMAKSUMISTEKIJÄT - Organisaation valmiudet ja PESTE-tekijät

Antikaisen ja Valkokarin (2016, 8-9) kolmitasoinen kiertotalouden mukaisen näkökulman omaava liiketoimintamallipohja pohjautuu Osterwalderin ja Pigneurin kehittämään malliin, mutta siinä liiketoimintamallitason lisäksi otetaan huomioon liiketoimintaekosysteemitason taloudellisen & lakien mukaisen näkökulmien sekä kestävän kehityksen mukaisesti sosiaalisen, ekologisen ja taloudellisen vastuullisuuden vaikutukset liiketoimintamalliin. Näiden avulla voidaan arvioida liiketoimintamallin kestävyyttä ja kiertotaloudenmukaisuutta. Kestävän kehityksen ja kiertotalouden mukaisten liiketoimintamalli-innovaatioiden tulisi integroida yhteen liiketoimintamallissa niin makro- (globaali, trendit ja ajurit), meso- (ekosysteemi ja arvon yhteisluonti) kuin mikrotasot (yritys, asiakkaat ja kuluttajat). Trendit ja ajurit sisältävät liiketoimintaympäristön monitoroinnin ja analysoinnin ja nykyisten trendien tunnistamisen. Kestävän kehityksen vaikutus on jaettu sen asettamiin vaatimuksiin ja aiheuttamiin hyötyihin. (Valkokari ym., 2016, 8).

Alapuolisessa taulukossa (Taulukko 8) on kuvattu Lapinjärven kierrätyslannoite-ekosysteemin liiketoimintamalli, jossa aiemmin esitettyihin kysymyksiin on vastattu kuvitellun tuhkanlannoite-ekosysteemin näkökulmasta. Taulukossa ylin oranssi alue on ekosysteemitaso, jossa kuvataan trendit ja ajurit, sekä sidosryhmien osallistuminen. Trendejä ja ajureita ovat ilmastonmuutoksen torjunta, kestävä metsänhoito ja lannoitevalmistukseen liittyvät lait. Sidoryhmiä alueellisessa ekosysteemissä ovat Lapinjärven kunta, tuhkan tuottajat ja tuhkan mahdolliset käyttäjät eli metsänomistajat ja maanviljelijät, joiden tulisi toimia tiiviissä yhteistyössä. Keskimäinen sininen alue on perinteinen liiketoimintamallipohja (business model canvas), jossa avainkumppaneja ovat Lapinjärven Lämpö, Helsingin Erikoishöyläys ja muut tuhkan tuottajat, metsäurakoitsija ja lannoitevalmistaja, joita ei ole tähän tahoina pystytty nimeämään. Resursseja ovat tarvittavat tuotantotilat, välivarastot, rakeistus-, kuljetus- ja levityskalusto. Avaintoimintoja ovat lannoitetuotanto, maaperäanalyysit ja lannoitus- ja metsänhoitopalvelut. Asiakkaina toimivat ekosysteemiin osallistuvat tahot, jotka tuotteistavat ja jakavat tuhkan ja sen jalostamisesta ja käytöstä aiheutuvat kustannukset keskenään, koska kustannusrakenne on esitetty toimivan Mankala -periaatteen mukaisesti. Liiketoimintamallissa tulot perustuvat kemikaalivuokraukseen tai lannoitteen myyntiin ja erilaisten metsänhoitopalveluiden, kuten kuljetuksen, levityksen ja maaperäanalyysipalveluiden myyntiin asiakkaan tarpeen ja valinnan mukaisesti. Alin vihreä alue on vastuullisuuden näkökulmataso, jossa esitetään sosiaaliset, taloudelliset ja ekologiset vaatimukset ja edut Lapinjärven alueelle.

Taulukko 8: Lapinjärven tuhkaekosysteemin liiketoimintamalliehdotus

LIIKETOIMINTAEKOSYSTEEMITASO				
TRENDIT JA AJURIT Ilmastonmuutoksen torjunta, hiilinielut, kestävä metsänhoito Ympäristö-, lannoitevalmiste-, sivutuotelaki, Kemera -tuet, hankkeet			SIDOSRYHMIEN OSALLISTUMINEN Kunnan, tuhkantuottajien, metsänomistajien ja luomuviljelijöiden yhteistyö asian edistämiseksi	
LIIKETOIMINTAMALLITASO				
AVAINKUMPPANIT TUHKAA: Helsingin Erikoishöyläys Oy Lapinjärven Lämpö Oy Muut tuhkantuottajat	AVAINRESURSSIT Tuotantotilat Rakeistuslaitteisto Kuljetus- ja levityskalusto Urakoitsija	ARVOEHDOTUS Sivuvirroista kasvua metsissä ja pelloilla	ASIAKASSUHTEET Tiivistä yhteistyötä yhteisessä ekosysteemissä	ASIAKASSEGMENTIT Metsän omistajat Luomuviljelijät Puutarhurit Viljelijät
KULJETUS & LEVITYS: Metsäurakoitsija	AVAINTOIMINNOT Lannoitetuotanto		KANAVAT Internet -sivut ja verkkotilaus Henkilökohtainen palvelu	
TUOTANTO: Rakeistuslaitteiston valm.	Maaperäanalyysit Lannoitepalvelut			
KUSTANNUSRAKENNE Mankala -malli tai osuuskuntamalli (LEO) Raaka-aine halpaa, kustannuksia kuljetuksesta ja levityksestä			TULOVIRRAT Kemikaalivuokraus / Lannoitemyynti / Metsänhoitopalvelujen myynti	
KESTÄVÄN KEHITYKSEN VAIKUTUS (SOSIAALINEN, TALOUDELLINEN JA EKOLOGINEN)				
VAATIMUKSET SOSIAALINEN - Asiakkaiden vakuuttaminen tuhkalannoitteen eduista TALOUDELLINEN - Toiminta tuottaa hyötyjä suhteessa kustannuksiin EKOLOGINEN - Tuhka on turvallista käyttää, ei valu vesistöihin			EDUT SOSIAALINEN - Työllistäminen, yhteistyön lisääminen yhteisössä TALOUDELLINEN - Työllistäminen, resurssitehokkuus, jätteestä tuotteeksi EKOLOGINEN - Ravinnekierroksen parantaminen, ravinteet jää kuntaan	

Mahdollisesti perustettavan uuden lannoiteyrityksen yritysmuoto voisi siis toimia Mankala-mallilla. Mankala-mallissa toimitaan omakustannusperiaatteen mukaisesti siten, että osakkeenomistajat eivät tavoittele voittoa vaan osakkeenomistajilla on oikeus saada osakeomistuksensa perustuva osuus yhtiön tuottamista hyödykkeistä ja osakkeenomistajat vastaavat yhtiön toiminnan kustannuksista ja veloista. Yhtiön osakkeenomistajat voivat käyttää tuotteet itse tai myydä ne eteenpäin. Mankala-periaatteen mukaisesti toimivat osakeyhtiöt ovat tyypillisesti sähkön- tai lämmöntuotantoyhtiöitä. (Puikkonen 2010, 139-142.) Mankala-periaate on saanut nimensä kahdesta 1960-luvulla annetusta korkeimman hallinto-oikeuden ratkaisusta, joista toinen koski Oy Mankala Ab:tä. Ratkaisuissa yhtiön osakkeenomistajien ei katsottu saaneen verotettavaa tuloa, kun yhtiö tuotti niille sähköä markkinahintaa edullisemmin ja osakkeenomistajat vastasivat yhtiöjärjestyksen perusteella yhtiön kustannuksista. (Puikkonen 2010, 139-142.) Mankala-mallia voidaan pitää myös kielletyn yhteistyön muoto siinä mielessä, että se voi estää kilpailua ja Puikkosen mukaan onkin mahdollista, että EU:n kilpailulaki estäisi rahoitusmallin käytön jatkossa. (Puikkonen 2010, 147.) Paikallisessa lannoite-ekosysteemissä kuitenkin ei kilpailtaisi muita tuhkan tuottajia vastaan, vaan se olisi tapa jakaa metsänomistajilta ostetun energiapuun poltosta syntynyt tuhkasivuvirta lannoitekäyttöön samoille metsänomistajille. Energia- ja lämmöntuotannon sivuvirtojen jalostaminen lannoiteiksi voisi varmasti toimia tällä samalla periaatteella juuri siksi, jos tuottajina toimii samoja tahoja, jotka voivat toimia myös tuotteen käyttäjänä. Eli kaikki alueella toimivat tuhkat voisi ohjata

tähän samaan tuhkalannoite-ekosysteemiin ja lannoitetta voisi käyttää ne ketä sitä tarvitsevat ja toiset voisivat myydä oman osuutensa niitä tarvitseville. Vaihtoehto olisi se, että Lapinjärven Energiaosuuskunta Leo ottaisi lannoitetuotannon vastuulleen ja jakaisi kustannukset ja tuotot tuhkan jalostamisesta ja käytöstä osakkaidensa keskisessä ekosysteemissä eikä erillistä yhtiötä perustettaisi.

Kierrätyslannoitetoiminnassa olisi mahdollista kokeilla liiketoimintamallina myös kemikaalivuokrausta. Kemikaalivuokraus (chemical leasing) on resurssitehokkuutta parantava ja maailmalla yleistynyt liiketoimintamalli, joka soveltuu hyvin myös lannoitekauppaan. Kemikaalivuokrauksessa kemikaalin myyjä käyttää liiketoiminnassaan mallia, jossa hän myy tuotteen sijaan tuotteen vaikutusta. Tällä mallilla lannoitekaupassa ei myydä lannoitetuotetta vaan lannoitteen vaikutusta maaperään ja kasvuun. Tämä lisää lannoiteliiketoimintaan asiakkaille tarjottavat palvelut, kuten maan ja sen lannoitetarpeiden analysoinnin, tuotteen toimittamisen ja levittämisen ja sen vaikutusten seurannan. Esimerkkinä Saksassa on saatu 6 % kasvu saatoihin tällä periaatteella. Gaia Consulting arvioi vuonna 2015 lannoitevuokrauksen arvoksi Suomessa 69 miljoonaa euroa, joka koostuu säästöistä maanviljelijöille, kotitalouksien palloista, tarvittavan teknologian lisäliikevaihdosta, kuntien ja valtion lisäverotuloista ja uuden liiketoimintamallin lisäarvosta. (Aho ym. 2015, 15.) Laskelman perustana oli oletus siitä, että 50 % peltoalasta lannoitetaan tällä mallilla ja kotimaisilla kierrätysravinteilla vuoteen 2030 mennessä. Kierrätyslannoitetechnologian viennistä syntyy vielä lisäksi mahdollista uutta potentiaalia, joka ei ollut mukana laskelmassa. (Aho ym. 2015, 16.)

9.4 Toimintasuunnitelma lannoitetoiminnan aloittamiseksi

Toimintasuunnitelmassa koostetaan toimia, joita tulee tehdä kierrätyslannoitevalmistustoiminnan aloittamiseksi. Ensimmäisenä toimenpiteenä tulee tuhkan koostumus selvittää laboratorioanalysein, jotta varmistutaan sen soveltuvuudesta lannoitekäyttöön. Lapinjärven tuhkaanalyysit oli jo tehty hankkeen yhteydessä ja niiden tulokset on selvitetty taulukossa (Taulukko 1). Tuhka oli todettu soveltuvaksi metsälannoitteeksi. Varsinainen lannoitevalmistetoiminta tulee aloittaa lupamenettelyjen selvittämällä. Tuhkalannoitetuotannon lupamenettelyn etenee Heinosen ym. (2018, 38) mukaan seuraavasti:

1. Ympäristövaikutusten arviointi (ELY-keskus)
2. Ympäristölupa (AVI)
3. Rakennuslupa (kunta)
4. Ilmoitus aloituksesta, omavalvontasuunnitelma, tuoteseloste, tyyppinimi (Ruokavirasto) **TUOTTEISTAMINEN**
5. Käyttöönottovaihe, aloitus, laitoshyväksyntä (Ruokavirasto)
6. Tuotteen saattaminen markkinoille **KAUPALLISTAMINEN**

Toiminnan alkuvaiheessa on hyvä selvittää mahdolliset tukimuodot ja hakea niitä hankkeelle esimerkiksi ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelman tai alueellisten kehityshankkeiden kautta. Tuotteen aloitusilmoitusta varten tulee tuotteelle tehdä tuoteseloste ja tyyppinimi ja tässä samassa kannattaisi tuote myös paremmin tuotteistaa ja konseptoida, keksiä sille myyvä nimi ja selkeät markkinointikanavat. Tyyppinimen haun yhteydessä on Ruokavirastolle ilmoitettava seuraavat tiedot: selvitys lannoitevaikutuksista ja käyttäytymisestä sekä maan rakenteeseen vaikuttavista ominaisuuksista, kuvaus valmistusprosessista, selvitys raaka-aineista ja niiden alkuperästä, selvitys biologisesta ja kemiallisesta koostumuksesta ja fysikaalisista ominaisuuksista, näytteenotto- ja analyysimenetelmät, käyttöohjeet, käyttömäärä ja käyttöä rajoittavat tekijät, varastointivaatimukset sekä tyyppinimen kuvaus sijoitettuna tyyppinimiluetteloon. (Heinonen ym. 2018, 39.) Uuden kierrätyslannoitteen kohdalla kannattaa jo tuotekehitysvaiheessa varmistaa Ruokavirastolta soveltuvuus luomutuotantoon ja pyytää soveltuaan lisäämään tuote Ruokaviraston luomulannoiteluetteloon (Heinonen ym. 2018, 42).

Lannoitevalmisteiden tulisi vastata kysyntää siten, että kasvien ja maaperän tarvitsemat ravinteet otettaisiin huomioon ja siksi alkuvaiheessa on tehtävä tiivistä yhteistyötä mahdollisten potentiaalisten asiakkaiden kanssa. Suuri osa nykyisistä kierrätyslannoitteista käytetään pelto- ja viherkasvutalouden ja viherrakentamisessa, maisemoinnissa, kasvihuonetuotannossa ja energiakäytössä. Maatalouskäytön osuus on kasvamassa, mutta metsälannoituksessa ei sen sijaan käytetä kierrätyslannoitteita vielä juuri ollenkaan. Maanparannuksen suunnittelun lähtökohtana on maan tarkastelu kasvukunnan ongelmien tunnistamiseksi. Tavoite on hyvä rakenteinen kuohkea maa, jossa on hyvä vesitalous ja kaasujen vaihto, jolloin se kestää hyvin kuivuutta eikä ole altis eroosiolle. Maanparannusaineiden vaikutukset ovat pitkäaikaisia, vaativat toistuvaa käsittelyä ja ilmenevät vasta pidemmällä aikavälillä. Maanparannusprosessin vaiheet etenevät, ongelmien syiden kartoittamisesta, ongelmanratkaisun selvittämiseen, sopivan keinon valitsemiseen ja lannoituksen suositusten mukaiseen toteutukseen ja tulosten seurantaan ja mahdollisten lisätoimenpiteiden tekoon. (Luostarinen ym. 2019, 14.) Metsälannoituksen osalta Kemera-tukien saannin edellytyksistä poistui vaatimus näyttää toteen lannoitustarve. Olisi parasta, jos lannoitevalmistaja hoitaa tuhkalannoitteen käsittelyn, varastoinnin, jakelun ja asiakkaan niin halutessa myös levityksen. Tuhkalannoitteen ympärille olisi hyvä kehittää palvelukonsepti, joka käsittäisi maaperän tutkimuksen ja lannoitesuunnitelman sekä lannoitteen kuljetuksen ja levityksen. Asiakkailta on erilaisia tarpeita olisi hyvä tarkastella kierrätyslannoitteen kehittämistä asiakaskeskeisen liiketoimintalogiikan (customer-dominant logic) näkökulmasta, koska liiketoimintaa ei ole, jos ei ole asiakasta. (Grönroos, 2006; Heinonen & Strandvik, 2015.) Lannoitetuotteen valmistaminen tulisi lähteä asiakkaan maan tarpeista ja lannoitevalmisteet tuottaa sellaisiksi mikä palvelee asiakasta. Tuhkaan voidaan lisätä muita ravinteita, jos maaperä niin tarvitsee. Tuotteiden lisäksi asiakkaat saattavat tarvita vaihtelevan määrän erilaisia palveluita.

Alustavan toimintasuunnitelman vaiheet on koostettu Lapinjärven resurssiviisauden tiekarttaan (Taulukko 9) koskien tuhkalannoitetoiminnan aloittamista. Tiekartan pohjalla on ehdotus visioksi, ”Resurssiviisas ja ravinneomavarainen Lapinjärvi”. Vision ja tiekartan muodostaminen ovat työpajapohjaisia menetelmiä, jossa asianomistaja kutsutaan työskentelemään vision ja tiekartan muodostumisen eteen. Koska opinnäytetyössä ei tehty osallistavia työpajoja on alla oleva taulukko ehdotus mahdollisten toteutuvien työpajojen keskustelun pohjaksi ja pohjautuu kuitenkin osaltaan oikeaan prosessiin esimerkiksi lupamenettelyitä koskien.

Taulukko 9: Resurssiviisauden tiekartta tuhkalannoitetoiminnan aloittamiseksi

VISIOEHDOTUS: ”Resurssiviisas ja ravinneomavarainen Lapinjärvi”				
RESURSSIVIISAUDEN TIEKARTTA: Alustava toimenpidesuunnitelma tuhkalannoitetoiminnalle				
TOIMENPIDE	TARCOITUS	SIDOSRYHMÄ	VASTUU	AIKA
Tuhkien analyysit	Haaita-aineiden selvitys	Tutkimuslaitos	Hanke	2020
Kysely metsänomistajilta	Kiinnostuksen kartoitus	LEO	LEO	
Kysely maanviljelijöiltä	Kiinnostuksen kartoitus	LEO	LEO	
Päätöimijan valinta	Luvat ja tuotteistaminen	Lannoitevalmistaja		
Rahoituksen haku	Rahoituksen varmistus	Lannoitevalmistaja		
Tuotetestaus, rakeistus	Tuotekehitys	Lannoitevalmistaja		
Suunnittelu, tilat & logistiikka	Toiminnan suunnittelu	Lannoitevalmistaja		
Suunnittelu, tuote & palvelu	Toiminnan suunnittelu	Lannoitevalmistaja		
Ympäristövaikutus arviointi	Laillisuus	ELY-keskus		
Ympäristölupa	Laillisuus	AVI		
Rakennuslupa	Laillisuus	kunta		
Tuotanto- ja varastotila	Välivarastoiti ja käsittely	Rak. urakoitsija		
Ilmoitus aloituksesta	Laillisuus	Ruokavirasto		
Omaavontasuunnitelma	Laillisuus	Ruokavirasto		
Tuoteseloste	Laillisuus, tuotteistaminen	Ruokavirasto		
Tyyppinimi	Laillisuus, tuotteistaminen	Ruokavirasto		
Luomutuoterekisteröinti	Laillisuus, tuotteistaminen	Ruokavirasto		
Laitoksen käyttöönottohyväksyntä	Laillisuus	Ruokavirasto		
Markkinointi	Myyninedistäminen	Lannoitevalmistaja		
Tuotteen valmistus		Lannoitevalmistaja		
Maanperäanalyysit	Palvelutarjonta	Metsäurakoitsija		
Tuotteen jakelu ja levitys	Palvelutarjonta	Metsäurakoitsija		

Paikalliseen lannoitetoimintaan voidaan lisätä uusia tuotteita, jos biokaasutuotanto Lapinjärvellä alkaa. Jonna Nygård (2018) oli ylemmän ammattikorkeakoulun opinnäytetyössään tutkinut Resurssiviisas Lapinjärvi -hankkeessa alueen maatalouden ja elintarviketeollisuuden sivuvirtojen hyödyntämisen mahdollisuuksia biokaasun tuotannolla. Lapinjärvellä onkin tällä hetkellä biokaasuvoimalan -hanke valmistelussa, jossa on mukana alueen sikatiloja, Lapinjärven Lämpö Oy ja Kymenlaakson Sähkö Oy. (Lapinjärvi 2020.) Voimalasta syntyvän mädätysjätteen

käsittely tulee miettiä samalla, kun voimalaa suunnitellaan. Tuhkan käyttöä ja jalostamista lannoitteeksi voidaan varmaan edistää viimeistään siinä vaiheessa, kun myös muita sivuvirtoja on käsiteltävä, mutta tuhalla voitaisiin myös lähteä alkuun ja lisätä tuotevalikoimaa myöhemmin. Jatkossa tuhkaa voisi käyttää mädätysjätteen seassa eikä enää jalostaa omaksi tuotteeksi. Biovoimalaitoksen sivuvirran jalostamiseen tarvitaan oma lupakäytäntönsä, mutta siihen olisi helpompi ryhtyä, kun tuhkan kanssa on ensin harjoiteltu.

Projektitehtävän aikana keskusteltiin workshopissa toisen tiimin puheenvuorossa myös siitä olisiko mahdollista lisätä tuhkia suoraan lantalietteeseen ja käyttää sitä suoraan lannoitteena. Pesonen (2016, 72) oli tutkinut väitöskirjassaan tuhkan ja lietteen yhdistämistä lannoitteessa ja todennut haasteeksi tuhkalietelannoitteen rakeistamisen tuotteeksi. Tuotteesta ei ole mahdollista saada rakenteeltaan tarpeeksi stabiilia, jotta se kestäisi useat kuljetukset ja varastoinnin, jos lietteen osuus on suuri. Jos taas lietteen osuutta pienennetään alle 20-40 % ei tuhka-lietelannoite ole tarpeeksi voimakas metsälannoitteeksi typpiköyhissä metsissä. Tätä kuitenkin tutkitaan edelleen yliopistoissa ja Ladecin metsälannoitehanke perustuu tuhkan ja biokompostin yhdistämiseen lannoitteeksi. Tuhkaa ja mädätysjätettä voidaan varmasti paikallisesti yhdistää ja käyttää lannoitteena, mutta siitä ei välttämättä saada tuotettua muille alueille kuljetettavaa ja hyödynnettävää tuotetta. Opinnäytetyössä esitetyn vision ajatus onkin se, että Lapinjärvi käyttäisi itse kaikki alueella tuotetut sivuvirrat ja ravinteet paikallisesti eikä antaisi tuhkiakaan jätteeksi tai hyödynnettäväksi kymmenien kilometrien päässä. Lapinjärvi alueena on ehdottomasti sellainen, että sinne sopii kierrätyslannoiteliiketoiminta. Opinnäytetyössä mukana olleet toimijat eivät pelkästään itse pysty hoitamaan prosessia, vaan toimintaa tulee kehittää tiiviissä alueellisessa ekosysteemissä, joka hyödyntää alueen sivuvirrat ja jalostaa ja tuotteistaa ne erilaisiksi kierrätyslannoitteiksi ja -palveluiksi alueen toimijoiden käyttöön.

10 Tulokset, johtopäätökset ja arviointi

Opinnäytetyön viimeisessä osassa käydään läpi opinnäytetyön tulokset suhteessa sen tavoitteisiin ja tietoperustaan, esitetään johtopäätökset ja arvioidaan työn luotettavuutta ja hyödynnettävyyttä sekä mahdollisia jatkokehitysajatuksia.

10.1 Kehittämistehtävän tulokset

Opinnäytetyön kehittämistehtävänä oli etsiä konkreettisia käyttötapoja Lapinjärvellä lämmöntuotannossa syntyneelle puutuhkalle ja mahdollisuuksia kehittää tuhkasta uutta liiketoimintaa. Tarkoitus oli miettiä, minkälainen ekosysteemi toiminnan ympärille voidaan muodostaa ja minkälaisen liiketoimintamallin avulla se voisi toimia. Tuhkan käytölle löydettiin toimintaympäristöä monitoroimalla useita ideoita ja käyttötarkoituksia perinteisistä tavoista kehittyneimmän tutkimuksen kautta syntyneisiin ratkaisuihin. Löytyneitä vaihtoehtoja tarkasteltiin ja analysoitiin PESTE-analyysin ja SWOT-analyysin avulla ja tehtiin mukana olleille yrityksille avoimen innovaation ajatuksen mukainen tuotekehityssuppilo kuvaamaan, mitkä löydettyistä ideoista voisivat muodostaa liiketoimintaa yrityksessä tai sen muodostamassa ekosysteemissä tai kokonaan sen ulkopuolella. Vaikka Chesboroughin avoimen innovaation teoriaa on arvosteltu niin tähän tarkoitukseen tuotesuppilo tuntui sopivan visuaalisena viitekehyksenä havainnollistamaan liiketoimintamahdollisuuksia.

Lapinjärven puutuhkan käytölle valittiin viisi käyttökelpoisinta toimintamallia, joita voitaisiin Lapinjärven toimintaympäristössä toteuttaa. Niistä ensimmäinen on tuhkan ilmoittaminen Motivan Materiaalitorille, josta tuhkan tarvitsija voi sen löytää. Tämä olisi helpoin ja edullisin tapa päästä eroon tuhka-jätteestä. Tuhkan kuljettaminen on kuljetuskustannusten vuoksi järkevää kuitenkin vain korkeintaan 100 kilometrin päähän verrattuna jäteverokustannukseen, joten käyttäjä tulisi löytyä mieluiten läheltä. Toisena vaihtoehtona olisi tuhkan jakelu ilmaiseksi ja pienkäyttö paikallisten asukkaiden ja yhdistysten kokeiluissa esimerkiksi perinteisten pesuaineiden, kuten saippuan ja suopalipeän valmistuksessa ja puutarha- tai metsälannoitteena. Tämä toisi yhteisöllisyyttä ja tekemistä Lapinjärvelle, mutta voisi olla silti haasteellista saada kaikki tuhka käytettyä tätä kautta pysyvästi ja lisäksi jakelun organisointi voisi sitoa silti paljon resursseja. Kolmantena vaihtoehtona olisi tuhkan jalostaminen ja käyttö metsälannoitteena. Tämä olisi tuhkalle luontaisin käyttötapa ja loisi tuhkalle suljetun kierron, kun ravinteet palautettaisiin metsään. Tuhkaa ei kuitenkaan välttämättä synny niin paljoa, että varsinaisen erillisen liiketoiminnan aloittaminen olisi välttämättä kovin kannattavaa. Neljäntenä vaihtoehtona on tuhkan käyttäminen osana laajempaa kierrätyslannoitteiden valmistusta yhdistämällä tuhkat maatalouden sivuvirtoihin sen jälkeen, kun Lapinjärvelle saadaan perustettua biokaasuvoimala ja sen mädätysjätteiden käsittely tulee ajankohtaiseksi. Biokaasuvoimala -hanke on kuitenkin vielä tulevaisuudessa ja epävarma skenaario. Viidenneksi vaih-

toehdoksi valittiin vielä Helsingin Erikoishöyläykselle sopiva vaihtoehto puulipeän valmistaminen tuhkasta ja sen käyttäminen valmistamiensa puulattioiden pintakäsittelyyn, jonka ympärille yritys voisi kehittää myös palveluliiketoimintaa. Yrityksen ei välttämättä tarvitsisi aloittaa lipeän valmistusta itse vaan toimittaa tuhka materiaaliksi jollekin luonnonpintakäsittelyyri-
neiden valmistajalle ja ottamalla sen tuote käyttöön osaksi omia palveluita. Lipeäkäsittelyä esitettiin kokeiltavaksi Husulanmäen rakennusprojektissa.

Tuhkan laboratoriotulosten ja tuhkaa käsittelevän kirjallisuuden perusteella havaittiin, että puun tuhka ei sovellu kemiallisen koostumuksensa takia kaikkiin keksittyihin käyttötarkoituksiin, kuten esimerkiksi yksistään lujan betonin valmistamiseen. Järkevintä sen sijaan olisi käyttää tuhka ravinteena ja korvata sillä fossiilista fosforia ja muita ravinteita, mikä oli myös tuhkat analysoineen tutkimuslaboratorion suositus, koska tuhka ei sisältänyt raskasmetalleja yli sallitun määrän vaan metsänlannoitukseen sopivia ravinteita. Yksi tuhkan käyttömahdollisuuden vaikuttava seikka on syntyvän tuhkan määrä. Määrä perustui arvioihin ja aluksi oli käsitys, että tuhkaa syntyisi enemmän Lapinjärven Lämmön laitoksilla, mutta ilmoitettu määrä koski kaikkien laitosten yhteismäärää. Tuhkan lannoiteannostus oli määritelty laboratoriotuloksissa ja eri laitosten tuhkillä lannoitettaisiin 12,5-25 hehtaaria metsää vuodessa. Sillä ei perustaisi kovin kannattavaa kierrätyslannoiteliiketoimintaa, mutta verrattuna siihen, että tuhkaa käytettäisiin vain kauhallinen kerrallaan suopalipeän ja saippuan valmistamiseen syntyy tuhkaa kuitenkin liikaa ja tuhkan lannoitekäyttö olisi siinäkin mielessä järkevää. Saippuan valmistuksesta myös edelleen jää tuhka jätettä jäljelle, kun tuhkasta erottuu pinnalle vain kalilipeä. Tosin tuhkasta voisi ensin valmistaa suopaa ja loput käyttää lannoitteena. Metsien lannoitekäyttöön tuhka riittäisi alue kerrallaan, koska metsien lannoittamisessa lannoitevaikutus kestää useita, jopa kymmeniä vuosia. Parannus toimintaan Lapinjärvellä olisi ainakin se, että tuhka käytettäisiin ylipäättään johonkin, eikä hukattaisi jätteeksi ja vielä maksettaisi siitä jätevero.

Parhaimmaksi ideaksi ja edelleen kehitettäväksi valittiin siksikin kierrätyslannoitevalmistus ja tätä aihetta tutkittiin tarkemmin ratkaisukeskeisellä benchmarking menetelmällä koskien kierrätyslannoitteiden valmistamista, metsien tuhkalannoittamista sekä alalla tehtyjä hankkeita ja toimivia yrityksiä ja niiden tuotteita koskien. Benchmarkingissa olisi tärkeää löytää mahdollisimman samanlainen ympäristö ja organisaatio, johon suorittaa vertailua, mutta tällaista ei löytynyt vaan kaikki tuhkalannoitteiden valmistajat käsittelivät huomattavasti suurempia tuhkamääriä, myös tutkitut hankkeet eivät täysin vastanneet Lapinjärven tilannetta. Siksi benchmarkingin avulla ei saatu kaikkien parhaimpia ja hyödynnettäviä tuloksia. Ennen mahdollista lannoitetoiminnan aloittamista olisi siksi tarpeen tehdä perinteinen benchmarking tutkimus eli kerätä tutkimusryhmä tutustumaan tuhkalannoitteita valmistavaan yritykseen tai tahoon, joka on mahdollisimman samanlainen. Tutkimus metsän tuhkalannoitusta koskien vakuutti siitä, että metsien lannoittaminen tuhkalla on mahdollista ja hyödyllistä toimintaa. Metsien hoitoon panostamisen tarve nousi myös esiin useimmissa käytetyissä lähteissä, kuten

Metsäkeskuksen, Uudenmaan metsäohjelman, Energiateollisuuden, Kestävän kehityksen Agenda 2030 ja kiertotalouden edistämisen strategisissa visioissa ja tavoitteissa.

Tutkimuksen viimeisessä osassa mallinnettiin toiminnan liiketoimintaekosysteemi ja tuhkan suljettu kierto, liiketoimintamalli ja alustava toimintasuunnitelma. Selvittämättä jäivät potentiaaliset asiakkaat ja lannoitusta tarvitsevat metsämaat, mikä olisi erittäin tärkeää, koska asiakaskeksinen liiketoimintalogiikka on tärkeää paitsi kiertotalouden liiketoimintamalleissa, että hyödyllistä kierrätyslannoiteliiketoiminnassa, koska ilman asiakasta ei ole tuotetta. Todettiin myös, että lannoitetta ei välttämättä kannata myydä pelkkänä tuotteena vaan samassa palveluissa tai jopa kokonaispalveluissa, jossa asiakas maksaisi lannoitustuloksesta eikä erillisistä tuotteista ja palveluista. Tämä edellyttäisi myös maaperän säännöllistä tutkimista ja kasvun lisäyksen todentamista, mikä etenkin metsien osalta on vaikeaa niiden kasvun hitauden takia. Toimintamalliksi ehdotettiin myös lannoitevuokrausta, joka voisi toimia yhdessä Mankala-rahoitusmallin kanssa Lapinjärven Energiaosuuskunnan ja paikallisen ekosysteemin sisällä. Tuhkasivuvirran avulla voisi aloitella ja harjoitella kierrätyslannoiteliiketoimintaa. Lapinjärvelle suunnitellut biokaasuvoimalan mädätysjätteiden hyödyntäminen lisäisi kierrätyslannoitteiden raaka-ainetta ja mahdollista tuotevalikoimaa tai tuhkaa voisi käyttää biovoimalan jätteiden jalostamisen ainesosana. Mahdollista on myös mennä samaan ekosysteemiin jo toiminnassa olevien tuhkalannoiteyrittäjien kanssa ja toimia vain heidän materiaaliansa toimittavana kumppanina ilman, että lannoitetta valmistetaan tai käytetään Lapinjärvellä. Se ei kuitenkaan välttämättä lisää työtä tai tuloja Lapinjärvellä. Koska tuhkan määrät ovat kuitenkin melko vähäisiä ja metsässä lannoitteen vaikutus kestää useita kymmeniä vuosia ei pelkän tuhkan avulla saada luotua isoa kierrätyslannoiteliiketoimintaa, myöskään biovoimalan jätemäärät eivät tule olemaan niin suuria, että niitä kannattaisi jalostaa muille alueille käytettäväksi niin paras tapa olisi toimia Lapinjärvellä tuotteen jalostuksen ja käytön suhteen paikallisen ekosysteemin sisällä.

Innovaatioprosessissa jäätiin ideoiden ja konseptin kehitysvaiheeseen ja innovaatioprosessin loppuvaiheet jäivät suunnitelman tasolle, koska osallistuvilta yrityksiltä ei saatu ajoissa palautetta ja päätöksiä, mikä ideoista tulisi valita tai mihin suuntaan innovaatiota tulisi kehittää. Tämä johtui siitä, ettei tuhkan tuottajilla itsellään ollut intressiä tuhkan käyttämiseen tai sen jalostamiseen. Kehittämistehtävän aikana ei tunnistettu ja löydetty oikeita yhteistyökumppaneita, jotka olisivat olleet kiinnostuneita tuhkan käytöstä ja tulleet mukaan kehitystyöhön johtuen vähäisestä kanssakäymisestä hankkeen ja kunnan asukkaiden ja yrittäjien kanssa. Tosin opinnäytetyön tavoitteena ei ehkä kuitenkaan ollut itse prototyyppien valmistaminen ja testaus eikä varsinaisen liiketoiminnan aikaansaaminen vaan niiden mahdollisuuksien kartoittaminen ja mallintaminen. Yhdeksi aineistoksi olisi ollut mielekästä tehdä markkina-kartoituksena kysely mahdollisilta paikallisilta asiakkailta kiinnostuksesta tuhkalannoituksen käyttöön. Se olisi myös testannut idean kannattavuutta ja järkevyyttä. Lannoitekäyttöidean valinta ja edelleen kehittäminen perustui opinnäytetyön tekijän omaan valintaan ja visioon,

joka pohjautui tuhka-analyysien perusteella saatuihin käyttösuosituksiin ja, jota vahvistivat muut löydetty suositukset metsälannoitukseen ja ravinnekiertoon ja kierrätyslannoitetoimintaan liittyen osana kiertotalouteen siirtymistä ja hiilineutraaliuteen pyrkimistä. Innovaatioprosessin tuloksena kehitetty tuhkalannoitustoiminta ei ole mikään uusi keksintö, kuten toimintaympäristön monitoroinnissa todettiin, että tuhkaa ja sen ominaisuuksia on käytetty hyödyksi eri tavoin Antiikin ajoista lähtien. Innovaatio ei ole täysin uusi Lapinjärvelläkään, mutta kun tuhkaa ei ole käytetty nykyisessä ympäristössä systemaattisesti tiettyyn tarkoitukseen vaatii sen käyttöönotto tarkemman suunnittelun innovaatioprosessin avulla.

10.2 Luotettavuuden arviointi

Kerätyn aineiston analyysi, tulkinta ja johtopäätösten teko on tutkimuksen avainasia ja analyysivaiheessa selviää, minkälaisia vastauksia ongelmiin löydetään. (Hirsjärvi ym. 2009, 221.) Tässä opinnäytetyössä aineistoa analysoitiin samaan aikaan, kun sitä kerättiin. Innovaatioprosessin mukaan eteneminen pakotti arvioimaan löydettyä tietoa heti ja seuraavaan vaiheeseen siirryttäessä oli otettava aiemmin löydetty tiedot huomioon. Kaikki opinnäytetyössä käytetyt menetelmät vahvistivat tietyn prosessin mukaista etenemistä ja arviointia. Innovaatioprosessi, palvelumuotoilun tuplatimantti, toimintaympäristön monitorointi sekä benchmarking ovat tietyn kaavan mukaan eteneviä prosesseja, jotka pakottavat systemaattisuuteen. Menetelmillä PESTE- ja SWOT-analyysi arvioitiin löydettyjä tietoja jo kehittämistehtävän kuluessa ja niiden tuloksia käytettiin valintoihin kehittämistehtävän etenemiseksi. Kaikkien näiden menetelmien käyttö edisti aineiston arviointia samassa syklissä tutkimuksen etenemisen kanssa. Tosin todellisuudessa prosessi ei edennyt täysin lineaarisesti, kuten innovaatioprosessit ylipäätään, vaan prosessissa palattiin aikaisempiin vaiheisiin aina, kun löytyi uutta tietoa ja suunnitelma ja innovaatioprosessi siltä osin tarkentuivat. Palvelumuotoilun tuplatimantti kehittämisen viitekehystenä toimi hyvin työn etenemisen jäsentämisessä. Tosin kehittämistehtävä ei täysin noudatellut palvelumuotoilun ajatusta, koska siinä ei juuri osallistettu ketään, etenkin potentiaalisia asiakkaita ja siksi palvelumuotoiluun tärkeät osat, kuten asiakkaiden käyttäjäprofiilit ja palvelupolku jäivät mallintamatta.

Tutkimuksen reliabelius tarkoittaa mittaustulosten toistettavuutta eli kykyä antaa ei sattumanvaraisia tuloksia (Hirsjärvi ym. 2009, 231.) Ydinasioita laadullisessa tutkimuksessa ovat henkilöiden, paikkojen ja tapahtumien kuvaukset. Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta kohtaa tutkijan tarkka kuvaus tutkimuksen toteuttamisesta. Myös aineiston tuottamisen olosuhteet on kerrottava totuudenmukaisesti, kuten haastatteluihin käytetty aika ja häiriötekijät, virhetulkinnat ja tutkijan oma itsearviointi tilanteesta. Laadullisen aineiston analyysissä on keskeistä luokitteluiden tekeminen ja luokittelun syntymisen alkujuuret ja perusteet. (Hirsjärvi ym. 2009, 232.) Opinnäytetyössä käytetyt tutkimusmenetelmät vahvistivat myös reliabeliutta, koska tutkimus eteni tietyn prosessin mukaisesti ja löydettyjä tuloksia listattiin ja luokiteltiin innovaatioprosessissa etenemiseksi. Tuhkan laboratorioanalyysit ovat varmasti

mahdollista toistaa sellaisenaan laboratoriossa ja saada samankaltaisia tuloksia kulloinkin poltetusta materiaalista riippuen. Tutkimuksen aikana pidetyt Teams-palaverit ja puhelinhaastattelut olivat strukturoimattomia ja niitä ei tallennettu eikä litteroitu ja siksi niihin voida myöhemmin palata kuin niistä kirjoitettujen muistiinpanojen kautta. Haastateltavat antoivat kuitenkin suostumuksensa kertoa yrityksistä nimeltä, ja haastattelusta opinnäytetyötä varten ja sovimme myös opinnäytetyön tarkistamisesta ennen julkaisua. Koska maailma on tietoa täynnä, jäi opinnäytetyön tekijälle tunne, että jotain oleellista on jäänyt huomaamatta ja ymmärtämättä tuhkan käyttömahdollisuuksiin liittyen, etenkin kemianteollisuuden sovellusten osalta on varmasti paljon mahdollisuuksia, joita ei löydetty ja tunnistettu. Yksi ajatuskuvio liittyi esimerkiksi siihen, että voiko tuhkasta tuottaa jotain biohiilen ja grafiitin ja edelleen grafeenin ja timanttien tapaista, joita voidaan käyttää esimerkiksi akkuteknologioissa, mutta tällaisesta yhteydestä suoraan tuhkaan ei löytynyt tutkimustuloksia. Tai ajatus siitä että, kun kaliumhydroksidia käytetään elektrolyytinä paristoissa, voidaanko sitä käyttää myös akkumateriaalina.

Validius eli pätevyys tarkoittaa mittarin tai tutkimusmenetelmien kykyä mitata juuri sitä, mitä oli tarkoitus mitata. Validiuden näkökulmia ovat ennustevalidius, tutkimusasetelman validius ja rakennevalidius. (Hirsjärvi ym. 2009, 231-232.) Tutkimuksen validiutta voidaan tarkentaa käyttämällä useita menetelmiä ja siitä käytetään terminä nimitystä triangulaatio. Triangulaatiota on neljää tyyppiä, joita ovat metodologinen, teoreettinen, aineistoon ja tutkijaan liittyvä triangulaatio. (Hirsjärvi ym. 2009, 233.) Tässä opinnäytetyössä toteutuivat jollain tapaa kaikki triangulaation tyypit eri vahvuisina. Metodologinen triangulaatio toteutui, koska kehittämistehtävässä käytettiin monipuolisesti erilaisia menetelmiä, teoreettinen ja aineistoon liittyvä, koska ideoiden pohjalle etsittiin hyvin monenlaista teoreettista tietoa ja näkemystä monelta eri alalta ja aineisto oli sekä laadullista, kuten tutkimustieto ja haastattelut, että määrällistä, kuten erilaiset tilastot ja laboratoriotulokset. Tutkijaan liittyvä triangulaatio toteutui tutkimuksen alkuvaiheessa osana projektityötä, jossa ideoita oli kehittämässä useita tiimejä. Myös yhteistyö hankkeen ja yritysten kanssa antoi lisätietoja ja erilaisia näkökulmia kehitystehtävään.

Teorian ja tietoperustana kiertotalous, innovaatiot ja liiketoimintamallien kehittäminen tukivat tapaustutkimuksen tekemistä ja prosessin etenemistä, koska ne liittyivät kiinteästi käsillä olevaan kehittämistehtävän tavoitteeseen. Tutkimuksen loppupuolella innovaatioprosessin viimeisessä vaiheessa tuli kuitenkin selkeämmin esiin aineiston puutteellisuus johtuen liian vähäisestä yhteistyöstä tutkimukseen osallistuneiden yritysten kanssa, jonka vuoksi innovaatioprosessia ei voitu viedä pidemmälle. Tähän oli useita syitä, joista päälimmäisenä varmasti koronapandemiaan liittyvä rajoitukset. Poikkeustilanne aiheutti sen, ettei tapaamisia saman pöydän ääressä voitu järjestää ja kaikki keskustelu käytiin joko sähköpostilla tai Teams -palaverissa. Tällä oli varmasti vaikutusta luottamuksen syntymiseen tai sen puutteeseen, mistä syystä kehittäminen ei edennyt kovin nopeasti eikä innovaatioprosessissa päästy kuin idean

kehittämisen asteelle. Koska innovaatioprosessissa hyödynnettiin paljon myös hiljaista ja sumeaa tietoa oli sen siirtäminen vaikeaa kasvottoman etäyhteyden kautta. Myös Lapinjärven alueella sijaitseva hiljainen tieto ei helposti ja nopeasti välittynyt opinnäytetyön tekijälle. Marraskuussa 2020 alkanut koronatoimien kiristäminen vielä lisäsi eristäytymisen tunnetta, joka varmasti osaltaan johti siihen, ettei myöskään käytössä olevilla välineillä lähdetty lähestymään mahdollisia avainkumppaneita vaan opinnäytetyön tekijä jäi ratkaisemaan arvoitusta yksin. Myös opinnäytetyön tekemiseen käytettävissä ollut rajallinen aikaikkuna oli esteenä sille, että tekemiseen varatussa ajassa olisi ollut mahdollista edetä innovaatioprosessissa pidemmälle tai tehdä enempää. Oma haasteensa on myös yritysten pienuus ja resurssien vähyys, mikä ilmeni siitä, että osa mukana olevista henkilöistä oli organisaationsa ainoa työnteekijä ja työskenteli organisaation työtehtävissä vain kerran viikossa. Tämä vahvisti myös teoriaosassa käsiteltyä aihetta innovaatiotoiminnasta perifeerisillä alueilla ja kiertotalouden alueellisista vahvuuksista ponnistavista ekosysteemityypeistä, jossa todettiin innovaatiotoiminnan suurimmaksi esteeksi tällaisilla alueilla olevan nimenomaan resurssien vähyys, yritysten pienuus ja se, ettei kriittistä massaa synny myöskään hyödynnettävien materiaali- ja sivuvirtojen osalta.

10.3 Tulosten hyödynnettävyys

Tapaustutkimuksen ollessa kyseessä ei tutkimus ole suoraan sellaisenaan toistettavissa, mutta tuloksia voidaan varmasti hyödyntää vastaavanlaisilla haja-asutusalueilla, missä asukkaita ja kriittistä massaa on vähän. Kuten tutkimuksessa tuli ilmi, ettei suurta osaa pienten lämpöläitosten tuhista vielä hyödynnetä mitenkään, eikä tuhkan kuljettaminen yli 100 kilometrin päähän ole kannattavaa taloudellisesti ja ympäristösyistä, olisi tuhkan käyttöön paikallisesti kiinnitettävä huomioita ja keksittävä sille käyttötarkoituksia mahdollisimman lähellä synty-paikkaa. Myös tuhkien laboratoriotuloksista tulisi saada lähes samanlaisia tuloksia ympäri maata, jos niissä käytetään polttoaineena puhdasta puuta ja näin ollen tuhkan käyttö on samalla tavalla mahdollista, mutta edellyttää toki omia laboratorioanalyysijä. Kaikki nämä löydetty toimintamallit ja käyttötavat tuhkalta ovat siten myös muualla hyödynnettävissä. Alueilla, joilla syntyy enemmän tuhkia eri lähteistä, voidaan käyttää muita opinnäytetyössä tunnistettuja käyttötarkoituksia, jotka eivät Lapinjärven toimintaympäristössä olleet hyödynnettävissä.

10.4 Jatkokehittämismahdollisuudet

Jatkokehittämismahdollisuuksia opinnäytetyö tarjoaa useita. Opinnäytetyössä on esitetty useita ideoita tuhkan käyttömahdollisuuksista, joita on mahdollista kehitellä edelleen joko hankkeen aikana Laurean opiskelijan toimesta tai myös vielä myöhemminkin paikallisen yrittäjän tai muun tahon niin halutessa. Husulanmäen rakennusprojektissa voidaan esimerkiksi kokeilla tuhkalipeän käyttöä puulattioiden käsittelyyn ja paikalliset Martat tai käsityöyrittäjät voivat

kokeilla valmistaa saippuaa tuhkalipeästä. Opinnäytetyön tuloksena syntyneitä toimintasuunnitelmaa kierrätyslannoitetoiminnan aloittamiseksi voidaan myös alkaa toteuttaa, ja se tulisi aloittaa mahdollisten paikallisten asiakkaiden tavoittamisella. Jatkokehityksenä toimivan liiketoiminnan aloittamiseksi tulisi lannoitekäytöstä voisi tehdä perinteinen benchmarking -tutkimus toimivasta kierrätyslannoiteyrityksestä tai -ekosysteemistä, potentiaalisten asiakkaiden haastattelut tai kyselyt ja kokeiluja pelto- tai metsätilalla ja tämän avulla asiakkaan käyttäjäpersoonat ja palvelupolku. Olisi hyvä tehdä myös backcasting- ja roadmap -tiekartta työpaikassa valmiiksi siitä millä toimilla ja vaiheilla kierrätysliiketoiminta saataisiin perustettua ja täydentää alustavaa toimintasuunnitelmaksi tehtyä tiekarttaa ja toimia sen mukaan.

10.5 Lopuksi

Kiertotalous on uutena talousmallina ratkaisu moneen nykyaajan ongelmaan, kuten ilmastonmuutokseen, ympäristön saastumiseen, resurssi- ja materiaalitehottomuuteen ja jätteiden käsittelyyn. Kiertotalouteen siirtyminen merkitsee systeemistä muutosta nykyisiin rakenteisiin ja toimintamalleihin ja voi aiheuttaa disruptiota liiketoimintamalleihin ja markkinoihin. Muutos vaatii laaja-alaista yhteistyötä tutkimuksen ja kehittämisen osalta eri instituutioissa, innovatiivista suunnittelua, kokeiluja ja toimeenpanoa yrityksissä, julkisen puolen sääntelyn mahdollistaessa uudenlaisia ratkaisuja. Tärkeää on huomioida myös ihmiset, kansalaiset ja potentiaaliset asiakkaat ja heidän asenteisiinsa ja kulutustottumuksiinsa vaikuttaminen, jotta uudet tuotteet löytävät markkinansa. Ensiaskelina tulee muuttaa toimintaa ja kokeilla uusia tuotteita ja ideoita paikallisesti ennen kuin voi lähteä muuttamaan koko maailmaa. Toimintaympäristön monitoroinnissa kannattaa ajatella kehittämisessä asioita askeleen pidemmälle ja huomioida mahdolliset radikaalit muutokset energian- ja ruuantuotannossa sekä teollisten materiaalin valmistuksessa tulevaisuudessa. Uusiutuvien energioiden kehittyminen voi tarkoittaa sitä, ettei puuta tulevaisuudessa enää polteta energiaksi vaan siitä valmistetaan kangasta ja muovivaikkeitä korvaavia materiaaleja ja mieluummin mahdollisimman paljon myös pitkäikäisempiä designituotteita, kuten rakennuksia ja kalusteita. Energia sen sijaan tuotetaan puhtaasti auringon, tuulen ja biomassojen avulla muutetaan vety- ja akkuteknologioiden avulla energiaksi eikä polttamalla. Tähän kehitykseen kuluu kuitenkin vielä hetki ja sitä ennen tulee tuhkasivuvirran käyttötarkoitus ratkaista. Tuhka osoittautui yksinkertaisuudessaan todella monipuoliseksi ja monella tavalla jalostettavaksi materiaaliksi, jota kannattaa käyttää hyödyksi monilla, eri alueilla parhaiten sopivilla tavoilla. Tuhkan ja muiden jäte- ja sivuvirtojen käytön edistäminen fossiilisten ja neitseellisten kiviainesten korvaajana on myös tärkeää, koska metsäkin voidaan kasvattaa uudelleen, mutta miljardeja vuosia kehittyneitä kiviaineita ei saa takaisin kalliiksi, kun ne kerran on jauhettu muruiksi.

Lähteet

Painetut

Abercrombie N. N., Keehley P., 2008. Benchmarking in the public and nonprofit sectors - Best practices for Achieving Performance Breakthroughs

Armstrong G., Kotler P., 2005. Marketing - An introduction, Pearson Education Ltd.

Braungart M., McDonough W., 2009. Cradle to Cradle - Remaking the Way We Make Things, Vintage, The Random House Group Limited.

Chesborough H. W., 2006. Open Innovation - The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Publishing Corporation

Cronhjort J., 2007. Vanhan hirsitalon historia ja hoito. Rakennusperintöä Turunmaan saaristossa. Curatio Turunmaan korjausrakentamisyhdistys ry. Vantaa: Kustannusyhtiö Moreeni

El Hagggar S., 2007. Sustainable Industrial Design and Waste Management: Cradle-To-Cradle for Sustainable Development. Elsevier Science & Technology

Gailly B. 2018. Navigating Innovation - How to identify, prioritize & capture opportunities for strategic success. Palgrave Macmillan

Haapola L., Kauppi P., Kettunen J., Kivelä S., Meristö T., Tuohimaa H., 2011. Tulevaisuuden kestävä yhdyskunta - reitit ja umpikujat. Loppuraportti. Vantaa: Corporate Foresight Group CoFi / Laurea AMK

Hirsjärvi S., Remes P., Sajavaara P., 2009. Tutki ja kirjoita, 15. uudistettu painos, Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy

Kaila P., 1997. Talotohtori - Rakentajan pikkujättiläinen, painos 2003, Porvoo: WS Bookwell Oy

Kamensky, M. 2010. Strateginen johtaminen menestyksen timantti. Liettua 2012: Talentum Media Oy

Koivisto T. 2011a. Avoin innovointi, yritys ja luomisverkostot. Teoksessa Ahonen M., Koivisto T., Mikkonen T., Vadén T., Vainio N., Valkokari K. 2011. Rajoja ylittävä innovointi, Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy

Koivisto T. 2011b. Uusi innovaatioregiimi Schumpeter Mark III. Teoksessa Ahonen M., Koivisto T., Mikkonen T., Vadén T., Vainio N., Valkokari K. 2011. Rajoja ylittävä innovointi, Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy

Koivisto T.; Mikkonen T., Vadén T., Valkokari K., 2011. Lopuksi: jatkotutkimukselle suuntaa antavia pohdintoja. Teoksessa Ahonen M., Koivisto T., Mikkonen T., Vadén T., Vainio N., Valkokari K. 2011. Rajoja ylittävä innovointi, Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy

Rehn A., 2017. Innovation, Tukholma: Liber AB

Suomala J., Taatila V., 2008. Innovaattorin työkirja, Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy

Virkkala S. 2008. Maaseutualueet ja pienet keskukset innovaatioympäristössä. Teoksessa Mustikkamäki N., Sotarauta M (toim.), 2008. Innovaatioympäristön monet kasvot. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy

Sähköiset

Aalto-Kallio M., Koskinen-Ollonqvist P., Saikkonen P., 2009. Arvioinnin kartalla - matka teoriasta käytäntöön. Helsinki: Terveystieteiden tutkimuskeskus

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. Sitran selvityksiä 99 / 2015. Helsinki: Gaia Consulting Oy ja Sitra. Viitattu 30.11.2020. <https://media.sitra.fi/2017/02/27174934/Selvityksia99-2.pdf>

Ahola, A., Alarotu, M., Antikainen, M., Honkatukia, J., Järnefelt, V., Kapanen, J., Lantto, R., Laurikkala, M., Naumanen, M., Orko, I., Ritschkoff, A., Still, K., Sundqvist-Andberg, H., Tenhunen, A., Wiman, H., Winberg, I. ja Åkerman, M., 2020. Kiertotalouden ekosysteemit, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 13/2020, Työ- ja elinkeinoministeriö 2020. Viitattu 19.3.2021. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-500-3>

Albright K. S., 2004. Environmental Scanning: Radar for Success, Information Management Journal; May/Jun 2004; 38, 3; ABI/INFORM Complete pg. 38

Albright R. E., Kappel T. A. 2016 Roadmapping In the Corporation, Pages 31-40 | Published online: 26 January 2016.

Alhola K., Antikainen R., Honkatukia J., Kauppila J., Kautto P., Myllymaa T., Mäenpää I., Sahimaa O., Salmenperä H., Salminen J., Seppälä J., Valve H., 2016, Kiertotalous Suomessa - toimintaympäristö, ohjaukset ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030, Valtioneuvoston

selvityksiä, tutkimustoiminnan julkaisusarja 25/2016. Helsinki: Valtioneuvosto. Viitattu 30.11.2020. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-260-9>

Annala S., Haakana J., Honkapuro S., Järventausta P., Kaipia T., Kauhaniemi K., Koivisto-Rasmussen K., Kumpulainen L., Lassila J., Nikander A., Pakonen P., Partanen J., Rautiainen A., Repo S., Rinta-Luoma J., Sirviö K., Suntio T., Valkama A-K, Valkealahti S., Verho P., Voima S., 2020. Roadmap 2025 - Sähkömarkkina- ja verkkovisio 2035 & Roadmap 2025, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Oy Merinova Ab, Tampereen teknillinen yliopisto, Vaasan yliopisto. Viitattu 2.2.2021. https://energia.fi/files/786/Roadmap_2025_loppuraportti.pdf

Antikainen, M., & Valkokari, K. 2016. A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation. *Technology Innovation Management Review*, 6(7): 5-12. Viitattu. 15.2.2021. <http://timreview.ca/article/1000>

Apilo T., Kaunisto K., Koskela M., Rajala A., Salminen J., Valkokari K., Ekosysteemit ja verkostojen parviäly, Tulevaisuuden liiketoiminnan suuntaviivoja 2014, VTT Technology 152. Helsinki: VTT Oy. Viitattu 30.11.2020. <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>

Arnkil, N., Joensuu, S., Kauppila, M., Kontinen, K. Kotiharju, A., Lahti, E. & Tenhola, T. 2020. Tuhka osana kestävää liiketoimintaa - Opas tuhkan tuottajille ja käyttäjille. Tapion raportteja 42. Helsinki: Tapio Oy. Viitattu 30.11.2020. ISBN 978-952-5632-93-4/ISSN 2342-804X julkaistu verkossa 31.8.2020. <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/08/Tuhka-osana-kestavaa-liiketoimintaa-opas-Tapio-31082020.pdf>

Arponen J., Juvonen L., Vanne P., 2018. Circular economy business models for the manufacturing industry. *Circular Economy Playbook for Finnish SMEs*, Sitra, Technology Industries of Finland, Accenture.

Arponen J., Granskog A., Pantsar-Kallio M., Stuchtey M., Törmänen A., Vanthournout H., 2014. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 84. Viitattu 27.10.2020. <https://media.sitra.fi/2017/02/23221555/Selvityksia84.pdf>

Autiola M., Forsman J., Jyrävä H., Kiviniemi O., Lahtinen P., Lindroos N., Ronkainen M., Sikiö J., 2012. Tuhkarakentamisen käsikirja - Energiatuotannon tuhkat väylä-, kenttä- ja maarakenteissa. Luopioinen: Ramboll Oy. Viitattu 15.1.2021. https://energia.fi/files/1137/tuhkarakentamisen_kasikirja.pdf

Auro Oy, 2020. Suomen luonnon maalit. Viitattu 31.12.2020. https://suomenluonnonmaalit.fi/tuote-osasto/tuotemerkit/auro/?gclid=EAlaIqobChMI3fDB3Z6F7gIV-rAV7Ch3tGAEyEAAYASAAEgLCL_D_BwE

Auvinen K., Faehnle M., Hyysalo S., Kangas H-L., Lukkarinen J., Lähteenoja S., Marttila T., Peltonen L., Saarikoski H., Salo M., 2020. Taloyhtiöistä tulevaisuuden energiatuottajia - Muutospolut vuoteen 2035 ja murrosareena tiedon yhteistuotannon menetelmänä, Suomen ympäristökeskuksen raportteja 39 / 2020. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5217-7>

Berg, 2018. Tulevaisuuden kilpailukyky luodaan innovaatioekosysteemeissä (37-39) Englund L., Tarjanne P.(toim.) 2018, Arvoa synnyttävän liiketoiminnan lähteillä. Työ- ja elinkeinoministeriö, Innovaatiot ja yritysrahoitus -osasto, TEM oppaat ja muut julkaisut 4/2018. Helsinki: TEM. Viitattu 30.11.2020. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-323-8>

Blanco S., Lesca H., 1997. Environmental Scanning : Designing A Collective Learning Process to Track Down Weak Signals. Actes de la 3e Conférence de l' AIS Amérique (Association for Information Systems), Indianapolis, USA

Bruntland G. H., 1987. Report of the World Commission on Environment and Development. Our Common Future. Viitattu 30.11.2020. http://our_common_futurebrundtlandreport1987.pdf

CIRCWASTE, 2021. Materiaalit kiertoon. Viitattu 10.1.2021. <https://www.materiaalitkiertoon.fi/fi-FI/Circwaste>

Cura K., Mankinen K., Syväne J., Uusitalo V., Virtanen M., 2019. Regional material flow tools to promote circular economy, Journal of Cleaner Production 235 (2019) 1020-1025, Elsevier Ltd. Viitattu 15.12.2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.326>

Davies U., Wilson K., Design methods for developing services - An introduction to service design and a selection of service design tools, Design Council.

Dufva M., 2020. Megatrendit 2020. Sitran selvityksiä 162. Helsinki: Sitra. Viitattu 30.11.2020. <https://media.sitra.fi/2019/12/15143428/megatrendit-2020.pdf>

Dreborg K., 1996. Essence of backcasting, Futures, Vol. 28, No. 9, pp. 813-828

Ecolan Oy, 2020. Viitattu 31.12.2020 <https://www.ecolan.fi/fi/>

Ekokaari Oy, 2021a. Omistajat ja toimialue. Viitattu 12.4.2021. <https://www.kymenlaakson-jate.fi/kymenlaakson-jate-oy/omistajat-ja-toimialue/>

Ekokaari Oy, 2021b. Keltakankaan multatuotteet. Viitattu 12.4.2021. <https://www.kymenlaaksonjate.fi/palvelut/keltakankaan-multatuotteet/>

Ellen MacArthur Foundation, 2013. Towards the Circular economy - Economic and business rationale for an accelerated transition. Viitattu 30.11.2020. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>

Energiateollisuus ry, 2019. Kaukolämpötilasto 2018, viitattu 24.1.2021 <https://energia.fi/files/3935/Kaukolampotilasto2018.pdf>

Energiateollisuus ry, 2020. Energia-alan vähähiilisyystiekartta. Viitattu 24.1.2021. https://energia.fi/files/4946/Energia-alan_vahahiilisyystiekartta_2020.pdf

Evans S., Geissdoerfer M., Vladimirova D., 2018. Sustainable business model innovation: A review, Journal of Cleaner Products 198, pages 401-416, Elsevier Ltd

ELY-keskus, 2020a. Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelma 2016-2018. Viitattu 11.12.2020. <https://www.ely-keskus.fi/ravinteiden-kierratyksen-kokeiluohjelma>

ELY-keskus, 2020b. Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelma 2020-2022. Viitattu 11.12.2020. <https://www.ely-keskus.fi/ravinteiden-kierratyksen-kokeiluohjelma-2020>

ELY-keskus, 2020c. Rahoitetut hankkeet. Viitattu 11.12.2020. <https://www.ely-keskus.fi/rahoitetut-hankkeet>

ELY-keskus, 2020d. Hankkeiden loppuraporttitiivistelmät. Viitattu 11.12.2020. <https://www.ely-keskus.fi/hankkeiden-loppuraportit>

EUROOPAN KOMISSION TIEDONANTO EUROOPAN PARLAMENTILLE, NEUVOSTOLLE, EUROOPAN TALOUS- JA SOSIAALIKOMITEALLE JA ALUEIDEN KOMITEALLE, Uusi kiertotalouden toimintasuunnitelma - Puhtaamman ja kilpailukykyisemmän Euroopan puolesta, 11.3.2020. Viitattu 14.12.2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0098&from=EN>

Fintoil Oy, 2021. Raakamäntyöljy on tulevaisuuden ajuri. Viitattu 6.3.2021. <https://fintoil.com/fi/>

FISU Elinvoimaan resurssiviisaudesta, 2020. Viitattu 14.12.2020. https://www.fisunet-work.fi/fi-FI/Tietoa_Fisusta

FISS Teolliset symbioosit - toimintamalli Suomenna, 2020. Viitattu 24.2.2021. <https://www.teollisetsymbioosit.fi/mika-on-fiss-ja-teollinen-symbioosi>

Fontana R., Nuvolari A., Shimizu H., Vezzulli A., 2012. Schumpeterian patterns of innovation and the sources of breakthrough inventions: evidence from a data-set of R&D awards. Journal

of Evolutionary Economics; Heidelberg Vol. 22, Issue 4, (Sep 2012): 785-810. Viitattu 24.4.2021. <https://DOI:10.1007/s00191-012-0287-z>

Gasum Oy, 2020. Kierrätyslannoitteet. Viitattu 31.12.2020. <https://www.gasum.com/Yrityksille/mukaan-kiertotalouteen/kierratyslannoitteet/>

Geissdoerfer M., Pieroni M.P.P., Pigosso D.C.A., Soufani K., 2020. Circular business models: A review, Journal of Cleaner Production 277 (2020) 123741, Published by Elsevier Ltd.

Grönroos, C. 2006. Adopting a service logic for marketing. Marketing Theory, Vol. 6 Issue 3, 317-333.

Harmaakorpi V., Kallio A., Mäkimattila M., Oikarinen T., Rinkinen S., Salminen J., Uotila T., 2012. Innopakki. Käytäntölähtöisen innovaatiotoiminnan käsikirja. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Lahti School of Innovation. Viitattu 30.4.2021. <https://www.lut.fi/documents/10633/159509/innopakki-kaytantolahtoisin-innovaatiotoiminnan-kasikirja.pdf/1c552d58-55eb-4117-91f9-34626a24838b>

Heinonen, K., Strandvik, T. 2015. Customer-dominant logic: foundations and implications. Journal of Services Marketing, Vol. 29 Issue: 6/7, pp.472-484.

Heinonen S., Rahtola M., Tampio E., Vainio M., Virkkunen E., 2018. Opas kierrätyslannoitevalmistajille. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 37/2018, Helsinki: Luonnonvarakeskus (Luke). Viitattu 15.12.2020. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-606-3>

Helsingin Erikoishöyläys Oy, 2020. Viitattu 3.11.2020. <http://www.erikoishoylays.fi/index.html>

Helsingin Yliopisto, 2021. Saippuan valmistus. Kemian opetuksen keskus. Opettajan ohje. Kemianluokka Gadolin. Viitattu 12.4.2021. https://www2.helsinki.fi/sites/default/files/atoms/files/saippuan_valmistus_opettaja.pdf

Hiltunen E., 2019. Tulossa huomenna - Miten megatrendit muokkaavat tulevaisuuttamme. E-kirja. Viitattu 30.4.2021. Jyväskylä: Docendo Oy. ISBN EPUB 978-952-291-712-6

Hinku-verkosto, 2020. Hiilineutraali Suomi. Viitattu 5.3.2021. <https://www.hiilineutraali-suomi.fi/fi-FI/Hinku>

Humuspehtoori Oy, 2020. Tuotteet. Viitattu 31.12.2020. <https://www.humuspehtoori.fi/tuotteet>

Huotari, N. 2012. Tuhkan käyttö metsänlannoitteena. Metla. Vammalan kirjapaino Oy. Viitattu 30.10.2020. <http://www.metla.fi/julkaisut/isbn/978-951-40-2371-2/tuhkan-kaytto-metsalannoitteena.pdf>

Ihalainen A., Mäki-Simola E., Sauvula-Seppälä T., Torvelainen J., Uotila E., Vaahtera E., Ylitalo E., Päätoimittaja: Peltola A., 2019. SUOMEN METSÄTILASTOT - Finnish forest statistics, Luonnonvarakeskus, Helsinki 2019, viitattu 7.2.2021 https://stat.luke.fi/sites/default/files/suomen_metsatilastot_2019_verkko2.pdf

Infinited Fiber Company, 2021. Infinna, Beautiful inside and out. Viitattu 27.4.2021. <https://infinitedfiber.com/about-infinna/fashion/>

Ioncell 2021. Enter the new era of textile production! Viitattu 6.3.2021 <https://ioncell.fi/>

Isoäidin reseptillä, 2021. Saippuan valmistus 2. Julkaistu 6.8.2017. Blogi. Viitattu 12.4.2021. <http://isoaidinreseptilla.blogspot.com/2017/08/saippuanvalmistus2.html>

Joutsenvirta M., Salonen A.O., 2018 Vauraus ja sivistys yltäkyläisyyden ajan jälkeen, Aikuis-
kasvatus 2

Järvensivu T., Nykänen K., Rajala R. 2010: Verkostojohtamisen opas: Verkostotyöskentely sosiaali- ja terveysalalla, Versio 1.0 (30.12.2010) Muutosvoimaa vanhustyön osaamiseen -hankkeen julkaisu

Jätelaki 17.6.2011/646. Viitattu 2.11.2020. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2012/20120179>

Karimaa E., Kivelä J. 2020. Luomutuotantoon soveltuvat kierrätyslannoitteet - katsaus Suomen ja EU:n markkinoilla oleviin tuotteisiin, Helsingin yliopisto, Ecolan Oy. Viitattu 15.12.2021. https://blogs.helsinki.fi/hykerrys-hanke/files/2020/01/Raportti_Luomutuotantoon-soveltuvat-kierr%C3%A4tyslannoitteet.pdf

Kauranen P., Koivula J., Laurikko J., Solin J., Törrönen K., 2013. Vetytielkartta - Vetyenergian mahdollisuudet Suomelle. Tutkimusraportti VTT-R-02257-13, VTT Oy. Viitattu 13.3.2021. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/maat/2013/VTT-R-02257-13.pdf>

Kidd T. A., Pels J., 2014, Business model innovation, Learning from a high-tech-low-fee medical healthcare model for the BOP, Emerald Insights

Kontturi H., 1945. Luonnonväreillä värjäämisestä. 2. laajennettu painos. Helsinki: Pellervo-seura. Julkaistu blogissa Coloriasto. Viitattu 12.4.2021. <https://coloriasto.blogspot.com/2007/12/hulda-kontturi-luonnonvreill-vrjmisest.html>

- Koskela S., Mattinen M. Seppälä J., 2014. Resurssiviisauden johtamismallin indikaattorit. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Viitattu 2.2.2021. https://media.sitra.fi/2017/02/24042309/resurssiviisauden_indikkaattorit_syke.pdf
- Kuntaliitto, 2018. Alueet ja yhdyskunnat - Tietoja pienistä lämpölaitoksista vuodelta 2017. Helsinki: Kuntaliitto. Viitattu 15.12.2020. <https://www.kuntaliitto.fi/sites/default/files/media/file/Tietoja%20pienist%C3%A4%20l%C3%A4mp%C3%B6laitoksista%202017.pdf>
- Kupsala S., Vinnari M., 2010 Visioprosessin haasteet - tapauksena vegaaninen visio, FUTU-publication 4
- Kymenlaakson Jäte Oy, 2021. Omistajat ja toiminta-alue. Viitattu 12.4.2021. <https://www.kymenlaaksonjate.fi/kymenlaakson-jate-oy/omistajat-ja-toimialue/>
- Lahti Business Region, 2020. Viitattu 31.12.2020. <https://lahtibusinessregion.fi/yritystarinat/menestystarina/?article=haastavasta-lietteesta-innovoidaan-ekologista-metsalannoitettalahdessa>
- Ladec - Lahden seudun kehitys, 2020. Ravinnekierrätyksestä kilpailukykyä "RAKIKY". Viitattu 31.12.2020. <https://www.ladec.fi/ladec/hankkeet/hanke/ravinnekierratyksesta-kilpailukyky-rakiky>
- Lapinjärven Energiaosuuskunta, 2020. Viitattu 3.11.2020. <https://www.lapinjarvenenergiaosk.fi/>
- Lapinjärven Lämpö Oy, 2020. Viitattu 3.11.2020. <https://lapinjarvenlampo.lapinjarvi.fi/>
- Lapinjärvi, 2020. Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin. Viitattu 14.10.2020. <https://www.lapinjarvi.fi/hankkeet/resurssiviisaaksi/>
- Lapinjärvi, 2020. Tietoa Lapinjärven kunnasta. Viitattu 17.10.2020. <https://www.lapinjarvi.fi/tietoa/>
- Laurea ammattikorkeakoulu, 2021. Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin. Viitattu 21.4.2021. <https://www.laurea.fi/hankkeet/r/resurssiviisaaksi-ihmislahtoisin-keinoin/>
- Leydesdorff L., 2012. The Triple Helix of University-Industry-Government Relations, University of Amsterdam, Amsterdam School of Communication Research
- Lewandowski M., 2015. Designing the Business Models for Circular Economy - Towards the Conceptual Framework. Sustainability 2016, 8 43. Viitattu 14.4.2021. <https://doi.org/10.3390/su8010043>

Linturi R. 2020. Kohti parempaa tulevaisuutta! Teknologian mahdollisuudet ja uhat kestävän kehityksen edistämässä. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 5/2020. Helsinki: Eduskunta. Viitattu 15.12.2020. Verkkojulkaisu ISSN2342-6608. https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/julkaisut/Documents/tuvj_5+2020.pdf

Luonnonvarakeskus, 2020. Taulukko 9.1: Energian kokonaiskulutus Suomessa 2017. Tilastokeskus; SVT: Luonnonvarakeskus, viitattu 16.12.2020 https://stat.luke.fi/suomen-mets%C3%A4tilastot-2018-2018_fi

Luostarinen S., Pesonen L., Seppänen A-M., 2019. Kierrätyslannoitus - Suunnittelu, käytännöt ja mahdollisuudet tulevaisuudessa. Helsinki: Luonnonvarakeskus (Luke). Viitattu 30.11.2020. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-759-6>

Mannström M., Ovaska J., Weymarn von N., 2017. The ongoing transformation in forest industry companies julkaisussa Wood-Base Bioeconomy Solving Global Challenges, Ministry of Economic Affairs and Employment Enterprise and Innovation Department. Viitattu 10.1.2021. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79985/TEM_oppaat_2_2017_Wood_based_Bioeconomy_Solving_Global_challenge_29052017web.pdf?sequence=1

Materiaalitori, 2020. Viitattu 30.11.2020 <https://www.materiaalitori.fi/>

Meristö T., Kettunen J., Leppimäki S., Laitinen J. 2007. Competitive advantage through market-oriented innovation process - Applying the scenario approach to create radical innovations. Konferenssijulkaisu. Turku: Corporate Foresight Group CoFi / Åbo Akademi University

Metsä Group Oy, 2021a. Metsä Group on päättänyt rakentaa uuden biotuotetehtaan Kemiin. Viitattu 6.3.2021. <https://www.metsagroup.com/fi/Media/kaikki-uutiset/Pages/Uutinen.aspx?EncryptedId=6EB8EC180BEF9C0E&Title=MetsaGrouponpaattanytrakentaaauudenbiotuotetehtaanKemiin>

Metsä Group Oy, 2021b. Metsä Groupin uusi tekstiilikuitu on nimeltään Kuura. Viitattu 27.4.2021. <https://www.metsagroup.com/fi/Media/kaikki-uutiset/Pages/Uutinen.aspx?EncryptedId=CBFAC73C6CB0CA67&Title=MetsaGroupinuusitekstiilikuituonnimeltaan-Kuura>

Metsä Fibre Oy, 2021. Mitä ovat biotuotteet? Viitattu 6.3.2021. <https://www.metsafibre.com/fi/Sellu/Biokemikaalit-ja-muut-biotuotteet/mita-ovat-biotuoteet/Pages/default.aspx>

Motiva Oy, 2020. Lapinjärven kunta - Eron lämmitysöljystä vuoteen 2020 mennessä. Viitattu 24.1.2021. https://www.motiva.fi/files/4769/Lapinjarven_kunta_Eron_lammitysoljysta_vuoteen_2020_menessa.pdf

Nygård J., 2018. Resurssiviisas Lapinjärvi. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu. Hämeenlinna. Viitattu 30.11.2020. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018112518056>

Ormalä E., 2019. Suomen kilpailukyvyyn ja talouskasvun turvaaminen 2020-luvulla, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2019:1. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö. Viitattu 4.3.2021. Pysyvä osoite Valtioneuvoston julkaisuarkistossa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-388-7>

Osmo Color Oy 2020. Gammeldags puulipeä. Viitattu 31.12.2020. <https://www.osmocolor.com/puunsuoja/gammeldags-puulipea>

Osterwalder, A., Pigneur, Y. 2014. Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers. E-kirja. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons

Oulun Yliopisto, 2021. Geopolymeerit muuttaa maailmaa. Viitattu 12.4.2021. <https://www oulu.fi/yliopisto/node/41024>

OVA-ohje, 2021. Kaliumhydroksidi. Viitattu 12.4.2021. <https://www.ttl.fi/ova/koh.html>

Paloheimo P., Wiik J., 2020. Pienyrittäjien ja kuluttajien kiertotalouteen liittyvät valmiudet, odotukset ja motivaatio. Case: ihmislähtöisesti resurssiviisas Lapinjärvi. Opinnäytetyö. Laurea ammattikorkeakoulu, Vantaa. Viitattu 7.3.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2020081819778>

Paptic Oy 2021. Sustainable Alternative to Plastic Materials in Packaging. Viitattu 6.3.2021. <https://paptic.com/>

Phaal R., Farrukh C. J., Probert D. R., 2007. Strategic Roadmapping: A Workshop-based Approach for Identifying and Exploring Strategic Issues and Opportunities Engineering Management Journal; Mar 2007; 19, 1; ProQuest Central pg. 3

Pesonen J., 2016. Physicochemical studies regarding the utilization of wood- and peat-based fly ash, Doctoral Thesis, University of Oulu Graduate School, University of Oulu, Faculty of Science. Viitattu 20.12.2020. <http://urn.fi/urn:isbn:9789526213378>

Porvoon Energia Oy, 2020. Ekoenergia. Viitattu 31.12.2020. <https://porvoonenergia.fi/fi/sahko/vihrea-energia/ekoenergia/>

Puikkonen Ilkka, 2010. Cooperative Mankala-companies - The Acceptability of the Company Form in EC Competition Law, julkaisussa Helsinki Law Review 2010/1 p. 139-156. Viitattu 14.3.2021. <https://journal.fi/helsinkilawreview/article/view/74312/35980>

Pulko V., 2019. Historiallisten betonien ominaisuudet ja korjaaminen. Betoni-lehti 4/2019. Viitattu 11.3.2021. https://betoni.com/wp-content/uploads/2019/12/BET1904_70-79.pdf

P2X Solutions Oy, 2021. Vihreän vedyn tuottaja ja Power-to-X-tekniikan edelläkävijä Suomessa. Viitattu 13.3.2021 <https://p2x.fi/>

Ruokavirasto, 2020. Tuhkan käyttö lannoitteena. Viitattu 3.11.2020. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kierratysravinteet/tuhkalannoitteet/>

Robben pieni puutarha 2021. Pieni puutarha, suuset maun. Viitattu 25.4.2021. <http://robbes.fi/fi>

Seppänen-Järvelä R. (toim.), 2005. Vertaismenetelmät kehittävän arvioinnin välineinä, Hyvät käytännöt menetelmäkäsikirja, Stakes Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskus, Arviointiraportteja 2/2005, Helsinki: Stakes. Viitattu 20.2.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201204194291>

Sipilä J. 2017. Johdanto. Suomen YK-liitto, 2017. Kestävän kehityksen tavoitteet - Agenda 2030. Helsinki: Suomen YK-liitto. Viitattu 30.11.2020. https://www.ykliitto.fi/sites/www.ykliitto.fi/files/media/Agenda2030_pikkukirjanen_2017.pdf

Sitra 2016. Kierrolla kärkeen - Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016-2025. Sitran selvityksiä 117/2016. <https://media.sitra.fi/2017/02/27175308/Selvityksia117-3.pdf>

Sitra, 2020a. Resurssiviisauden indikaattorit. Viitattu 30.11.2020. <https://www.sitra.fi/artikkelit/resurssiviisauden-indikaattorit/>

Sitra, 2020b. Kiertotalouden kestävä liiketoimintamallit kemianteollisuuden yrityksille -Käsikirja, Toukokuu 2020. Kemianteollisuus, Sitra, Business Finland, Accenture. Viitattu 14.12.2020. <https://media.sitra.fi/2020/05/27105226/kiertotalouden-kestavat-liiketoimintamallit-kemianteollisuuden-yrityksille-kasikirja.pdf>

Sitra, 2020c. Kierratyslannoitevalmisteiden laatujärjestelmä edistää kierratysravinteiden käyttöä. Viitattu 14.12.2020. <https://www.sitra.fi/caset/kierratyslannoitevalmisteiden-laatu-jarjestelma-edistaa-kierratysravinteiden-kayttoa/>

Sitra, 2021. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? viitattu 6.3.2021 <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>

Spinnova, 2021. Cleanest Process. Disruptive Circularity. viitattu 6.3.2021 <https://spinnova.com/>

Sulapac, 2021. The Natural Choice, viitattu 6.3.2021 <https://www.sulapac.com/portfolio/>

Soilfood, 2020. Tuotteet, viitattu 31.12.2020 <https://soilfood.fi/tuotteet/>

Stickdorn, M., 2018: This is service design doing: Applying service design thinking in the real world: a practitioner's handbook (First Edition.). E-kirja. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc.

Suomen Erikoisjäte Oy, 2021. Jätteenpolton pohjakuonat. Viitattu 12.4.2021. <https://www.erityisjate.fi/palvelut-ja-tuotteet/jatteenpolton-pohjakuonat/>

Suomen Metsäkeskus, 2020a. Tuki metsän lannoitukseen. viitattu 27.10.2020 <https://www.metsakeskus.fi/tuki-metsan-terveyslannoitukseen>

Suomen Metsäkeskus, 2020b. Uudenmaan Metsäohjelma 2021-2025, 2020., 15062020 luonnos, Uudenmaan metsäneuvosto hyväksynyt kokouksessa 12.6.2020. Viitattu 27.10.2020 <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/alueellinen-metsaohjelma-uusi-maa-2021-2025.pdf>

Suomen virallinen tilasto (SVT): Alueellinen yritystoimintatilasto [verkkajulkaisu]. ISSN=2342-6241. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 15.12.2020]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/alyr/index.html>

Suomen virallinen tilasto (SVT): Innovaatiotoiminta [verkkajulkaisu]. ISSN=1797-4380. 2018, 2. Tiivistelmä yritysten innovaatiotoiminnasta vuosina 2016-2018. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 4.3.2021]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/inn/2018/inn_2018_2020-04-23_kat_002_fi.html

Suomen virallinen tilasto (SVT): Innovaatiotoiminta [verkkajulkaisu]. ISSN=1797-4380. 2016a, Liitetaulukko 24. Yliopistoyhteistyön tulokset, toteutuneet tai vuoden 2018 loppuun mennessä toteutuvaksi odotetut, tulosten merkitys, osuus yliopistoyhteistyötä tehneistä. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 4.3.2021]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/inn/2016/inn_2016_2018-04-12_tau_024_fi.html

Suomen virallinen tilasto (SVT): Innovaatiotoiminta [verkkajulkaisu]. ISSN=1797-4380. 2016b, Liitetaulukko 25. Yliopistoyhteistyön muodot ja niiden merkitys 2014-2016 aiempaan verrattuna, osuus yliopistoyhteistyötä tehneistä. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 4.3.2021]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/inn/2016/inn_2016_2018-04-12_tau_025_fi.html

Suomen virallinen tilasto (SVT): Jätetilasto [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-3339. 2018, Liitetaulukko 1. Jätteiden synty toimialoittain 2018, 1 000 tonnia. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 5.1.2021]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/jate/2018/jate_2018_2020-06-17_tau_001_fi.html

Suomen virallinen tilasto (SVT): Jätetilasto [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-3339. 2018, Liitetaulukko 2. Jätteiden käsittely 2018, 1 000 tonnia. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 5.1.2021]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/jate/2018/jate_2018_2020-06-17_tau_002_fi.html

Suomi, jonka haluamme 2050 — Kestävän kehityksen yhteiskuntasitoutus, 2016. Hyväksytty 20.4.2016 kestävän kehityksen toimikunnan kokouksessa, viitattu 16.11.2020 <https://kestava-kehitys.fi/documents/2167391/2186383/FINAL+Kest%C3%A4v%C3%A4n+kehityksen+yhteiskuntasitoutus+20+4+2016.pdf/d2d827e7-033a-4d2b-9239-aed6605a12c4/FINAL+Kest%C3%A4v%C3%A4n+kehityksen+yhteiskuntasitoutus+20+4+2016.pdf>

Suomen YK-liitto, 2017. Kestävän kehityksen tavoitteet - Agenda 2030. Helsinki: Suomen YK-liitto. Viitattu 30.11.2020. https://www.ykliitto.fi/sites/www.ykliitto.fi/files/media/Agenda2030_pikkukirjanen_2017.pdf

Sutinen R., 2017. The role of forests in the development of the Finnish economy julkaisussa Wood-Base Bioeconomy Solving Global Challenges, Ministry of Economic Affairs and Employment Enterprise and Innovation Department, viitattu 10.1.2021 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79985/TEM_oppaat_2_2017_Wood_based_Bioeconomy_Solving_Global_challenge_29052017web.pdf?sequence=1

Suurnäkki A., 2017. The scope of innovations and new products julkaisussa Wood-Base Bioeconomy Solving Global Challenges, Ministry of Economic Affairs and Employment Enterprise and Innovation Department, viitattu 10.1.2021 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79985/TEM_oppaat_2_2017_Wood_based_Bioeconomy_Solving_Global_challenge_29052017web.pdf?sequence=1

Stora Enso, 2021. Stora Enso suunnittelee lopettavansa sellun ja paperin tuotannon pysyvästi Kvarnsvedenin ja Veitsiluodon tehtailla. STORA ENSO OYJ SISÄPIIRITieto 20.4.2021 klo 9.15. Viitattu 25.4.2021. <https://www.storaenso.com/fi-fi/newsroom/regulatory-and-investor-releases/2021/4/stora-enso-suunnittelee-lopettavansa-sellun-ja-paperin-tuotannon-pysyvasti-kvarnsvedenin-ja-veitsiluodon-tehtailla?prid=82471db9d95528ed>

Tilastokeskus 2020. Kiertotaloustoiminnan indikaattorit. Viitattu 11.12.2020

<http://stat.fi/tup/kiertotalous/kiertotalousliiketoiminnan-indikaattorit.html#uudelleenkayttö>

Tilastokeskus, 2020. Suomen kuntien avainluvut. Viitattu 15.12.2020.

<https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?active1=SSS&year=2020>

Tuhka-Hukka Oy, 2020. Viitattu 31.12.2020. <http://www.tuhka.info/>

Uudenmaan liitto, 2020. Uudenmaan älykkään erikoistumisen ydinajatuksena on resurssivii-
saus. Viitattu 14.12.2020. https://www.uudenmaanliitto.fi/aluekehitys/alykas_uusimaa

UUMA3, 2020. Mitä uusiomaarakentaminen on? Viitattu 30.11.2020. <http://www.uusiomaarakentaminen.fi/mit%C3%A4-uusiomaarakentaminen>

UUMA3, Materiaalipankit, viitattu 30.11.2020 <http://www.uusiomaarakentaminen.fi/materiaalipankit>

Valkokari K., 2015. Business, Innovation, and Knowledge Ecosystems; How They Differ and Thrive within Them. Technology Innovation management Review, August 2015, Volume 5, Issue 8, pages 17-24. 4. <http://timreview.ca/article/919>

Valtioneuvosto, 2021a. Uusi suunta -Ehdotus kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:1. Helsinki: Valtioneuvosto. Viitattu 30.2.2021.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-658-7>

Valtioneuvosto, 2021b. Tutkimus- ja innovaationeuvosto. Viitattu 7.3.2021. <https://valtioneuvosto.fi/tin>

Valtioneuvosto, 2021c. Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan tiekartta. Kestävän ja kehittyvän yhteiskunnan ratkaisuja tuottava Suomi. Viitattu 7.3.2021. <https://valtioneuvosto.fi/documents/1410845/22508665/Tutkimus-%2C+kehitt%C3%A4mis-+ja+innovaatiotoiminnan+tiekartta.pdf/259864dc-a31c-cbcf-30ad-e222724ccfa/Tutkimus-%2C+kehitt%C3%A4mis-+ja+innovaatiotoiminnan+tiekartta.pdf?t=1590137297000>

Vesalainen J., 2006. Kaupankäynnistä kumppanuuteen, yritystenvälisen suhteiden elementit, analysointi ja kehittäminen. E-kirja. Teknologiateollisuus Oy

VTT, 2021. Akkuteknologiat. Viitattu 30.4.2021. <https://www.vttresearch.com/fi/palvelut/akkuteknologiat>

Vyyryläinen, N. 2018. Luonnonvärit ja ympäristövastuullinen käsityön opetus - Värikartta ilmiölähtöiseen värjäykseen ja käsityömuotoiluun. Pro Gradu -tutkielma. Helsingin Yliopisto.

Helsinki. Viitattu 12.4.2021. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/277568/Vyyryl%C3%A4inen_Niina_Pro_gradu_2018.pdf

Woodio Oy, 2021. A sustainable choice. Viitattu 6.3.2021. <https://woodio.fi/woodio-collections/>

Woodio Oy, 2021. 7,5 million funding for Woodio from the European Innovation Council. Viitattu 6.3.2021. <https://woodio.fi/woodio-has-won-funding-by-the-european-innovation-council/>

YLE, 2021. Haminan satamaan on tulossa yli sadan miljoonan euron jättiläisinvestointi: uusi laitos alkaa jalostaa mäntyöljyä biodieselin tuotantoon. Viitattu 6.3.2021. <https://yle.fi/uutiset/3-11191149>

Ympäristöministeriö, 2014. Jätelain eräiden säännösten tulkintalinjauksia. Ympäristöministeriön MUISTIO. Ympäristönsuojeluosasto 19.12.2014. Viitattu 30.10.2020. http://JÄTE-LAIN%20TULKINTAMUISTIO_19122014Fin.pdf

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2020. Metsänhoidon suositukset - Metsien kestävä hoidon ja käytön perusteet. Tapion julkaisu. Tapio Oy. Viitattu 19.3.2021. <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/12/Metsanhoidon-suositukset-Metsien-kestavan-hoidon-ja-kayton-perusteet-TAPIO-2020.pdf>

Julkaisemattomat

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy, 2020. Tutkimustodistus. Lapinjärven Lämpö Oy Kirkonkylän lämpölaitoksen biotuhka-analyysi. Mikkeli, 8.1.2020.

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy, 2020. Käyttösuositus, Tuhkalannoitteet. Lapinjärven Lämpö Oy Kirkonkylän lämpölaite. Mikkeli, 8.1.2020.

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy, 2020. Tutkimustodistus. Lapinjärven Lämpö Oy Porlammin lämpölaitoksen biotuhka-analyysi. Mikkeli, 8.1.2020.

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy, 2020. Käyttösuositus, Tuhkalannoitteet. Lapinjärven Lämpö Oy Porlammin lämpölaite. Mikkeli, 8.1.2020.

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy, 2020. Tutkimustodistus. Lapinjärven Lämpö Oy Sivarikeskuksen lämpölaitoksen biotuhka-analyysi. Mikkeli, 8.1.2020.

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy, 2020. Käyttösuositus, Tuhkalannoitteet. Lapinjärven Lämpö Oy Sivarikeskuksen lämpölaite. Mikkeli, 8.1.2020.

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy, 2020. Tutkimustodistus. Helsingin Erikoishöyläys Oy lämpölaitoksen biotuhka-analyysi. Mikkeli, 8.1.2020.

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy, 2020. Käyttösuositus, Tuhkalannoitteet. Helsingin Erikoishöyläys Oy lämpölaitos. Mikkeli, 8.1.2020.

Illman N., 2021. Toimitusjohtajan haastattelu. Puhelinkeskustelu, 19.2.2021. Energiaosuuskunta LEO. Lapinjärvi.

Kivelä S., 2020a. Opinnäytetyönohjaajan/hankevastaavan haastattelu. Teams palaveri. 30.11.2020.

Kivelä S., 2020b. Tulevaisuuden ennakointi. Luentomateriaali. Tulevaisuuden osaajat 2030 verkkokurssi. 3AMK.

Pöyhönen T., 2021. Projektipäällikön haastattelu. Teams palaveri, 15.2.2021. Lapinjärven kunta. Lapinjärvi.

Pöyhönen T., 2021. Kertyneen tuhkan määrä. Sähköposti 25.9.2020. Lapinjärven kunta. Lapinjärvi.

Rajala M., 2021. Tuotantojohtajan haastattelu. Teams palaveri, 15.2.2021. Helsingin Erikoishöyläys Oy. Lapinjärvi.

Runonen P., 2021. Toimitusjohtajan haastattelu. Teams palaveri, 15.2.2021. Lapinjärven Lämpö Oy. Lapinjärvi.

Kuviot

Kuvio 1: Kestävän kehityksen Agenda 2030 tavoitteet	9
Kuvio 2: Kiertotalouden perhosmalli Ellen MacArthur säätiön mukaan	16
Kuvio 3: Uudet ja olemassa olevat puupohjaiset tuotteet VTT:n mukaan	25
Kuvio 4: Innovaatiojohtaminen Gaillyn (2018, 5) mukaan	32
Kuvio 5: Kestävän ja kiertotalouden liiketoimintamallin kehittyminen Geissdoerfer mukaan	41
Kuvio 6: Arvioinnin menetelmällinen kartta Aalto-Kallio ym. (2009, 59) mukaan.....	49
Kuvio 7: Tuplatimantti muotoiluprosessin vaiheet Daviesin mukaan	50
Kuvio 8: Kehittämishankkeen aikataulu ja eteneminen	52
Kuvio 9: Tuhkan käyttöideoita	57
Kuvio 10: Tuhkasivuvirran tuotekehityssuppilo Lapinjärven Lämpö Oy:n näkökulmasta	65
Kuvio 11: Tuhkasivuvirran tuotekehityssuppilo Helsingin Erikoishöyläys Oy:n näkökulmasta ..	66
Kuvio 12: Lapinjärven tuhkan kierto ja liiketoimintaekosysteemi	84

Taulukot

Taulukko 1: Schumpeter Mark I-III innovaatiotyypit (mukaillen Koivisto 2011b, 183)	36
Taulukko 2: Tuhkien laboratorioanalyysit ja haitta-aineiden raja-arvot	56
Taulukko 3: Yhteenveto tuhkan käyttömahdollisuuksista.....	62
Taulukko 4: PESTE-analyysin tulokset	63
Taulukko 5: Tuhkan käytön toimintamallivaihtoehdot	67
Taulukko 6: Kierrätyslannoitetoiminnan SWOT tarkastelu PESTE-analyysin pohjalta.....	70
Taulukko 7: Kierrätyslannoiteyrityksiä ja niiden tuhkatuotteita.....	81
Taulukko 8: Lapinjärven tuhkaekosysteemin liiketoimintamalliehdotus	88
Taulukko 9: Resurssiviisauden tiekartta tuhkalannoitetoiminnan aloittamiseksi.....	91

Liitteet

Liite 1: Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelman hankkeita vuosina 2016-2018.....	119
--	-----

Liite 1: Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelman hankkeita vuosina 2016-2018

Päätoteuttaja/osatoteuttaja	Toteutusaika	Budjetti / tuki
BioKymppi Oy: Biokaasulaitoksen lietteistä konsentroituja lannoitteita	1.9.2016 - 31.8.2018	998 076 €, tuen osuus 60 %.
Biometa Finland Oy: Maatilan biolannoitekierto - Maa-Bio	1.9.2016 - 31.8.2018	494 800 €, tuen osuus 50 %.
Punkalaitumen Bioenergyyhtiö Oy: Biokaasulaitoksen jälkimädätteen jatkojalostaminen lannoitevalmisteksi-hanke	1.1.2017 - 31.8.2018	157 600 €, tuen osuus 70 %.
RuokoVoima Oy, Masku: Toteutettavuustutkimus järviruo'on laajamittaisesta hyötykäytöstä ja ruokomassaan sitoutuneiden ravinteiden kierrättäminen maatalouden käyttöön	1.2.2017 - 31.8.2018	48 000 €, tuen osuus 70 %.
Pasrea Oy: Pasrea-kompostorin tutkimus ja tuotekehityshanke	1.2.2017 - 31.8.2018	407 000 €, tuen osuus 79,75 %.
Wedex Finland Oy: Maatalouden ravinteiden hyötykäyttö	1.3.2017 - 31.8.2018	216 000 €, tuen osuus 60 %.
Redono Oy: REDONO	1.5.2017 - 28.2.2018	103 000 €, tuen osuus 70 %.
Nanopar Oy: Biomassoista peräisin olevien kierrätyslannoitevalmisteen tuotekehitys ja tuotanto	15.5.2017 - 31.8.2018	567 000 €, tuen osuus 45 %.
Biopeel Oy: Tuotantoeläinten lantojen hyötykäyttö kierrättämällä: kuivikkeena, poltтокаasuna ja lannoiterakeena	1.1.2017 - 31.8.2018	70 000 €, tuen osuus 70 %.
Perunantuotannon tutkimus- ja kehityssäätiö / Perunantutkimuslaitos: Teollisuuden sivutuotteiden käyttömahdollisuuden turvetuotannosta poistuneiden suopohjien maanparannukseen non-food-perunantuotantoa varten	1.1.2017 - 31.8.2018	331 429 €, tuen osuus 65 %.
Global EcoSolutions Oy: Kierrätyslannoitteita kananlannasta innovatiivisella kuivauskonseptilla (KIEKU) - toteutettavuustutkimus	1.5.2017 - 31.8.2018	137 000 €, tuen osuus 70 %.
Biolan Oy: Maatalouden orgaanisilla sivuvirroilla kasvua - MOSKU	1.7.2017 - 31.7.2019	1 284 718 €, tuen osuus 50 %.
Envitop Oy: Maa- ja metsätaloudessa sekä yhdyskunnissa muodostuvien nestemäisten rejektien sisältämän typen talteenotto ja tuotteistaminen ravinneliuokseksi Envistone -menetelmällä	1.6.2017 - 31.8.2018	320 000 €, tuen osuus 45 %.
Lapuan Peruna Oy: Tärkkelysperunan sivutuotteesta lannoitetta ja rehua	10.5.2017 - 30.8.2018	84 000 €, tuen osuus 56,16 %.
Apila Group Oy Ab: Jokamiehen ravinnekiertokuution tuotteistaminen	1.9.2017 - 31.8.2019	40 000 €, tuen osuus 45 %.
SFTec Oy: Kierrätyslannoitteiden klusteri Oulusta: Orgaanisten jätteiden tuotantomittakaavan demonstraatio - Demotehdas -konsepti	1.9.2017 - 31.8.2019	535 600 €, tuen osuus 60 %.
Rakeistus Oy: Demotehdas -konsepti	1.10.2017 - 31.8.2019	469 458 €, tuen osuus 60 %.
Graniittirakennus Kallio Oy Vantaa: Haastavien biopohjaisten jätteiden käyttö kasvualustana	1.10.2017 - 30.8.2019	750 000 €, tuen osuus 40,66 %.
Pajupojat Oy, Kouvola /LUKE: Biotisleen ja -hiilen käyttö kompostoinnin tehostajana	1.12.2017 - 30.6.2019	138 500 €, tuen osuus 66,9 %.
Lahden Hevosystäväinseura ry, Lahti: Hevosvoimia hevosenlannasta	1.11.2017 - 31.8.2018	85 376 €, tuen osuus 70 %.
Soilfood Oy, Lieto: Ravinnekuitu - Metsäteollisuuden kuitupitoisten sivutuotteiden viljelykokeet	1.1.2018 - 31.12.2019	245 000 €, tuen osuus 60 %.
Digi Toilet Systems Oy, Kangasala: DTS-menetelmä - orgaanisen jätteen kompostointi	1.2.2018 - 31.10.2019	230 597 €, tuen osuus 70 %.
Heikas Oy, Vehmaa / Envitecpolis Oy ja Manupork Oy: Kiertoravinne - Alkutuotannon ja elintarviketeollisuuden massavirtojen ravinteiden tuotteistaminen ja uudelleen jako Seinäjoen seudulla	1.7.2018 - 31.5.2019	181 562 €, tuen osuus 70 %.
Satafood Kehittämisyhdistys ry, Huittinen: Sivuvirroista luomulannoite kasvihuonetuotantoon - LUOMUKAS	1.6.2018 - 30.6.2019	40 000 €, tuen osuus 70 %.

Biopallo Systems Oy, Kuopio / Savonia AMK: Biopallo-kompostointireaktorin optimointi ja lopputuotteen laadun varmistus lannoitetuotantoon	1.6.2018 - 31.12.2019	147 200 €, tuen osuus 80 %.
Pohjolan Aines Oy, Raahen: Sivujakeet tuotteiksi	1.5.2018 - 31.8.2020	260 011 €, tuen osuus 52,2 %.
Helsieni Oy, Vantaa: Pilot for a circular urban mushroom farm	1.8.2018 - 31.7.2019	60 000 €, tuen osuus 70 %.
Ecolution Oy, Helsinki / Chemitec Consulting Oy ja Helsingin yliopisto: Elintarviketuotannon sivuvirran hyödyntäminen kasvisravinteena, case: tofun tuotannossa syntyvän okaran hyödyntäminen lannoitteena	1.9.2017 - 31.8.2019.	493 700 €, tuen osuus 60 %.
BioKymppi Oy, / Evergreen Farm Oy, Geoanalyysi Oy, Hämeen ja Tampereen AMK Oy, Luomuliitto Ry, Luukkaisen Puutarha Oy, ProAgraria P-Karjala Oy, Puromäen Puutarha, Tolvanen T.: BioRaki 2 - Konsentraatista ja biohiilestä kasvuvoimaa	1.5.2018 - 31.8.2020.	11 59 036 €, tuen osuus 60 %.
Lahden Hevosystäväinseura ry, Lahti: Hevosvoimia hevosennannasta II	1.9.2018 - 31.12.2019	151 329 €, tuen osuus 70 %.
Lannanpuhdistus Viljakainen Oy: Hki Lannanpuhdistus Viljakainen Oy - tehokas strippaus	1.7.2018 - 1.7.2019	100 000 €, tuen osuus 60 %.
Axolot Solutions Finland Oy, Kauniainen: Lietteen ravinnekierätyksessä sähkökemiallisella vedenpuhdistusmenetelmällä	1.11.2018 - 31.12.2019	175 547 €, tuen osuus 45 %.
Ecolan Oy, Kuopio: Elintarviketeollisuuden sivuvirtojen erottelu ja teollinen hyödyntäminen luomulannoitteiden raaka-aineeksi	1.9.2018 - 31.12.2019	264 600 €, tuen osuus 70 %.
Biocoil Oy, Kuhmo: Saha- ja puun sivuvirtojen jalostaminen korkearvoisemmiksi ravinne- ja kuiviketuotteiksi sekä teollisuuden raaka-aineiksi	1.6.2018 - 30.8.2020	932 002 €, tuen osuus 61,4 %.
Biometa Finland Oy, Oulu / Heikkinen P., Ojantakainen J. ja Lohi K.: Biotuotteen ravinnekierroksen optimointi - Biotrio	1.10.2018 - 31.8.2020	331 650 €, tuen osuus 60 %.
Emomylly Oy, Huittinen: Määtysjäännöksen ravinteiden jatkojalostus ja tuotteistus Emomyllyn biokaasulaitokselle (RavinneEmo)	1.1.2019 - 31.12.2019	116 000 €, tuen osuus 65,9 %.
Bioluup Oy, Kauhajoki: NutCycle hanke	1.11.2018 - 31.8.2020	139 620 €, tuen osuus 70 %.
Biocode Oy: Vantaa Hiilijätteestä liiketoimintaa - Hiilensidontaa ja ravinteiden kierrätystä tukevan palveluliiketoiminnan kehittäminen viljaketjussa	1.1.2019 - 31.8.2020	172 200 €, tuen osuus 60 %.
Piispanristin Kalalähde Oy, Turku: Kalankasvatuksessa syntyvien biomassojen ja ravinteiden hyödyntäminen mahdollisimman tehokkaasti salaatin kasvihuoneviljelyssä, rehuksi kasvatettavien hyönteisten kasvatuksessa ja biokaasun tuotannossa	1.10.2018 - 31.7.2020	430 000 €, tuen osuus 60 %
Jeppo Biogas Ab, Uusikaarlepyy / Doranova Oy, Jepuan Peruna Oy ja Raussin Metallit Oy: Kiertojepua	2.10.2018 - 31.8.2020	696 872 €, tuen osuus 60 %