

HARAVOINTIJÄTTEIDEN KÄSITTELYMENETELMÄT

Case Kiertokapula



YAMK opinnäytetyö

Biotalousen liiketoiminnan kehittäminen, Visamäki

2021

Minna Sawkins

Biotalous liiketoiminnan kehittäminen

Tekijä Minna Sawkins

Työn nimi Haravointijätteiden käsittelymenetelmät

Ohjaaja Matti Niittymäki, Ilpo Pölönen

Tiivistelmä

Vuosi 2021

Kiertokapula Oy on kunnallinen jätehuolto-yhtiö, joka tarjoaa jätehuoltopalveluja asiakkailleen 13 kunnan alueella. Yhtiöllä on viisi jätteidenkäsittelyaluetta, joilla vastaanotetaan asumisesta ja yritystoiminnasta syntyviä puutarhan haravointi- ja kasvijätteitä. Kiertokapulalla on Elintarvikeviraston hyväksyntä orgaanisten lannoitteiden valmistukselle. Valmis komposti kulkee tuotenimellä Hyötykomposti ja siitä jatkojalostettu tuote on mahdollista ohjata kaupallisille markkinoille tuotenimellä Hyötymulta. Kasvijätteet aumakompostoidaan tällä hetkellä toimintaan varatulla kentällä Hyvinkään Kapulan jätteidenkäsittelyalueella.

Tässä toiminnallisessa opinnäytetyössä kartoitetaan Kiertokapulalle vaihtoehtoisia haravointijätteiden käsittelymenetelmiä aumakompostoinnin tilalle sekä ulkopuolisia toimijoita, joille haravointijätteet voitaisiin ohjata käsiteltäväksi. Työssä selvitettiin lisäksi uuden kompostointikentän investoinnin kannattavuutta Hämeenlinnan Karanojan alueelle. Työn tuotoksena vaihtoehtoiset skenaariot ja niiden kannattavuus osoitetaan kannattavuuslaskelmissa. Työn teoria perustuu lainsäädäntöön, kasvijätteiden vaihtoehtoihin käsittelymenetelmiin ja palvelun tuotteistamiseen.

Opinnäytetyön tuloksena voidaan todeta, että haravointijätteiden kompostointikentän rakentaminen Hämeenlinnan jätteidenkäsittelyalueelle sekä toiminnan jatkaminen Hyvinkään alueella olisi tulevaisuudessa kannattavaa. Kiertokapulalla on tarvetta kompostimullalle omassa toiminnassa suljettavan jätetäytön viimeistelytyöissä noin kolmen vuoden ajan. Tämän jälkeen sekä aumakompostointi että Hyötymullan myynti eteenpäin asiakkaille on kannattavaa, mikäli kaikki multa saadaan myytyä. Hyötymullan menekkin varmistamiseksi myyntipisteet olisi saatava mahdollisimman lähelle asiakkaita. Lisäpalveluiden, kuten lastausavun ja Hyötymullan lavakuljetusten avulla voidaan varmistaa mullan myynti.

Avainsanat haravointijäte, aumakompostointi, biohiili, biokaasu

Sivut 80 sivua ja liitteitä 12 sivua

Name of Degree Programme
Author Minna Sawkins
Subject Methods for handling raking waste
Supervisors Matti Niittymäki, Ilpo Pölönen

Abstract
Year 2021

Kiertokapula Oy is a municipal waste management company that provides waste management services to its customers in 13 municipalities. The company has five waste treatment areas where garden and plant waste from housing and business activities is received. Plant waste is composted in an operational field within the Hyvinkää Kapula waste treatment area. Kiertokapula has the approval of the Finnish Food Authority for manufacturing organic fertilisers. The finished compost goes by the brand name Hyötykomposti and the further processed product was named Hyötymulta.

This functional thesis explores alternative methods handling raking waste instead of composting and explores external operators to whom raking waste could be directed for processing. The study also investigated investment and profitability of new composting field in the Karanoja area of Hämeenlinna. The outcome of this study was to examine alternative scenarios and their profitability, which are defined in the profitability calculations. The theory of this study is based on legislation, alternative methods of handling plant waste and the productization of the service.

As a result of the thesis, it can be stated that the construction of a new composting field for raking waste in Hämeenlinna and the continuation of operations in Hyvinkää area would be profitable in the future. The survey revealed there is a need for composting for a period of approximately three years while finalizing a landfill area before its closure. After that, composting and sale of Hyötymulta to customers is profitable if the mentioned products can be sold on to the customers. In order to ensure the sale of Hyötymulta, trading posts must be close as possible to customers. Additional services such as loading aid and Hyötymulta pallet transports can further increase sales volumes.

Keywords garden waste, compost, biochar, biogas.
Pages 80 pages and appendices 12 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tutkimuksen tavoitteet ja toteutus.....	2
3	Aikaisemmat tutkimukset	3
4	Kiertokapula Oy	5
4.1	Jätehuollon viranomaistehtävät	5
4.2	Kiertokapulan toimintajärjestelmä	5
4.3	Liiketoimintastrategia 2021	6
5	Lain ja määräysten vaikutus haravointijätteiden käsittelyyn.....	8
5.1	Valtioneuvoston asetus jätteistä 19.4.2012/179.....	8
5.2	Jätelaki 646/2011	8
5.2.1	Jätteen luokittelun päättymisen	9
5.3	Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista	10
5.4	Lannoitevalmistelaki	10
5.5	Valtakunnallinen jättesuunnitelma	11
5.6	Laki vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta 30.12.2015/1709	11
5.7	Jätelautakunta Kolmenkierron alueen jätehuoltomääräykset	12
5.8	Kiertokapulan ympäristölupa haravointijätteiden käsittelyyn	12
6	Haravointijätteet Kiertokapulassa.....	13
6.1	Haravointijätteiden kompostointi.....	14
6.1.1	Kompostoinnin omavalvontasuunnitelma.....	16
6.2	Kompostoitujen haravointijätteiden hyödyntäminen aikaisemmin.....	20
6.3	Haravointijätteiden tunnelikompostointi Nurmijärvellä	21
7	Perusmaksun käyttöönotto	23
8	Haravointijätteiden käsittelymenetelmät	24
8.1	Aumakompostointi	24
8.2	Haravointijäte ja biohiili	27
8.2.1	Biohiilen raaka-aineet ja valmistus	28
8.2.2	Biohiilen käyttökohteet.....	31
8.2.3	Biohiileen liittyvää tutkimusta	31
8.2.4	Biohiili Tukholman kaupungissa	32

8.3	Haravointijätteistä biokaasua	33
8.3.1	Biokaasuprosessi	34
8.3.2	Prosessin toimintaedellytykset	36
9	Haravointijätteiden käsittely muissa jäteyhtiöissä	39
9.1	Pirkanmaan jätehuolto.....	39
9.2	Helsingin seudun ympäristöpalvelut.....	39
10	Jätteiden kuljettaminen.....	40
11	Tuotteistaminen palvelun välineenä	42
11.1	Palvelun arviointi ja kehittäminen	42
11.2	Palvelun määrittäminen.....	43
11.3	Palvelun tuotteistaminen.....	43
11.4	Palvelun hinnoittelu	44
12	Haravointijätteiden käsittelymahdollisuudet Kiertokapulassa	46
12.1	Haravointijätteistä kompostimultaa	46
12.1.1	Valmiin kompostin hyödyntäminen omassa toiminnassa	46
12.1.2	Kompostimullan tuotteistaminen Kiertokapulassa.....	47
12.1.3	Mullanmyynti jätteidenkäsittelyalueilla	48
12.2	Haravointijätteiden kuljetus käsittelyyn toiselle toimijalle	48
12.2.1	Haravointijätteet kompostoitavaksi toiselle toimijalle.....	49
12.2.2	Ulkopuolinen urakoitsija kompostoi Kapulan alueella	51
12.2.3	Haravointijätteiden kuljetus biokaasulaitokseen.....	51
12.3	Haravointijäte ja biohiili	52
13	Uuden palvelun tuotteistaminen	54
13.1	Palvelun innovointi	54
13.2	Palvelupolku.....	56
13.3	Asiakasarvo ja sen muodostuminen	57
13.4	Arvoverkoston toimijoiden palvelukyvykyys	58
14	Tasapainotettu mittaristo strategian toteuttamisen välineenä.....	59
15	Taloudellinen tase ja investointi.....	61
15.1	Kompostointitoiminnan liikevaihto	61
15.2	Karanojan uuden kompostointikentän investointi	63
15.3	Kompostoinnin kustannukset	63

16	Kannattavuus eri skenaarioissa	66
16.1	Kompostointia Kapulassa ja Karanojalla – kompostimullat omaan käyttöön	66
16.2	Kompostointia Kapulassa ja Karanojalla – Hyötymullan myynti	67
16.3	Haravointijätteen kompostoitavaksi toiselle toimijalle	67
16.4	Kompostointia Kapulassa – Hyötymullan myynti	68
16.5	Ulkopuolinen urakoitsija kompostoi ja tuotteistaa Hyötykompostin Kapulassa.....	68
16.6	Haravointijätteen biokaasun tuotantoon	69
16.7	Yhteenveto skenaarioista.....	69
17	Yhteenveto	71
	Lähteet.....	73

Liitteet

Liite 1	Kiertokapula Oy aumakortti, kompostoitumisen tarkkailulomake
Liite 2	Hyötymulta, tuoteseloste
Liite 3	Perävaunulla varustetun yhdistelmäajoneuvon päästöt
Liite 4	Hämeenlinnan Karanojan uuden kompostointikentän investointi. Kannattavuus, kun kompostointimulta hyödynnetään omassa toiminnassa.
Liite 5	Hämeenlinnan Karanojan uuden kompostointikentän investointi. Kannattavuus, kun kompostointimulta tuotteistetaan Hyötymullaksi.
Liite 6	Kompostoinnin kannattavuus, kun kompostimullat hyödynnetään omassa toiminnassa. Kompostointia Karanojalla ja Kapulassa.
Liite 7	Kannattavuus, kun kaikki haravointijätteet ohjataan Hyötymullan valmistukseen ja myyntiin. Kompostointia Kapulassa ja Karanojalla.
Liite 8	Kannattavuus, kun haravointijätteet kuljetetaan käsiteltäväksi J. Koskenmäelle ja Kekkilälle.
Liite 9	Kannattavuus, kun Kapulassa kompostoidaan ja tuotteistetaan Hyötymultaa
Liite 10	Kannattavuus, kun ulkopuolinen urakoitsija Kaiwur kompostoi haravointijätteet ja tuotteistaa mullan Kiertokapulan jätteidenkäsittelyalueella.
Liite 11	Haravointijätteiden ohjaaminen biokaasun tuotantoon.

End of Waste	Euroopan komission kriteerit, joilla voidaan määrittää materiaalin jätestatuksen päättymisen
Haravointijäte	Kasviperäinen jäte, mikä sisältää pääsääntöisesti lehtiä ja kasveja
Haravointijätekompotti	Haravointijätteestä ja tukiaineesta kompostoimalla saatava massa
Jätetäyttöalue	Jätteen loppusijoitusalue, kaatopaikka
Kivennäismaa-aines	Maaperän kallioperästä irronnut ja hienontunut aines
Kompostimulta	Eloperäinen jäte (haravointijäte, lehdet), joka muuttuu kompostoitumisen myötä mullaksi
Maanparannusaine	Maaperän ominaisuuksia kasvien kasvun kannalta parantava valmiste
Mädätysjäännös	Biokaasulaitokselta syntyvä sivuvirta, joka on mahdollista tuotteistaa maanparannusaineeksi
Lannoitevalmiste	Lannoitevalmistelain mukainen markkinoille vietävä tuote, kuten kasvualusta tai maanparannusaine
Orgaaninen aines	Esimerkiksi eloperäinen aines maaperässä
Perusmaksu	Jätehuollon kiinteistökohtainen perusmaksu, jolla tuotetaan kotitalouksille jätehuoltopalveluja, kuten vaarallisten jätteiden keräystä, annetaan neuvontaa, tiedotusta ja kustannetaan jätehuoltoviranomaisen toiminta. Perusmaksulla katetaan myös ilmaisjakeiden vastaanotto alueilla.
Tuoteseloste	Lannoitevalmisteen myynnin yhteydessä annettu seloste, mistä selviää tiedot kauppanimestä, ominaisuuksista, koostumuksesta, käytöstä, valmistajasta ja maahantuojusta.

1 Johdanto

Jätelain etusijajärjestyksen mukaisesti kaikessa toiminnassa tulisi ehkäistä jätteiden syntymistä ja haitallisuutta. Koska jätteitä kuitenkin syntyy, tulee ne ensisijaisesti ohjata uudelleenkäyttöön ja kolmanneksi kierrättää materiaalina uusiin tuotteisiin. Vasta näiden jälkeen on vaihtoehtona jätteiden energiahyödyntäminen tai loppusijoittaminen kaatopaikalle. Kaatopaikka-asetuksella ohjataan jätteiden loppusijoittamista. Asetuksen mukaisesti kaatopaikalle ei tule sijoittaa orgaanista jätettä.

Yleisten alueiden ja kiinteistöjen pihoilta syntyy säännöllisesti erilaisia orgaanisia jätteitä, kuten nurmi- ja lehtijätettä sekä risua. Omakotiasujilla on mahdollisuus käsitellä pihan haravointijätteet kompostoimalla ne kiinteistön lehtikompostorissa. Lisäksi risut ja oksat voidaan hakettaa katteeksi oman pihan pensaiden ja puiden juurille. Kun kiinteistön piha-alueet ovat laajat ja puutarhan jätteitä syntyy runsaasti, on tavallista, että ne kuljetetaan kompostoitavaksi jätteidenkäsittelyalueille. Tämä säästää kiinteistöillä työtä ja tuo tilaa muulle toiminnalle.

Haravointijätteiden perinteinen käsittelymenetelmä jätteidenkäsittelyalueilla on ollut aumakompostointi. Ulkona tapahtuvissa kompostointiaumoissa on aikoinaan kompostoitu myös biojätteitä ja jätevesilietteitä. Ympäristön hajuhaittojen myötä biojätteiden ja jätevesilietteiden kompostointia ei enää tehdä ulkona aumoissa. Haravointijätteitä kompostoidaan kuitenkin tavallisesti vielä ulkokentillä aumoissa niiden suuren tilan tarpeen ja hitaan prosessin vuoksi.

Viime vuosina haravointijätteille on kartoitettu tutkimuksissa vaihtoehtoisia käsittelymenetelmiä. Nykyisin haravointijätteistä on jo mahdollista saada biokaasua tai etanolia sekä biohiiltä. Menetelmien kehittymisen myötä haravointijätteet ja niiden ravinteet saadaan paremmin kiertoon. Uusien käsittelymenetelmien avulla on myös mahdollisuus kehittää liiketoimintaa ja saada markkinoille uusia asiakkaita palvelevia tuotteita.

2 Tutkimuksen tavoitteet ja toteutus

Tässä työtä kehittävässä opinnäytetyössä selvitetään vaihtoehtoisia käsittelymenetelmiä Kiertokapulän jätteidenkäsittelyalueille vastaanotetuille haravointijätteille. Vaihtoehtoisesti haravointijätteille kartoitetaan käsittelijää jo olemassa olevista tai uusista yhteistyökumppaneista. Työssä kartoitetaan myös, voitaisiinko kompostoidut tai muulla tavoin käsitellyt haravointijätteet hyödyntää omassa toiminnassa tai olisiko raaka-aineesta mahdollista jalostaa markkinoille kilpailukykyinen ja ostajaa palveleva tuote.

Tutkimuksessa hyödynnetään vuosittaisia tilastotietoja kompostointiin otetuista jätejakeista sekä aikaisempia tutkimustietoja ja -tuloksia Laura Tokeensuun ja Perttu Sainion opinnäytetöistä. Tutkimuskysymyksiä ovat:

1. Mitä erilaisia vaihtoehtoja haravointijätteiden käsittelyyn on tarjolla?
2. Mitkä käsittelymenetelmistä sopisivat parhaiten Kiertokapulalle?
3. Mikä mahdollisista käsittelymenetelmistä olisi kannattavin?
4. Voidaanko kompostoidut haravointijätteet hyödyntää omassa toiminnassa?
5. Kuka voisi olla mahdollinen ostaja tuotteelle ja mikä on tuotteen arvo asiakkaalle?

Tarkastelun kohteena ovat seuraavat Valtioneuvoston asetuksen jätteistä liitteen 4 mukaiset jätejakeet (ss. 19, 43–44):

- 20 02 puutarha- ja puistojätteet, hautausmaiden hoidossa syntyneet jätteet mukaan luettuina
 - 20 02 01 biohajoavat jätteet, kuten esimerkiksi haravointijätteet
- 02 01 maataloudessa, puutarhataloudessa, vesiviljelyssä, metsätaloudessa, metsästyksessä ja kalastuksessa syntyvät jätteet
 - 02 01 03 kasvijätteet
 - 02 01 06 eläinten ulosteet, virtsa ja lanta (likaantunut olki mukaan luettuna)
 - 02 01 07 metsätalouden jätteet

3 Aikaisemmat tutkimukset

Kiertokapulan haravointijätteiden tuotteistamis- ja tuotekehitysprosessin muodostavaa kokonaisuutta on aikaisemmin selvittänyt opinnäytetyössään Laura Tokeensuu.

Tutkimuksessa käsiteltiin vaiheet toimeksiannosta markkinointiin ja valmiin tuotteen käyttöönottoon. Opinnäytetyön pääpaino oli löytää käytössä olevista raaka-aineista resepti myytävälle kasvualustalle. (Tokeensuu, 2014, s. 2)

Tokeensuun opinnäytetyön keskeisimmät kysymykset liittyivät multatuotteen kehittämiseen. Lisäksi työssä kartoitettiin tuotteen mahdollisia käyttäjiä ja mitä tarpeita taikka ongelmia voidaan valmistettavan tuotteen avulla ratkaista. Tutkimuksen lähtötiedoissa Tokeensuu hyödynsi aikaisempia analyysitietoja eri ikäisistä kasvikomposteista.

Kasvualustaominaisuuksia tutkittaessa oli tärkeää tietää mm. kompostin kypsyys, ravinnepitoisuudet, pH, CO₂-tuotto ja viljavuus. Jatkotutkimus toteutettiin kolmessa koekierroksessa kokeillen eri ikäisiä komposteja ja seosaineita, kuten kivennäisainesta, risuhaketta ja biojätteen mädätysjäännöstä. Saatujen tulosten perusteella Tokensuu totesi, että haravointijätteistä valmistetun kompostimullan laatua heikentää ravinteiden epätasapaino. Tuotetta voitaisiin parantaa mahdollisesti eri kivennäismaa-aineksen, kompostin ja turpeen seoksella. Myös kasasäilytys saattaisi parantaa tuotteen ravinnetasapainoa. (Tokeensuu, 2014, ss. 3, 36–41, 63–66)

Tokeensuun opinnäytetyön pohjalta jatkoselvitystä haravointijätteistä teki Perttu Sainio. Työssään Sainio selvitti, miten Tokeensuun valitsema kaksi Kiertokapulan kasvatusalustaa ja kaupallinen verrokkialusta toimivat varsinaisessa kasvatuskokeessa ja minkälaisia ravinnetasapainomuutoksia tapahtui kasvatuksen aikana. Lisäksi hän selvitti työssään, olisiko kasvatusalusta käyttökelpoinen sellaisenaan ilman seosaineita, ja mitkä olisivat mahdolliset kasvualustan laadun parantamismahdollisuudet. (Sainio, 2015, s. 1)

Työssään Sainio toteaa kasvualustojen sopivan hyvin nurmen perustamiseen. Kasvukokeessa hän huomasi, että Kiertokapulan kasvualustan alhainen typpitaso heikensi kasvuun lähtöä ja kellersi nurmea. Kasvualustan laatua parantaisi, jos soran ja hiesun suhde sekä ravinteiden tasot saataisiin kohdilleen. Myös rikkakasvit haittasivat kasvualustoilla. Pohdinnassaan

Sainio toteaa, että jo valmistettaessa kasvualustaa tulee pohtia tarvittavat toimenpiteen, jotta päästään haluttuun laatuun mahdollisimman pienillä käsittelykustannuksilla.

Tutkimuksen tulosten perusteella typpilannoitteen lisääminen jo itse kasvualustaan antaa paremmat mahdollisuudet kasvulle. (Sainio, 2015, ss. 37–40)

4 Kiertokapula Oy

Kiertokapula Oy on 13 kunnan (Hattula, Hausjärvi, Hyvinkää, Hämeenlinna, Janakkala, Järvenpää, Kerava, Loppi, Mäntsälä, Nurmijärvi, Riihimäki, Tuusula ja Valkeakoski) omistama jätteyhtiö, joka tarjoaa jätehuoltopalveluja omistajakuntien asukkaille ja yrityksille.

Kiertokapulan tehtävänä on järjestää alueellaan kuntavastuulle kuuluvat asukkaiden seka- ja biojätteiden sekä muovipakkausten kuljetukset käsittelylaitoksiin. Yrityksellä on toimialueellaan viisi jätteidenkäsittelyaluetta (Hyvinkää, Hämeenlinna, Järvenpää, Nurmijärvi ja Valkeakoski), joilla vastaanotetaan niin asukkaiden kuin yritysten erilaisia jätteitä, kuten sekalaista jätettä, sähkö- ja elektroniikkalaiteromuja, vaarallisia jätteitä sekä puu- ja puutarhajätteitä. SER-laitteiden, metalliromun ja vaarallisten jätteiden vastaanottoa on lisäksi neljällä kunnan varikolla (Hausjärvi, Loppi, Mäntsälä ja Riihimäki). Kiertokapula järjestää toimialueellaan myös vaarallisten jätteiden kuntakeräyksiä, tarjoaa lakisääteistä jäteneuvontaa sekä tarjoaa muita jätehuollon palveluita. Kuvassa 1 sivulla 7 on nähtävillä Kiertokapulan osakaskunnat ja jätteidenkäsittelyalueet. (Kiertokapula, n.d.)

4.1 Jätehuollon viranomaistehtävät

Jätelautakunta Kolmenkierto toimii 13 kunnan yhteisenä jätehuoltoviranomaisena. Viranomaisen hyväksyy alueen jätehuoltomääräykset, päättää jätehuoltomääräyksien poikkeamisista ja hyväksyy Kiertokapulan valmistelemat jätetaksat. Lisäksi jätehuoltoviranomainen päättää mm. jätteiden kuljetuksen periaatteista sekä ylläpitää kuljetusrekisteriä. Alueellisten ympäristönsuojeluviranomaisten tehtävänä on valvoa jätehuoltomääräysten noudattamista. (Jätelautakunta Kolmenkierto, n.d.)

4.2 Kiertokapulan toimintajärjestelmä

Kiertokapulan toimintajärjestelmä perustuu toiminnan tarpeisiin ja kostuu ympäristö-, turvallisuus-, laatu- ja tietoturva-asioista, joita ohjaavat ISO-standardien sisällöt. ISO 9001 -laadunhallintajärjestelmä toimii liiketoiminnan, prosessien ja johtamisen jatkuvassa kehittämisessä ja auttaa vastaamaan asiakkaiden laatuodotuksiin. Järjestelmä parantaa riskienhallintaa ja osoittaa yrityksen tekevän työtä laadun puolesta. ISO 27001 -standardi

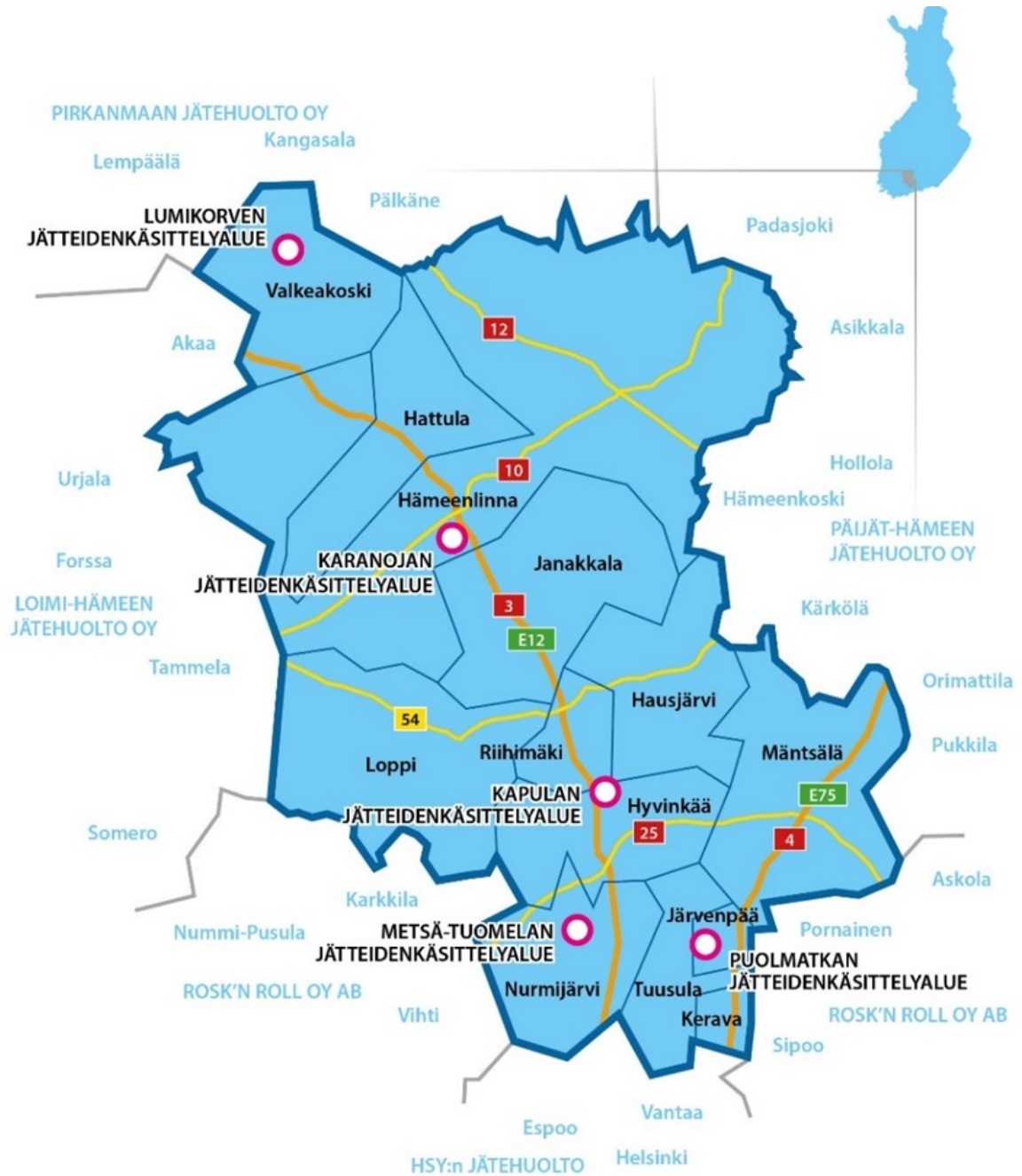
käsittelee tietoturvallisuuden hallintajärjestelmän luomista, toteutumista, ylläpitämistä ja jatkuvaa parantamista koskevia vaatimuksia. ISO 45001 -työterveys ja työturvallisuusjärjestelmästandardin avulla edistetään työhyvinvointia ja ehkäistään terveyshaittoja. Standardin avulla tunnistetaan mahdolliset riskit, parannetaan työskentelytapoja, yhteistyötä, tiedonkulkua ja viestintää. Työhyvinvoinnin positiiviset vaikutukset työssä ovat mm. innovatiivisuuden ja tehokkuuden lisääntyminen ja tavoitteiden saavuttaminen. Laatujärjestelmän standardin mukaisuus tarkistetaan vuosittain sekä ulkoisilla että sisäisillä auditoinneilla. (Kiertokapula, 2021a)

4.3 Liiketoimintastrategia 2021

Kiertokapulan uusi liiketoimintastrategia otettiin käyttöön vuonna 2021. Strategian kärkihankkeet liittyvät mm. perusmaksun käyttöönottoon, maapalveluiden kehittämiseen, Karanojan kiertotalousalueeseen, investointiohjelmaan, osaamisen kehittämiseen ja asiakaskokemukseen. (Kiertokapula, 2021a)

Strategian keskeisenä tavoitteena on lisätä markkinaehtoista liiketoimintaa sekä tarjota palveluita jätteidenkäsittelyalueilla kilpailukykyiseen hintaan. Yhteistyöverkostojen kanssa kehitetään osaamista ja etsitään uusia kestäviä ratkaisuja. Myös henkilökuntaa kannustetaan kouluttautumaan ja uudistumaan. Tavoitteena on, että Kiertokapula on vahva ja luotettava kiertotalouden toimija ja toteuttaa yhteistyökumppaneiden kanssa uusia ja toimivia kiertotalousratkaisuja kestävä kehitys huomioiden. Toiminnassa etsitään myös uusia ratkaisuja, joiden avulla voidaan vähentää CO₂-päästöjä. Monipuolisen liiketoiminnan avulla toiminta saadaan kannattavaksi erityisesti markkinaehtoisen toiminnan osalta. Uusien alueinvestointien osalta Kiertokapula lisää tulevaisuudessa jäteasemien palveluita ja ottaa käyttöön alueilla uutena myös digitaalisia ratkaisuja. (Kiertokapula, 2021b)

Kuva 1 Kiertokapulan toimialuekartta sekä jätteidenkäsittelyalueet (Kiertokapula n.d.)



5 Lain ja määräysten vaikutus haravointijätteiden käsittelyyn

Lait ja määräykset sekä Kiertokapulan jätteidenkäsittelyalueiden ympäristöluvut ohjaavat vastaanotettujen jätteiden käsittelyä ja loppusijoittamista. Niiden huomioiminen toiminnassa on välttämätöntä. Jätelaki, valtioneuvoston asetus kaatopaikoista ja alueelliset jätehuoltomääräykset ohjaavat, kuinka jätteiden kanssa tulisi menetellä ja miten niitä on mahdollista käsittelyn jälkeen hyödyntää.

5.1 Valtioneuvoston asetus jätteistä 19.4.2012/179

Haravointijätteet määritellään Valtioneuvoston asetus jätteistä (Vna 179/2012) mukaisesti puutarha- ja puistojätteiksi, joihin lasketaan kuuluvan myös hautausmaiden hoidossa syntyvät jätteet. Haravointijätteet kuuluvat asetuksen mukaisesti luokkaan 20 yhdyskuntajätteet (asumisessa syntyneet jätteet ja niihin rinnastettavat kaupan, teollisuuden ja muiden laitosten jätteet). Haravointijätteen tunnusnumero on jäteluettelon mukaisesti 20 02 01. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 19.4.2020/179, liite 4, ss. 43–44)

5.2 Jätelaki 646/2011

Jätelain avulla edistetään kiertotaloutta ja luonnonvarojen kestäväää käyttöä. Lain avulla ehkäistään sekä jätteistä että jätehuollosta aiheutuvia terveys- ja ympäristöhaittoja sekä varmistetaan toimiva jätehuolto. Laitosmaisesti jätteitä käsittelevällä yrityksellä on yleinen velvollisuus noudattaa kaikessa toiminnassaan etusijajärjestystä. Jätelain etusijajärjestyksen mukaisesti jätteen määrää tulee vähentää. Jos jätettä kuitenkin syntyy, on se ensisijaisesti valmisteltava uudelleen käyttöön ja toissijaisesti kierrätettävä. Mikäli kierrättäminen ei ole mahdollista, jäte voidaan hyödyntää esimerkiksi energiana. Mikäli mikään edellisestä etusijajärjestyksen vaihtoehdoista ei ole mahdollinen, jäte on loppukäsiteltävä. (Jätelaki 646/2011, 1§, 8 §)

Jätelaissa jätteellä tarkoitetaan tuotetta, jonka haltija poistaa käytöstä. Mikäli jäte voidaan kierrättää, tuote on turvallinen, täyttää tekniset vaatimukset ja sille on kysyntää, voidaan jätteeksi luokittelu kyseisen tuotteen kohdalla päättää. (Jätelaki 646/2011, 5§, 5b§)

Tuotteen valmistajan on huolehdittava, että tuotteen valmistuksessa käytetään raaka-aineita säästeliäästi ja raaka-aineena käytetään jätteitä tai jätteistä valmistettuja raaka-aineita. Raaka-aineiksi soveltuvat jätteet, joista ei aiheudu haittaa terveydelle tai ympäristölle. Tuotteiden valmistusprosessissa tulee myös välttää jätteiden tuottoa. (Jätelaki 646/2011, 9 §)

Jätelain 32 §:n mukaan kunnan vastuulle kuuluvat mm. asumisessa ja kunnallisessa toiminnassa syntyvät jätteet. Jätelain 43 §:n mukaisesti kunta voi päätöksellään siirtää jätehuollon tehtävät kuntien omistamalle yhtiölle. Kunnalla on mahdollista periä asukkailta jätelain 78 §:n mukaista jätehuollon maksua, jolla katetaan jätteiden vastaanottoa paikkojen perustaminen ja ylläpito, jäteneuvonnan kustannuksia ja jätehuoltoviranomaisen kuluja. Jättemaksu voidaan periä asukkailta myös erillisenä perusmaksuna. (Jätelaki 646/2021)

5.2.1 Jätteen luokittelun päätyminen

Kun aine taikka esine luokitellaan jätteen, kohdistuu niihin sääntelyä, kuinka ainetta tai tuotetta voidaan käyttää, käsitellä tai mihin se voi päätyä. Jätteiden kohdalla sääntelyn rajoitukset tai velvoitteet asettavat jätteen pohjaiset tuotteet ja materiaalit herkästi neitseellisiä materiaaleja heikompaan asemaan. Tämä saattaa haitata tuotteen menekkiä markkinoilla, vaikka ominaisuuksiltaan se vastaisi neitseellisistä materiaaleista vastaavia tuotteita. (Kauppila, Turunen, Häkkinen, Salminen & Lazarevic, 2018, s. 24)

Kansallisen jätelain uudistumisen avulla on tavoiteltu yhdyskuntajätteen kierrätysmäärien kasvua. Uudistuneen jätelain avulla varmistetaan, että jätedirektiivin mukaisesti tuotannon sivuvirtojen materiaalit voidaan hyödyntää prosessien jälkeen helpommin ja tuotteen jätteen luokittelusta voidaan päättää väljemmin. Päätöksen avulla voidaan tulevaisuudessa ehkäistä jätteen syntyä. Uudistuneen jätelain mukaisesti jäte lakkaa olemasta jätettä, kun se kierrätetty tai hyödynnetty muulla tavoin, mikäli sitä on lupa käyttää erityisiin tarkoituksiin ja tuotteella on markkinat taikka kysyntää. Tuotteiden tulee täyttää käyttötarkoitukseen sopivat tekniset vaatimukset sekä olla säännösten ja standardien mukaisia turvallisia tuotteita. (Suomen hallitus, 2021, ss. 10, ss. 228–229; Jätelaki 646/2011, 5 §.)

5.3 Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista

Vuonna 2016 astui voimaan Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista. Biohajoavan jätteen kaatopaikkakiellon astuessa voimaan vuodesta 2016 eteenpäin tavanomaisen jätteen kaatopaikoille ei ole saanut loppusijoittaa enää jätettä, jonka orgaanisen aineksen osuus on yli 10 prosenttia mitattuna hiilen kokonaispitoisuutena (TOC) tai hehikutushäviönä (LOI). (Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista, 2013, 28 §)

5.4 Lannoitevalmistelaki

Lannoitevalmistelain tavoitteena on turvata mm. kasvintuotantoa ja ympäristöä sekä edistää turvallisten lannoitevalmisteiden tarjontaa. Lannoitevalmisteella tarkoitetaan mm. maanparannusaineita, kasvualustoja tai lannoitevalmisteena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita. Maanparannusaineena tarkoitetaan maahan lisättävää ainetta, jotka fysikaalisten ominaisuuksiensa avulla parantaa ja lisää biologista toimintaa maaperässä. Lannoitelain yleisten vaatimusten mukaisesti lannoitevalmisteiden tulee olla tasalaatuisia, turvallisia ja sopia käyttökohteeseensa. Valmisteiden tulee täyttää niille asetetut laatuvaatimukset, eivätkä ne saa aiheuttaa haittaa ihmisille, eläimille, kasveille taikka ympäristölle. (Lannoitevalmistelaki, 2016, 1§–5§)

Lain mukaisesti markkinoille voidaan tuoda lannoitevalmiste, kun tuote on hyväksytty lannoitevalmisteiden kansalliseen tyyppiluetteloon. Tyyppinimi haetaan Ruokavirastolta. Markkinoille vietävässä lannoitetuotteessa on oltava tuoteseloste, josta ilmenevät tyyppi- ja kauppanimi, ominaisuudet, koostumus, käyttö, valmistus ja maahantuoja. Mahdollisista tuotannon muutoksista ilmoitetaan Ruokavirastolle. Toiminnanharjoittaja tulee valvoa tuotantoa omavalvontasuunnitelman avulla. (Lannoitevalmistelaki 2016, 7§–13§)

Valmis kompostoitu tuote on Ruokaviraston listauksen mukaisesti orgaaninen maanparannusaine nro 4, kasvijätekomposti, joka on valmistettu kasviperäisistä aineksesta kompostoimalla tai teknisesti käsittelemällä. Tuote sisältää vähän ravinteita, mutta parantaa maan rakennetta ja sen fysikaalisia ominaisuuksia sekä edistää juuriston kasvua. Tuotteeseen ei ole lisätty muita lannoitevalmisteita eikä kivennäisaineita. Tuotteen

hehkutushäviö eli orgaanisen aineksen määrä saa olla enintään 30 % kuiva-aineesta.
(Elintarvikevirasto, 2016, liitteen sivu 26)

5.5 Valtakunnallinen jätesuunnitelma

Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa on toimenpide-ehdotuksina lisätä tutkimusrahoitusta kierrätyslannoitteiden sekä ravinteiden talteenottoon jätteistä ja kannustaa maatilallisia käyttämään kierrätysravinteita. Tavoitteena on löytää menetelmiä parantaa kierrätyslannoitteiden laatua ja löytää mahdolliset riskit ja keinot haitta-aineiden poistoon. Lisätutkimuksissa selvitetään myös ravinteiden talteenottoa ja biohiilen tuottamista. Lisäksi pohditaan, minkälaiset ohjauskeinot kannustavat maataloudessa kierrätysravinteiden käyttöön. Jotta kierrätyslannoitteet saadaan paremmin käyttöön, kehitetään lannoitteille vapaaehtoinen laatujärjestelmä. Lisäksi kuntia ja muita julkisen sektorin hankkijoita kannustetaan käyttämään viherrakentamisessa kierrätyspohjaisia lannoitteita.
(Ympäristöministeriö, 2018, ss. 37–38)

5.6 Laki vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta 30.12.2015/1709

Haitalliset vieraslajit ja niiden leviäminen ympäristöön voi aiheuttaa vahinkoa luonnon monimuotoisuudelle, vaarantaa terveyttä tai turvallisuutta. Laki vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta ohjaa kiinteistön omistajaa tai haltijaa hävittämään tai rajoittamaan unionin luetteloon kuuluvan tai kansallisesti merkityksellisen haitallisen vieraslajin kiinteistöltään. (Laki vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta, 2015, 4 §)

Pykälän 5 mukaisesti toimijan on huolehdittava, että hänen tuottamassaan, varastoimassaan, markkinoille saattamassaan, kuljettamassaan, välittämässään, myymässään tai muuten luovuttamassaan tuotteessa tai aineistossa ei ole unionin luetteloon kuuluvaa tai kansallisesti merkityksellistä haitallista vieraslajia, joka voi levitä tuotteen mukana tai toimijan hallinnassa olevan alueen ulkopuolelle (Laki vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta, 2015, 5 §).

5.7 Jätelautakunta Kolmenkierron alueen jätehuoltomääräykset

Jätelautakunta Kolmekierron jätehuoltomääräykset ohjaavat Kiertokapulalan toimialueella, miten asukkaat voivat omatoimisesti käsitellä kiinteistön puutarhajätteet ja mitkä ovat vastaanottopaikkoja, mikäli kiinteistökohtainen käsittely ei ole mahdollista.

Jätehuoltomääräysten mukaisesti kiinteistön puutarhajätteet on mahdollista kompostoida omalla kiinteistöllä lämpöeristämättömässä kompostorissa, aumassa tai kehikossa.

Puutarhajätteitä ei saa viedä yleisille tai yksityisille alueille. Myös puutarhan risut, oksat ja käsittelemätön puujäte voidaan käsitellä omatoimisesti kiinteistöllä. Haja-asutusalueella on määräysten mukaisesti myös mahdollista polttaa risuja, oksia ja kasviperäisiä polttokelpoisia jätteitä vähäisiä määriä. Polttaminen ei saa kuitenkaan aiheuttaa naapuristolle haittoja.

Mikäli puutarhan jätteitä ei ole mahdollista käsitellä omalla kiinteistöllä, tulee ne toimittaa Kiertokapulalan jätteenkäsittelyalueelle tai muuhun kunnan osoittamaan paikkaan.

(Jätelautakunta kolmenkierto, 2020, 18\$, 19\$, 20\$)

5.8 Kiertokapulalan ympäristölupa haravointijätteiden käsittelyyn

Kiertokapulalla on Hyvinkään Kapulan ja Hämeenlinnan Karanojan jätteenkäsittelyalueille Etelä-Suomen aluehallintoviraston myöntämä ympäristölupa kompostointitoimintaan. Luvan mukaisesti alueilla on lupa vastaanottaa ja kompostoida aumoissa puutarha - ja risuhaketta sekä muita luvassa olevia biohajoavia jätteitä. Ympäristölupa ohjaa, mitä materiaaleja kompostointiin voidaan vastaanottaa, kuinka kompostointia toteutetaan ja kuinka sitä tulee valvoa. Ympäristölupa määrittelee myös massojen varastointiajat, kentän koon, vaatimukset rakenteille sekä vesien ohjaamiselle. Ympäristöluvan mukaisesti lannoitevalmistetuotantoa toteutetaan omavalvontasuunnitelman mukaisesti, jotta lopputuote täyttää lainsäädännön ja Kiertokapulalan asettamat vaatimukset. (Aluehallintovirasto, 2017a; Aluehallintovirasto, 2017b)

6 Haravointijätteet Kiertokapulassa

Kiertokapula vastaanottaa haravointijätteitä kaikilla viidellä jätteidenkäsittelyalueillaan. Asiakkaan tuodessa alueelle haravointijätteitä, hänet ohjataan tyhjentämään kuormansa suoraan haravointijätteiden varastokasoihin (kuva 2 sivulla 14). Haravointijätteet punnitaan vaa'alla ja vastaanottohinta perustuu jätteen määrään. Vuoden 2021 taksan mukaisesti henkilö- tai pakettiautolla tuotuna haravointijätteiden alle 2 m³ kuormat maksavat 10 €/kuorma (alv 24 %). Traktori- ja kuorma-autokuormien vastaanotto on painoperusteinen, jolloin hinta on 50 €/tonni + punnitusmaksu (alv 24 %). Asiakkaalla on mahdollisuus myös tuoda puutarhan haravointijätteet ja risut samassa kuormassa. Mikäli asiakas ei lajittele jakeita alueella omiin varastokasoihin henkilö- tai pakettiautolla tuotuna alle 2 m³ kuormat maksavat 20 €/kuorma (alv 24 %) ja lavakuormat 80 €/tonni + punnitusmaksu (alv 24 %). (Kiertokapula, 2021)

Kiertokapula tarjoaa toimialueellaan haravointijätteille myös lavapalvelua täyspalvelupakettina. Lavapalvelun hinta vuonna 2021 haravointijätteelle on 520,80 € (alv 24 %) sisältäen 3 vrk:n lavavuokran (22,5 m³), kuljetukset ja jätteidenkäsittelymaksut. Mikäli lavalla on sekaisin haravointi- ja risujätettä, on palvelun hinta 682 €. (Kiertokapula, n.d.)

Jätteidenkäsittelyalueelle vastaanotettavat haravointijätteet eivät saa sisältää vieraslajeja, kuten esimerkiksi jättiputkea, jättipalsamia ja kurtturuusua taikka niiden juurakoita. Vieraskasvilajit otetaan vastaan Kiertokapulan jätteidenkäsittelyalueilla sekalaisena jätteenä säkkeihin pakattuna. Tällä tavoin estetään vieraskasvilajien leviäminen alueilta ympäristöön. (Kiertokapula, n.d.)

Kiertokapulan alueella on haravointijätteiden vastaanottoa myös kuntien ja muiden toimijoiden järjestämänä. Esimerkiksi Hämeenlinnan alueella maksullista vastaanottoa haravointijätteille on tarjonnut 4H Iittalassa sekä Lammilla. Hattulassa kaupunki vastaanottaa haravointijätteitä vastaan Rahkoilan maankaatopaikalle. Janakkalassa, Lopella, Hausjärvellä ja Mäntsälässä asukkaat voivat viedä haravointijätteitä maksutta kaupunkien maankaatopaikoille tiettyinä ajankohtina. (4H, 2020; J. Koskenmäki Oy, n.d.; Janakkala, n.d.; Loppi, 2018; Hausjärvi, n.d.; Mäntsälä, 2020)

Kuva 2 Haravointijätteiden varastokasa jätteidenkäsittelyalueella (Kiertokapula n.d.-a)



6.1 Haravointijätteiden kompostointi

Kiertokapulalla on kompostointitoiminnalle ympäristölupa sekä Hyvinkään Kapulan että Hämeenlinnan Karanojan jätteidenkäsittelyalueilla. Hyvinkään Kapulan jätteidenkäsittelyalueella kompostoidaan Kapulan ja Järvenpään Puolmatkan alueille vastaanotetut haravointijätteet (kuva 3 sivulla 15). Hyvinkään Kapulan jätteidenkäsittelyalue sijaitsee Hyvinkään ja Riihimäen kaupunkien rajalla osoitteessa Kapulasillantie 4 Valtatie 3:n itäpuolella. Ympäristössä on golfkenttä, rekkaparkki sekä metsä- ja peltoalueita. Hyvinkään keskustan alue sijaitsee noin viiden kilometrin päässä alueesta ja lähimmät asuinrakennukset noin 100 metrin etäisyydessä. Kapulan kompostointikentän pinta-ala on noin 1,5 hehtaaria. (Aluehallintovirasto, 2017, ss. 5, 10)

Hämeenlinnan Karanojan alueella aumakompostoitiin aikaisemmin sekä Karanojalle että Valkeakosken Lumikorpeen vastaanotetut haravointijätteet. Karanojan jätteidenkäsittelyalue sijaitsee Hämeenlinnan eteläisellä puolella valtatie 3:n länsipuolella noin seitsemän

kilometriä kaupungin keskustasta. Alueen läheisyydessä toimii myös muita jätealan yrityksiä, kuten Lassila & Tikanoja sekä biojätteitä käsittelevä St1 bioetanolilaitos. Alueen asuinrakennukset sijaitsevat jätteidenkäsittelyalueelta katsottuna noin 1,5 kilometrin etäisyydessä. Karanojalle on rakennettu kompostointikenttä vuonna 2012. Kenttä oli kooltaan 1,1 hehtaaria. (Aluehallintovirasto, 2017, ss. 4–5, 8, 29)

Vuonna 2020 kompostointitoiminta lopetettiin Karanojalla, koska alue tarvittiin rakennusjätteiden lajittelutoimintaa varten. Tällä hetkellä Karanojan ja Lumikorven haravointijätteet kuljetetaan kompostoitavaksi J. Koskimäki Oy:lle Rahkoilan maankaatopaikalle Hattulaan. Nurmijärven Metsä-Tuomelaan vastaanotetut haravointijätteet ohjataan alueella toimivalle Kekkilän kompostointilaitokselle. Haravointijätteiden kuljetus kompostointiin Puolmatkasta Kapulaan ja Valkeakoskelta sekä Karaojalta Rahkoilan maankaatopaikalle tapahtuu täysperävaunulla. Kuljetukseen mahtuu kerrallaan noin 70–80 tonnia haravointijätettä. (Malmberg, henkilökohtainen tiedonanto, 25.1.2021)

Kuva 3 Kompostointiaumoja Hyvinkään Kapulan jätteidenkäsittelyalueella (Kiertokapula, n.d.-c)



6.1.1 Kompostoinnin omavalvontasuunnitelma

Kiertokapulalla on kompostimullan tuotannon omavalvontasuunnitelma, jonka avulla varmistetaan, että myytävä multatuote on laadukasta ja lannoitevalmisteen tuotannon toteutus täyttää lainsäädännön ja ympäristöluvan asettamat vaatimukset.

Aumakompostoinnin omavalvontasuunnitelma on Kiertokapulassa työohjeen muodossa. Työohjeen avulla varmistetaan organisaatiossa, että kaikki tuotannon vaiheet ja tuotteen valmistus toteutetaan aina samalla tavalla. Kaikki toimintaan osallistuvat Kiertokapulan työntekijät ja urakoitsijat perehdytetään työtehtäviin. (Kiertokapula, 2019a, ss. 2–3)

Ympäristöluvan mukaisesti Kapulan ja Karanojan kompostointikentillä saa kompostoida kasviperäisiä jätteitä, kuten haravointi- ja niittojätettä, puutarhoilta tulevaa muuta biojätettä, kuten omenoita, kompostiin sopivaa risu- ja oksahaketta, viljanpuhdistusjätettä, puupurua ja hevosenlantaa (taulukko 1 sivulla 17). Kapulan jätteidenkäsittelyalueella saa vastaanottaa ja aumakompostoida biohajoavia jätteitä vuosittain yhteensä 5 500 tonnia. Varastokentällä saa varastoida käsittelyä odottavaa jätettä enintään 8 000 tonnia. Karanojan jätteidenkäsittelyalueilla on ympäristöluvan mukaisesti mahdollista käsitellä edellä mainittujen jakeiden lisäksi myös St1 biokaasulaitokselta tulevaa mädätysjäännöstä ja rejektivettä. Karanojalla on mahdollista vastaanottaa ja kompostoida kasviperäisiä jätteitä vuosittain enintään 20 000 tonnia. Lisäksi pilaantumattomia kivennäismaa-aineksia voidaan hyödyntää vuosittain kompostin valmistuksessa 15 000 tonnia. Kompostoitavaksi otetuista jätejakeista valmistetaan kansallisen lannoitevalmisteiden tyyppiluettelon tyyppinimiryhmän 5A2 mukaista kompostimultaa, joka valmistetaan seulomalla komposti ja lisäämällä siihen maa-ainesta ja lannoitteita. (Aluehallintovirasto, 2017a, Aluehallintovirasto, 2017B, s. 166; Kiertokapula, 2019A, ss. 3–4, Kiertokapula, 2019B, ss. 3–4)

Kaikki jätteidenkäsittelyalueille kompostoitavaksi vastaanotettavat jätteet punnitaan vaa’alla. Punnituksen yhteydessä vaakajärjestelmään tallentuvat jätteen paino, tuojan tiedot, päivämäärä, ajoneuvotiedot, keräyskunta ja mahdolliset lisähuomautukset.

Vaakatyöskentelijä hyväksyy alueelle vastaanotettavat jätekuormat, jotka kirjataan järjestelmään jätejakeittain. Epävarmoissa tilanteissa vaakatyöskentelijä varmistaa luvan jätteiden vastaanottoon kompostoinnin vastuuhenkilöltä. Vaa’alta asiakas ohjataan

purkamaan kuormansa haravointijätteiden varastokasoihin. (Kiertokapula, 2019a, ss. 4–7, Kiertokapula, 2019b, ss. 4–7)

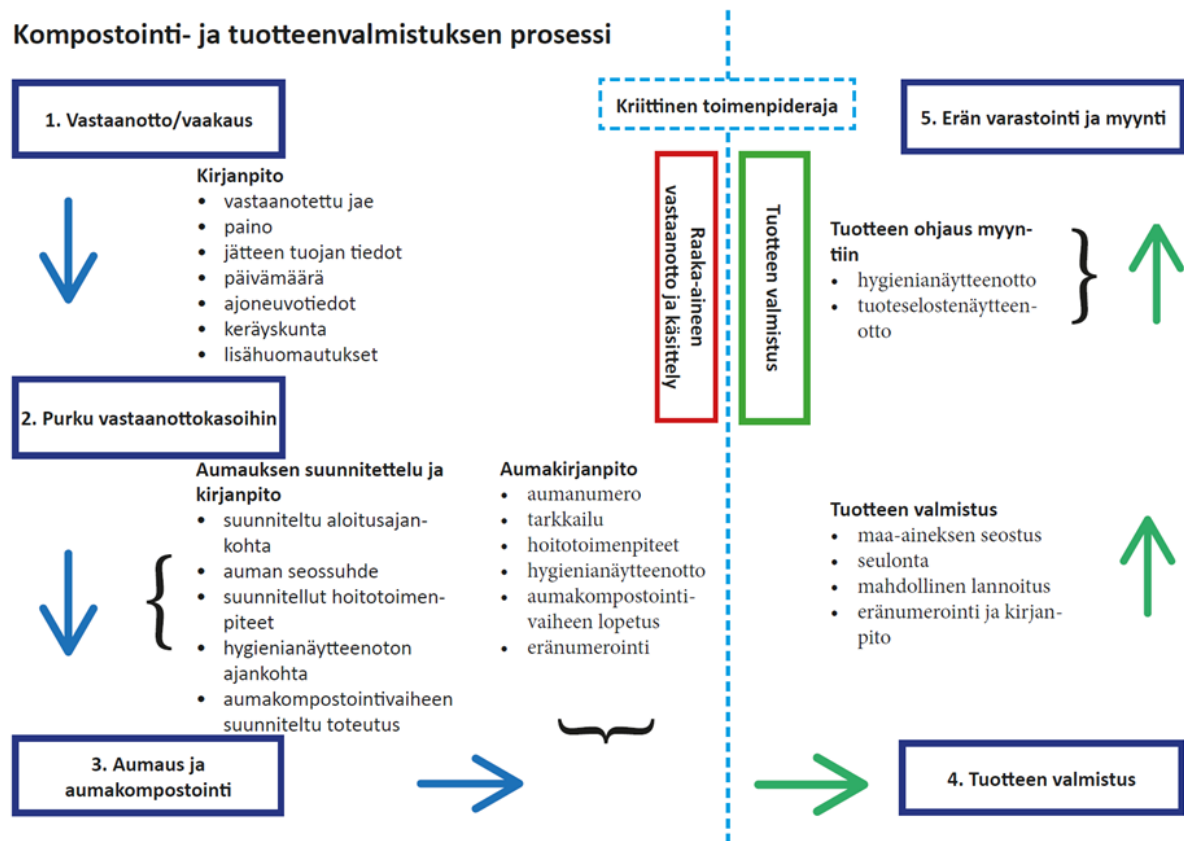
Taulukko 1 Kompostointiin vastaanotettavat jätejakeet ja tukiaineet. (Kiertokapula, 2019a, ss. 3–4, Kiertokapula, 2019b, ss. 3–4)

Kompostoinnin raaka- ja tukiaineet, Kapula ja Karanoja	
jätejake	jätenimike
haravointijäte	20 02 01
hevosen lanta	02 01 06
kasvijäte	02 01 03
viljan puhdistusjäte	02 03 01
niittojäte	02 03 01
puutarhoilta tuleva muu biojäte	02 03 01
puru, tukiaineisto	03 01 05, 17 02 01
kompostoitava eristejäte, puru, turve yms.	02 03 01
puhdas hake, turve, kuori yms., tukiaineisto	02 03 01
risu- ja oksahake	20 02 01
tuhka, tukiaineisto, vain Kapula	20 02 01
mauste- ja piimaajäte, tukiaineisto	02 07 01
valuhiekka (murskattu), tukiaineisto	10 09 08, 10 09 12
puhtaat kivennäismaa-ainekset	17 05 04

Kompostointikenttä on jaettu käsittelyalueeseen sekä puhtaaseen tuotteen valmistus- ja varastointialueeseen liikenteenohjaimia käyttäen, jotta tuotteet ja käsittelemättömät raaka-aineet eivät pääse ristiin kontaminoitumaan. Tuotteen käsittely tapahtuu puhtaalla puolella ja puhtaalle puolelle kulku tapahtuu aina pesupisteen kautta. Myös työkonet pestään kuljettaessa likaiselta puolelta puhtaalle. Kompostoinnin konetyöt hoidetaan Kapulan jätteidenkäsittelyalueella pääosin omana työnä käyttäen pyöräkuormaajaa, kaivinkonetta ja

aumankäntölaitteistoa. Kuvassa 4 on kuvattuna kompostointi- ja tuotteenvalmistuksen prosessi. (Kiertokapula, 2019a, ss. 4–7, Kiertokapula, 2019b, ss. 4–7)

Kuva 4 Kompostointi- ja tuotteenvalmistuksen prosessi (Kiertokapula, 2019a).



Aumojen perustamisesta tehdään etukäteen suunnitelma, jossa arvioidaan kompostoinnin aloittaminen sekä kompostin seossuhteet aumakohtaisesti. Aumat rakennetaan tavallisesti keväällä taikka syksyllä. Aumakompostoinnin lämpötilaa seurataan automaattisesti aumaan jätettävillä mittareilla ja tulokset kirjataan aumakortteihin. Minimivaatimuksena on, että kompostoinnin lämpötila on vähintään 14 vuorokauden ajan 55°C. Mikäli lämpötilaa ei saavuteta, kompostointia ja hoitotoimenpiteitä jatketaan, kunnes vaatimustaso on saavutettu. Suunniteltu aumakompostointi kestää 4–5 kuukautta. Mikäli valmis kompostimulta ohjataan myyntiin, massat murskataan, seulotaan ja seulonnan yhteydessä massaan lisätään kivennäismaa-ainesta sekä lannoitteet. Kiertokapula on aikaisemmin teettänyt tuotteen valmistuksen ulkopuolisella urakoitsijalla. (Kiertokapula, 2019a, ss. 6–8, Kiertokapula, 2019b, ss. 6–8)

Kompostoinnista tulee pitää eräkohtaista kirjanpitoa (Liite 1). Yhdeksi eräksi katsotaan samanaikaisesti perustettavat ja valmistuvat aumat. Kirjanpito tehdään kortteihin aumakohtaisesti, jotta valmis tuote on jäljitettävissä. Kortteihin merkitään:

- aumanumero
- mahdolliset esikäsittelyt, kuten murskaukset
- käytetyt auman materiaalit ja niiden seossuhteet
- kompostoinnin aloituspäivämäärät ja
- hoitotoimenpiteet päivämäärineen, kuten käännöt, näytteenotot tuloksineen, ym. toimenpiteet.

Kriittisten valvontapisteiden avulla varmistetaan, että kompostoinnissa käytetään oikeaa seossuhdetta ja hygienisointikäsittely on riittävä. Vaatimuksen mukaisesti vastaanottovaraston viipymäaika saa olla enintään 12 kuukautta ja prosessin käsittely- ja viipymääjan tulee kestää vähintään neljä kuukautta. Lämpömittarin kalibrointi on tehtävä kerran vuodessa. (taulukko 2).

Taulukko 2 Kompostoinnin kriittiset pisteet

Kriittiset pisteet	Täytettävä vaatimus
kompostoinnin seossuhde	haravointijäte 50–100 %, muu kasviperäinen jäte 0–30 %, hevosenslanta 0–10 %, risuhake 0–50 %, muu kompostoitava jäte 0–30 %, valimohiekka 0–10 %
hygienisointikäsittely	auma saavuttaa kompostointivaiheessa sekä ylläpitää 55°C lämpötilan väh. 14 vrk
vastaanottovaraston viipymäaika	enintään 12 kk
prosessin käsittely- ja viipymäaika	vähintään 4 kk
lämpömittarit	kalibrointi ja huolto väh. 1 kerta/a

Omavalvontasuunnitelma ohjaa myös vastuuhenkilöitä toimimaan oikein häiriötilanteissa. Tilanteet voivat liittyä esimerkiksi kompostointiin kuulumattomiin jätteisiin tai poikkeavaan seossuhteeseen. Häiriötilanteeksi katsotaan myös tilanne, jossa tavoitelämpötilat ja viipymääjat eivät toteudu tai hygieeniset laatuvaatimukset eivät täyty kompostoinnin päättyessä tai markkinoille saatettavassa tuotteessa. (Kiertokapula, 2019a, ss. 9–11; Kiertokapula, 2019b, ss. 9–11)

Tuotteen laatu varmennetaan näytteenotoin ja lämpötilamittauksin. Kompostointivaiheessa lähtevästä tuotteesta tarkistetaan lämpötila-, pH -ja E. coli -bakteerit sekä salmonellamittaukset. Valmiista ja markkinoille lähtevästä tuotteesta tehdään testaukset vielä toistamiseen E. colin ja salmonella pitoisuuksien osalta. Omavalvontasuunnitelma ohjaa myös tilanteissa, jos kompostimullassa on laatupoikkeamia. Maa- ja metsätalousministeriön määrittelee asetuksessaan (24/11, liite IV) lannoitevalmisteissa rajat haitallisille aineille, eliöille sekä epäpuhtauksille, joita tulee noudattaa myytävässä kompostimultatuotteessa. Haitallisia aineita tai E. colia sisältävät kompostimullat hyödynnetään Kiertokapulän omassa toiminnassa tai vaihtoehtoisesti ohjataan uudelleen käsittelyyn. Mikäli näytteessä ilmenee salmonellaa, kontaminoitunut alue rajataan ja käsitellään uudelleen. Ne massat, jotka sisältävät tuorepainosta yli 0,55 % epäpuhtauksia (lasia, muovia, metallia, kiviä), ohjataan hyödynnettäväksi omaan toimintaan. (Kiertokapula, 2011, ss. 24–27; Kiertokapula, 2019a, ss. 11–13; Kiertokapula, 2019b, 11–13)

6.2 Kompostoitujen haravointijätteiden hyödyntäminen aikaisemmin

Kiertokapulän Hyvinkään Kapulan alueella on toiminut kompostointilaitos vuosina 1999–2011. Laitoksessa käsiteltiin mm. kotitalouksien biojätteitä, elintarviketeollisuuden kasviperäisiä lietteitä, viljajätettä, hevosonlanta, haravointijätteitä ja valimohiekkaa. Ennen varsinaista tunnelikompostointia jätteet esikäsiteltiin murskaamalla ja erottelemalla epäpuhtaudet massasta. Sisätiloissa tapahtuva tunnelikompostointi kesti vähintään 14 vuorokautta. Kiertokapulalla on Elintarvikeviraston hyväksyntä orgaanisten lannoitteiden valmistukselle. Valmis komposti kulki tuotenimellä Hyötykomposti ja siitä markkinoille jatkojalostettu tuote oli nimetty Hyötymullaksi. (Evira, 2007, ss. 2–3)

Laitoksessa kompostoitua ja Hyötymullaksi tuotteistettua kompostimultaa myytiin jätteidenkäsittelyalueilla vuosina 2001–2011 jätteidenkäsittelyalueilla itse noudettuna ja kiinteistöille toimitettuna. Liki kaikki valmistettu multa saatiin myytyä eteenpäin asiakkaille. Hyvinkään Kapulan toimipisteessä oleva kompostointilaitos lopetti toimintansa vuonna 2011. Tällöin päätettiin myös Hyötymullan valmistus muutaman vuoden ajaksi. Lannoitevalmisteiden vuosi-ilmoituksen mukaan vuoden 2012 aikana hyötymultaa myytiin eteenpäin noin 4000 tonnia. (Kiertokapula, 2013; Nokkala, henkilökohtainen tiedonanto, 29.9.2021)

Tämän jälkeen Hyötymultaa on valmistettu ja myyty eteenpäin asiakkaille vaihtelevasti silloin, kun kompostimultaa ei olla tarvittu omassa toiminnassa. Hyötymullan vuosittaiset ulosmyyntimäärät ovat vaihdelleet 4000–8000 tonniin. Vuosina 2017–2020 kompostimulta hyödynnettiin Hyvinkään Kapulan alueen suljetun kaatopaikan viimeistelytyöissä. (Harmoinen, henkilökohtainen tiedonanto, 11.3.2020)

6.3 Haravointijätteiden tunnelikompostointi Nurmijärvellä

Nurmijärven Metsä-Tuomelan jätteidenkäsittelyalueelle vastaanotetut haravointijätteet ohjataan käsiteltäväksi alueella toimivan Kekkilän tunnelikompostointilaitokseen. Vuonna 2003 toimintansa aloittanut Kekkilän laitos sijaitsee neljän kilometrin etäisyydellä Nurmijärven Kirkonkylästä jätteidenkäsittelyalueen lounaisosassa. Ympäröivä alue on lähinnä metsä- ja maatalousaluetta. Lähimmät naapurit sijaitsevat noin 400 metrin etäisyydellä. Laitoksessa käsitellään asutuksen, kaupan, palveluiden ja teollisuuden erilliskerättyä biojätettä sekä kuntien ja teollisuuden puhdistamolietteitä. Asiakkaan tuodessa haravointijätteitä alueelle, jätteet punnitaan Metsä-Tuomelan vaa’alla, jolloin jätteen määrä ja tuojan tiedot rekisteröivät vaakajärjestelmään. Asiakas ohjataan viemään jätteet haravointijätteiden varastokasaan, josta ne ohjataan edelleen Kekkilän kompostointilaitokseen. (Aluehallintovirasto, 2018, ss. 3–9.)

Sisätiloissa tapahtuvassa kompostoinnissa käsitellään vuosittain puhdistamolietteitä, erilliskerättyjä biojätteitä, kasvijätteitä, suodatinmateriaaleja ja lantaa enintään 26 000 tonnia. Metsä-Tuomelaan vastaanotetut puutarhajätteet toimivat kompostin seosaineena.

Lisäksi seosaineena käytetään turvetta, kierrätyskompostia ja puumursketta ja -kalikkaa (taulukko 3). Kompostointi tunnelissa kestää noin 14–21 vuorokautta, jonka jälkeen massat seulotaan ja jälkikypsytetään laitoksen asfaltoiduilla kenttäalueilla 2–8 kuukautta. Valmiit ja lannoitevalmistelain laatuvaatimukset täyttävät kompostimullat toimitetaan jälkikypsytyksen jälkeen mullan raaka-aineeksi Kekkiä Oy:n mullantuotantoon. Kompostimultaa saadaan vastaanotetusta jätetonnista 0,8 tonnia. Vuonna 2015 Nurmijärven Kekkilän kompostointilaitos vastaanotti jätteitä 13 tonnia. Niistä syntyi kompostia yhteensä 10,5 tonnia. (Aluehallintovirasto, 2018, ss. 3–11.)

Taulukko 3 Kekkilän tunnelikompostointiin otettavat jätelajit ja vuosittainen kompostointimäärä (Aluehallintovirasto, 2018, s. 55)

Kekkilän tunnelikompostointilaitos, Nurmijärvi	
Käsiteltävät jätejakeet, vuosittain maksimissaan 26 000 tonnia	jätenimike
kuntien ja teollisuuden puhdistamoliete	19 02 05, 18 08 12
asutuksen, kaupan, palveluiden ja teollisuuden erilliskerätty biojäte	20 01 08
hevosen ja lampaan lanta	02 01 06
kasvijätettä ja piimaata	02 01 03
suodatinmateriaaleja	07 07 99 15 02 03
Laitoskypsytettyä kompostia saa jälkikypsyttää ulkokentillä yhteensä enintään 42 000 t/a	19 05 03

7 Perusmaksun käyttöönotto

Kiertokapulan jätehuoltoviranomaisena toimiva Jätelautakunta Kolmenkierto päätti vuonna 2020 ottaa käyttöön toimialueellaan jätehuollon perusmaksun. Vuonna 2022 käyttöönotettavalla perusmaksulla katetaan mm. vaarallisten jätteiden vastaanoton kustannukset, nostetaan palvelutasoa ja perustetaan uusia pienasemia. Lisäksi perusmaksulla katetaan jäteneuvonnan ja jätehuoltoviranomaisen toiminta. Perusmaksun myötä myös maksuttoman jättejakeiden määrä kasvaa jätteidenkäsittelyalueilla. (Jätelautakunta Kolmenkierto, n.d.)

Huoneistokohtainen vuosimaksun suuruus määräytyy asuinhuoneistojen määrän sekä käyttötarkoituksen mukaan. Eri kiinteistötyypeille, kuten omakotitaloille, kerros- ja rivitaloille sekä vapaa-ajan asunnoille on omat maksuluokkansa. Kerros- tai rivitalossa asuva maksaa perusmaksun osana yhtiövastikettaan. (Jätelautakunta Kolmenkierto, n.d.)

Perusmaksun myötä asumisesta peräisin olevat haravointijätteet otetaan maksutta vastaan jätteidenkäsittelyalueille. Tällöin haravointijätteiden vastaanotosta saatavat tulot loppuvat asukkaiden osalta ja perusmaksusta saatavista tuloista allokoidaan käsittelyyn tietty summa, joka päätetään vuosittaisen budjetoinnin yhteydessä. Yritysten haravointijätteiden vastaanotto jatkuu taksan mukaisin hinnoin. (Jätelautakunta Kolmenkierto, n.d.)

Perusmaksun ja sitä kautta asukkaille ilmaisen vastaanoton myötä haravointijätteiden määrät mahdollisesti kasvavat vastaanottopisteissä. Esimerkiksi osa omakotikiinteistöistä saattaa luopua haravointijätteiden kiinteistökohtaisesta käsittelystä ilmaisen vastaanoton tullessa voimaan. Maksuton vastaanotto saattaa hillitä myös puutarhajätteiden polttoa kiinteistöillä sekä niiden viemistä metsään sekä yleisille puistoalueille.

8 Haravontijätteiden käsittelymenetelmät

Suomessa haravontijätteiden aumakompostoinnista ja laituskäsittelystä on kokemusta jo vuosikymmenien ajalta. Viime vuosina haravontijätteitä on käsittelevä myös biokaasulaitoksella ja uusimpana menetelmänä on testattu myös haravontijätteiden pyrolyysimenetelmää.

8.1 Aumakompostointi

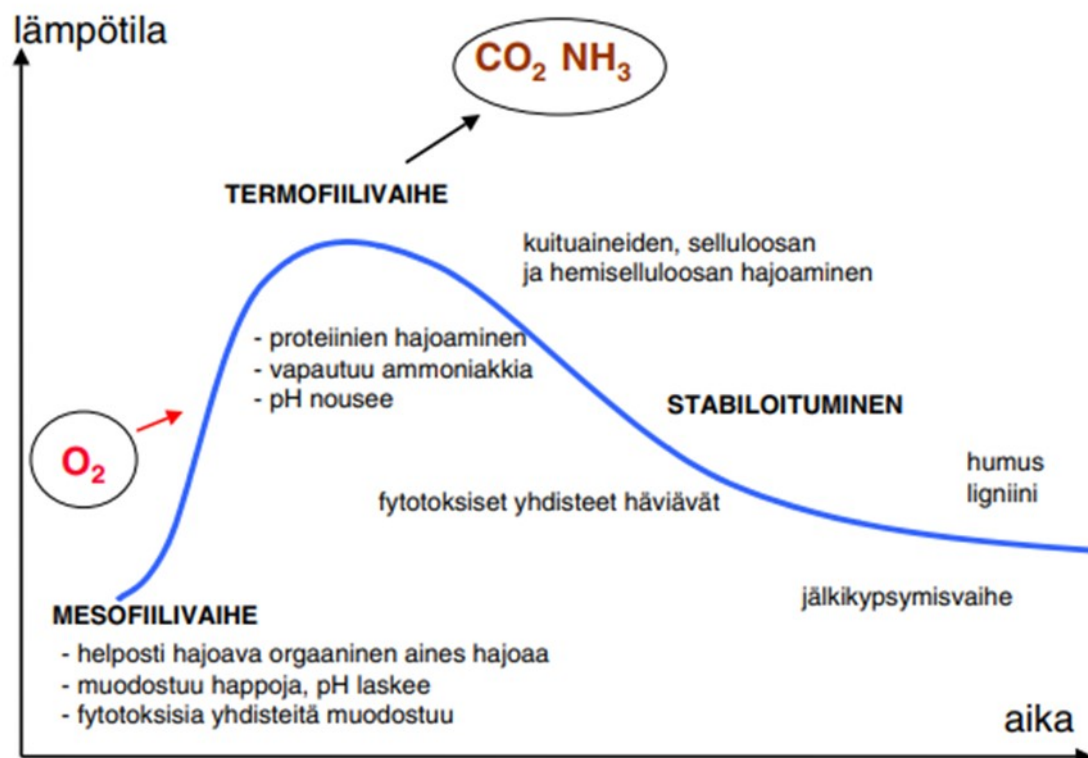
Kompostointi on ollut perinteinen tapa käsitellä bio- ja puutarhajätteet. Kompostoinnin biologiset perusteet tunnetaan hyvin, koska aihetta on tutkittu ja menetelmää kehitetty vuosikymmeniä. Erityisesti jätemäärien kasvu ja lainsäädännön kiristyminen ovat lisänneet suuressa mittakaavassa tapahtuvan kompostoinnin kehitystä ja tutkimustyötä. Kompostin lähtömateriaalit ja ominaisuudet vaikuttavat lopputuotteen laatuun.

Kompostointi on biologinen prosessi, jossa orgaaninen aines hajoaa kosteissa ja hapekkaissa olosuhteissa mikrobitoiminnan vaikutuksesta humukseksi. Prosessissa mikrobit käyttävät orgaanista ainesta, esimerkiksi lehti- tai biojätettä ravintonaan. Lopputuotteina muodostuu hiilidioksidia, vettä, humusta ja mikrobibiomassaa. Kompostoinnissa massan lämpötila kohoaa ilman lämpötilaa korkeammaksi mikrobitoiminnan vaikutuksesta. Kohonneen lämpötilan ansiosta hajoaminen nopeutuu. Kompostoinnissa tulee käyttää tukiainetta, kuten esimerkiksi puupohjaista mursketta, puupurua tai turvetta, jotka myös kompostoituvat prosessin aikana. Tukiaineet parantavat massan kaasujen, kuten esimerkiksi hapen kulkua. Lisäksi tukiaineella säädellään massan kosteuspitoisuutta ja ravinnekoostumusta. (Halinen & Tontti, 2004, ss. 11–13; Molkojärvi, 2018, s. 14)

Kompostoitumisprosessi voidaan jakaa eri vaiheisiin lämpötilan ja mikrobiologian mukaan. Ensimmäisessä vaiheessa, psykrofiilisessä vaiheessa prosessin lämpötila vastaa ympäristön lämpötilaa. Mesofiilisessä vaiheessa kompostoinnin käynnistyessä lämpötila nousee noin 40 asteeseen mikrobien hajottaessa sokereita, tärkkelystä ja rasvoja. Hajoamisen tuloksena syntyy mm. orgaanisia happoja ja pH-arvo laskee. Termofiilisessä vaiheessa mikrobit hajottavat proteiineja ja lämpötila nousee yli 45 asteen. Proteiinin hajoamisen yhteydessä

muodostuva ammoniakki kohottaa kompostin pH:ta. Jäähdytysvaiheessa, mikrobitoiminta hidastuu ja lämpötila laskee hiljalleen lähelle ympäristön lämpötilaa. Viimeisessä kypsyysvaiheessa on jäljellä enää hitaasti hajoavaa orgaanista jätettä, jonka vuoksi mikrobitoiminta heikkenee. Kypsyysvaiheessa nitraatinmuodostus kiihtyy, jolloin typpi muuttuu kasveille helpommin hyödynnettävään muotoon nitraattitypeksi. Kompostimullan lopullinen kypsyminen kestää noin neljä kuukautta. Valmiissa kompostissa lämpötila vastaa ympäristön lämpötilaa ja hapenkulutus sekä hiilidioksidin tuotto on vähäistä. Kypsä komposti on humuksen kaltainen eikä haise epämiellyttävälle. Valmista kompostia voidaan käyttää esimerkiksi viherrakentamisessa ja maanparannusaineena. Kuvassa 5 on kuvattuna kompostoitumisprosessin eri vaiheet. (Halinen & Tontti, 2004, ss. 12–13; Itävaara ym., 2006, ss. 7, 25)

Kuva 5 Kompostointiprosessin eri vaiheet (Itävaara, Vikman, Kapanen, Venelampi & Vuorinen, 2006, s. 7)



Kompostoitumisprosessi toteutuu ja pieneliöiden toiminta tehostuu olosuhteissa, jolloin syötettävien jakeiden ravinnepitoisuudet ja niiden suhde sekä kosteuspitoisuus ovat

oikeanlaiset. Myös hapensaannin ja kaasujen vaihdon tulee olla riittäviä. Esimerkiksi tilanteissa, joissa hiiltä on liikaa suhteessa typpeen, vähenee pieneliöiden määrä ja kompostoituminen hidastuu. Vastaavasti kompostoinnin suuret typpipitoisuudet aiheuttavat ympäristöön ammoniakkin hajua. Haittatekijöihin voidaan vaikuttaa valitsemalla oikea kompostointimenetelmä, esikäsittelemällä syötettävät materiaalit sekä ilmastamalla tai kosteuttamalla kompostia tarvittaessa. (Paatero & Lehtokari & Kemppainen, 1984, s. 25; Molkojärvi, 2018, s. 10)

Aumakompostointi on yksinkertainen ja yleisin käytetty kompostointimenetelmä Suomessa. Kompostoinnissa materiaalit kootaan asfalttikentälle pitkiin kasoihin. Ilmastus aumoissa tapahtuu painovoimaisesti. Massojen hapettuminen varmistetaan tarvittaessa kääntämällä aumoja koneellisesti. Tuuli haihduttaa aumojen kosteutta ja sade puolestaan kosteuttaa massoja. Aumakompostointia seurataan lämpötilamittauksin. Aumakompostoinnin haasteet jätteidenkäsittelyalueilla liittyvät suureen tilantarpeeseen, kompostin epätasaiseen kypsymiseen, pitkiin kypsytyksaikoihin ja mahdollisiin hajuhaittoihin. (Kiertokapula, 2019a; Molkojärvi, 2018, s. 14; Sirviö, 2004, ss.78–79)

Kompostoinnin hygienisoimisella tarkoitetaan patogeenisten organismien määrän vähentämistä tasolle, jossa ne eivät aiheuta haittaa ja/tai riskejä käsittelyn tai valmiin tuotteen käytön aikana kasveille, eläimille tai ihmisille. Hygienisointi tapahtuu pääsääntöisesti termofiilisessä vaiheessa korkean lämpötilan ja mikrobien aktiivisen toiminnan vaikutuksesta. (Itävaara ym., 2006, s. 7)

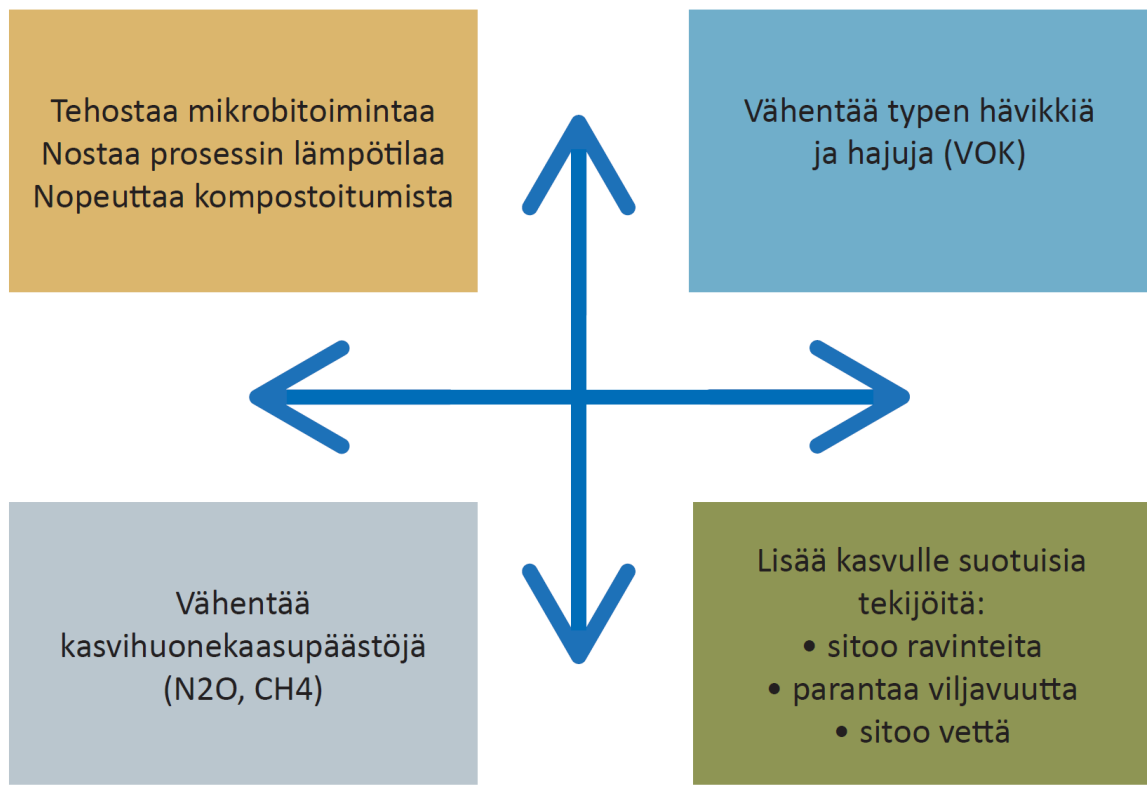
Pulkkinen selvitti tutkimuksessaan, miten haravointijätteiden murskaaminen vaikuttaa kompostoitumisprosessiin erilaisten tukiaineiden sekä niiden yhdistelmien kanssa. Hän havaitsi, että haravointijätteiden murskaamisella massa saatiin tasalaatuisemmaksi ja karkeat puupohjaiset tukiaineet tehostivat haravointijätteiden kompostoitumista. Murskaaminen lisäsi myös hajoamisprosessia kaikissa auman osissa ja puuhakkeen lisääminen hapetti massaa, edisti lämmönkehittymistä ja tehosti mikrobitoimintaa. (Pulkkinen 2018, s. 65)

8.2 Haravointijäte ja biohiili

Biohiili on hiilirikasta, huokoista, kevyttä ja kiinteää ainetta, jota on valmistettu biomassasta pyrolyysimenetelmällä jo tuhansien vuosien ajan. Luonnostaan biohiiltä syntyy esimerkiksi ruohikko- ja maastopalojen seurauksena. Euroopan alueella biohiiltä on valmistettu metallin sulattamisen ja tervan valmistuksen yhteydessä. Suomessa kaskikulttuuri on pohjautunut biohiileen ja menetelmän avulla on lisätty maaperän hedelmällisyyttä. Biohiilen on todettu säilyvän maaperässä noin 300–20 000 vuotta. (Elo, 2020)

Biohiili on tehokas maanparannusaine, joka sitoo maaperän ravinteita ja parantaa viljavuutta. Se myös ilmastaa ja parantaa maan happamuutta sekä lisää orgaanisten aineiden pitoisuuksia maaperässä. Biohiili tehostaa lisäksi maaperän vedensidontakykyä sitomalla itseensä nestettä jopa viisi kertaa painonsa verran. Sen huokoiseen pintaan sitoutuu helposti kemiallisia yhdisteitä, mutta sen pysyvä rakenne ei kuitenkaan syövy happojen tai emästen vaikutuksesta. Biohiiltä voidaan lisätä myös kompostiin. Tutkimusten mukaan biohiilen huokoisen rakenteen ansiosta komposti pysyy ilmavana ja sopivan kosteana, mikä parantaa mikrobien aktiivisuutta. Myös tunnelikompostointikokeiluissa on havaittu, että biohiilen lisääminen kompostiin, nostaa prosessilämpötilaa ja nopeuttaa kompostoitumisprosessia. Biohiilellä on samankaltaisia maanparannusvaikutuksia kuin perinteisellä kompostilla, mutta se hajoaa maaperässä lähes kymmenen kertaa kompostia hitaammin. Kuvassa 6 sivulla 28 on kuvattuna biohiilien positiivisia vaikutuksia kasville, ilmastoon sekä mikrobitoimintaan. (Elo, 2020; Saario & Laurila, 2019, s. 16; Sairio, 2019, ss. 10–11)

Kuva 6 Biohiili tehostaa kompostoinnin mikrobitoimintaa, vähentää ympäristön hajuhaittoja, vähentää kasvihuonekaasuja sekä edistää kasvien kasvua (Elo, 2020)

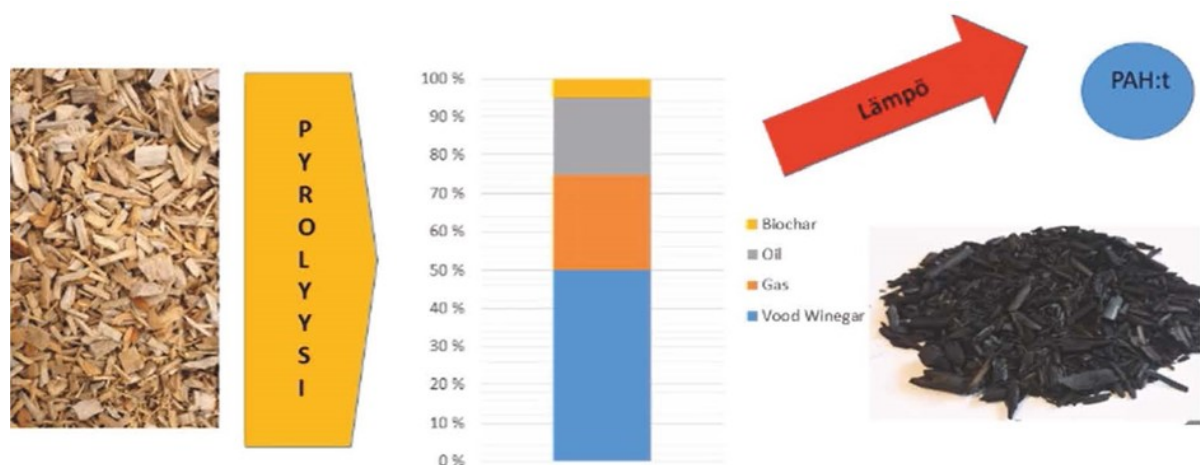


8.2.1 Biohiilen raaka-aineet ja valmistus

Biohiilen ominaisuuksiin vaikuttavat lähtömateriaali ja tuotantoteknologia. Raaka-aineen valinnassa on huomioitava käytettävän materiaalin kemialliset ja fyysiset ominaisuudet, jotka vaikuttavat hiiletettävään lopputuotteeseen. Näin varmistetaan, että biohiili toimii käyttökohteessaan toivotulla tavalla sekä vältetään mahdolliset haitat. Tuotannon raaka-aineiksi soveltuvat useat biomassat, kuten puuaines, puutarhajäte, viljan ja pähkinöiden kuoret sekä oljet, lietteet, lannat, kotitalousjätteet sekä osa teollisuuden sivuvirroista. Suomessa yleisin biohiilen tuotannossa käytetty raaka-aine on puu, mutta biohiilen avulla on mahdollista saada myös jätepuolen arvottomista materiaaleista arvokas ja kaupallinen tuote. Polttoprosessiin vaikuttavat esimerkiksi raaka-aineen lämpöarvo, rakenne ja rakenteen koko sekä epäorgaanisen aineksen pitoisuus. Vastaavasti biohiilen kemialliseen rakenteeseen vaikuttaa prosessin lämpötila. (Elo, 2020; Saario & Laurila, 2019, ss. 16–21)

Biohiiltä valmistetaan pyrolyysissä, kuivatislauksessa, jossa orgaanisia aineita. Siinä orgaanisia aineita, kuten puuta, hajotetaan hapettomissa olosuhteissa ja korkeissa lämpötiloissa. Optimaalisin lämpötila biohiilen tuotannossa on 450–550°C. Biohiiltä voidaan valmistaa hitaalla ja nopealla pyrolyysillä sekä kaasutuksella. Menetelmä valitaan sen mukaan, keskitytäänkö tuotannossa biohiilen, öljyn vai kaasuntuotantoon. Kun lopputuotteeksi halutaan biohiiltä, käytetään hidasta pyrolyysimenetelmää. Nopeassa menetelmässä taas bioöljyn tuotto on korkeimmillaan. Kuvassa 7 on kuvattuna pyrolyysiprosessista saatavat tuotteet sekä niiden prosentuaaliset määrät. (Elo, 2020; Saario & Laurila, 2019, ss. 18–19)

Kuva 7 Pyrolyysiprosessista saadaan biohiiltä, bioöljyä, kaasua, puuetikkaa ja lämpöä (Elo, 2020)



Biohiilen valmistuksessa halutaan säilyttää lähtömateriaalin alkuperäinen kiinteä hiilipitoinen soluseinäaines. Pyrolysoitavan tuotteen nesteet kaasuuntuvat prosessin aikana ja jäähtyessään kondensoituvat etikkahapoksi ja bioöljyksi. Jäljelle jää selluloosan sisältämä hiili puun alkuperäisen soluranteen paikalle. Tislauksen tuloksena syntyy hiiltä, tervaa, etikkahappoa, sekä erilaisia hiilivetyjä ja monoksideja. Syntyvien kaasujen palaessa vapautuu energiaa. Biohiilen ominaisuuteen vaikuttavat pyrolyysin kesto, syöte, lämpötilaprofiili, paine, pyrolyysiprosessin korkein lämpötila, pyrolyysiuuni sekä mahdolliset esikäsittelyt. Luontaisen ominaisuuksien lisäksi biohiileen voidaan tuoda myös uusia ominaisuuksia, kyllästämällä hiili esimerkiksi lannoitteilla. (Elo, 2020)

Biomassan käsittelyssä tulee huomioida massan peruskoostumus, kuten esimerkiksi kosteus, lämpöarvo, rakenne, tiheys ja partikkelikoko. Pyrolysoitavien materiaalien kosteusprosentin on hyvä olla alle 20, jotta vedenpoisto ei kuluta energiaa prosessissa. Liian märkä syöte kannattaa kuivata pyrolyysistä saatavalla hukkalämmöllä. Mikäli syötteen palakoko vaihtelee paljon, tuotteen tasalaatuisuus varmistetaan murskaamalla raaka-aine ennen prosessia. (Elo, 2020)

Prosessin pyrolyysinesteet ja -kaasut voidaan kerätä talteen tai polttaa prosessissa.

Lämpöenergia voidaan hyödyntää raaka-aineiden kuivatuksessa tai ohjata kaukolämpöverkostoon. Myös kaasujen lämpöenergiaa voidaan talteenottaa.

Pyrolyysinesteet on mahdollista jatkojalostaa tuotteeksi. (Elo, 2020)

Biohiiltä voidaan valmistaa yksinkertaisimmillaan maakuopassa tai avoastiassa pienessä mittakaavassa. Kaupallisen mittakaavan tuotannossa biohiili valmistetaan laitoksessa.

Laitokset perustuvat panostyyppiseen retorttiin tai jatkuvaan prosessiin, jossa biohiilen raaka-aineet syötetään prosessin läpi ruuvikuljettimien avulla. Jatkuvat toimiset prosessit ovat teknisesti vaativia, pitkälle automatisoituja laitoksia, joissa raaka-aineista saadaan kaasumaiset sivutuotteet eroteltua pyrolyysikaasuina, -tisleinä ja -öljyinä. Jatkuvien prosessin laitosten hankintahinta on korkea. Niiden taloudellisuus perustuu vähäiseen työvoimatarpeeseen ja raaka-aineen tehokkaaseen hyödyntämiseen. Maatilamittakaavan laitteiden hankintahinta vaihtelee 5000–100 000 € välillä. Niitä hyödynnetään tavallisesti maa- ja metsätaloudessa sivuvirtojen käsittelyssä. (Elo, 2020; Leppänen, henkilökohtainen tiedonanto, 25.1.2021)

Myyntiin valmistettavasta biohiilestä tulee tuottajan ilmoittaa Euroopan kemikaalivirastolle, joka päättää REACH rekisteröinnistä. Valmistajan tulee myös huomioida kansallinen lannoitevalmisteita koskeva lainsäädäntö ja sen asettamat raja-arvot. Lainsäädännön ja REACH-asetuksen avulla suojellaan kuluttajaa eli biohiilen käyttäjää. Suomessa tuotetulle biohiilelle voi hakea myös European Biochar Certificate-laatuvarmistusta. (Elo, 2020)

8.2.2 Biohiilen käyttökohteet

Biohiili poikkeaa muista hiilistä, kuten esimerkiksi grilli-, märkä- ja aktiivihieilestä valmistusprosessin sekä käyttötarkoituksensa suhteen. Sitä ei hyödynnetä tavallisesti energiantuotannossa, vaan biohiili päätyy lähes aina maanparannusaineeksi. Biohiiltä voidaan hyödyntää esimerkiksi vesien ja kaasujen suodatuksessa, pilaantuneiden vesien ja maiden puhdistuksessa, rakennettujen alueiden vesin hallinnassa, kompostoinnissa, biokaasun tuotannossa, rehujen lisäaineena, eläinten kuivikkeina, kosmetiikassa sekä rakennusmateriaalina. Maatilakäytössä biohiiltä voidaan lisätä karjan rehuun, käyttää karjan lannan kuivikkeena sekä lannan kompostoinnissa. (Elo, 2020; Sairio, 2019, s. 9)

Biohiilen haasteet liittyvät suureen kaupalliseen kysyntään suhteessa tarjontaan, mikä on nostanut biohiilen hintaa. Biohiilen tuottajia on tällä hetkellä vähän, koska tuotantoa on hankala saada kannattavaksi. Valmistustekniikka ei ole vakiintunutta ja laitokset ovat vasta pilottitasolla. Biojalostamoiden ja energiantuotannon välillä on myös kilpailua puun raaka-aineesta. Lisäksi RAECH-lainsäädäntö hankaloittaa tällä hetkellä runsaasti syntyvien tisleiden käyttöä lannoitteena. (Elo, 2020)

8.2.3 Biohiileen liittyvää tutkimusta

Biohiili on ollut tutkimuksen ja mielenkiinnon kohteena maailmalla jo muutaman kymmenen vuoden ajan. Myös Suomessa biohiilen tutkimustyö on lisääntynyt runsaasti viime vuosina. Tutkimusintressi on lähinnä keskittynyt biohiilen ominaisuuteen pitkäaikaisena hiilinieluna. Puun poltossa kaikki hiili vapautuu takaisin ilmakehään. Biohiilen valmistuksessa taas puolet hiilestä sitoutuu biohiileen ja puolet vapautuu öljyn ja kaasun muodossa energiaksi. Yksi tonni biohiiltä sitoo noin 3,5 tonnia hiilidioksidia pois ilmakehästä. (Elo, 2020)

Biohiilellä puhtaampi ympäristö ja uutta liiketoimintaa Etelä-Savoon-hanke toteutettiin vuosina 2017–2019 yhteistyössä Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Metsä, ympäristö ja energia -vahvuusalan ja Mikkelin kehitysyritys Miksei Oy:n kesken. Hankkeessa selvitettiin biohiilen vaihtoehtoisia käyttökohteita sekä toimivuutta eri käyttökohteissa. Lisäksi kartoitettiin biohiilituotteiden, palveluiden ja liiketoiminnan edellytyksiä. (Laurila, Heinimö &

Soininen, 2019, ss. 7–8) Hankkeessa Laurila ja Laitinen selvittivät biohiilen vaikutusta maanparannusaineena vihanneskrassin kasvatuskokeissa. Tutkimuksen mukaan biohiilen lisääminen kasvualustaan lisäsi selkeästi kasvua. Eniten kasvua saatiin alustoissa, jossa lisätyn biohiilen osuus massasta oli 10 prosenttia. (Laurila & Laitinen, 2019, ss. 47–55)

Biohiilestä bisnestä Hämeeseen -hankkeessa on kartoitettu biohiilentuotantoon soveltuvia jäte- ja sivuvirtoja. Alueellisessa kartoituksessa selvitettiin Kanta-Hämeen kierrätyspuun määriä jätteitä vastaanottavilta yrityksiltä. Kiertokapulan Karanojan jätteidenkäsittelyalueella tarkastelun kohteena olivat puhdas puu sekä puutarhan risut. Puhdas purkupuuta saattaisi soveltua pyrolyysiprosessiin, mikäli haketuksen yhteydessä poistettaisiin mahdolliset pienmetallit, kuten naulat ja ruuvit. Puutarhajätteiden, kuten risujen määrä suhteessa puhtaan puun määrään on alueella vähäinen. Risut ovat puhdasta puuainesta, jonka vuoksi siitä valmistetulle hiilelle ei ole käyttörajoitteita. Ruokavirasto luokittelee näistä valmistetun hiilen kasvipohjaiseksi kasvualustan hiileksi. Risut ja oksat ovat materiaalina kokonsa puolesta epätasalaatuisia ja niiden kosteusprosentti on myös korkea. Tukholman pilottikokeilussa myös havaittiin, että epätasalaatuinen risujäte sisältää runsaasti prosessia haittaavaa ja tukkivaa hentoista materiaalia, kuten puiden lehtiä ja ohuita oksia. Koostumukseltaan ne ovat kuitenkin puhdasta puuainesta. Epätasalaatuisuuden takia risut ja oksat olisi hyvä esikäsitellä hakettamalla ja esikuivatuksella kosteusprosenttia saataisiin suotuisammaksi pyrolyysiä varten. (Elo & Lahti & Kymäläinen, 2020)

8.2.4 Biohiili Tukholman kaupungissa

Tukholman kaupungin vesi- ja jätelaitoksella on käynnissä hanke, jossa kaupunkilaisilta vastaanotetuista puutarhajätteistä valmistetaan biohiiltä. Hankkeen avulla halutaan vähentää asukkaiden puutarhajätteiden polttoa kiinteistöillä ja saada materiaalia biohiilen tuotantoon. Puutarhajätteet vastaanotetaan asukkailta maksutta ja asukkaat saavat mukaansa pussillisen biohiiltä, jonka voivat hyödyntää omassa puutarhassaan. Biohiili hyödynnetään pääosin kaupungin istutuksissa parantamaan kasvualustaa ja torjumaan kuivuutta sekä säättämään maaperän kosteutta. Biohiiltä käytetään myös hulevesien suodatuksessa ja kaupunkitulvien torjunnassa. Tukholman pilottikokeilussa biohiilen tuotannon lämmöt hyödynnettiin 80 huoneiston lämmityksessä. Tavoitteena on, että

toiminnan toteutuessa täysimittaisesti saataisiin vuosittain lämpöä 400 huoneistolle.
(Gustafsson, n.d.; Ramboll, 2018; Leppänen, henkilökohtainen tiedonanto, 25.1.2021)

Tukholmassa on käytössä saksalainen Pyreg pyrolyysilaitos, joka on ns. kaksoiskonttiratkaisu (kuva 8, sivulla 33). Laitoksen investointihinta on noin 400 000 €. Laitoksessa käsitellään puutarhajätettä vuosittain noin 1 200 tonnia, josta saadaan biohiiltä noin 300 tonnia eli noin 25 prosenttia raaka-aineesta. Biohiilen ulosmyyntihinta on 480 €/t. (Gustafsson, n.d.; Dahllöf, 2020; Ramboll, 2018; Leppänen, henkilökohtainen tiedonanto, 25.1.2021)

Kuva 8 Tukholmassa käytössä oleva Pyreg pyrolyysilaitos. Laitoksessa tuotetaan biohiiltä noin 300 t/a. Investointihinta laitokselle on noin 400 000 euroa. (Ramboll, 2018, dia 41.)



8.3 Haravointijätteistä biokaasua

Biokaasu on kaasuseos, joka sisältää metaania (40–70 %) ja hiilidioksidia (30–60 %) sekä vähäisiä määriä rikkiyhdisteitä. Sen tuotanto perustuu anaerobiseen hajoamiseen, jossa syötteiden biokaasureaktorissa. Biokaasua syntyy myös luonnossa esimerkiksi suoalueiden hapettomissa olosuhteissa pohjasedimentissä. Prosessista jäljelle jäävää syötteiden hajoamatonta ainesta kutsutaan mädätysjäännökseksi. Biokaasua hyödynnetään sähkö- ja lämmöntuotannossa ja siitä voidaan jalostaa myös polttoainetta ajoneuvoihin. Biokaasu lasketaan uusiutuvaksi polttoaineeksi ja energiaksi. (Kymäläinen, 2015b, s. 59.)

Biokaasun tuotannon pääraaka-aineita ovat orgaaniset ainekset. Ympäristön ja kestävyvyyden kannalta tuotantoon soveltuvat parhaiten useat helposti hajoavat biomassat maatalouden ja teollisuuden sivuvirtojen materiaalit ja yhdyskuntajätteet, kuten biojätteet, lannat, energiakasvit ja puutarhajätteet. Prosessissa saadaan pelloille lannoitetta ja korvataan fossiilisia polttoaineita. Jotta biokaasulaitos voi toimia kannattavasti, tulee syötteiden olla paikallisia ja niitä tulee olla saatavilla tasaisesti ympäri vuoden. (Kymäläinen, 2015, ss. 21–22; Luostarinen, 2015, ss. 37–41)

Biokaasutuottoa mitataan tavallisesti metaanituottona. Metaanituotto vaihtelee 350–500 (kgVS)-1 ja prosentin välillä. Prosessissa syntynyt hiilidioksidi ei ole hyödynnettävissä energiana. Metaanituottomäärät (tilavuutena) voidaan muuttaa energiatuotoksi. Metaani sisältää energiaa 10 kWh (m³CH₄) eli 36 MJ (m³CH₄) -1. Biokaasun metaanipitoisuus on 50–60 prosenttia. Ennen mädätystä syötteiden epäpuhtaudet poistetaan ja massat homogenisoidaan. Mädätyksen jälkeen massat hygienisoidaan 70 asteessa tunnin ajan. (Luostarinen, 2015, s. 39–41) Koska yhdyskuntien biojäte sisältää eläinperäistä materiaalia, sen käsittelyä määrittää Euroopan parlamentin ja neuvoston sivutuoteasetus (1069/2009/EY).

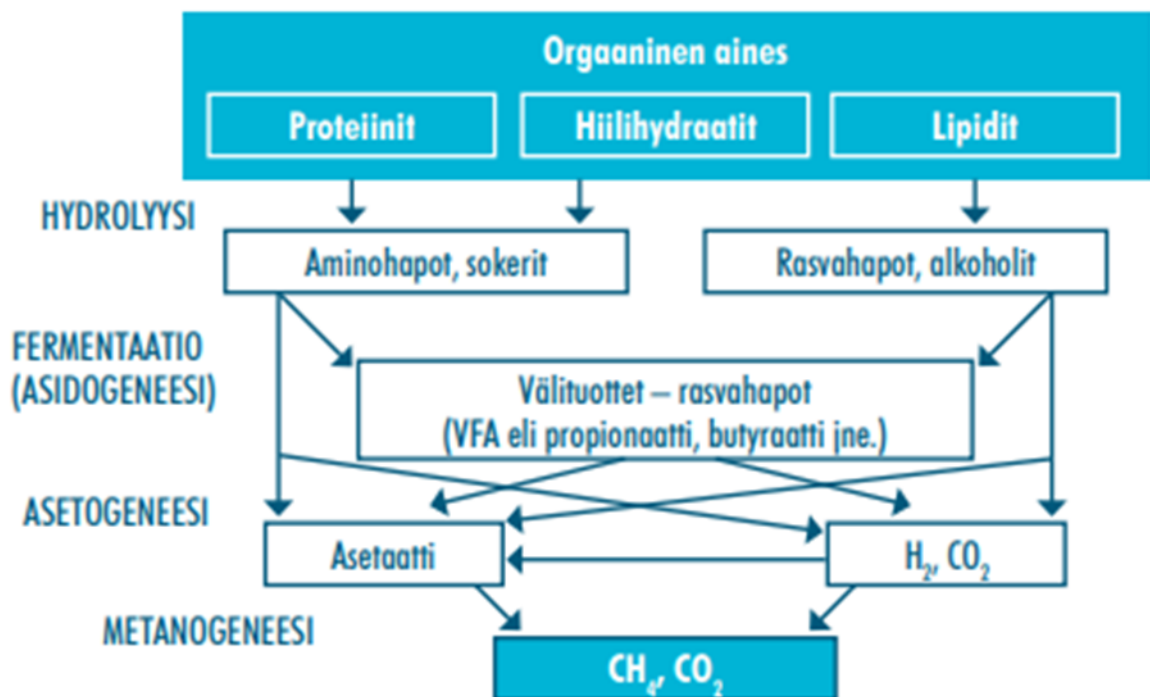
8.3.1 Biokaasuprosessi

Biokaasuprosessit jaetaan märkä- ja kuivaprosesseihin. Prosessissa erilaiset mikro-organismit työskentelevät yhdessä ja ovat toisistaan riippuvaisia. Molemmissa prosessissa tarvitaan kosteutta, jotta mikrobitoiminta saadaan käynnistymään. Märkäprosessissa hyödynnetään syötteitä, joiden kuiva-ainepitoisuus on maksimissaan 15 prosenttia, kun taas kuivaprosessissa pitoisuus voi olla enintään 45 prosenttia. Biokaasua muodostuu orgaanisen massan kuiva-aineen hajotessa. Tuotantoon vaikuttaa syötteiden kuiva-aineiden (TS) ja orgaanisen aineksen (VS) suhde. Jos syötteiden suhde on suuri ja orgaaninen aines on helposti hajoavaa, on syöte sopivampi kaasuntuotantoon. (Kymäläinen, 2015a, ss. 23–24)

Biokaasun tuottoon vaikuttaa syötetyt raaka-aineet ja hyvin toimivassa biokaasureaktorissa hajoamisprosessi etenee tasaisesti. Biokaasuprosessissa on neljä vaihetta, joissa eri mikrobit työskentelevät yhdessä hyödyntäen aina edellisen vaiheen mikrobien hajoamistuotteita.

Mikäli mikro-organismien yhteistyö häiriintyy, näkyy se prosessihäiriönä ja kaasuntuotannon heikentymisenä. Prosessin vaiheita ovat hydrolyysi, asidogeneesi, asetogeneesi ja metanogeneesi. Ensimmäisessä vaiheessa, hydrolyysissä, suurimmat orgaaniset molekyylit (proteiinit, hiilihydraatit, rasvat) pilkkoutuvat ja liukoistuvat. Orgaanisten molekyylien ollessa liian suuria hyödynnettäväksi suoraan ravintona, mikrobisolut tuottavat entsyymejä solun ulkopuolelle tekemään hajotustyötä. Hajoamisen toisessa vaiheessa, asidogeneesissä, syntyy erilaisia happoja fermentoivien mikrobien käyttäessä hydrolyysin tuottamia sokereita, amino- ja rasvahappoja sekä alkoholeja haihtuviksi rasvahapoiksi ja alkoholeiksi, kuten etikka-, voi-, maito- ja propaanihapoiksi. Kolmannessa ja tuotannon kannalta tärkeimmässä vaiheessa asetogeneesissä tuotetaan edellisen vaiheen hajoamistuotteista metaanin tuotannon raaka-aineita: asetaattia, vetyä sekä hiilidioksidia. Viimeisessä neljännessä vaiheessa eli metanogeneesissä, metanogeenit tuottavat asetaatista, vedystä ja hiilidioksidista metaania ja hiilidioksidia. Kuvassa 9 on kuvattuna biokaasuprosessin eri vaiheet ja syntyvät tuotteet. (Kymäläinen, 2015B, ss. 59–63)

Kuva 9 Anaerobisen prosessissa orgaaninen aines hajoaa neljässä vaiheessa biokaasuksi (Kymäläinen, 2015B, s. 60)



8.3.2 Prosessin toimintaedellytykset

Tasaiset olosuhteet lämpötilan, pH:n, hapettomuuden osalta varmistavat prosessin etenemisen. Oikealla ja tasaisella lämpötilalla on suuri merkitys mikrobien toiminnassa. Mesofiilisessä prosessissa sopiva lämpötila on 32–42°C:n välillä. Termofiilisessä prosessissa lämpötila saa olla hieman korkeampi noin 50–58 °C. Mikrobien toimintaan vaikuttavaa myös massan pH, joka on tavallisesti lähellä neutraalia 7–8 välillä, mutta saattaa kuitenkin vaihdella eri vaiheiden välillä. Esimerkiksi hydrolyysi- ja asidogeneesivaiheessa pH vaihtelee happamalla tasolla 4,5–6,5 alueella. Myös syötteillä on vaikutuksensa pH-tasoon. Tavallisesti pH asettuu kuitenkin luonnostaan prosessissa sopivalle tasolle eikä niitä juuri tarvitse säätää ulkoisesti. Ravinteet ja hivenaineet ovat edellytys anaerobisessa hajoamisprosessissa. Ongelmaa esiintyy yleisimmin tilanteissa, jossa syötteiden hivenaineet ovat yksipuolisia. Hivenaineiden lisääminen tällaisissa tilanteissa korjaa ja vakauttaa prosessia. Biokaasutuottoa vähentää mm. ammoniakki, rikkivety ja rasvahapot. Niitä saattaa päästä prosessiin syötteiden mukana tai hajoamisen seurauksena. Tarkkaa raja-arvoa on hankala antaa aineille ja yhdisteille, koska haitallisuuteen vaikuttavat myös prosessin ympäristöolosuhteet. Taulukossa 4 kuvataan biokaasuprosessin optimaaliset olosuhteet prosessin aikana. (Kymäläinen, 2015B, ss. 63–67.)

Taulukko 4 Optimaaliset olosuhteet anaerobisessa biokaasuprosessissa eri vaiheiden aikana

Parametri	hydrolyysi/asidogeneesi	metanogeneesi
lämpötila	25–35°C	mesofiilinen 32–42°C, termofiilinen 50–58°C
pH	5,2–6,3	6,7–7,5
C:n suhdeluku	10–45	20–30
kuiva-aine pitoisuus	<40 %	<30 %
redox: P:S suhdeluku	+400 300mV	<250 mV

C:N:P:S suhdeluku	500:15:5:3	600:15:5:3
hivenainevaatimukset	ei vaatimuksia	Ni, Co, Mo, Se

Koivulan (2017, ss. 100–101) mukaan parhaiten kuivamädätykseen soveltuvat eniten orgaanista jätettä sisältävät haravointi- ja rasvakaivojätteet. Haravointijätteen metaanituottopotentiaali oli tutkimuksen mukaan 159 litraa CH₄/kgVS, mikä vastaa lehmän kuivalannan tuottoa. Haravointijätteen seassa olevan puuaineksen ei katsottu olevan haitaksi prosessissa, vaan se nähtiin hyvänä tukiaineena mädätysaineen kompostoinnissa. Kaasua tuotti erityisesti rasvakaivojäte. Syötteen, jotka sisältävät pääsääntöisesti rasvoja orgaanisena aineena, toimivat hyvänä tehosteena biokaasuprosessissa käsiteltäessä vaikeammin hajoavia syötteitä. Rasvakaivojätteen käyttö oikeassa suhteessa prosessissa säätelee myös kosteustasapainoa.

Koivulan mukaan kasvibiomassoista voitaisiin haravointijätteen seassa hyödyntää myös niittovelvoitteiset kesanto- ja suojavyöhykenurmet, ylijäämärehut ja pilaantuneet kasvintuotantoerät sekä asumisessa syntyneet biojätteet. Myös elintarvike- ja rehuteollisuus sekä teurastamot voivat tulevaisuudessa tarjota raaka-aineita biokaasun tuotantoon. (Koivula, 2017, s. 104)

Biokaasuprosessista syntyy mädätysjäännöstä, joka koostuu prosessiin syötetyistä hajoamattomista materiaaleista ja prosessin mikrobiomassasta. Mädätysjäännösten kierrättämisen avulla voidaan vähentää epäorgaanisten lannoitteiden käyttöä ja edistetään ravinteiden kierrätystä. Samalla säästetään myös energiaa ja saadaan ympäristöetuja. Märkäprosessissa mädätteen massa ei juurikaan pienene. Kuivaprosessia käytettäessä massasta voi hävitä kolmasosa, mikäli syötteen kuiva-aineen ja orgaanisen aineen suhde on korkea. Mädätysjäännöksen massa on prosessin jälkeen tasalaatuisempaa ja juoksevampaa ja siinä on mukana kaikki syötteiden sisältämät ravinteet. Jäännösmassat soveltuvat hyvin maanparannusaineeksi ja lannoitteeksi. Mädätysjäännös hygienisoidaan, mikäli itse prosessissa taudinaiheuttajat ja mahdolliset rikkakasvien siemenet eivät ole tuhoutuneet. Jäännös on myös mahdollista prosessoida lannoitevalmisteen erottelemalla kiinteät ja nestemäiset aineet erilleen. Kuivajaetta on mahdollista myös aumakompostoida esimerkiksi

yhdessä risuhakkeen kanssa. (Kinnunen & Rintala, 2015, s. 18; Paavola, 2015, ss. 94–97, ss. 110–111)

9 Haravointijätteiden käsittely muissa jäteyhtiöissä

Opinnäytetyön ohessa kartoitettiin, miten Kiertokapulan alueen läheisyydessä sijaitsevat muut jätehuoltoyhtiöt käsittelevät vastaanottamansa haravointijätteet. Kysely lähetettiin viidelle jäteyhtiölle, joista kyselyyn vastasivat kaksi yhtiötä, Pirkanmaan jätehuolto ja Helsingin seudun ympäristöpalvelut.

9.1 Pirkanmaan jätehuolto

Pirkanmaan jätehuolto Oy on 17 kunnan omistama jätehuoltoyhtiö, joka tarjoaa lakisääteisiä jätehuoltopalveluja pääasiassa asukkaille ja kunnille. Tällä hetkellä vastaanotetut haravointijätteet kompostoidaan ja lopputuote hyödynnetään omassa toiminnassa suljetun kaatopaikan maisemoinnin kasvukerroksessa. Haravointijätteiden lisäksi kompostointiin vastaanotetaan puupurua sekä muita orgaanisia materiaaleja. Vuosina 2013–2018 Pirkanmaan jätehuolto vastaanotti haravointijätteitä keskimäärin 4 500 tonnia/a. Nykyisen käsittelymenetelmän haasteet liittyvät pitkään kompostoitumisaikaan. Vuonna 2020 jäteyhtiö otti käyttöönsä uuden mädätyslaitoksen ja haravointijätteiden käsittely siirretään tulevaisuudessa mädätyslaitokseen kuivamädätyksen puolelle. (Jylhä, henkilökohtainen tiedonanto, 24.1.2020)

9.2 Helsingin seudun ympäristöpalvelut

Kuntayhtymä Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY tuottaa jätehuollon ja vesihuollon palveluita pääkaupunkialueella. Vuonna 2020 vastaanotettiin HSY:n sorttiasemille haravointijätteitä yhteensä lähes 7000 tonnia. Vastaanotetut haravointijätteet aumakompostoidaan kentällä murskauksen jälkeen. HSY:n alueella osa haravointijätteistä hyödynnetään biokaasuntuotannossa. Valmis kompostimulta käytetään viherrakentamisessa ja maataloudessa maanparannusaineena. Nykyinen käsittelymenetelmä on toiminut hyvin. HSY:n alueella selvitetään mahdollisuutta myös puumaisten viherjätteiden pyrolysointiin. (Gareis, henkilökohtainen tiedonanto, 17.1.2020)

10 Jätteiden kuljettaminen

Hyvät ja toimivat liikenneyhteydet ovat alueiden ja toiminnan kehittymisen kannalta keskeisiä ja yksi tärkeimmistä yritysten ja asukkaiden sijoittumiseen ja toimintaedellytyksiin vaikuttavista tekijöistä. Kotimaan osalta kuljetukset voidaan jakaa maantieteellisesti paikallisiin, alueellisiin ja valtakunnallisiin kuljetuksiin. Jätehuollon näkökulmasta liikennejärjestelmään vaikuttavat raaka-aineiden ja asukkaiden sijainti sekä kuljetusten infrastruktuuri. Jätehuollossa logistiikalla tarkoitetaan materiaalivirtojen ohjaamista, siirtämistä joko omaan tai yhteistyökumppanin käsittelyyn. Logistiikkaan kuuluvat myös kuljetuksiin liittyvät raha- ja tietoliikenne sekä ympäristö- ja yhteiskunnallisten vaikutusten arviointi. Jätekuljetuksissa suuret eräkoot alentavat kustannuksia. Myös kuljetusetäisyyksillä on vaikutusta kokonaiskustannuksiin. (Tapaninen, 2018, 16, ss. 26–27)

Tiekuljetukset ovat Suomessa käytetyin kuljetusmuoto. Syitä tähän ovat ajoneuvokaluston pienet investointikustannukset, kuljetusnopeus, riippumattomuus liikenneverkosta ja reittivalintojen joustavuus. Lisäksi tieliikenteessä voidaan kuljettaa erilaisia tuotteita. (Tapaninen, 2018, s. 42)

Yhteiskuntavastuu on osa yrityksen strategian suunnittelua ja sen avulla vastataan tulevaisuuden mahdollisuuksiin sekä riskeihin. Yrityksessä yhteiskuntavastuulla tarkoitetaan ympäristö- ja yhteiskuntavastuullisen toiminnan liittämistä päivittäiseen liiketoimintaan, jolloin toiminnassa otetaan huomioon myös näkökohtia, joiden huomiotta jättäminen ei johtaisi kuitenkaan oikeudelliseen vastuuseen. Yhteiskuntavastuu jakautuu yrityksessä taloudelliseen, sosiaaliseen ja ympäristövastuuseen. Taloudelliseen vastuuseen sisältyy liiketoiminnan kannattavuus sekä kilpailukyvyyn ja tehokkuuden ylläpitäminen. Kun yrityksen talous on kunnossa, pystyy se paremmin myös huolehtimaan sosiaalisesta- ja ympäristövastuustaan. Ympäristövastuullista toimintaa on ilmastonmuutoksen torjunta ja vesistöjen ja maaperän pilaantumisen ehkäiseminen. Ympäristövastuun näkökulmasta logistiikan tulee hoitua mahdollisimman taloudellisesti ja suunnitellusti. Työelämää, henkilöstöä ja yhteiskuntaa koskevat asiat ovat osa sosiaalista vastuuta. Näihin kuuluvat mm. henkilöstön hyvinvointi ja osaaminen, tuoteturvallisuus sekä hyväksi havaitut työskentelytavat. (Tapaninen, 2018, s. 121)

Kuljetusten suurimpana ympäristövaikutuksena pidetään ilmastomuutosta, pakokaasuja ja pienhiukkaspäästöjä. Kuljetusten päästöjä voidaan vähentää välttämällä turhia kuljetuksia ja käsittelyjä sekä kuljettamalla mahdollisimman suuria eriä kerrallaan, jolloin kuljetuskustannukset vähenevät yksikköä kohden. Ympäristövaikutuksia voidaan vähentää lisäksi kuljetusnopeutta laskemalla ja tasaisella ajotavalla. Nykyisin kuljetusten kilpailutuksissa kiinnitetään valinnoissa huomiota yhä useammin kuljetuksen ympäristövaikutuksiin. (Tapaninen, 2018, ss. 122–123)

Liikenteen aiheuttamia kustannuksia on mahdollista tarkastella suoraan tuotteeseen kohdistuvina taloudellisina kustannuksina tai vaihtoehtoisesti yhteiskuntavastuu näkökulmasta. Tällöin otetaan huomioon myös ympäristön ja sosiaalisen vastuun kustannukset. Kuljetukset vaikuttavat ympäristöön ja ihmisiin monin tavoin. Ne lisäävät ilmastomuutosta, kuluttavat luonnonvaroja ja energiaa sekä aiheuttavat päästöjä ilmaan ja vesistöön. Raskas liikenne aiheuttaa lähiympäristöön melua ja tärinää sekä lisäksi ruuhkauttaa liikennettä. Tavaraliikenteen päästöjä on vähennetty kehittämällä kuljetustekniikkaa ja vaihtamalla kuljetusmuotoa ympäristöystävällisemmäksi. (Tapaninen, 2018, ss. 122–123) Liitteessä 3 on avattu esimerkeissä, kuinka paljon ympäristöpäästöt, polttoaineen ja energian kulutus muuttuvat, kun täysperävaunu ajaa tyhjänä, vajaalla tai täydellä kuormalla. Lipasto - tietokannan mukaan 9-akselin täysperävaunulla, jonka kokonaismassa on 76 tonnia ja kantavuus 51 tonnia päästöt pienenevät tuhatta kilometriä kohden hiilidioksidin, hiilivetyjen, typen oksidien, pienhiukkasten, metaanin ja typpioksiduulin osalta. Lisäksi polttoaineen ja energian kulutus laskivat. (Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, 2017)

11 Tuotteistaminen palvelun välineenä

Jotta tuotteilla tai palveluilla on mahdollisuus menestyä markkinoilla, täytyy osaamista kehittää suunnitellusti palveluiden, asiakkaiden, toimialan ja resurssien suhteen. Palvelun kehittäminen lähtee aina yrityksen liiketoimintastrategiasta. Menestyvissä yrityksissä ja palveluissa tuotekehitysohjelma suunnitellaan ja johdetaan hyvin ja innovointi on jatkuvaa, asiakaslähtöistä sekä kustannustehokasta. Keskeisemmät kysymykset liittyvät tavallisesti asiakasryhmään, tuotteisiin ja palveluihin sekä tuotekehityksen taikka erikoistumisen asteeseen. Tavoitteena on luoda palvelu, joka houkuttelee asiakkaan sen äärelle, lisää tuottavuutta ja kilpailukykyä. (Jaakkola, Orava & Varjonen, 2009, ss. 3–5)

Kehittämisen kohteena voivat olla erilaiset palvelut, kuten olemassa olevan palvelun tyylinmuutos, parannus tai laajennus. Palvelu voi olla myös ratkaisu uuteen tarpeeseen tai uusi palvelu jo olemassa olevaan tarpeeseen. Tuotteistamalla hyödynnetään uuden palveluidean toistettavuutta, palveluiden tehostamista ja laadun parantamista. Se helpottaa markkinointia ja vähentää tuotantoon liittyvää epävarmuutta. Asiakkaalle tuotteistetun palvelun arviointi ja ostaminen on helpompaa, koska tuotteistaminen konkretisoi palvelua tai tuotetta. (Jaakkola, Orava & Varjonen, 2009, s. 5)

11.1 Palvelun arviointi ja kehittäminen

Palveluiden kehittäminen käynnistyy yrityksen palvelutarjooman eli yrityksen palveluiden kokonaisuuden arvioinnilla. Tarkastelemalla yrityksen strategiaa, sen nykytilannetta ja tavoitteita, kehittämiskohteet on helpompi kartoittaa. Kartoittamisessa on tärkeää tarkastella tulevaa palvelua myös asiakkaan näkökulmasta. Palvelutarjooman tarkastelun jälkeen, arvioidaan yksittäisiä palveluita: kenelle palvelu on tarkoitettu ja mitä asiakas hyötyy palvelusta. Palveluiden säännöllinen tarkastelu, kehittäminen ja muutosten ennakointi pitää yrityksen kilpailukykyisenä, toiminnan kannattavana ja asiakkaan tyytyväisenä. (Jaakkola, Orava & Varjonen, 2009, ss. 7–10)

11.2 Palvelun määrittäminen

Palvelu rakennetaan asiakasta varten vastaamaan asiakkaan tavoittelemaa hyötyä. Palvelun määrittelyssä hahmotellaan palvelun sisältö, käyttötarkoitus ja toteutus. Palvelu voi pitää sisällään ydinpalvelun lisäksi myös tuki- ja lisäpalveluita. Tukipalvelut tulee kartoittaa, jotta palvelulle saadaan rakennettua riittävät resurssit ja työvaiheet. Lisäpalveluilla voidaan kasvattaa kilpailukykyä ja saada lisää asiakkaita. Asiakkaalle lisäpalvelu voi myös kasvattaa palvelun laadukkuutta. Myös verkostoitumalla voidaan kehittää palvelupakettia ja hyödyntää esimerkiksi toisen osaamista taikka resursseja. Yhteistyötä voidaan tehdä myös esimerkiksi teknologisista syistä. Palvelupaketin selkeä kuvaaminen helpottaa palvelun myyntiä. Asiakkaan on myös turvallisempaa tehdä ostopäätös, kun palvelun sisältö on selkeästi kuvattu. (Jaakkola, Orava & Varjonen, 2009, ss. 11–13)

Palvelun sisällön lisäksi määritellään itse palveluprosessi eli palvelun toteutus kuvaamalla palvelun eri toteutusvaiheet. Määrittelyssä tarkastellaan ydin-, tuki- ja lisäpalveluja eli sitä mistä palvelupaketti kokonaisuudessaan koostuu. Sen avulla saadaan selville, miten palvelu etenee, ketkä osallistuvat tilanteeseen ja kuinka pitkän ajan. Kuvailun avulla täsmennetään tarvittavat resurssit, aika sekä palvelun kustannusvaikutukset. Palveluprosessia arvioitaessa tulee pohtia esimerkiksi palvelun työvaiheita ja niiden järjestystä, työntekijöiden työpanoksia ja mahdollisia kriittisiä vaiheita asiakkaalle. Omaa palvelua on hyvä verrata myös mahdollisten kilpailijoiden palveluihin. Palvelukuivailussa voidaan pohtia myös, minkälaista teknologiaa voitaisiin hyödyntää. Asiakaskohtaamisen ja sisäisten toimintojen lisäksi on hyvä tarkastella myös palvelun sujuvuutta lisääviä tukitoimintoja. Tukitoiminnot, kuten tietojen tallennus, tarkastus ja laskutus, sujuvoittavat palvelua, vaikuttavat kustannuksiin ja palvelun laadukkuuteen. (Jaakkola, Orava & Varjonen, 2009, ss. 14–18)

11.3 Palvelun tuotteistaminen

Tuotteistamisen tehtävänä on tehdä palvelusta asiakkaalle uskottava, ymmärrettävä ja erottumiskykyinen. Tuotteistamisessa palvelulle annetaan oma nimi sekä ilme ja brändin luomisella tavoitellaan asiakasuskollisuutta. Brändituotteen ostaja on valmis maksamaan merkkituotteesta enemmän, koska se tuo hänelle lisäarvoa. Vahva brändi taikka palvelu

rakennetaan hyvällä ja yhdenmukaisella viestinnällä, jolloin jokainen asiakaskohtaaminen on yhdenmukainen. Onkin tärkeää, että viestinnässä on asetettu asiakkaan odotukset oikealle tasolle ja myynnin tueksi on materiaalia, joka kertoo palvelusta ja sen toteuttamistavasta. Yrityksen osaamista kannattaa tuoda esiin myös sertifikaattien avulla. (Jaakkola, Orava & Varjonen, 2009, ss. 24–28)

11.4 Palvelun hinnoittelu

Palvelun hinnoittelulla vaikutetaan kannattavuuteen sekä imagoon. Selkeä hinnoittelu kertoo asiakkaalle, mitä hän ostaa rahallaan. Hinnoittelussa tarkastellaan markkinatilannetta ja palvelun todellisia kustannuksia. Hinnoittelun alarajan määrittelee palvelun todelliset kustannukset ja ylärajan markkinat sekä kysyntä. Markkinaperusteinen hinnoittelu tapahtuu kysynnän ja kilpailutilanteen mukaan ja kilpailuperusteisessa hinnoittelussa hinta suhteutetaan kilpailijan mukaan. Kannattavuuslaskelman ja tunnuslukujen avulla arvioidaan lopuksi yrityksen kehitettävän palvelun kannattavuus. Hinnoittelumenetelmät voidaan jakaa hinnoittelutekijän mukaan neljään ryhmään. Tuotosperusteisessa hinnoittelussa palvelusta maksetaan kiinteä hinta. Kiinteän hinnan määrittely on mahdollista, kun palvelun sisältö ja toteutustapa on määritelty. Resurssipohjainen hinnoittelu perustuu käytettyyn palvelun aikaan sekä henkilö- ja laitekapasiteettiin. Hyöty- ja arvoperusteiset hinnoittelut pohjautuvat asiakkaan saamaan hyötyyn ja käyttöoikeusperusteisessa palvelussa asiakkaalle myydään jokin käyttöoikeus. (Jaakkola, Orava & Varjonen, 2009, ss. 29–31)

Hinnoittelupäätöstä pohdittaessa kannattaa tarkastella hinnoittelun tavoitteita, asiakasryhmiä, palvelun ainutlaatuisuutta, hinnoittelun pääperusteita ja mitä mielikuvaa asiakkaalle halutaan hinnalla luoda. Hintavertailua ja palvelun hyötyjä on hyvä arvioida myös asiakkaan näkökulmasta. Palvelun hinta kertoo tavallisesti asiakkaalle tuotteen laadusta ja arvosta ja tuotteistaminen vähentää asiakkaan riskejä, koska tuotteen hyödyt ja hinta voidaan todentaa esimerkiksi tuoteselosteen avulla. Tuotteistaminen helpottaa myös palvelun toteutumista ja vertailtavuutta. (Jaakkola, Orava & Varjonen, 2009, ss. 29–31)

Seuranta ja palvelun säännöllinen mittaaminen kuuluvat osana palvelun ja liiketoiminnan kehittämiseen. Seuranta on helpompaa, kun arvioidaan selkeät tavoitteet arvioitaville

kohteille. Kohteita voivat olla esimerkiksi asiakastyytyväisyyden parantaminen, laatuvaihtelujen vähentäminen, markkinoinnin ja myynnin helpottuminen, kannattavuuden ja kasvun lisääminen. Tavoitteiden ollessa selkeästi määriteltynä, helpottuu tavoitteiden viestintä esimerkiksi työntekijöille. Arvioinnissa on tärkeää koota yhteen asiakas- ja yrityksen sisäiset palautteet ja hyödyntää niistä saatu tärkeä tieto palvelun kehittämiseen. Yrityksessä palveluiden kehittämisen tulee olla tietoista toimintaa. (Jaakkola, Orava & Varjonen, 2009, ss. 30–37)

12 Haravointijätteiden käsittelymahdollisuudet Kiertokapulassa

Haravointijätteiden kompostointitoimintaa tai vaihtoehtoisia käsittelymenetelmiä pohdittaessa tulee kartoittaa, mikä niistä sopisi parhaiten Kiertokapulalle toteutettavaksi. Vaihtoehtoisiksi valikoitui kartoituksessa kompostoinnin jatkaminen sekä Kapulan että Karanojan toimipisteissä tai vaihtoehtoisesti haravointijätteiden ohjaaminen käsittelyyn toiselle toimijalle joko kompostoitavaksi tai biokaasun tuotantoon. Yhtenä vaihtoehtona tarkasteltiin haravointijätteiden pyrolysointia tai vaihtoehtoisesti biohiilen lisäämistä kompostointiaumoihin.

12.1 Haravointijätteistä kompostimultaa

Mikäli aumakompostointia jatketaan Kiertokapulan jätteidenkäsittelyalueilla, tulee valmiille kompostimullalle miettiä käyttökohteet omasta toiminnasta tai vaihtoehtoisesti valmistaa kompostimullasta myyntikelpoinen multatuote, jolle löytyy myös ostajia. Vaihtoehtona on myös toimittaa haravointijätteet käsittelyyn toiselle toimijalle kompostoitavaksi.

12.1.1 Valmiin kompostin hyödyntäminen omassa toiminnassa

Kompostimultaa on mahdollista hyödyntää omassa toiminnassa esimerkiksi jätteidenkäsittelyalueiden viherrakentamisessa ja suljettavien jätetäytöjen kasvukerrosmateriaalina. Tässä kartoituksessa havaittiin, että lähitulevaisuudessa kompostimullat voitaisiin hyödyntää Hämeenlinnan Karanojan suljettavan jätetäytön kasvukerrosmateriaalina. Alustavasti on arvioitu, että kompostimultaa tarvittaisiin viimeistelyyn noin 13 200 tonnia vuodesta 2022 eteenpäin. Kiertokapula tuottaa kompostimultaa vuosittain noin 5000–7000 tonnia. Karanojan tarpeisiin tuotettavan kompostimullan valmistusaika Karanojan kompostointikentällä olisi 2,7 vuotta. Lisäksi on mahdollista, että Karanojan alueella voidaan hyödyntää pieniä määriä kompostimultaa jätteidenkäsittelyalueiden rakentamisessa. Mikäli omassa toiminnassa on tarvetta kompostimullalle, sitä ei ole kannattavaa myydä eteenpäin asiakkaille.

12.1.2 Kompostimullan tuotteistaminen Kiertokapulassa

Mikäli omassa toiminnassa ei ole valmiille kompostimullalle käyttökohteita, tulee miettiä myyntiä ja kartoittaa mahdolliset ostajaehdokkaat. Kiertokapulalla on jo olemassa Hyötymulta -tuotteelle oma reseptinsä, jonka seossuhdetta ovat kehittäneet aikaisemmissa opinnäytetöissään Tokeensuu ja Sainio. Tällä hetkellä aumakompostointia toteutetaan vain Hyvinkään Kapulan alueella. Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli myös tarkastella, olisiko kannattavaa rakentaa Hämeenlinnan Karanojan alueelle uusi kompostointikenttä ja aloittaa aumakompostointi uudelleen toimialueen pohjoisosassa.

Kiertokapulan kompostointiaumoihin vastaanotetut puutarhajätteet ovat pääosin peräisen asumisesta ja kunnallisesta toiminnasta. Puutarhajätteet saattavat sisältää vähäisiä määriä maa-aineksia, roskia ja vieraslajeja, kuten kurtturuusua, jättipalsamia, jättiputkea tai espanjansiruetanoita. Vieraslajien esiintymiseen haravointijätteessä voidaan vaikuttaa tehostamalla kohdennettua monikanavaista viestintää asiakkaille, jotka tuovat jätteidenkäsittelyalueille haravointi- ja risujätteitä. Viestinnän keinoin asiakkaita ohjeistetaan tuomaan vieraskasvilajit pakattuina alueille vieraslajijätteenä, jotta estetään niiden leviäminen jätteidenkäsittelyalueilta ympäristöön. Asiakkaita kannustetaan myös tekemään ilmoitus vieraslajihavainnoistaan Vieraslajiportaaliin sekä osallistumaan mahdollisiin alueellisiin torjuntatalkoisiin. (Valtioneuvosto, 2018, s. 10)

Jätteidenkäsittelyalueilla tuotteistettu Hyötymulta kannattaa ensisijaisesti myydä ammattilaisille, jotka tiedostavat mullan laadun ja ymmärtävät hyödyntää sen oikeassa paikassa. Potentiaalisia ostajia voivat olla esimerkiksi kunnat, jotka voivat hyödyntää tuotteen nurmimultana isommilla viheralueilla sekä tienreunoilla. Tuotetta myydessä asiakkaalle tulee kertoa avoimesti tuotteen ominaisuudet tuoteselosteessa. Asiakkaiden kiinnostusta tuotteeseen kasvatetaan alhaisella hintatasolla ja hyvällä tuotereseptillä.

Kompostointia toteutettaisiin Hyvinkään Kapulan alueella ja mahdollisesti Karanojan uudella kompostointikentällä. Karanojan mahdollisen uuden kompostointikentän on suunniteltu olevan pinta-alaltaan noin hehtaarin kokoinen, joka pitäisi sisällään kaikki kompostointiin

liittyvät toiminnot. Kentällä olisi tarkoitus kompostoida jatkossa sekä Lumikorpeen että Karanojalle vastaanotetut haravointijätteet.

Vuonna 2022 käyttöön otettavan perusmaksun myötä haravointijätteet otetaan asukkailta vastaan maksutta jätteidenkäsittelyalueille ja käsittelyn kulut allokoidaan perusmaksujen saatavista vuosittaisen budjetoinnin yhteydessä. Haravointijätteiden vastaanottomäärien on arvioitu kasvavan perusmaksun myötä noin 30–40 prosenttia (Niittymäki, henkilökohtainen tiedonanto 20.8.2021).

Ilmainen vastaanotto saattaa vähentää kiinteistöillä haravointijätteiden omatoimista käsittelyä, kuten kompostointia ja polttoa. Myös uusien pienjäteasemien perustaminen sekä kunnan varikoille haravointijätteiden vastaanoton aloittaminen lisää todennäköisesti vastaanottomääriä, koska vastaanottopaikkoja on tulevaisuudessa tarjolla aiempaa lähempänä asukkaita. Osassa toimialueen kunnista järjestetään asukkaille lisäksi haravointijätteiden maksutonta vastaanottoa esimerkiksi kunnallisilla maankaatopaikoilla. Asukkaalla on jatkossakin mahdollisuus käsitellä haravointijätteet kiinteistöllään kompostoimalla.

12.1.3 Mullanmyynti jätteidenkäsittelyalueilla

Kiertokapulän jätteidenkäsittelyalueilla on ollut muutaman vuoden ajan kesäaikaan mullanmyyntiä toimialueen asiakkaille. Myytävän mullan on toimittanut alueelle Mustajoen Multajaloste Oy hintaan 19,50 €/tonni. Vuonna 2018 mullan ostoista kertyi kuluja Kiertokapulalle yhteensä noin 7000 € ja vuonna 2019 noin 10 000 €. Vuosina 2018 ja 2019 multaa myytiin ulos asiakkaille keskimäärin 301 tonnia. Mullan ulosmyyntihinta oli 32,26 €/tonni (alv 0 %) ja tuottoa kertyi keskimäärin 12 000 €/a.

12.2 Haravointijätteiden kuljetus käsittelyyn toiselle toimijalle

Opinnäytetyön yhtenä osana oli kartoittaa eri toimijoita, joille haravointijätteet voitaisiin kuljettaa käsiteltäväksi. Tarkastelussa selvitettiin vastaanottoa mullan valmistajalta, Kekkilältä ja biokaasun tuottajilta Mäntsälän Biovoimalta ja Riihimäen Gasumilta. Myös

Hämeenlinnan St1 Oy:n bioetanolilaitokselta tiedusteltiin mahdollista vastaanottoa haravointijätteille.

Mikäli Kiertokapula haluaa ohjata haravointijätteet käsittelyyn toiselle toimijalle, kannattaa käsittelypaikka valita vastaanottoalueiden läheisyydestä kuljetuksellista syistä.

12.2.1 Haravointijätteet kompostoitavaksi toiselle toimijalle

Mikäli Kiertokapulan eteläisten vastaanottoalueiden eli Kapulan, Puolmatkan ja Metsä-Tuomelan haravointijätteet olisi mahdollista käsitellä Kekkilän kompostointilaitoksessa, tulisi vastaanottohinnan päälle lisäksi kuljetus- ja kuornaushinnat. Pohjoisen eli Karanojan ja Lumikorven jätteidenkäsittelyalueiden haravointijätteiden käsittelyä on mahdollista jatkaa Rahkoilan maankaatopaikalla Hattulassa.

Kekkilän kompostointilaitos toimii Nurmijärvellä Metsä-Tuomelan jätteidenkäsittelyalueella. Kompostointilaitoksella olisi tällä hetkellä mahdollista vastaanottaa haravointijätteitä Kiertokapulan alueilta kuukausittain keskimäärin 100 tonnia ja vuosittain noin 1000–1500 tonnia. Käsittelyhintaa on tällä hetkellä Metsä-Tuomelan haravointijätteille 16 €/tonni. Kapulan ja Puolmatkan alueiden haravointijätteet vastaanotettaisiin hintaan 10 €/tonni. Kekkilä olisi myös kiinnostunut haravointijätteiden käsittelymahdollisuuksista Kiertokapulan muissa toimipisteissä, mikäli Kiertokapulalla olisi tarjolla toimintaan soveltuvaa kenttätalaa. (Vasander, henkilökohtainen tiedonanto, 30.1.2020)

Metsä-Tuomelan jätteidenkäsittelyalueille on vastaanotettu haravointijätteitä vuosina 2018 ja 2019 keskimäärin 270 tonnia/a, jolloin vastaanottohinta Kekkilän kompostointilaitokselle on keskimäärin ollut noin 4300 €/a (Taulukko 5 sivulla 49–50). Kapulan ja Puolmatkan jätteidenkäsittelyalueelle vastaanotetut haravointijätteet olisivat etäisyyksien puolesta mahdollista kuljettaa Nurmijärven Kekkilän kompostointilaitokselle käsiteltäväksi. Mikäli Metsä-Tuomelan, Kapulan ja Puolmatkan haravointijätteet voitaisiin ohjata Kekkilälle käsittelyyn, vuosittaisista vastaanotto- ja kuljetushinnoista kertyisi kuluja yhteensä noin 73 000 € haravointijättemäärien ollessa noin 5000 tonnia. Lisäksi kaikilta alueilta kertyisi kuluja konetöistä noin 26 600 €. Koska Kekkilän kompostointilaitokselle voidaan

vastaanottaa vuositason haravointijätteitä maksimissaan 1500 tonnia, ei säännöllinen haravointijätteiden vastaanotto ole mahdollinen kaikilta eteläisen puolen jätteidenkäsittelyalueilta. Kuluissa ei ole huomioituna mahdollisia työkonekustannuksia.

Pohjoisen Karanojan ja Lumikorven jätteidenkäsittelyalueiden haravointijätteet on mahdollista ohjata myös jatkossa käsittelyyn Rahkoilan maankaatopaikalle Hattulaan. Haravointijätteiden vuosittaiset vastaanotto- ja kuljetushinnat olisivat kokonaisuudessaan 28 424 € haravointijättemäärien ollessa 2 226 tonnia. (Taulukko 5 sivuilla 49–50). Kuluissa ei ole huomioituna mahdollisia työkonekustannuksia.

Kokonaiskustannukset haravointijätteiden käsittelyssä Rahkoilan maankaatopaikalla sekä Kekkilässä olisivat noin 101 000 € (taulukko, s. 49–50).

Taulukko 5 Haravointijätteiden kuljetus käsittelyyn Rahkoilan maankaatopaikalle ja Kekkilän kompostointilaitokselle. Kuljetushinnat käsittelyyn, kustannuksissa käytetty vuoden 2020 kuljetushintoja.

Jätteidenkäsittelyalue	t/ka 2018, 2019	porttihinta	arvio kuljetuksista, €/t	käsittely, €/a	yhteensä, €/a
Metsä-Tuomela -> Kekkilä	270	16	0	4323	4 323
Puolmatka -> Kekkilä	2207	10	9493	22070	31563
Kapula -> Kekkilä	2486	10	12280	24860	37140
yhteensä	4963		21773	51253	73026
Jätteidenkäsittelyalue	t/ka 2018, 2019	porttihinta	kuljetukset yhteensä, €/a	käsittely, €/a	yhteensä, €/a

Karanoja -> Rahkoila	1863	6,0	11550	11177	22727
Lumikorpi -> Rahkoila	363	6,0	3520	2177	5697
yhteensä	2226		15070	13354	28424

12.2.2 Ulkopuolinen urakoitsija kompostoi Kapulan alueella

Hyvinkäällä toimiva Kaiwur Oy tarjoaa Uudenmaan ja Kanta-Hämeen alueella kompostointipalveluja yrityksille. Yrityksellä on mahdollisuus hoitaa haravointijätteen kompostointi Kapulan jätteenkäsittelyalueen kentällä. Arvio käsittelyn kustannuksista on noin 16 €/t pitäen sisällään murskauksen, aumauksen yhden käännön ja seulonnan. Kompostoinnin ja tuotteistamisen osalta kokonaiskustannukset olisivat Kaiwurin tekemänä reilu 99 000 €. (liite 10). (Nokkala, henkilökohtainen tiedonanto, 29.9.2021)

12.2.3 Haravointijätteen kuljetus biokaasulaitokseen

Opinnäytetyössä selvitettiin myös mahdollisuutta ohjata haravointijätteet käsiteltäväksi biokaasun tuotantoon. Mäntsälässä toimivan Mäntsälän Biovoiman toimitusjohtaja Jari Virtasen (henkilökohtainen tiedonanto, 7.2.2020) mukaan laitoksella on mahdollisuus vastaanottaa vuosittain käsittelyyn haravointijätteitä sen verran, kun kapasiteettia on vapaana. Laitoksen vuosittainen käsittelykapasiteetti on 20 000 tonnia. Vastaanottoa hankaloittaa haravointijätteen suuret määrät ja jätteen vastaanotto suoraan rakennuksen siiloon. Mäntsälän Biovoimalla ei ole tällä hetkellä ympäristölupaa pitää varastokasoja ulkokentillä ja tämän vuoksi haravointijätteet tulisi varastoida toisaalla, mistä niitä voitaisiin syöttää vähitellen prosessiin. Virtasen mukaan vastaanottohintaan vaikuttavat prosessia haittaavat haravointijätteen mukana tulevat risut, kannot, isot puun kappaleet ja kivet. Myös niittojätteen pitkät heinät, kaislat ja muut vastaavat voivat olla haitaksi esikäsittelyprosessissa, koska ne saattavat kietoutua kuljetinruuvien ympärille. Mäntsälän Biovoimalla on lupa vastaanottaa laitokselleen myös hevosen lantaa. Koska puupohjaiset

kuivikkeet eivät ehdi mädäntyä kunnolla prosessissa, niiden määrät eivät voi olla suuria haravointijätteessä. Haravointijätteiden vastaanottohinnaksi Virtanen arvioi noin 40 €/t.

Riihimäellä toimiva Gasumin biokaasulaitos hyödyntää kaasun tuotannossaan teollisuuden pilaantuneita ruokaeriä, vedenpuhdistamon lietteitä ja kotitalouksien biojätteitä. Hiltusen (henkilökohtainen tiedonanto tekijälle, 23.3.2021.) mukaan Riihimäellä toimivan Gasumin biokaasulaitokselle on mahdollista ottaa kokeiluun erä haravointijätteitä. Kokeilussa halutaan testata, kuinka paljon ylimassaa jää jäljelle haravointijätteistä. Haravointijätteiden porttihinnan arvioidaan olevan noin 40–50 €/t, mikä vastaa puhtaan biojätteen vastaanottohintaa.

Mikäli haravointijätteitä kuljetettaisiin Järvenpään Puolmatkasta, Kapulasta ja Metsä-Tuomelasta Mäntsälän Biovoimaan taikka Riihimäen Gasumin biokaasulaitokselle, olisivat pelkästään vastaanoton osalta kustannukset 323 492 €, porttihinnan ollessa 45 €.

12.3 Haravointijäte ja biohiili

Haravointijätteistä on tutkimusten mukaisesti mahdollista valmistaa biohiiltä. Ruotsissa Tukholman alueella on kuitenkin havaittu, että haravointijätteet ovat tukkineet prosessia jatkuvatoimisessa laitoksessa. Haravointijätteitä hiiletettäessä myös tuhkapitoisuus on ollut korkea. Toisena vaihtoehtona on nopeuttaa haravointijätteiden kompostoitumisprosessia lisäämällä kompostiin esimerkiksi murskattua ja hiiletettyä puuainesta. Esimerkiksi jätteidenkäsittelyalueille vastaanotetut isommat oksat ovat sivuvirtoja, joista saadaan haketuksen kautta sopivia palakokoja pyrolyysiin. Hyvin hienojakoisessa risuaineksessa kuoren määrä lisää tuhkapitoisuutta ja sen vuoksi saattaa olla kustannustehokkaampaa käyttää pyrolyysissa laadukkaampia raaka-aineita, kuten runkopuita ja isompia oksia. (Nummela, 2021; Leppänen, henkilökohtainen tiedonanto, 1.2.2021)

Leppäsen (2021) mukaan jätteidenkäsittelyalueelle saattaisi sopia hyvin risujätteen pyrolyysiin panostoiminen retortti, jossa raaka-aineet pakataan häkkeihin ja nostetaan retortin sisään pyöräkoneella. Peruslaitteeseen mahtuu kerrallaan viisi häkkiä, joiden tilavuus on 2 m³/kpl. Peruslaitteen hinta on noin 150 000 € (alv 0 %). Kokonaishintaan

vaikuttaa häkkien määrä ja tulipesä, sekä halutaanko terva ja tisleet talteenottaa prosessista. Laite tarvitsee lisäksi sähköä valaistukseen sekä kiertovesipumppuun noin 150–200 kW/v. Retortin tuottama lämpö on mahdollista hyödyntää omassa toiminnassa esimerkiksi jätejakeiden kuivatuksessa. Kuvassa 10 on nähtävissä, kuinka jätejakeet, esimerkiksi oksat pakataan häkkeihin pyrolyysia varten. Pyrolyysilaitteen käyttöikä on noin 3–4 vuotta ja vuosittain sillä voidaan tehdä noin 120 pyrolyysia. (Leppänen, henkilökohtainen tiedonanto, 1.2.2021)

Panostoiminen retortti on kooltaan liian pieni Kiertokapulan tarpeeseen ja käytettävyys alueella vaatii runsaasti henkilöresursseja esimerkiksi oksien hakettamiseen ja retortin pakkaamiseen. Jatkuvatoimisen pyrolyysilaitoksen hankintahinta noin 1,5 milj. euroa. (Leppänen, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Kuva 10 Panostoiminen retortti, mihin risujätteet pakataan pyrolyysia varten erillisiin häkkeihin (Leppänen, henkilökohtainen tiedonanto, 2021).



13 Uuden palvelun tuotteistaminen

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää vaihtoehtoisia haravointijätteiden käsittelymenetelmiä Kiertokapulalle. Selvityksessä havaittiin, että tällä hetkellä Kiertokapulan on kokonaistaloudellisesti järkevää jatkaa kompostointitoimintaa, koska omassa toiminnassa on tarve kompostimullalle. Kun omassa toiminnassa ei ole enää tarvetta kompostimullalle, kannattaa se tuotteistaa ja myydä asiakkaille Hyötymultana.

Myös vaihtoehtoiset käsittelymenetelmät voivat olla mahdollisia tulevaisuudessa, kunhan menetelmät ovat vakiintuneet ja todettu toimiviksi. Kiertokapula on ollut selvittämässä yhdessä Hämeen ammattikorkeakoulun kanssa mm. biohiilen käyttömahdollisuuksia Biohiilestä bisnestä Hämeeseen -hankkeessa. Mahdollisten uusien ratkaisujen ja prosessien avulla on myös mahdollista vähentää tulevaisuudessa jätehuollon CO₂-päästöjä. (Hämeen ammattikorkeakoulu, 2020)

13.1 Palvelun innovointi

Jos kompostimullalle ei ole tarvetta Kiertokapulan omassa toiminnassa, tulee pohtia Hyötymullan valmistamista myyntiin. Hyötymullan myynti tuo uutta liiketoimintaa ja parantaa kannattavuutta. Palvelun ideoinnissa hyödynnettiin opinnäytetyön teoriaosaa sekä Kiertokapulan liiketoimintastrategiaa. Palvelun innovoinnin työkaluna käytettiin työpohjaa, jossa koottiin aihealueittain vastauksia annettuihin kysymyksiin. Sivulla 55 kuvassa 11 on kuvattuna Hyötymullan myynnin ja palvelun innovointi. Uuden palvelun innovoinnissa etsittiin vastauksia kysymyksiin:

- Miksi aumakompostointia kannattasi jatkaa ja mitä lisäarvoa se toisi yritykselle?
- Mitä tietoa ja resursseja tarvitaan toimintaan?
- Mitä investointeja palvelun toteutus vaatii?
- Mitkä ovat oletetut lopputulokset?

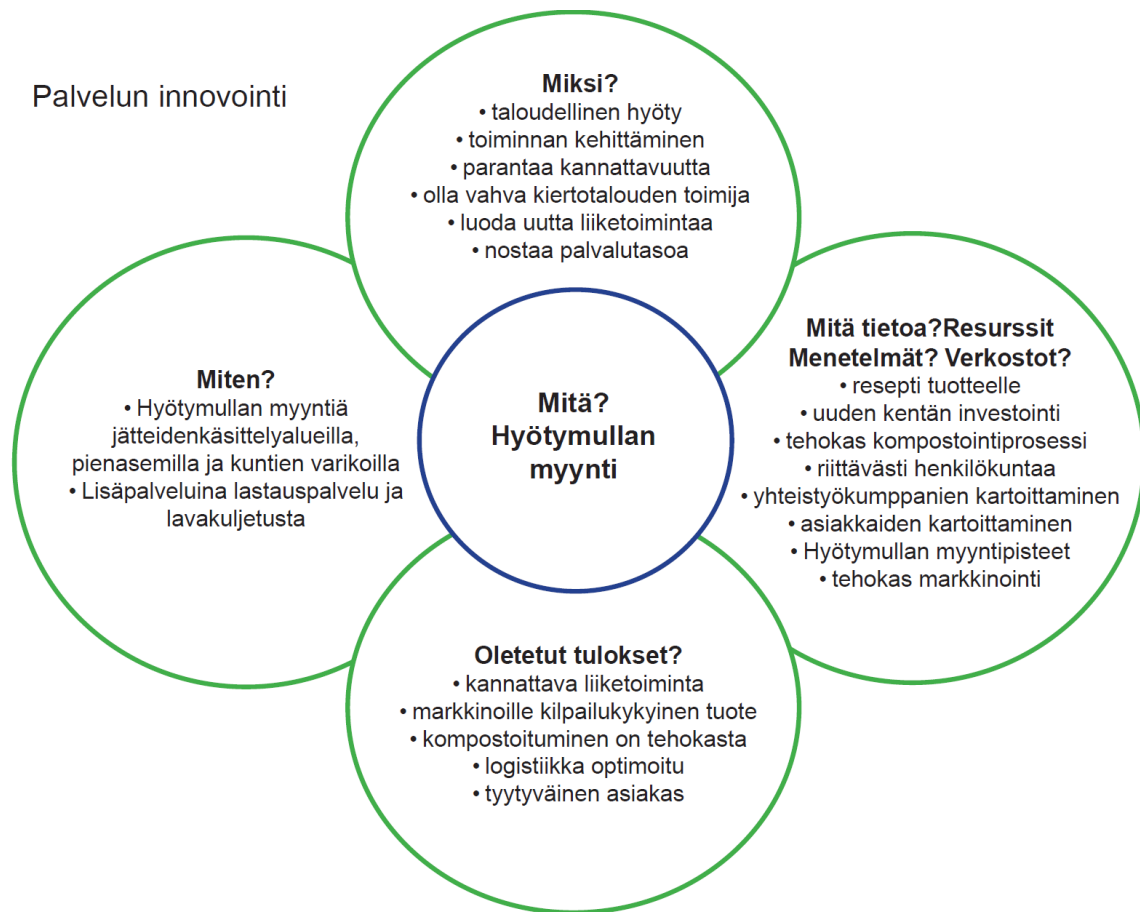
Uuden palvelun tulee olla Kiertokapulan strategian mukainen, jossa yhtenä kärkihankkeena on osaamisen, maapalveluiden, palvelutason noston ja asiakaskokemuksen kehittäminen.

Toiminnan kehittämisellä tavoitellaan taloudellisia hyötyjä ja rakennetaan uutta liiketoimintaa. Tavoitteena on, että Kiertokapula on vahva ja luotettava kiertotalouden toimija ja toteuttaa yhteistyökumppaneiden kanssa uusia ja toimivia kiertotalousratkaisuja kestävä kehitys huomioiden.

Mahdollinen uusi investointi liittyy Karanojalle rakennettavaan kompostointikenttään. Kentän rakentaminen mahdollistaisi aumakompostoinnin jatkamisen toimialueen pohjoisosassa, jossa olisi mahdollisesti kompostimullalle käyttöä myös omassa toiminnassa. Toiminnan toteuttamiseen on olemassa jo valmiina resepti Hyötymulta-tuotteelle. Henkilökunnan säännöllisellä koulutuksella varmistetaan, että käytössä on paras mahdollinen osaaminen. Asiakkaiden kartoittaminen on tärkeä osa myynnin onnistumista ja mahdollisten sopimusasiakkaiden kanssa varmistetaan toiminnan kannattavuus. Tehokkaan ja monikanavaisen markkinoinnin avulla varmistetaan Hyötymullan tunnettavuus ja menekki.

Optimoitu jätteiden ja Hyötymullan kuljetuslogistiikka kasvattaisi kannattavuutta vähentäen samalla ympäristöhaittoja. Mikäli Hyötymulta otetaan myyntiin jokaiselle jätteidenkäsittelyalueelle, saadaan myytävä multa lähelle osakaskuntien asukkaita. Tulevaisuudessa myös mahdollisilla pienjäteasemilla toteutettava mullanmyynti toisi palvelun yhä useamman asiakkaan lähelle, jonka avulla lisättäisiin myös Hyötymullan myynnin määriä.

Kuva 11 Hyötymulta-palvelun innovointi (Sawkins, 2021.)



13.2 Palvelupolku

Palvelupolun avulla kuvataan asiakkaan kulku ja palvelukokemus aika-akselilla. Sen avulla pyritään löytämään aidosti asiakaslähtöinen tilanne. Polkua suunniteltaessa asiakas on keskiössä. Tarkoituksena on tarkastella, miten palvelu on rakennettu ja mitä palvelutilanteessa kokonaisuudessaan tapahtuu. Menetelmän avulla voidaan myös pohtia, miten asiakas ja henkilökunta toimivat eri tilanteissa. Palvelupolkutarkastelu auttaa yritystä ymmärtämään asiakkaan kokema palvelu tietyssä hetkessä ja tilanteessa. Tarkastelun avulla yritys voi tarvittaessa kehittää asiakkaan palvelupolkua. (Tuulaniemi, 2011, s. 78)

Hyötymullan potentiaalisia asiakkaita ovat asukkaat, puutarha-alan yritykset sekä osakaskunnat. Asiakkaat voivat ostaa Hyötymultaa samalla kertaa, tuodessaan

puutarhajätteitä jätteidenkäsittelyalueelle kompostoitavaksi ajatuksella ”tuo tullessas, vie mennessäs”. Asiakas kokee tekevänsä oikein, tuodessaan jätteensä asiantuntevaan käsittelyyn ja olemalla samanaikaisesti on osa kierrätyksen ketjua.

Palvelupolkukuvailussa asiakas saapuu jätteidenkäsittelyalueelle tuomaan haravointijätteitään. Asiakas ohjataan kylttien avulla tyhjentämään kuormansa haravointijätteiden vastaanottokasoihin. Tämän jälkeen asiakas voi noutaa tarvitsemansa määrän Hyötymultaa mullan myyntialueelta, jonka on maksanut jo aikaisemmin Kiertokapulan verkkokaupassa. Halutessaan hän voi saada alueelta maksullisena lisäpalveluna myös lastausapua. Itse haravointijätteiden vastaanotto on asukkaalle maksutonta vuoden 2022 alkavan perusmaksun käyttöönoton myötä. Hyötymullasta asiakas maksaa vuosittaiseen taksaan määritellyn hinnan. Verkkokaupassa hinnoittelu perustuu ostettavan mullan määrään. Hyötymullan ulosmyyntihinta on 20 €/t. Tuotteen laatu voidaan taata asiakkaalle tuoteselosteen avulla (Liite 2), jossa asiakkaalle kerrotaan Hyötymullan raaka-aineet, haitta-ainepitoisuudet, mahdolliset multaun kuulumatomat jätteet sekä käyttökohteet. Säännöllisellä palvelun tarkastelulla, kannattavuuden seuraamisella, asiakaspalautteiden ja asiakastytyväisyyskyselyiden avulla voidaan löytää mahdolliset kehityskohteet ja taata hyvä sekä laadukas palvelu myös jatkossa.

13.3 Asiakasarvo ja sen muodostuminen

Hyötymultaa ostavan asiakkaan kokema arvo voidaan jaotella neljään osa-alueeseen. Yksi asiakkaan kokemista arvoista on taloudellinen arvo. Siihen sisältyy mm. se, että Hyötymulta on edullisempaa kuin muut myytävät mullat. Toiminnallinen arvo liittyy tuotteen turvallisuuteen. Hyötymullan tuoteselosteen mukaisesti tuote on testauksissa todettu hyväksi perusmaanparannusaineeksi. Emotionaaliset arvot liittyvät Hyötymullan valmistukseen. Lähellä valmistetun Hyötymullan raaka-aineet ovat peräisin lähietäisyydeltä ja tuote on valmistettu kestävä kehityksen sekä jätehierarkian mukaisesti. Tuotteen käyttäminen piharakentamisessa edistää silloin myös kestävä kehitystä. Neljäs arvo on symbolinen arvo. Kestävä kehitys kuuluu emotionaalisten arvojen lisäksi symbolisiin arvoihin. Ravinteiden kierrätys ja kompostimullan käyttö kuuluvat myös niihin.

13.4 Arvoverkoston toimijoiden palvelukyvykkyys

Liiketoiminnan trendinä voidaan pitää tällä hetkellä kiertotalousajattelua. Kyseisessä Hyötymullan tuotannossa toteutuu sisäinen ravinnekierto. Pääasiakassegmentteihin kuuluvat kuntien asukkaat, omistajakunnat sekä viherrakentajat. Potentiaaliset kilpailijat löytyvät suurista mullan tuottajista. Tämän vuoksi onkin hyvä pohtia mahdollisia sopimushintoja esimerkiksi omistajakuntien kanssa.

14 Tasapainotettu mittaristo strategian toteuttamisen välineenä

Tasapainotetun mittariston (Balanced scorecard) kehittivät Kaplan ja Norton 1990 luvulla. Mittariston tavoitteena oli kehittää yrityksen suorituskyvyn mittaamista kokonaisuutena, jossa huomioidaan, että taloudellisten mittareiden lisäksi tulee tarkastella myös henkilöstön ja asiakkaiden tyytyväisyyttä sekä sisäisten toimintatapojen kehittämistä. (Vuorinen, 2013, ss. 51–52)

Tasapainotettua mittaristoa käytetään organisaation strategian toteuttamisen välineenä. Mittariston avulla strategia, visio ja ajatus toiminnasta käännetään tavoitteiksi ja toimintasuunnitelmiksi. Sen avulla halutaan parantaa yrityksen suorituskkyä ja strategian toiminnallisuutta ja varmistaa toiminnan mitattavuus. Tasapainotetun mittariston mallissa strategia jakautuu neljään näkökulmaan, joiden kautta toimintaa tarkastellaan 1) taloudellisuuden, 2) asiakkaiden, 3) prosessien ja 4) oppimisen sekä uudistumisen näkökulmasta. Tarkastelua tehdään strategisten tavoitteiden, kriittisten menestystekijöiden ja avainmittareiden avulla. (Vuorinen, 2013, s. 52)

Kompostointitoiminnan tasapainotetun mittariston mukaisesti (sivulla 59 kuvassa 12) haravointijätteen kompostointitoiminnalla tavoitellaan kannattavaa ja kestävää liiketoimintaa sekä paikallista kompostimullan tuotantoa. Mullan tuottajana Kiertokapula haluaa osoittaa omistajakunnilleen olevansa vahva kiertotaloudessa. Taloudellisuus toteutuu, kun investoinnit mitoitetaan oikein suhteessa volyymiin. Onnistunut markkinointi houkuttelee ostajan alueelle ja asiakas saa palvelua oikeaan aikaan. Mahdollisia asiakkaita ovat Kiertokapulan omistajakunnat ja alueen asukkaat, jotka mahdollistavat toiminnan kannattavuuden. Hintajoustoa on mahdollista tarjota esimerkiksi Kiertokapulan osakaskunnille. Tärkeimmät taloudelliset mittarit ovat myyntikate, liikevaihto sekä vakavaraisuus. Asiakastyytyväisyyttä mitataan kyselyiden lisäksi reklamaatioiden ja mahdollisen myynnin keskeytyksen määrillä.

Toiminnan onnistumista mitataan taloudellisilla mittareilla, asiakas- ja henkilöstökyselyin sekä seuraamalla kompostimullan myynnin lukuja. Asiakkaan asiointia alueella helpottaa, kun Hyötymullan voi maksaa jo verkossa. Myös mullan lastaamisen voi halutessaan ostaa

lisäpalveluna. Hyvä tuote ja joustavat aluepalvelut lisäävät asiakastyytyväisyyttä, joka poikii myös uusia asiakkaita. Myyntipisteet on hyvä sijoittaa asiakkaan lähetyville ja sopimusasiakkaiden avulla varmistetaan kannattavuutta.

Uuden kompostointikentän investoinnilla varmistetaan mullan tuotanto toimialueen pohjoisosassa ja vähennetään esimerkiksi haravointijätteen ja Hyötymullan kuljetuksia sekä niistä aiheutuvia kustannuksia ja ympäristövaikutuksia. Multatuotteen laadukkuuden takaa hyvä ja toimiva kompostointiprosessi ja oikea seossuhde sekä prosessin aikana että valmiissa tuotteessa. Menestyksen takaa motivoitunut henkilöstö, jossa työntekijöitä on riittävästi. Koulutuksella varmistetaan, että käytössä on uusien tietojen hyödyntäminen tekemisessä. Ulkopuolisten urakoitsijoiden avulla varmistetaan tarvittaessa henkilöstön riittävyys, mutta myös osaaminen eri osa-alueilla.

Hyötymultaa on tarkoitus myydä jokaisella Kiertokapulan jätteenkäsittelyalueella, kunnan varikoilla ja pienasemilla. Useamman myyntipisteen avulla varmistetaan myös menekki. Avainmittareita ovat asiakas- ja mullanmyynnin määrät jokaista myyntipistettä kohden.

Kuva 12 Kompostoinnin ja Hyötymullan myynnin tasapainotettu mittaristo (Sawkins, 2021a)



15 Taloudellinen tase ja investointi

Kompostoinnin ja mullan tuotteistamisen kannattavuuteen vaikuttavat tekijät tulee kartoittaa ja huomioida kannattavuuslaskelmissa. Kannattavuuteen vaikuttavat muun muassa tulot haravointijätteiden vastaanotosta ja Hyötymullan myynnistä. Kuluja muodostuu mahdollisesta investoinnista, henkilöstöresursseista ja kompostointitoiminnasta. Lisäksi kannattavuuteen vaikuttaa hyödynnetäänkö kompostimulta omassa toiminnassa vai tuotteistetaanko multa Hyötymullaksi. Yksi kompostoinnin kannattavuuden edellytys on tarpeeksi suuri ja ennustettava käyttökate, joka saavutetaan tasaisella tuotolla sekä kustannusten hallinnalla. Perusmaksuista allokoitua ja yritysten vastaanottohinnoista saatavat tulot sekä valmiin Hyötymullan myynti kokonaisuudessaan asiakkaille ovat edellytyksenä toiminnan kannattavuudelle.

15.1 Kompostointitoiminnan liikevaihto

Opinnäytetyössä kompostointiin ja tuotteistamiseen liittyviä kuluja tarkastellaan eri skenaarioiden avulla. Kannattavuuslaskelmien tuotot ja kulut ovat pääosin peräisin Kiertokapulan tilastoista. Osa tuotoista ja kuluista on arvioitu yhdessä Kiertokapulan kompostointitoimintaa tekevien työntekijöiden kanssa.

Haravointijätteiden saatavat tulevat perusmaksuista, vastaanottomaksuista ja kompostimullan myynnistä. Laskelmien mukaan haravointijätteitä vastaanotetaan kaikille jätteidenkäsittelyalueille yhteensä noin 7 200 tonnia. Perusmaksuista saatavia tuloja allokoituaan haravointijätteiden käsittelyyn ensi vuodelle 245 000 €. Yrityksien haravointijätteiden vastaanottomaksuista on arvioitu kertyvän vuosittain noin 74 000 €. Hyötymultaa on mahdollista valmistaa vastaanotetuista haravointijätteistä myyntiin vuosittain noin 17 000 tonnia. Mikäli kaikki Hyötymulta saataisiin myytyä hintaan 20 €/tonni, saataisiin myyntituloja yhteensä 345 000 €/a. Laskelmassa kompostointia toteutettaisiin sekä Karanojan että Kapulan jätteidenkäsittelyalueilla niin, että Karanojalle on ohjattu myös Lumikorven alueelle vastaanotetut haravointijätteet ja Kapulaan on ohjattu sekä Puolmatkan että Metsä-Tuomelan alueiden haravointijätteet.

Vuonna 2021 eri multavalmistajien hintaselvityksen mukaan nurmikkomullan myyntihinnat vaihtelivat 0,5 tonnille 15–30 € ja tonnihinta vaihteli välillä 15–40 € (taulukko 6).

Kiertokapulan Hyötymullan ulosmyyntihintana kannattavuuslaskelmissa on käytetty 20 €/tonni.

Taulukko 6 Nurmikkomullan vähittäismyyntihinnat 2021

Nurmikkomullan vähittäismyyntihinnat 2021	noin 0,5 t	1 t
Mustankorkea, nurmikkomulta	15	20
Viher-Suomi		24,9
HSY, Metsäpirtin multa	22	29
Torpanpiha	30	40
Metsäsairila, nurmikkomulta		15,3
Pirkanmaan jätehuolto, Vihermulta	17	
Puhas Oy		20
Sammakkokangas	25	
Kymenlaakson jäte, inframulta		14,88
Kymenlaakson jäte, pihamulta	20	18,6
Stormossen, nurmikkomulta	15	
mediaani	20	20
keskiarvo	20,57	22,84

15.2 Karanojan uuden kompostointikentän investointi

Opinnäytetyössä tarkasteltiin Hämeenlinnan Karanojan jätteidenkäsittelyalueelle rakennettavan uuden kompostointikentän kannattavuutta, joka korvaisi aikaisemmin rakennusjätteiden lajittelutoimintaan hyödynnetyn kentän. Kentällä olisi tarkoitus kompostoida Karanojalle ja Lumikorpeen vastaanotetut haravointijätteet.

Uuden kentän investoinnin hinta reilun hehtaarin kokoiselle kentälle olisi noin 600 000 €. Kannattavuuslaskemissa poistoaika on laskettu 10 vuodelle. Investointi olisi kannattavaa tilanteessa, jolloin kompostimulta tuotteistetaan Hyötymullaksi tai hyödynnetään omassa toiminnassa.

Kun tarkastellaan investoinnin kannattavuutta tilanteessa, jossa kompostimulta hyödynnetään omassa toiminnassa, liikevaihtoa syntyy 135 123 €. Tuolloin käyttökate on 83 000 €, mikä on liikevaihdosta noin 61,7 %. Poistojen jälkeen liikevoittoa syntyy 23 000 €, mikä on liikevaihdosta 17,3 (Liite 4). Kompostimultaa hyödynnettäessä omassa toiminnassa, kustannuksia alentaa, kun haravointijätteitä ei tarvitse murskata ja seuloa, eikä niihin tarvitse lisätä myöskään ravinteita. Kuluja syntyy yhä vähemmän, mikäli omasta toiminnasta saadaan hyödynnettäväksi kivennäismaa-aineksia. Niitä on mahdollista hyödyntää väljemmin silloin, kun kompostimulta hyödynnetään esimerkiksi suljettavan jätetäytön kasvukerrosmateriaalina.

Kun tarkastellaan investoinnin kannattavuutta tilanteessa, jossa Karanojan kompostimulta tuotteistetaan Hyötymullaksi ja myydään asiakkaille, syntyy liikevaihtoa 205 623 €. Käyttökate on 96 000 €, mikä vastaa liikevaihdosta 46,6 %. Poistojen jälkeen liikevoittoa syntyy 36 000 € (liite 5). Kannattavuutta lisää, kun Hyötymullan myynnistä saadaan tuloja 20 €/tonni.

15.3 Kompostoinnin kustannukset

Kustannuksia aiheutuu haravointijätteiden kuormaamisesta, kuljetuksesta kompostointiin, konetöistä, näytteenotoista, murskauksesta, seulomisesta, kivennäismaa-aineksista,

lannoitteista, jätevesien käsittelystä ja Hyötymullan kuljetuskustannuksista myyntipaikoille. Kustannuksiin vaikuttaa hoitaako Kiertokapula itse aumakompostoinnin ja Hyötymullan tuotteistamisen vai annetaanko se tehtäväksi ulkopuoliselle urakoitsijalle osittain tai kokonaisuudessaan.

Liiketoiminnan muut kulut muodostuvat mm. kompostoinnin kiinteistä ja Hyötymullan myynnin henkilöstökuluista sekä jätteenkäsittelystä. Henkilöstökuluja muodostuu kompostoinnin asiantuntijatehtävistä, kilpailutuksista, seurannasta, laatutarkkailusta, tuotteistamisesta ja ympäristölupiin liittyvistä tehtävistä. Hyötymullan myynnistä aiheutuu henkilöstökustannuksia pääsääntöisesti mullan myyntiaikana. Myynnistä vastaavan työntekijän työtehtäviin kuuluvat Hyötymullan tilausten vastaanotto sekä toimitustilausten suunnittelu.

Ympäristölupien tehtävät liittyvät lupaprosesseihin, ympäristölupien määräaikaistarkastuksiin ja laitoshyväksyntään. Kiertokapulan Karanojan ja Kapulan alueiden toistaiseksi voimassa olevat ympäristöluvat ovat peräisin vuodelta 2017. Karanojan alueen lupamaksu biohajoavan jätteen kompostoinnin osalta on 2 260 €. Kapulan alueen osalta puutarhajätteen kompostoinnin lupamaksu on 1 300 €. Laitoshyväksynnän maksu 1 320 € (käsittelykapasiteetti 2 001–8 000 m³) kohdistuu molemmille alueille. Ympäristölupien määräaikaistarkastuksia tehdään Karanojalla vuosittain. Vuosittain tehtävien määräaikaistarkastuksien suppean tarkastuksen maksu on 910 € ja laajan 1 270 €. Lisäksi vuosiraportin tarkastuksen hinta on 730 €. Kapulan alueella laaja määräaikaistarkastus tehdään kolmen vuoden välein, joka on hinnaltaan 1 055 €. Vuosiraportti tarkastetaan vuosittain, josta veloitetaan 545 €.

Kuluja syntyy myös ympäristölupahakemusten konsultti- ja henkilöstökuluista. Kompostoinnin osalta kulujen arvioiminen on haastavaa, koska hakemus sisältää kaikki alueen toiminnot. Näitä kuluja ei olla myöskään huomioitu liitteiden kannattavuuslaskelmissa. Arvio kuluista olisi Kapulan alueen osalta olisi noin 5 000 € ja Karanojan osalta 7 000 €.

Tilanteissa, joissa tarkastellaan vain Karanojan tai Kapulan kompostointitoimintaa, ovat perusmaksuista ja yrityksien vastaanottomaksuista saatavat sekä henkilöstökustannukset suhteutettu alueella vastaanotettujen haravointijätteiden määriin. Muita kustannuksia aiheutuu lisäksi jätteistä, jotka erotellaan seulonnan yhteydessä pois kompostimullasta.

16 Kannattavuus eri skenaarioissa

Opinnäytetyössä kannattavuutta tarkastellaan eri skenaarioita vertaillen. Skenaarioiden avulla pystytään kartoittamaan mahdolliset toiminnan epävarmuustekijöitä tulevaisuudessa. Tarkastelu parantaa lisäksi muutosvalmiutta, avartaa vakiintuneita näkökulmia ja uudistaa yrityksen strategista ajattelua. Kannattavuustarkastelu on tehty vuodelle 2022, jolloin Kiertokapulan toimialueella on otettu käyttöön jätehuollon perusmaksu. Perusmaksun myötä asukkaiden haravointijätteen vastaanotto on maksutonta. Yritykset maksavat edelleen haravointijätteen tuomisesta alueelle. Vuoden 2022 kunnan toissijaisen vastuun jätetaksasituksen mukaisesti alle 2 m³ kuormat haravointijätettä henkilö- tai pakettiautolla tuotuna maksaisi 5 € (alv 0 %) ja kuorma-auto- ja traktorikuormat 40,32 €/tonni (alv 0 %) (Kiertokapula, 2021c).

16.1 Kompostointia Kapulassa ja Karanojalla – kompostimullat omaan käyttöön

Ensimmäisessä skenaariossa tarkastellaan tilannetta, jossa Karanojan jätteenkäsittelyalueelle rakennetaan uusi kompostointikenttä ja kompostointia toteutetaan sekä Karanojan että Kapulan alueilla. Kaikki valmistettu kompostimulta on lisäksi tarkoitus hyödyntää omassa toiminnassa. Haravoinnin käsittelyyn allokoidaan perusmaksuista 245 000 €. Lisäksi tuloja kertyy yrityksiä vastaanottomaksuista, joita on arvioitu vuoden 2020 tulojen perusteella kertyvän noin 74 000 €. Kun kompostimultaa saadaan omasta tuotannosta, säästetään samalla ostettavan mullan hinta. Mikäli ostomullan hinta olisi 10 €/tonni, kertyisi säästöä lähes 72 000 €.

Skenaariossa kuluja muodostuu uuden kompostointikentän rakentamisesta, kenttätöistä, haravointijätteen kuljettamisesta, laboratorioanalyysistä, kompostoinnista, multatuotteen valmistamisesta ja jätevesienkäsittelystä. Skenaariossa liikevaihto on 390 890 €. Yhteensä kuluja muodostuu noin 173 000 €. Skenaariossa käyttökate on 218 000 €, joka on liikevaihdosta 55,8 %. Poistojen jälkeen liikevoittoa kertyy 158 000 € eli noin 40,4 % liikevaihdosta. Skenaarion kannattavuustarkastelu liitteessä 6: Kompostoinnin kannattavuus, kun kompostimullat hyödynnetään omassa toiminnassa. Kompostointia Karanojalla ja Kapulassa.

16.2 Kompostointia Kapulassa ja Karanojalla – Hyötymullan myynti

Toisessa skenaariossa tarkastellaan kompostoinnin ja Hyötymullan myynnin kannattavuutta, kun kompostointia ja Hyötymullan tuotteistamista tehdään sekä Karanojalla että Kapulassa. Kaikilla jätteenkäsittelyalueilla vastaanotetaan haravointijätteitä vuosittain yhteensä noin 7 200 tonnia. Kun multa tuotteistetaan ja siihen lisätään kivennäismaa-ainesta, saadaan myytävää Hyötymultaa reilu 17 300 tonnia. Skenaariossa tuloja kertyy perusmaksuista 245 000 € ja yritysten vastaanottomaksuista noin 74 000 €. Lisäksi myytävästä Hyötymullasta saadaan tuloja 345 000 €, mikäli myytävän mullan hinta on 20 €/tonni. Yhteensä liikevaihtoa muodostuu 664 060 €.

Skenaarion kulut muodostuvat uudesta Karanojan kompostointikentän investoinnista, kuljetus- ja konetöistä, jätevesienkäsittelystä, henkilökuluista sekä Hyötymullan tuotteistamisesta. Yhteensä kuluja kertyy noin 360 000 €. Mikäli kaikki multa saadaan myytyä eteenpäin, on käyttökate ennen poistoja 304 000 €, mikä on liikevaihdosta 45,8 %. Poistojen jälkeen liikevoittoa kertyy 244 000 € eli 36,7 % liikevaihdosta. Skenaarion kannattavuustarkastelu on liitteessä 7: Kannattavuustarkastelu, kun kaikki haravointijätteet ohjataan Hyötymullan valmistukseen ja myyntiin. Kompostointia Kapulassa ja Karanojalla.

16.3 Haravointijätteen kompostoitavaksi toiselle toimijalle

Kolmannessa skenaariossa tarkastellaan tilannetta, jossa kompostointitoiminta lopetetaan kokonaan Kiertokapulan toimipisteissä ja kaikki vastaanotetut haravointijätteet ohjataan käsittelyyn toiselle toimijalle. Eteläisten vastaanottopaikkojen Puolmatkan, Kapulan ja Metsä-Tuomelan jätteenkäsittelyalueille vastaanotetut haravointijätteet olisi mahdollista käsitellä osittain Nurmijärven Kekkilän tunnelikompostointilaitoksessa. Kekkilä on tarjoutunut myös kompostoimaan haravointijätteitä Kiertokapulan jätteenkäsittelyalueella. Karanojan ja Lumikorven haravointijätteiden käsittelyä voitaisiin jatkaa Rahkoilan maankaatopaikalla J. Koskenmäki Oy:llä.

Kolmannen skenaarion liikevaihto koostuu perusmaksuista ja yritysten vastaanottomaksuista. Yhteensä liikevaihtoa kertyisi 319 000 €. Toiminnan kulut

muodostuisivat kone- ja vastaanoton töistä, kuljetuksista käsittelyyn sekä vastaanottavan tahon käsittelymaksuista. Skenaariossa Karanojan jätteidenkäsittelyalueelle ei ole tarvetta perustaa kompostointikenttää, koska haravointijätteet ohjataan toisaalle kompostoitavaksi. Kaiken kaikkiaan skenaariossa kuluja muodostuisi noin 205 600 €. Liikevoittoa kertyisi 113 000 €, mikä on liikevaihdosta lähes 44 %. Skenaarion kannattavuustarkastelu liitteessä 8: Kannattavuus, kun haravointijätteet kuljetetaan kompostoitavaksi J. Koskenmäelle ja Kekkilälle.

Mikäli J. Koskenmäki ja Kekkilä nostaisivat haravointijätteiden vastaanottohintaa 50 prosenttia liikevoittoa syntyisi 81 000 €, mikä olisi liikevaihdosta 25,3 %.

16.4 Kompostointia Kapulassa – Hyötymullan myynti

Neljännessä skenaariossa tarkastellaan tilannetta, jossa Kiertokapula kompostoi itse Kapulan alueella haravointijätteet ja myös tuotteistaa Hyötymullan. Skenaariossa Kapulassa kompostoidaan Kapulaan, Puolmatkaan ja Metsä-Tuomelaan vastaanotetut haravointijätteet. Kuluja syntyy haravointijätteiden kuljettamisesta, kone- ja kuormaustöistä, kompostoinnista, Hyötymullan tuotteistamisesta, vesienkäsittelystä, ympäristöluvista ja lupien vuositarkastuksista sekä Hyötymullan myynnin henkilöstökustannuksista. Yhteensä liikevaihtoa syntyy noin 458 500 € ja kuluja syntyy liki 217 000 €. Liikevoittoa muodostuu 242 000 €, joka on 52,7 % liikevaihdosta. Skenaarion kannattavuustarkastelu liitteessä 9: Kannattavuus, kun Kapulassa kompostoidaan ja tuotteistetaan Hyötymultaa.

16.5 Ulkopuolinen urakoitsija kompostoi ja tuotteistaa Hyötykompostin Kapulassa

Viidennessä skenaariossa tarkastellaan tilannetta, jolloin ulkopuolinen urakoitsija, Kaiwur Oy, kompostoi ja tuotteistaa Kiertokapulan haravointijätteet Kapulan jätteidenkäsittelyalueella. Kaiwur on arvioinut kompostoinnin (murskaus, aumaus, 1 kpl kääntö, 1 kpl seulonta) osuuden hinnaksi 16 €/tonni. Kompostimullan jatkokäsittely nurmikko- ja istutusmullaksi määrästä ja sopimusmallista riippuen olisi 2,7–4,00 €. Kannattavuuslaskelmassa tuotteistamisen työn hintana on käytetty 3,35 €/tonni. Hinta-arviossa on mukana kompostointiin ja tuotteistamiseen liittyvät konetyöt. Mahdolliset muut

konetyöt eivät sisälly hintaan. (Nokkala, henkilökohtainen tiedonanto, 30.9.2021) Mikäli Kaiwur kompostoi Kapulan, Puolmatkan ja Metsä-Tuomelan alueille vastaanotetut haravointijätteet ja tuotteistaisi kompostimullan Hyötymullaksi Kapulan jätteidenkäsittelyalueella olisi liikevaihto 220 200 €. Liikevoittoa muodostuisi 62 000 €, mikä olisi liikevaihdosta 28,4 %.

Skenaarion kannattavuustarkastelu liitteessä 10: Kannattavuus, kun ulkopuolinen urakoitsija Kaiwur kompostoi haravointijätteet ja tuotteistaa mullan Kiertokapulan jätteidenkäsittelyalueella.

16.6 Haravointijätteen biokaasun tuotantoon

Haravointijätteet on mahdollista käsitellä myös biokaasulaitoksella, josta niistä saadaan biokaasun lisäksi energiaa sekä maanparannusainetta. Kuudennessa skenaariossa tarkasteltiin kannattavuutta, mikäli haravointijätteet ohjattaisiin käsittelyyn biokaasulaitokselle.

Vastaanottoa ja hintaa tiedusteltiin Mäntsälän Biovoima Oy:ltä sekä Riihimäen Gasum Oy:ltä. Molemmat biokaasulaitokset arvioivat vastaanottohinnaksi keskimäärin 45 €/tonni. Skenaarion liikevaihto koostuisi perusmaksuista ja yritysten vastaanottomaksuista ollen yhteensä 319 000 €. Liiketoiminnan kulut, kuten haravointijätteiden vastaanoton kulut, konetyöt, jätevesienkäsittely, lupatyöt ja henkilöstökustannukset olisivat kokonaisuudessaan noin 424 000 €. Skenaariossa liiketappiota muodostuu 105 000 €, mikä on liikevaihdosta -33 %. Laskelmassa ei ole huomioitu kustannuksia kuormaus- ja kuljetuskuluja biokaasulaitokselle. Skenaarion kannattavuustarkastelu liitteessä 11: Haravointijätteet biokaasun tuotantoon.

16.7 Yhteenveto skenaarioista

Eri skenaarioita tarkasteltaessa liikevoittoa syntyy eniten tilanteessa, jolloin Kiertokapula kompostoi ja tuotteistaa Hyötymullan itse sekä Kapulan että Karanojan alueilla. Tuolloin liikevoittoa syntyy poistojen jälkeen yhteensä 269 000 €. Kannattamattominta liiketoiminta

on tilanteessa, jolloin haravointijätteet ohjattaisiin biokaasulaitokselle. Tuolloin tappiota syntyisi 105 000 €. Sivulla 69 taulukossa 7 on yhteenveto eri skenaarioiden tuloksista.

Taulukko 7 Yhteenveto eri skenaarioista

Yhteenveto	liikevaihto/€	käyttökate/€	%	liikevoitto/€	%
Karanojan, kompostointi, mullat omaan käyttöön	135 123	83 000	61,7	23 000	17,3
Karanojan, kompostointi ja Hyötymullan myynti	205 623	96 000	46,6	36 000	17,4
Kapula ja Karanoja, kompostointi ja kompostimulta omaan käyttöön	390 890	243 000	62,3	183 000	46,7
Kapula ja Karanoja, kompostointi ja Hyötymullan myynti	664 060	329 000	49,6	269 000	40,6
Toiselle käsittelyyn	319 000	139 000	43,5	139 000	43,5
Kapula, kompostointi ja Hyötymullan myynti	458 445	242 000	52,7	242 000	52,7
Kaiwur kompostoi ja tuotteistaa Hyötymullan Kapulassa, ei sisällä Hyötymullan myynnin tuloja	220 225	62 000	28,4	62 000	28
Haravointijätteet biokaasulaitokselle	319 000	-80 000	-25	-80 000	-25

17 Yhteenveto

Opinnäytetyössä keskeisimmät tutkimuskysymykset liittyivät haravointijätteiden aumakompostoinnin jatkamiseen Kiertokapulan Karanojan ja Kapulan jätteidenkäsittelyalueilla. Vaihtoehtoisesti työssä tarkasteltiin haravointijätteiden ohjaamista käsittelyyn toiselle toimijalle joko kompostoitavaksi tai biokaasun tuotantoon. Lisäksi selvitettiin, voitaisiinko haravointijätteistä valmistaa biohiiltä tai vaihtoehtoisesti olisiko esimerkiksi puhtaasta puujätteestä tai risuista valmistettu biohiili kompostointiprosessia nopeuttava ja lopputuotteeseen lisäarvoa antava materiaali.

Tällä hetkellä haravointijätteitä ei kannata ohjata toiselle yritykselle käsittelyyn, koska kompostimullat voidaan hyödyntää omassa toiminnassa noin kolmen vuoden ajan Karanojan suljettavan jätetäytön kasvukerroksessa. Hyödyntämällä omaa kompostimultaa, ei maisemoinnin massoja tarvitse ostaa toiselta mullan valmistajalta. Lisäksi selvityksen alla on muita mahdollisia kompostimullan hyödyntämis- ja maisemointikohteita Kiertokapulan toimialueen kunnissa.

Kannattavuuslaskemien mukaisesti Karanojan uuden kompostointikentäninvestointi olisi kannattavaa tilanteissa, kun kompostimulta hyödynnetään itse tai tuotteistetaan myyntiin Hyötymultana. Kun tarkastellaan kannattavuutta kokonaisuutena, jolloin kompostointia toteutetaan sekä Karanojalla että Kapulassa, syntyy liikevoittoa eniten, kun Kiertokapula itse aumakompostoi ja tuotteistaa Hyötykompostin Hyötymullaksi myyntiin asti.

Vaihtoehtona on myös hybridimalli, jossa osa kompostimullasta ohjataan hyödynnettäväksi omaan toimintaan ja osa ohjataan myytäväksi Hyötymultana asiakkaille. Näin voitaisiin toiminnan alkaessa kartoittaa Hyötymullan vuosittaisia myyntimääriä. Monikanavaisen markkinoinnin ja positiivisten asiakaskokemusten ja tunnettavuuden lisääntyessä asiakasmäärät kasvaisivat ja kannattavuus paranisi entisestään, kun omassa toiminnassa ei olisi enää tarvetta kompostimullalle.

Tarkastelussa on kannattavuuden lisäksi hyvä huomioida myös Kiertokapulan palvelutarjooman kasvattaminen. Jätteidenkäsittelyalueilla myytävä multa on ollut kesäaikaan

kysytty tuote. Menekin varmistamiseksi ja varmuutta myyntiin saataisiin lisäksi sopimusasiakkaille, joita voisivat olla esimerkiksi osakaskunnat ja isommat viheralan yritykset. Lisäarvoa Hyötymultaa ostavalle asiakkaalle antaisivat lisäpalvelut, kuten lastauspalvelu alueella ja lavakuljetukset käyttökohteeseen. Kiertokapula voisi rakentaa asiakkaille myös uutta palvelua, jossa Hyötymultaa kuljetettaisiin ennakkotilauksesta kiinteistölle suursäkissä järjestetyillä keräyskierroksilla. Lisäpalveluiden avulla varmistettaisiin Hyötymullan menekki ja kannattavuus paranisi.

Menekin varmistamiseksi ja tunnettavuuden lisäämiseksi voitaisiin myös pohtia mahdollisuutta myydä Hyötymultaa säkeissä omalla brändi-ilmeellä, jonka avulla tuote erottuisi paremmin kilpailijoiden tuotteista. Vahva brändi ja palvelut sen ympärille tulisi rakentaa hyvällä ja yhdenmukaisella viestinnällä, jolloin jokainen asiakaskohtaaminen on laadukas ja yhdenmukainen.

Mikäli Kiertokapula haluaa lopettaa haravointijätteiden aumakompostoinnin, on jätteet selvityksessä saatujen tulosten perusteella kustannustehokkainta kuljettaa toiselle toimijalle aumakompostoitavaksi. Haravointijätteiden ohjaaminen biokaasun tuotantoon ei ole selvityksen perusteella kannattavaa korkeiden vastaanottomaksujen takia. Selvityksessä havaittiin myös, että biokaasulaitoksen prosessia haittaavat haravointijätteiden seassa olevat risut, kivet ja syntyvät ylimassat.

Lannoiteravitun biohiilen lisääminen aumakompostiin voisi tulevaisuudessa nopeuttaa kompostoitumisprosessia ja vähentää samalla sadevesien aiheuttamaa ravinteiden huuhtoutumista ympäristöön. Biohiilen lisääminen kompostiin voisi myös nostaa myytävän multatuotteen arvoa sen hyvien ominaisuuksiensa takia. Biohiili voisi olla tulevaisuudessa hyvä lisä haravointijätteessä, kunhan tekniikka kehittyy ja vakiintuu riittävästi.

Lähteet

Aluehallintovirasto. 2017a. *Kapulan jätteenkäsittelyalueen ympäristöluvan lupamääräysten tarkistaminen ja toiminnan muuttuminen sekä toiminnan aloittamislupa*. Nro 152/2017/1. Dnro ESAVI/11841/2014. <https://www.riihimaki.fi/wp-content/uploads/sites/3/2017/07/Aluehallintovirasto-Ymparistonsuojeluin-mukainen-paatos-Kiertokapula-Oy.pdf>

Aluehallintovirasto. 2017b. *Karanojan jätteenkäsittelyalueen ympäristöluvan lupamääräysten tarkastaminen ja toiminnan muuttaminen sekä toiminnan aloittamislupa*. Nro 246/2017/1. Dnro ESAVI/10840/2014. <https://ylupa.avi.fi/api/v1/documents/attachment/3742783>

Aluehallintovirasto. 2018. *Kompostointilaitoksen ympäristöluvan lupamääräysten tarkistaminen, Nurmijärvi*. Ympäristölupa Nro 130/2018/1. <https://docplayer.fi/111663815-Kompostointilaitoksen-ymparistoluvan-lupamaaraysten-tarkistaminen-nurmijarvi.html>

Aluehallintovirasto. 2021. *Maksutaulukko 2021*. <https://avi.fi/palveluhinnasto>

Dahllöf, J. 2020. *Virtual tour of Stockholm biochar facility*. <https://carbonneutralcities.org/virtual-tour-of-stockholm-biochar-facility/>

Elintarvikevirasto. 2016. *Eviran määräys kansallisesta lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelosta*. Määräys 1/2016. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yritykset/lannoiteala/tiedostot/tyyppinimiluettelo_konsolidoitu_27_12_2017.pdf

Elo, A. 2020. *Biohiili – biohiilestä bisnestä Hämeeseen*. Hämeen ammattikorkeakoulu. <https://www.hamk.fi/projektit/biohiili-biohiilesta-bisnesta-hameeseen/#perustiedot>

Elo, A., Lahti, I. & Kymäläinen, M. *Biohiilentuotantoon soveltuvat jäte- ja sivuvirrat Kanta-Hämeen alueella*. <https://www.hamk.fi/projektit/biohiili-biohiilesta-bisnesta-hameeseen/#materiaalit-ja-linkit>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1069/2009. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1069/2009 Sivu-tuoteasetus

Evira. 2007. *Päätös lannoitevalmistelain (539/2006) sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1774/2002 mukaisesta kompostointilaitoksen hyväksynnästä.* Hakemus 2.6.2004 Dnro 7/762/2004. Kiertokapulan intranet.

Gustafsson, M. 2019. *Climate positive energy.* <https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2019/04/Mattias-Gustafsson-pieni.pdf>

Halinen, A. & Tontti, T. 2004. *Laitoskompostin laadun parantaminen kypsytystä tehostamalla.* MTT:n selvityksiä 70. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts70.pdf>

Hausjärvi. n.d. *Jätehuolto.* Puutarhajätteen ja risujen vastaanotto vanhalle maankaatopaikalle Kisällintie 4. <https://hausjarvi.fi/palvelut/tekniset-palvelut/jatehuolto/>

4H. Hämeenlinnan seutu. 2020. *Lammilla ja littalassa kerätään syksyllä puutarhajätettä.* <https://hameenlinna.4h.fi/uutiset/lammilla-ja-iittalassa-kerataan-syk/>

Itävaara, M., Vikman, M., Kapanen, A., Venelampi, O. & Vuorinen, O. *Kompostin kypsyystestit.* Menetelmäohjeet. VTT tiedotteita 2351. Espoo 2006. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2006/T2351.pdf>

Jaakkola, E. & Orava, M. & Varjonen, V. 2009. *Palveluiden tuotteistamisesta kilpailuetua.* Opas yrityksille. Tekes-teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus. <https://www.keuke.fi/client/keuke2017/userfiles/palvelujen-tuotteistamisesta-kilpailuetua.pdf>

Janakkala. 2021. *Paturin puutarhajätteen vastaanottopaikan kevään aukiolot.* <https://www.janakkala.fi/omat-uutiset/ajankohtaista/paturin-kevaan->

J. Koskenmäki. 2017. *Rahkoilan maankaatopaikka.* <https://www.jkoskenmaki.fi/rahkoilanmaankaatopaikka/>

Jätelaki 646/2011. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>

Jätelautakunta Kolmenkierto. 2020. *Jätelautakunta Kolmenkierron alueen jätehuoltomääräykset.* <https://www.kolmenkierto.fi/wp-content/uploads/sites/3/2019/07/Jatehuoltomaaraykset-paivitetty-09072019.pdf>

Jätelautakunta Kolmenkierto. (n.d.) <https://www.kolmenkierto.fi/>

Kauppila, J., Turunen, T., Häkkinen, E., Salminen, J. & Lazarevic, D. 2018. *Jätteen luokittelun päättymisen haitat ja hyödyt.* Ympäristöministeriön raportteja 9/2018. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160560/YMra_9_2018.pdf

Kiertokapula. (n.d.) *Jätehuolto kunnassasi* [kuva]. <https://www.kiertokapula.fi/kiinteiston-jatehuolto/jatehuolto-kunnassasi/>

[Kiertokapula. n.d. Lähde haettu 7.8.2021 osoitteesta https://www.kiertokapula.fi/](https://www.kiertokapula.fi/)

Kiertokapula. (n.d.-a). *Haravointijätteen vastaanottokasa jätteenkäsittelyalueella* [kuva]. Kiertokapulan intranet.

Kiertokapula. (n.d.-c). *Kompostointiauma Hyvinkään Kapulan jätteenkäsittelyalueella.* [kuva]. Kiertokapulan intranet.

Kiertokapula. 2013. *Kasvualustojen valmistus.* Lannoitevalmisteiden vuosi-ilmoitus 1.1.–31.12.2012. Kiertokapulan intranet.

Kiertokapula. 2019a. *TYÖ 58 Kompostimullan tuotannon omavalvontasuunnitelma* (Kapula) Kiertokapulan Intranet.

Kiertokapula. 2019b. *TYÖ 57 Kompostimullan tuotannon omavalvontasuunnitelma* (Karanoja) Kiertokapulan Intranet.

Kiertokapula. 2021. *Hinnasto 2021.* Lähde haettu 7.10.2021 osoitteesta <https://www.kiertokapula.fi/hinnasto/>

Kiertokapula. 2021a. *Strategia 2021*. Kiertokapulan intranet.

Kiertokapula. 2021b. *Toimintajärjestelmä*. Kiertokapulan intranet.

Kiertokapula. 2021c. *Kunnan toissijaisen vastuu jätetaksaa 1.1.2022 alkaen*. Luonnos.

https://www.kolmenkierto.fi/wp-content/uploads/sites/3/2021/09/Kiertokapulan-TSV-taksa-2022_esitys.pdf

Kinnunen, R. & Rintala, J. Biokaasualan monet mahdollisuudet. Teoksessa

Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessi ja lopputuotteiden hyödyntäminen.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104180/HAMK_Biokaasun_tuotanto_2015_ekirja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Koskinen, S. 2019. *Työ 36 Haravointijätekompustin varastointi*. Kiertokapula Oy.

Kiertokapulan intranet.

Kymäläinen, M. 2015a. *Biokaasutuotannon raaka-aineet*. Teoksessa Biokaasuteknologia.

Raaka-aineet, prosessi ja lopputuotteiden hyödyntäminen.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104180/HAMK_Biokaasun_tuotanto_2015_ekirja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kymäläinen, M. 2015b. *Anaerobinen hajoaminen ja sen hallinta biokaasureaktorissa*.

Teoksessa Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessi ja lopputuotteiden hyödyntäminen.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104180/HAMK_Biokaasun_tuotanto_2015_ekirja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Laki vieraslajien riskien hallinnasta 30.12.2015/1709.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20151709>

Lannoitevalmistelaki 29.6.2006/539. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060539>

Laurila, N., Heinimö, J. & Soininen, H. 2019. *Biohiilellä puhtaampi ympäristö ja uutta*

liiketoimintaa Etelä-Savoon. Teoksessa Biohiilellä puhtaampi ympäristö ja uutta

liiketoimintaa Etelä-Savoon.

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/168846/URNISBN9789523441651.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Laurila, N. & Laitinen, A. 2019. *Biohiilestä kasvua*. Teoksessa Biohiilellä puhtaampi ympäristö ja uutta liiketoimintaa Etelä-Savoon.

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/168846/URNISBN9789523441651.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Loppi. 2018. *Puutarhajätteen käsittely*. <https://loppi.fi/puutarhajätteen-kasittely/>

Luostarinen, S. 2015. *Biokaasutuotannon raaka-aineet*. Teoksessa Biokaasuteknologia.

Raaka-aineet, prosessi ja lopputuotteiden hyödyntäminen.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104180/HAMK_Biokaasun_tuotanto_2015_ekirja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista. 2011. Nro 24/11.

<https://www.finlex.fi/data/normit/37638/11024fi.pdf>

Molkojärvi, A. 2018. *Puutarhajätteestä biomullaksi*. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma. Oulun ammattikorkeakoulu.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/146250/Molkojarvi_Annika.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mäntsälä. 2020. *Risu- ja haravointijätteen vastaanotto*.

<https://www.mantsala.fi/ajankohtaista/4302-risu-ja-haravointijätteen-vastaanotto>

Paatero, J., Lehtokari, M. & Kemppainen, E. 1984. *Kompostointi*. Juva: WSOY.

Paavola, T. 2015. *Mädätysjäännöksen käsittely ja hyödyntäminen*. Teoksessa M. Kymäläinen & O. Pakarinen (toim.) Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Forssa: Forssa Print Oy, ss. 94–113.

Pulkinen, I. 2018. *Puutarhajätteen tuotteistaminen aumakompostoimalla*. Jyväskylän yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Ympäristötiede ja teknologia.
<https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/59030/1/URN%3ANBN%3Afi%3Aju-201808013658.pdf>

Ramboll. 2020. *Yleisten alueiden viherjätteen hyödyntämispotentiaalia koskeva selvitystyö*. Kaupunkiympäristön aineistoja 3:2020.
<https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/aineistot/aineistoja-03-20.pdf>

Ruokavirasto. N.D. Eläimistä saatavat sivutuotteet.
<https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elainala/elaimista-saatavat-sivutuotteet/>

Saario, T. & Laurila, N. 2019. *Biohiilen valmistus ja ominaisuudet*. Teoksessa Biohiilellä puhtaampi ympäristö ja uutta liiketoimintaa Etelä-Savoon.
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/168846/URNISBN9789523441651.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Sainio, P. 2015. *Kasvualustaseosten kasvatuskoe ja Ravinneseuranta*. Kiertokapula Oy:n kasvualustaseosten tutkiminen. HAMK. Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma. Visamäki.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/100712/Sainio_Perttu.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sairio, T. 2019. *Biohiilellä puhtaampi ympäristö ja uutta liiketoimintaa Etelä-Savoon*. Teoksessa Laurila, N. (toim.) Biohiilellä Puhtaampi Ympäristö Ja Uutta Liiketoimintaa Etelä-Savoon, 9–11.
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/168846/URNISBN9789523441651.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

[Sawkins, M. \(2021\). *Palvelun innovointi* \[kuva\].](#)

[Sawkins, M. \(2021a\). *Kompostointitoiminnan tasapainotettu mittaristo* \[kuva\].](#)

Sirviö, J. 2004. *Viheralueiden kasvualustat*. Viherympäristöliitto ry. Julkaisu 31. Tampere: Esa Print Oy.

Suomen hallitus. 2021. *Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi jätelain ja eräiden siihen liittyvien lakien muuttamisesta*. Esityksen pääasiallinen sisältö.

<https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Hallituksen+esitys+eduskunnalle+laeiksi+j%C3%A4telain+ja+er%C3%A4iden+siihen+liittyvien+lakien+muuttamisesta.pdf/743f151f-cfdd-2eeb-5e7a-5f824e3d574d/Hallituksen+esitys+eduskunnalle+laeiksi+j%C3%A4telain+ja+er%C3%A4iden+siihen+liittyvien+lakien+muuttamisesta.pdf?t=1616668270479>

Tapaninen, U. 2018. *Logistiikka ja liikennejärjestelmät*. Gaudeamus. Printon Trükikoda. Tallinna 2018.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. 2017. *Lipasto yksikköpäästöt -tietokanta*.

<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/kavp76tie.htm>

Tokeensuu, L. 2014. *Haravointijätekompostin käyttö kasvualustan valmistamisessa*. HAMK. Teknologia osaamisen johtaminen. Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö. Visamäki 10.12.2014.

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/85507/Haravointijatekompostin%20kaytto%20kasvualustan%20valmistamisessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tuulaniemi, J. 2011. *Palvelumuotoilu*. Helsinki: Talentum Media Oy

Valtioneuvoston asetus jätteistä 19.4.2012/179. Liite 4.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwiir--LpKHnA-hXswsQBHRPjCD8QFjABegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.finlex.fi%2Fdata%2Fsdliite%2Fliite%2F6094.pdf&usg=AOvVaw3J-adEeyayJTug5KO4YDV>

Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130331#Lidp445678608>

Valtioneuvosto. 2018. *Hallintasuunnitelma haitallisten vieraslajien torjumiseksi*. 13.3.2018 hyväksytyn hallintasuunnitelman täydennys.

<https://mmm.fi/documents/1410837/13738888/Vieraslaivit+hallintasuunnitelma+2019+FI+t%C3%A4ydennys.pdf/b1717ad9-c71a-b211-ef28-10b188ca90b8/Vieraslaivit+hallintasuunnitelma+2019+FI+t%C3%A4ydennys.pdf>

Vuorinen, T. 2013. *Strategiakirja*. 20 työkalua. Talentum – Helsinki 2013. BALTO print, Liettua 2013.

Ympäristöministeriö. 2018. *Kierrätyksestä kiertotalouteen*. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023. Suomen ympäristö 01/2018.

http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160441/SY_01_18_FI_Kierratyksesta_kiertotalouteen.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Liite 1: Kiertokapula Oy aumakortti, kompostoitumisen tarkkailulomake

Tunnistenumero: Auma 1_0719

	Suunniteltu	Toteutus
Esikäsittely		
Auma tehty:		26.7.2019
Auma käännettä	syys-lokakuu	28.9.2019
Hygienianäytteet:		20.12.2019
Auma siirretty	Joulukuu	31.12.2019
Valmiin tuotteen eränumero:		

Aumaan käytetyt jakeet ja seossuhteet	
Raaka-aine	Seossuhde
haravointijäte	1:1

Auman lämpötila (°C)					
Päivämäärä	Ulkolämpötila (°C)	Auman alkupää	Auman keskiosa	Auman loppupää	ka
9.8.2019	23	47,4	57,8	36,4	47,2
20.9.2019	10,6	37	52,5	32,2	40,6
28.10.2019	2,3	67,9	66,6	65,5	66,7
19.11.2019	3	62	63,5	62,5	62,7
20.12.2019	-4	60	61,3	59,5	60,3

Päivämäärä	pH, auman alkupää	pH, auman keskiosa	pH, auman loppupää	ka
9.8.2019	6,70	6,02	5,72	6,15
20.12.2109	7,90	8,10	8,00	8,00

Huomiot:
(hajut,
jatkokäyttö
jne.)

Siirretty Kapulaan varastoon

Liite 2: Hyötymulta, tuoteseloste

KIERTO KAPULA

1

8.9.2016

TUOTESELOSTE (laitoshyväksyntä EVT16-0035608)

Tyypinimi:	Kompostimulta		
Kauppanimi:	Hyötymulta®		
Raaka-aineet:	Hyötykomposti	40 %	
	Kivennäismaa-aines	60 %	
Seulonnan yhteydessä on lisätty tyypilannoitetta 0,6 kg/m ³ . Hyötykomposti on valmistettu kompostoimalla haravointijätettä ja risuhaketta.			
Tilavuuspaino:	935 kg/m ³		
Kosteus:	25,5 %		
Hehkutushäviö:	9 % k.a.		
Pakkauksen tilavuus:	Myydään pakkaamattomana		
Johtokyky:	40 mS/m		
pH:	7,5		
Pääravinteet:	Typpi (N, vesiliukoinen)	150 mg/kg k.a.	150 mg/l
	Fosfori (P, liukoinen)	150 mg/kg k.a.	150 mg/l
	Kalium (K, liukoinen)	830 mg/kg k.a.	1200 mg/l
Karkeusaste:	Seulottu, alle 25 mm		
Haitalliset metallit: (pitoisuudet alittavat lain sallimat ylärajat)	Arseeni (As), enintään	6,9 mg/kg k.a.	
	Elohopea (Hg), enintään	< 0,5 mg/kg k.a.	
	Kadmium (Cd), enintään	< 0,5 mg/kg k.a.	
	Kromi (Cr), enintään	20 mg/kg k.a.	
	Kupari (Cu), enintään	21 mg/kg k.a.	
	Lyijy (Pb), enintään	7,2 mg/kg k.a.	
	Nikkeli (Ni), enintään	8,1 mg/kg k.a.	
	Sinkki (Zn), enintään	63 mg/kg k.a.	
Käyttötarkoitus:	Sopii kasvualustaksi kaikille kasveille. Sopii käytettäväksi sellaisenaan. Käytettäessä havupuille tai muille hapahkoa kasvualustaa vaativille kasveille kehoitetaan sekoittamaan istutusmultaan joko 25 % kuoriketta tai n. 50 % vanhaa pohjamaata.		

KIERTOKAPULA

2

Käyttöohje: Soveltuu käytettäväksi lähes kaikille puisto- ja piharakentamisessa käytettäville kasveille.

Levitetään tasoitettun ja kunnostetun pohjamaan päälle. Multakerroksen vahvuus pihanurmikolla n. 20 cm, kukkaistutuksille 30–60 cm, puille 100 cm. Kylvön tai istutuksen yhteydessä multa kastellaan läpeensä.

Tuotteessa on runsaasti hitaasti liukenevia ravinteita, ravinteiden riittävydestä tulee huolehtia tarpeen mukaan. Käyttömäärien tulee perustua viljavuusanalyysiin. Kalkitusta ei suositella ensimmäisen vuoden aikana, jatkossa vain analysoidun tarpeen mukaan.

Tuote voi sisältää pieniä määriä haravointijätteen mukana tulevia epäpuhtauksia, kuten lasia, muovia yms.

Tuote sisältää tuulilevitteisiä rikkakasvinsiemeniä.

Tuote on tarkoitettu ulkokäyttöön.

Alkuperämaa: Suomi

Valmistaja: Kiertokapula Oy

Osoite: Karanojantie 145, 13430 Hämeenlinna
puh. 075 753 0000
fax. 075 753 0001
E-mail etunimi.sukunimi@kiertokapula.fi

Liite 3: Perävaunulla varustetun yhdistelmäajoneuvon päästöt

Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä Kokonaismassa 76 t, kantavuus 51 t, 9 akselia maantieajo			
CO (g/km)		CO (g/tkm)	
tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
0,12	0,14	0,0037	0,0027
HC (g/km)		HC (g/tkm)	
0,011	0,021	0,00051	0,00042
NOx (g/km)		NOx (g/tkm)	
0,21	0,29	0,0074	0,0057
PM (g/km)		PM (g/tkm)	
0,0043	0,0056	0,00015	0,00011
CH4 (g/km)		CH4 (g/tkm)	
0,00070	0,00080	0,000022	0,000016
N2O (g/km)		N2O (g/tkm)	
0,050	0,052	0,0014	0,0010
SO2 (g/km)		SO2 (g/tkm)	
0,0029	0,0047	0,00012	0,000093
CO2 (g/km)		CO2 (g/tkm)	
857	1416	35	28
CO2 ekv. (g/km)		CO2 ekv. (g/tkm)	
872	1432	35	28
Kulutus (g/km)		Kulutus (g/tkm)	
302	499	12	10
Kulutus (l/100 km)		Kulutus (l/tkm)	
36,6	60,5	0,015	0,012
Energia (MJ/km)		Energia (MJ/tkm)	
13	22	0,53	0,42
Energia (kWh/km)		Energia (kWh/tkm)	
3,6	6,0	0,15	0,12
Suoriteosuus 100 (%)			
CO = hiilimonoksidi, HC = hiilivedyt (sisältää metaanin CH4), NOx = typen oksidit, PM = hiukkaset, CH4 = metaani, N2O = typpioksiduuli, SO2 = rikkidioksidi, CO2 = hiilidioksidi, CO2ekv. = kasvihuonekaasut CO2 ekvivalentteina (CH4 kerroin 25 ja N2O kerroin 298), MJ = megajoule, kWh = kilowattitunti, tkm = tonnikilometri, hkm = henkilökilometri			
CO2 päästöt sisältävät polttoaineen bio-osuuden, joka dieselissä (uusiutuva diesel) oli 11.5 % lämpöarvosta vuonna 2016			
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, LIPASTO yksikköpäästöt -tietokanta, päiv. 6.7.2017			

Liite 4: Hämeenlinnan Karanojan uuden kompostointikentän investointi. Kannattavuus, kun kompostointimulta hyödynnetään omassa toiminnassa.

Karanoja, mullat omaan käyttöön	Yksikköä/t	€/t	€/vuosi	<u>Tuloslaskelma</u>	
LIKEVAIHTO			135123	135	
Perusmaksu			75863		
Karanoja, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	1863		0		
Lumikorpi, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	363		0		
vastaanottomaksut yrityksiltä			37000		
säästöä, kun kasvikomposti omasta tuotannosta		10	22260		
valmis komposti+kivennäisaineet 60 %	5342	0	0		
yhteensä vastaanotetut haravointijätteet	2226				
Kompostoinnin kulut			44073	44	
uuden kompostointikentän investointi Karanojalle, €	600000				
Karanoja, konetyöt, ka. t/a 2017-2020	1863	3,66	6819		
kuljetus Lumikorpi --> Karanoja	363	9,70	3521		
kuormauskulut, Lumikorpi	363	1,50	545		
Lumikorpi, konetyöt, arvio kuluista	363	3,65	1325		
analyysit	2 226	1,45	3239		
murskaus	2226	0,00	0		
seulonta 1	2226	0,00	0		
seulonta 2	5342	0,00	0		
kivennäismaa 60 % tuotteesta	3205	4,00	12822		
typpilannoite, 0,1 % osuudesta	5	0,00	0		
ylimääräinen kääntö, t/€	42	56,00	2324		
jätevesienkäsittely, €/m3	5938	2,27	13479		
Liiketoiminnan muut kulut (otsikko)			7659	8	
Lupatyöt ja tarkastukset	2226	2,7	6111		
kiinteät yleiskustannukset, henkilöstökulut			1548		
Liiketoiminnan kulut yhteensä			51732		
KÄYTTÖKATE				83	61,7 %
Karanojan kentän investointi, poistot 10 vuodelle			60000	60	
LIKEVOITTO (-TAPPIO)				23	17,3 %

Liite 5: Hämeenlinnan Karanojan uuden kompostointikentän investointi. Kannattavuus, kun kompostointimulta tuotteistetaan Hyötymullaksi.

Karanoja, kompostointi ja Hyötymullan myynti	Yksikköä/t	€/t	€/vuosi	<u>Tuloslaskelma</u>	
LIIKEVAIHTO			205623	206	
perusmaksu			75862		
Karanoja, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	1863		0		
Lumikorpi, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	363		0		
vastaanottomaksut yrityksiltä			22913		
valmis komposti+kivennäisaineet 60 %	5342	20	106848		
yhteensä vastaanotetut haravointijätteet	2226				
Kompostoinnin ja tuotteistamisen kulut			85653	86	
uuden kompostointikentän investointi, Karanoja, €	600000				
Karanoja, konetyöt, ka. t/a 2017-2020	1863	3,66	6819		
kuljetus Lumikorpi --> Karanoja	363	9,70	3521		
Lumikorpi, konetyöt, arvio kuluista	363	3,65	1325		
kuormauskulut, Lumikorpi	363	1,50	545		
analyysit	2 226	1,45	3239		
murskaus	2226	4,30	9572		
seulonta 1	2226	3,80	8459		
seulonta 2	5342	3,60	19233		
kivennäismaa 60 % tuotteesta	3205	4,00	12822		
typpilannoite, 0,1 % osuudesta	5	808,10	4317		
ylimääräinen kääntö, t/€	42	56,00	2324		
jätevesienkäsittely, €/m3	5938	2,27	13479		
Liiketoiminnan muut kulut (otsikko)			24137	24	
Lupatyöt+ tarkastukset	2226	2,7	6111		
kiinteät yleiskustannukset, henkilöstökulut			1548		
mullan tuotteistamisen henkilöstökulut, 3 kk			7440		
mullan myynti, henkilöstökustannukset			6812		
jätteenkäsittely	2226	1	2226		
Liiketoiminnan kulut yhteensä			109790		
KÄYTTÖKATE				96	46,6 %
uuden kompostointikentän investointi Karanojalle			60000	60	
LIIKEVOITTO (-TAPPIO)				36	17,4 %

Liite 6: Kompostoinnin kannattavuus, kun kompostimullat hyödynnetään omassa toiminnassa.**Kompostointia Karanojalla ja Kapulassa.**

Karanoja ja Kapula, kompostimulta omaan käyttöön	Yksikköä/t	€/t	€/vuosi	<u>Tuloslaskelma</u>	
LIIEVAIHTO			390890	391	
Perusmaksu			245000		
Karanoja, kompostoitavat materiaalit, ka. 2017-2020	1863		0		
Lumikorpi, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	363		0		
Kapula, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2486		0		
Puolmatka, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2207		0		
Metsä-Tuomela, ka. 2018-2020	270		0		
valmis komposti+kivennäisaineet 60 %	0	0	0		
vastaanottomaksut yrityksiltä			74000		
säästöä, kun multa omasta tuotannosta			10 71890		
yhteensä vastaanotetut haravointijätteet	7189				
Kompostoinnin kulut			150504	151	
uuden kompostointikentän investointi Karanojalle, €	600000				
Karanoja, konetyöt KA 2017-2020 t/a	1863	3,66	6819		
kuljetus Lumikorpi --> Karanoja	363	9,70	3521		
Lumikorpi, konetyöt, arvio kuluista	363	3,65	1325		
kuormauskulut, Lumikorpi	363	1,50	545		
Kapula,vastaanotton työt, tuntihinta vuodelta 2017	2486	6,81	16930		
Puolmatka, kuljetus --> Kapula, ka. 2017-2020 t/a	2207	4,30	9493		
Puolmatka, konetyöt, ka. 2017-2020 t/a	2 207	3,91	8631		
Metsä-Tuomela, kuljetus --> Kapula	270	4,30	1161		
Metsä-Tuomela, konetyöt, arvio kuluista	270	3,91	1056		
analyysit			8826		
murskaus	0	0,00	0		
seulonta 1	0	0,00	0		
seulonta 2	0	0,00	0		
kivennäismaa 60 % tuotteesta	10352	4,00	41408		
typpilannoite, 0,1%	0	0,00	0		
jätevesienkäsittely, €/m3	11388	4,46	50790		
yhteensä				0	
Liiketoiminnan muut kulut			22274	22	
lupatyöt ja tarkastukset	7189	1,4	10085		
kiinteät yleiskustannukset, henkilöstökulut			5000		
jätteenkäsittely	7189	1,00	7189		
Liiketoiminnan kulut yhteensä			172778		
KÄYTTÖKATE				218	55,8 %
Karanojan kentän investointi, poistot 10 vuodelle			60000	60	
LIIEVOITTO (-TAPPIO)				158	40,4 %

Liite 7: Kannattavuus, kun kaikki haravointijätteet ohjataan Hyötymullan valmistukseen ja myyntiin. Kompostointia Kapulassa ja Karanojalla.

Karanoja ja Kapula, kompostointi ja Hyötymullan myynti	Yksikköä/t	€/t	€/vuosi	<u>Tuloslaskelma</u>	
LIIEVAIHTO			664060	664	
Perusmaksu			245000		
Karanoja, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	1863		0		
Lumikorpi, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	363		0		
Kapula, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2486		0		
Puolmatka, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2207		0		
Metsä-Tuomela, ka. 2019-2020	270		0		
vastaanottomaksut yrityksiltä			74000		
valmis komposti+kivennäisaineet 60 %	17253	20	345060		
yhteensä vastaanotetut haravointijätteet ka 2017-2020	7189				
Kompostoinnin kulut			286718	287	
Karanojan kentän investointi, poistot 10 vuodelle	600000				
Karanoja, konetyöt ka. 2017-2020, t/a	1863	3,66	6818		
kuljetus Lumikorpi --> Karanoja	363	9,70	3520		
kuormauskulut, Lumikorpi	363	1,50	544		
Lumikorpi, konetyöt, arvio kuluista	363	3,65	1325		
Kapula,vastaanotton työt, tuntihinta vuodelta 2017	2486	6,81	16928		
Puolmatka, kuljetus --> Kapula, ka. 2017-2020	2207	4,30	9493		
Puolmatka, konetyöt, ka. 2017-2020	2 207	3,91	8631		
Metsä-Tuomela, kuljetus --> Kapula	270	4,30	1162		
Metsä-Tuomela, konetyöt, arvio kuluista	270	3,91	1057		
analyysit	7189	1,23	8826		
murskaus	7189	4,30	30911		
seulonta 1	7189	3,80	27317		
seulonta 2	17254	3,60	62113		
kivennäismaa 60 % tuotteesta	10352	4,00	41409		
typpilannoite, 0,1 % osuudesta	10	808,10	8364		
ylimääräinen kääntö, t/€	134	56,00	7510		
jätevesienkäsittely, €/m3	11388	4,46	50790		
yhteensä				0	
Liiketoiminnan muut kulut yhteensä			73340	73	
lupatyöt ja tarkastukset	7189	1,4	10085		
kiinteät yleiskustannukset, henkilöstökulut			5000		
kompostimullan tuotteistamisen henkilöstökulut, 3 kk			24000		
mullan myynti, henkilöstökustannukset, 5 kk			22000		
jätteenkäsittely	7189	1,0	7189		
Kompostimullan kuljetus myyntiin	rahti/kpl/a	rahti/€			
Karanoja - Lumikorpi, 42 m3/rahti	2	865,0	1730		
Kapula - Puolmatka, 42 m3/rahti	2	834,0	1668		
Kapula - Metsä-Tuomela, 42 m3/rahti	2	834,0	1668		
Liiketoiminnan kulut yhteensä			360058		
KÄYTTÖKATE				304	45,8 %
Karanojan kentän investointi, poistot 10 vuodelle			60000	60	
LIIEVOITTO (-TAPPIO)				244	36,7 %

Liite 8: Kannattavuus, kun haravointijätteet kuljetetaan käsiteltäväksi J. Koskenmäelle ja Kekkilälle.

Haravointijätteet toiselle toimijalle kompostoitavaksi	Yksikköä/t	€/t	€/vuosi	<u>Tuloslaskelma</u>	
LIIKEVAIHTO			319000	319	
Perusmaksu			245000		
Karanoja, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	1863		0		
Lumikorpi, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	363		0		
Kapula, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2486		0		
Puolmatka, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2207		0		
Metsä-Tuomela, ka. 2019-2020	270		0		
vastaanottomaksut yrityksiltä			74000		
yhteensä vastaanotetut haravointijätteet	7189				
Toiminnan kulut			190503	191	
vastaanottohinta, Karanoja --> J. Koskenmäki, Rahkoila	1863	6,00	11177		
kuormauskulut, Karanoja	1863	1,50	2795		
kuljetus Karanoja --> J. Koskenmäki, Rahkoila	1863	6,20	11550		
konetyöt Karanoja, ka. 2017-2020, t/a	1908	3,66	6983		
vastaanottohinta, Lumikorpi --> J. Koskenmäki, Rahkoila	363	6,00	2177		
kuormauskulut, Lumikorpi	363	1,50	545		
kuljetus, Lumikorpi --> J. Koskenmäki, Rahkoila	363	9,70	3520,03		
konetyöt, Lumikorpi arvio kuluista	363	3,65	1325		
vastaanottohinta, Kapula --> Kekkilä, Nurmijärvi	2486	10	24860		
kuljetus, Kapula --> Kekkilä, Nurmijärvi	2486	4,94	12280		
kapula,vastaanoton työt, tuntihinta vuodelta 2017	2486	6,81	16928		
vastaanottohinta, Puolmatka --> Kekkilä, Nurmijärvi	2207	10,00	22070		
Puolmatka, kuljetus --> Kekkilä, Nurmijärvi	2207	4,30	9493		
Puolmatka, konetyöt, ka. 2017-2020	2 207	3,91	8631		
vastaanottohinta, Metsä-Tuomela --> Kekkilä, Nurmijärvi	270	16,00	4323		
Metsä-Tuomela, konetyöt, arvio kuluista	270	3,91	1057		
jätevesien käsittely, €/m3	11388	4,46	50790		
yhteensä				0	
Liiketoiminnan muut kulut (otsikko)			15085	15	
kiinteät kustannukset henkilöstökulut			5000		
lupakulut ja tarkkailut	7189	1,4	10085		
Liiketoiminnan kulut yhteensä			205588		
KÄYTTÖKATE				113	35,6 %
Poistot				0	
LIIEVOITTO (-TAPPIO)				113	35,6 %

Liite 9: Kannattavuus, kun Kapulassa kompostoidaan ja tuotteistetaan Hyötymultaa

Kapulassa, kompostointi ja Hyötymullan myynti	Yksikköä/t	€/t	€/vuosi	Tuloslaskelma	
LIIKEVAIHTO			458445	458	
Perusmaksu			169138		
Kapula, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2486		0		
Puolmatka, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2207		0		
Metsä-Tuomela, ka. 2019-2020	270		0		
Vastaanottomaksut yrityksiltä			51087		
Valmis komposti+kivennäisaineet 60%	11911	20	238220		
yhteensä vastaanotetut haravointijätteet ka. 2017-2020	4963				
Kompostoinnin kulut			167794	168	
Kapula,vastaanotton työt, tuntihinta vuodelta 2017	2486	6,81	16928		
Puolmatka, kuljetus --> Kapula, ka. 2017-2020	2207	4,30	9493		
Puolmatka, konetyöt, ka. 2017-2020	2 207	3,91	8631		
Metsä-Tuomela, kuljetus --> Kapula	270	4,30	1162		
Metsä-Tuomela, konetyöt, arvio kuluista	270	3,91	1057		
Analyysit	4963	0,65	3239		
Murskaus	4963	4,30	21341		
Seulonta 1	4963	3,80	18859		
Seulonta 2	4963	3,60	17867		
Kivennäismaa 60 % tuotteesta	10352	4,00	41409		
Typpilannoite, 0,1 % osuudesta	10	808,10	8364		
Ylimääräinen kääntö, €/t	134	56,00	7510		
Jätevesienkäsittely, €/m3	5450	2,19	11936		
yhteensä				0	
Liiketoiminnan muut kulut yhteensä			49013	49	
Lupatyöt	4963	0,8	3974		
kiinteät yleiskustannukset, kompostointi, henkilöstökulut			5000		
kompostimullan tuotteistamisen henkilöstökulut, 3 kk			16560		
Mullan myynti, henkilöstökustannukset			15180		
Jätteenkäsittely	4963	1,00	4963		
Kompostimullan kuljetus myyntiin	rahti/kpl/a	rahti/€			
Kapula - Puolmatka, 42 m3/rahti	2	834,0	1668		
Kapula - Metsä-Tuomela, 42 m3/rahti	2	834,0	1668		
Liiketoiminnan kulut yhteensä			216807		
KÄYTTÖKATE				242	52,7 %
Poistot, 10 vuodelle			0	0	
LIIKEVOITTO (-TAPPIO)				242	52,7 %

Liite 10: Kannattavuus, kun ulkopuolinen urakoitsija Kaiwur kompostoi haravointijätteet ja tuotteistaa mullan Kiertokapulan Kapulan jätteidenkäsittelyalueella

Kaiwur kompostoi ja tuotteistaa Hyötymullan Kapulassa	Yksikköä/t	€/t	€/vuosi	<u>Tuloslaskelma</u>	
LIKEVAIHTO			220225	220	
Perusmaksu			169138		
Kapula, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2486		0		
Puolmatka, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2207		0		
Metsä-Tuomela, ka. 2019-2020	270		0		
Vastaanottomaksut yrityksiltä			51087		
yhteensä vastaanotetut haravointijätteet	4963				
Kompostoinnin ja tuotteistamisen kulut			148794	149	
Kapula, vastaanotton työt, 2017	2486	6,81	16928		
Puolmatka kuljetus--> Kapula, ka. 2017-2020	2207	4,30	9493		
Puolmatka, konetyöt, ka. 2017-2020	2 207	3,91	8631		
Metsä-Tuomela, kuljetus --> Kapula	270	4,96	1333		
Metsä-Tuomela, konetyöt, arvio kuluista	270	4,46	1204		
analyysit			3239		
- murskaus	4 963	16,00	79404		
- aumaus					
- 1 kpl kääntö					
- 1 kpl seulonta					
Hyötymullan tuotteistus	4 963	3,35	16626		
Jätevesienkäsittely, €/m3	5450	2,19	11936		
yhteensä				0	
Liiketoiminnan muut kulut yhteensä			8974	9	
lupatyöt ja tarkastukset	4963	0,8	3974		
kiinteät yleiskustannukset, henkilöstökulut			5000		
Liiketoiminnan kulut yhteensä			157768		
KÄYTTÖKATE				62	28,4 %
Poistot, 10 vuodelle			0	0	
LIKEVOITTO (-TAPPIO)				62	28,4 %
Kustannusarviossa on mukana niihin liittyvät konetyöt. Mahdolliset muut konetyöt eivät sisälly hintaan.					

Liite 11: Haravointijätteiden ohjaaminen biokaasun tuotantoon.

Haravointijätteet biokaasulaitokselle	Yksikköä/t	€/t	€/vuosi	<i>Tuloslaskelma</i>	
LIKEVAIHTO			319000	319	
Perusmaksu			245000		
Karanoja, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	1863		0		
Lumikorpi, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	363		0		
Kapula, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2486		0		
Puolmatka, vastaanotetut haravointijätteet, ka. 2017-2020	2207		0		
Metsä-Tuomela, ka. 2019-2020	270		0		
Vastaanottomaksut yrityksiltä			74000		
yhteensä vastaanotetut haravointijätteet	7189				
Kenttätöiden kulut ja porttihinnot			409041	409	
Haravointijätteidien vastaanottohintaa biokaasulaitokselle	7189	45,00	323492		
Karanoja, konetyöt ka. 2017-2020, t/a	1863	3,66	6818		
Lumikorpi, konetyöt, arvio kuluista	363	3,65	1325		
Kapula, vastaanoton työt, tuntihinta vuodelta 2017	2486	6,81	16928		
Puolmatka, konetyöt, ka. 2017-2020	2 207	3,91	8631		
Metsä-Tuomela, konetyöt, arvio kuluista	270	3,91	1057		
Jätevesienkäsittely, €/m3	11388	4,46	50790		
yhteensä				0	
Liiketoiminnan muut kulut			15085	15	
Lupatyöt	7189	1,4	10085		
Kiinteät yleiskustannukset, henkilöstökulut			5000		
Liiketoiminnan kulut yhteensä			424126		
KÄYTTÖKATE				-105	-33,0 %
Poistot			0	0	
LIKEVOITTO (-TAPPIO)				-105	-33,0 %
Laskelmassa ei ole huomioitu kustannuksia kuormaus- ja kuljetuskuluja biokaasulaitokselle.					