

**HELSINGIN SEURAKUNTAYHTYMÄN HAASTEET  
PUUTARHAJAKEEN KÄSITTELYSSÄ**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, Rakennettu ympäristö

kevät, 2020

Piia Sund

Rakennettu ympäristö  
Lepaa

---

<b>Tekijä</b>	Piia Sund	<b>Vuosi</b> 2020
<b>Työn nimi</b>	Helsingin seurakuntayhtymän haasteet puutarhajakeen käsittelyssä	
<b>Työn ohjaaja</b>	Hannu Äystö	

---

## TIIVISTELMÄ

Helsingin seurakuntayhtymässä käsitellään itse sen hautausmailla syntyvä puutarhajae, jonka määrät ovat kasvaneet useana peräkkäisenä vuonna. Tästä on syntynyt huoli jakeen käsittelyn riittävydestä ja sen aiheuttamasta lisätyön määrästä. Sen vuoksi jakeen käsittelyyn on kiinnitetty aiempaa enemmän huomiota. Tämä opinnäytetyö tilattiin Honkanummen hautausmaan ylipuutarhurin Marko Laakson toimesta. Opinnäytetyön tavoite on kartoittaa toiminnan nykytilaa sekä erilaisia kehitysvaihtoehtoja.

Nykytilanteessa Honkanummen hautausmaalla käsitellään suurin osa Helsingin seurakuntayhtymän hautausmailla syntyvästä puutarhajakeesta. Ne käsitellään kompostoimalla aumamenetelmällä. Valmiista lopputuotteesta valmistetaan Honkanummen hautausmaalla käytettävää kasvualustaa.

Toiminnallisen opinnäytetyön avulla kartoitetaan Honkanummen hautausmaan valmistamaan kasvualustaan liittyviä haasteita, joita ovat muun muassa kompostimassan liikatuotanto suhteessa sen kulutukseen sekä puutteen sen ravinteikkuudessa ja koostumuksessa. Opinnäytetyö avaa kasvualustan valmistuksen nykytilaa ja pohtii mahdollisuuksia toiminnan laajenus mahdollisuuksia.

Kehitysvaihtoehtoiksi opinnäytetyössä on esitetty erilaisia kompostointitapoja, sekä mahdollisuutta hyödyntää biohiiltä parantamaan kompostoitumista tai jopa siirtä valmistamaan biohiiltä. Lisäksi tässä työssä on pohdittu mahdollisuutta siirtää puutarhajakeen käsittely ulkopuoliselle toimijalle.

**Avainsanat** Kompostointi, auma, puutarhajae, biohiili

**Sivut** 32 sivua, joista liitteitä 2 sivua

Degree programme in Landscape Design and Construction  
Lepaa

---

**Author** Piia Sund **Year** 2020

**Subject** Challenges of processing organic garden waste in Helsinki parish union

**Supervisor** Hannu Äystö

---

ABSTRACT

Helsinki parish union has the custom of processing all organic garden waste that is coming from its cemeteries. The amount of processed waste has been rising on several successive years. This caused concern for the condition of the work capacity and sufficiency. Due to such development the process drew more attention to it. This thesis was commissioned by Head Gardener Marko Laakso from Honkanummi cemetery. It is aimed to map out the process as it is and options how to improve it.

At the existing state of affairs the process of organic garden waste is located in the area of Honkanummi cemetery. The process contains close to all organic garden waste that is being formed in cemeteries of Helsinki parish union. Waste is processed by windrow compost. The final product from the compost is being refined to soil. It is used in Honkanummi cemetery.

This thesis is executed as a functional thesis. It maps out challenges rising from overproduction of the soil in Honkanummi cemetery. Challenges are such as overproduction of compost in comparison to its consumption. Another challenge of compost is lack of nutrients and its consistency. The thesis presents the state of things and reflects possibilities to expand producing soil.

As options of advancement this thesis presents several ways to compost organic garden waste and a possibility to use biochar to increase the performance of compost. Another possibility is to shift from compost to production of biochar. In addition, the thesis presents an option to transfer the processing of organic garden waste to an external operator.

**Keywords** Compost, windrow compost, organic garden waste, biochar

**Pages** 32 pages including appendices 2 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	KOMPOSTOINTI .....	2
2.1	Aumakompostointi.....	3
2.2	Tunnelikompostointi .....	4
2.3	Rumpukomposti .....	5
3	PUUTARHAJAE JA SEN HYÖDYNTÄMINEN.....	6
3.1	Kasvualustat .....	7
3.2	Tuotteistetut kasvualustat .....	7
3.3	Biohiili.....	9
4	TOIMINTAA OHJAAVAT LAIT.....	9
4.1	Jätelainsäädäntö .....	10
4.2	Ympäristönsuojelulainsäädäntö.....	11
4.3	Lannoitevalmistelaki .....	12
5	TUTKIMUSTULOKSET JA AINEISTOT .....	13
5.1	Jätteiden käsittely Honkanummen hautausmaalla.....	13
5.2	Kompostointi Honkanummen hautausmaalla vuonna 2018 .....	14
5.3	Kompostimassan analyysit .....	15
5.4	Maa-ainesanalyysien tulokset 2018.....	15
5.5	Kompostimassasta valmistettu kasvualusta .....	17
6	TUTKIMUSTULOSTEN ANALYYSI .....	17
6.1	Toiminnan kehittämisen vaihtoehdot.....	20
6.2	Kompostointi ja kasvualustan valmistus .....	21
6.3	Biohiilen tuomat mahdollisuudet .....	23
6.4	Toiminnasta luopuminen .....	23
6.5	Toiminnan tulevaisuus .....	24
7	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	24
	LÄHTEET .....	28

## Liitteet

- Liite 1 Kompostikasojen tilavuusmittaukset keväällä 2018
- Liite 2 Kompostikasojen tilavuusmittaukset syksyllä 2018

## 1 JOHDANTO

Helsingin seurakuntayhtymällä on kuusi hautausmaata. Nämä ovat Hieta-  
niemen, Malmin, Honkanummen, Östersundomin ja Leposaaren hautaus-  
maa, sekä Maunulan uurnalehto. Kaikissa näissä on viheralueita, joiden yl-  
läpidosta, hoidosta ja kehittämisestä syntyy vuosittain suuria määriä maa-  
tuvaa puutarhajaetta.

Puutarhajakeen käsittely sijoittuu tällä hetkellä kahteen eri toimipistee-  
seen. Näistä toinen on Malmin ja toinen Honkanummen hautausmaalla.  
Malmin hautausmaalla käsitellään vain kyseisellä hautausmaalla syntyvä  
puutarhajae. Honkanummella puolestaan käsitellään siellä ja muilla hau-  
tausmailla syntyvä puutarhajae.

Honkanummen hautausmaalla puutarhajaetta käsitellään kompostoimalla  
sitä aumoissa. Valmiista kompostimassasta on valmistettu kasvualustaa,  
sekä hautausmaan omaan käyttöön että myytäväksi yksityisille henkilöille  
ja yrityksille.

Honkanummen hautausmaalla puutarhajakeen keräämiseen, käsittelyyn  
ja jalostamiseen kasvualustaksi on varattu tilaa hautausmaan pohjoispää-  
dystä, läheltä tunnustuksetonta hauta-alueita. Toiminnalle on varattu noin  
17 674 neliometriä tilaa. Siitä oli keväällä 2018 käytössä noin 6 050 ne-  
liometriä. Kompostoinnista vastaava erityisammattimies arvioi, että tä-  
mänhetkisen kompostointikentän tila riittää heikosti lähivuosien kompos-  
toinnin tarpeisiin. Hän perusteli näkemystään maatuovan jätteen määrän  
tasaisella kasvulla ja valmiin kompostin matalalla kulutuksella.

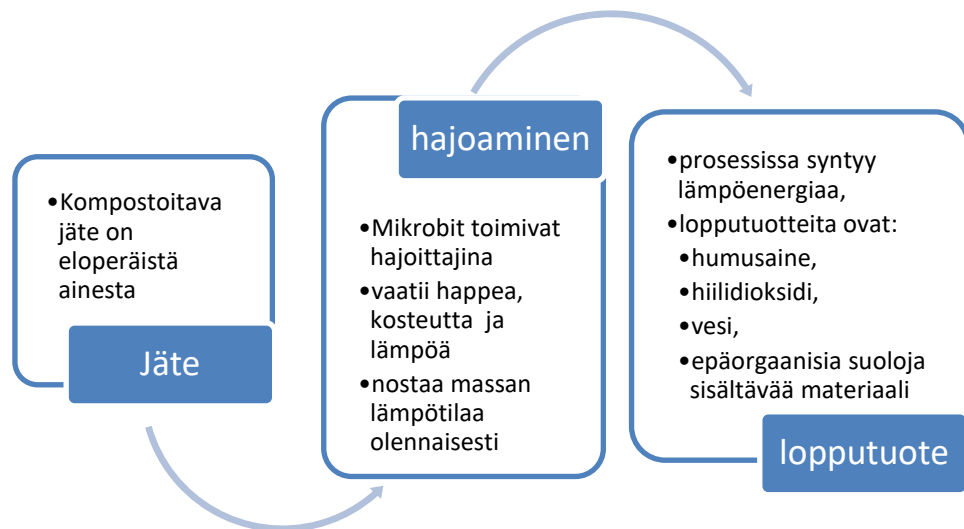
Hautausmaan henkilökunnan huoli kompostoinnin haasteista ja tulevai-  
suudennäkymistä johti siihen, että Honkanummen hautausmaan ylipuu-  
tarhuri Marko Laakso tarjosi mahdollisuutta tämän opinnäytetyön tekoon.  
Puutarhajakeen käsittelyyn liittyvien haasteiden kokoaminen ja avaami-  
nen on tämän työn keskeinen osa. Lisäksi opinnäytetyössä avataan mah-  
dollisuuksia kehittää toimintaa ja vertaillaan eri kehitysvaihtoehtoja sekä  
punnitaan niiden toimivuutta hautausmaaympäristössä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia puutarhajakeen käsittelypro-  
sessia Helsingin seurakuntayhtymän Honkanummen hautausmaalla siten,  
että se esittelee toimintaa liittyvät haasteet ja mahdolliset kehitysehdo-  
tukset. Työ toteutetaan kartoittamalla vastaavien toimijoiden puutarhaja-  
keen käsittelytapoja, sekä asiantuntijoiden esittelemiä mahdollisia jakeen  
käsittelytapoja. Tutkimuskysymykset tässä opinnäytetyössä ovat:

Millä tavoin Honkanummen hautausmaalla kompostointia voi tehostaa?  
Kuinka kompostimassaa voi hyödyntää?

## 2 KOMPOSTOINTI

Kompostointi on biologinen prosessi. Siinä monilajinen mikrobien muodostama eliöyhteisö hajottaa eloperäistä ainesta, kuten kasvijätettä. Kompostoitumisen onnistuminen vaatii mikrobeille suotuisat olosuhteet, kuten riittävän kosteutta, happea sekä lämpöä. Hajoamisen lopputuotteena syntyy hiilidioksidia, vettä, humusainetta, epäorgaanisia suoloja sisältävää materiaalia sekä lämpöenergiaa. Prosessiin liittyy lämpötilan nousu ja voimakkaat pH-tason muutokset. Prosessi on tiivistetty kuvaan 1. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 76-77)



Kuva 1. Kompostointi pähkinänkuoressa

Kompostimassan ominaisuudet riippuvat käytetyistä raaka-aineista, valitusta kompostointitavasta ja kompostointiprosessin hallinnasta. Kompostit valmistetaan sekoittamalla kompostoitava aines erilliseen tukiainekseen, jonka tehtävä on taata massalle sopiva ilmavuus ja kosteus. Tavallisesti tukiaineena käytetään haketta, puun kuorta tai turvetta, jotka ovat riittävän karkeita materiaaleja. Mikäli kompostoitava massa on erittäin märkää, voi tukiaineen osuus olla jopa kaksi kolmasosaa koko kompostimassasta. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 76-78).

Tukiaine mahdollistaa hapen säilymisen kompostimassassa. Tämä on erityisen tärkeää kompostoinnin onnistumisen kannalta. Hapettomissa tai liian vähähappisessa tilassa hajoaminen tapahtuu mädättämällä. Tämän yhteydessä syntyy muun muassa metaania sekä muita hapettomassa ympäristössä syntyviä kaasuja. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 78).

Mikäli kompostiprosessi on liian lyhyt tai prosessi muutoin epäonnistunut on riski, että kasvitautien aiheuttajat säilyvät elinkykyisinä massassa. Tauririski pystytään kuitenkin yleensä hallitsemaan kunnollisella

kompostointiprosessin ohjauksella. Huolellinen kompostin jälkikypsytyks on tärkeää myös kasvien kannalta. Kompostin jälkikypsytysvaiheessa siitä häviävät kasvien kasvua haittaavat yhdisteet (fytotoksiset). Muutoin komposti saattaa kompostoitua vielä istutusalueellakin. Prosessin aikana kompostoituvan massan tilavuus pienenee noin puoleen alkuperäisestä. Hyvä ja kypsä komposti ei enää painu tai tiivisty. Se sisältää tavallisesti runsaasti ravinteita. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 76-77)

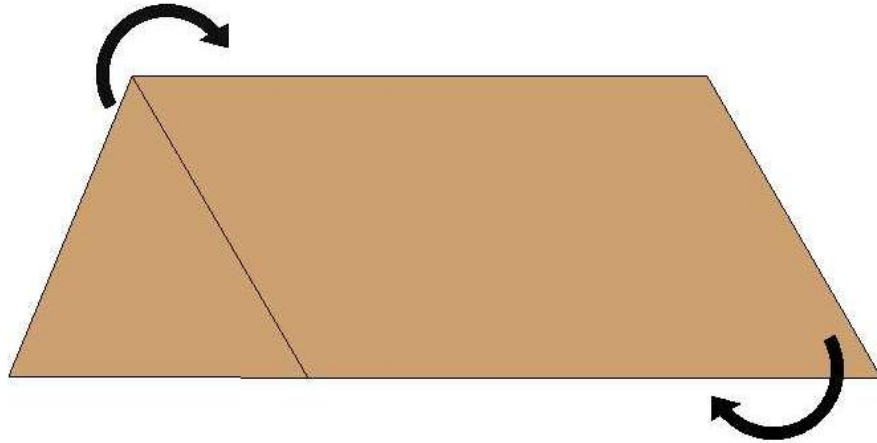
Hyvin toteutetun ja loppuun asti tehdyn prosessin lopputuotteena on pitkälle maatonutua eloperäistä kompostiaainesta, jossa on runsas pieneliöstö. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi maanparannusaineena tai kasvualustan raaka-aineena. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 77)

Suomessa kompostoidaan pääasiassa kolmella eri menetelmällä. Ne ovat auma-, tunneli- ja rumpukompostointi. Edellä luetelluista menetelmistä aumakompostointi on ollut selkeästi suosituin. Tiina Ruuskanen (2013) mukaan P. Järvenpää (2012) arvioi aumakompostointimenetelmän määrän vähenevän tulevaisuudessa. Hän arvioi tämän johtuvan biohajoavanjätteen energiahyötykäytön lisääntymisestä, sekä aumakompostoinnin ympäristövaikutusten hallintaan liittyvistä haasteista. (Ruuskanen, 2013, 36).

## 2.1 Aumakompostointi

Aumakompostointi on Suomen yleisimmin käytetty kompostointimenetelmä. Sen suosio johtuu todennäköisesti siitä, että sen perustamis- ja investointikulut ovat huomattavasti matalammat kuin muissa menetelmissä. Se vaatii ympäristöluvan ja toimintaan sopivan asfaltoidun alueen, jonka viemäroinnistä, liikenteestä sekä etäisyydestä asutukseen nähden on erillisiä määräyksiä. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 78).

Menetelmässä käsiteltävä massa kasataan ulos pitkänmalliseksi, suureksi kartioksi, jota käännetään yleensä koneellisesti säännöllisin väliajoin. Tämä on esitetty kuvassa 2. (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, n.d). Kompostin koostumuksen ja sen mikrobeille tarjoamien olosuhteiden ollessa sopivat, kompostoituminen aumassa alkaa jo muutamassa päivässä. Tällöin auman lämpötila nousee 55 – 60°C asteeseen säilyen siinä joitain päiviä. Tuona aikana kompostimassa hygienisoituu ja suurin osa sen sisältämistä taudinaiheuttajista kuolee. Kun auman lämpötila alkaa laskea massa käännetään, jolloin siinä olevat kuivat ja kosteat osat sekoittuvat ja massasta tulee tasalaatuisempaa. Samalla kompostiin sekoittuu lisää happea, joka ylläpitää hajottamisprosessia. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 78 - 79).



Kuva 2. Auman käännön periaate

Kompostimassaa suositellaan käännettäväksi alkuun useammin, jotta se sekoittuu mahdollisimman hyvin (Äystö, 2006). Alkuun kääntötiheys on jopa 1 – 2viikkoa. Käännön seurauksena massan lämpötila nousee. Alkuvaiheen jälkeen kääntötiheyttä voidaan harventaa noin yhteen kertaan kuukaudessa. Noin 7-8 kääntökerran jälkeen kääntötiheyttä harvennetaan vielä lisää. Massan lämpötilan seuraamisen avulla voidaan havaita lämpötilan laskut, jotka ennakoivat kääntötarvetta. Näin massan käännöt voidaan ajoittaa sopivin välein. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 78 - 79).

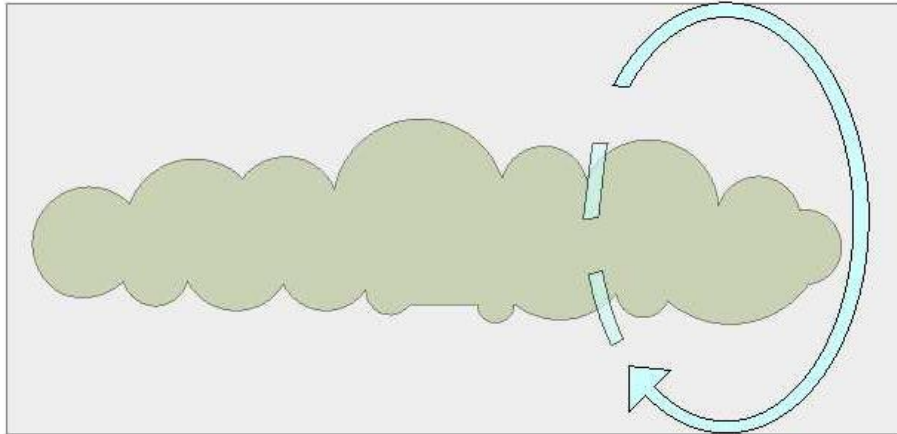
Onnistuakseen edes tyydyttävällä tasolla kompostointi vaatii hoitajaltaan asiaan paneutumista. Jotta kompostoitumista tapahtuisi tasaisesti ja valmiista kompostimassasta tulee tasalaatuista, kompostin kuivien ja kosteiden osien tulee sekoittua mahdollisimman tehokkaasti. (Äystö, 2006). Hoitamattomana kompostoinnista seuraa helposti hajuhaittoja sekä epätaisaista kompostoitumista. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 78).

Aumakompostoinnin suurimmat heikkoudet ovat pitkä, noin vuoden kestävä käsittelyaika, lopputuotteen epätasainen laatu sekä mahdollisesti prosessin aikana syntyvät hajuhaitat. Lisäksi isona ongelmana nähdään toiminnasta syntyvät suuret kasviuonepäästöt. (Ruuskanen, 2013, 40-41)

## 2.2 Tunnelikompostointi

Tunnelikompostoinnilla tarkoitetaan kompostointimenetelmää, jossa varsinaista kompostoitavasta materiaalista ja tukiaineesta valmistetaan seos. Tämä siirretään suljettuun tilaan, jossa optimaalisissa olosuhteissa kompostoituminen tapahtuu. Menetelmässä massaun lisätään happea alhaaltapäin. Sen yläpuolelta johdetaan poistoilma, joko hajukaasujen puhdistukseen tai uudelleen kiertoon massan alapuolelle. Prosessi on esitetty kuvassa 3. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 79 ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, n.d).





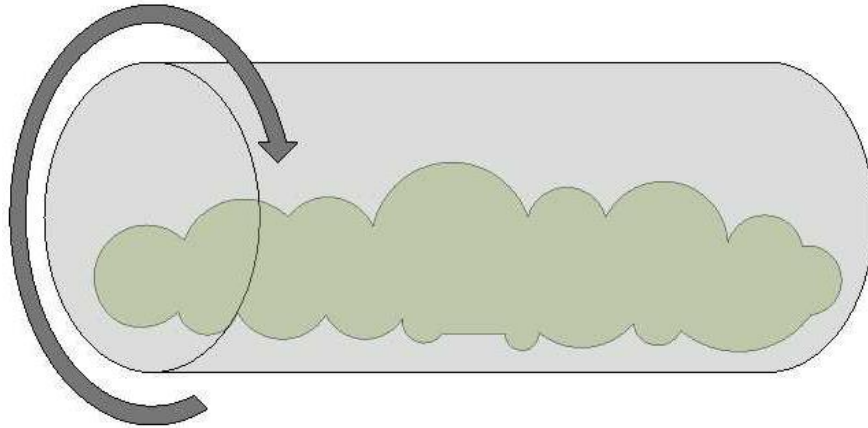
Kuva 3. Ilman ohjaus kompostimassassa

Tunnelissa massan kompostoitumisolosuhteita säädellään erillisen automatisoidun laitteiston avulla. Näin voidaan vaikuttaa esimerkiksi massan kosteuteen, lämpötilaan ja hapekkuuteen. Tunnelissa massan lämpötila nousee 55-60 asteeseen, jolloin massa hygienisoituu, eli mahdolliset taudinaiheuttajat ja kasvin siemenet tuhoutuvat. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 79 ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, n.d). Prosessi kestää 2-3 viikkoa, jonka jälkeen alkaa massan jälkikypsytysvaihe. Silloin massa siirretään asfaltoidulle kentälle aumoihin kypsyttämään. Tämä vaihe kestää tavallisesti korkeintaan puoli vuotta. Sen aikana massasta seulotaan pois siihen lisätty tukiaine. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 79).

Menetelmänä tunnelikompostointi vaatii huomattavasti vähemmän tilaa jälkikypsytysvaiheessa kuin aumakompostointi. Se sopii hyvin Suomen olosuhteisiin ja toimii täällä, jopa ympärivuotisessa käytössä. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 79). Tunnelikompostointi sopii niin suurempien kuin pienempienkin jätemassojen käsittelyyn. (Ruuskanen, 2013, 39). Siinä voidaan käsitellä prosessissa syntyvät hajut sekä ottaa jätevedet talteen. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 79).

### 2.3 Rumpukomposti

Rumpukompostointimenetelmässä kompostoitava jätemassa ja tukiaineet syötetään pitkään rumpuun, jossa kompostoituminen tapahtuu (Ruuskanen, 2013, 39). Siinä kompostoitava massa on koko ajan hitaassa pyöriässä liikkeessä. Tällöin massa sekoittuu tasaisesti happea. Liikkeessä massa hienontuu hiljalleen. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 79) Menetelmän toimintaperiaate on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Rumpukompostoinnin periaate

Rumpuun syötettävän jättemassan tulee olla hienojakoista, sillä liian karkea jäte haittaa kompostoitumisprosessia (Tukiainen, haastattelu 27.9.2018). Aktiivivaihe kestää rumpukompostorissa 2-3 viikkoa, riippuen käsiteltävän jätteen määrästä ja laadusta. Rumpukompostori toimii muita menetelmiä paremmin kosteiden jätteiden, kuten lietteen käsittelyssä. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 78-79).

Auma- ja tunnelikompostoinnin tapaan, myös rumpukompostointi vaatii jälkikypsytystä varten asfaltoidun kentän. Jälkikypsytyksen aika on tavallisesti 3-6 kuukautta. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 78-79).

### 3 PUUTARHAJAE JA SEN HYÖDYNTÄMINEN

Helsingin seudun ympäristöpalvelut määrittelevät puutarhajakeeksi esimerkiksi nurmenleikkujätteen, kasvien lehdet ja naatit, sekä haketetut risut, juurakot ja kannot (Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2018). Hautausmailla puutarhajaetta syntyy runsaasti viheralueilla suoritettavien hoitotoimen yhteydessä. Lisäksi hautausmailla syntyy vaihdettavaa maamassaa esimerkiksi istutuslustojen vaihtojen yhteydessä.

Ympäristöasiantuntija Hanna Tukiaisen (haastattelu 27.9.2018) Helsingin seudun ympäristöpalveluista kertoi, että puutarhajakeen kompostoinnin keskeisin tehtävä on saada sen sisältämät ravinteet takaisin kiertoon. Kun puutarhajaetta poltetaan esimerkiksi energialaitoksessa, sen sisältämät ravinteet menetetään, mutta kompostoitaessa ne saadaan takaisin maaperään hyödynnettäviksi. Tämä ehkäisisi maaperän köyhtymistä merkittävästi.

Toinen tapa hyödyntää puutarhajaetta maanparannukseen on valmistaa siitä biohiiltä (Maaseudun sivistysliitto n.d). Sen maanparannusvaikutus perustuu sen kykyyn pidättää vettä ja ravinteita. Lisäksi biohiili toimii ilmastomuutosta hillitsevänä hiilinieluna. (Suomen biohiiliyhdistys n.d)

### 3.1 Kasvualustat

Kasvualustalla tarkoitetaan kasvien kasvuympäristöä, johon niiden juuristo tunkeutuu. Juuristo ottaa kasvualustasta vettä, happea ja ravinteita. Viheralueiden kasvualustalla on suuri merkitys kasvien kasvulle ja hyvinvoinnille. Siksi sopivan kasvualustan valinta on tärkeää. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 10 - 11).

Suuri osa kasvien kasvuun liittyvistä ongelmista johtuu kasvualustasta. Niiden koostumuksissa on suuria eroja riippuen käyttökohteesta ja kasvillisuuden tarpeista. Tällaisia eroja ovat muun muassa fyysisen kulutuksen kestävyys, ravinteikkuus sekä happamuus. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 10 - 11).

Tärkeä tekijä kasvualustan ominaisuuksien hallinnassa on kivennäisaineksen ja eloperäisen aineksen määrä ja suhde. Hyvä kasvualusta on tasalaatuinen yhdistelmä näitä. Kivennäisaineksen avulla vaikutetaan kasvualustan fysikaalisiin ominaisuuksiin. Eloperäisellä puolestaan vaikutetaan kasvualustan kemiallisiin ja biologisiin ominaisuuksiin. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 10 - 11).

Hyvä kasvualusta on biologisesti aktiivinen. Se sisältää vilkkaan ja toimivan pieneliöstön. Se säilyttää rakenteensa, on tasalaatuista ja tuoteselosteen lupaamaa materiaalia. Se ei kuormita ympäristöä. Lisäksi kasvualustan tulee olla muokattavissa sateisenakin aikana. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 10 - 11).

### 3.2 Tuotteistetut kasvualustat

Tuotteistetuilla kasvualustoilla tarkoitetaan kasvualustoja, jotka ovat teollisesti erillisillä tuotantopaikoilla valmistettuja. Viheralueiden vaatimukset eri käyttökohteissa vaihtelevat ja vaativat erilaisia ominaisuuksia kasvualustoilta. Tämän vuoksi käytettävän kasvualustan ominaisuudet ja koostumus on valittava käyttökohteen mukaan. Valmiita kasvualustoja on saatavilla. Kasvualustavalmistajat myyvät valmiiksi kalkittuja ja lannoitettuja kasvialustaseoksiaan tietyillä kauppanimillä, mutta useat valmistavat erikoisseoksia tilaajan toiveiden mukaisesti. (Soini, 2009, s. 152-158).

Erikoiskasvualustoja on runsaasti tarjolla. Tavallisemmin kuitenkin käytetään yleiskasvualustoja, jotka sopivat mahdollisimman monenlaisille kasveille. Yleiskasvualustat sisältävät tavallisesti runsaasti eloperäistä ainesta ja kohtuullisesti vettä läpäisevää kivennäismaa-ainesta. Myytävät

yleiskasvualustat koostuvat tavallisesti turpeesta, hiekasta, savesta ja kompostista. Ne voivat sisältää myös vain osaa näistä ainesosista. Ne ovat peruskalkittuja ja lannoitettuja. (Räty, 2008. s. 6).

Yleisesti puilla ja pensaille käytetään samoja kasvualustoja kuin pihalla ja puistoalueilla. Suositeltavaa olisi kuitenkin huomioida kunkin lajin kasvu- alustavaatimukset. Tällöin karunpaikan puiden ja pensaiden kasvualustan tulisi sisältää enemmän hiekkaa kuin rehevän kasvupaikan kasvualusta. Etenkin puiden kasvualustoissa tulee olla riittävän suuri huokostilavuus, jotta kasvualusta ei tiivisty liikaa. Viherympäristöliiton kasvualustatyöryhmän suosituksissa huomioidaan kasvualustat vaateliaille puille ja pensaille sekä vaatimattomille puille ja pensaille. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 90)

Eri käyttötarkoituksiin suunniteltavat nurmialueet vaativat erilaisia kasvu- alustoja. Alueisiin, kuten peli- ja urheilunurmikoihin kohdistuu runsaasti mekaanista kulutusta. Tällaiset alueet vaativat kasvualustaltaan vedenlä- päisevyyttä ja kestävyyttä. (Soini, 2009, s. 178 - 191). Rakenteen kestävyy- den säilymiseksi peli- ja urheilunurmikoilla suositaan hiekkapitoista kasvu- alustaa. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 87)

Viherympäristöliiton kasvualustatyöryhmän suosituksissa käytetyistä luo- kista happaman maan kasveille, sopivimmat ovat karujen alueiden havut ja varvut, sekä vaatimattomat puut ja pensaat. Tavallisesti happaman maan kasvit ovat melko kuivan paikan kasveja. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 91) Suomessa tavallisimmat alhaista pH-arvoa suosivat kasvit ovat alppi- ruusut, hortensiat, kotimaiset varvut sekä monet havukasvit. Näiden op- timi pH arvo on 4-5. (Soini, 2009, s. 156-157).

Rakennusten katoille ja kansirakennelmien altaisiin käytetään viherkaton- kasvualustaa, joka on erittäin kevyttä. Hyvän kasvualustan paino ei ylitä märkänäkään yhtä kilogrammaa litralta. Tällöin rakennusten rakenteilta ei vaadita ylettömän suurta kantavuutta. Kasvualustan painoa kevennetään käyttämällä siinä materiaaleja, kuten Leca-soraa. Viherkaton kasvualustoja on hyvin erityyppisiä. Niiden käyttöön vaikuttaa suunniteltu käyttökohde ja kasvusto, joka voi vaihdella maksaruohokasvustoista, puihin ja pensai- siin. Suomessa viherkatoilla on käytetty eniten niittytyyppistä kattopuutar- harakennetta. (Kaivosoja, ym., 2009, s. 93).

Luurankomaaksi kutsuttu kantava kasvualusta on samanaikaisesti kasvu- alustaa ja kadun rakenne. Siinä noin nyrkin kokoinen kiviaines toimii kan- tavana rakenteena. Kiviaineksen lomaan jää kasvualustaa, joka mahdollis- taa katupuiden juurien kasvun. Tällaisessa katurakenteessa puut pystyvät kasvamaan, vaikka se rakenne pinnoitettaisiin kiveyksellä tai asfaltilla. (Krook, Peurasuo & Heino, 2005, s. 8)

### 3.3 Biohiili

Biohiili on eloperäisestä aineesta valmistettua hiiltä. Sitä valmistetaan yleensä kuivatislaamalla eli pyrolyysissä 300 - 700 asteen lämmössä hapetomassa tilassa. Toinen biohiilen valmistustapa on märkähiillostaminen. Siinä orgaanista ainetta hiilletään lämmöllä suuressa paineessa. Käsittelylämpötila on noin 200 astetta. (Kangas & Vuori, n.d).

Käsittelyssä biomassasta poistuu kaikki haihtuvat ainesosat. Järjelle jäävä kiinteä lopputuote on lähes kokonaan puhdasta hiiltä (Kestävä energiatalous, 2019). Pyrolyysin sivutuotteina syntyy puutislettä, synteetikaasuja sekä lämpöenergiaa (Hyötykasviyhdistys, n.d). Raaka-aineeksi biohiilen valmistukseen sopivat lähes kaikki eloperäiset aineet. Yleensä raaka-aineena käytetään erilaisia orgaanisia jätteitä tai teollisuuden sivuvirtoja. Pohjoismaissa metsäteollisuuden sivuvirrat ovat tavallisin biohiilen raaka-aine. (Kangas & Vuori, n.d).

Biohiilessä säilyy käytetyn raaka-aineen luonnollinen huokosrakenne. Huokoisuutensa ansiosta biohiili pystyy pidättämään vettä ja ravinteita erittäin hyvin. (Carbons, n.d). Biohiili parantaa maaperän vesitaloutta ja vähentää ravinteiden huuhtoutumista maaperästä. Lisäksi se tarjoaa maaperän pieneliöille ihanteellisen kasvualustan. (Hyötykasviyhdistys n.d).

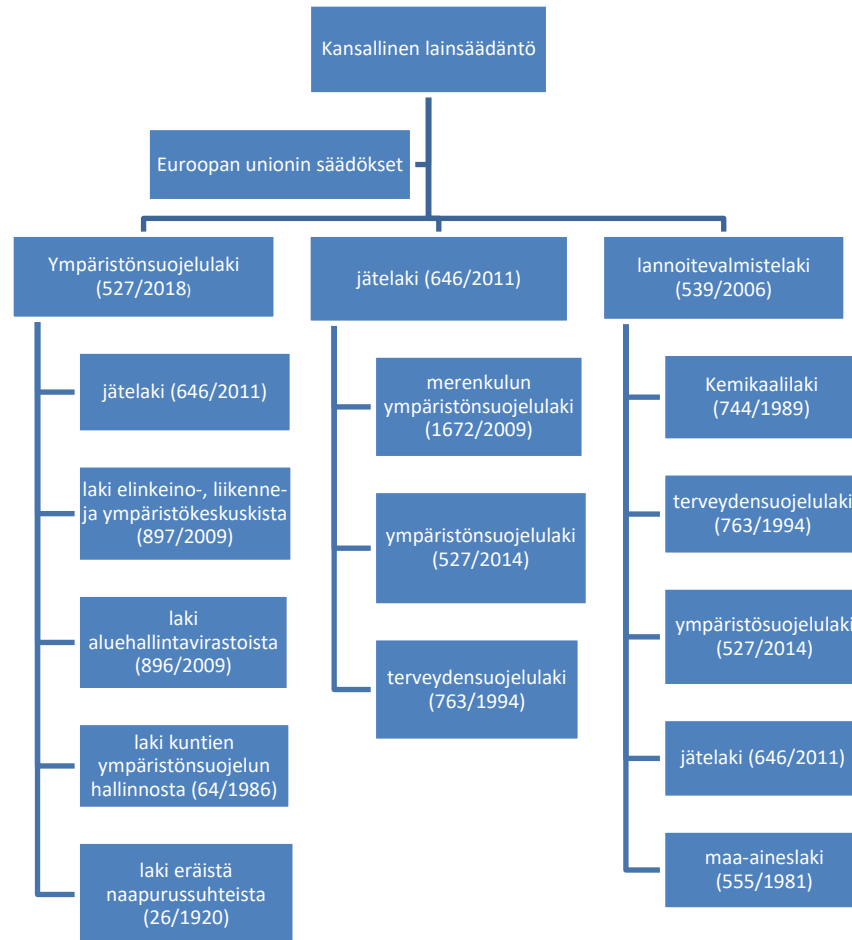
Suomessa biohiilen käyttökohteet liittyvät muun muassa viherrakentamiseen ja maatalouteen. Kaupungeissa biohiiltä käytetään kasvualustoihin, viherkattoihin ja hulevesien puhdistusjärjestelmiin. Maataloudessa biohiilen avulla suodatetaan ravinnepitoisia valumavesiä. Lisäksi sitä hyödynnetään karjanlannan käsittelyyn ja kompostointiin. (Suomen biohiiliyhdistys n.d)

Kompostiin lisättynä biohiili tehostaa maatumista. Se nopeuttaa kompostoitumisprosessia ja parantaa valmiin kompostin laatua. Biohiili myös vähentää kompostoitumisprosessissa syntyviä kaasuja kuten metaania. (Hyötykasviyhdistys n.d)

Biohiili on lähes ikuisesti kestävä hiilen muoto. Se ei lahoa, maadu tai hapetu, joten se ei päästä hiilidioksidia ilmakehään. (Kestävä energiatalous, 19.9.2019). Biohiili toimii hiilinieluna, jonka avulla voidaan hillitä ilmastonmuutosta. (Carbons, n.d).

## 4 TOIMINTAA OHJAAVAT LAIT

Suomen lainsäädäntö seuraa Euroopan unionin lainsäädäntöä ja sen kehitystä. Silti kansallinen lainsäädäntö voi olla joiltain osin tiukempia ja laajalaisempia kuin EU - säädökset. (Ympäristöministeriö, 2019). Lakien nivoutumista toisiinsa on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Lakien linkittyminen toisiinsa.

#### 4.1 Jätelainsäädäntö

Jätelainsäädännössä säädetään lähes kaikesta jätteestä. Sen ulkopuolelle jäävät vain eräät erityisjätteet kuten ydinjäte. Sen keskeisinä tavoitteina on vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta, sekä edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä. Sen avulla pyritään ehkäisemään jätteistä ja niiden käsittelystä syväää vaaraa ja haittaa ihmisten terveydelle, sekä ympäristölle. (Ympäristöministeriö, 3.12.2019).

Laissa määritellään jätteeksi sellainen aine tai esine, jonka sen haltija on aikeissa poistaa tai on poistanut käytöstä. Haltija voi myös olla velvollinen poistamaan sen käytöstä. Aine tai esine ei lain mukaan ole enää jätettä, jos se on käynyt läpi hyödyntämistoimen tai jos sillä on käyttötarkoitus, johon sitä käytetään yleisesti. Aine tai esine on jätteen sijaan sivutuote, jos se syntyy osana tuotantoprosessia, mutta sen valmistaminen ei ole prosessin ensisijainen tarkoitus. Sivutuotteen jatkokäytöstä on varmuus, joko sellaisenaan tai tavallisen teollisuusprosessin jälkeen. (Jätelaki, 646/2011 §5).

Jätelain §13, jätteestä ja jätehuollosta aiheutuvan vaaran ja haitan ehkäiseminen, mukaan jätettä ei saa hylätä eikä käsitellä hallitsemattomasti. Niistä ei saa aiheutua vaaraa tai haittaa terveydelle, ympäristölle tai yleiselle turvallisuudelle. Lisäksi laissa linjataan, että jätteen keräyksessä, kuljetuksessa sekä käsittelyssä on huolehdittava, että jätehuollosta ei aiheudu ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavia päästöjä. Näitä ovat muun muassa melu, haju ja ympäristön viihtyisyyden väheneminen. Tämä tarkoittaa myös, että toiminnan, paikan tai laitoksen on sovellettava ympäristöön ja maisemaan. Jätehuollossa tulee noudattaa periaatetta, jonka mukaan käytetään parasta mahdollista tekniikkaa, sekä ympäristön kannalta parasta käytäntöä. (Jätelaki, 646/2011 §13).

#### 4.2 Ympäristönsuojelulainsäädäntö

Ympäristönsuojelulain ja -asetuksen tarkoituksena on ehkäistä ympäristön pilaantumista ja pilaantumisen vaaraa. Lisäksi lain tehtävänä on ehkäistä ja vähentää päästöjä, sekä torjua ympäristövahinkoja. Laissa määritellään päästöiksi sellaisia ihmisen toiminnasta aiheutuvia asioita kuten aine, energia, melu, värinä, säteily, valo, lämpö ja haju. Ne voivat kohdistua ilmaan, veteen tai maaperään. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014).

Lakia sovelletaan toimintaan, josta aiheutuu tai saattaa aiheutua ympäristön pilaantumista. Sitä sovelletaan myös toimintaan, jossa syntyy ja käsitellään jätettä. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014).

Ympäristönsuojelulain kolmannessa luvussa kerrotaan lakia valvovista viranomaisista ja näiden tehtävistä. Valtion viranomaisiin kuuluvat ympäristöministeriö, elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus sekä aluehallintavirasto. Näistä ympäristöministeriölle kuuluvat lain toiminnan ohjaus, seuranta ja kehittäminen. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014).

Elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus valvoo laissa annettujen tehtävien hoitamista ja säännösten noudattamista alueellaan. Lisäksi se käyttää osaltaan ympäristönsuojelun yleisen edun puhevaltaa elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksista annetun lain mukaisesti (897/2009). Samoin aluehallintovirasto toimii siitä annetun lain (896/2009) mukaisesti ja toimii valtion ympäristölupaviranomaisena. Lisäksi se toimii kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen tukena. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014).

Kunnille kuuluvista ympäristönsuojelulain mukaisista lupa- ja valvontatehtävistä sekä ilmoitusmenettelyistä huolehtii kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. Tästä on säädetty tarkemmin laissa kuntien ympäristönsuojelun hallinnosta (64/1986). (Ympäristönsuojelulaki 527/2014).

Ympäristölain §27. linjaa tilanteita, joissa on ympäristön pilaantumisen vaara ja joissa näin ollen tulee olla ympäristölupa. Tällaisia ovat esimerkiksi tilanteet, joissa toiminta saattaa aiheuttaa vesistöjen pilaantumista, mutta kyseessä ei kuitenkaan ole vesilain mukainen hanke tai kun jätevesiä

ohjataan ja siitä saattaa aiheutua ojan, noron tai lähteen pilaantuminen. Lisäksi laki vaatii ympäristöluvan, mikäli toiminnasta saattaa aiheutua naapureille kohtuutonta räsitusta. (Ympäristönsuojelulaki §27, 527/2014). Ympäristöluvan hakemisen, myöntämisen ja käsittelyn erivaiheet on kuvattu ympäristönsuojelulakiin. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014).

### 4.3 Lannoitevalmistelaki

Lain tavoitteena on edistää hyvälaatuisten, turvallisten ja kasvituotantoon sopivien lannoitevalmisteiden tarjontaa, sekä edistää siihen sopivien sivutuotteiden hyötykäyttöä. Näin pyritään edistämään kasvintuotannon, elintarvikkeiden sekä ympäristön laatua ja turvallisuutta. Lisäksi laki edellyttää riittävien tietojen antamista lannoitevalmisteiden ostajille ja käyttäjille. (Lannoitevalmistelaki §1, 539/2006).

Lannoitevalmisteiden ja soveltuvilta osin niiden raaka-aineiden valmistukseen sovelletaan lannoitevalmistelakia. Laki myös ohjaa raaka-aineiden ja lannoitevalmisteiden saattamista markkinoille. Lisäksi se ohjaa niiden käyttöä, kuljetusta, maahan tuontia ja vientiä. Lisäksi laki koskee lannoitevalmisteiden valmistamista omaan käyttöön. (Lannoitevalmistelaki §2, 539/2006).

Lannoitevalmistelain ulkopuolelle on linjattu toisessa artiklassa muutamia tilanteita. Näitä ovat muun muassa tutkimuslaitoksissa tehtävät tieteelliset tutkimukset, tuotekehitykseen liittyvät tehtävät, sekä tullaamatta Suomen kautta kuljetettavat lannoitevalmisteet. Lannoitevalmistelain ulkopuolelle jäävät myös biokaasu- ja kompostointilaitokset, sekä muut vastaavat laitokset, jotka käsittelevät orgaanisia materiaaleja ja joiden lopputuotteet eivät sovellu lannoitevalmisteeksi tai sen raaka-aineiksi. Tällainen materiaali tulee sijoittaa ympäristönsuojelulainsäädännön nojalla hyväksytyille kaatopaikalle tai polttolaitokseen. (Lannoitevalmistelaki §2, 539/2006).

Lain toisessa luvussa; lannoitevalmisteita koskevat säännökset, artikla viisi, säädetään lannoitevalmisteiden yleisistä vaatimuksista. Niihin kuuluvat muun muassa vaatimus siitä, että toiminnanharjoittajalla on asianmukaiset tilat, laitteet ja kalusto raaka-aineiden ja lannoitevalmisteiden käsittelyyn, säilytykseen ja valmistukseen. Toiminnanharjoittajan tulee noudattaa riittävää huolellisuutta ja varovaisuutta, koskien lannoitevalmisteiden ja raaka-aineiden käsittelyä, käyttöä, kuljetusta, sekä varastointia. Näin ehkäistään terveys-, turvallisuus- ja ympäristöhaittoja. (Lannoitevalmistelaki 539/2006).

Lannoitevalmisteiden tulee täyttää lannoitevalmistelaissa ja -asetuksessa annetut vaatimukset. Niiden tulee olla turvallisia, tasalaatuisia ja käyttötarkoitukseen sopivia. Ne eivät saa sisältää sellaisia määriä haitallisia aineita, tuotteita tai eliöitä, että sen ohjeenmukainen käyttö voisi aiheuttaa vaaraa ihmisten tai eläinten terveydelle tai turvallisuudelle.



Lannoitevalmiste ei myöskään saa vaarantaa kasvien terveyttä tai ympäristöä. (Lannoitevalmistelaki §5 539/2006).

## 5 TUTKIMUSTULOKSET JA AINEISTOT

Tässä kappaleessa kuvataan Honkanummen hautausmaan kompostointimenetelmää, sen eri vaiheita ja käytössä olevia toimintatapoja. Lisäksi perehdytään toiminnan suunnitelmiin ja kompostoidun materiaalin jatkojalostamiseen kompostimassasta tuotteistetuksi kasvualustaksi.

Lisäksi tutkitaan valmiin tuotteistetun kasvualustan ominaisuuksia, kuten koostumusta, ravinteikkuutta ja soveltuvuutta erilaisiin käyttökohteisiin. Näitä ominaisuuksia arvioidaan tutkimustulosten perusteella, sekä vertaamalla niitä asiantuntijoiden laatimiin suosituksiin.

Asiantuntijoiden haastatteluiden ja henkilökohtaisten tiedonantojen, sekä lisäselvitysten avulla avataan myös toiminnan kehittämisen mahdollisuuksia. Tämä toteutetaan vertailevalla ja tutkivalla tavalla.

### 5.1 Jätteiden käsittely Honkanummen hautausmaalla

Honkanummen hautausmaalla syntyvän jätteen käsittelyyn osallistuivat kesällä 2018 oma henkilökunta ja useat ulkopuoliset yritykset. Oman henkilökunnan toimesta hautausmaalla käsitellään alueella syntynyt puutarhajae, joka kompostoidaan hautausmaan pohjoisosassa sijaitsevalla kompostikentällä. Muu jäte kuljetetaan pois ja käsitellään asianmukaisesti ulkopuolisten yritysten toimesta. Näitä yrityksiä ovat muun muassa Helsingin seudun ympäristöpalvelut eli HSY, Lassila & Tikanoja Oyj ja Eerola yhtiöt.

Puutarhajakeen osuus käsitellään yhdessä Hietaniemen, Leposaaren, Östersundomin hautausmaiden ja Maunulan uurnalehdon puutarhajakeen kanssa. Tarkkoja tietoja puutarhajakeen kokonaismäärästä ei ollut saatavilla tähän opinnäytetyöhön. Hietaniemen hautausmaalta on vuonna 2018 puistopuutarhurin Michael Degerlundin mukaan kuljetettu Honkanummelle käsiteltäväksi 1 040 tonnia puutarhajaetta. Muiden hautausmaiden osalta on tiedossa lähinnä kuljetettujen jätekuormien määrät, taulukossa 1. Taulukon laskelmat on tehty hyödyntäen kuljetuksessa käytetyn kaltaisen kuorma-auton polttoaineen keskipulutusta sekä, kunkin vuoden polttoaineen keskiarvoista hintaa.

Taulukko 1. Koonti puutarhajakeen kuljetuksista Honkanummen hautausmaalle

Koonti puutarhajakeen kuljetuksista			
	2015	2016	2017
<b>kuljetusten kokonaismäärä (kpl)</b>	93	147	175
<b>kuljetusten kokonaiskilometrit (km)</b>	2996	4740	5554
<b>polttoainekulutus (L)</b>	899	1422	1666
<b>kuljetusten polttoainekustannukset (€)</b>	1163,1	1689,4	2152,8

## 5.2 Kompostointi Honkanummen hautausmaalla vuonna 2018

Keväällä 2018 Honkanummen hautausmaan kompostikentällä oli yhteensä 6 aumaa kompostia ja yksi valmiista kasvualustaa. Kahdessa aumassa kompostoituminen oli yhä käynnissä. Neljässä aumassa jälkikypsytyks oli loppunut ja ne odottivat käyttöönottoa jatkojalostukseen.

Kompostikentällä olevan kompostimassan ja valmiin kasvualustan määrät mittauettiin kesän 2018 aikana. Mittaus suoritettiin kahdesti, jotta saataisiin selville kuluneen vuoden aikana alueelle tuodun ja sieltä pois kuljetetun massan suhde. Mittauksen teki ulkopuolinen yritys Ramboll Oy. Alue kuvattiin drone-lennokin avulla. Sen lentoreitti on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Ramboll Oy:n kuvaama alue

Honkanummella kompostin hoitaminen on ollut lähinnä lisätyö, jota on hoidettu muiden töiden ohella silloin, kun se on ollut mahdollista. Tämän vuoksi aumojä on pystytty kääntämään vain noin kaksi kertaa vuodessa. Yleensä aumat on käännetty vuodenvaihteen tai alkuvuoden aikana ja

toisen kerran alkusyksyllä. Työn tarkempaan ajoittumiseen on vaikuttanut hautausmaan muut konetyöt sekä niiden ajoittuminen vuoteen kertoo Honkanummen hautausmaan erityisammattimies Kai Kaukamo henkilökohtaisessa tiedonannossa 3.4.2018. Hänen mukaansa harvoin käännettyinä massan kompostoitumisaika on mukaan noin pari vuotta. (henkilökohtainen tiedonanto 3.4.2018).

### 5.3 Kompostimassan analyysit

Eurofinns Viljavuuspalvelulla on teetetty vuonna 2016 kasvualusta-analyysit kahdesta kompostimultanäytteestä. Analyysimateriaalit kulkivat kompostoinnin aloitusvuosien nimillä, jotka olivat 2012-2013 ja 2014. Tutkimuksessa verrattiin mekaanisen maa-analyysin tuloksia InfraRYL:n suosituksiin. Analyysin tulosten lisäksi Viljavuuspalvelulta tilattiin lannoitus- ja kalkitussuositukset, sekä tuoteseloste.

Analyysin tulosten mukaan 2012 -2013 aumojen materiaali sopi kohtalaisesti maisemanurmelle, karujen alueiden kylvö- ja istutusalueeksi, sekä karujen alueiden ja kuivien niittyjen kasvualustaksi. 2014 auman materiaali sai hyvin samankaltaiset tulokset.

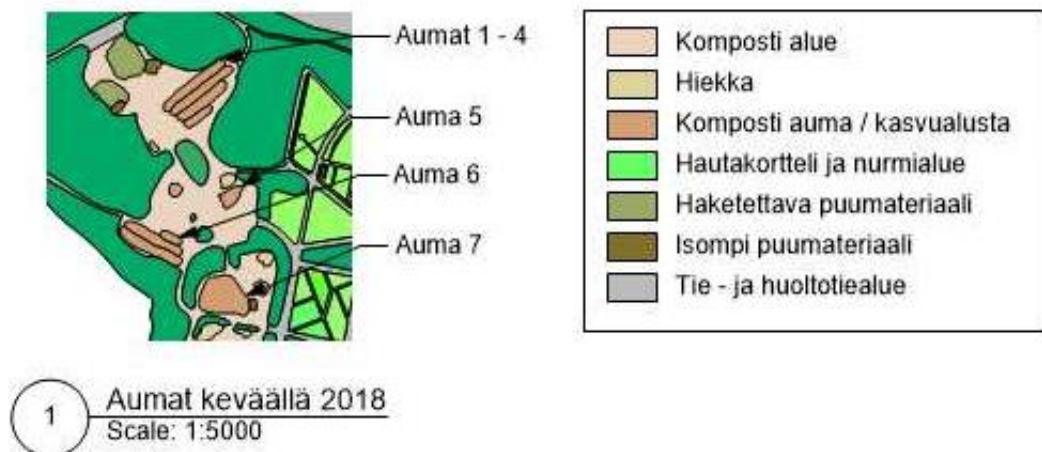
Kompostimullan analyysi osoittaa, että se ei täytä InfraRYL:n vaatimuksia rakennetun alueen istutus- tai kylvöalustaksi. Se ei sovellu vaatelialle tai vaatimattomille puille, pensaille, köynnöksille tai perennoille. Se on myös sopimatonta happaman maan kasveille.

Vuonna 2017 Honkanummella ei teetetty uutta kasvualusta-analyysiä. Tämä johtuu siitä, että vuonna 2016 teetetty tuoteseloste on yhä voimassa. Se mahdollistaa kasvualustan myymisen ulkopuolisille tahoille.

### 5.4 Maa-ainesanalyysien tulokset 2018

Huhtikuussa 2018 Honkanummen hautausmaan kompostikentällä olleista kompostimulta-aumosta, sekä valmiista kasvualustasta teetettiin maa-ainesanalyysit. Ne teetettiin Eurofinns Viljavuuspalvelu Oy:llä Mikkeliissä. Tällöin näytteet otettiin kaikista niistä aumoista, joissa kompostoituminen oli pysähtynyt. Analyysin tuloksia verrattiin Viherympäristöliiton laatimiin kasvualustasuosituksiin.

Näytteitä otettiin yhteensä neljä kappaletta. Ne nimettiin seuraavasti: Auma 1, Auma 1-4, Auma 5 ja Auma 7. Numerollinen nimeäminen perustui aumojen sijaintiin. Niiden sijoittuminen kompostointi kentälle on osoitettu kartalla kuvassa 7.



Kuva 7. Aumojen sijoittuminen kompostikentälle keväällä 2018.

Tulokset olivat kaikkien näytteiden osalta hyvin samankaltaiset. Pienet erot näytteiden väleillä selittyvät niiden pitkällä seisotusajalla ennen niiden käyttöönottoa. Tänä aikana suuri osa niiden alun perin sisältämistä ravinteista on huuhtoutunut pois.

Mekaanisen maa-analyysin tulosten mukaan aumojen kompostimulta soveltuu kohtalaisesti karujen alueiden ja kuivien niittyjen kasvualustaksi. Kompostimullassa ilmenevät puutteet liittyvät lähinnä sen ravinteikkuteen. Eurofins Viljavuuspalvelun tekemät parannusehdotukset on avattu myös opinnäytetyön tutkimustulokset 4.0 luvun taulukossa 2. Niiden perusteella kaikkiin analysoituihin massoihin tulisi lisätä lannoitteita ravinteikkouden parantamiseksi. Lisäksi aumaan 1-4 tulisi lisätä Viljavuuspalvelun ohjeen mukaisesti kivennäismaa-aineita.

Kompostimulta soveltuu heikosti happaman maan kasveille, kuten karujen alueiden havuille ja varvuille. Mekaanisen maa-analyysin mukaan auma 1-4 soveltuu tarkoitukseen heikoiten. Muut aumat ovat tasaisempia, mutta yksikään ei sovellu hyvin tarkoituksen mukaiseksi kasvualustaksi. Viljavuuspalvelun tekemän parannusehdotuksen mukaan kompostimullasta saatisiin happaman maan kasveille soveltuvaa kasvualustaa lisäämällä kivennäismaa-aineita ja lannoitteita. Lisäksi aumoihin 1-4 ja 5 tulisi lisätä turve- maata.

Honkanummen kompostimulta soveltuu huonosti perustettaville nurmikoille rakennetuilla viheralueilla (A1-A3), vaatimattomille puille ja pensaille sekä perennoille. Tähän tarkoitukseen kasvualusta on liian ravinneköyhää. Se vaatii lisälannoittamista. Kaikki aumat vaativat myös rakenteellista parantamista, joka onnistuu kivennäismaan lisäämisellä. Aumoihin 5 ja 7 tulee lisätä maanparannusturvetta massan multavuuden parantamiseksi.

Kasvualusta sopii huonosti vaateliaille puille, pensaille, köynnöksille, ryhmäruusuille, perennoille ja rajattuihin kasvualustoihin. Soveltuakseen tarkoitukseen kaikki neljä aumaa vaativat sekä kivennäismaa-aineksia että runsaasti lannoittamista. Aumat 1-4, 5 ja 7 vaativat myös turvemaanli-säystä.

## 5.5 Kompostimassasta valmistettu kasvualusta

Honkanummen hautausmaalla valmistetaan kypsästä kompostimassasta tuotteistettua kasvualustaa. Eviralle vuonna 2017 toimitetun omavalvon-taraportin mukaan prosessissa jälkikypsytytystä kompostimassasta valmis-tetaan tuotteistettua kasvualustaa seulomalla siitä liian karkeamateriaali pois ja sekoittamalla siihen hiekkaa. Kompostimateriaalin ja hiekan suh-teeksi on tuolloin ilmoitettu 70 % kompostimultaa ja 30 % hiekkaa.

Hautausmailla tehdään vuosittain erilaisia viherrakennus- ja kunnossapito-töitä, joissa kasvualusta on olennainen tekijä. Kasvualustan laadulliset ja rakenteelliset ominaisuudet määrittävät kasveille niiden kasvuolosuhteet. Mikäli kasvin vaatimat kasvuolosuhteet eivät täyty sen kasvusta tulee kitu-liasta, joka vaikuttaa heikentävästi sen koristearvoon.

Honkanummen hautausmaalla käytetään pääasiassa paikalla valmistettua kasvualustaa. Sen tavallisimpia käyttökohteita ovat erilaiset viherraken-nuskohteet, puiden ja pensaiden, perennojen ja nurmikoiden istutusalus-tat. Lisäksi sitä käytetään hautojen kukkapesien istutus-alustana ja hauto-jen peittomateriaalina.

Käytettävästä kasvualustasta ostetaan vain pieni osa Honkanummen ja Ös-tersundomin hautausmailla. Tätä ostettua kasvualustaa käytetään osalle hautausmaan kesäkukista, sekä perustellusti muihin kohteisiin. Sitä hanki-taan tavallisesti suurempi erä suoraan valmistajalta. Vuonna 2016 tuotteis-tettua kasvualustaa ostettiin yhteensä 101,15 tn. Seuraavana vuonna määrä oli vain 46,06tn. Vuosittaiset tilausmäärät vaihtelevat suuresti. Tä-hän vaikuttaa hautausmaan rakennus- ja kehittämisprojektit.

## 6 TUTKIMUSTULOSTEN ANALYYSI

Helsingin seurakuntayhtymän hautausmailla syntyy suuria määriä puutar-hajaetta. Suurin osa siitä käsitellään keskitetysti Honkanummen hautaus-maalle kuuluvalla alueella. Puutarhajakeen määrä on kasvanut hiljalleen tasaista vauhtia, mutta määrän ei kuitenkaan odoteta kasvavan tulevaisuu-dessa radikaalisti. Tämä oletus johtuu siitä, että odotettavissa ei ole poik-keuksellisen suuria kasvillisuuden poistoja tai vaihtoja. Käsiteltävän mate-riaalin määrän kasvun myötä on noussut huoli alueen riittävydestä

toiminnan tarpeisiin. Näistä tekijöistä on syntynyt tarve tarkastella jakeen käsittelyn nykytilannetta sekä mahdollisuuksia toiminnan kehittämiseksi.

Honkanummen hautausmaalta on varattu puutarhajakeen käsittelyyn yhteensä 17 676 neliömetrin kokoinen alue. Jae käsitellään kompostoimalla se aumamenetelmällä. Valmiista kompostimassasta jatkojalostetaan kasvualustaa hautausmaan omaan käyttöön. Käyttämättä jäänyttä kasvualustaa myydään yksityisille henkilöille ja yrityksille.

Kompostointiin varatulla alueella olevien massojen määrät mitattiin kevään 2018 aikana Rambol Oy:n toimesta. Tuolloin kompostointiin varatusta alueesta oli käytössä 6 050 neliömetriä. Tulokset ovat tämän työn liitteenä, (liite 1). Tulosten mukaan kompostimassaa oli kuudessa aumassa yhteensä 5 126 kuutiometriä ja valmista kasvualustaa oli 2 372 kuutiometriä. Näiden lisäksi alueella säilytettiin väliaikaisesti yhteensä 2 065 kuutiometriä haketettavaa puutavaraa.

Marraskuussa 2018 alueesta oli käytössä vain 3 884 neliömetriä, eli vapaata tilaa oli yhteensä 13 792 neliömetriä. Aumojen sijoittuminen kompostointialueelle on esitetty kuvassa 6. Tällöin alueella oli 5 035 kuutiometriä kompostoituvaa puutarhajaetta. Lisäksi valmista kasvualustaa oli yhteensä 3 504 kuutiometriä. Rambol Oy:n mittauksen tulokset ovat liitteenä, liite 2.



Kuva 8. Kompostialue syksyllä 2018.

Kevään 2018 ja syksyn 2018 välillä kompostikentällä olevien massojen yhteismäärä oli vähentynyt 899kuutiometrillä. Massojen tilavuudet on

koostettu taulukkoon 2. Käyttämätöntä pinta-alaa oli syksyllä 2018 yhteensä 13 792 neliömetriä.

Taulukko 2. Kompostialueen massojen erot kevään ja syksyn 2018 välillä

	Aumat (m <sup>3</sup> )	Kasvualusta (m <sup>3</sup> )	Haketettava massa (m <sup>3</sup> )	Muut massat (m <sup>3</sup> )
<b>Kevät</b>	5126	2372	2065	199
<b>Syksy</b>	5035	3504	193	131

Aumojen hoitotarpeeseen vaikuttavat paitsi kompostointikentän ahtaus myös käsiteltävän jakeen määrä. Nykytilanteen kartoituksessa kävi ilmi, että aumojen käänntö toteutettiin, mahdollisuuksien mukaan, pari kertaa vuodessa. Tämän seurauksena kompostoitumisprosessi kestää Honkanummen kompostialueen aumoissa noin pari vuotta. Liian harvoin käännettyinä aumoissa tapahtuva kompostoituminen on hidasta ja valmis kompostimassa on usein epätasalaatuista. Kompostimassan lämpötilanseuranta ja sen perusteella tehty massan käänntely, parantavat ja nopeuttavat kompostin toimintaa merkittävästi. Tällöin myös lopputuloksesta tulee tasalaatuisempaa.

Valmiissa kompostimassassa kompostoitumisprosessi on pysähtynyt ja sen myötä massan lämpötila on laskenut. Honkanummen hautausmaalla käytössä olevassa aumakompostointimenetelmässä ei ole samaan tapaan selkeää jälkikypsyysaikaa kuten laitteistollisessa kompostoinnissa.

Kompostimassan pitkäaikainen seisottaminen ennen sen jatkojalostusta kasvualustaksi mahdollistaa ravinteiden huuhtoutumisen ympäristöön. Honkanummen kompostikenttä on ainakin toistaiseksi pinnoittamaton, jolloin hulevesien mukana ravinteet pääsevät imeytymään maaperään. Hulevedet huuhtovat myös valmiista kasvualustasta ravinteita hiljalleen pois ja heikentävät näin niiden ominaisuuksia.

Honkanummen hautausmaalla valmistetun kasvualustan haasteiksi ovat tutkimuksissa osoittautuneet kasvualustan rakenne sekä puutteet ravinteikkoudessa. Nämä kävivät ilmi teetetyistä maa-aineanalyyseistä, jonka teki Eurofins viljavuuspalvelu Oy. Lisäksi Eurofins viljavuuspalvelu Oy teki suositukset kasvualustan parannustarpeista. Näitä on avattu taulukossa 3.

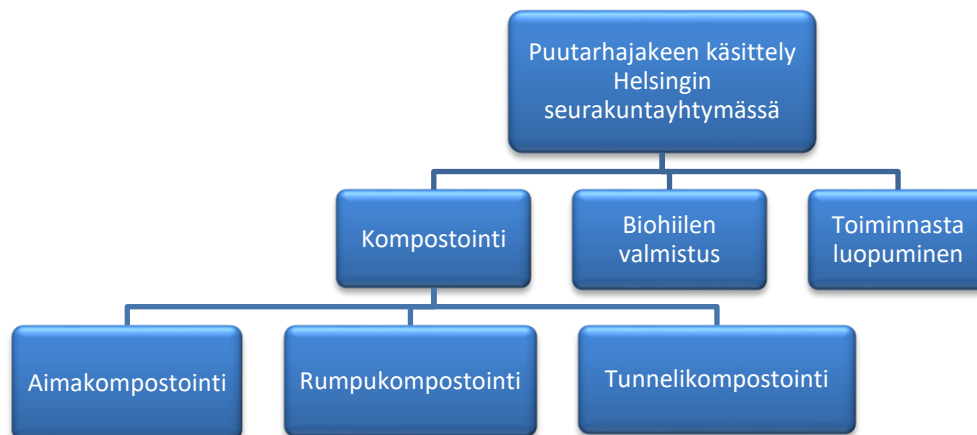
Taulukko 3. Eurofins viljavuuspalvelu Oy:n parannusehdotusten koonti

<b>Auma kohtaiset parannus tarpeet</b>				
	Auma 1	Auma 1-4	Auma 5	Auma 7
<b>Kuivat niityt</b>				
kivennäismaa		x		
turvemaa				
kalkki				
lannoitus	x	x	x	x
<b>Karut alueet, havut ja varvut</b>				
kivennäismaa	x	x	x	x
turvemaa		x	x	
kalkki				
lannoitus	x	x	x	x
<b>Nurmikot, vaatimattomat kasvit</b>				
kivennäismaa	x	x	x	x
turvemaa			x	x
kalkki				
lannoitus	x	x	x	x
<b>Vaateliaat puut, pensaat ja perennat</b>				
kivennäismaa	x	x	x	x
turvemaa		x	x	x
kalkki				
lannoitus	x	x	x	x

### 6.1 Toiminnan kehittämisen vaihtoehdot

Puutarhajakeen käsittelyn kehittämiseksi erivaihtoehtoja vertaillaan toisiinsa. Myös kompostointitapaa arvioidaan vertailemalla menetelmiä ja niiden sisältämiä vaatimuksia. Lisäksi pohditaan biohiilen valmistuksen mahdollisuutta ja toiminnasta luopumista. Vaihtoehdot on tiivistetty kuvaan 9.



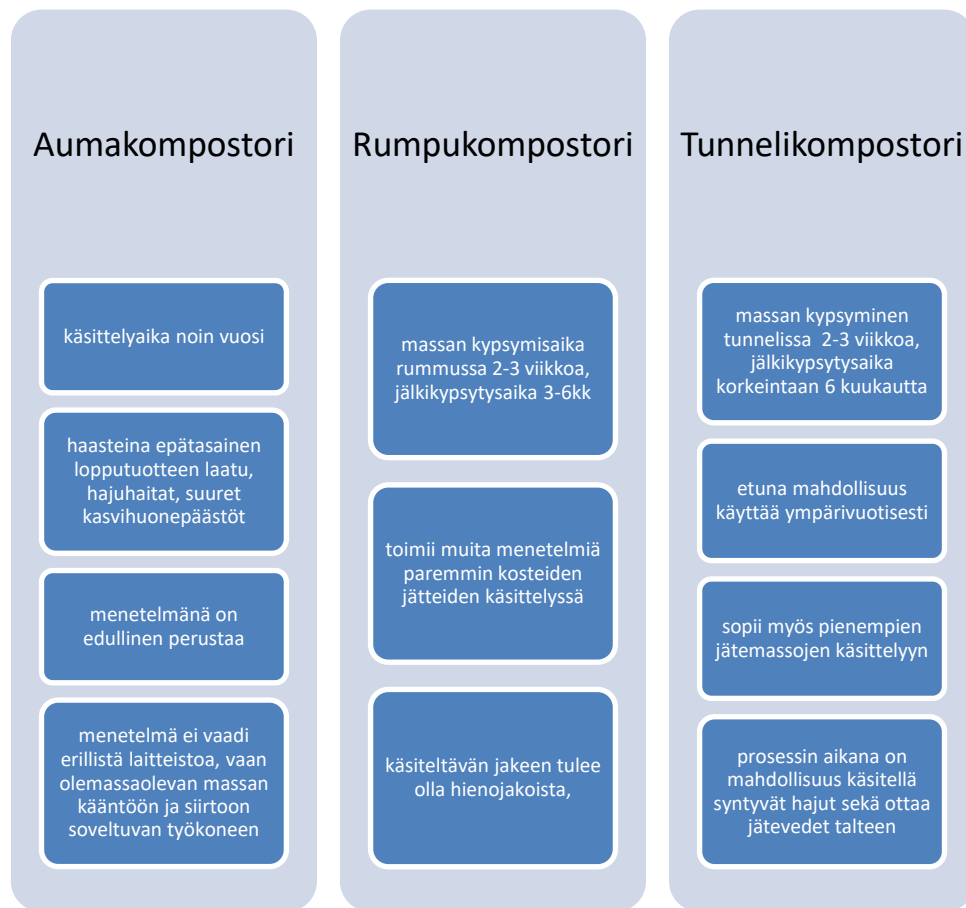


Kuva 9. Vaihtoehtoja toiminnan kehittämiseksi

## 6.2 Kompostointi ja kasvualustan valmistus

Honkanummella on käytössä aumakompostointi, joka on edullisin perustettava kompostointimenetelmä. Rumpu- ja tunnelikompostointiin vaadittava koneisto lisää niiden toimintakustannuksia merkittävästi verrattuna aumakompostointiin. Niiden vahvuuksina on kuitenkin kyky käsitellä nopeassa tahdissa suuria määriä puutarhajaetta. Aumoissa kompostoituminen on hitaampaa kuin rumpu- tai tunnelikompostoinnissa. Toistaiseksi se on kuitenkin ollut riittävän nopea menetelmä Helsingin seurakuntayhtymän omiin tarpeisiin.

Haluttaessa tehostaa toimintaa koneellisen kompostoinnin vahvuudet nousevat esiin. Rumpu- tai tunnelikompostoinnin avulla kompostoitumisprosessi nopeutuisi huomattavasti nykyisestä. Lisäksi kypsä kompostimassa olisi tasalaatuisempaa kuin aumoissa kompostoitu. Kompostointimenetelmien eroja avattu kuvassa 10.



Kuva 10. Kompostointimenetelmien vertailua

Honkanummen hautausmaalla valmistettua kasvualustaa käytetään laajasti eri kohteisiin. Tällaisia ovat nurmikot, puiden ja pensaiden sekä perentojen istutusalueet, sekä haudoille kesäkukkien kasvualustoiksi. Erikoiskasvualustojen käyttö on hyvin vähäistä. Omasta käytöstä ja ulosmyynnistä huolimatta valmista kompostimassaa ja kasvualustaa joudutaan tällä hetkellä seisottamaan pitkiä aikoja.

Pitkän seisotusajan haaste on ravinteiden huuhtoutuminen pois kompostimassasta ja kasvualustasta. Liikaa köyhtynyt kasvualusta ei takaa kasveille niiden tarvitsemia elinoloja ilman lisälannoitusta tai massan sekoittamista ravinteikkaampaan massaan. Nämä tiedot ovat yhteneväiset Eurofins viljavuuspalvelu Oy:n tekemien maa-aineanalyyysien ja parannusehdotusten kanssa.

Tulosten mukaan Honkanummen kompostimulta on liian ravinneköyhää kasvualustaksi sellaisenaan. Se vaatii kaikkiin analyysissä tutkittuihin käyttökohteisiin lisälannoitusta. Lisäksi riippuen käyttökohteesta, kompostimulta vaatii erikokoisia rakenteellisia parannuksia. Ne voidaan saavuttaa pääasiassa hiesun tai hienon hiedan sekä maanparannusturpeen lisäämisellä. Tulokset on avattu myös kappaleen 4.0 taulukossa 3.

### 6.3 Biohiilen tuomat mahdollisuudet

Biohiiltä käytetään viherrakentamisen eri kohteissa. Näitä ovat muun muassa hulevesien puhdistusjärjestelmät ja kasvualustat. Biohiilen kyky pitää vettä ja ravinteita sekä ylläpitää monipuolista ja aktiivista pieneliöstöä tekevät siitä ihanteellisen osan erilaisia kasvualustoihin. Sitä käytetään myös kasvualustojen parannukseen.

Viherrakennuksen lisäksi biohiiltä hyödynnetään kompostoinnissa. Kompostiin lisättyä se tehostaa maatumista ja nopeuttaa kompostoitumisprosessia. Biohiili myös parantaa valmiin kompostin laatua sekä vähentää prosessissa syntyviä kaasuja ja hajuhaittoja. Biohiili ei päästä hiilidioksidia ilmakehään, eli se ei lahoa, maadu tai hapetu. Se on lähes ikuisesti kestävä hiilen muoto, joka toimii myös hiilinieluna. Lisäksi sen avulla on todettu voitavan hillitä ilmastonmuutosta.

Biohiilen valmistuksessa voidaan hyödyntää lähes mitä tahansa orgaanista materiaalia, kuten puutarhajaetta. Sitä valmistetaan yleensä kuivatislaamalla eli pyrolyysissä. Toiminta edellyttää asianmukaisen laitteiston hyödyntämistä.

Honkanummen hautausmaalla ei ole käytetty biohiiltä. Sen hyödyntämistä kasvualustoissa tai kompostin parannuksessa ei myöskään ole selvitetty aikaisemmin.

### 6.4 Toiminnasta luopuminen

Helsingin seurakuntayhtymän hautausmailla syntyvän puutarhajakeen käsittely on toistaiseksi keskitetty pääasiassa Honkanummen hautausmaalle. Siellä käsitellään Honkanummen hautausmaalla syntyvän jätteen lisäksi Maunulan uurnalehdon, Östersundomin, Leposaaren ja Hietaniemen hautausmaiden puutarhajakeet. Helsingin seurakuntayhtymän toinen puutarhajakeen käsittelypaikka sijaitsee Malmin hautausmaan yhteydessä, jossa käsitellään siellä syntyvä puutarhajae.

Puutarhajakeen käsittely vaatii työvoimaa ja osaamista, sekä toimintaan sopivia työkoneita. Hyvin hoidettuna puutarhajakeesta voi valmistaa muun muassa laadukkaita kasvualustoja tai biohiiltä. Liian vähäinen tai huonosti hoidettu puutarhajakeen käsittely on hidasta, eikä lopputuotteesta tule ihanteellista. Lisäksi tällöin ympäristöön saattaa kohdistua enemmän haittoja, kuten hajua ja ravinnevalumia.

Toiminnasta luopuminen vaatii lisäselvitysten tekoa asioista, kuten mahdollisten puutarhajakeen vastaanottajista Helsingin seudulta, näiden vaatimuksista jakeen koostumukseen, sen kuljetuksesta sekä mahdollisista korvauksista.

## 6.5 Toiminnan tulevaisuus

Puutarhajakeen käsittelyn pysyessä nykytilan kaltaisena Honkanummen hautausmaan haasteet pysyvät lähes muuttumattomina. Käsiteltävän jakeen määrän kasvaessa haasteet jatkavat kehittymistään, mutta määrän vuosittainen vaihtelu mahdollistaa myös kehityksen hidastumisen.

Nykytilanteessa työn määrä ei mahdollista käsiteltävän jakeen kasvua vaarantamatta toiminnan laatua. Puutarhajakeen käsittelyn heikkeneminen vaikuttaa suoraan kypsän kompostin laatuun ja jatkojalostuksen tuotteena syntyvään kasvualustaan. Kasvualustan laatuun vaikuttaa voimakkaasti myös kypsän kompostimassan pitkä seisotuaika ennen sen jatkojalostamista. Tänä aikana kompostimassasta huuhtoutuu runsaasti ravinteita maaperään pinnoittamattoman käsittelyalueen läpi. Tämä johtaa kompostimassan köyhtymiseen ennen sen jatkojalostamista.

Helsingin seurakuntayhtymällä on mahdollisuus muuttaa tilannetta ja kehittää Honkanummen hautausmaalla toimivaa puutarhajakeen käsittelyä eri tavoin. Näitä ovat panostaa nykyiseen aumakompostointiin tai vaihtaa käytössä olevaa kompostointimenetelmää. Toisena vaihtoehtona on tutkia lisää biohiilen valmistusta sekä mahdollisuuksia toiminnan muuttamiseksi siihen. Kolmantena vaihtoehtona on jakeen käsittelyn siirtäminen ulkopuoliselle toimijalle. Muut vaihtoehdot ovat näiden vaihtoehtojen yhdistelmiä.

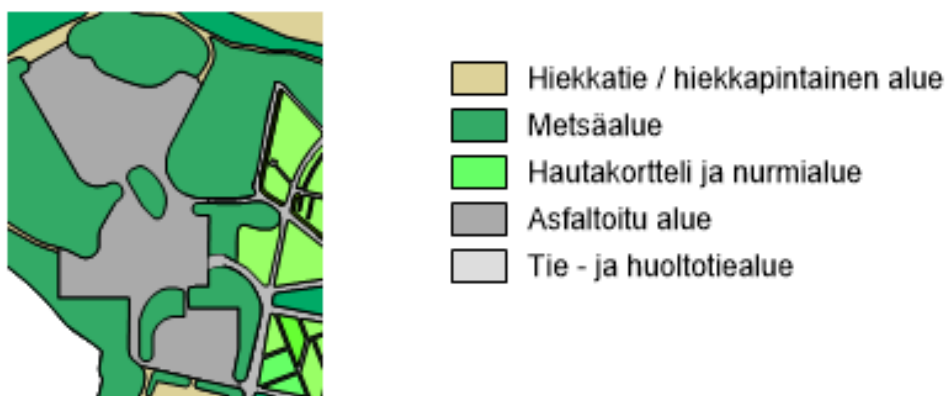
## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Helsingin seurakuntayhtymän haasteet puutarhajakeen käsittelyssä liittyvät käsiteltävän jakeen määrän hitaaseen kasvuun ja käsittelytapaan. Työn määrä on kasvanut usean vuoden ajan, jolloin hiljalleen siihen käytetty aika ei ole enää vastannut tarvetta. Tämä on johtanut kompostiaumojen jäämiseen vähäiselle hoidolle.

Liian vähäisen hoidon seurauksena kompostoituminen on hidasta ja lopputuote epätasalaatuista. Valmistusta on käytetty menneinä vuosina selkeästi vähemmän, kuin mitä sitä on valmistunut. Tästä syystä Honkanummen kompostikentälle on kertynyt valtavia määriä kypsää kompostimassaa. Siitä on vuosien aikana huuhtoutunut pois suurin osa sen sisältämistä ravinteista. Tähän liittyy suuri huolenaihe, joka on kompostikentän pinnoittamattomuus. Kompostointialue, jossa ei ole pinnoitetta ja valumavesien suodatusjärjestelmää on todennäköisesti rasite lähiympäristölleen.

Kompostialueen pinnoittaminen olisi helpointa toteuttaa asfaltoimalla. Kuvassa 11 on esitetty alueen asfaltointiehdotus. Sen yhteydessä aluetta

olisi mahdollista siistiä ja järjestää uudelleen. Toiminnan uudelleen järjestelyn tavoitteena olisi helpottaa ja selkiyttää kompostin hoitoa.



Alueen asfaltointi ehdotus  
Scale: 1:5000

Kuva 11. Kompostialueen asfaltointiehdotus

Alueet voisi jaotella siten, että pohjoisimmalla alueella sijaitisi uuden puutarhajakeen vastaanotto paikka. Sen läheisyyteen sijoittuisi myös ensimmäinen auma. Puutarhajake siirtyisi sinne ensimmäisen sekoituksen yhteydessä. Auman tulevien kääntöjen mukana se siirtyisi hiljalleen etelämmäs ja lähemmäs seuraavaa suurta asfalttialuetta. Eteläisimmällä asfaltoiduista alueista sijaitisi kasvualustoihin varattujen raaka-aineiden varastointi sekä valmis sekoitettu ja seulottu kasvualusta.

Toimiakseen kunnolla kompostointi vaatii aumojen aktiivista hoitoa ja seurantaa. Honkanummen hautausmaalla niiden hoitoon liittyy paljon hiljaista ja kirjoittamatonta tietoa. Aumojen hoitoon liittyviä suunnitelmia ei käsittäkseni ollut lainkaan kirjallisessa muodossa. Ne olivat ainoastaan kompostoinnista huolehtivalla erityisammattimiehellä.

Aumojen hoitoon liittyvä hiljainen tieto ja osaaminen tulisi mielestäni olla myös kirjallisessa muodossa. Tällöin se on hyödynnettävissä mahdollisimman monen työntekijän hyödyksi. Kirjallisessa muodossa oleva tieto ja suunnitelmat eivät olisi vaarassa kadota. Mielestäni työntekijöiden on tärkeää kokea työnsä niin arvokkaaksi, että osaamisen ei haluta häviävän työnantajalta. Työn suunnittelu ja kirjaaminen myös nostavat yleensä esiin rakentavaa keskustelua ja monialaista yhteistyötä.

Toiminnan kehittämiseksi nostaisin keskusteluun biohiilen käytön osana kompostia. Sitä voisi harkita pilottiluontoiseksi kokeiluksi. Se toteutettaisiin jakamalla yhden vuoden puutarhajake kahdeksi aumaksi, joista toiseen lisätään biohiiltä. Aumojen hoito toteutettaisiin keskenään samalla

tavalla. Niiden rakennetta ja ravinteikkuutta seurataan tekemällä maanainesanalyysijä säännöllisin väliajoin. Tällöin biohiilen hyödyistä kompostin lisänä saataisiin Honkanummella omakohtaista kokemusta. Mikäli käyttökokemus olisi positiivinen, niin sen käyttöä tulisi harkita jatkettavaksi kompostin parannusaineena.

Valmiin kompostin jatkojalostamisen haasteiksi ovat osoittautuneet kompostimassan pitkä seisotus sekä puutteet sen rakenteessa ja ravinteikkuudessa. Kasvualustasta pois huuhtoutuneiden ravinteiden korvaamiseksi Honkanummen hautausmaalla on käytetty runsaasti erilaisia lisälannoitteita. Tähän haasteeseen tulee mielestäni puuttua ja etsiä sen korjaamiseksi ympäristöä vähemmän kuormittavia ratkaisuja. Mielestäni ihan teellisin vaihtoehto olisi hyödyntää kompostissa luonnostaan olevat ravinteet kasvualustassa ja välttää lisäravinteiden käyttöä. Tämä edellyttää kypsän kompostimassan jatkojalostamista kasvualustaksi pian kompostoitumisen pysähtyttyä. Lisäksi tämä vaihtoehto vähentää merkittävästi rikkakasvien mahdollisuuksia levitä kasvualustan sekaan. Ravinteikkaasta ja rikkavapaasta kompostimassasta voi valmistaa laadukkaita kasvualustoja erilaisiin viheralueiden kohteisiin.

Honkanummen hautausmaalla kasvualustaa on tuotettu liikaa suhteessa sen tarpeeseen. Sen vuoksi kasvualustoihin käytettävät raaka-aineet joutuvat odottamaan käyttöönottoaan pitkään. Honkanummen hautausmaan oman käytön lisäksi kasvualustaa myydään yrityksille ja yksityisille henkilöille. Tästä minulle herää pohdinta kasvualustan myynnin kasvattamismahdollisuuksista. Etenkin yksityiset henkilöt ovat mahdollinen kuluttajakunta. Toistaiseksi heille kohdistettu kasvualustan myynti on ajoittunut multamarkkinat nimiseen tapahtumaan keväälle sekä satunnaisiin erikseen sovittuihin ajankohtiin. Myyntiä voisi pyrkiä tehostamaan markkinoinnin avulla sekä laajentamalla myyntiaikaa.

Kasvualustan myynti on vain yksi useista vaihtoehdoista, jolla Helsingin seurakuntayhtymä voi hyödyntää puutarhajaetta. Muutoksilla puutarhajaekkeen käsittelytapaan vaikuttaa lähes kaikkiin Helsingin seurakuntayhtymän hautausmaista, joko suoraan tai välillisesti. Vaikutukset voivat liittyä puutarhajaekkeen keräämistapaan, sen kuljetukseen käsiteltäväksi tai siitä syntyviin kustannuksiin.

Eryteisesti muutoksesta syntyviä vaikutuksia kohdistuisi Honkanummen hautausmaahan, jossa puutarhajaekkeen käsittely ja kompostin jatkojalostus on mahdollistanut muun muassa pääasiallisen omavaraisuuden kasvualustan suhteen. Toiminnan muutokset kehityksen tai lopettamisen suuntaan vaikuttavat sellaisiin asioihin kuten työn määrä, työkonkanta ja niiden käyttöön, kasvualusta- ja kiviaineshankinnat, sekä lannoitteiden käyttö.

Päätökset koskien puutarhajaekkeen käsittelyn muutoksia, kehitystä tai ulkoistamista eivät tule olemaan helppoja. Helsingin seurakuntayhtymässä on arvioitava erilaisia vaihtoehtoja ja pohdittava toiveita tulevaisuuden

suhteen. Lisäksi tulee arvioida sitä, kuinka laajalle hautaustoimen työtä voidaan viedä sen varsinaisesta tehtävästä. Helsingin seurakuntayhtymässä on kuitenkin halu perehtyä ja reagoida puutarhajakeen käsittelyn haasteisiin.

## LÄHTEET

Carbons, Biohiili. (n.d). Haettu 14.3.2020. osoitteesta <https://carbons.fi/biohiili/>

Degerlund, M (2018). Puistopuutarhuri Hietaniemen hautausmaa. Henkilökohtaintiedonanto 14.12.2018.

Helsingin seudun ympäristöpalvelut, HSY, Puutarhajäte ja risut. (25.1.2018). Haettu 4.2.2019 osoitteesta <https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratys/lajitteluohjeet/puutarhajaterisut/Sivut/default.aspx>

Hyötykasviyhdistys, Biohiilen käyttö. (n.d). Haettu 14.3.2020 osoitteesta <https://hyotykasviyhdistys.fi/puutarhatieto/biohiilen-kaytto/>

Jätelaki, 646/2011. Haettu 21.3.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646#L1P5>

Kaivosoja, I., Kukkonen, S., Mäntylahti, V., Niemi, T., Nieminen, P., Parikka, P., Pehkonen, P., Pulkkinen, J., Rannikko, M., Reinikainen, O., Rinkinen, T., Sirviö, J., Uosukainen, M., Vasara, E., Vestberg, M., Walden, H. (2009). *Viheralueiden kasvualustat*. Helsinki: Artprint Oy.

Kangas, N. Vuori, E. (n.d). Ihmeaine Biohiili. *Puutarha & kauppa*. Haettu 15.3.2020 osoitteesta <https://www.puutarhakauppa.fi/index.php/uusin-juttu/79-ihmeaine-biohiili>

Kestävä energiatalous, Biohiili – uudelleen löydetty aarre. (19.9.2019). Haettu 25.3.2020 osoitteesta <https://www.energiatalous.fi/?p=2483>

Krook, J., Peurasuo, P., Heino, M., (2005). *Kantava kasvualusta – katurakenteen ja katupuun kasvupaikka*. Kalevaprint Oy.

Lannoitevalmistelaki, 539/2006. Haettu 27.3.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060539#L1P1>

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (n.d). Haettu 1.2.2019 osoitteesta [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/lcainlandscaping/esitelmat/Komposti%20info\\_1.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/lcainlandscaping/esitelmat/Komposti%20info_1.pdf)

Maaseudun sivistysliitto, Biohiilen valmistus. (n.d). Haettu 17.3.2020 osoitteesta <https://msl.fi/ilmastoviisaus/ilmastoteot/maisema-ja-piha/biohiilen-valmistus/>



Ruuskanen, T. (2013). *Kierrätysmateriaaleja hyödyntävien kasvualueiden tuotantoprosessin ympäristö- ja yhteiskunnallinen kustannus-hyöty-analyysi*. Diplomityö. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Oulun yliopisto. Haettu 31.1.2019 osoitteesta [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/lcainlandscaping/Julkaisut/Tiina%20Ruuskasen%20diplomity%C3%B6\\_2.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/lcainlandscaping/Julkaisut/Tiina%20Ruuskasen%20diplomity%C3%B6_2.pdf)

Räty, E. (2008). *Monivuotisten kasvien istutusopas*. Helsinki: Artprint Oy.

Soini, T. (2009). *Viherrakentajan käsikirja*. Tampere: Esa Print Oy

Suomen biohiiliyhdistys, Biohiili, puuhiili, hydrohiili, kivihiili ja aktiivihili. (n.d). Haettu 16.3.2020 osoitteesta <https://www.suomenbiohiili.fi/biohiili/>

Viherympäristöliitto, kasvualueiden suositeltavat ravinnepitoisuudet. (2015). Haettu 8.2.2019 osoitteesta [https://www.vyl.fi/site/assets/files/1499/kasvualueista\\_ravinnepitoisuudet\\_web2.pdf](https://www.vyl.fi/site/assets/files/1499/kasvualueista_ravinnepitoisuudet_web2.pdf)

Ympäristöministeriö, Jätelainsäädäntö edistää luonnonvarojen järkevää käyttöä ja ehkäisee jätteistä aiheutuvia haittoja. (3.12.2019). Haettu 19.3.2020 osoitteesta [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Ymparisto/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Jatelainsaadanto](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Jatelainsaadanto)

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Haettu 21.3.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

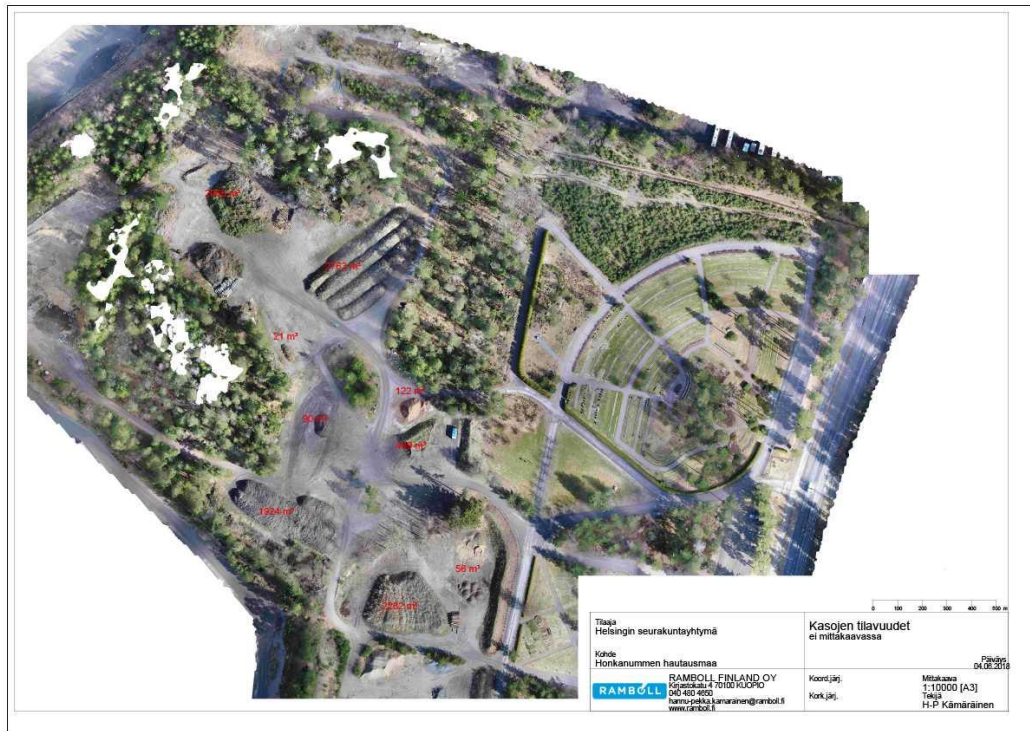
Äystö, H. (2006) Muutamia mietinnän aiheita kompostointia suunnittelevalle tai sitä jo toteuttavalle yrittäjälle. Haettu 1.2.2019 osoitteesta [http://www.puutarhaliitto.fi/wp-content/uploads/2018/03/1362073258\\_a6\\_Kompostointitietoa.pdf](http://www.puutarhaliitto.fi/wp-content/uploads/2018/03/1362073258_a6_Kompostointitietoa.pdf)

#### Haastattelut

Kaukamo, K. (2018). Erityisammattimies, Honkanummen hautausmaa. Henkilökohtainen tiedonanto 3.4.2018.

Tukiainen, H. (2018). Ympäristöasiantuntija, Helsingin seudun ympäristöpalvelut, HSY. Haastattelu 27.9.2018.

## KOMPOSTIKASOJEN TILAVUUSMITTAUKSET KEVÄÄLLÄ 2018



liite 2

## KOMPOSTIKASOJEN TILAVUUSMITTAUKSET SYKSYLLÄ 2018

