



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tiina Nelimarkka

# JÄRVI-POHJANMAAN JÄTEVEDEN- PUHDISTAMOT

Kompostoinnin kehittäminen ja tuotteistus

Tekniikka  
2016

## **ALKUSANAT**

Haluan kiittää Soinin kunnan teknistä johtajaa Jouni Hännistä opinnäytetyön aiheen antamisesta ja ohjaamisesta sekä Järvi-Pohjanmaan vesihuoltopäällikkö Jouni Saunamäkeä opinnäytteen ohjaamisesta. Alajärven jätevedenpuhdistamon esimiestä Kari Vuorelaa ja kentänhoitaja Veikko Hosionahoa opinnäytetyöhön liittyvän vierailun järjestämisestä, neuvoista, ajatusten vaihdosta sekä ohjauksesta.

Kiitokset myös Vehkosuon Komposti Oy:n Tuomas Bährendille, kun saimme vierailulla kompostointikentällä tutustuen toimintaan, tuotteisiin ja tuotteistukseen liittyviin asioihin. Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n käyttöpäällikkö Jarkko Jylhälle myös kiitokset membraanikompostointia koskevien kysymysten vastaamisesta.

Kiitokset opinnäytetyöni ohjaajalle Pekka Sténille opinnäytteen ohjaamisesta ja tarkastamisesta. Kiitän myös perhettäni ja ystäviäni, jotka ovat antaneet tukea ja tsemppausta opinnäytetyön aikana.

Vimpelissä 28.4.2016

Tiina Nelimarkka

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tiina Nelimarkka
Opinnäytetyön nimi	Järvi-Pohjanmaan jätevedenpuhdistamot Kompostoinnin kehittäminen ja tuotteistus
Vuosi	2016
Kieli	suomi
Sivumäärä	55 + 4 liitettä
Ohjaaja	Pekka Stén

---

Työn tarkoituksena oli tutkia puhdistamolietteiden kompostoinnin kehittämistä, kompostoidun puhdistamolietteen hyötykäyttöä sekä turpeen osittaista tai täysin korvaamista muilla tukiaineilla.

Tehtävänä oli selvittää, millä keinoilla kompostointia voisi kehittää tai korvata. Turpeen mahdollisella korvaamisella voitaisiin saada tukiainekustannuksia pienemmäksi. Tuotteistamisesta selvitettävänä oli, mitä siihen vaaditaan sekä mitä tuotteita puhdistamolietteestä voi valmistaa ja mihin niitä voidaan käyttää.

Tässä työssä käsitellään yleisimpiä kompostointimenetelmiä sekä muita lietteenkäsittelymenetelmiä, eri tukiaineita, kompostoidun lietteen käyttökohteita, kompostoidun puhdistamolietteen tuotteistamista sekä siihen liittyvää lainsäädäntöä, laitoshyväksyntää sekä omavalvontaa.

Selvitystyön ohessa laadin kompostointikentälle kirjallisen omavalvonnan, joka on opinnäytetyön liitteenä. Hygienisoitumisen varmentamiseksi laadittiin lämpötilan seurantalomake, jonka mallia urakoitsija käyttää mitatessaan aumojen lämpötiloja. Omavalvontasuunnitelma ja lämpötilan seurantalomake ovat opinnäytetyön liitteenä.

## ABSTRACT

Author	Tiina Nelimarkka
Title	Development and Productization of Compost in Waste Water Treatment Plants in the Lake Ostrobothnia Region
Year	2016
Language	Finnish
Pages	55 + 4 Appendices
Name of Supervisor	Pekka Stén

---

The purpose was to study development methods of sewage sludge composting, utilization of sewage sludge compost, and partial or full replacement of peat by other support materials.

The task was to find the means to develop composting or replace it by other methods. Replacing peat with other support materials could lower composting costs. The aim was also to find out what productization and facility approval requires, what kind of products can be made from composted sewage sludge and where they can be used.

This thesis deals with the most common methods of composting and other sludge-handling methods, different support materials, what needs to be done when sewage sludge is going to be productized, as well as related legislation and self-monitoring plan.

In addition to the thesis report a self-monitoring plan was also drawn up for composting and form for temperature measuring which is used by the contractor. The self-monitoring plan and the temperature measuring form are attached to the thesis.

---

Keywords	Sewage sludge composting, productization, facility approval, self-monitoring plan and legislation
----------	---

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	9
2	JÄRVI-POHJANMAAN JÄTEVEDENPUHDISTAMOT .....	11
	2.1 Puhdistamojen historiaa .....	11
	2.2 Alajärven jätevedenpuhdistamon toiminta pääpiirteittäin .....	11
	2.3 Kuivatun lietteen määrät .....	15
	2.4 Ympäristölupa.....	15
3	KOMPOSTOINTI .....	16
	3.1 Kompostoinnin edellytykset .....	17
	3.2 Kompostointiprosessi.....	18
	3.3 Hygienisointi.....	19
	3.4 Yleisimmät kompostointimenetelmät .....	20
	3.4.1 Aumakompostointi.....	20
	3.4.2 Tunnelikompostointi .....	21
	3.4.3 Rumpukompostointi.....	23
	3.5 Tukiaineet .....	24
	3.5.1 Puun kuorike .....	24
	3.5.2 Risuhake.....	24
	3.5.3 Turve .....	25
	3.5.4 Olki.....	25
	3.5.5 Vanha komposti .....	26
	3.5.6 Kierrätyskompostointi.....	26
	3.6 Sovelluksia aumakompostointiin .....	26
	3.6.1 Membraanikangas .....	26
	3.6.2 Kompostin ilmastus.....	26
	3.7 Membraanikompostointilaitos .....	27
4	MUUT KÄSITTELYMENETELMÄT .....	28
	4.1 Mädätys.....	28

4.2	Terminen kuivaus.....	29
4.3	Kemicond.....	30
4.4	Kalkkistabilointi.....	31
4.5	Poltto.....	32
5	KOMPOSTOIDUN LIETTEEN KÄYTTÖKOhteITA.....	34
5.1	Viherrakentaminen ja maisemointi .....	34
5.2	Peltoviljely .....	34
6	LANNOITTEIDEN VALMISTUSTA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ PÄÄPIIRTEITTÄIN .....	36
6.1	Lannoitevalmistelaki 539/2006.....	36
6.1.1	Yleiset vaatimukset .....	36
6.1.2	Toiminnan harjoittaminen.....	36
6.1.3	Valvovat viranomaiset .....	37
6.1.4	Valvonta .....	37
6.2	Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11 .....	39
6.3	Maa- ja metsätalousministeriön asetus 11/12 lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valonnasta .....	40
7	EVIRAN LAITOSHYVÄKSYNTÄ.....	41
7.1	Hyväksynnän hakeminen .....	41
7.2	Tyypinimi.....	42
7.3	Tuoteseloste .....	42
7.4	Maksut.....	42
7.5	Vastuut .....	43
8	OMAVALVONTASUUNNITELMA.....	44
8.1	Mitä se on ja keneltä vaaditaan.....	44
8.2	Omavalvonnan sisältö.....	44
9	LIETTEEN KÄSITTELYMENETELMIEN VERTAILU .....	46
9.1	Menetelmien vertailu .....	46
9.2	Tukiaineiden vertailu .....	48
10	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	50
	LÄHTEET.....	52
	LIITTEET	

## KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Alajärven jätevedenpuhdistamon prosessikaavio .....	14
<b>Kuva 2.</b> Kompostointi .....	16
<b>Kuva 3.</b> Suurimmat kompostointi- ja mädätyslaitokset Suomessa .....	17
<b>Kuva 4.</b> Kompostin lämpötilan kehitys .....	19
<b>Kuva 5.</b> Aumakompostoinnin periaate .....	21
<b>Kuva 6.</b> Tunnelikompostin periaate .....	22
<b>Kuva 7.</b> Tunnelikompostointi prosessi .....	23
<b>Kuva 8.</b> Rumpukompostin periaate .....	23
<b>Kuva 9.</b> Mädätysprosessi.....	29
<b>Kuva 10.</b> Terminen kuivaus .....	30
<b>Kuva 11.</b> Kemicond-käsittely .....	31
<b>Kuva 12.</b> Kalkkistabilointi .....	32
<b>Kuva 13.</b> Lietteiden poltto .....	33
<b>Kuva 14.</b> Lannoitevalmistelaki.....	39

**LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Elintarviketurvallisuusviraston maksut

**LIITE 2.** Hyväksytyt viranomaislaboratoriot

**LIITE 3.** Oma-valvontasuunnitelma

**LIITE 4.** Lämpötilan seurantalomake



# 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli tutkia Järvi-Pohjanmaan jätevedenpuhdistamoilla syntyvän lietteen kompostoinnin kehittämistä, kompostoidun lietteen hyötykäyttöä sekä turpeen osittaista tai täysin korvaamista muilla tukiaineilla. Järvi-Pohjanmaan jätevedenpuhdistamojen liete käsitellään Alajärven jätevedenpuhdistamon kompostointikentällä.

Selvitykselle tuli tarvetta, kun Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta (ELY) tuli kehoitus kompostoinnin kehittämiseksi sekä kompostoidun lietteen hyötykäytön kehitykselle.

Järvi-Pohjanmaan jätevedenpuhdistamoihin kuuluvat Alajärven, Vimpelin, Soinin sekä Lehtimäen puhdistamot. Puhdistamoilla syntyvät lietteet kompostoidaan Alajärven jätevedenpuhdistamon kompostointikentällä. Työssä käydään läpi yleisimmät kompostointimenetelmät, kompostin lämpötilankehitys ja hygienisoituminen, sovelluksia aumakompostin hallintaan, muut lietteenkäsittelymenetelmät sekä kompostointiin käytettävät eri tukiaineet ja niiden ominaisuudet. Pirkanmaan Jätehuolto Oy:ltä sain käytännön tietoa aumojen membraanikompostoinnista sekä membraanikankaan ominaisuuksista.

Käsittelyn alla on myös lannoitteiden valmistamiseen liittyvä lainsäädäntö sekä Elintarviketurvallisuusviraston laitoshyväksyntä. Laitoshyväksyntä vaaditaan kaikilta laitoksilta, jotka valmistavat orgaanisia lannoitteita, jotka kuuluvat johonkin seuraavista tyyppiryhmistä: orgaaniset eläinperäiset lannoitteet, orgaaniset ei-eläinperäiset lannoitteet, orgaaniset maanparannusaineet, maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet ja seosmullat, joiden osana on lantaa, orgaanisia jätteitä tai teollisuuden sivutuotteita.

Tuotteistamisen ja turpeen korvaamisen tiimoilta vierailtiin Kangasalalla Vehkosuon komposti Oy:ssä, jossa kompostoitunut materiaali on tuotteistettu ja yhtenä käytössä olevista tukiaineista on olki. Vierailun aikana saimme lisätietoa siitä, mitä tuotteistamien vaatii.

Työn ohessa laadin kirjallisen Alajärven jätevedenpuhdistamon kompostointikentälle omavalvontasuunnitelman sekä lämpötilanmittauskaavakkeen pohjan urakoitsijan käyttöön.

## **2 JÄRVI-POHJANMAAN JÄTEVEDENPUHDISTAMOT**

Järvi-Pohjanmaalle perustettiin vuonna 2009 yhteistoiminta-alue, johon kuuluvat Alajärven kaupunki sekä Vimpelin ja Soinin kunnat. Kuntaliitosten myötä vuoden 2009 alussa Alajärven kaupunkiin liitettiin Lehtimäen kunta.

### **2.1 Puhdistamojen historiaa**

Alajärven kaupungin jätevedenpuhdistamo aloitti toimintansa 1976 Kurejoen kylässä. Viemäriverkostoa Alajärvelle oli alettu rakentaa jo vuonna 1962. Keskustan lisäksi Pynttärin taajama oli myös viemäroity. (Latvanen & Runeberg 1992, 1.)

Lisääntyneen kuormituksen vuoksi Länsi-Suomen vesioikeus antoi uudet lupaehdot vuonna 1990, joiden myötä puhdistustehoa oli nostettava ja kapasiteettia lisättävä. Laajennus ja saneeraustyöt saatiin valmiiksi 1995. Laajennus- ja saneeraustöiden myötä puhdistamolle rakennettiin myös kompostointikenttä. Laitosta on viimeksi saneerattu 2011, tällöin uusittiin automaatio ja ilmastus. (LSSA-VI/466/04.08/2010 2012, 4, 6; Niemelä &, Kuivamäki 1994, 1.)

Soinin kunnan jätevedenpuhdistamo on puhdistamoista uusin ja se on otettu käyttöön vuonna 2001. Jätevedenpuhdistamo sijaitsee Kuninkaanjoen kylässä noin 1,2 km päässä Soinin keskustasta. (LSSA VI/27/04.08/2010 2013, 3–4.)

Vimpelin kunnan jäteveden puhdistamo on rakennettu 1980-luvun alussa ja se sijaitsee noin 1,5km päässä Vimpelin keskustasta. Vimpelin jäteveden puhdistamo saneerattiin 2006. (Kataja 2006; LSSA VI/146/04.08/2012 2013, 1, 6.)

Lehtimäen kunnan jätevedenpuhdistamo sijaitsee noin 2,3 km päässä Lehtimäen keskustasta. Puhdistamo on rakennettu vuonna 1983 ja sitä on saneerattu vuosina 2010–2011 muun muassa rakentamalla valvomo. (LSU-2004-Y-902 2006, 1, 4.)

### **2.2 Alajärven jätevedenpuhdistamon toiminta pääpiirteittäin**

Alajärven jätevedenpuhdistamolle jätevesi tulee pääosin paineistetun viemäriverkoston kautta sekä yksittäisiltä talouksilta tuodaan sako- ja umpikaivolietettä. Puhdistamolla käsitellään myös paikallisten teollisuusyritysten jätevesiä.

Puhdistusprosessi koostuu esikäsitteystä, esiselkeytyksestä, ilmastuksesta, jälkiselkeytyksestä, sakeutuksesta ja lietteen kuivauksesta sekä kompostoinnista. Alajärven puhdistamon prosessikaavio on esitettyä kuvassa 1.

Esikäsitteelyyn saapuvasta jätevedestä poistetaan kiinteät veteen liukenemattomat jätteet porrasvälpällä. Jäte ohjataan puristimelle, jonka avulla jätteestä saadaan ylimääräinen vesi pois. Puristimesta jäte siirretään poistoputkea pitkin siirtolavalle ja lavalle kerätty aines kuljetetaan Millespakka Oy:n jätteenkäsitteelyasemalle. Puristimessa erottuneet vedet ohjataan hiekanerotusaltaaseen.

Porrasvälppäyksen jälkeen jätevesi johdetaan esiselkeytykseen hiekanerotusaltaaseen, jossa veden sisältämä hiekka painuu altaan pohjalle, jolloin rasvat ja öljyt nousevat pintaan. Pohjalle kerääntynyt hiekka pumpataan mammuttipumpulla sakokaivolietteen vastaanottoaltaaseen ja tästä edelleen ruuvikuljettimella jätteenkäsitteelyasemalle menevälle lavalle. Hiekanerotusaltaan loppupäähän ja esiselkeytyksen alkupäähän lisätään kalkkimaitoa, jolla saadaan nostettua jäteveden pH:ta.

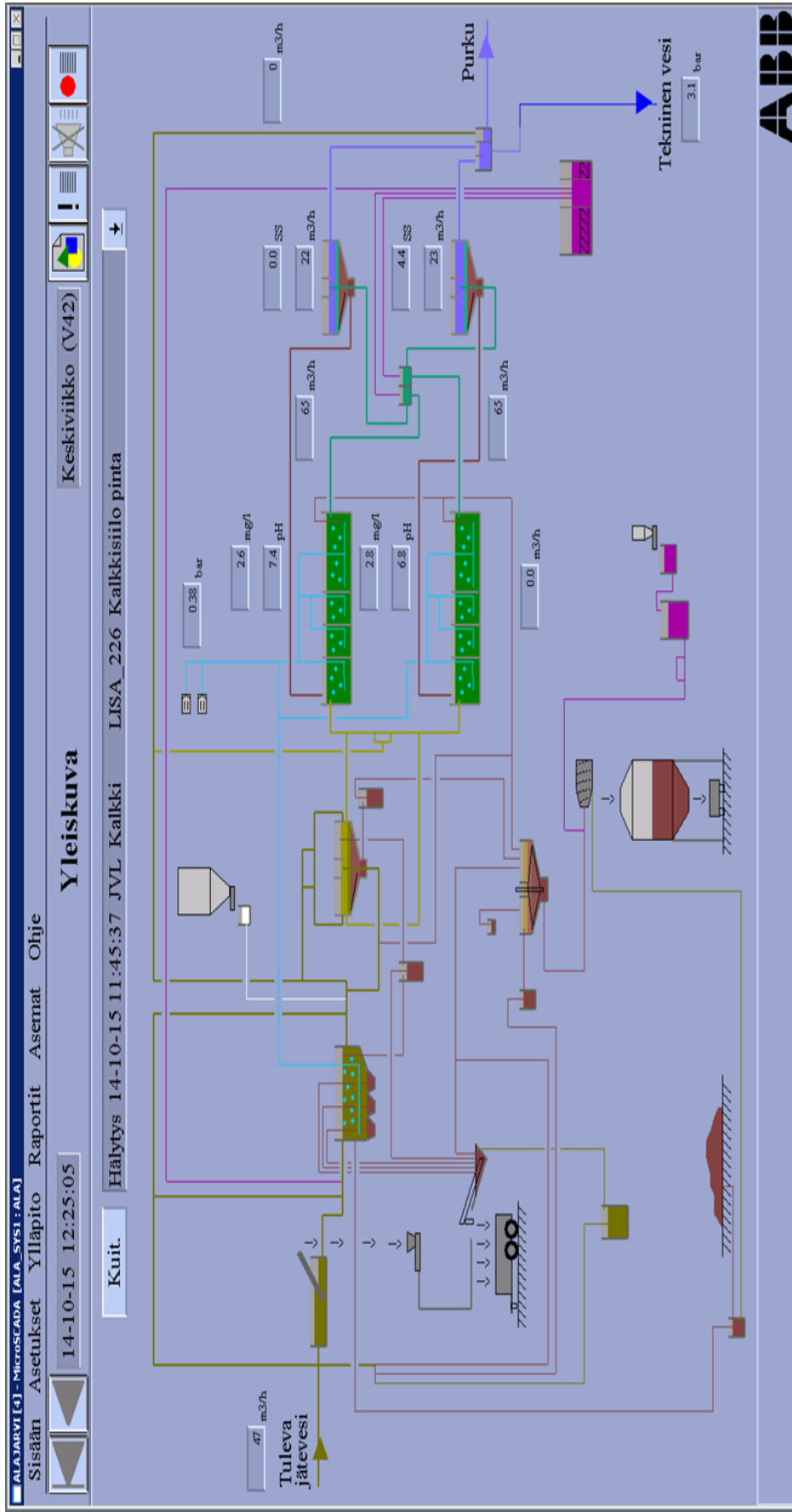
Esiselkeytyksestä jätevesi ohjataan kahteen kaarevaan ilmastusaltaaseen, jossa tapahtuu biologinen hajoaminen. Altaaseen lisätään happea, jonka avulla mikrobit leviävät tasaisesti lietteeseen ja hajotustoiminta aktivoituu. Ilmastusaltaasta lähtevään jätevedeen lisätään tyypeä kiinteään muotoon sitovaa saostuskemikaalia, nestemäistä ferrisulfaattia (PIX 105A). Pintalaahaimen avulla poistetaan vielä pinnalle nousseet kiintoaineet pintalietekaivolle, josta ne johdetaan mammuttipumpulla sakokaivolietteen vastaanottoaltaaseen.

Ilmastuksesta jätevesi pumpataan kahteen pyöreään jälkiselkeytyksaltaaseen. Saostuskemikaalin vaikutuksesta liete painuu altaan pohjalle ja puhdistunut vesi jää pinnalle. Pohjaan painunut kiintoaine kerätään laahaimilla alaiden keskellä oleviin lietetaskuihin, joista se pumpataan palautuspumpuilla takaisin prosessin alkuun. Pinnalla oleva puhdas vesi johdetaan lähtevän veden altaaseen, jossa veden kiintoainepitoisuus ja lähtevän veden määrä mitataan käyttäen V-patoa. Lähtevän veden altaasta jätevedenpuhdistamo ottaa itselleen käyttöön niin sanotun teknisen veden, jota käytetään muun muassa kalkkimaidon valmistukseen. Puhdistunutta vettä ohjataan myös Rappäkinpuroon.

Sakeuttamoon pumpattava liete tulee pääosin esiselkeytysaltaasta. Sakeuttamossa tiivistynyt liete kerätään pyörivällä kaapimella altaan keskellä olevaan taskuun, josta se pumpataan lietelingolle. Lingolle menevään lietteeseen lisätään polymeeriä, jolla kasvatetaan lietteen partikkelikokoja. Lingossa kuivattu liete johdetaan ruuvikuljettimella kompostointikentälle, jossa se käsitellään aumakompostoinnilla. Kompostointikentästä huolehtii urakoitsija. Linkouksessa syntynyt rejektivesi palautetaan porrasvälpälle.

Puhdistamolle saapuva sako- ja umpikaivoliete kuljetetaan vastaanottoaltaaseen, jossa siitä erotetaan kelluvat ja pohjalle laskeutuvat ainekset. Erotetut ainekset ohjataan ruuvikuljettimella siirtolavalle. Sakokaivoliete pumpataan välpälle hiekanerotuksen alkupäähän.

Vimpelin, Soinin ja Lehtimäen puhdistamot toimivat pääpiirteittäin samalla periaatteella kuin Alajärven puhdistamo, lukuun ottamatta muutamia pieniä poikkeuksia prosesseissa. Vimpelin, Soinin ja Lehtimäen puhdistamoilta kuivattu liete kuljetetaan Alajärven puhdistamolle kompostoitavaksi.



**Kuva 1.** Alajärven jätevedenpuhdistamon prosessikaavio. Nykyisestä prosessista on poistettu kuvan keskellä, alareunassa sijaitseva lin-koustorni.

### 2.3 Kuivatun lietteen määrät

Alajärven jätevedenpuhdistamolla syntyi vuonna 2015 kuivattua lietettä 1 281 m<sup>3</sup> vuodessa. Vimpelin puhdistamolta kuivattua lietettä saapui 369 m<sup>3</sup>, Lehtimäeltä 211 m<sup>3</sup> ja Soinista 132 m<sup>3</sup> vuodessa. Kuivattua lietettä kertyi yhteensä 2 020 m<sup>3</sup> vuodessa. (Vuorela 2016.)

### 2.4 Ympäristölupa

Alajärven jätevedenpuhdistamon lupaehdot on tarkastettu 21.3.2012. Kompostoinnin osalta lupaehtojen täyttämiseksi noin 3 000 m<sup>2</sup>:n kompostointikenttää laajennettiin kasvavan lietemäärän takia.

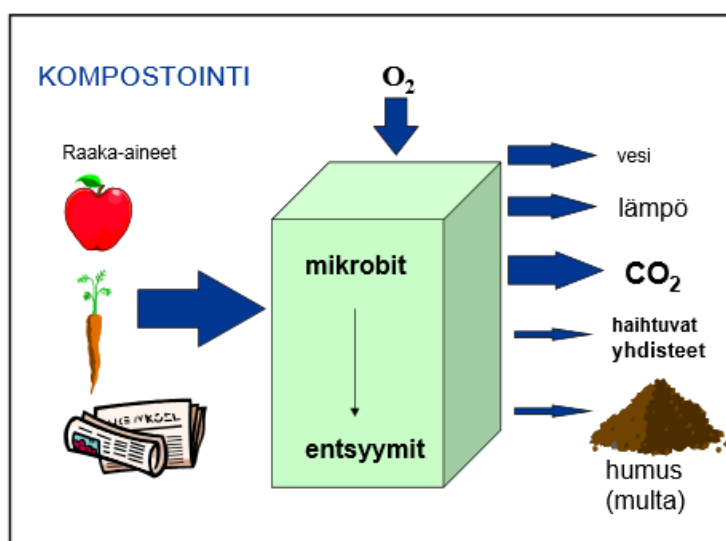
Kuivatut lietteet kompostoidaan asfalttikentällä aumoissa ja tukiaineena käytetään tällä hetkellä turvetta. Kierrätettävänä tukiaineena käytetään ilmastuksen parantamiseksi seulottuja puukapuloita.

Aluehallintoviraston mukaan 2 000 m<sup>3</sup> lietemäärä vaatii aumakompostoinnille 3 000 m<sup>2</sup> pinta-alan, kypsytyks 1 300 m<sup>2</sup> ja tukiaineen käsittely 1 300 m<sup>2</sup>. Lietettä syntyy enemmän kuin 1 500 m<sup>3</sup>, joten kompostikenttä laajennettiin 6 000 m<sup>2</sup>, jotta mitat täyttäisivät kompostoinnin vaatiman tilan ilman koneellista ilmastusta.

Järvi-Pohjanmaan ympäristölautakunta (Alajärven kaupungin ympäristönsuojeluviranomainen) on myös huomauttanut ympäristöluvassa, että kompostointia ja kompostin käyttöä tulisi kehittää. Kompostoitunutta lietettä on aikaisemmin käytetty vanhan kaatopaikan maisemointiin. (LSSAVI/466/04.08/2010 2012, 6, 12–13.)

### 3 KOMPOSTOINTI

Kompostointi on aerobinen prosessi, jossa eloperäinen jäte lahoaa mullaksi mikrobitoiminnan seurauksena (Kuva 2). Hajoamisprosessi edellyttää sille sopivia olosuhteita kuten riittävää lämpötilaa, happea, hajottajia (mikrobit), kosteutta sekä hiili- ja typpitasapainoa (C/N- tasapaino). (Flink 2007, 7.) Kompostoinnin sivutuotteena syntyy pääosin vettä, hiilidioksidia, lämpöä sekä humusta (Albers, Hel-le, Varpula, Itävaara, Kapanen & Vikman 2003, 12).



**Kuva 2.** Kompostointi. (Albers ym. 2003, 12.)

Kuvassa 3. on esitettyä suurimmat mädätys- ja kompostointilaitokset Suomessa. Auma ja laitostompostointi ovat käytetyimpiä lietteenkäsittelymenetelmiä, muita käytössä olevia menetelmiä on mm. mädätys ja kalkkistabilointi. Käytetyin laitostompostointimenetelmä on tunnelikompostointi ja sitä käyttää niin pienet kuin suuret laitokset. Toiseksi yleisin laitostompostointimenetelmä on rumpukompostointi. (Pöyry Environment Oy 2007, 6, 16.)





**Kuva 3.** Suurimmat kompostointi- ja mädätyslaitokset Suomessa. (Pöyry Environment Oy 2007, 5.)

### 3.1 Kompostoinnin edellytykset

Kompostin mikrobitoiminnasta vastaa muun muassa bakteerit, sädesienet ja sienet, sukkulamadot sekä lierot. Mikrobin toiminta saa aikaan orgaanisen aineen hajoamisen. Mikrobin toiminta edellyttää happea. Kompostin käydessä hapettomaksi kompostoitava jäte alkaa mädäntyä.

Mikrobit tarvitsevat kostean ympäristön lisääntyäkseen. Komposti ei saa olla liian kuiva tai liian kostea mikrobitoiminnan kannalta. (Tuominiemi 2015, 32–34.) Myös hiili- ja typpitasapaino vaikuttaa pieneliöiden lisääntymiseen. Pieneliöt tar-

vitsevat tyyppiä solujen valkuaisaineiden rakentamiseen. Hiili puolestaan toimii solujen energianlähteenä. (Flink & Leppälä 1997, 37.)

### **3.2 Kompostointiprosessi**

Kompostointiprosessi voidaan erotella lämpötilan mukaan kolmeen eri vaiheeseen: lämpenemisvaihe (mesofiilivaihe), lämpövaihe (termofiilivaihe) ja jäähtymisvaihe (Kuva 4). Jäähtymisvaiheesta voidaan vielä erottaa neljäs vaihe eli jälkikypsytysvaihe. (Haukioja, Hovi & Rajala 1983, 18.)

Kompostointiprosessin mikrobit voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään lämmönsietokykyensä mukaan: psykrofiileihin (0–25 °C), mesofiileihin (25–45 °C) ja termofiilit (yli 45 °C). Kompostoitava massa on psykrofiilisessä tilassa ennen kompostoitumisprosessin käynnistymistä, eli massan lämpötila on lähellä ympäristön lämpötilaa. Hajotustoiminta on hyvin vähäistä matalasta lämpötilasta johtuen. (Halinen & Tontti 2004, 12.)

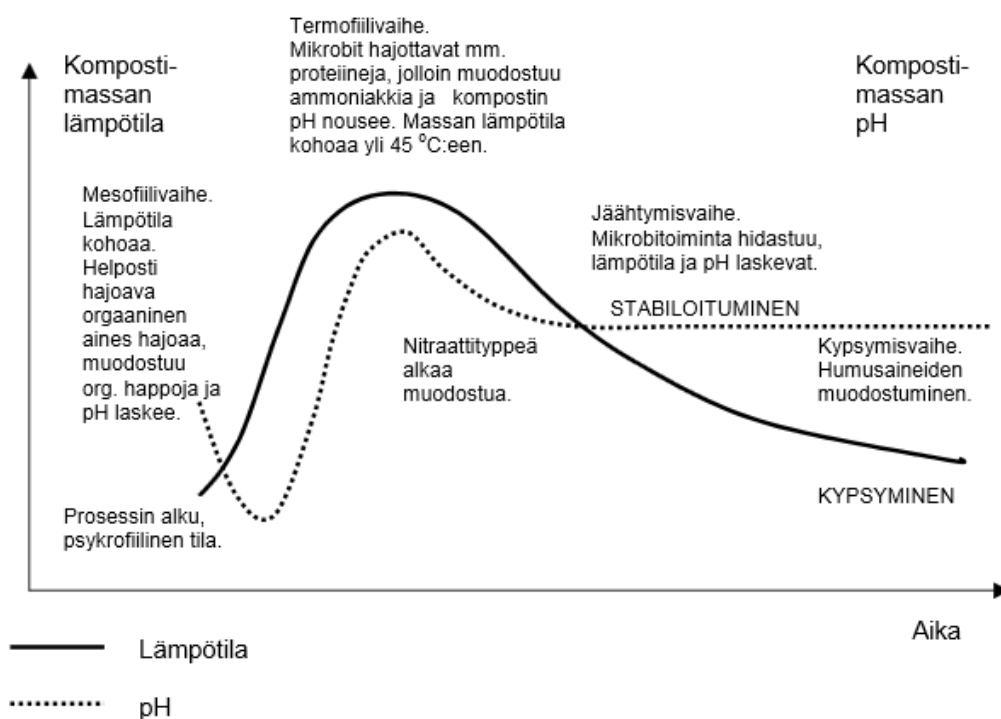
Kompostin lämpenemisvaiheen käynnistävät kunnolla mesofiiliset bakteerit ja sädesienet, jotka lisääntyvät nopeasti hajottaen yksinkertaisia hiilihydraatteja ja valkuaisaineita. Kompostin pH laskee hetkellisesti syntyvien orgaanisten happojen vaikutuksesta. Happamuus neutraloituu valkuaisaineiden hajoamisen myötä, jolloin vapautuu ammoniakkia muuttaen kompostin pH:ta hieman emäksiseksi. Kiihtyneen mikrobitoiminnan takia lämpötila lähtee kohoamaan.

Mesofiilisten mikrobien toiminta lakkaa, kun lämpötila nousee yli 40 °C:seen ja lämpövaiheen termofiiliset mikrobit aloittavat toimintansa. Termofiilivaiheessa lämpötila saattaa nousta jopa 80 °C:seen. Korkea lämpötila ei kuitenkaan ole merkki hajotustoiminnan nopeutumisesta, sillä tehokkainta hajoaminen on 35–50 °C:n lämpötilassa. Lämpötilan kohotessa mikrobien toiminta vähenee ja lähellä 80 °C:ta se loppuu kokonaan. Yleensä termofiilivaihe kestää muutamia viikkoja.

Termofiilivaiheen saavutettua huippunsa massa alkaa jäähtyä ja mesofiiliset bakteerit aloittavat toiminnan uudelleen, alkaa jäähtymisvaihe. Jäähtymisvaihe voi kestää useita kuukausia, riippuen kompostin koosta, raaka-aineista ja rakenteesta. Kompostiin muodostuu sieniä ja sädesieniä, myös lieroja, kovakuoriaisia ja tuhat-

jalkaisia ilmaantuu eliöstöön. Humuksen muodostuminen kompostissa alkaa nopeutua.

Mikrobitoiminnan edelleen taantuessa siirrytään jälkikypsymisvaiheeseen, jossa kompostin lämpötila laskee ympäristön lämpötilaan. Hajotustoiminta on vähäistä, mutta humuksen muodostus jatkuu edelleen. (Haukioja ym. 1983, 19–20.)



**Kuva 4.** Kompostin lämpötilan kehitys. (Halinen ym. 2004, 13.)

### 3.3 Hygienisointi

Hygienisoinnin tarkoituksena on tuhota elävät patogeenit, eli mikrobit jotka voivat aiheuttaa sairauksia kasveille, eläimille tai ihmisille tasolle jossa ne ovat vaarattomia. Jätevesilietteet sisältävät runsaasti suolistoperäisiä patogeeneja kuten *Salmonellaa*, *Ascarista* (suolinkainen), *Clostridium prefignesistä* ja enterokokkeja (esim. *Escheria coli*).

Hygienisoituminen tapahtuu termofiilivaiheessa, jolloin lämpötila alkaa kohota yli 40 °C:n. Useimpien patogeenisten mikrobin optimilämpötila on alle 40 °C:ta, lämpötilan nousu 45–85 °C:seen tappaa suurimman osan patogeeneista. Korkealla

lämpötilalla on muitakin suotuisia vaikutuksia, kuten elinympäristön muuttuminen epäsuotuisampaan. Mikrobeja vähentää myös niiden keskinäinen kilpailu elintilasta, saalistus sekä eräiden mikrobien kyky tuottaa antibiootteja.

Vaikka lämpötilan kohoaminen tuhoaa useimmat patogeenit, tuhoutumatta voi jäädä bakteerien tuottamat itiöt, jotka kestävät korkeitakin lämpötiloja. Itiöt, jotka eivät tuhoudu termofiilivaiheessa voivat aktivoitua kunnes pääsevät optimaalisiin kasvuolosuhteisiin (kosteus, ravinteet ja lämpötila).

Hygienisoinnin tehokkuutta voidaan mitata indikaattoribakteereilla, kuten *Salmonellalla* ja *E.colilla*. Jos tutkittavasta näytteestä löytyy näitä bakteereita, voidaan olettaa että näyte sisältää myös muita samoissa elinoloissa viihtyviä bakteerikantoja. Tehokas hygienisointi saavutetaan, kun lämpötila pysyy kolmen peräkkäisen päivän ajan yli 55 °C:n (Halinen ym. 2004, 14.) Laitoshyväksyntää hakiessa kompostoinnilla on kuitenkin saavutettava 55 °C:n lämpötila 14 vuorokauden ajaksi. Puhdistamolietteestä valmistetuista lannoitteista ei saa löytyä lainkaan *Salmonellaa*, *E. colia* näytteestä ei saa löytyä yli 1 000 pmy/g, eikä tuote saa sisältää vakavien kasvitautien aiheuttajia. (Salminen, Kangas, Klemola & Peltonen 2013, 17; Tyrväinen, Toivikko, Paavola & Vuorinen 2013, 31.)

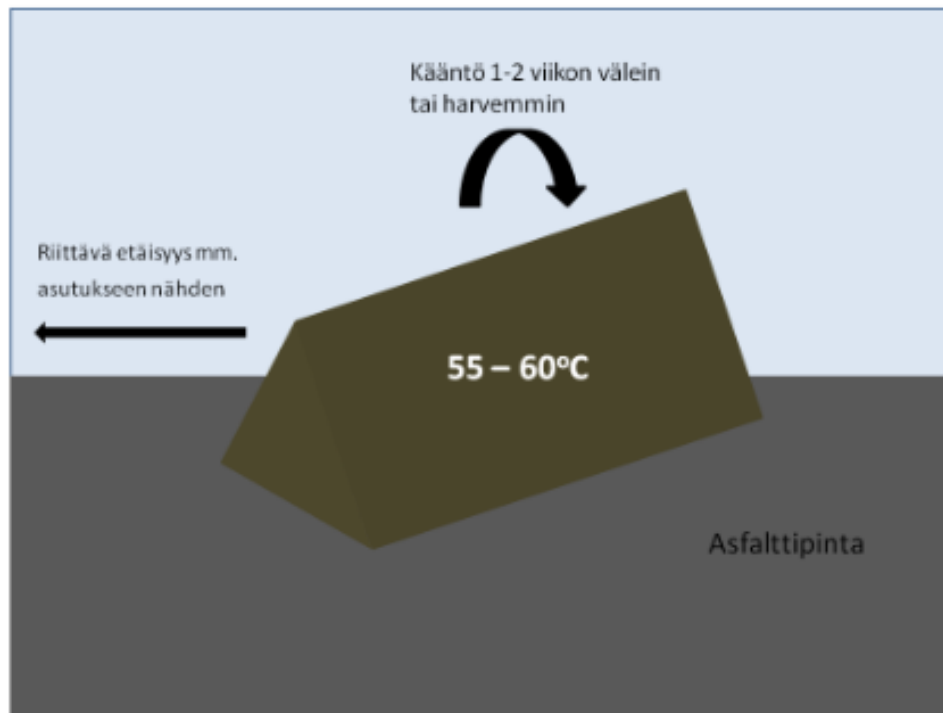
### **3.4 Yleisimmät kompostointimenetelmät**

#### **3.4.1 Aumakompostointi**

Aumakompostointia käytetään muun muassa turkistarhoilla, maatiloilla sekä kompostoitaessa jätevedenpuhdistamojen lietteitä. Kompostoitava materiaali esikäsitellään ja siihen lisätään tukiainetta ennen kuin se kasataan aumaksi vettä läpäisemättömälle alustalle.

Muodoltaan aumat ovat pitkiä pyöristettyjä kartioita. Aumojen pituus riippuu kompostinkentän kapasiteetistä ja korkeus käytettävistä työvälineistä. Kauhakuormaajaa käytettäessä aumojen väliin täytyy jättää enemmän tilaa työskentelylle, kun taas kääntölaitetta käytettäessä aumoja voi olla tiheämmässä. Kääntölaitetta käytettäessä auman korkeus jää pienemmäksi kuin kauhakuormaajalla.

Aerobisten olosuhteiden ylläpito on tärkeää, ettei prosessi muutu anaerobiseksi mädätykseksi. Aumojen käännoillä nopeutetaan ja ylläpidetään aerobista toimintaa, samalla kompostoitava materiaali sekoittuu pintakerroksista sisäkerroksiin jolloin nämäkin kerrokset hygienisoituvat termofiilivaiheessa. (Paatero, Lehtokari & Kempainen 1984, 84–86, 92.)



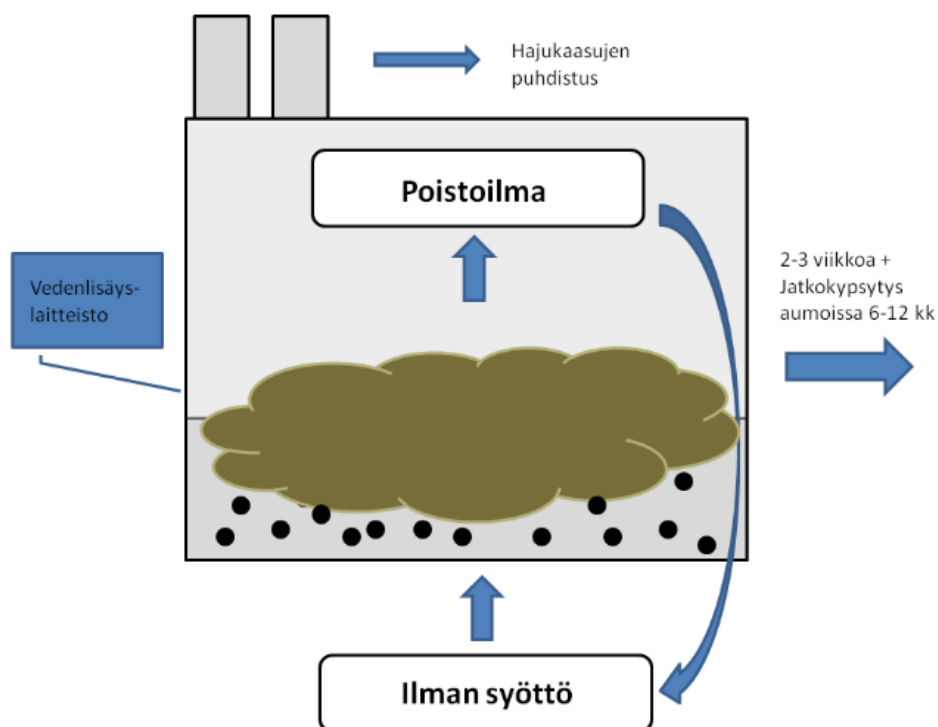
**Kuva 5.** Aumakompostoinnin periaate. (Luonnonvarakeskus 2009–2014.)

### 3.4.2 Tunnelikompostointi

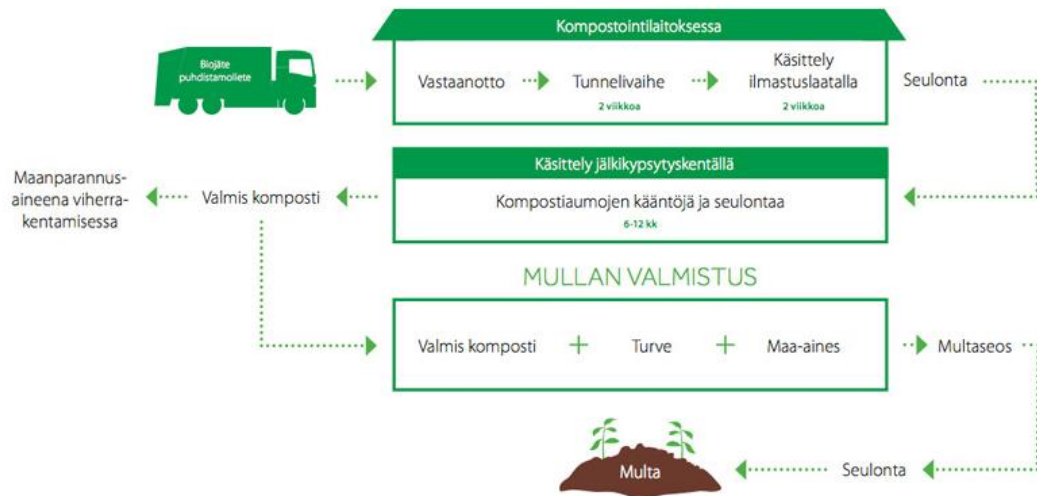
Tunnelikompostori on yleensä teräsbetonista valmistettu tunnelimainen, eristetty ja suljettu kompostori, jossa ilmastus tapahtuu lattiassa olevien reikien kautta. Kompostoitava massa tukiaineineen siirretään kauhakuormaajalla tunnelin päädyssä olevien ovien kautta, myös purku tapahtuu samasta päädyssä.

Tunnelin olosuhteita säädetään optimaaliseksi lattian kautta tapahtuvan ilmastuksen avulla. Tunnelikompostorissa lämpötila nousee 50–60 °C:seen, jolloin suurin osa rikkakasvien siemenistä ja taudinaiheuttajista tuhoutuu. (Lehto & Ekholm 2001, 5; Luonnonvarakeskus 2009–2014.) Lietteen tunnelikäsitteily kestää noin viikon.

Tunnelikäsittelyn jälkeen kompostointia jatketaan ilmastushallissa ilmastoitujen laattojen päällä viikon verran. Laattavaiheen jälkeen kompostoitunutta massaa seulotaan ja se siirretään ulos jälkikypsytykentälle. Jälkikypsytykentällä massaa käännellään säännöllisin väliajoin. Kompostoitunutta massaa kypsytetään kentällä 6–2 kk ajan, jonka jälkeen tuote on valmis jatkokäyttöön. Tunnelikompostin etuja ovat prosessin hallittavuus sekä kompostoinnissa syntyneiden kaasujen keräys ja puhdistusmahdollisuus. (Lehto ym. 2001, 5; Luonnonvarakeskus 2009–2014; Kompostointi.)



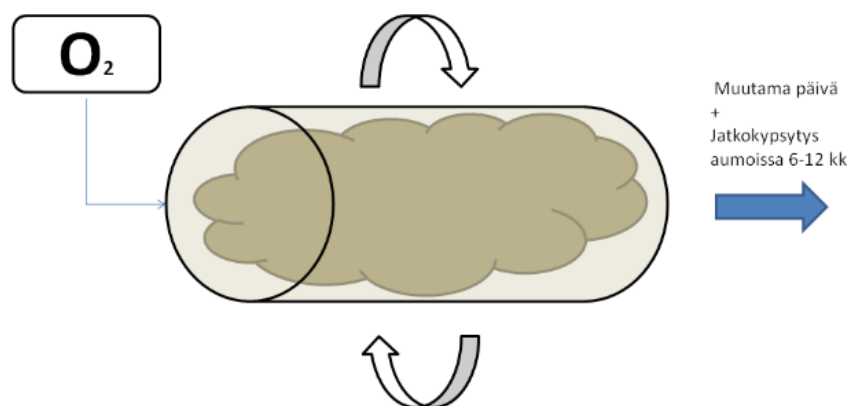
**Kuva 6.** Tunnelikompostin periaate. (Luonnonvarakeskus 2009–2014.)



**Kuva 7.** Tunnelikompostointi prosessi. (Kompostointi.)

### 3.4.3 Rumpukompostointi

Rumpukompostori koostuu teräksisestä lämpöeristetystä lieriöstä joka pyörii vaak akselinsa ympäri. Kompostoitava massa siirretään rumpuun kuljettimella päätylaipan kautta, josta myös ilmastus tapahtuu. Kompostoitava massa ilmastuu kun rumpu pyörii, massa viipyy kompostorissa noin 5–7 vuorokautta. Pyörinnän seurauksena massa sekoittuu ja kulkeutuu kohti rummun toista päätä, jossa sijaitsee massaa poistava ruuvikuljetin. Rumpukompostista poistunut massa ohjataan jälkikypsytykseen. (Lehto ym. 2001, 7; Luonnonvarakeskus 2009–2014.)



**Kuva 8.** Rumpukompostin periaate. (Luonnonvarakeskus 2009–2014.)

### 3.5 Tukiaineet

Tukiaineella pyritään edistämään kompostin ilmavuutta sekä estämään kompostoitavan massan liika tiivistyminen. Liian tiiviissä kompostissa kaasujen kulkeutuminen estyy. Tukiaineen tulee olla jäykkää ja sitä on oltava riittävästi, jotta tukiainepartikkelit muodostavat kokoonpainumattoman verkoston. Verkosto mahdollistaa kaasujen vapaan liikkumisen. (Paatero ym. 1984, 136.)

Tukiaineet vaikuttavat kompostoitumiseen käytetystä aineesta riippuen ne imevät liikaa kosteutta, peittävät hajuja, estävät karpästen lisääntymistä ja lisäävät hiiltä typpipitoisiin jätteisiin. Tukiainetta kutsutaan myös seosaineeksi tai kuivikkeeksi. (Flink ym. 1997, 39.)

#### 3.5.1 Puun kuorike

Puun kuorike on hyvä ilmastusmateriaali jäykän rakenteensa ansiosta. Kuivana kuorike imee myös vettä, märkänä sen vedensidontakyky on heikompi. Kuorike sitoo myös ammoniakkia ja hajuja sekä sisältää paljon hivenaineita. Kuorikekompostista syntyy paljon humusta, joka nostaa sen arvoa lannoitteena.

Kuorikkeen huonona puolena on ligniineistä johtuva hidas hajoaminen sekä tilavuuden vähäinen pieneneminen kompostoinnin aikana, myös hyvin pihkainen kuorike hidastaa hajoamisprosessia. (Haukioja ym. 1983, 54; Paatero ym. 1984, 139; Tuominiemi 2015, 43.)

#### 3.5.2 Risuhake

Kompostissa käytettävä risuhake lisää kompostin ilmavuutta, sitoo jonkin verran kosteutta sekä neutralisoi ammoniakkia. Hakkeen hyvänä ominaisuutena on myös se, ettei se jäädy helposti talvella. Jos risuhakekomposti alkaa olla liian kostea, kannattaa siihen sekoittaa esimerkiksi turvetta jonka kosteudensidontakyky on parempi.

Risuhake ei sido kompostista syntyviä hajuja. Risuista tehty hake maatuu hitaasti, maatumisen nopeuteen vaikuttaa käytetty puulaji sekä karkeus. Haketta pystyy



valmistamaan itse tarkoituksenmukaisilla oksasilppureilla ja hakettajilla. Hakkeen suositeltava raekoko on 1–2 cm, jolloin hakkeen sisältämä hiili on helpommin pieneliöstön käytettävissä. (Tuominiemi 2015, 42.)

### 3.5.3 Turve

Turpeen hyviä ominaisuuksia ovat sen kyky sitoa hajuja, kosteutta ja ammoniakia, nopea maatuvuus sekä valmis pieneliökanta (Tuominiemi 2015, 43). Turpeen mekaaninen suodatusominaisuus perustuu huokoisuuteen ja suureen pinta-alaan, ominaisuuksiltaan se muistuttaaakin aktiivihiiltä. Ominaisuuksiensa ansiosta turve toimii biologisena suodattimena. (Rinttilä ym. 1998, 16–17.)

Turpeen kyky sitoa kosteutta vähentää aumoista lähteviä valumia ympäristöön, sillä 1 m<sup>3</sup> turvetta kykenee sitomaan 600–800 litraa nestettä (Rinttilä, Selin & Reinikainen 1998, 62). Turve ei yksistään sovi käytettäväksi tukiaineena, sillä se tiivistyy helposti ja saattaa jäätyä. Turpeen kanssa käytetään yleensä kuoriketta, haketta tai muita jäykempiä tukiaineita. (Tuominiemi 2015, 43; Paatero 1984, 139.)

### 3.5.4 Olki

Runsaasti olkea sisältävä komposti on rakenteellisesti löyhä. Löyhä rakenne aiheuttaa kompostin nopean lämpötilan nousun, jonka seurauksena komposti kuivuu liikaa ja hajoamisprosessi pysähtyy. Pelkällä oljella kompostoitessa tulisikin kompostia kastella, ettei kompostin kuivumista pääse tapahtumaan.

Hajoamisprosessin edetessä olkikomposti tiivistyy, ja komposti on käännettävä. Oljen sekaan tulisikin sekoittaa multaa tai turvetta, joiden avulla kompostin rakenne ja vedenpidätyskyky saadaan paremmaksi. Kompostointiin käytettävän oljen olisi hyvä olla täysin kastunutta. (Haukioja ym. 1983, 53.)

Oljen käytöllä saadaan estettyä ammoniakkin haihtumista kompostoitessa runsaasti typpeä sisältäviä materiaaleja kuten lantaa. Typen sidontaan ajatellen olki kuitenkin hajoaa liian hitaasti. (Paatero ym. 1984, 203.) Olkikomposti tulisi peittää mullalla tai turpeella typen haihtumisen ehkäisemiseksi (Haukioja ym. 1983, 53).

### **3.5.5 Vanha komposti**

Vanha komposti toimii hyvin tukiaineena, jos kaikki aines ei ole maatonut. Vanhan kompostin seassa on valmiiksi hajottajia kuten sienirihmastoja joiden avulla hajoamista saadaan nopeutettua. Vanhan kompostin huonona puolena on sen tiivistyminen. (Tuomioja 2015, 43.)

### **3.5.6 Kierrätyskompostointi**

Kierrätyskompostoinnissa kierrätettävä materiaali seulotaan mekaanisesti pois kompostista. Kierrätettävänä materiaalina käytetään jäykkiä materiaaleja kuten kuoriketta ja puuhaketta. Kuorike ja puuhake sisältävät myös runsaasti selluloosa ja ligniiniä, jotka ovat hitaasti hajoavia yhdisteitä. (Paatero ym. 1984, 140.)

## **3.6 Sovelluksia aumakompostointiin**

### **3.6.1 Membraanikangas**

Membraanikangas on auman päälle levitettävä suodatinkangas. Sillä saadaan rajattua ympäristön vaikutuksia kompostointiprosessiin. Membraani sitoo hajuja, pitää lämmön ja mikrobit kankaan alla sekä päästää osan kosteudesta lävitseen. (Liimatainen 2015, 21.)

Membraania käytettäessä kompostin ilmastuksesta tulee huolehtia, ettei se muutu anaerobiseksi. Auman ilmastus tapahtuu alapäin. Membraanin etuna ovat pienet investointikustannukset verrattaessa laitoskompostointiin sekä kompostointiprosessiin. (Illikainen 2009, 21; Liimatainen 2015, 21.)

### **3.6.2 Kompostin ilmastus**

Aumoja voidaan ilmastaa puhaltamalla ilmaa auman pohjalla olevaan kanavistoon. Koneellisen ilmastuksen hyvänä puolena on aumojen kääntökertojen väheneminen, sillä aumoja tarvitsee kääntää noin kuukauden välein jolloin hajonnut materiaali alkaa painua kasaan. Koneellisen ilmastuksen vaarana on kuitenkin auman liika kuivuminen, aumaa tulee kastella jos se alkaa kuivua liikaa. Auman sisälle puhallettavan ilman takia kasteluvedet eivät välttämättä pääse imeytymään

pintakerroksia syvemmälle. Aumoja voidaan myös ilmastaa imemällä ilmaa auman sisään. Imemällä ilmaa auman sisään saadaan myös auman kasteluvesiä vietyä syvemmälle. (Luostarinen, S., Paavola, T., Ervasti, S., Sipilä, I. & Rintala J. 2011; Paatero ym. 1984, 112–113.)

### **3.7 Membraanikompostointilaitos**

Pirkanmaan Jätehuolto Oy on membraanikompostointilaitos, jossa on käytössä aukaistavia kattoja jotka on rakennettu membraanikankaasta sekä aumapeitteitä. Membraanin käyttöön päädyttiin kun etsittiin kustannustehokasta väliaikaista menetelmää. Laitostoimittajana Pirkanmaan Jätehuolto Oy:llä on saksalainen Biodegma GmbH.

Laitoskompostoinnissa aumapaikat ovat koneellisesti ilmastettuja. Ilmastus tapahtuu sähkömoottorin avulla, joka puhaltaa ilmaa ilmastuskanaviin. Puhaltimen toimintaa säätelee laitoksen ohjauslogiikka. Talvisin biojätekompostiin puhalletaan lämmintä ilmaa sekä laitoksen lattiat ovat lämmitetyt.

Kompostoitavaan massaan sekoitetaan tukiaine ennen kuin käsiteltävä massa siirretään laitokseen (viipymä 3–5 vk). Ensimmäinen sekoitus tulee kun kompostoitava massa siirretään laitoksesta jälkikypsytykseen (viipymä 2 kk–1 v). Seuraava sekoitus tapahtuu vasta sitten, kun tukiaine kierrätysseulotaan erilleen kompostista. Mullan valmistukseen kompostia käytetään noin 2 vuotta aloituksesta, joka johtuu osaltaan vanhan varaston runsaudesta.

Membraanin käyttöikä on maksimissaan 5 vuotta. Käyttöikään vaikuttaa mekaaninen rasitus, auringonvalo, lintujen ulosteet sekä kuluminen. Talvella membraanin vaikutus kompostin lämpötilaan ei ole merkittävä tekijä. (Jylhä 2016.)

## 4 MUUT KÄSITTELYMENETELMÄT

### 4.1 Mädätys

Mädätysprosessi tapahtuu hapettomassa, suljetussa biokaasureaktorissa. Mädätyksessä liete sakeutetaan perinteisesti gravitaatiotiivistimessä tai yleisemmäksi tulevalla mekaanisella tiivistimellä. Prosessi voi koostua esi- ja jälkikäsitteystä, mädätyksestä ja jatkokäsittelystä.

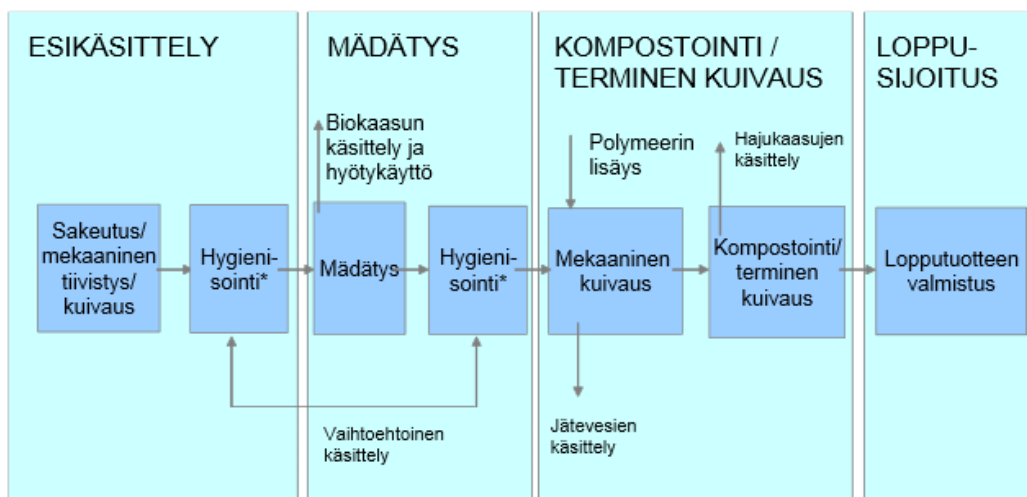
Mädätyksessä eloperäinen aines hajoaa bakteeritoiminnan vaikutuksesta sokereiksi, aminohapoiksi ja rasvahapoiksi. Hajoamisen jatkuessa rasvahapot muuttuvat etikkahapoksi ja vedyksi. Lopputuotteena syntyy metaanipitoista kaasua sekä stabiilia lietettä. Mädätyksen aikana kiintoaineen määrä pienenee, mutta tilavuus pysyy samana. Mädätetty liete kuivataan mekaanisesti ja tarvittaessa siihen lisätään polymeeriä kuivauksen tehostamiseksi.

Mädätys voidaan toteuttaa mesofiilisenä (n. 37 °C, 21 vrk) tai termofiilisenä (55 °C, 21 vrk) prosessina. Mesofiilinen prosessi on suomessa käytetympi menetelmä, vaikka termofiilinen menetelmä on nopeampi ja liete hygienisoituu paremmin. Myös lietteen kuiva-ainepitoisuudella on merkitystä mädätyksessä. Jätevesilietteitä mädätetään niin sanotulla märkämädätyksellä, jossa kiintoainepitoisuus saa olla maksimissaan 15 %. Biojätteiden mädätys tapahtuu yleensä kuivamädätyksellä, jossa kiintoainepitoisuus on 20–40 %.

Lannoitekäytössä pelkkä mädätys ei välttämättä riitä takaamaan lietteen hygieenisyyttä. Maanparannukseen käytettävä mädätetty liete on stabiloitava jatkokäsittelymenetelmällä kuten kompostoimalla, jotta se täyttää maanparannusaineelle vaaditun hygieenisen tason (Kuva 9).

Jos puhdistamolietteiden lisäksi mädätetään lantaa tai lantatuotteita, liete tulee hygienisoida ennen tai jälkeen mädätysprosessin erillisessä yksikössä, koska lopputuotteella on tiukemmat vaatimukset. Liete kuumennetaan yli 70 °C:seen tunnin ajaksi jonka jälkeen liete tulee vielä käsitellä kompostoimalla tai jollain muulla hyväksytyllä menetelmällä. Termofiilisesti pelkkää lantaa mädättävässä laitokses-

sa ei tarvitse olla hygienisointiyksikköä. (Pöyry Environment Oy 2007, 20; Tyrväinen ym. 2013, 31–32.)



**Kuva 9.** Mädätysprosessi. (Pöyry Environment Oy 2007, 19.)

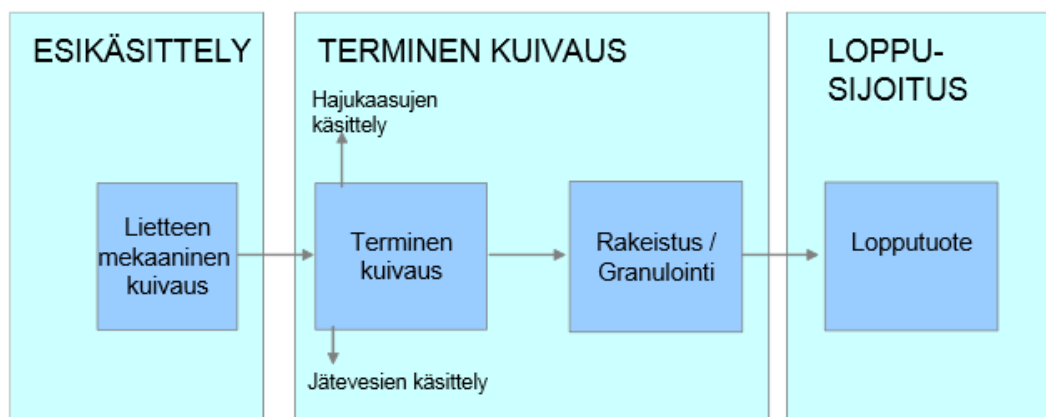
## 4.2 Terminen kuivaus

Termisessä kuivauksessa lietteen sisältämä vesi haihdutetaan lämmittämällä. Ennen haihdutusta liete esikuivataan mekaanisesti (Kuva 10). Esikuivatun lietteen on hyvä olla mahdollisimman kuivaa, sillä suurien vesimäärien haihduttaminen nostaa käyttökustannuksia. Esikäsiteltyyn lietteeseen jäänyt kosteus poistetaan haihduttamalla.

Haihduttamiseen käytetään joko suoraa (konvektiokuivaus) tai epäsuoraa (kontaktikuivaus) menetelmää. Suorakuivauksessa esimerkiksi kuivakaasu siirtää lämpöä lietteeseen virratessaan sen läpi. Epäsuorassa menetelmässä väliaineen sisältämä lämpö siirtyy kuumennettavalle pinnalle ilman suoraa kosketusta. Saatavilla on myös molemmat menetelmät yhdistäviä kuivaimia. Termisen kuivauksen yhteydessä syntyy hajukaasuja, jotka tulee käsitellä kaasupesurilla tai polttamalla.

Kuivausta voidaan suorittaa joko täyskuivauksena tai osittaisena kuivauksena. Täyskuivauksessa kuiva-ainepitoisuus on yli 85 % ja osittaisessa alle 85 %. Haluttu kuiva-ainepitoisuus riippuu lietteen jatkokäsittelystä. Polttoon menevän lietteen kuiva-ainepitoisuus tulee olla 35–60 %.

Kuivatun lietteen hyviä ominaisuuksia on lietemäärän pieneneminen, soveltavuus lannoitekäyttöön sekä hyvä varastoitavuus. Kuivattu liete pölyää ja sen takia sen käytössä tulee ottaa huomioon palo- ja räjähdysvaara sekä haitallisuus hengitettynä. Kuivauksen jälkeen lietettä voidaan myös rakeistaa tai granuloida. Termisesti kuivattua lietettä voidaan käyttää polttoaineena, se myös soveltuu lannoitevalmisteksi, koska se täyttää lannoitevalmistelain määräämät hygienisoimisvaatimukset. (Pöyry Environment Oy 2007, 26–27,50.)



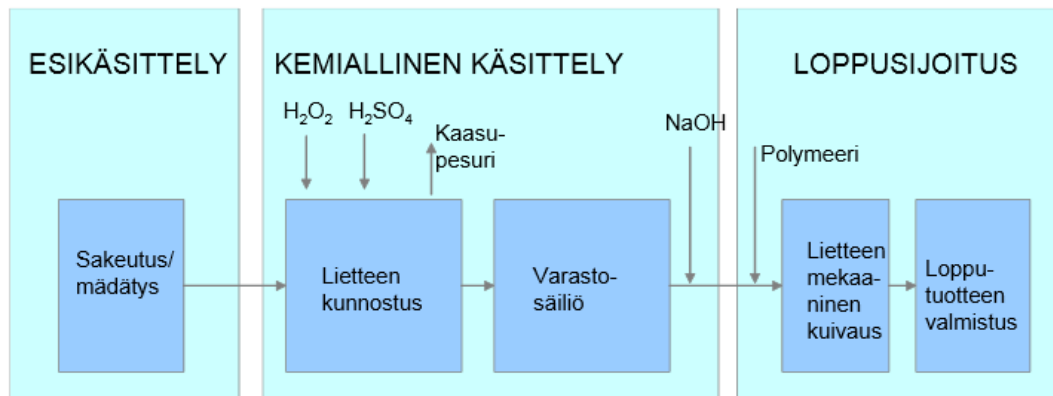
**Kuva 10.** Terminen kuivaus. (Pöyry Environment Oy 2007, 26.)

### 4.3 Kemicond

Kemicond-käsittelyssä lietteeseen lisätään rikkihappoa, jolla saadaan pH laskemaan. Lietteeseen muuttuessa happamaksi sen geelimäinen koostumus hajoaa ja metallisuolat pääsevät liukenemaan. Lietteeseen käsittelyä jatketaan edelleen vetyperoksidilla, joka muuttaa kahdenarvoisen ferriraudan kolmenarvoiseksi ferriraudaksi. Ferrirautaa saostaa fosfaatti-ionit ferrifosfaattina. Geelimäinen koostumus jatkaa hajoamista hapellisessa ympäristössä, jonka seurauksena syntyy vettä.

Liete neutraloidaan natriumhydroksidilla. Ennen kuivausta lietteeseen lisätään polymeeriä, jolla saadaan tehostettua kuivausta. Kuivaukseen voidaan käyttää eri menetelmiä kuten linkoa tai ruuvipuristinta. Kuivauksessa syntyvissä rejektivesissä on yleensä pienemmät fosfori- ja kiintoainepitoisuudet kuin muilla menetelmillä, myös rejektivesien aiheuttama sisäinen kuormitus on vähäisempää, koska fosfori ja orgaaninen aines ovat pienempinä partikkeleina ja hapetettuina.

Käsitelty liete on hygieenistä, melkein hajutonta sekä rakeista, jonka takia sitä on helppo käsitellä, kuljettaa ja varastoida. Käsitelty liete soveltuu maanparannusaineksi, polttoon sekä kompostointiin. Kemicond-käsittely on kuitenkin vain esikäsittelemenetelmä, joka vaatii jatkokäsittelyn (Kuva 11). (Pöyry Environment Oy 2007, 33–35.)

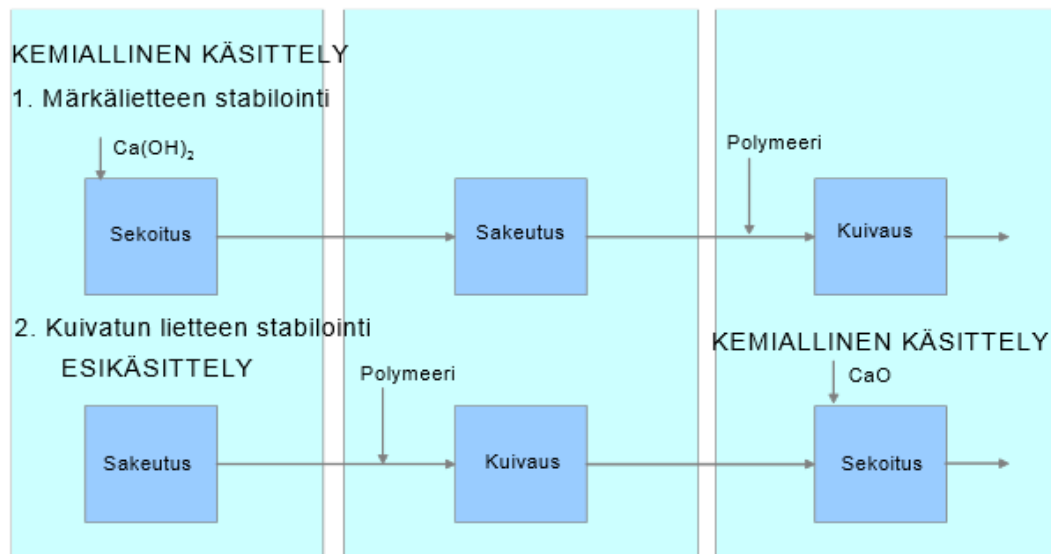


**Kuva 11.** Kemicond-käsittely. (Pöyry Environment Oy 2007, 33.)

#### 4.4 Kalkkistabilointi

Kalkkistabiloitava liete voi olla märkää tai koneellisesti kuivattua. Koneellisesti kuivatun lietteen kiintoainepitoisuuden tulisi olla 18–35 %. Menetelmän tarkoituksena on nostaa lietteen pH korkeaksi käyttämällä poltettua kalkkia ( $CaO$ ). pH:n noston tarkoituksena on saada biologinen toiminta lakkaamaan ja pH nousemaan tarpeeksi korkealle tarpeeksi pitkäksi aikaa, että liete hygienisoituu. Lisätty kalkki aiheuttaa veden kanssa reaktion, joka saa pH:n nousemaan yli arvon 12 sekä lämpötilan yli  $60^{\circ}C$ :seen (Kuva 12).

Kalkkistabiloinnilla ei saada pienennettyä lietteen kokonaismäärään kasvua sillä lisätty kalkki kasvattaa lietteen määrää, vaikka kuiva-ainepitoisuus lietteessä kasvaaakin. Stabiloitu liete on hygieenistä sekä sillä on korkea pH-arvo ja kalsiumpitoisuus. Käsitelty liete soveltuu maatalouden käyttöön sekä viherrakentamiseen. (Pöyry Environment Oy 2007, 36.)



**Kuva 12.** Kalkkistabilointi. (Pöyry Environment Oy 2007, 35.)

#### 4.5 Poltto

Poltoon käytettävä liete esikäsitellään kuivattamalla joko mekaanisesti tai termisesti (Kuva 13). Kuiva-ainepitoisuus pyritään saamaan mahdollisimman korkeaksi, korkea kuiva-ainepitoisuus aiheuttaa pölyämistä. Myös Kemicond-käsiteltyä lietettä voidaan myös poltossa. Käsitelty liete on hajutonta, helppoa käsitellä sekä sen varastointiaika on pitempi kuin mekaanisesti käsitellyllä lietteellä.

Polttotekniikkaa valitessa täytyy määritellä eri jakeiden väliset seossuhteet, lietteen osuus poltossa eri laitoksissa vaihtelee lietteen laadun ja muun poltettavan materiaalin mukaan. Lietteen kuiva-ainepitoisuus sanelee sen, paljonko tukipolttoainetta tarvitaan ja paljonko poltosta syntyy savukaasuja. Polttokattilassa tulee saada aikaan riittävä turbulenssi sekä saavuttaa  $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n lämpötila.

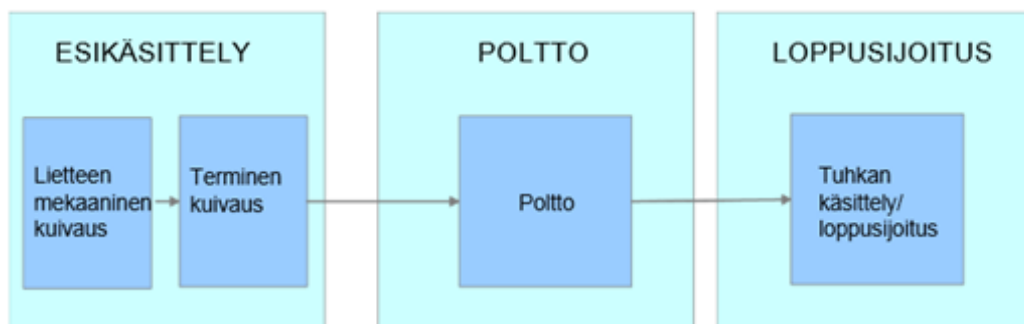
Puhdistamoliete soveltuu parhaiten poltettavaksi rinnakkaispolttolaitoksessa, jossa on käytössä leijupolttotekniikka. Leijupolttoon voidaan käyttää kuivaa ja märkää lietettä. Kuivaa lietettä ei saa olla yli 20 % tulevasta materiaalista, märän lietteen osuus tulee jäädä alle 10 % tulevasta materiaalmäärästä. Arinapolttolaitoksissa lietteen poltto kotitalousjätteiden seassa tulee kalliimmaksi, sillä lietteen kuiva-ainepitoisuuden tulee olla vähintään 45 % eikä lietettä saa olla yli 20 % tulevasta



materiaalimäärästä. Lietteiden kuiva-ainepitoisuutta saadaan nostettua korkeammaksi termisellä kuivauksella.

Lietteiden polttoa hankaloittaa sen vesipitoisuus, likaavuus ja huono lämpöarvo. Puhdistamolietteiden käsittelyssä käytettävät kemikaalit lisäävät tuhkan määrää sekä muodostavat kuonaa. Polton lopputuotteena syntyvä tuhkaa ei voida hyödyntää lannoitteena maanparannusaineena. Tuhka käsitellään stabiiliksi ja yleisimmin se loppusijoitetaan kaatopaikalle. Tuhkasta voidaan erottaa jakeita hyötykäyttöön, kuten fosforia lannoitteiden valmistukseen. (Pöyry Environment Oy 2007, 29–33.)

Lietteet sisältävät polyaromaattisia hiilivetyjä (PAH) ja muita orgaanisia yhdisteitä, klooria, raskasmetallia, fosforia sekä typpeä, joista voi polton yhteydessä muodostua toksisia yhdisteitä savukaasuihin sekä rikastua tuhkaan. Savukaasujen puhdistuksen vähimmäistaso määritetään laissa jätteenpolttoasetuksella (valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta, 151/2013) sekä teollisuuden päästöistä annetulla direktiivillä (2010/75/EU). Savukaasut on puhdistettava niin, että ne alittavat edellä mainittujen jätteenpolttoasetuksen ja teollisuuden päästöjen direktiivin määräyksissä annetut raja-arvot. (Pöyry Environment Oy 2007, 31; Savukaasujen puhdistus.)



**Kuva 13.** Lietteen poltto. (Pöyry Environment Oy 2007, 29.)

## **5 KOMPOSTOIDUN LIETTEEN KÄYTTÖKOHTTEITA**

Maanparannusaineella tarkoitetaan aineita, ”joita lisätään maahan sen fysikaalisten ominaisuuksien ylläpitämiseksi ja parantamiseksi tai lisäämään maan biologista toimintaa.” (L 539/2006 1:4§, 5.) Maanparannusaine vaikuttaa suotuisasti maan veden ja ravinteidenpidätyskykyyn, edistää mururakenteen syntymistä, vähentää maaperän happamuutta ja liettymistä, kasvien juuristolle saadaan voimakkaampi kasvu eli kompostilannoitus edistää juurten syvyyskasvua. Kompostin mikrobit voivat myös tuhota lannoitettavassa maassa olevia kasvitautien aiheuttajia sekä vähentää viljelykasvien tuholaisia kuten ankeroisia (sukkulamato). (Haukioja ym. 1983, 83–85.)

### **5.1 Viherrakentaminen ja maisemointi**

Maanparannusainetta (esimerkiksi maanparannuskompostia) voidaan käyttää viherrakentamiseen, kuten tieluiskien rakentamiseen, eroosion estoon, nurmien perustamiseen sekä maisemointiin. Viherrakentamisessa kompostin sisältämien haitta-aineiden päätyminen eläin- tai ihmisravinnoksi on pieni. Kompostin etuja viherrakentamisessa on, ettei se liety, materiaalin keveys, tasalaatuisuus ja ilmaisuus, vedensidontakyky sekä ravinteiden pitkäaikainen vaikutus. (Apila Group Oy Ab 2013, 7; Paatero ym. 1984, 219, 231.)

### **5.2 Peltoviljely**

Puhdistamolietteistä valmistetuille orgaanisille lannoitteille (maanparannusaineille) pätevät samat levityssäännöt kuin karjanlannalle. Lannan ja puhdistamolietteistä valmistettujen lannoitteiden käyttöä ohjataan Valtioneuvoston asetuksella eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014 ja 1261/2015.

Orgaanisia lannoitteita ei saa levittää pelloille marraskuun alusta maaliskuun loppuun välisenä aikana, eikä silloin kun maa on roudassa, lumessa tai läpimärkää. Vuosittain levitettävien orgaanisten lannoitteiden kokonaistypen määrä saa olla maksimissaan 170 kg/ha.

Lannoitteen levityksen jälkeen, tulee pelto kyntää tai muokata heti tai viimeistään vuorokauden sisällä levityksestä. Lannoitetta ei myöskään saa levittää viittä metriä lähemmäs vesistöä. Seuraavan viiden metrin jälkeen lannan pintalevitys on kielletty, ellei peltoa muokata vuorokauden kuluttua levityksen jälkeen. Talousveden hankintaan käytettävien kaivojen ympärille on jätettävä 30–100 m lannoittamaton vyöhyke riippuen maalajista, kaivon rakenteesta sekä korkeuseroista. Orgaanisia lannoitteita tai karjan lantaa ei myöskään saa koskaan levittää pelloille joiden kaltevuus on yli 15 %. (Salminen ym. 2013, 21; VNA 1250/2014 10–11§.)

Puhdistamolietteestä valmistettuja orgaanisia lannoitteita saa käyttää pelloilla, joilla viljellään viljaa, sokerijuurikasta, öljykasveja tai kasveja joita ei käytetä tuoreena ihmisravinnoksi tai eläinrehuksi, esimerkiksi tärkkelysperuna. Luomuviljelyyn puhdistamolietteestä valmistettuja lannoitteita ei saa käyttää. (Salminen ym. 2013, 17; Vuorinen 2013, 5.)

Tuorekompostia voidaan käyttää vilja- ja energiakasveille, maisemointiin, eroosion estoon sekä siirtonurmien kasvualustana. Puhdistamolietteestä hapottamalla ja stabiloimalla valmistetut maanparannusaineet soveltuvat vilja- ja energiakasveille, mutta ne eivät sovellu käytettäväksi tuoreille vihanneksille, yrtti- tai juurimausteille, kotipuutarhoihin tai taimituotantoon. (Apila Group Oy Ab 2013, 7.)

## **6 LANNOITTEIDEN VALMISTUSTA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ PÄÄPIIRTEITTÄIN**

Alla on käsiteltyä pääpiirteittäin orgaanisia lannoitteita koskeva lainsäädäntö. Kuvassa 14 on esitettyä lannoitevalmistelain vaikutus puhdistamolietteistä valmistettaviin lannoitteisiin.

### **6.1 Lannoitevalmistelaki 539/2006**

”Tämän lain tavoitteena on kasvintuotannon sekä elintarvikkeiden ja ympäristön laadun turvaamiseksi edistää hyvälaatuisten, turvallisten ja kasvintuotantoon sopivien lannoitevalmisteiden tarjontaa, sellaisiksi soveltuvien sivutuotteiden hyötykäyttöä sekä riittävien tietojen antamista lannoitevalmisteista niiden ostajille ja käyttäjille.” (L 29.6.2006/539 1:1§.)

#### **6.1.1 Yleiset vaatimukset**

Lannoitteet eivät saa sisältää haitallisia aineita, jotka aiheuttavat oikein käytettyinä vaaraa ihmisten tai eläinten terveydelle tai turvallisuudelle, kasvien terveydelle tai ympäristölle. Lannoitteisiin käytettyjen raaka-aineiden tulee olla turvallisia ja niistä valmistettujen lannoitteiden pitää täyttää niille asetetut laatuvaatimukset.

Lannoitteiden valmistajalla on oltava toimintaan soveltuvat tilat sekä kalusto valmistukseen, varastointiin ja kuljetukseen. Toiminnan harjoittamisen eri vaiheista ei saa aiheutua haittaa terveydelle, turvallisuudelle tai ympäristölle. (L 29.6.2006/539 2:5§.)

#### **6.1.2 Toiminnan harjoittaminen**

Ennen toiminnan aloittamista on tehtävä kirjallinen ilmoitus Elintarviketurvallisuusvirastolle (Eviralle), ilmoitukseen on liitettävä mukaan kuvaus toiminnan järjestämisestä. Kirjallinen ilmoitus pitää myös tehdä kun toiminta muuttuu oleellisesti tai se lopetetaan. Valvontaviranomaiset tekevät tarkastuksen ennen toiminnan aloittamista. (L 29.6.2006/539 3:11§.)

Toiminnanharjoittajan on ylläpidettävä toiminnastaan ajan tasalla olevaa tietoa. Tiedostoon tulee merkitä lannoitevalmisteiden ja niiden raaka-aineiden ostot, alkuperä, tekniset käsittelyt sekä valmistus, myynnit ja muut luovutukset sekä varastointipaikat. (L 29.6.2006/539 3:12§.)

Toiminnanharjoittajalla on oltava omavalvonta, josta ilmenee valmistuksen ja käsittelyn kriittiset vaiheet. Kriittisten vaiheiden tunteminen valmistuksessa ja käsittelyssä on oleellista laadun, terveyden ja turvallisuuden kannalta, työntekijöiden tulee olla tietoisia omavalvonnasta. Omavalvonta on tehtävä kirjallisesti ja se on toimitettava Eviralle. (L 29.6.2006/539 3:13§.)

### **6.1.3 Valvovat viranomaiset**

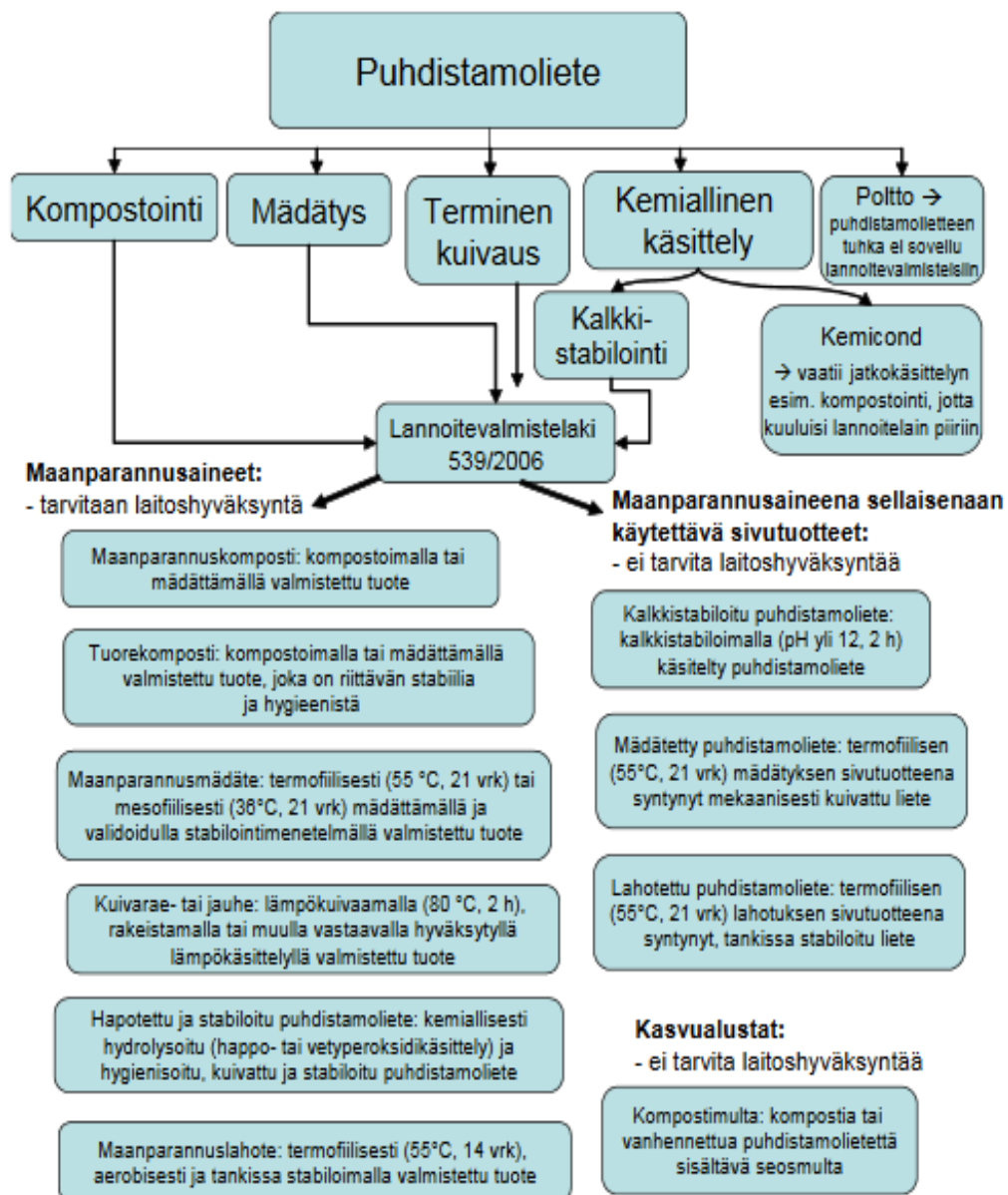
”Lannoiteasetuksen, sivutuoteasetuksen ja tämän lain täytäntöönpanon yleinen ohjaus ja valvonta kuuluvat maa- ja metsätalousministeriölle.” (L 29.6.2006/539 4:16§.) ”Säännösten ja määräysten noudattamisen valvonnasta ja valvonnan järjestämisestä vastaa Elintarviketurvallisuusvirasto.” (L 29.6.2006/539 4:17§.)

”Elintarviketurvallisuusviraston laboratorio toimii lannoitevalmistevalvontaan ja sivutuoteasetuksessa tarkoitettuna omavalvontaan liittyvien analyysien virallisena laboratoriona. Lannoitevalmistevalvontaan ja sivutuoteasetuksessa edellytettyyn laitosten omavalvontaan liittyvät analyysit voidaan tehdä myös muussa laboratoriossa, jonka Elintarviketurvallisuusvirasto on hyväksynyt.” (L 29.6.2006/539 4:19§.) Eviran hyväksymät laboratoriot Liitteessä 2.

### **6.1.4 Valvonta**

Viranomaiset suorittavat valvontaa säännöllisesti ja tasapuolisesti. Jos tulee epäily, ettei toiminta, lannoitevalmiste tai sen raaka-aine täytä määräyksiä tai vaatimuksia, valvontaa tehostetaan. Valvonta kohdistetaan lannoitevalmisteiden tai sen raaka-aineiden valmistukseen, markkinoille saattamiseen, markkinointiin, kuljetukseen, varastointiin sekä käsittelyn ja käytön eri vaiheisiin. (L 29.6.2006/539 5:20§.)

Valvontaviranomaisilla on oikeus päästä tarkistamaan paikat, joissa lannoitevalmisteita ja niiden raaka-aineita käsitellään ja säilytetään. Myös kaikki toimintaan liittyvien asiakirjojen käsittely, säilytys ja ylläpito sekä kuljetusvälineet tulee olla viranomaisen tarkastettavissa. (L 29.6.2006/539 5:24§.)



**Kuva 14.** Lannoitevalmistelaki. (Pöyry Environment Oy 2007, 10.)

## 6.2 Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11

”Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa lannoitevalmisteista 24/11 säädetään lannoitevalmisteiden tyypeistä, tyyppinimiryhmistä ja tyyppinimiryhmäkohtaisista vaatimuksista sekä lannoitevalmisteiden laatu-, merkintä-, pakkaus-, kuljetus-,

varastointi-, käyttö- ja muista vaatimuksista sekä lannoitevalmisteiden raaka-aineista.” (Elintarviketurvallisuusvirasto 2015 b.)

Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11 sallii maanparannusaineen koostumukseen kolmen prosenttiyksikön poikkeaman tyyppinimeä muuttamatta. Vanhan säädöksen 12/07 kumouduttua uuteen säädökseen tuli lisäys, ettei maanparannusaineiden käytöstä saa aiheutua hajuhaittoja. (Liete.)

### **6.3 Maa- ja metsätalousministeriön asetus 11/12 lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valonnasta**

”Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 11/12 lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta säädetään toiminnanharjoittajan ilmoitusvelvollisuudesta, tiedostonpitämisvelvollisuudesta, omavalvontavelvollisuudesta, ennakoilmoitusvelvollisuudesta, laboratoriohyväksynnästä, orgaanisia lannoitevalmisteita tai niiden raaka-aineita valmistavan tai teknisesti käsittelevän laitoksen hyväksynnästä sekä lannoitevalmisteita koskevan valvonnan järjestämisestä.” (Elintarviketurvallisuusvirasto 2015 b.)



## 7 EVIRAN LAITOSHYVÄKSYNTÄ

Laitoshyväksyntä tulee olla laitoksilla, jotka valmistavat orgaanisia lannoitteita jotka kuuluvat tyyppinimiryhmiin orgaaniset eläinperäiset lannoitteet, orgaaniset ei-eläinperäiset lannoitteet, orgaaniset maanparannusaineet, maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet ja seosmullat, joiden osana on lantaa, orgaanisia jätteitä tai teollisuuden sivutuotteita.

Hyväksyntää ei kuitenkaan tarvita jätevedenpuhdistamoilla, jotka valmistavat sellaisenaan maanparannusaineina käytettäviä sivutuotteita. Näihin tyyppiryhmän 3A5 kuuluvia sivutuotteita ovat mm. kalkkistabiloitu puhdistamoliete sekä termofiilisesti mädätetty liete. Hyväksyntä kuitenkin edellytetään, jos käsittelyn suorittaa joku muu kuin jätevedenpuhdistamo itse. Laitoshyväksyntä on tuotantolaitos- ja tuotantolinjakohtainen. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2015 c.)

### 7.1 Hyväksynnän hakeminen

Laitoshyväksyntäilmoitus tehdään Eviralle sen jälkeen, kun toiminnanaloitus ilmoitus on tehty. Laitoshyväksyntähakemukseen tulee liittää selvitys laitoksesta ja sen toiminnasta, selvitys käytettävistä raaka-aineista ja lopputuotteista ja niiden käyttökohteista, kirjallinen omavalvontasuunnitelma, ajankohta, jolloin laitos on tarkoitus ottaa käyttöön, ympäristölupa sekä hakijan yhteystiedot.

Laitos hyväksytään ja sille annetaan rekisterinumero, jos se täyttää sivutuoteasetuksen ja lain nojalla annetut vaatimukset (L 29.6.2006/539 3:14§). Hyväksytyin laitoksen on laadittava vuosittain Eviralle omavalvontaraportti, jossa kerrotaan kriittisten valmistus- ja käsittelyvaiheiden valvonnan tulokset sekä mahdolliset omavalvonnassa havaitut ongelmat ja niiden ratkaisut. Hyväksytyllä laitoksella on myös velvollisuus ilmoittaa välittämättömästi Eviralle toiminnassa tapahtuvista poikkeavuuksista, joilla on merkittävä vaikutus lopputuotteen laatuun. (L 29.6.2006/539 3:15§.)

## **7.2 Tyyppinimi**

Evira ylläpitää kansallista tyyppinimiluetteloa. Tyyppinimen avulla kuvataan lannoitteen valmistusmenetelmää, käyttötarkoitusta, tai sen koostumusta. Tyyppinimen on kuvattava tuotetta, jolloin tuotteelle osataan valita oikeat valvontanalyysit. Tyyppinimiluettelossa on mainittuna lannoitteiden ominaisuuksia esim. johtokyky, valmistusmenetelmä, ravinnepitoisuudet, laatuvaatimukset sekä mahdolliset rajoitukset.

Lannoitteita joiden tyyppinimi löytyy kansallisesta tyyppinimiluettelosta tai EY-asetusten mukaisesta lannoitetyyppiluettelosta voidaan saattaa markkinoille, valmistaa markkinoille saattamista varten tai tuoda maahan. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2016.)

## **7.3 Tuoteseloste**

Tuoteselosteessa ilmoitettavat tiedot on säädetty Maa- ja metsätalousministeriön asetuksilla, merkintä- ja pakkausvaatimukset noudattavat sivutuoteasetusta. Tuoteseloste täytyy löytyä joko pakkauksesta tai se on annettava painettuna mukaan jos kyseessä on irtotavara. Seloste täytyy olla suomeksi ja ruotsiksi, yksikielisillä paikkakunnilla se voi olla vain toisella kotimaisella kielellä laadittuna. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2014 b.)

Tuoteselosteen sisältö vaihtelee valmisteen mukaan. Pääsääntöisesti tuoteselosteessa tulee olla tyyppinimi, kauppanimi, kosteus, orgaaninen aines (hehikutushäviö), johtokyky, pH, pääravinteet/ ravinnepitoisuus, tilavuuspaino, haitallisten metallien pitoisuus, käyttöohje sekä valmistajan tiedot. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2014 a.)

## **7.4 Maksut**

Laitoshyväksyntää koskevat maksut peritään MMM asetuksen 1161/2014 mukaan. Maksut koskevat viranomaispalveluja sekä laitoksen hyväksymistä. Laitoshyväksyntään koskevien viranomaispalveluiden hinnat ovat esitettynä Liitteessä 1. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2015 a.)

## 7.5 Vastuut

Vahinkotilanteissa lannoitevalmisteiden valmistaja tai valmistuttaja on velvollinen korvaamaan vahingon, joka on aiheutunut lannoitevalmisteista, jos valmiste ei täytä lainsäädännön asettamia vaatimuksia tai tuote poikkeaa tuoteselosteesta enemmän kuin se on säädöksissä sallittu. Korvausvelvollisuus on silloinkin, kun vahinkoa ei ole aiheutettu tahallaan tai huolimattomuuttaan.

Korvausvelvollisuus raukeaa, jos valmistaja kykenee todistamaan, ettei valmis- teessa ollut vahingon aiheuttavaa virhettä silloin, kun tuote on saatettu markki- noille. (Salminen ym. 2013, 16.)

## **8 OMAVALVONTASUUNNITELMA**

### **8.1 Mitä se on ja keneltä vaaditaan**

Omavalvonnalla toimija valvoo omaa toimintaansa. Omavalvonnan noudattamisen tarkoituksena on saattaa markkinoille hyvälaatuisia ja turvallisia tuotteita. Toimijan on tunnettava tuotantoprosessina eri vaiheiden kriittiset pisteet valmistuksesta käsittelyyn sekä valvottava säännöllisesti näitä pisteitä. Kirjallisessa omavalvontasuunnitelmassa tulee olla kuvattuna kriittiset pisteet, niiden hallinta sekä se mitä niille tulee tehdä kun ongelmia ilmaantuu, ja miten niitä ennaltaehkäistään. Työntekijöiden tulee olla tietoisia omavalvonnasta sekä toimia sen mukaan.

Omavalvonta täytyy olla kaikilla toimijoilla, jotka saattavat markkinoille lannoitevalmisteita tai niiden raaka-aineita. Näihin toimijoihin kuuluu valmistajat, käsitelijät sekä maasta viejät ja tuojat. Omavalvontavelvollisuus koskee myös lannoitevalmisteita sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden luovuttavia toimijoita. Omavalvonta vaaditaan myös joissain tapauksissa, kun tuotteita valmistetaan omaan käyttöön mm. maatilat. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2012.)

### **8.2 Omavalvonnan sisältö**

Omavalvonnassa selvitetään kaikki työvaiheet, työvälaineet, koneet, laitteet, valmistettavat tuotteet sekä niiden valvonta. Lyhyesti kuvattuna omavalvonnasta on löydyttävä seuraavat tiedot:

- toiminnasta vastuussa oleva henkilö tai henkilöt sekä henkilökunnan perehdytys suunnitelma
- raaka-aineiden vastaanotto
- eräkohtainen jäljitettävyys
- tuotanto- ja toimenpideprosessit
- häiriötilanteet
- laadunvalvonta- ja näytteenottosuunnitelma
- laatupoikkeamat

- varastointi, säilytys ja kuljetus.

Omavalvonnassa täytyy myös olla merkittynä laadintapäivämäärä. Omavalvonnan sisältö tulee pitää ajan tasalla. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2015 d.) Alajärven kaupungin jätevedenpuhdistamon omavalvontasuunnitelma liitteessä 3 ja omavalvontaa täydentävä lämpötilan seuranta-kaavakkeen pohja liitteessä 4.

## 9 LIETTEEN KÄSITTELYMENETELMIEN VERTAILU

### 9.1 Menetelmien vertailu

Kemicond-käsittely soveltuu keskisuurille laitoksille, joiden lietteenkäsittelymäärät ovat 15 000–20 000 t/a. Luvut ovat suuntaa-antavia, koska menetelmä on uusi ja siitä on vähän käyttökokemuksia. Suomessa menetelmää käyttäviä laitoksia on Oulussa ja Porissa. Kemicond-käsittely vaatii usean eri kemikaalin käyttöä ja näin ollen lisää ympäristö- ja turvallisuusriskejä. Kemikaalien käyttö lisää käyttökustannuksia sekä menetelmä vaatii jatkokäsittelyn. (Pöyry Environment Oy 2007, 34.)

Kalkkistabilointi soveltuu pienille laitoksille joiden lietemäärät ovat vähäisemmät kuin 5–10 000 t/a. Kalkkistabilointi on edullinen menetelmä, mutta se kasvattaa lietteen määrää, joka saattaa hankaloittaa etenkin talviaikana syntyvän lietteen hyötykäyttöä. Stabiloitua lietettä on kannattavaa kuljettaa enintään 50 km päähän valmistuspaikasta. (Pöyry Environment Oy 2007, 36.)

Lietteen poltto on edullisempaa rinnakkaispolttolaitoksessa kuin pelkässä lietteenpolttolaitoksessa, koska sen rakentaminen on kallista. Puhdistamolietettä on kannattavinta polttaa joko jätteiden seassa tai rinnakkaispoltossa. Rinnakkaispoltossa investointikustannukset ovat edullisemmat sekä energiaratkaisut tehokkaammat kuin pelkän lietteen poltossa. Soveltuva laitoskoko rinnakkaispolttolaitokselle on yli 25 000 t/a jätepolttoainetta tai lietettä muun polttoaineen lisäksi. Markkinoille on myös tulossa pienemmille kapasiteeteille soveltuvia polttolaitoksia. (Pöyry Environment Oy 2007, 32.)

Ympäristölupamenettelyt ovat polttolaitoksille pitkiä ja monimutkaisia prosesseja. Lopputuotteena syntyvää tuhkaa ei voi käyttää lannoitevalmisteena tai maanparannusaineena, vaan se tulee käsitellä stabiiliksi, loppusijoittaa kaatopaikalle tai jätteenkäsittelylaitokseen. Raskasmetalleja ja muita haitta-aineita sisältävä tuhka on ongelmajätettä. (Pöyry Environment Oy 2007, 30–31.) Polttoon liittyviä rajoituksia ja vaatimuksia on käsitelty tarkemmin luvussa 4.5.

Terminen kuivaus soveltuu parhaiten suurien lietemäärien kuivaukseen. Kuten luvussa 4.2 on mainittuna, kuivaus pienentää lietteen määrää ja helpottaa sen käsittelyä ja varastointia. Kuivattua lietettä käytetään joko polttoaineena tai ravinteena. Lietteiden kuivaamisella saavutetaan parempi lämpöarvo, joka puolestaan parantaa termisesti kuivatun lietteen hyödyntämistä energiantuotannossa. (Pöyry Environment Oy 2007, 28.)

Mädättämölaitoksen rakentamisen kannattavuuteen vaikuttaa etenkin biokaasusta saatava hinta. Laitoksen koko voi vaihdella 5 000–75 000 t/a märkälietettä. Biokaasua voidaan käyttää lämmön tuotantoon, lämmön ja sähkön tuotantoon tai liikenteen polttoaineena. Kannattavinta biokaasun käyttö on liikenteen polttoaineena. Suomessa liikenteen polttoainekäyttö on vielä vähäistä, koska tankkausasemia on harvaan.

Kokonaiskustannuksiin vaikuttaa se, miten korkean teknologian ratkaisuja mädätysjäätännöksen jatkokäsittelyyn valitaan. Terminen kuivaus mädätyksen jälkeen nostaa kustannuksia, jos investoidaan samanaikaisesti mädättämö ja termisen kuivaus jatkokäsittelymenetelmäksi. Muutoin termisen kuivurin hankinta voi osoittautua kannattavaksi. Edullisin ratkaisu mädätysjäätännöksen käsittelyyn on aumakompostointi. Mitä puhtaampia raaka-aineita mädättämössä käsitellään, sitä laadukkaampia ovat kompostoinnista saatavat lopputuotteet. (Pöyry Environment Oy 2007, 24.)

Kompostointi soveltuu niin pienille kuin isoille laitoksille. Suomen suurimman tunnelikompostointilaitoksen lietteenkäsittelykapasiteetti on 49 000 t/a, suurimmat rumpukompostointilaitokset käsittelevät 300–15 000 t/a, tavallisesti rumpukompostointilaitoksissa käsitellään keskimäärin 1 000–5 000 t/a lietteitä. Esikompostointi suoritetaan yleensä reaktorissa ja jälkikompostointi avoimella tai katetulla kompostointikentällä.

Siträn raportissa tehtyjen laskelmien mukaan noin 5 000 t/a lietteenkäsittelykapasiteetilla yksikkökustannukset ovat 80 €/t ja 75 000 t/a käsittelykapasiteetin laitoilla yksikkökustannukset ovat noin 71 €/t. Yksikkökustannukset tulevat kalliimmaksi pienemmillä laitoilla kuin suuremmilla. Aumakompostoinnissa suu-

ria investointeja ei tarvitse tehdä. Puhdistamolietteiden energiakäytön lisääntyessä voi laitoskompostointi käsittelymenetelmänä kadota. Aumakompostointi on jatkossakin kannattava jatkokäsittelymenetelmä. (Pöyry Environment Oy 2007, 16–18.)

## 9.2 Tukiaineiden vertailu

Kuoriketta on aikaisemmin käytetty tukiaineena Alajärven kompostointikentällä. Kuorikkeesta siirryttiin pois, koska se maatui huonosti eikä katemateriaalille ollut suurta kysyntää. Kuorike korvattiin turpeella ja kompostoinnissa kierrätettävillä puukapuloilla. (Hosionaho 2016.)

Risuhaketta olisi mahdollista tehdä Alajärven jätevedenpuhdistamolla, jos sen valmistamiseen hankitaan hakettaja. Risuja voitaisiin vastaanottaa ilmaiseksi yksityisiltä ihmisiltä sekä kaupungin omien alueiden hoidossa kertyvät risut saataisiin hyödynnettyä. Hakkeen palakoko tulisi olla 1–2 cm, jotta hajoaminen olisi nopeampaa. Puumateriaalin käyttö kompostissa lisäsi humuspitoisuutta ja ilmavuutta, näin ollen se olisi hyvä tukiaine. Risuhaketta sisältävän valmiin kompostin menekki saattaisi olla kuitenkin yhtä huono kuin aiemmin valmistetun kuorikekompostin.

Turpeen saanti on hyvä Järvi-Pohjanmaan alueella. Imeytysturpeen verollinen hinta lähialueen yrittäjältä hankittuna on 16,12 €/m<sup>3</sup>, hinta sisältää myös kuljetuksen. Turvetta ei tarvitse jatkokäsitellä sekä sen hajun ja vedensidontakyky on todettu hyväksi.

Kompostointikäytössä olki tulisi silputa pienempään partikkelikokoon hajoamisen nopeuttamiseksi. Kangasalalla Vehkosuon komposti Oy:ssä tukiaineena käytettävä olki silputtiin Roto Grind -paalisilppurilla. Kesän huonot sääolosuhteet ja maatalouden kuivikekäyttö vaikuttavat saatavuuteen, huonon kesän jälkeen hinnat myös nousevat. Oljen hinta pikkupaalissa (huhtikuu 2016) liikkuu 1–1,5 €/kpl ja pyöröpaaliin (1,3–1,5 m<sup>3</sup>) paalatun hinta 15–20 €/kpl. Hinnoissa on alueellisia eroja, pääsääntöisesti oljen hinta on edullisempaa kuin esimerkiksi paalatun heinä.



Vanhaa kompostia on kokeellisesti käytetty kompostin tukiaineena turpeen kanssa. Vanhan kompostin vedenimukyky on todettu huonommaksi kuin turpeen. Jos liete oli vetistä, täytyi turvetta sekoittaa suhteessa enemmän kuin vanhaa kompostia.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kompostoinnin kehittämiseksi helpoin tapa olisi lisätä aumaan koneellinen ilmastus, jolloin aumojen kääntökertoja saataisiin harvennettua. Myös membraanikaan käytöllä saataisiin kääntökertoja harvennettua, vähennettyä ympäristön vaikutusta kompostiin sekä rajattua kompostin ympäristövaikutuksia. Auman peittäminen membraanilla vähentäisi myös ravinteiden poishuuhtoutumista valumavesien mukana. Pirkanmaan Jätehuollossa membraanin väliaikaiseen käyttöön päädyttiin kustannustehokkaista syistä.

Puhdistamolietteen poltto voisi myös olla hyvä ratkaisu, jos tuotteistetulle puhdistamolietteelle ei ole kysyntää. Alajärven lämpölaitos tulisi saneerata vaatimusten mukaisesti muun muassa savukaasujen puhdistuslaitteistolla, erillisellä lietteen-syötöllä sekä jatkuvatoimisella mittauslaitteistolla. Termisen kuivauslaitteiston investointia tulisi myös harkita, jos lietettä alettaisiin polttaa. Lietteen polton huonona puolena on syntyvän tuhkan huono hyötykäyttömahdollisuus.

Mädätyslaitokseen investoitaessa saataisiin valmistettua biokaasua, jota olisi mahdollista käyttää esim. kaukolämmön tuotannossa. Biokaasun liikennepoltto-ainekäyttö on vielä vähäistä. Vaasan Stormosseniin on rakenteilla biokaasun tankkauspiste, jolla on mahdollisia positiivisia vaikutuksia myös Etelä-Pohjanmaan biokaasuautokantaan.

Pyöröpaaliin paalatun oljen keskiarvohinta on 17,5 €/paali, paalin tilavuus on keskimäärin 1,4 m<sup>3</sup>. Olkikuution hinnaksi muodostuisi näin ollen 12,5 €. 150 m<sup>3</sup> turvetta maksaa 2 418 €, samalla kuutiomäärällä laskettuna oljelle tulisi hintaa 1 875 €. Oljen hinnan lisäksi tulee ottaa huomioon silppuamiseen kuluvat työtunnit.

Oljen käsittelyyn tulisi investoida paalisilppuri. Paalisilppureita löytyy markkinoilta monen merkkisiä ja mallisia, hinnat vaihtelevat sen mukaan onko laite uusi vai käytetty. Esimerkiksi käytettyjen Elho CROSS CUT -paalisilppurin verollinen hinta on 20 956 € ja AGRONIC GLX-SLT -paalisilppurin verollinen hinta on 9 000 €.

Risuhakkeen valmistukseen käytettävä raaka-aine ei tulisi maksamaan mitään, jos puhdistamalla olisi ilmainen risumateriaalin vastaanotto. Risujen vastaanotto liittäisi liikennettä puhdistamalla, jolloin valvovaa ja opastavaa henkilökuntaa tulisi olla paikalla, mikä voisi tarkoittaa lisähenkilökunnan palkkausta. Kuluja syntyy myös risuhakkeen valmistukseen kuluvista työtunneista. Investointikustannuksia syntyy hakkurin hankinnasta sillä uusien hakkureiden hinnat vaihtelevat merkistä ja mallista riippuen 1 590–1 790 € (hinnat eivät sisällä toimituskuluja). Risuhakkeen valmistuksen investointikustannukset olisivat pienemmät kuin oljen, mutta muita kuluja saattaisi syntyä mahdollisesta henkilökunnan palkkauksesta.

Kompostoidusta lietteestä kannattaisi valmistaa maanparannusainetta tai multaa paikallisen maatalouden ja yksityisten henkilöiden puutarhakäyttöön sekä kaupungin omiin tarpeisiin. Vaihtoehtona on myös valmistaa eri lopputuotteita kuten puutarhakäyttöön soveltuvaa multaa, johon ei käytetä risuhaketta. Risuhaketta sisältävä komposti voitaisiin tuotteistaa katemateriaaliksi.

Orgaanisten lannoitteiden valmistajat myyvät kompostoitua lietettä pääsääntöisesti irtotavarana, hinta on yleensä ilmoitettu henkilöauton peräkärrikuormalle tai suuremmille lavakuormille. Jos tuotetta haluttaisiin saada marketteihin myyntiin, tulisi silloin investoida pussituskone. Pussittaminen lisää työtunteja ja nostaa tuotteen myyntihintaa.

Tuotteistamisen yhteydessä kompostointikenttä saattaa käydä pieneksi. Eräkohmainen jäljitettävyys edellyttää sen, ettei aumoja enää kasata yhdeksi isoksi kasaksi. Tilan tarpeeseen vaikuttaa myös se, että puhdas tuote on pidettävä erillään hygienisoimattomasta lietteestä.

Tuotteistuksella saataisiin puhdistamolietteen sisältämät ravinteet takaisin kiertoon ja samalla edistettäisiin kiertotaloutta. Puhdistamolietteen sisältämä fosfori voi tulevaisuudessa olla arvokasta materiaalia, johtuen kaivannaisen fosforin (apatiitin) hiljalleen ehtyvistä varoista ja siitä johtuvasta hintojen noususta.

## LÄHTEET

Apila Group Oy Ab. 2013. Metsäteollisuuden ravinteet - Tuotekortit. Metsäteollisuuden ravinnerikkaiden jätteiden ja lietteiden hyödyntäminen 2013- hanke. Viitattu 2.5.2016.

<http://www.apilagroup.fi/data/tiedostot/Mets%E4teollisuuden%20ravinteet%20PAS.pdf>. 7 s.

Flink, R. 2007. Kompostointiopas. 7. Tampere. Pilottikustannus.

Flink, R. & Leppälä, A. 1997. Ravinteet kiertoon – käytännön keinot ja tekniikat. 37, 39. Helsinki. Tammi.

Albers M., Helle H., Varpula T., Itävaara M., Kapanen A. & Vikman M. 2003. Kompostointiprosessin monitorointi ja ohjaus. VTT tiedotteita 2207. Espoo. Viitattu 14.3.2016.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2207.pdf>. 12 s.

Elintarviketurvallisuusvirasto. 2015 a. Hinnasto. Viitattu 11.10.2015.

<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/hinnasto/>

Elintarviketurvallisuusvirasto. 2015 b. Lainsäädäntö. Viitattu 23.3.2016.

<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/lainsaadanto/>

Elintarviketurvallisuusvirasto. 2015 c. Laitoshyväksyntä. Viitattu 29.3.2016.

<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/laitoshyvaksynta/>

Elintarviketurvallisuusvirasto. 2014 a. Maanparannuskompostin tuoteselosteen laatimisohje. Viitattu 4.4.2016.

[http://www.evira.fi/files/attachments/fi/kasvit/lannoitevalmisteet/ohjeet/12507\\_03\\_maanparannuskompostin\\_tuoteselosteen\\_laatimisohje.pdf](http://www.evira.fi/files/attachments/fi/kasvit/lannoitevalmisteet/ohjeet/12507_03_maanparannuskompostin_tuoteselosteen_laatimisohje.pdf)

Elintarviketurvallisuusvirasto. 2012. Omavalvontaohje. Viitattu 4.4.2016.

[http://www.evira.fi/files/attachments/fi/kasvit/lannoitevalmisteet/ohjeet/lava\\_12501\\_3\\_omavalvontaohje.pdf](http://www.evira.fi/files/attachments/fi/kasvit/lannoitevalmisteet/ohjeet/lava_12501_3_omavalvontaohje.pdf)

Elintarviketurvallisuusvirasto. 2015 d. Omavalvontasuunnitelma. Viitattu 4.4.2016.

<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/asiakokonaisuudet/omavalvonta/lannoitevalmisteet/omavalvontasuunnitelma/>

Elintarviketurvallisuusvirasto. 2014 b. Tuoteselosteet. Viitattu 4.4.2016.

<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/valmistus+ja+markkinoille+saattaminen/tuoteselosteet/>

Elintarviketurvallisuusvirasto. 2016. Tyypinimiluettelo. Viitattu 4.4.2016.  
<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/lainsaadanto/tyypinimiluettelo/>

Halinen A. & Tontti T. 2004. Laitoskompostien laadun parantaminen kypsytystä tehostamalla. MTT:n selvityksiä 70. MTT Jokioinen. Viitattu 18.2.2016.  
<http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts70.pdf>. 12–14 s.

Haukioja, M., Hovi, A. & Rajala, J. 1983. Komposti. 18–19, 53, 54 83–85. Helsinki. Tammi.

Hosionaho, V. Kentänhoitajana toimiva aliurakoitsija. Alajärven jätevedenpuhdistamo. Haastattelu 15.4.2016.

Illikainen, M. 2009. Opinnäytetyö. Ruskon kompostointilaitoksen laajennuksen ja mädätyslaitosten teknis-taloudellinen vertailu. Viitattu 11.3.2016.  
<http://oulu.ouka.fi/jatehuolto/PDFT/Teknineninfo/vertailu.pdf>. 21 s.

Jylhä, J. 2016. Käyttöpäällikkö. Pirkanmaan Jätehuolto Oy. 15.4.2016. Email jarkko.jylha@pirkanmaan-jatehuolto.fi. Viitattu 16.4.2016.

Savukaasujen puhdistus. Jätelaitosyhdistys. Viitattu 17.3.2016.  
<http://www.jly.fi/energia37.php?treeviewid=tree3&nodeid=37>

Kataja, J. 13.12.2006. Vimpelin putsari on nyt hyvässä lyönnissä. Järviseudun Sanomat. N:o 50–2006–3.  
<https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKE-wid6MfRxKnKAhUn9HIKHxUqCtAQFggZMAA&url=http%3A%2F%2Fcontent.siteadmin.fi%2Ffile.aspx%3Fid%3D497446%26ext%3DPDF%26routing%3D281668%26webid%3D281670%26name%3D%26width%3D%26height%3D&usg=AFQjCNETYQTqbC7osdcpnk29Cn3j0ip5OA&bvm=bv.111677986,d.bGQ&cad=rja>

L 29.6.2006/539. Lannoitevalmistelaki. Finlex. Lainattu 16.3.2016.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060539>

L 29.6.2006/539. Lannoitevalmistelaki. Finlex. Viitattu 4.4.2016.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060539>

Latvanen, H., Jockum, R. 24.8.1992. *Alajärven kaupunki jätevedenpuhdistamo. Yleissuunnitelma*. 1. Helsinki. Suunnittelukeskus Oy. Järvi-Pohjanmaan tekninen toimi.

Lehto, T. & Ekholm, E. 4.6.2001. Suomalaisten kompostointilaitosten toimivuus ja tehostaminen. Jätelaitosyhdistys ry. Väliraportti. Jaakko Pöytyä infra. Viitattu 27.11.2015.  
[http://www.jly.fi/komplait\\_A.pdf](http://www.jly.fi/komplait_A.pdf). 5 s.

Liimatainen, A-M. 2015. Diplomityö. Espoon puhdistamolietteen käsittelymenetelmien selvitys Ämmäsuon käsittelykeskuksessa. Viitattu 11.3.2016.  
[www.doria.fi/xmlui/bitstream/handle/10024/104673/Anna-Mari%20Liimatainen\\_Diplomity%C3%B6\\_VALMIS\\_19\\_5\\_15.pdf?sequence=2](http://www.doria.fi/xmlui/bitstream/handle/10024/104673/Anna-Mari%20Liimatainen_Diplomity%C3%B6_VALMIS_19_5_15.pdf?sequence=2). 21 s.

LSSAVI/27/04.08/2010. Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto. 6.11.2013. Viitattu 28.9.2015.  
[http://www.avi.fi/documents/10191/56864/lssavi\\_paatos\\_176\\_2013\\_1\\_2013\\_11\\_06.pdf/479881fd-88e0-4f75-a8c7-9c8fb9de1e32](http://www.avi.fi/documents/10191/56864/lssavi_paatos_176_2013_1_2013_11_06.pdf/479881fd-88e0-4f75-a8c7-9c8fb9de1e32). 3–4 s.

LSSAVI/146/04.08/2012. Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto. 11.12.2013. Viitattu 28.9.2015.  
[http://www.avi.fi/documents/10191/56864/lssavi\\_paatos\\_216\\_2013\\_1\\_2013\\_12\\_11.pdf/46dbae5-3f58-4969-b170-30558096bf1f](http://www.avi.fi/documents/10191/56864/lssavi_paatos_216_2013_1_2013_12_11.pdf/46dbae5-3f58-4969-b170-30558096bf1f). 1, 6 s.

LSSAVI/466/04.08/2010. Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto. 21.3.2012. Viitattu 30.10.2015.  
[http://www.avi.fi/documents/10191/56866/lssavi\\_paatos\\_31\\_2010\\_1\\_2012\\_03\\_21.pdf](http://www.avi.fi/documents/10191/56866/lssavi_paatos_31_2010_1_2012_03_21.pdf). 4, 6 s.

LSU-2004-Y-902. Länsi-Suomen ympäristökeskus. 10.5.2006. Viitattu 30.10.2015.  
<https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwipoJe6vqnKAhVD8HIKHRM1BYEQFgggMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.ymparisto.fi%2Fdownload%2Fnoname%2F%257B30056B73-7C71-440F-B4FB-8FA7A0CA6DD8%257D%2F80105&usq=AFQjCNHbsaPuQzqzIpobsiJ9KVxtcKealQ&bvm=bv.111677986,d.bGQ>. 1, 4 s.

Luonnonvarakeskus. 1.9.2009–31.12.2014. Tiesitkö tätä? LCA in Landscaping-hanke. Viitattu 27.10.2015.  
[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)

Luostarinen, S., Paavola, T., Ervasti, S., Sipilä I. & Rintala, J. 2011. Lannan ja muun eloperäisen materiaalin käsittelyteknologiat. MTT Raportti 27. Viitattu 11.3.2016. MTT Jokioinen. <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti27.pdf>. 17 s.

Kompostointi. Mustankorkea Oy. Viitattu 27.10.2015.  
<http://www.mustankorkea.fi/mustankorkea-oy/jatteenkasittely-ja-ymparisto/jatteenkasittelyprosessit/kompostointi>

Niemelä, A., Kuivamäki, R. 11.4.1994. *Alajärven kaupunki. Jätevedenpuhdistamo. Laitoksen saneeraus ja tehostaminen. Prosessisuunnitelma*. 1. Suunnittelukeskus Oy. Helsinki. Järvi-Pohjanmaan tekninen toimi.

Paatero, P., Lehtokari, M. & Kempainen, E. 1984. Kompostointi. 84–86, 92, 112–113, 136, 140, 203, 219, 231. Juva. WSOY.

Pöyry Environment Oy. 2007. Lietteenkäsittelyn nykytila Suomessa ja käsittelymenetelmien kilpailukyky -selvitys. Sitra. Helsinki. Viitattu 14.3.2016. <http://www.sitra.fi/julkaisut/muut/Lietteenk%C3%A4sittely.pdf>. 5–6, 10, 16–19, 24, 26–27, 29–33, 34–36, 50 s.

Tuominiemi K. 2015. Kaikki kompostoinnista ja maanparannuksesta. 32–34, 42–43. Helsinki. Minerva.

Rinttilä, R., Selin, P. & Reinikainen O. 1998. Turve ympäristönhoidossa. 16–17, 62. Helsinki. Yliopistopaino.

Salminen, P., Kangas, A., Klemola, R. & Peltonen, S. 27.5.2013. Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa. Viitattu 16.3.2016. [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas\\_201320032014s.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas_201320032014s.pdf). 16, 17, 21 s.

Tyrväinen, U., Toivikko, S., Paavola, T. & Vuorinen A. 27.5.2013. Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa. Viitattu 16.3.2016. [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas\\_201320032014s.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas_201320032014s.pdf). 31 s.

Liete. Vesilaitosyhdistys. Viitattu 23.3.2016. [http://www.vvy.fi/vesihuolto\\_linkit\\_lainsaadanto/liete/lannoitevalmisteita\\_koskeva\\_asetus\\_uudistui.1955.news?708\\_o=10](http://www.vvy.fi/vesihuolto_linkit_lainsaadanto/liete/lannoitevalmisteita_koskeva_asetus_uudistui.1955.news?708_o=10)

VNA 1250/2014. Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta. Viitattu 29.3.2016. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141250#Pidp3234176>. 10–11§.

Vuorela K. 2016. Vesihuoltolaitoksen esimies. Alajärven vesihuoltolaitos. 11.2.2016. Email kari.vuorela@alajarvi.fi. Viitattu 11.2.2016.

Vuorinen, A. 27.5.2013. Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa. Viitattu 16.3.2016. [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas\\_201320032014s.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas_201320032014s.pdf). 5 s.

## LIITE 1

Elintarviketurvallisuusviraston maksut.

Tarkastukset	Hinta €
Tarkastukset ja muu toimijan valvonta	114,00 / tunti
Hyväksyntätarkastukset	112,00 / tunti
Näytteenotto, maksuluokka 1	309,00
Näytteenotto, maksuluokka 2	457,00
Näytteenotto, maksuluokka 3	584,00
Näytteenotto, maksuluokka 4	737,00
Näytteenotto, maksuluokka 5	980,00
Ympäristönäyte	123,00

Laitoshyväksyntäpäätökset	Hinta €
Laitoshyväksyntä, käsittelykapasiteetti enintään 2000 m <sup>3</sup> vuodessa	593,00
Laitoshyväksyntä, käsittelykapasiteetti 2001-8000 m <sup>3</sup> vuodessa	1 289,00
Laitoshyväksyntä, käsittelykapasiteetti yli 8000 m <sup>3</sup> vuodessa	2 579,00
Laitoshyväksynnän uusiminen, siirtäminen tai peruuttaminen	85,00 / tunti
Laitoshyväksynnän muutoshakemuksen käsittely	85,00 / tunti
Hyväksyntämenettelyn keskeyttämisen käsittely	85,00 / tunti



## LIITE 1

Elintarviketurvallisuusviraston maksut.

Muut lupa- ja hyväksymispäätökset	Hinta €
Toimijoiden rekisteröinti	84,00
Tyypinimen hyväksyminen ja hakemuksen käsittely	85,00 / tunti
Ennakoilmoituksen käsittely ja päätös, eräkohtainen	85,00
Ennakoilmoituksen perusteella tehtävä määräaikainen lupa, 6 kk	417,00
Ennakoilmoituksen perusteella tehtävä määräaikainen lupa, 12 kk	834,00
Muut luvat ja päätökset	71,00

## LIITE 2

Hyväksytyt viranomaislaboratoriot.

Laboratorion nimi	Paikkakunta	Yhteyshenkilö
<b>Eurofins Viljavuuspalvelu Oy</b>	Mikkeli	terhi.tuhkalainen@ eurofins.fi
<b>KCL Kymen laboratorio Oy</b>	Kouvola	helena.wikman@kckymlab.fi
<b>Labtium Oy</b>	Espoo	hanna.kahelin@ labtium.fi
<b>MetropoliLab Oy</b>	Helsinki	seija.kalso@ metropolilab.fi
<b>Novalab Oy</b>	Karkkila	terhi.tuomala-saramaki @ novalab.fi
<b>Ramboll Analytics</b>	Lahti	marjatta.seppa@ ramboll.fi

LIITE 3

# OMAVALVONTASUUNNITELMA

Alajärven jätevedenpuhdistamon kompostointikenttä

Laadittu  
21.4.2016

## SISÄLLYS

1	VASTUUHENKILÖT JA HENKILÖKUNNAN PEREHDYTYS .....	3
2	RAAKA-AINEIDEN VASTAANOTTO.....	3
	2.1 Turve.....	3
	2.2 Liette .....	3
	2.3 Kapulat.....	4
3	ERÄKOHTAINEN JÄLJITETTÄVYYS .....	4
4	TUOTANTO- JA TOIMENPIDEPROSESSIT .....	4
	4.1 Tuotantoprosessi .....	4
	4.2 Kriittiset valvontapisteet .....	5
	4.2.1 Lämpötila .....	5
	4.3 Käytössä olevat tilat, koneet ja laitteet .....	5
	4.4 Tuhoeläinten torjunta .....	5
5	HÄIRIÖTILANTEET .....	6
	5.1 Koneet ja laitteet .....	6
6	LAADUNVALVONTA- JA NÄYTTEENOTTOSUUNNITTEMA .....	6
	6.1 Lämpötila .....	6
	6.2 Hygienia.....	6
7	LAATUPOIKKEAMAT .....	6
8	VARASTOINTI JA SÄILYTYS .....	7

## **1 VASTUUHENKILÖT JA HENKILÖKUNNAN PEREHDYTYS**

Toiminnasta on vastuussa Soinin kunnan tekninen johtaja Jouni Hänninen. Kentänhoitajana toimii aliurakoitsija Veikko Hosionaho, joka hoitaa kompostointikentälle perehdyttämisen.

## **2 RAAKA-AINEIDEN VASTAANOTTO**

### **2.1 Turve**

Turvetta käytetään tukiaineena kompostoinnissa. Turvetta tilataan tarpeen vaatiessa J&V Saukolta Kyyjärveltä, turve on peräisin Piuharjunnevalta. Turve varastoidaan asfalttikentän reunaan erilleen kompostoitavasta materiaalista, josta se käytetään suoraan aumojen muodostamiseen. Saapuva turve tarkastetaan vastaanoton yhteydessä silmämääräisesti.

Saapuneiden kuormien tiedot saadaan tarvittaessa selvitettyä laskutusreskontrasta.

### **2.2 Liete**

Kompostoitavaa lietettä tulee Alajärven kaupungin omalta jätevedenpuhdistamolta. Kompostoitava liete siirretään ruuvikuljettimella asfalttikentälle, josta liete siirretään kauhakuormaajalla muodostettavaan aumaan.

Soinista, Lehtimäeltä sekä Vimpelistä kuljetetaan kuivattua lietettä umpisäiliöllä Alajärven puhdistamolle kompostoitavaksi. Saapuva liete kipataan kompostointikentälle, jossa siitä aletaan muodostaa aumaa.

Saapuvien lietekuormien mukana tulee siirtoasiakirjat, joihin on merkitty kuorman suuruus (m<sup>3</sup>) sekä kuljetuspäivämäärä. Siirtoasiakirjan tiedot kirjataan ylös puhdistamon raportointiohjelma VERAan ja joka kuukausi tulostetaan laskutukseen. Kuormien mukana tulleita asiakirjoja säilytetään vuoden verran.

Muilla puhdistamoilla lietteen laatua tarkkaillaan ja siitä pyritään tekemään mahdollisimman kuivaa.

### **2.3 Kapulat**

Kompostoinnin ilmastukseen käytettävät kapulat kierrätetään, ja ne ovat olleet käytössä pidemmän aikaa. Uusia ei tarvitse lähitulevaisuudessa hankkia. Kapulat varastoidaan asfalttikentällä erillään muista materiaaleista. Kapuloiden kuntoa tarkkaillaan käytön yhteydessä.

## **3 ERÄKOHTAINEN JÄLJITETTÄVYYS**

Kompostointiin käytettävä turve varastoidaan omaksi kasaksi erilleen muusta kompostointiin käytettävästä materiaalista. Turvetta hankitaan vain yhdeltä yrittäjältä. Saapuva turve on peräisin yhdeltä nevalta (Piiharjunneva).

Saapuvista lietteistä pidetään kirjaa lämpötilanmittauspäiväkirjan yhteydessä. Ylös kirjataan mistä lietettä on saapunut, kuinka paljon ja mihin aumaan materiaali on käytetty.

Kompostointiaumat pidetään erillään omina aumoinaan ja ne merkitään muodostumisen mukaan lämpötilanmittauspäiväkirjaan kk/pvm/a. Merkintä toimii auman eränumerona. Tällä hetkellä aumat pidetään omina erinään esikompostoinnin ajan, ja sen jälkeen ne kasataan yhdeksi isoksi kasaksi. Tuotteistamisen jälkeen erät on pidettävä erillään.

## **4 TUOTANTO- JA TOIMENPIDEPROSESSIT**

### **4.1 Tuotantoprosessi**

Kompostointi suoritetaan Alajärven jätevedenpuhdistamon kompostointikentällä. Aumanmuodostusta varten muodostettavan auman pohjalle kasataan kerros kapuloita ilmastusta varten. Kapuloiden päälle kasataan sekoittaen puhdistamolietteitä sekä turvetta 1:1 suhteella. Työ suoritetaan kauhakuormaajalla.

Auma käännetään viikon kuluttua muodostamisesta, samalla sitä siirretään kauhakuormaajalla kentällä eteenpäin. Vanhan auman tilalle muodostetaan samalla menetelmällä uusi auma. Auman viipymäaika kentällä on 3–4 viikkoa.

## **4.2 Kriittiset valvontapisteet**

### **4.2.1 Lämpötila**

Lämpötilan tulee saavuttaa 14 vuorokauden ajaksi 55°C hygienisoinnin onnistumisen kannalta. Jos auma ei saavuta vaadittua lämpötilaa (55°C/ 14 vrk), suoritetaan kompostointi uudelleen.

## **4.3 Käytössä olevat tilat, koneet ja laitteet**

Kompostointi suoritetaan avoimella 6 000 m<sup>2</sup> asfalttikentällä, jonka pohjassa on kaatoa rejektivesiä varten. Asfalttikenttä pidetään siistinä auraamalla talvisin lumet ja kesäisin renkaiden mukana kulkeutuneet materiaalit pois.

Aumojen kääntöön käytetään pääsääntöisesti kauhakuormaajaa ja tarpeen vaatiessa kaivinkonetta. Koneet tarkistetaan silmämääräisesti aina ennen töiden aloittamista, sekä ne pestään tarvittaessa.

Lämpötila mitataan siihen varatulla mittarilla, jota säilytetään linkotornissa. Mittari puhdistetaan desinfiointiliinalla siirryttäessä mittaamaan lämpötilaa seuraavasta aumasta sekä mittauksen päätteeksi.

## **4.4 Tuhoeläinten torjunta**

Tuhoeläinten torjunnan suorittaa Myrkytys Oy. Tuhoeläinten myrkytys suoritetaan neljä kertaa vuodessa.

## **5 HÄIRIÖTILANTEET**

### **5.1 Koneet ja laitteet**

Häiriötilanteita syntyy jos tulee kone tai laiterikko. Häiriötilanteet kestävät yleensä vuorokauden, eivätkä siten aiheuta akuuttia tilannetta kompostointikentällä.

Lingon rikkoutuessa tai sitä huollettaessa kuivaus jää prosessista pois. Tällöin lietteelle tehdään allas, jonne liete kuljetetaan suoraan sakeuttamosta. Kauhakuormaajan rikkoutuessa työ suoritetaan kaivinkoneella tai lainakoneella (naapurikiinteistöstä).

## **6 LAADUNVALVONTA- JA NÄYTTEENOTTOSUUNNITTEMA**

### **6.1 Lämpötila**

Lämpötila mitataan aumoista viikoittain, siitä hetkestä lähtien kun auma on lopullisesti muodostettu. Mittaukset suoritetaan aumojen molemmista päistä sekä keskeltä. Tulokset kirjataan ylös mittauspäiväkirjaan.

### **6.2 Hygienia**

Aumoista ei tällä hetkellä oteta hygienianäytteitä.

## **7 LAATUPOIKKEAMAT**

Maatumaton komposti siirretään uudelleen kompostoitavaksi.



## **8 VARASTOINTI JA SÄILYTYS**

Aumoissa kompostoitunut aines siirretään asfalttikentälle jälkikompostoitumaan. Kompostia pidetään jälkikypsytysskentällä vuoden verran, kunnes se on kypsää. Kypsä komposti siirretään hiekkakentälle.

Kompostointiin käytettävä puhdas turve säilytetään kentän alkupäässä, jonne käsittelemätöntä lietettä ei kuljeteta.

# LIITE 4

## LÄMPÖTILAN SEURANTALOMAKE

Auma	
Auma	
Auma	
Auma	
Auma	
Auma kk/pvm/v	
	Mittauspiste 1.
	Mittauspiste 2.
	Mittauspiste 3.

		VK						
Auma kk/pvm/v	Lämpötila	Mittauspiste 1.						
		Mittauspiste 2.						
		Mittauspiste 3.						
Auma	Lämpötila	Mittauspiste 1.						
		Mittauspiste 2.						
		Mittauspiste 3.						
Auma	Lämpötila	Mittauspiste 1.						
		Mittauspiste 2.						
		Mittauspiste 3.						
Auma	Lämpötila	Mittauspiste 1.						
		Mittauspiste 2.						
		Mittauspiste 3.						
Auma	Lämpötila	Mittauspiste 1.						
		Mittauspiste 2.						
		Mittauspiste 3.						