



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# TÄHTINIEMEN JÄTEVEDENPUHDISTAMOLLA SYNTYVÄN LIETTEEN KÄSITTELYVAIHTOEHDOT

TEKIJÄ: Arttu Savolainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Arttu Savolainen			
Työn nimi Tähtiniemen jätevedenpuhdistamolla syntyvän lietteen käsittelyvaihtoehdot			
Päiväys	1.6.2018	Sivumäärä/Liitteet	40(4)
Ohjaaja(t) Yliopettaja Pasi Pajula, yliopettaja Merja Tolvanen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Oriveden kaupunki, Tekninen johtaja Antti Jortikka			
Tiivistelmä			
<p>Tämän insinöörityön aiheena oli Tähtiniemen jätevedenpuhdistamolla syntyvän jätevesilietteen hyötykäyttö- ja loppusijoitusmahdollisuuksien selvittäminen. Tavoitteena oli kartoittaa puhdistamon nykyinen toiminta ja sen kustannukset sekä etsiä korvaavia vaihtoehtoja nykyiselle toiminnalle. Työn motiivina oli lietteestä valmistettavan kompostituotteen huono menekki.</p> <p>Työssä on käsitelty aluksi yleisesti jätevesilietteenkäsittelymenetelmistä ja esitetty yleisimmät lietteen käyttökohteet Suomessa. Lisäksi on tarkasteltu lietteen hyötykäyttöä ja loppusijoittamista koskevaa lainsäädäntöä. Nykyisen toiminnan jatkamisen lisäksi työssä tarkastellaan kahta muuta vaihtoehtoa, jotka ovat lietteenkäsittelyn ulkoistaminen Korri &amp; Co Oy:lle ja lietteen kuljettaminen kauemmaksi. Jokaisessa vaihtoehdossa on laskettu toiminnan kustannukset ja arvioitu vaihtoehdon ekologisuutta.</p> <p>Tarkastelluista vaihtoehdoista lietteen kuljettaminen kauemmaksi osoittautui parhaaksi vaihtoehdoksi sen ollessa nykyistä toimintaa selvästi edullisempi ja ekologisesti kannattavampi vaihtoehto. Työn tulosten perusteella voidaan todeta, että nykyisestä toiminnasta luopuminen olisi kannattava ratkaisu.</p>			
Avainsanat jätevesiliete, lietteenkäsittely, loppusijoitus, lainsäädäntö			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author Arttu Savolainen			
Title of Thesis Treatment Options for Wastewater Sludge Generated in the Tähtiniemi Wastewater Treatment plant			
Date	1 June 2018	Pages/Appendices	40(4)
Supervisor(s) Mr. Pasi Pajula, Principal Lecturer and Mrs. Merja Tolvanen, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Oriveden kaupunki, Tekninen johtaja Antti Jortikka			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was the study of the utilization and disposal options of sewage sludge generated at the Tähtiniemi wastewater treatment plant. The aim was to map out the current operation and costs and look for alternative options for the current operation. The reason why this thesis was done is the poor demand for the current compost product.</p> <p>First, the possible usage and disposal methods for wastewater sludge were investigated and also legislation concerning the utilization of wastewater sludge was studied briefly. In addition to the current operations, two other sludge usage alternatives were considered, they were the outsourcing of sludge treatment to Korri &amp; Co Oy and transporting the sludge farther. The operating costs were calculated and the feasibility and ecology of the option were estimated.</p> <p>The result was that from the options considered, transporting the sludge farther proved to be the best option because it is much more economical and ecologically a more viable alternative than the current operation.</p>			
Keywords wastewater sludge, sludge treatment, disposal, legislation			
Public			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	JÄTEVEDEN PUHDISTAMINEN JA JÄTEVESILIETTEEN KÄSITTELY .....	7
2.1	Jätevedenpuhdistus Suomessa.....	7
2.2	Puhdistamolietteen ominaisuuksia .....	7
2.3	Puhdistamolietteen käsittely .....	8
2.3.1	Kemiallinen käsittely.....	9
2.3.2	Mädätys.....	10
2.3.3	Terminen kuivaus .....	11
2.3.4	Poltto .....	12
2.3.5	Kompostointi .....	13
2.4	Käsittelymenetelmien vertailu .....	14
2.5	Puhdistamolietteen hyödyntäminen .....	15
2.6	Puhdistamolietteen käyttö Suomessa.....	17
3	JÄTEVESILIETTEEN HYÖDYNTÄMISTÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ .....	19
3.1	Lainsäädäntö pääpiirteittäin.....	19
3.2	Jätelaki .....	19
3.2.1	Lietteen hyötykäyttö aineena .....	19
3.2.2	Hyödyntäminen energiana .....	20
3.2.3	Loppusijoittaminen.....	21
3.3	Lannoitevalmistelaki .....	21
4	TÄHTINIEMEN JÄTEVEDENPUHDISTAMO .....	22
4.1	Vesiprosessit.....	23
4.2	Lieteprosessit.....	24
4.2.1	Sakeutus.....	24
4.2.2	Lietteen kuivaus ruuvipuristimella .....	24
4.2.3	Kompostointi .....	25
4.3	Nykyinen kompostituote ja sen käyttö .....	25
4.4	Kompostituotteen käytön kehitys .....	27
5	SELVITETTÄVÄT LIETTEENHYÖDYNTÄMISVAIHTOEHDOT .....	28
5.1	Tämänhetkisen toiminnan jatkaminen ennallaan .....	28
5.2	Lietteen käsitteleminen Korri & Co Oy:n toimesta.....	30

5.3	Lietteen kuljettaminen Tampereelle tai Nokialle .....	31
5.4	Vaihtoehtojen vertailu.....	32
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	34
	LÄHTEET .....	35
	LIITTE 1: TÄHTINIEMEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON KÄSITTELYVAATIMUKSET SEKÄ TULEVAN JA LÄHTEVÄN VEDEN LAATU .....	37
	LIITE 2: TÄHTINIEMEN TURPEISESTA KASVUVOIMASTA OTETUN NÄYTTEEN TULOKSET .....	38
	LIITE 3: SÄHKÖLAITTEET TAULUKOITUNA JA SÄHKÖNKULUTUKSEN LASKENTA .....	40

## 1 JOHDANTO

Suomessa yhdyskuntajätevesien puhdistamoilla syntyy noin 160 000 tonnia jätevesilietettä kuivapainona vuodessa. Syntyvän jätevesilietteen kestävä ja taloudellinen hyödyntäminen on yksi vedenpuhdistuksen haasteista. Hyödyntämiskohteita mietittäessä tulisi ottaa huomioon lietteen sisältämien ravinteiden mahdollisimman täydellinen kierto, jotta saataisiin korvattua neitseellisesti louhittavia lannoitteita kierrätetyillä ravinteilla. Syntyvää lietettä hyödynnetään pääasiassa viherrakentamisessa ja lannoitekäytössä. Ennen lannoitteena käyttämistä liete täytyy mädättää, kompostoida tai stabiloida esimerkiksi kalkilla, jotta se hygienisoituu ja voidaan hyödyntää. Lietteen hyödyntämistä säätelee lainsäädäntö, kuten jätelaki (646/2011) ja lannoitekäytössä lannoitevalmistelaki (539/2006), sekä aiheeseen liittyvät muut asetukset ja paikalliset säädökset rajoittavat lietteen käyttömahdollisuuksia.

Työn tilaajana on Oriveden kaupungin vesihuoltolaitos ja kohteena on Tähtiniemen jätevedenpuhdistamo Orivedellä. Puhdistamon asukasvastineluku on 9400 eli puhdistamo on aika pieni. Tähtiniemen puhdistamo on rakennettu vuonna 1975 ja sitä on saneerattu kaksi kertaa. Myös Oriveden kaupungin Eräjärven jätevedenpuhdistamolla syntyvä liete jatkokäsitellään Tähtiniemessä. Eräjärven jätevedenpuhdistamo on kaksilinjainen aktiivilietelaitos, jonka asukasvastineluku on 350. Puhdistamossa käsitellään Eräjärven taajamassa syntyvät jätevedet.

Nykyisin Tähtiniemen jätevedenpuhdistamolla syntyvä ylijäämäliete kuivataan aluksi ruuvipuristimella, jonka jälkeen kuivattu liete kompostoidaan. Ruuvipuristimella kuivattua jätevesilietettä syntyy Tähtiniemessä noin 550 tonnia vuodessa, joka kompostoidaan rumpukompostorilla turpeen kanssa. Rumpukompostoinnin jälkeen kompostia jälkikypsytetään vielä neljästä kuuteen kuukautta, jonka jälkeen komposti täyttää laadultaan elintarviketurvallisuusvirasto Eviran maanparannusaineelle asettamat vaatimukset. Valmis komposti on tuotenimikkeeltään Tähtiniemen turpeinen kasvuvoima, joka sopii sellaisenaan lannoitteeksi tai ravinnepöyhempään maa-ainekseen sekoitettuna viherrakentamiseen ja maisemointiin.

Tämän insinööriyön tarkoituksena on löytää vaihtoehtoja Tähtiniemen puhdistamolla syntyvän jätevesilietteen käsittelylle ja tehostaa valmiin kompostituotteen hyödyntämistä lähialueilla. Nykyisellään valmiin kompostin menekki on epätasaista ja kompostin kasaantuminen kypsytyksentälle on ollut ajoittain ongelma. Työssä pyritään löytämään paikallisia ratkaisuja lietteen loppusijoitukseen, kuten kompostin lannoitekäytön lisäämiseen ja selvitetään, onko paikallisilla yrittäjillä kiinnostusta Tähtiniemen puhdistamolietteen käyttöön omassa toiminnassaan esimerkiksi biokaasuntuotannossa.

## 2 JÄTEVEDEN PUHDISTAMINEN JA JÄTEVESILIETTEEN KÄSITTELY

### 2.1 Jätevedenpuhdistus Suomessa

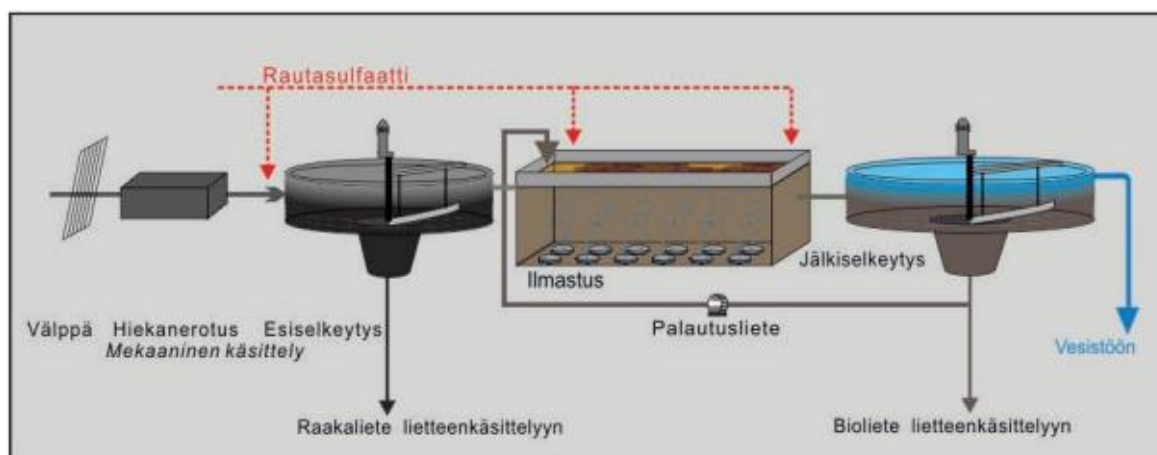
Taajamissa jätevedet käsitellään jätevedenpuhdistamoilla, jonne ne johdetaan vesihuoltolaitosten viemäreitä pitkin. Puhdistuksen taso on Suomessa erittäin korkea. Jätevedestä poistetaan typpeä vuonna 2015 keskimäärin 60%, fosforia ja orgaanista ainesta yli 95%. Yli 85% suomalaisista on keskitetyn viemäröinnin ja jätevedenpuhdistuksen piirissä, joten yhdyskuntien jätevesien puhdistaminen on merkittävää vesiensuojelun kannalta. (Suomen ympäristökeskus 2018.)

Jätevedenpuhdistamoiden prosessit ovat useimmiten toimintaperiaatteiltaan fysikaalis-biologiskemiallisia. Laitosten prosessien kokoonpanoissa voi olla pieniä eroja laitoksen koosta riippuen. (Laitinen, Nieminen, Saarinen ja Toivikko 2014.)

Haja-asutusalueella jätevesien käsittely alkoi muuttua, kun sisäkäymälät yleistyivät. Haja-asutusalueilla jätevedet käsitellään yleensä kiinteistökohtaisesti erilaisilla menetelmillä riippuen kiinteistön sijainnista ja siitä, milloin jätevesijärjestelmä on rakennettu. Vanha tapa jätevesien käsittelyyn on ollut usean saostuskaivon käyttäminen, joihin kiintoaines on laskeutunut. Kaivot on tyhjennetty tarpeen mukaan. Nykyisin on lainsäädännön tiukentuessa alettu siirtyä erilaisiin tehokkaampiin puhdistusratkaisuihin riippuen kiinteistön koosta ja sijainnista. (Suomen ympäristökeskus 2011.)

### 2.2 Puhdistamolietteen ominaisuuksia

Puhdistamolietettä syntyy jätevedenpuhdistusprosessissa, kun jätevettä saostetaan ja tiivistetään. Puhdistamoliete sisältää kaiken välppäyksen ja hiekanerotuksen jälkeen poistetun aineksen lukuun ottamatta ilmaan poistuneita aineita. Lietettä poistetaan raakalietteenä esiselkeytyksestä ja ylijäämälietteenä jälkiselkeyttimestä tai ilmastusaltaasta. Raakaliete on helpommin kuivattavaa kuin ylijäämäliete, koska se on raskaampaa. Lietteiden yhdistelmää kutsutaan sekalietteeksi. (Laitinen, Alhola, Manninen ja Säylä 2014.) Kuvassa yksi on kuvattu mistä prosessin vaiheesta lietettä poistetaan käsittelyyn.



Kuva 1. Esimerkki lietteen muodostumisesta jätevedenpuhdistamolla (Laitinen, Nieminen, Saarinen ja Toivikko 2014)

Jätevesi sisältää erilaisia ravinteita ja orgaanista ainesta. Osa orgaanisesta aineksesta poistuu sitoutumalla lietteeseen ja mikrobien ravinnoksi. Fosfori ja typpi ovat sitoutuneena orgaaniseen aineeseen sekä osittain liukoisessa muodossa. Kalium taas on pääosin liukoisessa muodossa. Ravinteista typpeä poistetaan biologisessa prosessissa nitrifikaation ja denitrifikaation kautta, kun taas fosforia saostetaan kemiallisesti ja osa siitä sitoutuu biomassaan. (Laitinen, Alhola, Manninen ja Säylä 2014.)

Puhdistamolietteen laatu paranee jatkuvasti. Haitallisten metallien pitoisuudet ovat pudonneet murto-osaan 1970-luvun pitoisuuksista. Jäteveden puhdistusmenetelmät ovat kehittyneet paljon viimeisten vuosikymmenien aikana ja samalla myös puhdistamolle tulevan jäteveden laatu on parantunut, kun haitta-aineita poistetaan jo jäteveden syntypaikalla. Jäteveden alkuperä vaikuttaa suuresti puhdistamolla syntyvän lietteen laatuun. Myös viemäriin päätyvien sadevesien määrän vähentyminen on osaltaan parantanut tilannetta. (Vesilaitosyhdistys 2013.)

### 2.3 Puhdistamolietteen käsittely

Jätevedenpuhdistamoilla käsitellään suurimmaksi osaksi laitoksella syntyvää lietettä, mutta myös sako- ja umpikaivolietteitä. Puhdistamolietteet käsitellään joko suoraan niiden syntypaikalla jätevedenpuhdistamolla tai liete viedään ulkopuoliseen käsittelylaitokseen kuten mädättämöön tai kompostointiin. (Laitinen, Alhola, Manninen ja Säylä 2014.)

Lietettä stabiloidaan usein jo puhdistamoilla. Stabiloinnissa lietteessä tapahtuva biologinen toiminta lopetetaan joko kemikaalien avulla tai mädätyksen tai kompostoinnin kautta. Jätevesilietteen orgaaninen aines voidaan hyödyntää mädättämällä se hapettomissa oloissa mädättämöissä. Mädätyksessä syntyvää metaania voidaan käyttää laitoksilla lämmön ja sähkön tuotannossa. Syntyvä mädätysjäännös useimmiten kompostoidaan, mutta sitä voidaan käyttää myös sellaisenaan lannoitteena. (Laitinen, Alhola, Manninen ja Säylä 2014.)

Yhdyskuntien jätevesien käsittelyn ja biojätehuollon vesistökuormitus koostuu suurelta osin jätevedenpuhdistamoilta ja haja-asutuksen puhdistettujen jätevesien mukana vesistöön kulkeutuvista ravinteista, joten vesien- ja lietteenkäsittelyn tehokkuus ja toimintavarmuus ovat merkittävässä asemassa. Puhdistamolietettä voidaan käsitellä useilla eri tavoilla. Puhdistamoliete on käsiteltävä sen haitallisuuden poistamiseksi ja jatkokäytön mahdollistamiseksi. Seuraavissa kappaleissa on käsitelty yleisimmin Suomessa käytössä olevia lietteenkäsittelymenetelmiä.

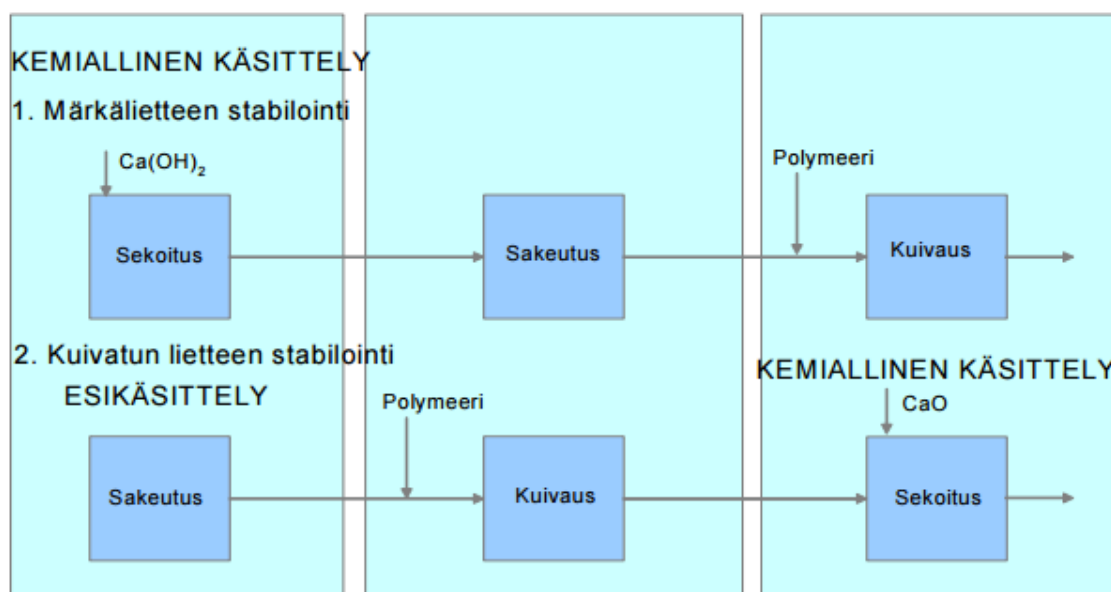
Tulevaisuudessa lietteen käsittely tehostuu muun muassa fosforin talteenoton osalta. Esimerkiksi Tanskassa on otettu tavoitteeksi, että vuoteen 2018 mennessä kierrätetään 80% jätevesilietteen sisältämästä fosforista. Samanlaista kehitystä on havaittavissa myös muissa maissa kuten Sveitsissä ja Saksassa. Suomessa tavoitteena on saada puolet puhdistamoilla syntyvästä lietteestä kehittyneen prosessoinnin piiriin, mutta varsinaisia fosforinkierrätystavoitteita ei ole asetettu. (Berninger, Phil, Kasanen, Mikkola, Tynkkynen ja Vahala 2017.)

### 2.3.1 Kemiallinen käsittely

Kalkkistabilointi ja Kemicond-käsittely ovat hyväksytyjä kemiallisia lietteenkäsittelymenetelmiä, jotka soveltuvat kaikenkokoisille laitoksille. Lannoitevalmistelain mukaan näillä menetelmillä käsiteltyä lietettä voidaan käyttää maanparannusaineena. (Pöyry Environment Oy 2007.)

#### Kalkkistabilointi

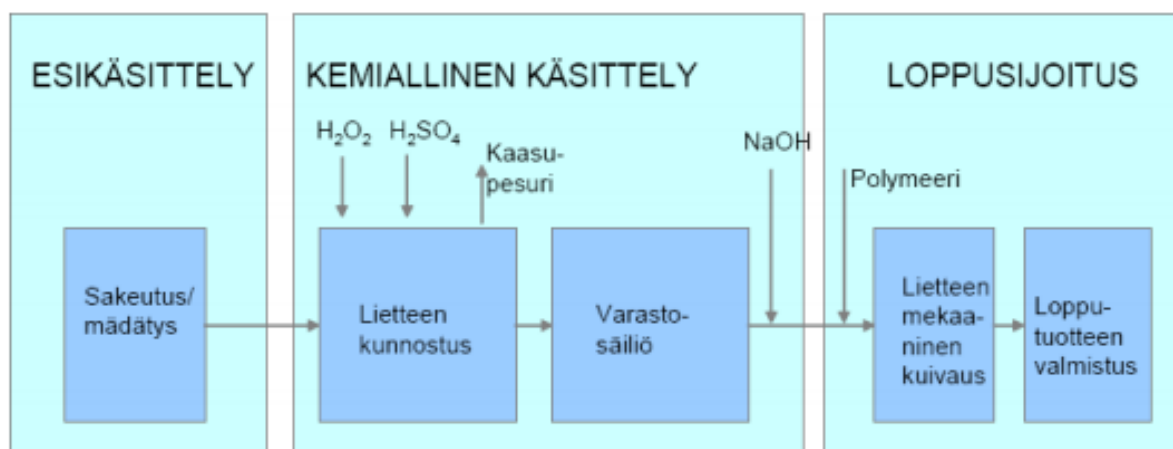
Kalkkistabilointi soveltuu mekaanisesti kuivalle lietteelle, jonka kiintoainepitoisuus on välillä 18-35% TS (Total Solids), mikä tarkoittaa kiintoaineen kokonaismäärää. Menetelmää voidaan kuitenkin käyttää myös märälle lietteelle. Kalkkistabiloinnin toiminta perustuu lietteen pH:n nostamiseen poltetun kalkin CaO tai sammutetun kalkin  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  avulla yli 12:een riittävän pitkäksi aikaa, jolloin liete hygienisoituu ja biologinen toiminta lakkaa. Prosessi on kuvattu kuviossa 1. Poltettua kalkkia käytettäessä lietteen lämpötila nousee, mutta sammutetulla kalkilla ei. (Pöyry Environment Oy 2007.)



Kuvio 1. Kalkkistabiloinnin lohkokkaaviot (Pöyry Environment Oy 2007)

Kalkkistabiloinnin lopputuotteena saadaan hygieenistä lietettä, jonka kalsiumpitoisuus ja pH-arvo ovat korkeat. Käsittelyn aikana lietteen kuiva-ainepitoisuus kasvaa. Kokonaislietemäärä ei muutu käsittelyssä. Lopputuotteena saatu liete soveltuu viherrakentamiseen ja maatalouteen. (Pöyry Environment Oy 2007.)

## Kemicond-käsittely



Kuvio 2. Lohkokaavio Kemicond-käsittelystä (Pöyry Environment Oy 2007)

Kemicond-käsittely sopii mädätetylle lietteelle, raakalietteelle tai sakeutetulle lietteelle. Lohkokaavio Kemicond käsittelystä esitetään kuviossa 2. Käsittelystä lietteen pH lasketaan neljään rikkihappoa ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) lisäämällä. Tämän seurauksena metallisuolat liukenevat ja lietteen rakenne hajoaa. Toisessa vaiheessa liete hapetetaan vetyperoksidilla ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Hapettavissa oloissa lietteestä vapautuu vettä ja sen geelimäinen rakenne hajoaa edelleen, sekä kahdenarvoinen rautaa hapettuu kolmenarvoiseksi ferriraudaksi. Ferritautta saostaa lietteessä olevat fosfaatti-ionit ferrifosfaatiksi. Käsitelty liete neutraloidaan vielä natriumhydroksidilla ( $\text{NaOH}$ ). (Pöyry Environment Oy 2007.)

Käsitelty liete voidaan kuivata normaalisti ja siihen voidaan lisätä polymeeriä kuivauksen tehostamiseksi. Perinteisesti käsiteltyyn lietteeseen verrattuna Kemicond-käsitellyn lietteen kuivaamisesta syntyvä rejektivesi on vähemmän kuormittavaa sisäiselle vesiprosessille, sillä kiintoainepitoisuus ja fosforipitoisuus ovat tavallista matalammat ja orgaaninen aine ja liukoinen fosfori on hapetettu ja ne ovat hajonneet pienemmäksi. (Pöyry Environment Oy 2007.)

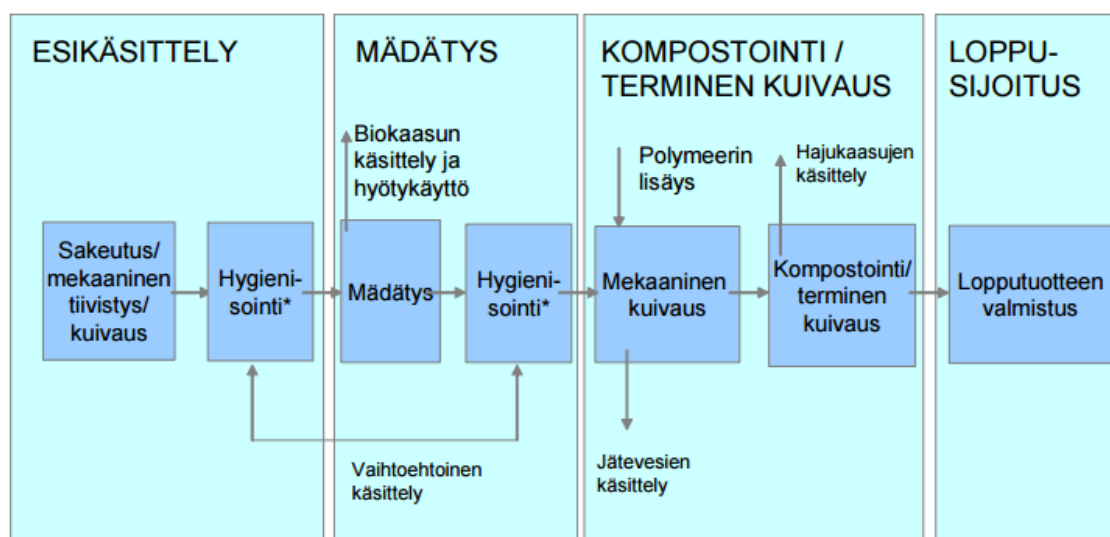
### 2.3.2 Mädätys

Mädätyksen päätyypit ovat kuivamädätys ja märkämädätys. Erona näillä on se, että märkämädätykseen syötettävän lietteen kiintoainepitoisuus on matalampi ja lietettä sekoitetaan mädätyksen aikana toisin kuin kuivamädätyksessä. Märkämädätys on yleisempää kuin kuivamädätys, jota käytetään lähinnä biojätteen mädättämiseen. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Lietteen esikäsittelyn tarve riippuu lietteen ominaisuuksista. Puhdistamolietettä mädätettäessä liete sakeutetaan mekaanisella tiivistimellä tai gravitaatiotiivistimellä. Lietteen hygienisointi voidaan toteuttaa ennen tai jälkeen mädätyksen. Hygienisointi tapahtuu, kun liete on vähintään  $70^\circ\text{C}$  lämpötilassa vähintään 60 minuuttia ja kun lietteen palakoko ei ylitä 12 mm. Erillistä hygienisointia

ei välttämättä tarvita, jos lämpötilavaatimukset täyttyvät muuten prosessin aikana. Kuviossa 3 esitetään mädätysprosessin lohkokaavio. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Varsinainen mädätys tapahtuu hapettomassa suljetussa reaktorissa. Prosessi on lämpötilan mukaan joko mesofiilinen (n.37°C) tai termofiilinen (55°C). Suomessa yleisemmin käytössä on mesofiilisellä alueella toimivia mädättäjä. Prosessia lämmitetään höyryllä tai lämmönvaihtimilla tilanteesta riippuen. Mädätysprosessissa bakteerit muuttavat orgaanista ainesta metaanipitoiseksi biokaasuksi ja mädätteen kiintoainemäärä pienenee. Lopputuotteena saadaan stabiilia ja helposti kuivattavaa lietettä ja ravinteet muuntuvat orgaanisesta epäorgaaniseen muotoon. Mädätetty liete kuivataan yleensä mekaanisesti ja kuivauksen parantamiseksi lietteeseen voidaan lisätä polymeeriä. Mädätettä voidaan käyttää maanparannusmädätteenä, mikäli laitoksella on laitoshyväksyntä ja mädäte täyttää sille asetetut vaatimukset. (Pöyry Environment Oy 2007.)

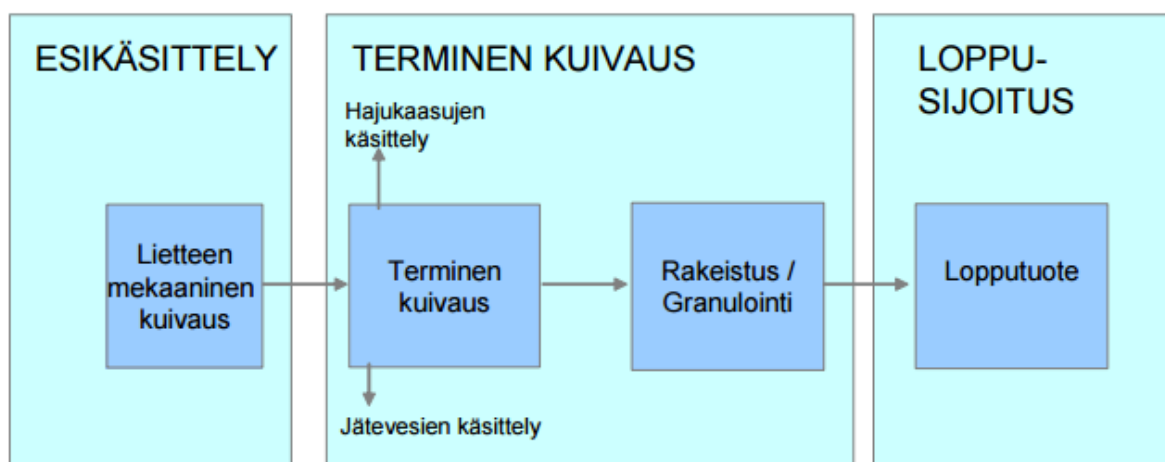


Kuvio 3. Mädätysprosessin lohkokaavio (Pöyry Environment Oy 2007)

### 2.3.3 Terminen kuivaus

Liete esikuivataan aina ennen termistä kuivausta esimerkiksi ruuipuristimella, koska mekaaninen kuivaus on merkittävästi halvempaa kuin veden haihduttaminen lietteestä. Kuviossa 4 esitetään termisen kuivauksen lohkokaavio. Kuivaus voi perustua epäsuoraan eli kontaktikuivaukseen tai suoraan eli konvektiokuivaukseen. Lämmönlähteenä käytetään kuumaa ilmaa, termoöljyä tai höyryä. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Kuivaus toteutetaan joko osittaisena kuivauksena tai täyskuivauksena. Täyskuivauksessa liete on pölymäistä ja se johdetaan yleensä suoraan polttoon tai se granuloidaan varastoinnin helpottamiseksi ja turvallisuuden lisäämiseksi. Termisessä kuivauksessa lietteen kuiva-ainepitoisuus voidaan saada yli 90 % TS. Kuiva-ainepitoisuus säädetään lietteen jatkokäsittelyn mukaan. Varastoinnin, hygienian ja homehtumisen estämisen kannalta hyvä kuiva-ainepitoisuus on 85-90 % TS. Lietettä poltettaessa optimi kuiva-ainepitoisuus riippuu polton lämpötaseesta ja se on aina tapauskohtaista, mutta kuitenkin vähintään 35-60 % TS. (Pöyry Environment Oy 2007.)



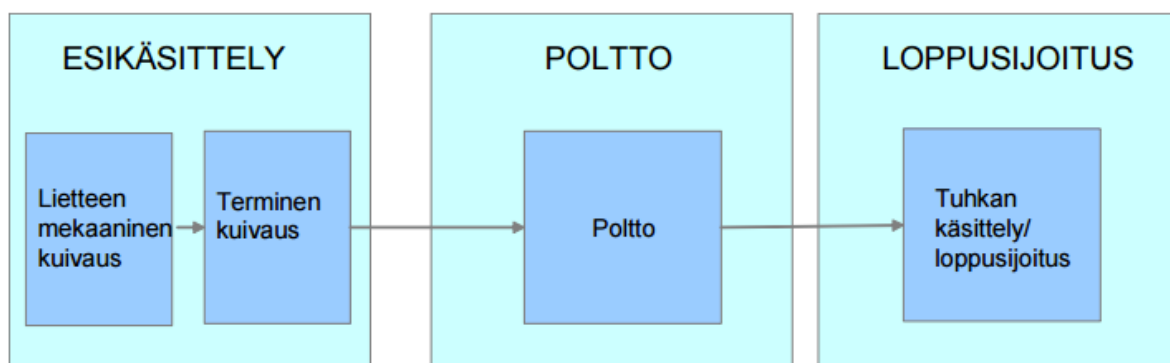
Kuvio 4. Termisen kuivauksen lohkokaavio (Pöyry Environment Oy 2007)

#### 2.3.4 Poltto

Polttoprosessi koostuu kolmesta eri vaiheesta, jotka ovat esikäsitteily, poltto ja tuhkan käsittely. Prosessin lohkokaavio on kuvattu kuviossa viisi. Esikäsitteilynä ennen polttoa on aina lietteen kuivaus. Termisellä kuivauksella liete saadaan kuivemmaksi kuin mekaanisesti, mutta energiaa kuluu enemmän. Poltettaessa lietteen kuiva-ainepitoisuuden tulisi olla mahdollisimman korkea. Optimaalinen kuiva-ainepitoisuus riippuu lietteen syöttömäärästä ja muista polttoteknisistä seikoista. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Polttavien jakeiden väliset seossuhteet vaihtelevat lietteen laadusta ja muusta poltettavasta materiaalista riippuen. Tukipolttoaineen määrä riippuu lietteen kuiva-ainepitoisuudesta ja tämä vaikuttaa myös poltossa muodostuvien savukaasujen määrään. Polttokattilassa tulee olla hyvä turbulenssi, että poltettavat aineet sekoittuvat hyvin. (Pöyry Environment Oy 2007.)

Poltossa syntyvän pohjatuhkan ja kuonan orgaanisen hiilen määrä kokonaismäärä tulee olla alle 3% tai hehkutushäviö alle 5% niiden kokonaispainosta. Syntyvää tuhkaa ei voida käyttää maanparannusaineena tai lannoitteena, koska sitä ei ole määritelty lannoiteasetuksen tyyppinimiluettelossa. Tuhka käsitellään stabiiliksi ja sijoitetaan jätteenkäsittelylaitokselle tai yleisemmin kaatopaikalle. Harvinaisempia käyttökohteita ovat sementin valmistus, tierakennuksen täyteaine tai tiilien valmistus. (Pöyry Environment Oy 2007.)



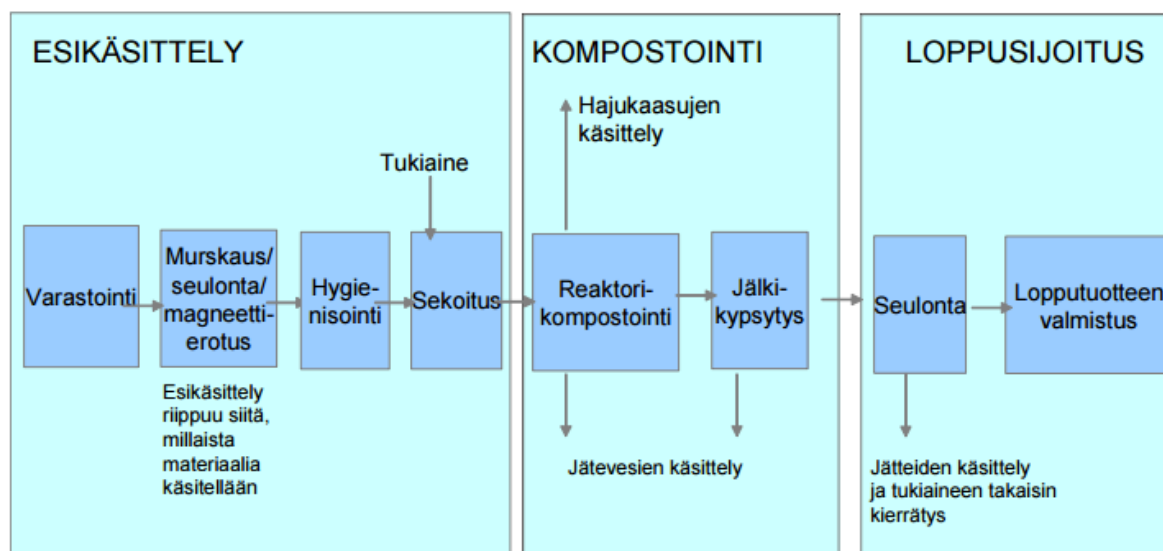
Kuvio 5. Polttoprosessin lohkokaavio (Pöyry Environment Oy 2007)

### 2.3.5 Kompostointi

Mekaanisesti kuivatut lietteet tuodaan yleensä vastaanottosiiloihin, joissa lietettä varastoidaan mahdollisimman vähän aikaa. Esikäsitelyssä poistetaan epäpuhtaudet ja tarvittaessa murskataan materiaali sopivaan palakokoon sekä lisätään tukiaine ja homogenisoidaan seos. Kompostoitava materiaali ei saa sisältää mikrobitoimintaa häiritseviä kemikaaleja kuten torjunta-aineita ja pesuaineita. Lisäksi kosteusprosentti säädetään prosessin käynnistymisen kannalta sopivaksi esikäsitelyvaiheessa. Ilmavan rakenteen luominen ja kosteuden säätäminen ovat tärkeitä lietteiden kompostoinnissa. (Pöry Environment Oy 2007.)

Prosessi on kuvattu kokonaisuudessaan kuviossa 6. Kompostointi toteutetaan kaksivaiheisena prosessina, jossa ensimmäisenä vaiheena on reaktorissa tapahtuva esikompostointi ja toisena vaiheena on avoimella kentällä tai katetussa tilassa tapahtuva jälkikypsytysvaihe, jolloin kompostia käännetään säännöllisesti. Esikompostointivaiheessa kompostista poistetaan kompostikaasuja ja sitä sekoitetaan ja ilmastetaan. Hygienisointi tapahtuu yleensä jo esikompostointivaiheessa. (Pöry Environment Oy 2007.)

Suomessa on käytössä useita eri reaktorityyppejä esikompostointiin, kuten rumpukompostointi, tunnelikompostointi, tornikompostointi, konttikompostointi ja membraanikompostointi. Yleisimmin käytössä oleva laitostyyppi on tunnelikompostointi, joka soveltuu monen kokoisille laitoksille. Reaktorissa tapahtuvan esikompostoinnin jälkeen komposti voidaan seuloa suurien tukiainesosien erottamiseksi, mutta tämä ei ole välttämätöntä. (Pöry Environment Oy 2007.)



Kuvio 6. Kompostointiprosessin lohkokaavio (Pöry Environment Oy 2007)

## 2.4 Käsittelymenetelmien vertailu

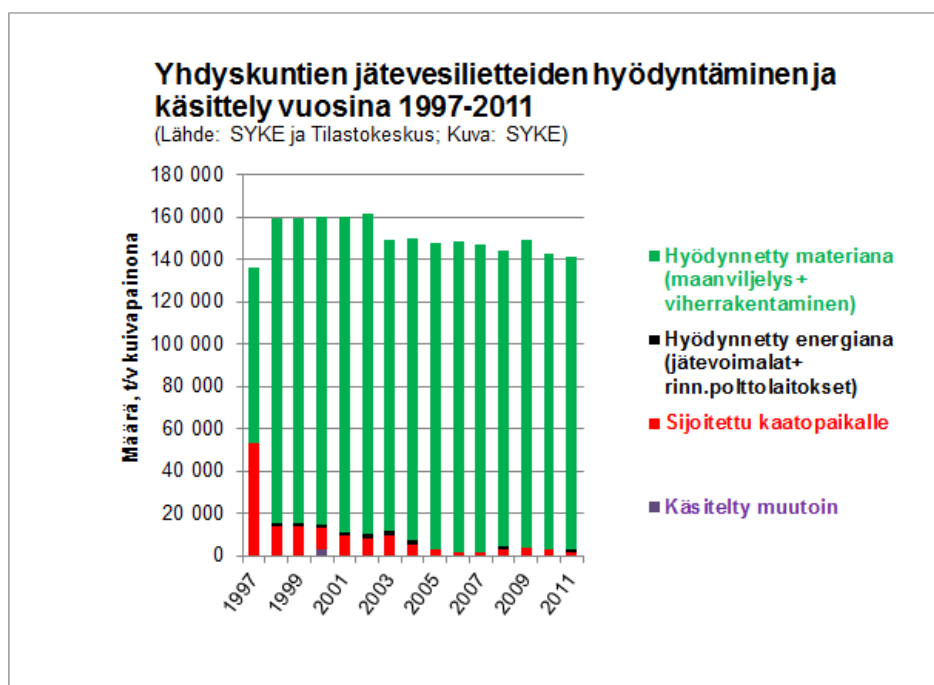
Kaikki käsittelymenetelmät eivät sovellu jokaiseen kohteeseen ja soveltuvin menetelmä on valittava kohdekohtaisesti. Eri menetelmissä on huomattavia eroja vertailtaessa niitä keskenään. Esimerkiksi jätevedenpuhdistamolla syntyvän lietteen määrä vaikuttaa käsittelymenetelmän valintaan. Samoin lietteenkäsittelystä syntyvän lopputuotteen sijoitusmahdollisuudet vaikuttavat soveltuvimman menetelmän valinnassa. Myös lietteenkäsittelykustannukset vaihtelevat riippuen menetelmästä ja tarkasteltavasta laitoksesta. Seuraavassa taulukossa esitetään eri lietteenkäsittelymenetelmien etuja ja haittoja.

Taulukko 1. Lietteenkäsittelymenetelmien vertailu (Pöyry Environment Oy 2007)

<b>Käsittelymenetelmä</b>	<b>Edut</b>	<b>Haitat</b>
Kalkkistabilointi	Pienessä mittakaavassa hyvä ratkaisu	Eäkäytännöllinen suurilla lietemäärillä
Kemicond-käsittely	Poistaa lietteen hajuhaittoja ja lietteenkoostumus muuttuu kuivaukselle suotuisammaksi	Käsittelykustannukset ovat korkeat, koska tarvitaan useampia kemikaaleja ja menetelmä vaatii lisäksi jatkokäsittelyn
Mädätys	Syntyvästä biokaasusta saadaan energiaa ja mädätysjäännös on erinomainen lannoite	Prosessi on herkkä haitta-aineille, kuten typelle
Terminen kuivaus	Lietemäärä pienenee kuivauksessa paljon	Korkeat kustannukset suuren energiantarpeen takia
Poltto	Liete saadaan hävitettyä, joten ei vaadi suurta pintaa lopputuotteen sijoitukseen	Poltossa syntyvän tuhkan loppusijoittaminen voi olla hankalaa ja lietteen esikäsittelyn tarve
Kompostointi	Soveltuu monen kokoisille laitoksille	Tulevaisuudessa kompostointia korvataan muilla menetelmillä lietteen energiahyötykäytön lisääntyessä

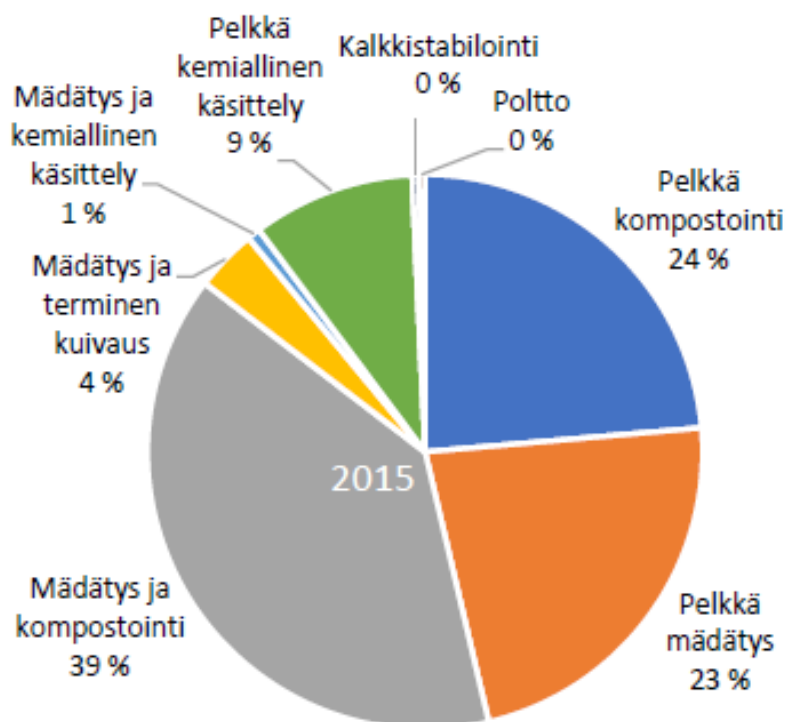
## 2.5 Puhdistamolietteen hyödyntäminen

Suurin osa Suomessa syntyvästä puhdistamolietteestä hyödynnetään maanviljelyssä ja viherrakentamisessa (kuva 2). Jätevesilietettä voidaan hyödyntää myös energiana polttamalla se kuivauksen jälkeen tai siitä voidaan jatkojalostaa esimerkiksi maanparannuskompostia kompostoimalla sitä jonkin tukiaineen kanssa. Kompostista voidaan jalostaa edelleen multaa sekoittamalla siihen sopivaa maa-ainesta. Nykyisin nousussa oleva jätevesilietteen hyödyntämistapa on sen sisältämän energian hyödyntäminen biokaasuttamalla, jolloin siitä saatavalla kaasulla voidaan tuottaa energiaa tai se voidaan jalostaa liikennepolttoaineeksi. Jäljelle jäävä mädätysjännös voidaan hyödyntää lannoitteena joko sellaisenaan tai kompostoinnin jälkeen. Jos puhdistamolietteestä jalostetaan lannoitevalmisteita, luokitellaan ne maanparannusaineiksi ja tuotteessa olevat ravinteet tulee ottaa huomioon lannoitusta suunniteltaessa. (Vesilaitosyhdistys 2013.)

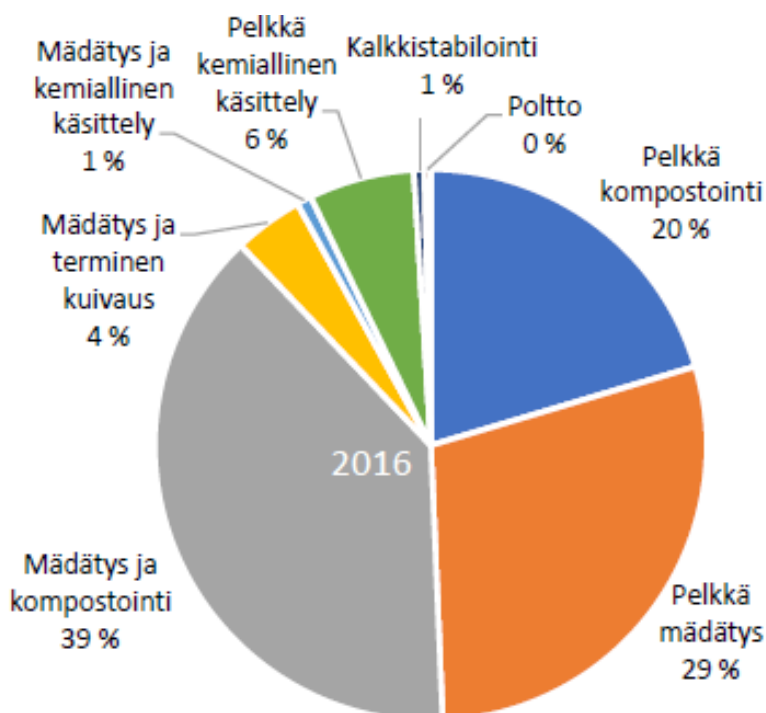


Kuva 2. Puhdistamolietteen hyödyntäminen Suomessa 1997-2011 (Laitinen, Alhola, Manninen ja Säylä 2014)

Vesilaitosyhdistys teki vuonna 2017 selvityksen, missä tarkennettiin lietteen käsittelytapojen osuuksia, sillä tilastoinnin havaittiin olevan osin puutteellista tai ristiriitaista vanhoihin lukuihin nähden. Selvityksessä esille tulleet tulokset on esitetty kuvioissa seitsemän ja kahdeksan, joista selviää Suomessa käytössä olevien lietteenkäsittelymenetelmien osuudet vuosina 2016 ja 2017.



Kuvio 7. Jätevesilietteen käsittelymenetelmien osuudet vuonna 2015 (Vilpanen ja Toivikko 2017)



Kuvio 8. Jätevesilietteen käsittelymenetelmien osuudet vuonna 2016 (Vilpanen ja Toivikko 2017)

## 2.6 Puhdistamolietteen käyttö Suomessa

Suomessa syntyy vuodessa noin miljoona kuutiometriä jätevesilietettä talousveden käsittelyssä ja jätevedenpuhdistuksessa, mikä on kuivapainoltaan noin 160 000 tonnia.

Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran hyväksymiä puhdistamolietettä käsitteleviä toimijoita on noin 100, joista maatiloja on viisi. Puhdistamolietteen käsittelyllä pyritään sen stabilisointiin ja hygienisointiin. (Laitinen, Alhola, Manninen ja Säylä 2014.)

Puhdistamoliete tulee käsitellä aina ennen maatalouskäyttöä ja sen tulee täyttää sille asetetut laatuvaatimukset ja hygieniakriteerit. Lietteen käsittelyn tavoitteena on tuotteistaa puhdistamolietteestä lannoitevalmisteita, jotka ryhmitellään seuraavalla tavalla tyyppinimien mukaan. (Vesilaitosyhdistys 2013.)

### Orgaaniset maanparannusaineet

- Tuorekomposti
- Kuivarae (termisen kuivauksen jälkeen)
- Maanparannuskomposti

Nestemäisinä orgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävät sivutuotteet

- Rejektivesi, kun raaka-aineena on korkeintaan 10 % puhdistamolietettä

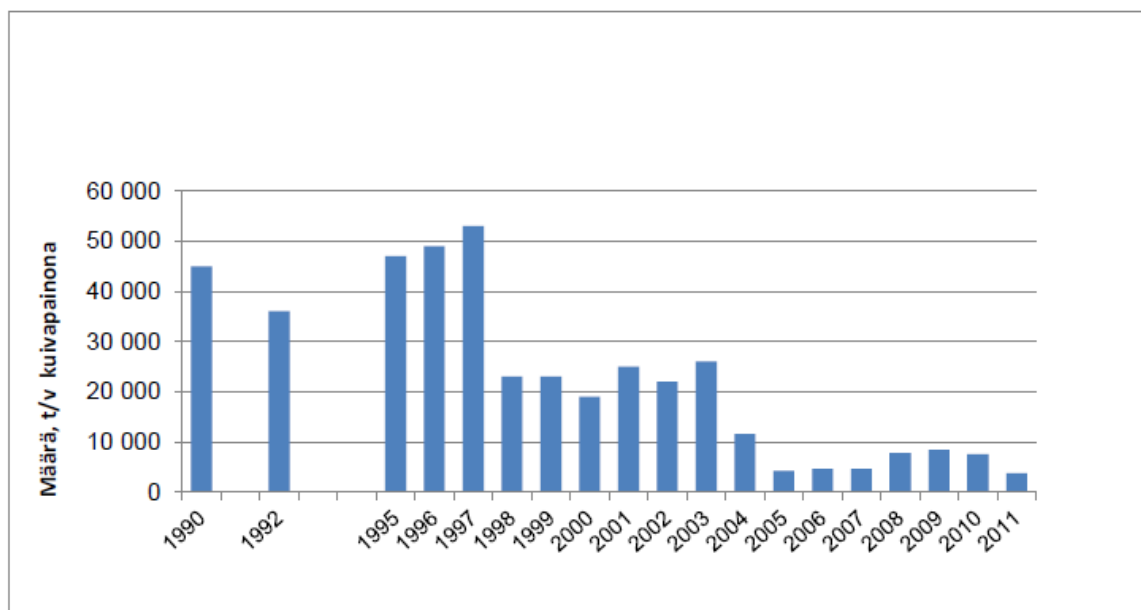
Sellaisenaan maanparannusaineeksi soveltuvat sivutuotteet

- Kalkkistabiloitu puhdistamoliete (kemiallisesta käsittelystä)
- Mädätysjäännös (biokaasulaitoksista)
- Kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete (kemiallisesta käsittelystä)

Vaatimukset stabiilisuudelle ovat tiukemmat orgaanisten maanparannusaineiden osalta ja niitä valmistavilta toimijoilta vaaditaan aina laitoshyväksyntä. Sellaisenaan maanparannusaineena käytettäville sivutuotteille ei ole asetettu vaatimuksia stabiilisuuden suhteen ja jos liete käsitellään sen syntypaikalla, ei laitoshyväksyntää vaadita. (Laitinen, Alhola, Manninen ja Säylä 2014.)

Puhdistamolietettä sisältäviä valmisteita ei saa käyttää lannoitukseen, jos niillä ei ole virallista Eviran hyväksymää tyyppinimeä. Käsittelylaitoksien lisäksi puhdistamolietettä menee myös suoraan puhdistamoilta maatalouskäyttöön esimerkiksi kompostoituna maanparannusaineeksi.

Maataloudessa hyödynnettävän lietteen määrä on pienentynyt kuvion 9 mukaisesti verrattuna 1990-luvun määriin ollen vuonna 2011 alle 3 % yhdyskuntien lietteen (sisältää muutkin kuin asumisjätevesilietteet) määrästä. (Laitinen, Alhola, Manninen ja Säylä 2014.)



Kuvio 9. Yhdyskuntien jätevesilietteen hyödyntäminen maataloudessa (Laitinen, Alhola, Manninen ja Säylä 2014)

Kuitenkin vesilaitosyhdistyksen kesällä 2017 tekemästä selvityksestä käy ilmi, että jätevesilietteen käyttökohteista on ollut suurta epäselvyyttä. Lietteen käytön tilastoinnissa on haasteita ja näin ollen nykyinen käsitys lietteen maatalouskäytön suuruudesta poikkeaa suuresti vuoden 2014 tilastoihin verrattuna (taulukko 2). Tämä eroavaisuus johtuu siitä, että aiemmin liete on saatettu tilastoida useaan kertaan, jos se on käsitelty useammalla eri menetelmällä ennen hyötykäyttöä. Tätä vältettiin uudessa tilastoinnissa muun muassa kysymällä tietoja suoraan lietettä käsitteleviltä tahoilta. (Vilpanen ja Toivikko 2017.)

Taulukko 2. Eri käyttökohteisiin toimitetut lietemäärät (tonneina) vuosina 2015 ja 2016 (Vilpanen ja Toivikko 2017)

Käyttökohte	2015	2016
Viherrakentamiseen	72700	70800
Maatalouteen	51900	59800
Varastoituu	12200	8000
Maisemointiin	11000	5600
Ei tiedossa	5400	2900
<b>Yhteensä</b>	<b>153200</b>	<b>147000</b>

Mitään puhdistamolietettä sisältävää lannoitevalmistetta ei saa käyttää luonnonmukaiseen tuotantoon sitoutuneilla tiloilla. Tavanomaisessa viljelyssä puhdistamolietettä sisältäviä lannoitevalmisteita voi käyttää vain seuraaville kasveille: viljat, öljykasvit, nurmen perustaminen suojaviljan kanssa ja kasvit, joita ei käytetä ihmisravinnoksi tuoreena. (Vesilaitosyhdistys 2013.)

### 3 JÄTEVESILIETTEEN HYÖDYNTÄMISTÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

#### 3.1 Lainsäädäntö pääpiirteittäin

Tärkeimmät lietteen hyödyntämistä ja loppusijoittamista ohjaavat lait ovat lannoitevalmistelaki (539/2006), jätelaki (646/2011) ja niiden pohjalta annetut säädökset ja asetukset. Yleisesti lainsäädännön tarkoitus on vähentää syntyvän jätteen määrää sekä ohjata materiaalivirtoja oikeisiin suuntiin ja kehittää niiden hyötykäyttöä energiana, raaka-aineena tai sellaisenaan. Jätteen synnyn vähentäminen on aina ensisijaista ja jos se ei ole mahdollista niin sitten pyritään minimoimaan jätteestä syntyvät haitat jätteenkäsittelyssä noudatettavan etusijajärjestyksen mukaan. Jätteen eli tässä tapauksessa puhdistamolietteen loppusijoittamista kaatopaikalle tulisi välttää.

Tärkeimmät puhdistamolietteen hyödyntämistä ja loppusijoittamista koskevat lait ja asetukset ovat:

- Lannoitevalmistelaki
- Jätelaki
  - Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä 282/1994
  - Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 151/2013
  - Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 2.5.2013/331
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11

#### 3.2 Jätelaki

Jätelain (646/2011) tarkoituksena on edistää luonnonvarojen kestävästä käyttöä sekä vähentää syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta, sekä ehkäistä roskaamista. Lailla pyritään myös ehkäisemään jätteistä ja jätehuollosta ympäristölle ja terveydelle syntyvää haittaa. Jätteen määrällään käytöstä poistetut aineet ja esineet ja jätteen tuottajaksi se taho, jonka toiminnasta syntyy jätettä.

Puhdistamoliete on jätelain alaista, sillä sen katsotaan olevan ainetta, joka on poistettu käytöstä ja se tulee hyödyntää tai loppusijoittaa asianmukaisesti. Puhdistamoliete pitää hyödyntää ensisijaisesti aineena tai energiana ja jos edeltäviin ei ole mahdollisuutta, niin liete tulee loppusijoittaa asianmukaisesti.

##### 3.2.1 Lietteen hyötykäyttö aineena

Jätevesilietettä voidaan hyödyntää aineena maataloudessa, kunhan se täyttää sille valtioneuvoston päätöksessä (282/1994) ja lannoitevalmistelaisissa asetetut vaatimukset. Lainsäädäntö ja asetukset tähtäävät lietteen asianmukaiseen ja turvalliseen lannoitekäyttöön. Lietteen sisältämille raskasmetallipitoisuuksille on asetettu tietyt maksimiarvot, jotka esitetään taulukossa kolme. Valtioneuvoston päätös (282/1994) myös määrittelee lannoitteiden käytöstä aiheutuvan raskasmetallikuormituksen ylärajat. Päätöstä sovelletaan jätevedenpuhdistamoilla syntyvään lietteeseen ja muuhun siihen verrattavissa olevaan lietteeseen ja näistä valmistettuihin lietesekoisiin. (Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä 282/1994.)

Taulukko 3. Suurimmat sallitut raskasmetallipitoisuudet (Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä 282/1994)

<b>Raskasmetalli</b>	<b>Viljelymaan suurimmat sallitut pitoisuudet mg/kg kuiva-ainetta</b>	<b>Lieteseoksen raaka-aineiden suurimmat sallitut pitoisuudet mg/kg kuiva-ainetta</b>	<b>Suurin sallittu vuotuinen raskasmetallikuormitus g/ha/a</b>
Kadmium (Cd)	0,5	3	1,5
Kromi (Cr)	200	300	300
Kupari (Cu)	100	600	600
Elohopea (Hg)	0,2	2	1
Nikkeli (Ni)	60	100	100
Lyijy (Pb)	60	150	100
Sinkki (Zn)	150	1500	1500

Puhdistamolietteen sallitut käyttökohteet on rajattu Valtioneuvoston päätöksessä puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä (282/1994). Puhdistamoliete soveltuu viljelymaille, joilla kasvatetaan viljaa, öljykasveja, sokerijuurikasta tai sellaisia kasveja, joita ei käytetä eläinten rehuksi tai ihmisten ravinnoksi. Lietettä saa levittää myös nurmelle, jos se perustetaan suojaviljan kanssa ja mullataan huolellisesti. Vihanneksia, perunaa ja juureksia saa viljellä vasta viiden vuoden varoajan jälkeen lietteen käytöstä. (Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä 282/1994.)

### 3.2.2 Hyödyntäminen energiana

Lietteen hyötykäyttöä energiana ohjaa valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta (151/2013). Jätteiden tulee palaa mahdollisimman täydellisesti siten, että pohjatuhkassa ja kuonassa oleva orgaanisen hiilen määrä ei ylitä kolmea prosenttia tai hehikutushäviö viittä prosenttia aineksen kuivapainosta. Lietteen poltosta syntyville päästöille on asetettu rajoituksia. (Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 151/2013.)

Polttolaitosten toiminnalle ja rakenteelle on asetettu vaatimuksia Valtioneuvoston asetuksessa (151/2013). Poltosta syntyvän jätteen haitallisuutta on ehkäistävä ja jätteen määrää vähennettävä mahdollisimman paljon. Polttojäte on käsiteltävä ympäristöluvassa määrättyllä tavalla. Polttoprosessissa savukaasujen lämpötilan tulee nousta vähintään kahdeksi sekunniksi 850 celsiusasteen lämpötilaan myös epäedullisimmissa olosuhteissa. Tämän varmistamiseksi laitoksella tulee olla jatkuvatoiminen mittausjärjestelmä. (Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 151/2013.)

### 3.2.3 Loppusijoittaminen

Valtioneuvoston asetusta kaatopaikoista (2.5.2013/331) sovelletaan kaatopaikkoihin ja jätteiden sijoittamiseen niille. Jätevesilietteen sijoittaminen kaatopaikalle ei nykyisellään ole enää mahdollista, sillä voimaan astunut valtioneuvoston asetus rajoittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavan jätteen orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC) viiteen prosenttiin. Myös kaatopaikan ympäristölupa sanelee omat ehtonsa kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle. (Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 2.5.2013/331.)

### 3.3 Lannoitevalmistelaki

Lannoitevalmistelain (539/2006) tavoitteena on edistää hyvälaatuisten ja sopivien lannoitevalmisteiden tarjontaa ympäristön ja elintarvikkeiden laadun turvaamiseksi, sekä lannoitevalmisteiksi soveltuvien sivutuotteiden hyötykäyttöä ja varmistaa, että lannoitteen myyjällä ja ostajalla on riittävät tiedot valmisteista. Lakia sovelletaan lannoitevalmisteiden ja niiden raaka-aineiden valmistukseen, valmisteiden markkinoille saattamiseen, kuljettamiseen, käyttöön, maastavientiin sekä maahantuontiin. Osaltaan lannoitevalmistelaki koskee myös lannoitteiden valmistamista omaan käyttöön. Puhdistamoliete kuuluu lannoitevalmistelain piiriin, jos sitä käytetään lannoitevalmisteen raaka-aineena. (Lannoitevalmistelaki 539/2006.)

Lannoitteena käytettävien valmisteiden tulee olla turvallisia, tasalaatuisia ja käyttötarkoitukseen sopivia sekä niiden pitää täyttää sivutuoteasetuksessa, lannoiteasetuksessa ja lannoitevalmistelaissa ja sen pohjalta annetuissa säädöksissä annetut vaatimukset. Lannoitevalmisteet eivät saa sisältää niin suuria määriä haitallisia aineita, eliöitä tai taudinaiheuttajia, kuten esimerkiksi *Escherichia coli*, *Salmonella* ja eri kasvitautoja, että käyttöohjeiden mukainen käyttö aiheuttaisi vaaraa ihmisille, eläimille tai ympäristölle. (Lannoitevalmistelaki 539/2006.)

Jokaisella markkinoilla olevalla lannoitevalmisteella on oltava Eviran hyväksymä tyyppinimi ja kattava tuoteseloste. Tuoteselosteessa on oltava kirjalliset tiedot lannoitevalmisteen kauppa- ja tyyppimiestä, käytöstä, koostumuksesta, ominaisuuksista, maahantuojasta ja valmistajasta. Tuoteseloste on oltava saatavissa helposti valvontaa varten. Lannoitevalmisteiden pakkaus- ja merkintävaatimuksissa on noudatettava myös lannoiteasetuksen ja sivutuoteasetuksen vaatimuksia. (Lannoitevalmistelaki 539/2006.)

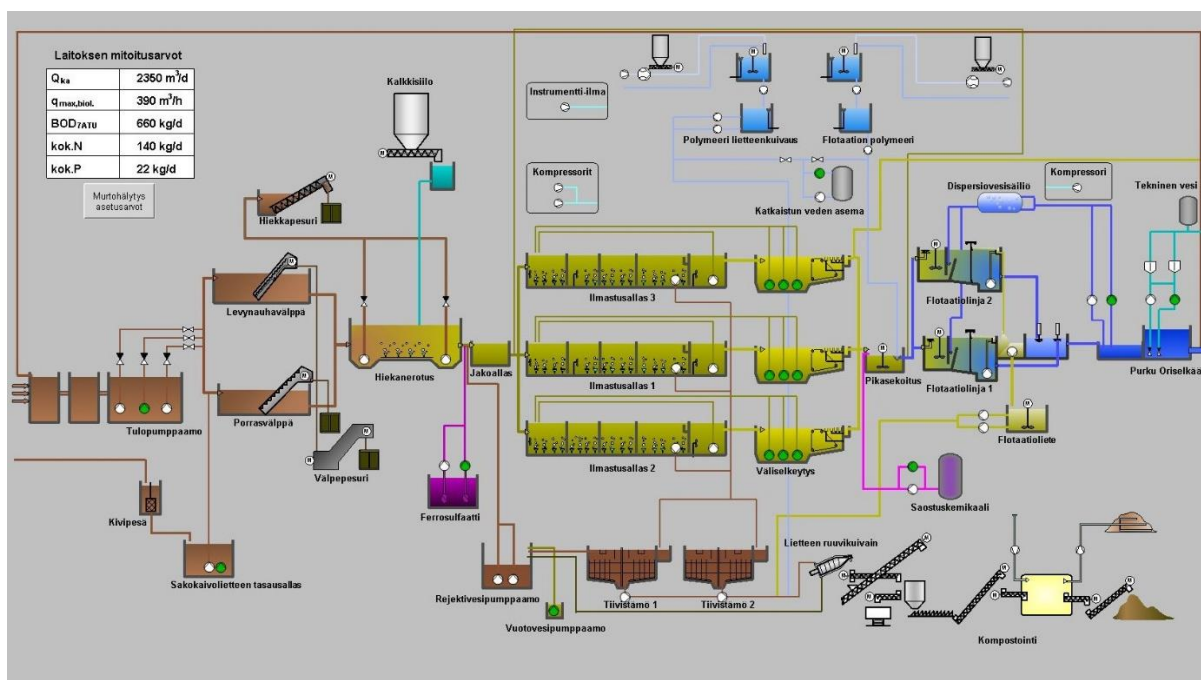
## 4 TÄHTINIEMEN JÄTEVEDENPUHDISTAMO

Tähtiniemen jätevedenpuhdistamo on rakennettu vuonna 1975. Puhdistamon ensimmäinen saneeraus tehtiin vuosina 1995-1996 ja toisen kerran puhdistamoa saneerattiin vuosina 2011-2013, jolloin puhdistamorakennusta laajennettiin ja rakennettiin uusi käsittelylinja, koska päätettiin Juupajoen kunnan ja Hirsilän taajaman jätevesien johtamisesta Tähtiniemen puhdistamoon. (Koponen 2016.) Vuoden 2017 aikana valmistuu siirtoviemäri, jolla Tähtiniemeen ohjataan Eräjärjen puhdistamolla syntyvä jätevesi. Eräjärven puhdistamon toiminta lopetetaan siirtolinjan valmistuttua. Tähtiniemen jätevedenpuhdistamo sijaitsee osoitteessa Tähtiniemenranta 15, 35100 Orivesi as. (Markku 2017.)

Puhdistamon asukasvastineluku on 9400 ja asukkaita puhdistamon vaikutuspiirissä on noin 6150. Keskimääräinen virtaama Tähtiniemen puhdistamolla on 2350 m<sup>3</sup>/d ja kuivattua puhdistamolietettä, jonka kuiva-ainepitoisuus on noin 20 mg/l TS, syntyy vuosittain noin 550 t. (Koponen 2016.) Puhdistettu jätevesi puretaan Oriselälle 750 metrin päähän puhdistamolta kahdeksan metrin syvyyteen.

Tähtiniemen jätevedenpuhdistamo on aktiivilietelaitos, jossa saostuskemikaaleina on prosessin alkupäässä ferrosulfaatti (FeSO<sub>4</sub>) ja jälkisaostuksessa ferrisulfaatti (Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>). pH:n säätöön laitoksella käytetään kalsiumhydroksidia (Ca(OH)<sub>2</sub>) eli sammutettua kalkkia.

Tähtiniemenpuhdistamolla on käytössä rinnakkaissaostus menetelmä eli kemiallinen ja biologinen saostaminen toteutetaan samanaikaisesti. Seuraavassa kuvassa esitetään puhdistamon prosessikaavio (kuva 3). Syntyvä puhdistamoliete jalostetaan turpeen kanssa kompostiksi, joka soveltuu hyvin viherrakentamiseen ja lannoitteeksi tietyille kasveille. (Markku 2017.) Tässä työssä keskitytään lietteen käsittelyyn, joten sitä on käsitelty tarkemmin kuin vesiprosesseja.



Kuva 3. Tähtiniemen jätevedenpuhdistamon prosessikaavio (Markku 2017)

## 4.1 Vesiprosessit

Tähtiniemen jätevedenpuhdistamon vesiprosessi koostuu seuraavista yksikköprosesseista:

- tulopumppaus
- välppäys
- hiekanerotus
- kalkin ja ferrosulfaatin syöttö
- ilmastus
- väliselkeytys
- pikasekoitus ja ferrisulfaatin syöttö
- jälkiselkeytys (flotaatio)

Tulevasta jätevedestä erotetaan kiinteät kappaleet porras- ja levyväljän avulla. Välpejäte pestään pesurilla ja puristetaan lavalle odottamaan kaatopaikalle vientiä. Laitoksella on käytössä ilmastettu hiekanerotus, josta erotettu hiekka ja muut raskaat partikkelit siirtyvät pesuriin, jolloin erotetun hiekkajätteen määrä vähenee merkittävästi. Hiekanerotusaltaan ilmastamisella saadaan poistettua kevyttä orgaanista ainesta kuten rasvoja, jolloin erotettu hiekka on puhtaampaa. (Markku 2017.)

Hiekanerotukseen lisätään kalkkia pH:n säätämiseksi ja erotuksen jälkeen linjaan syötetään saostuskemikaaliksi ferrosulfaattia. Tästä vesi kulkee jakoaltaan kautta kolmeen ilmastuslinjaan, jossa jätevettä ilmastamalla luodaan bakteereille ja alkueläimille suotuisat olosuhteet hajottaa jäteveden orgaanista ainesta. Ilmastus on prosessin biologinen osa. Ilmastuksesta vesi jatkaa väliselkeytykseen ja pohjalle laskeutunut liete pumpataan tiivistämöihin. (Markku 2017.)

Laitoksella on kolme väliselkeytysallasta, joissa laskeutetaan syntyneitä flokkeja altaan pohjalle ja kevennetään näin jälkiselkeytyksen kuormitusta. Väliselkeyttimien pohjalle laskeutuva liete pumpataan takasin ilmastuslinjojen alkupäähän. (Markku 2017.)

Väliselkeytyksen jälkeen on pikasekoitusallas, johon lisätään polymeeriä ja ferrisulfaattia kiintoaineen ja fosforin saostumisen tehostamiseksi jälkiselkeytyksessä. Jälkiselkeytysprosessina käytetään flotaatiota, jossa saostuneet epäpuhtaudet nostetaan pintaan pienten ilmakuplien avustuksella. Pintaliete poistetaan flotaatioaltaasta automaattisesti toimivalla kaapimella. Jälkiselkeytyksen tarkoituksena on poistaa vedestä väliselkeytyksestä jäljelle jäävät epäpuhtaudet. Flotaation jälkeen puhdistettu jätevesi johdetaan purkuputkea pitkin Oriselälle. (Markku 2017.)

Puhdistustuloksia seurataan kahdeksan kertaa vuodessa otettavilla tarkkailunäytteillä, jotka on määrätty ympäristöluvassa. Näytteistä tutkitaan BOD, fosfori, COD, kiintoaine ja NH<sub>4</sub>-N pitoisuudet (Markku 2017). Tähtiniemen jätevedenpuhdistamolta vaaditut raja-arvot ja puhdistustulokset kyseisille aineille on esitetty liitteissä 1.

## 4.2 Lieteprosessit

Tähtiniemen puhdistamolla lietteen käsittely jakautuu seuraaviin yksikköprosesseihin:

- Sakeutus
- Lietteen kuivaus ruuvipuristimella
- Kompostointi

### 4.2.1 Sakeutus

Sakeutuksen tarkoituksena on nostaa lietteen kiintoainespitoisuutta ja vähentää käsiteltävän lietteen määrää. Sakeutus toteutetaan yleensä painovoimaisesta tai mekaanisesti esimerkiksi lingoilla tai puristimilla.

Tähtiniemessä on käytössä kaksi sakeuttamoa, jotka ovat tilavuudeltaan 18 m<sup>3</sup> ja 28 m<sup>3</sup>. Sakeutus tapahtuu painovoimaisesti, jolloin vettä raskaampi liete laskeutuu sakeuttamon pohjalle ja vesi ohjataan pois sakeuttamon reunoilta. Sakeuttamon pohjalta tiivistynyt liete pumpataan ruuvipuristimelle. (Markku 2017.)

Ylijäämälietettä ja flotaation pintalietettä pumpataan sakeuttamoon, jossa liete tiivistyy painovoimaisesti. Sakeutettu liete ohjataan ruuvipuristimelle. Ennen kuivausta lietteeseen lisätään polymeeriä kuivauksen tehostamiseksi. Kuivattuun lietteeseen sekoitetaan turve ja seos siirretään ruuvikuljettimella rumpukompostoriin. (Markku 2017.)

### 4.2.2 Lietteen kuivaus ruuvipuristimella

Lietettä pumpataan sakeuttamojen pohjalta ja flotaatiosta kuivaimelle. Ennen kuivainta lietteeseen lisätään polymeeriä kuivaustuloksen parantamiseksi. Lietteen kuivauksen tarkoituksena on nostaa lietteen kuiva-ainepitoisuutta ja näin pienentää lietemäärää sekä helpottaa jatkokäsittelyä. Tarvittavan tukiaineen määrä kompostoinnissa vähenee mitä kuivempaa liete on.

Tähtiniemessä on käytössä Huberin valmistama ruuvipuristin. Ruuvipuristimelle pumpataan sakeutettua lietettä sakeuttamojen pohjalta. Lietteeseen lisätään polymeeriä ennen kuivausta kuivaustuloksen parantamiseksi. Tähtiniemessä on käytössä Flockstar 2243P polymeeri ja sitä on käytetty lietteen kuivaamiseen seuraavasti: vuonna 2015 1225 kg, vuonna 2016 1325 kg ja vuonna 2017 1563 kg. Polymeerin kasvanut syöttömäärä selittyy laitteiston säätämällä, sillä suuremmalla polymeeriannostuksella päästään parempaan kuivaustulokseen. (Markku 2018.)

### 4.2.3 Kompostointi

Puhdistusprosessissa syntyvän lietteen jatkokäsittely toteutetaan kompostoimalla tiivistetty liete turvetta tukiaineena käyttäen rumpukompostorilla, jossa kompostin viipymä on säädetty neljästä seitsemään päivään. Kompostori on otettu käyttöön vuoden 1995 – 1996 saneerauksen yhteydessä ja se on Biofacta Oy:n valmistama ja tilavuudeltaan 125 m<sup>3</sup>. Kompostorin täyttöaste pidetään 50 – 60% välillä ja lämpötilan tulisi olla noin 40°C. (Markku 2017.)

Rumpukompostointi on niin sanottu esikypsytysvaihe, jossa mikrobitoiminta lähtee liikkeelle olosuhteiden ollessa hyvät ja syötteen hajoaminen alkaa. Rumpukompostorista komposti ohjataan jälkikypsytykseen ulkokentälle, jossa se kypsyy vielä neljästä kuuteen kuukautta, ennen kuin hiilidioksidin tuotto lakkaa ja komposti on valmista käytettäväksi. (Markku 2017.)



Kuva 3. Rumpukompostori (Savolainen 2017)

### 4.3 Nykyinen kompostituote ja sen käyttö

#### **Tuote**

Lainsäädännön mukaan kompostituotteen pitää olla turvallista, tasalaatuista ja käyttötarkoitukseensa sopivaa. Tähtiniemen jätevedenpuhdistamolla valmistetaan kompostia, joka luokitellaan Eviran mukaan maanparannusaineeksi ja sillä on Eviran hyväksymä tuotenimi, joka on Tähtiniemen turpeinen kasvuvoima. Kompostista otetaan näytteet jokaisesta käyttöön menevästä erästä laadun varmistamiseksi ja lupaehtojen täyttymistä tarkkaillaan samalla. Taulukossa neljä on esitetty puhdistamolla syntyvän kompostin määrä vuosina 2015 – 2017.

Taulukko 4. Tähtiniemen puhdistamolla tuotettavan lannoitevalmisteen määrät vuosina 2015-2017 (Jortikka 2018)

	2015	2016	2017
Kuivattu jätevesiliete (tn)	606	544	368
Turve (tn)	1416	1584	1429
Raaka-aineita yhteensä (tn)	2022	2128	1797
Keskeneräisen tuotteen kokonaismäärä 31.12. (tn)	520	523	1237
Vuoden aikana valmistuneen luovutusvalmiin tuotteen määrä (tn)	1416	1605	1429

Tuote kelpaa ominaisuuksiensa puolesta käytettäväksi semmoisenaan lannoitteena. Lannoitekäytössä jätevesilietettä sisältäville valmisteille on Valtioneuvoston päätöksessä puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä (282/1994) asetettu tarkat käyttö- ja määrärajoitukset. Kompostia voidaan hyödyntää myös viherrakentamisessa kasvualustana ja maisemoinnissa, jos siihen lisätään ravinnepöyhempää maa-ainesta. Liitteessä kaksi on esitetty Tähtiniemen turpeisesta kasvuvoimasta otetun esimerkinäytteen tulokset.

### Käyttö

Nykyisellään kypsytyksentällä kypsennyttä kompostia käytetään paikallisten viljelijöiden toimesta. Valmis komposti luokitellaan maanparannusaineksi. Viljelijöiden lannoitekäytössä kompostin menekki on tällä hetkellä kausiluonteista.

Kypsennyttä kompostia käytetään myös kaupungin omassa viherrakentamisessa ravinnepöyhemmän maa-aineksen lisäyksen jälkeen. Viherrakentamisen tarpeet ovat hiipuneet viime vuosina uudisrakentamisen vähennyttä alueella, joten kompostin menekki kaupungin omassa viherrakentamisessa on vähentynyt. Tähtiniemen jätevedenpuhdistamolla tuotetun lannoitevalmisteen käyttökohteet vuosina 2015-2017 esitetään taulukossa viisi.

Taulukko 5. Tähtiniemen puhdistamolla syntyvän lannoitevalmisteen käyttökohteet vuosina 2015-2017 (Jortikka 2018)

	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Pelto- ja puutarhakäyttöön kotimaassa (tn)	75	515	112
Viherrakentamiseen ja maisemointiin kotimaassa (tn)	810	496	0
Jatkojalostukseen kotimaassa (tn)	1084	594	806
Myynti ja luovutus yhteensä (tn)	1969	1605	918
Valmiin tuotteen varasto 31.12. (tn)	0	0	511

Keväällä 2017 kompostia on alettu myymään myös pienissä erissä yksityishenkilöille. Kompostia voi hakea omalla peräkärjellä korvausta vastaan ja kuorma on lastattava itse. Menekki näillä pienerillä on ollut hyvä, sillä komposti soveltuu hyvin esimerkiksi puutarhan tai nurmikon kunnostukseen tai muuhun pieneen viherrakentamiseen. Tavallisesta peräkärjykuormasta on veloitettu 50 euroa itse kuormattuna ja isommista eristä sovitaan tapauskohtaisesti. (Hokkanen 2017.)

#### 4.4 Kompostituotteen käytön kehitys

Taulukosta viisi ilmenee, että valmiin tuotteen käyttö viherrakentamisessa on laskenut huomattavasti viime vuosina ja siitä johtuen tuotetta on jäänyt varastoon. Vuonna 2018 on kuitenkin tiedossa suurempia rakennushankkeita, kuten meluvalleja ja kiertoliittymä, joihin varastossa oleva tuote saadaan käytettyä kasvualustaksi. Tulevina vuosina tuotetta voi kuitenkin alkaa kertyä varastoon liaksi, jos sen menekki pysyy epätasaisena.

Kompostin maatalouskäyttöön liittyy ongelmia, sillä esimerkiksi Viking Malt on linjannut, että se ei vastaanota ohraa, jonka kasvatuksessa on käytetty puhdistamolietettä lannoitteena. Myös muut toimijat kuten Raisio ja Hankkija ovat seuranneet Viking Maltin esimerkkiä. Lietteen lannoitekäytön kieltäminen on yrityksille imagokysymys eikä niinkään käytännön sanelemaa, joten kuluttajien asenteilla on suuri merkitys jätevesilietteen käyttömahdollisuuksiin. (Niittymaa 2017.)

Tulevaisuudessa Tähtiniemen puhdistamolla syntyvästä lietteestä tehtyä kompostia voisi markkinoida lannoitekäyttöön. Nykyisellään kompostituotetta ei markkinoida ja sen menekki on ollut vähäistä. Tähän voisi toimia ratkaisuna, jos joku lähialueen maa-ainestoimittaja ottaisi Tähtiniemen kompostin omaan tuotevalikoimaansa ja aloittaisi sen markkinoimisen laajemmin.

## 5 SELVITETTÄVÄT LIETTEENHYÖDYNTÄMISVAIHTOEHDOT

Tässä työssä yhtenä keskeisenä tavoitteena oli paitsi tarkastella nykyistä lietteen hyödyntämistä ja sen haasteita myös tutkia uusia lietteen hyödyntämisvaihtoehtoja. Keskeiseksi perusteeksi vaihtoehtojen muodostamisessa otettiin paikallisen toiminnan tukeminen, jos mahdollista ja kestävä kehityksen kannalta positiiviset vaihtoehdot. Yhtenä tärkeänä osana selvitystä on tarkastella lietteenkäsittelyn kustannuksia eri vaihtoehtojen välillä. Jokaisessa vaihtoehdossa on laskettu lietteenkäsittelykustannukset vuosien 2015, 2016 ja 2017 lietemäärille. Myös kunkin vaihtoehdon toteutettavuutta ja ekologisuutta on arvioitu.

Yhdessä työn tilaajan kanssa muodostettiin kolme tarkasteltavaa ja keskenään vertailtavaa vaihtoehtoa, jotka ovat nykyinen toiminnan jatkaminen ennallaan, lietteenkäsittelyn ulkoistaminen Korri & Co Oy:lle ja lietteen kuljettaminen kauemmaksi, kuten Nokialle tai Tampereelle.

### 5.1 Tämänhetkisen toiminnan jatkaminen ennallaan

#### **Toiminnan kuvaus**

Tähtiniemen jätevedenpuhdistamo on aktiivilietelaitos, jossa saostuskemikaaleina on prosessin alkupäässä ferrosulfaatti ( $\text{FeSO}_4$ ) ja jälkisaostuksessa ferrisulfaatti ( $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$ ). pH:n säätöön laitoksella käytetään kalsiumhydroksidia ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) eli sammutettua kalkkia. Tähtiniemen puhdistamolla on käytössä rinnakkaissaostusmenetelmä eli kemiallinen ja biologinen saostaminen toteutetaan samanaikaisesti. Lietteenkäsittely Tähtiniemessä tapahtuu kompostoimalla ruuvipuristimella kuivattu liete turpeen kanssa.

Tällä hetkellä turpeen kanssa kompostoitu liete on tuotteistettu nimellä Tähtiniemen turpeinen kasvuvoima. Tätä maanparannusaineksi luokiteltua tuotetta voidaan käyttää lannoitteena ja ravinneköyhempään maa-ainekseen sekoitettuna viherrakentamisessa ja maisemoinnissa, mihin suurin osa nykyisellään käytetään. Vuonna 2017 varastoon jäänyt tuote saadaan hyödynnettyä kesällä 2018 kaupungin omassa toiminnassa meluvallien ja tiealueiden rakentamisessa, mutta jatkossa kompostin kysynnästä ei ole varmuutta.

#### **Kustannukset**

Kustannuksia laskettaessa otettiin huomioon prosessin sähkönkulutus sakeuttamosta eteenpäin eli lietteenpumpaus sakeuttamosta ja flotaatiosta kuivaukseen, kuivaimen sähkönkulutus, polymeeriaseman pumput, ruuvikuljettimet kuivaimen ja kompostorin välillä, sekoitusruuvit, turvesiilon ja kompostorin hydraulikoneikot, kompostorin ilmanvaihtokoneisto ja purkuruuvi ulkokentälle. Sähköä käyttävät laitteet ja niiden käyttöajat on eritelty liitteessä kolme.

Sähkönkulutuksen lisäksi kustannuksia syntyy seosaineena käytettävän turpeen hankinnasta, kompostikasan kääntämisestä, lietteenkuivauksessa käytettävästä polymeeristä ja laitteiston huollosta. Kompostikasan kääntämiselle on arvioitu kustannukseksi 1000€ vuodessa ja polymeerin

hankinnasta syntyvä kustannus on esitetty taulukossa seitsemän. Turpeen hankintakustannukset ovat taulukossa kuusi.

Taulukko 6. Turpeen määrä ja hankintakustannukset (Markku 2018)

<b>Vuosi</b>	<b>Turpeen määrä (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Hankintahinta (€ alv 0%)</b>
2015	3421	44815,10
2016	3552	46138,53
2017	3176	41605,60

Taulukko 7. Lietteenkuivauksessa käytettävän polymeerin hankintakustannukset (Markku 2018)

<b>Vuosi</b>	<b>Polymeerin määrä (kg)</b>	<b>Polymeerin kilohinta (€/kg)</b>	<b>Kustannus vuodessa (€)</b>
2015	1225	2,9	3552,5
2016	1325	2,9	3842,5
2017	1563	2,9	4532,7

Huollon tarvetta tulee pumpuista, kuljettimista, turvesiilon sylintereistä sekä ruuvikuivaimesta. Prosessin huollontarve on kuitenkin vähäinen, sillä eri komponentit ovat pitkäikäisiä ja luotettavia, mutta yllättäviin laiterikkoihin on kuitenkin varauduttava. Isoin osa huoltokustannuksista muodostuu ruuvikuivaimen huoltamisesta, jonka kustannukset ovat 3000 euroa vuodessa. Muita merkittäviä huoltokohteita ovat turvesiilon sylinterit 500 euroa vuodessa, sekä kaksoissekoitusruuvin moottori 2500 euroa joka toinen vuosi eli 1250 euroa vuotta kohden laskettuna. (Markku 2017.)

Kokonaiskustannus vuodessa muodostuu siis huolloista 4750 euroa vuodessa, sähkönkulutuksesta 10460 euroa vuodessa, turpeen hankintakustannuksista, joka vaihtelee, kompostin kääntämisestä ja lietteenkuivauksessa käytettävästä polymeeristä. Kustannus lietetonna kohden saadaan jakamalla vuotuinen kokonaiskustannus vuodessa syntyneellä lietemäärällä, jotka on esitetty taulukossa neljä. Kustannukset on esitetty tarkemmin taulukossa kahdeksan.

Taulukko 8. Nykyiselle lietteenkäsittelylle lasketut kustannukset

<b>Vuosi</b>	<b>Huolto (€/v)</b>	<b>Sähkö (€/v)</b>	<b>Turve (€/v)</b>	<b>Kompostin kääntö (€/v)</b>	<b>Ruuvikuivaimella käytettävä polymeeri (€/v)</b>	<b>Kustannus yhteensä (€/v)</b>	<b>Vuodessa syntyneen lietteen määrä (t)</b>	<b>Kustannus lietetonna kohden (€/t)</b>
2015	4750	10418,5	44815,1	1000	3552,5	64536,1	606	106,5
2016	4750	10418,5	46138,5	1000	3842,5	66149,5	544	121,6
2017	4750	10418,5	41605,6	1000	4532,7	62306,8	368	169,3

### **Edut ja haitat**

Nykyisen toiminnan jatkaminen olisi selkeästi yksinkertaisin ratkaisu, sillä toimintaan ei tarvitse tehdä muutoksia ja toiminnan jatkaminen on ainakin lyhyellä tähtämellä mahdollista.

Haittapuolena tässä vaihtoehdossa voidaan pitää jätevesilietteen sisältämien ravinteiden kierron vajavaisuutta, sillä suurin osa kompostista päätyy sellaisiin kohteisiin, jossa se ei korvaa perinteisiä lannoitteita kuten neitseellisesti louhittua fosforia. Kompostituotteen menekkiin tulee kiinnittää huomiota, sillä se on ollut epätasaista ja näin ollen tuotteesta eroon pääseminen voi olla haastavaa. Myös nykyisen toiminnan kustannukset osoittautuivat laskelmien perusteella suuriksi ja näin ollen toiminnan muuttamiselle voisi olla jatkossa myös taloudellisia kannustimia.

## 5.2 Lietteen käsitteleminen Korri & Co Oy:n toimesta

### **Toiminnan kuvaus**

Korri & Co Oy suunnittelee mädätyslaitosta Orivedelle. Suunnittelu ja kannattavuusselvityksiä tehtiin vuoden 2017 aikana ja Tähtiniemen puhdistamolietteen koemädätykset oli tarkoitus suorittaa vuoden 2017 aikana BioGTS-yrityksen toimesta käyttäen yrityksen koelaitteistoa. Ensimmäisen vaiheen toiminta oli tarkoitus aloittaa 2018 jos laskelmat ja koemädätys antavat hyviä tuloksia. Ensimmäinen vaihe toteutettaisiin kuivareaktorilla, johon syötettäisiin Tähtiniemen puhdistamolietettä ja aluksi nurmea sivusyötteenä (Korri 2017.)

Syntyvälle biokaasulle on useampia käyttömahdollisuuksia, kuten liikennepolttoaineeksi jalostaminen tai kaukolämmön tuotannossa hyödyntäminen jo olemassa olevassa Oriveden biolämmön lämpölaitoksessa. Myös kaupungin teknisen varikon lämmitys on yksi vaihtoehto ensimmäisen vaiheen kaasun käytölle. Tämä onnistuisi korvaamalla nykyisin käytössä oleva öljypoltin kattilaan sopivalla kaasupolttimella. (Korri 2017.)

Mahdollisten koemädätyksien aikana ja ainakin toiminnan alkuvaiheessa lietteen kuljettamien tapahtuisi vaihtolavoilla tai muulla liikuteltavalla rakenteella. Ruuvikuivaimelta lietevirta voidaan ohjata suoraan vaihtolavalle jo olemassa olevilla ruuvikuljettimilla vaihtamalla ruuvien pyörimissuuntaa.

### **Kustannukset**

Merkittäviä kustannuksia tässä vaihtoehdossa syntyisi 40€/t porttimaksusta, joka maksetaan Korrielle lietettä vietäessä sekä lietteen kuljetuksesta 2€/t. Vastaavasti puhdistamalla tapahtuva toiminta supistuu kompostorin jäädessä tarpeettomaksi ja kompostin jälkikäsitteilyä, kuten kompostikasan kääntämistä ei tarvitse tehdä. Tämä vähentää huollettavan laitteiston määrää, sähkönkulutusta ja turpeen hankinta jää pois. Korrin laitokselta puhdistamolle palautuva rejektivesi pienentää kustannuksia siitä saatavan vastaanottomaksun verran. Vuodelle 2015 rejektin määräksi on oletettu 400 kuutiota, vuodelle 2016 350 kuutiota ja vuodelle 2017 280 kuutiota ja vastaanottohinta on käytetty 19,15 €/m<sup>3</sup>. Rejektiveden vastaanotto ei vaatisi muutoksia laitoksen toimintaan, mutta puhdistamon kokonaiskuormitus nousisi hiukan. Lievästä kuormituksen noususta aiheutuvia lisäkustannuksia kuten ilmastuksen sähkönkulutuksen lisääntymistä ja kemikaalien käyttömäärien kasvua ei ole otettu tässä laskelmassa huomioon, vaan painopiste on toimissa sakeuttamosta eteenpäin. Tämän vaihtoehdon kustannuksia on eritelty tarkemmin taulukossa yhdeksän.

Taulukko 9. Laskennalliset kustannukset lietteen käsittelystä Korri &amp; Co Oy:n toimesta

Vuosi	Huolto (€/v)	Sähkö (€/v)	Porttimaksu (€/v)	Kuljetus (€/v)	Ruuvikuivaimella käytettävä Polymeeri (€/v)	Rejektiveden vastaanotto (€/v)	Kustannus yhteensä (€/v)	Vuodessa syntyneen lietteen määrä (t)	Kustannus lietteen kohden (€/t)
2015	3000	1591	24240	1212	3552,5	+7660	25935,5	606	42,8
2016	3000	1591	21760	1088	3842,5	+6703	24578,5	544	45,2
2017	3000	1591	14720	763	4532,7	+5362	19244,7	368	52,3

### Edut ja haitat

Tässä vaihtoehdossa on selviä etuja nykyiseen toimintaan nähden niin taloudellisesti kuin ekologisesti katsottuna. Kustannuksiltaan tämä vaihtoehto olisi käsitellyistä selvästi edullisin. Ekologisesti tarkasteltuna lietteen mädättäminen on kannattavampaa kuin kompostoiminen, sillä prosessista saatava biokaasu voidaan hyödyntää esimerkiksi energiantuotannossa tai jalostaa liikennepolttoaineeksi korvaamaan perinteisiä fossiilisia polttoaineita. Syntyvä mädätysjännös käytettäisiin lannoitteena, joten lietteen sisältämät ravinteet kiertäisivät uudelleen hyötykäyttöön.

Tämä vaihtoehto ei kuitenkaan ole tällä hetkellä toteutuskelpoinen, sillä Korrin laitoshanke on vasta suunnitteluasteella ja hankkeen toteutuminen on epävarmaa, sillä toiminnan kannattavuuteen ja toteutukseen liittyy vielä ratkaisemattomia ongelmia, kuten tuotettavan biokaasun käyttökohde ja lietteen mukana ollessa mädätysjännöksen lannoitekäytön imago-ongelmat. (Korri 2018.)

### 5.3 Lietteen kuljettaminen Tampereelle tai Nokialle

#### Yleistä

Puhdistamolietteen käsittelyn ulkoistaminen Oriveden ulkopuolelle tapahtuisi käytännössä Tampereelle tai Nokialle. Tampereelle vietäessä liete käsiteltäisiin Tampereen jätevedenpuhdistamolla laitoksen oman lietteen kanssa ja Nokialla liete menisi Koukkujärvelle rakennettavaan uuteen mädätyslaitokseen. Orivedellä syntyvä lietemäärä on pieni, niin se on helppo ottaa lisäksi jo olemassa olevien suurempien laitosten toimintaa. Molemmat vaihtoehdot olisivat mahdollisia toteuttaa ja jos lietteenkäsittelyn ulkoistaminen tulee ajankohtaiseksi, niin osapuolten välillä pidetään tarkemmat neuvottelut, joissa sovitaan toiminnan yksityiskohdista ja kustannuksista.

#### Kustannukset

Kustannukset muodostuvat tässä vaihtoehdossa samalla tavalla kuin Korrin kohdalla, mutta kun liete kuljetetaan Nokialle tai Tampereelle ei sieltä palaudu Orivedelle mitään, joten tässä vaihtoehdossa ei saada tuloja mädätyksen rejektivedestä. Kuljetusmatkan ollessa pidempi on kuljetuskustannukseksi arvioitu 10 €/t perustuen Korrin omiin laskelmiin (Korri 2018). Lietteestä maksettava porttimaksu on tässä sama 40 €/t, joten kustannukset ovat hieman suuremmat kuin Korrin suunnitteleamalla laitoksella. Lietteen kuljetuksen kustannukset ja porttimaksu tarkentuvat, jos toimintaa aletaan

kilpailuttaa tulevaisuudessa. Taulukossa kymmenen on esitetty tälle vaihtoehdolle lasketut kustannukset.

Taulukko 10 Laskennalliset kustannukset, jos liete kuljetetaan Nokialle tai Tampereelle

Vuosi	Huolto (€/v)	Sähkö (€/v)	Porttimaksu (€/v)	Kuljetus (€/v)	Polymeeri (€/v)	Kustannus yhteensä (€/v)	Vuodessa syntyneen lietteen määrä (t)	Kustannus liettonnia kohden (€/t)
2015	3000	1591	24240	6060	3552,5	38443,5	606	63,4
2016	3000	1591	21760	5440	3842,5	35633,5	544	65,5
2017	3000	1591	14720	3680	4532,7	27523,7	368	74,8

### Edut ja haitat

Nykyiseen toimintaan verrattuna lietteen kuljettaminen Tampereelle tai Nokialle vaikuttaisi tulevaisuudessa parhaalle ratkaisulle, jos kompostituotteen menekki ei parane tulevina vuosina ja kompostin kasautuminen varastoon jatkuu. Tämä vaihtoehto on myös taloudellisesti selkeästi edullisempi kuin nykyinen toimintamalli ja ekologisesti kestävämpi, sillä lietteen sisältämä energia ja ravinteet hyödynnettäisiin tehokkaammin kuin nyt. Haittapuolena voidaan pitää sitä, että toiminta siirtyy pois Orivedeltä ja näin ollen paikallisia toimijoita ei tueta lietteenkäsittelyn osalta.

## 5.4 Vaihtoehtojen vertailu

Jokaisessa vaihtoehdossa laskettiin toiminnasta aiheutuvat kustannukset sekä arvioitiin yleisesti vaihtoehtojen toteutettavuutta ja kannattavuutta. Käsiteltyjen vaihtoehtojen välille muodostui selviä eroavaisuuksia niin kustannusten kuin yleisten etujen ja haittojen osalta.

### Kustannukset

Kustannusten osalta vaihtoehdot eroavat toisistaan suuresti. Suurimman yksittäinen kustannuksiin vaikuttava tekijä on nykyisessä toiminnassa kompostoinnin seosaineena käytettävän turpeen hankintakustannus, joka muodostaa suurimman yksittäisen kuluerän nykyisessä lietteenkäsittelyssä. Myös sähkönkulutus ja huollontarve muuttuvat eri vaihtoehdoissa. Nykyiseen toimintaan nähden muut vaihtoehdot osoittautuivat selvästi edullisemmiksi ratkaisuksi juurikin turpeen hankinnan pois jäämisen ja pienentyvän sähkönkulutuksen sekä huollontarpeen vähenemisen ansiosta. Edullisimmaksi vaihtoehdoksi muodostui lietteenkäsittelyn ulkoistaminen Korri & Co Oy:lle, koska Korrin toiminnassa muodostuva rejektivesi tuotaisiin Tähtiniemeen käsiteltäväksi ja siitä saataisiin vastaanottomaksu. Eri vaihtoehtojen kustannukset on eritelty tarkemmin taulukossa 11.

Taulukko 11. Lietteenkäsittelykustannukset eri vaihtoehdoissa

Vuosi	Nykyinen toiminta (€/t)	Korri & Co Oy (€/t)	Lietteen kuljettaminen Tampereelle tai Nokialle (€/t)
2015	106,5	42,8	63,4
2016	121,6	45,2	65,5

2017	169,3	52,3	74,8
------	-------	------	------

### Vaihtoehtojen edut ja haitat

Jokaisen vaihtoehdon kohdalla mietittiin sen vaikutusta puhdistamalla tapahtuviin toimintoihin. Myös vaihtoehdon ekologisuutta tarkasteltiin. Jos nykyistä toimintaa jatketaan ennallaan, ei laitoksen toimintaan tarvitse tehdä muutoksia, mutta kompostin varastoon kasautumisesta voi tulla suuria ongelmia tulevaisuudessa ja koska komposti käytetään suurelta osin viherrakentamisessa eikä lannoitteena, niin nykyinen toiminta ei ole ravinteiden kierron kannalta tehokasta. Haittapuolena lietteen käsittelyn ulkoistamisessa Tampereelle tai Nokialle voidaan pitää sitä, että toiminta siirtyy pois Orivedeltä ja näin ollen ei tueta paikallista yritystoimintaan, kuten Korri & Co Oy:n tapauksessa. Lietteiden kuljetus voi kuitenkin jäädä Oriveteläiselle toimijalle. Vaihtoehtojen etuja ja haittoja on koottu taulukkoon 12.

Taulukko 12. Tarkasteltavien vaihtoehtojen edut ja haitat

<b>Vaihtoehto</b>	<b>Nykyisen toiminnan jatkaminen ennallaan</b>	<b>Korri &amp; Co Oy</b>	<b>Lietteiden kuljettaminen Tampereelle tai Nokialle</b>
Edut	Helpoin toteuttaa, sillä toimintaan ei tarvitse tehdä muutoksia.	Toiminta sijaitsisi Orivedellä, edullinen, ekologisesti kannattava, puhdistamon toiminta yksinkertaistuisi.	Puhdistamon toiminta yksinkertaistuisi, kustannussäästöt, ekologisesti kannattava.
Haitat	Lietteenkäsittelykustannukset ovat korkeammat kuin muissa vaihtoehdoissa ja lietteen sisältämien ravinteiden kierto vaihtelee kompostin käyttökohteen mukaan ja kompostituotteen huono menekki voi aiheuttaa ongelmia.	Ei tällä hetkellä toteutuskelpoinen, koska Korrin laitoshanke on vasta suunnitteluasteella ja päätöstä hankkeen toteuttamisesta ei ole tehty.	Toiminta siirtyisi pois Orivedeltä ja Kuljetuskustannukset tarkentuvat vasta hintojen kilpailituksen myötä.
Kokonaisuus	Toimiva, mutta pitkällä tähtäimellä kestävä ratkaisu taloudellisesti ja kompostin menekin osalta.	Toteutuessaan lupaava vaihtoehto, mutta toteutuminen on epävarmaa.	Kustannuksiltaan edullisempi ja toteutuskelpoinen vaihtoehto nykyiselle toiminnalle.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä insinööriyössä oli tavoitteena selvittää Tähtiniemen jätevedenpuhdistamon lietteenkäsittelyn ja lietteen loppusijoituksen nykytilaa ja etsiä sille korvaavia vaihtoehtoja. Työ alkoi kirjallisuuskatsauksella, jossa selvitettiin yleisesti eri lietteen käsittelymenetelmiä ja miten lietettä käytetään Suomessa. Kirjallisuuskatsauksen jälkeen työ jatkui tutustumisella puhdistamon nykyiseen toimintaan ja perehtymällä siitä syntyviin kustannuksiin. Työssä otettiin tarkasteltavaksi kolme vaihtoehtoa, jotka ovat nykyisen toiminnan jatkaminen ennallaan, lietteen biokaasuttaminen Orivedellä Korri & Co Oy:n toimesta ja kolmantena lietteen kuljettaminen pois Orivedeltä kauemmaksi. Jokaisesta vaihtoehdosta saatiin laskettua käsittelykustannukset lietetonnin kohden ja muuten arvioitiin vaihtoehtojen hyviä ja huonoja puolia.

Selvityksen tuloksena voidaan todeta, että nykyisen toiminnan jatkaminen ei ole taloudellisesti eikä ekologisesti kannattavaa ja tarkemmat selvitykset lietteenkäsittelyn ulkoistamiseksi olisi syytä aloittaa lähitulevaisuudessa. Nykyisen toiminnan kustannuksen osoittautuivat merkittävästi kahta muuta vaihtoehtoa suuremmiksi. Korrin hanke olisi laskelmien mukaan edullisin vaihtoehto, mutta sen ollessa vielä suunnitteluasteella ja koska hankkeen toteutumisesta ei ole varmuutta jää lietteen kuljettaminen Tampereelle tai Nokialle ainoaksi toteutuskelpoiseksi vaihtoehdoksi nykyiselle toiminnalle. Nykyisen lietteenkäsittelyn lopettamiselle suurin syy olisi Tähtiniemessä valmistettavan kompostituotteen epävarma menekki, mikä voi johtaa kompostin kasautumisen varastoon ja näin muodostua ongelmaksi.

Tämä työ toimii esiselvityksenä, miten lietteenkäsittelyä voitaisiin muuttaa jatkossa ja näin ollen luo pohjan mihin vaihtoehtoihin kannattaa syventyä tarkemmin tulevaisuudessa. Jatkoselvityksissä tulisi kilpailuttaa lietteenkuljetus ja neuvotella lietteen toimitusehdoista mahdollisten vastaanottajien kanssa. Tässä työssä ei perehdytty tarkemmin Nokian ja Tampereen jätevedenkäsittelyyn ja siellä tapahtuvaan lietteenkäsittelyyn vaan keskityttiin Orivedellä tapahtuviin toimintoihin.

## LÄHTEET

- BERNINGER, K., PHIL, T., KASANEN, P., MIKKOLA, A., TYNKKYNNEN, O., VAHALA, R., 15.9.2017. Jätevesien fosfori hyötykäyttöön – teknologioita ja ohjauskeinoja. Valtioneuvoston kanslia. [Verkkójulkaisu] [Viitattu 23.4.2018] Saatavissa: [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80670/62\\_Jatevesienfosforihyotykayttoon\\_30082017.pdf](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80670/62_Jatevesienfosforihyotykayttoon_30082017.pdf)
- HOKKANEN, Taina. 29.5.2017. [Suullinen tiedonanto].
- JORTIKKA ANTTI. 23.4.2018. [Sähköpostiviesti.] Vastaanottaja: Arttu Savolainen
- JÄTELAKE 656/2011. Finlex. Lainsäädäntö. [viitattu 21.3.2017] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>
- KOPONEN, HENRI. 1.8.2016. Oriveden Tähtiniemen jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2015. Kokemäenjoen vesistön vesisiensuojeluyhdistys ry. [Vuosiyhteenveto] [Viitattu 24.3.2017] Saatavissa: [http://www.orivesi.fi/files/Tiedostot/Tahti\\_vyv\\_2015.pdf](http://www.orivesi.fi/files/Tiedostot/Tahti_vyv_2015.pdf)
- KORRI, Erkki. 7.4.2017. [Suullinen tiedonanto].
- KORRI, Erkki. 22.5.2018. [Suullinen tiedonanto].
- LAITINEN, J., ALHOLA, K., MANNINEN, K., SÄYLÄ, J., 2014. Puhdistamolietteen ja biojätteen käsittely ravinteita kierrättäen. Suomen Ympäristökeskus. [Hankeraportti] [Viitattu 21.3.2017] saatavissa: [http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_\\_kehittaminen/Tutkimus\\_ja\\_kehittamishankkeet/Hankkeet/Puhdistamolietteen\\_ja\\_biojatten\\_kasittely\\_ravinteita\\_kierrattaen](http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus__kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Puhdistamolietteen_ja_biojatten_kasittely_ravinteita_kierrattaen)
- LAITINEN, J., NIEMINEN, J., SAARINEN, R., TOIVIKKO, S., 2014. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) – Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot. Suomen Ympäristöministeriö. [Verkkoaineisto] [viitattu 24.3.2017] saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/43199>
- LANNOITEVALMISTELAKE 539/2006. Finlex. Lainsäädäntö. [viitattu 21.3.2017] saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060539>
- NIITTYMAA, Veikko, 17.11.2017. Viljanostajat panivat puhdistamolietteet pannaan – viranomaiset sallivat peltokäytön. Maaseudun tulevaisuus. [Verkkójulkaisu] [Viitattu 10.5.2018] saatavissa: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.213811>

PÖYRY ENVIRONMENT OY. 2007. Lietteenkäsittelyn nykytila Suomessa ja käsittelymenetelmien kilpailukyky selvitys. [Verkkajulkaisu] [Viitattu 6.4.2017] Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2017/02/27172733/LietteenkC3A4sittely-2.pdf>

SAVOLAINEN, Arttu 22.3.2017. [Valokuva] Sijainti: Orivesi

SUHONEN, Markku. 22.3.2017. [Suullinen tiedonanto].

SUHONEN, Markku. 25.5.2018. [Sähköpostiviesti] Vastaanottaja: Arttu Savolainen

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS. 2011. Ympäristöopas 2011 haja-asutuksen jätevedet. [viitattu 14.11.2017] Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38826/YO\\_2011\\_Haja-asutuksen\\_jatevedet\\_verkkoversio.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38826/YO_2011_Haja-asutuksen_jatevedet_verkkoversio.pdf?sequence=1)

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS. 15.2.2018. Yhdyskuntien jätevesien kuormitus vesiin. [Verkkajulkaisu] [Viitattu 30.5.2018] Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Vesihuoltoraportit/Yhdyskuntien\\_jatevesien\\_kuormitus\\_vesiin](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesihuoltoraportit/Yhdyskuntien_jatevesien_kuormitus_vesiin)

VALTIONEUVOSTON ASETUS JÄTTEEN POLTTAMISESTA 151/2013. Finlex. Lainsäädäntö. [viitattu 18.5.2017] saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130151>

VALTIONEUVOSTON ASETUS KAASTOPAIKOISTA 2.5.2013/331. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 15.5.2018] saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130331>

VALTIONEUVOSTON PÄÄTÖS PUHDISTAMOLIETTEEN KÄYTÖSTÄ MAANVILJELYKSESSÄ 282/1994. Finlex. Lainsäädäntö. [viitattu 18.5.2017] saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940282>

VESILAITOSYHDISTYS. 2013. Puhdistamolieteopas 2013. [Verkkajulkaisu] [viitattu 25.3.2017] saatavissa: [https://www.vvy.fi/files/3870/Puhdistamolieteopas\\_2013\(20032014s\).pdf](https://www.vvy.fi/files/3870/Puhdistamolieteopas_2013(20032014s).pdf)

VILPANEN, M., TOIVIKKO, S., 2017. Yhdyskuntalietteen käsittelyn ja hyödyntämisen nykytilannekatsaus. Vesilaitosyhdistys. [Verkkajulkaisu] [viitattu 21.5.2018] Saatavissa: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/1621/yhdyskuntalietteen\\_ka\\_sittelyn\\_ja\\_hyo\\_dynta\\_misen\\_nykyt\\_ilannekatsaus\\_26092017.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/1621/yhdyskuntalietteen_ka_sittelyn_ja_hyo_dynta_misen_nykyt_ilannekatsaus_26092017.pdf)

# LIITTE 1: TÄHTINIEMEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON KÄSITTELYVAATIMUKSET SEKÄ TULEVAN JA LÄHTEVÄN VEDEN LAATU

Puhdistamon käsittelyvaatimukset, laskentajaksot ja tarkkailukerrat

	lupaehdot	asetus yhdyskuntajätevesistä (888/2006)	laskentajaksoja / vuosi
BOD <sub>7-ATU</sub>	≤ 10 mg/l ≥ 95 %	≤ 30 mg/l tai ≥ 70 %	lupa 2, asetus näytekohtainen
Fosfori	≤ 0,3 mg/l ≥ 95 %	≤ 2,0 mg/l tai ≥ 80 %	lupa 2, asetus näytekohtainen
COD <sub>Cr</sub>	≤ 60 mg/l ≥ 85 %	≤ 125 mg/l tai ≥ 75 %	lupa 2, asetus näytekohtainen
Kiintoaine	-	≤ 35 mg/l tai ≥ 90 %	asetus näytekohtainen
NH <sub>4</sub> -N	≤ 4 mg/l ≥ 90 %	-	lupa 1
Puhdistamolla tarkkailukertoja kuusi (8) vuodessa.			

Puhdistamolle tulevan jäteveden laatu tulokuormitus vuosina 2005-2015

VUOSI	Virt.		BOD <sub>7-ATU</sub>		Fosfori		Typpi	
	Q m <sup>3</sup> /d Tarkk.	Q m <sup>3</sup> /d Vuosi	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d
2005	1988	1830	190	340	8,2	15	44	81
2006	1467	1880	210	390	6,9	13	42	79
2007	1668	1880	200	380	6,9	13	45	84
2008	2575	2570	170	430	6,6	17	35	90
2009	1951	1680	310	520	9,5	16	28	97
2010	2345	1870	270	500	8,6	16	53	100
2011	2696	1980	270	530	8,1	16	51	100
2012	1708	2020	200	410	7,4	15	45	90
2013	1872	1930	240	460	8,3	16	50	97
2014	1783	1840	260	480	8,7	16	60	110
2015	2068	2100	220	460	7,6	16	47	98

Puhdistamolta lähtevän veden laatu ja vesistökuormitus, sekä puhdistustehot vuosina 2005-2015

VUOSI	BOD <sub>7-ATU</sub>			Fosfori			Typpi		
	mg/l	kg/d	%	mg/l	kg/d	%	mg/l	kg/d	%
2005	2,3	4,3	99	0,23	0,42	98	23,0	43	48
2006	4,0	7,5	98	0,23	0,43	97	32,0	60	25
2007	3,2	6,0	99	0,27	0,50	96	30,0	56	34
2008	2,9	7,5	98	0,31	0,73	95	22,0	57	37
2009	4,0	6,8	99	0,22	0,37	98	30,0	50	49
2010	4,2	7,9	98	0,24	0,45	98	26,0	49	51
2011	5,1	10,0	99	0,28	0,56	97	25,0	49	53
2012	15,0	30,0	93	0,44	0,89	94	32,0	64	31
2013	1,9	3,6	99	0,11	0,22	99	32,0	61	37
2014	1,7	3,1	100	0,13	0,24	99	36,0	67	40
2015	2,0	4,1	99	0,14	0,29	98	35,0	74	25

## LIITE 2: TÄHTINIEMEN TURPEISESTA KASVUVOIMASTA OTETUN NÄYTTEEN TULOKSET

Päivämäärä 01/06/2017 Sivun 1/2



Oriveden kaupunki

Markku Suhonen

Tähtiniemenranta 15

35100 ORIVESI AS

FINLAND

s-posti markku.suhonen@orivesi.fi



Tutkimustodistus AR-17-FV-002166-01

Näyttenumero 504-2017-00003560

Tutkimusno EUFIMI-00008655

Asiakasno FV0001541

Tutkimuksen yhteyshenkilö : Kalevi Koivunen			
Tutkimusno	504-2017-00003560/ AR-17-FV-002166-01		
Näytteen tiedot:	Tähtiniemen turpeinen kasvuvoima		
Saapumispvm :	18.5.2017 00:00:00	Tutkimus alkoi :	22.5.2017
Pydydyt analyysit :	PFVT2: Raskasmetallit kuningasvedessä PFVT4: Orgaaninen maanparannusaineanalyysi PKF02: Maanparannusaineet E. coli ja Salmonella FVT30: Kompostin kypsyy (hiilidioksidin tuotto) FVS02: Käyttösuositus (org. maanparannusaineet)		
Näyte otettu	18.5.2017	Saapunut	18.5.2017
<b>Maanparannusaineet</b>			
			Tulos (MU)
FVT16	FV	Kokonaistyyppi Menetelmä : EN 13654-1 (mod.); EN 13342	
(a)	Typpi (N), kokonaispitoisuus		29,5 g/kg ka
(a)	Typpi (N)		6,1 (± 1,2) kg/tonni
(a)	Typpi (N)		5,8 kg/m <sup>2</sup>
FVT32	FV	Vesiliukoinen typpi (N) Menetelmä : EN 13652	
	Typpi (N), vesiliukoinen		5,90 g/kg ka
	Typpi (N)		1,22 kg/tonni
	Typpi (N)		1,17 kg/m <sup>2</sup>
FVT33	FV	Fosfori (P), vesiliukoinen Menetelmä : EN 13652	
	Fosfori (P), vesiliukoinen		250 mg/kg ka
	Fosfori (P)		51 g/tonni
	Fosfori (P)		49 g/m <sup>2</sup>
FVT57	FV	Fosfori (P), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a)	Fosfori (P), kokonaispitoisuus		18 g/kg ka
(a)	Fosfori (P)		3,7 kg/tonni
(a)	Fosfori (P)		3,5 kg/m <sup>2</sup>
FVT51	FV	Kalium (K), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a)	Kalium (K), kokonaispitoisuus		1,8 g/kg ka
(a)	Kalium (K)		0,38 kg/tonni
(a)	Kalium (K)		0,36 kg/m <sup>2</sup>
FVT41	FV	Arseeni (As), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a)	Arseeni (As), kokonaispitoisuus		<5,38 mg/kg ka
(a)	Arseeni (As)		<1,11 g/tonni
(a)	Arseeni (As)		<1,06 g/m <sup>2</sup>
FVT45	FV	Kadmium (Cd), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a)	Kadmium (Cd), kokonaispitoisuus		0,52 mg/kg ka
(a)	Kadmium (Cd)		0,11 g/tonni
(a)	Kadmium (Cd)		0,10 g/m <sup>2</sup>
FVT47	FV	Kromi (Cr), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a)	Kromi (Cr), kokonaispitoisuus		18 mg/kg ka
(a)	Kromi (Cr)		3,6 g/tonni
(a)	Kromi (Cr)		3,5 g/m <sup>2</sup>
FVT48	FV	Kupari (Cu), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a)	Kupari (Cu), kokonaispitoisuus		85 mg/kg ka

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

puhelin +358 15 320 400

Fax +358 15 225 205


viljavuuspalvelu@eurofins.fi

www.eurofins.fi

www.viljavuuspalvelu.fi

www.markkareringsstjanst.fi

FI-50101 Mikkel  
FINLAND

Maanparannusaineet		Tulos (MU)
<b>FVT48</b>	<b>FV Kupari (Cu), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650</b>	
(a)	Kupari (Cu)	18 g/tonni
(a)	Kupari (Cu)	17 g/m <sup>2</sup>
<b>FVT50</b>	<b>FV Elohopea (Hg), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650</b>	
(a)	Elohopea (Hg), kokonaispitoisuus	0.16 mg/kg ka
(a)	Elohopea (Hg)	0.033 g/tonni
(a)	Elohopea (Hg)	0.032 g/m <sup>2</sup>
<b>FVT56</b>	<b>FV Nikkeli (Ni), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650</b>	
(a)	Nikkeli (Ni), kokonaispitoisuus	15 mg/kg ka
(a)	Nikkeli (Ni)	3.1 g/tonni
(a)	Nikkeli (Ni)	3.0 g/m <sup>2</sup>
<b>FVT58</b>	<b>FV Lyijy (Pb), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650</b>	
(a)	Lyijy (Pb), kokonaispitoisuus	10 mg/kg ka
(a)	Lyijy (Pb)	2.1 g/tonni
(a)	Lyijy (Pb)	2.0 g/m <sup>2</sup>
<b>FVT62</b>	<b>FV Sinkki (Zn), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650</b>	
(a)	Sinkki (Zn), kokonaispitoisuus	230 mg/kg ka
(a)	Sinkki (Zn)	48 g/tonni
(a)	Sinkki (Zn)	46 g/m <sup>2</sup>
<b>FVT19</b>	<b>FV CENpH Menetelmä : EN 13037</b>	
	pH, happamuus (1:5)	7,9
<b>FVT20</b>	<b>FV Johtokyky Menetelmä : EN 13038</b>	
	Johtokyky (1:5)	181 mS/m
<b>FVT13</b>	<b>FV Kuiva-aine ja kosteus Menetelmä : ISO 6496:1999</b>	
	Kuiva-aine	20,7 %
	Kosteus	79,3 %
<b>FVT15</b>	<b>FV Hehkutushäviö ja tuhka Menetelmä : EN 13039</b>	
	Tuhka	24,4 % ka
	Hehkutushäviö	75,6 % ka
<b>FVT14</b>	<b>FV Tilavuuspaino</b>	
	Tilavuuspaino	960 kg/m <sup>3</sup>
<b>FVT30</b>	<b>FV Kompostin kypsytys (hiilidioksidin tuotto)</b>	
	Kompostin kypsytys (CO <sub>2</sub> -tuotto)	7,76 mg C/g volatile solids
Mikrobiologia		Tulos (MU)
<b>UM80G</b>	<b>KF E. coli, Colilert (1-2400 MPN/g) Menetelmä : Sisäinen menetelmä, Laskenta - Kasvatustekniikka (MPN miniaturisoitu)</b>	
	Escherichia coli	< 1 MPN/g
<b>UMTKI</b>	<b>KF Salmonella, osoittaminen /25g Menetelmä : NMKL 187</b>	
	Salmonella	Ei todettu /25 g
		Tulos (MU)
<b>FVS02</b>	<b>FV Käyttösuositus</b>	
	Lausunto	ks.liite
<b>ALLEKIRJOITUS</b>		
		Kalevi Koivunen Laboratoriopäällikkö
Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.		
<b>Huomautukset</b> Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Akkreditoitujen menetelmät on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointielimen toimesta. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty. Mittausepävarmuuksien osalta lisätietoja saatavilla pyydettäessä. # = tulos poikkeaa viitearvosta [] = Mahdolliset viitearvot ovat tuloksen perässä hakasuluissa.  FV = Analysoiva laboratorio on Eurofins Viljavuuspalvelu (Mikkeli). (a) = Analyysit on tehty akkreditoitulla menetelmällä (SFS EN ISO/IEC 17025:2005 FINAS T096). KF = Analysoiva laboratorio on Eurofins Scientific Finland (Kokkola).		

## LIITE 3: SÄHKÖLAITTEET TAULUKOITUNA JA SÄHKÖNKULUTUKSEN LASKENTA

Sähkölaitteiden käyttöajat on laskettu siten, että ruuvikuivainta käytetään arkisin maanantaista torstaihin seitsemän tuntia päivässä ja perjantaisin kuusi tuntia, mikä tekee vuodessa 1768 tuntia. Laitteille, jotka käyvät aina vuotuinen tuntimäärä on 8760 tuntia, mutta tästä tulee vähentää huoltoseisokit arviolta 60 tuntia vuodessa. Eli kuivatessa käyvien laitteiden sähkönkulutus vuodessa on laitteiden yhteenlaskettu teho kerrottuna käyntiajalla mistä saadaan 46852 kWh vuodessa. Aina käytössä olevien laitteiden sähkönkulutus on 57333 kWh vuodessa. Laskennassa sähkön hintana on käytetty 0,1 €/kWh. nykyisessä toiminnassa vuotuinen sähkölasku muodostuu, kun lasketaan yhteen kuivauksen aikana käyvät laitteet ja aina käyvät laitteet eli 46852 kWh + 57333 kWh = 104185 kWh ja tämä kerrotaan sähköhinnalla 0,1 €/kWh josta saadaan 10418,5€

Korri&Co Oy:n ja lietteen kuljettamisessa kauemmaksi sähkönkulutukseen huomioidaan vain taulukon viisi ensimmäistä laitetta, joten sähköä kuluu vain ruuvikuivaimen ollessa käytössä seuraavasti: yhteenlaskettu teho \* käyntiaika \* sähköhinta = 9 kW \* 1768h \* 0,1 €/kWh = 1591,2 €

	laite	Sähkölaitteen teho	Käyntiaika
1	Lietepumput sakeuttamosta 2kpl	3 kW	Vuorottelevat kuivauksen ollessa käynnissä
2	Flotaatiolietteen pumppaus 2kpl	1,5 kW	Vuorottelevat kuivauksen ollessa käynnissä
3	Polymeerin syöttö ruuvipuristimelle	1,5 kW	Käy kuivatessa
4	Ruuvikuivaimen sähkömoottori	1,5 kW	Käy kuivatessa
5	Kuljetin ruuvikuivaimelta eteenpäin, vaihde moottori	1,5 kW	Käy kuivatessa
6	Kaksoissekoitusruuvien moottori	5,5 kW	Käy kuivatessa
7	Kompostoriin sisään syöttö	4 kW	Käy kuivatessa
8	Kompostorin purkuruuvi	2,2 kW	Käy aina
9	Kompostin ulos siirto ruuvi	4 kW	käy aina
10	Kompostorin käännön hydraulikoneikko	4 kW	Käy kuivatessa ja jaksotetusti kuivauksen ulkopuolella
11	Turvesiilon pohjalaahojen hydraulikoneikko	4 kW	Käy kuivatessa
12	Kompostorin tuloilmapuhallin	0,2 kW	Käy aina
13	Kompostorin poistoilmapuhallin	0,19 kW	Käy aina
	Yhteensä	33,09 kW	