

---

# LIETTEEN HYÖDYNTÄMINEN ILMAN MAATALOUSKÄYTTÖÄ – HANKKEEN LOPPURAPORTTI

8.5.2018



**VVY:N KEHITTÄMISRAHASTO  
EURA-JVP OY  
HS-VESI OY  
HUITTISTEN PUHDISTAMO OY  
PORVOON VESI**

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>LÄHTÖTIEDOT</b>	<b>3</b>
2.1	Hankkeen jätevedenpuhdistamoilla tuotettu liete ja sen käyttö	3
2.1.1	JVP-Eura Oy	3
2.1.2	Huittisen puhdistamo Oy	4
2.1.3	HS-Vesi Oy	4
2.1.4	Porvoo Vesi	4
<b>3</b>	<b>RATKAISUVAIHTOEHDOT</b>	<b>5</b>
3.1	Viherrakentaminen	5
3.2	Kaivokset	5
3.3	Kaatopaikat	6
3.3.1	Yhdyskuntajätteen kaatopaikat	6
3.3.2	Teollisuuskaatopaikat	7
3.4	Energia- ja hyötykasvien tuotanto	8
3.4.1	Energiapajun tuotanto	9
3.4.2	Ruokohelpi	9
3.4.3	Pellava	9
3.5	Metsänlannoitus	9
3.6	Teollisuus	10
3.7	Poltto	10
3.8	Yhteenveto ratkaisuvaihtoehdoista	11
<b>4</b>	<b>KUSTANNUSTEN ARVIOINTI</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>TOIMINTAMALLI LIETTEEN HYÖDYNTÄMISVAIHTOEHTOJEN SELVITTÄMISEKSI</b>	<b>14</b>
5.1	Tyypilliset ratkaisumallit	14
5.2	Ratkaisuvaihtoehtojen selvittäminen	14
5.3	Lietteen käsittelyn ja loppukäytön liiketoimintamallit	15
<b>6</b>	<b>PUHDISTAMOLIETTEEN KÄYTÖN TULEVAISUUS SUOMESSA</b>	<b>16</b>
6.1	Puhdistamolietteiden maatalouskäyttö nyt ja tulevaisuudessa	16
6.2	Lietteen käsittelyn kehityssuunnat Euroopassa	16
6.3	Uudet käsittelytekniikat	17
6.3.1	Terminen kuivaus	17
6.3.2	Pyrolyysi	17
6.3.3	Poltto	18
6.3.4	Fosforin talteenotto jätevedestä ja lietteestä	18
6.3.5	Fosforin talteenotto tuhkasta	19
6.4	Yhteenveto lietteen käsittelyn ja loppukäytön tulevaisuudesta Suomessa	19
<b>7</b>	<b>LÄHTEET</b>	<b>21</b>

## 1 JOHDANTO

Puhdistamolietteet muodostavat yhteiskunnassa merkittävän ravinnevirran, ja erityisesti fosforin kierrätys puhdistamolietteistä ruoantuotantoon on keskeistä ruuan tuotannon turvaamisen ja vesien suojelun kannalta. Ravinteita ei ole varaa hukata, koska ruokaa tarvitaan tulevaisuudessa paljon enemmän kuin nykyään pystytään tuottamaan. Jätevesilietteitä tuotetaan vuosittain Suomessa noin 150 000 tonnia kuiva-ainetta (TS), ja lietteen sisältämän fosforin määrä on noin 3 000 t/a (VVY 2017; HSY 2018). Eläinten lantaan verrattuna lietteen määrä on suhteellisen pieni, sillä lantaa tuotetaan vuosittain noin 17 300 000 t, ja sen sisältämän fosforin määrä noin 19 300 t/a (Luke 2017).

VVY:n selvityksen mukaan vuonna 2016 yli 40 % puhdistamolietteistä käytettiin maataloudessa, ja viherrakentamisen osuus oli lähes 50 % (VVY 2017). Noin vuoden aikana monet elintarviketeollisuuden yritykset ovat kuitenkin kieltäytyneet ottamasta vastaan puhdistamolietteellä lannoitettua viljaa, ja puhdistamolietteen maatalouskäyttö on vaikeutunut ja vähentynyt merkittävästi. Yhtenä merkittävänä syynä tähän on elintarviketeollisuuden huoli lietteen sisältämien mikromuovien ja orgaanisten haitta-aineiden, kuten lääkeaineiden, jäämistä. Näiden aineiden vaikutuksista ja kertymisestä elintarvikkeisiin ei ole riittävästi tutkimustietoa (MT 15.11.2017). Maa- ja metsätaloustuottajien keskusliiton (MTK) mukaan ravinteiden kierrätys on välttämätöntä, mutta maatalouskäyttö on mahdollista vasta sitten, kun lietteiden käsittelytekniikat varmistavat niiden turvallisuuden elintarvikkeiden tuotannossa (MTK 2018).

Maatalouskäytön vaikeutumisen vuoksi useilla vesihuoltolaitoksilla lietteen hyödyntämisen järjestäminen on nousemassa akuutiksi ongelmaksi. Myös jätealan toimijat ovat suuntaamassa toimintaansa uudelleen osin sivutuotteiden jälkikäytön haasteiden vuoksi. Esimerkiksi Loimi-Hämeen jätehuollon Hallavaaran jätelaitos Säkylässä lopettaa lietteen vastaanoton vuoden 2018 lopussa. Kouvolan Vesi etsii toimijaa lietteen käsittelyn ulkoistamiseksi. Osana ulkoistamista Kouvolan Vesi tarjoaa omistamaansa biolaitosta myytäväksi lietteen käsittelyn tarjoajalle.

Tässä työssä kartoitettiin hankkeessa mukanaolevien laitosten lähialueilta kohteet, joissa lietettä voidaan mahdollisesti hyödyntää seuraavien vuosien aikana maatalouskäytön sijaan. Lietteen hyödyntämiskohteiden selvittämiseksi luotiin malli, jota voidaan soveltaa erilaisissa kohteissa.

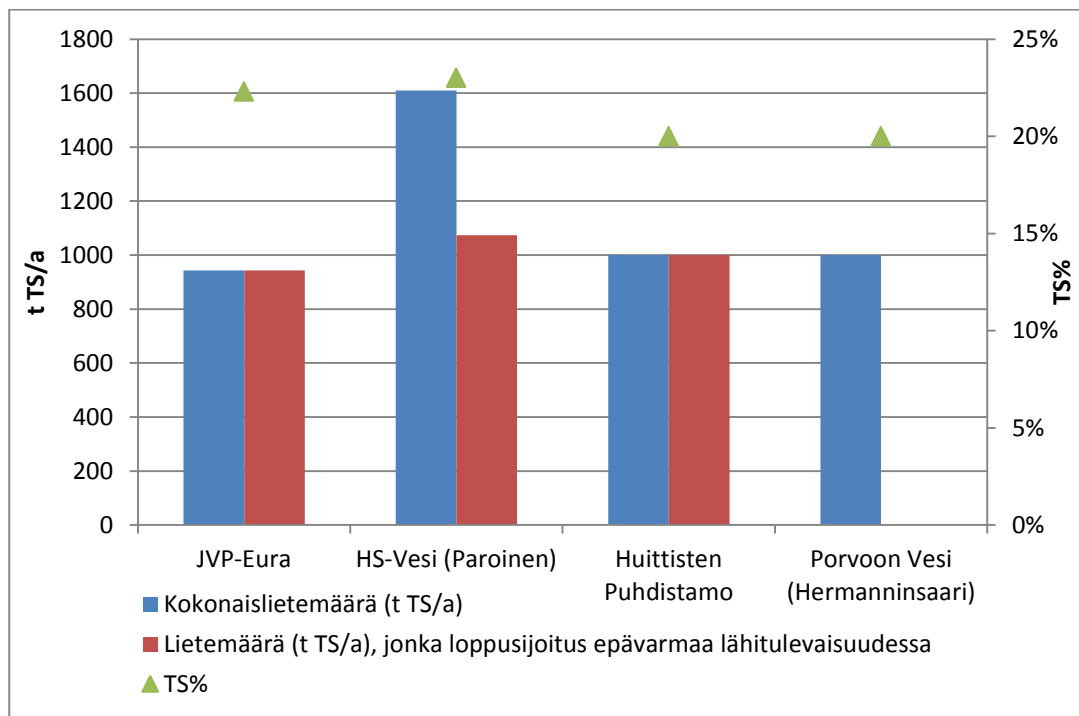
Lisäksi työssä luotiin katsaus lietteenkäsittelyn mahdollisiin tulevaisuuden suuntauksiin erityisesti käsittelytekniikoiden ja käyttökohteiden kannalta. Työssä haastateltiin laajalti alan toimijoita, mukaan lukien maataloustuottajien, jätehuoltoalan, kaivosalan, energiakasvien tuotannon, infrarakentamisen ja biokaasulaitosalan edustajia.

Hankkeen rahoittivat VVY:n kehitysrahasto (n. 41 %) ja yhteistyössä toimineet vesihuoltolaitokset HS-Vesi Oy, Huittisten Puhdistamo Oy, JVP-Eura Oy ja Porvoon Vesi (kukin n. 15 %).

## 2 LÄHTÖTIEDOT

### 2.1 Hankkeen jätevedenpuhdistamoilla tuotettu liete ja sen käyttö

Hankkeen yhteistyövesihuoltolaitokset ovat kokoluokaltaan keskisuuria Suomen mittakaavassa. Niiden vesihuoltolaitosten osalta, joilla on useampia jätevedenpuhdistamoita, tarkasteltiin kunkin laitoksen suurinta jätevedenpuhdistamo. Niiden tuottamat lietemäärät ovat noin 900 – 1600 t/a kuiva-aineena (TS) mitattuna. Lietteen hyödyntämiskohteet tällä hetkellä ja lähitulevaisuuden näkymät vaihtelevat laitoskohtaisesti. Kokonaislietemäärät (t TS/a), linkokuivatun lietteen kuiva-ainepitoisuudet on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Hankkeen yhteistyövesihuoltolaitosten tuottamat lietemäärät ja kuiva-ainepitoisuus tarkastelluilla jätevedenpuhdistamoilla.

#### 2.1.1 JVP-Eura Oy

- Jätevedenpuhdistamolla on erilliset prosessilinjat metsäteollisuuden jätevedelle ja kunnalliselle jätevedelle
- Metsäteollisuuden jätevedestä saatu kuituliete on kuljetettu hyödynnettäväksi Hallavaaran kaatopaikalla, joka suljetaan vuoden 2018 lopussa
- Jatkossa kuitulietteen vastaanottaa ja polttaa Adven
- Kunnallinen liete toimitetaan Gasumin Vampulan laitokselle
- Sopimus Gasumin kanssa on voimassa syyskuuhun 2019 asti
- Tässä projektissa keskitytään kunnallisen jätevesilietteen hyödyntämiseen, mutta mahdolliset ideat ja ajatukset kuitulietteen käsittelystä ovat tervetulleita; myös kuitu- ja kunnallisen lietteen sekoittaminen on yksi vaihtoehto tulevaisuudessa

**2.1.2 Huittisen puhdistamo Oy**

- Liete kuljetetaan tällä hetkellä Satakierto Oy:n Hallavaaran biokaasulaitokselle, joka kuitenkin sulkeutuu vuoden 2018 lopussa
- Hallavaaran biokaasulaitoksen jatkosta ei ole tietoa
- Huittisten puhdistamo Oy on tuottanut Multatuotetta nimeltä ”Satakasvu” myyntiä varten, mutta kysyntä on ollut heikkoa, koska alueella on multaa tuottavia yrityksiä ja sokerijuurikasmullan tarjonta on runsasta

**2.1.3 HS-Vesi Oy**

- Tällä hetkellä n. 2/3 Paroisten jätevedenpuhdistamon lietteestä (n. 1/2 koko yhtiön lietteestä) mädätetään ja kompostoidaan itse laitoksen alueella. Suuri osa kompostoidusta lietteestä on mennyt tähän asti maatalouteen.
- Loput, eli noin 1/3 Paroisten jätevedenpuhdistamon lietteestä viedään ulkopuoliselle toimijalle, joka hoitaa lietteen käsittelyn ja hyödyntämisen
- HS-Vesi Oy:llä on Kiertokapula Oy:n kanssa hanke, jossa selvitetään lietteen ja biojätteen kuivamädätystä Karanojan jätteenkäsittelykeskuksessa. Tulevaisuuden hyödyntämismahdollisuudet vaikuttavat kyseisen laitoksen mädätteen jälkikäsittelyprosessin suunnitteluun.

**2.1.4 Porvoon Vesi**

- Liete toimitetaan Gasumin Turun biokaasulaitokselle, ja Gasum hoitaa mädätteen jatkokäytön.
- Sopimus Gasumin kanssa on voimassa vuoden 2021 loppuun asti
- Hyödyntäminen tällä hetkellä pääasiassa viherrakentamisessa
- Uusia ratkaisuja etsitään myös pidemmälle aikavälille

### 3 RATKAISUVAIHTOEHDOT

#### 3.1 Viherrakentaminen

Suuri osa lietetuotteista käytetään nykyisin viherrakentamiseen. Vuonna 2016 jätevesilietteestä käytettiin 48 % viherrakentamiseen (VVY 2017). Viherrakentamiseen lietettä käytetään erityisesti pääkaupunkiseudulla sekä suurissa kaupunkikeskuksissa. Viherrakentaminen on merkittävä osa infrarakentamisen kohteissa, joihin liittyy maamassojen siirtelyä ja muotoilua. Lietepohjaisia mädäte- ja kompostituotteita voidaan käyttää näissä kohteissa pintakerroksen materiaalina. Tyypillisesti soveltuvia kohteita lietetuotteille ovat teiden meluesteet ja muut kohteet, joissa ihmisten liikkuminen on vähäistä. Sen sijaan kaupungeissa ja lähellä asutusta sijaitsevissa kohteissa rakennuttajat usein kieltävät lietepohjaisten tuotteiden käytön kohteissaan.

Hankeessa oltiin yhteydessä merkittävimpiin viherrakentamisen toimijoihin. Joillakin toimijoista on valmiuksia ottaa vastaan kasvukerrosmateriaalien raaka-ainetta nykyisiä määriä enemmän ja uusilta toimijoilta. Markkinatilanne on edullinen vastaanottajan kannalta, ja toimijat ovat tyypillisesti valikoivia sen suhteen, mistä ja millaisia tuotteita ottavat vastaan.

Viherrakentamisessa lietteen käsittelymenetelmät ovat keskeisessä roolissa tuotteen houkuttelevuuden kannalta. Kompostituotteille, jotka täyttävät lannoitelain vaatimukset ja ovat Eviran hyväksymän toimijan tuottamia, on helpompi löytää käyttökohteita kuin vähemmän käsitellyille tuotteille. Mikäli taas tuotteet vaativat vastaanottajalta käsittelyä ennen käyttöä, on vastaanottajia vaikeampi löytää.

Lietetuotteiden suuren ravinnepitoisuuden vuoksi niitä pitää usein laimentaa ja rakenteen parantamiseksi lisätä tukiaineita, kuten turvetta tai puuhaketta. Muiden materiaalien sekoittaminen lietteeseen aiheuttaa kustannuksia, ja kasvattaa materiaalin kokonaismäärää, mikä taas lisää kuljetuskustannuksia. Kuljetuskustannuksia voidaan pyrkiä minimoimaan valmistamalla tuotteet kohteessa tai sen lähellä.

On mahdollista, että puhdistamolietteiden maineriski leviää myös viherrakentamiseen erityisesti kaupungeissa ja lähellä asutusta olevissa kohteissa. Jo nykyisin useissa viherrakentamisen kohteissa ei voida käyttää lietepohjaisia materiaaleja rakennuttajan vaatimuksesta. Tutkimuksella ja tiedottamisella voidaan mahdollisesti vaikuttaa mielipiteisiin ja tulevaisuuden kehityskulkuun, mutta on mahdollista, että lietetuotteiden käyttö viherrakentamisessa on tulevaisuudessa entistä rajoitetumpaa.

#### 3.2 Kaivokset

Lietepohjaisia mädäte- ja kompostituotteita voidaan käyttää kaivosten maisemoinnissa ns. kasvukerrosmateriaalina maisemoinnin pintaosassa. Tyypillisesti kasvukerroksen paksuus kaivosten maisemoinnissa on noin 20 – 30 cm. Avolouhosten ja sivukiven läjitysalueiden maisemoinnille on asetettu useissa tapauksissa vaatimuksia kaivoksen ympäristöluvassa. Tunnelikaivosten maisemointiin kasvukerrosmateriaaleja ei juuri käytetä, mutta myös tunnelikaivoksiin voi liittyä sivukivikasojen maisemointitarvetta. Maisemointia voidaan toteuttaa jo kaivoksen toiminnan aikana, tai vasta kaivoksen sulkemisen jälkeen.

Kaivosten maisemoinnin yksityiskohdat, kuten käytettävät materiaalit, määritellään kaivoksen sulkemissuunnitelmassa, jonka laatii kaivoksesta vastaava yhtiö ja hyväksyy

aluehallintovirasto (AVI). Kaivosten maisemoinnissa käytettävien materiaalin ei välttämättä tarvitse täyttää lannoitetuotteiden vaatimuksia, mutta tuotteiden käytölle on saatava hyväksyntä sulkemissuunnitelman hyväksynnän yhteydessä.

Lannoitetuotteen vaatimukset täyttävät materiaalit katsotaan sivutuotteiksi, jolloin erityistä hyväksyntää ei tarvita, vaan asiassa riittää ilmoitus sulkemissuunnitelmassa. Useimmissa kohteissa materiaalilta vaaditaan hajuttomuutta. Joillakin kaivoksilla on mahdollisuus lietetuotteiden käsittelyyn kaivoksen alueella esimerkiksi aumakompostoinnilla.

Materiaalin ravinteikkuuteen vaikuttaa haluttu kasvillisuustyyppi; rehevässä ympäristössä maisemointimateriaalien ravinnepitoisuudet voivat olla korkeitakin, kun taas karummassa ympäristössä ravinnepitoisuuksien tulisi olla suhteellisen matalia, jotta kasvillisuus sulautuu ympäristöön.

Hankkeessa selvitettiin kaivosten maisemointitarpeet Suomessa laajalti Lappia lukuun ottamatta. Useilla kaivoksilla on maisemointi- ja hoivatoimia, ja joillakin on tarvetta muualta tuoduille kasvukerrosmateriaaleille jo lähivuosien aikana.

### **3.3 Kaatopaikat**

Lietepohjaisia mädäte- ja kompostituotteita voidaan käyttää kaatopaikkojen maisemoinnissa ns. kasvukerroksen materiaalina kaatopaikan pintakerroksessa. Kasvukerroksen paksuus määritellään kohdekohtaisesti kaatopaikan ympäristöluvassa, mutta tyyppillisesti kerroksen paksuus on noin 20 cm.

Perinteisten yhdyskuntajätkekaatopaikkojen pintarakenteita rakennetaan jonkin verran vielä 2020-luvun alkuvuosiin saakka, mutta sen jälkeen toiminta hiipuu uusien jätteenkäsittelyratkaisujen myötä. Teollisuuskaatopaikoilla toiminta jatkuu pitkälle tulevaisuuteen, mutta sielläkin jätteiden hyötykäytön lisääntyminen toivottavasti pienentää nykyistä kaatopaikkarakentamista ja samalla pintarakenteiden rakentamisvolyyymia.

#### **3.3.1 Yhdyskuntajätteen kaatopaikat**

Yhdyskuntajätteen kaatopaikat on suurelta osin maisemoitu kaatopaikkalainsäädännön tiukennuttua (Vnp kaatopaikosta 861/1997 ja sen muutos 1049/1999). Määräyksiä sovellettiin käytössä oleviin kaatopaikkoihin 1.11.2007 jälkeen, minkä jälkeen suurin osa vanhoista kaatopaikoista jäi pois käytöstä puutteellisten pohjarakenteiden vuoksi.

Kaatopaikan pintarakenteen pintakerroksen yläosassa on kasvukerros, jonka paksuus on tyyppillisesti noin 30 cm. Pintakerros tulee rakentaa kaatopaikka-asetuksen mukaisesti vähintään 1 metrin paksuisena ja siihen käytettävät massamäärät ovat siksi varsin suuret. Pintakerros rakennetaan tyyppillisesti saatavilla olevista puhtaista ylijäämämaista, joista humuspitoiset maat sijoitetaan yläosan kasvukerrokseen. Yleensä edellytetään, että pintakerroksen pintaan saadaan muodostumaan eroosiota estävä heinävärtinen kasvillisuus. Tämä ei välttämättä edellytä ravinne- ja humuspitoisten massojen, kuten kompostoitujen lietteiden käyttöä kasvukerroksessa, mikäli niitä ei ole sopivasti saatavilla. Kasvukerroksessa käytetyt massat eivät saa olla pilaantuneita ja niiden tulee täyttää pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuusvaatimukset TOC-pitoisuusvaatimusta lukuun ottamatta. Lietteissä käytön esteenä ovat joissain tapauksissa olleet korkeat metallien liukoisuudet ja fenolipitoisuudet.

Suljetut kaatopaikat on vuoden 2007 jälkeen maisemoitu, eikä vastaavan kokoluokan maisemointitarvetta enää ole. Kaatopaikkasijoitettavan jätteen määrä on myös

vähentynyt merkittävästi. Etelä-Suomessa sijaitsevia yhdyskuntajätteen kaatopaikkoja on listattu taulukossa 1.

**Taulukko 1. Yhdyskuntajätteen kaatopaikkoja Etelä-Suomessa**

Kaatopaikka	Paikkakunta	Omistaja
<b>Kapula</b>	Hyvinkää	Kiertokapula Oy
<b>Karanoja</b>	Hämeenlinna	Kiertokapula Oy
<b>Keltakangas</b>	Kouvola	Kymenlaakson jäte Oy
<b>Kujala</b>	Lahti	Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy
<b>Kukkuroinmäki</b>	Lappeenranta	Etelä-Karjalan Jätehuolto
<b>Munkkaa</b>	Lohja	Rosk'n Roll Oy
<b>Koukkujärvi</b>	Nokia	Pirkanmaan Jätehuolto Oy
<b>Rauhala</b>	Parainen	Lounais-Suomen Jätehuolto Oy
<b>Hevonselkä</b>	Pornaisten	Pornaisten kunta
<b>Domargård</b>	Porvoo	Rosk'n Roll Oy
<b>Isosuo</b>	Raisio	Lounais-Suomen Jätehuolto Oy
<b>Hevossuo</b>	Rauma	Rauman seudun jätehuolto
<b>Anjalankoski</b>	Riihimäki	Fortum Waste solutions Oy
<b>Korvenmäki</b>	Salo	Lounais-Suomen Jätehuolto Oy
<b>Mömosen</b>	Sipoo	Itä-Uudenmaan Jätehuolto
<b>Hallavaara</b>	Säkylä	Loimi-Hämeen jätehuolto Oy
<b>Tarastenjärvi</b>	Tampere	Pirkanmaan Jätehuolto Oy
<b>Topinoja</b>	Turku	Lounais-Suomen Jätehuolto Oy
<b>Muinaistenmetsä</b>	Uusikaupunki	Lassila & Tikanoja Oyj

Yhdyskuntajätteen kaatopaikat on sijoitettu usein jätteenkäsittelykeskusten yhteyteen, joissa käsitellään myös viherrakentamiseen soveltuvia materiaaleja. Tyypillisesti kaatopaikkaa ylläpitävällä yrityksellä on tästä johtuen käytettävissään riittävä määrä kaatopaikan maisemointiin tarvittavaa materiaalia. Näin ollen yhdyskuntajätteen kaatopaikkojen maisemoinnissa ei ole merkittävää kasvupotentiaalia lietuotteiden hyödyntämiskohteena.

Lähiaikoina suljettavia kaatopaikkoja ovat Säkylän Hallavaaran kaatopaikka ja Pornaisten Hevonselän kaatopaikka. Joissakin kohteissa kaatopaikan sulkemisen hoitaa ulkopuolinen yritys. Näin on esimerkiksi Hevonselän kaatopaikalla Pornaisissa, jonka sulkemista parhaillaan toteuttaa Circulation Oy.

### 3.3.2 Teollisuuskaatopaikat

Teollisuuskaatopaikkojen määrä on vähentynyt merkittävästi viime vuosikymmeninä, ja suuri osa vanhoista teollisuuskaatopaikoista on suljettu. Eniten teollisuuskaatopaikkaa Etelä-Suomessa on metsäteollisuuden ja kaivannaisteollisuuden käytössä. Lisäksi on kaupallisia jätealan yrityksiä, jotka ottavat kaatopaikoillensa vastaan myös teollisuuden jätteitä. Teollisuuskaatopaikkoja Uudenmaan, Varsinais-Suomen ja Kaakkois-Suomen alueilla on listattu taulukossa 2.

**Taulukko 2. Teollisuuskaatopaikkoja Etelä-Suomessa**

Kaatopaikka	Paikkakunta	Omistaja
<b>Olkiluoto</b>	Eurajoki	TVO Oy
<b>Harjavallan läjitysalueet</b>	Harjavalta	Norilsk Nickel Oy
<b>Harjavallan läjitysalueet</b>	Harjavalta	Boliden Harjavalta Oy
<b>Laurinniemi</b>	Imatra	Stora Enso Oyj
<b>Heinsuo</b>	Kotka	Lassila & Tikanoja Oyj
<b>Karhunkangas</b>	Kouvola	Stora Enso
<b>Lamminmäki</b>	Kouvola	UPM Paper Ena Oy
<b>Tuosa</b>	Lappeenranta	UPM Paper Ena Oy
<b>Kilteinen</b>	Lappeenranta	Metsä Fibre Oy
<b>Härkäsuu</b>	Naantali	TSE Oy
<b>Porin teollisuusjätekeskus</b>	Pori	Fortum Environmental Construction Oy
<b>Peittoonkorpi</b>	Pori	Stena Recycling Oy
<b>Metsä-Ahla</b>	Pori	Fortum Power and Heat Oy
<b>Kipsikorpi</b>	Pori	Venator P&A Finland Oy
<b>Marinkorpi</b>	Pori	Kuusakoski Oy
<b>Suiklansuo</b>	Rauma	UPM Paper Ena Oy
<b>Kynttilätie</b>	Riihimäki	Fortum Waste solutions Oy
<b>Kipsiläjäytysalue</b>	Uusikaupunki	Yara Suomi Oy

Jätealan yrityksillä on tyypillisesti itsellään käytössä sopivia materiaaleja kaatopaikkojensa maisemointiin. Metsäteollisuuden kaatopaikkojen maisemointiin on yleensä käytetty metsäteollisuuden orgaanisia ylijäämämateriaaleja.

Lähiaikoina suljettavia kaatopaikkoja ovat Stena Recyclingin kaatopaikka Porissa ja Boliden Harjavallan ylijäämämateriaalin läjitysalue.

### 3.4 Energia- ja hyötykasvien tuotanto

Suomessa viljellään pelloilla ja vanhoilla turvesuoalueille energiakäyttöön muun muassa pajua, ruokohelpeä, hamppua ja ohraa. Tällä hetkellä energiakasvien tuotanto on Suomessa melko vähäistä. Energiakasvien mahdollisia hyödyntämistapoja ovat mm. poltto, mädätys, hiilto (pyrolyysi) biohiileksi ja bioetanolin tuotanto. Energiakasvien tuotanto vaatii tyypillisesti merkittäviä määriä ravinteita, minkä vuoksi kierrätysravinnetuotteiden käytöllä niiden tuotannossa saavutetaan kustannushyötyjä. Lisäksi energiakasvien tuotannossa haitallisten aineiden aiheuttamien terveysriskien voidaan arvioida olevan merkittävästi elintarviketuotantoa pienempiä. Energiakasvien ohella Suomessa tuotetaan pieneköjä määriä hyötykasveja, kuten öljy- ja kuitupellavaa.

Pienten viljelyalojen vuoksi energia- ja hyötykasvien tuotanto voi mahdollistaa lietetuotteiden loppukäytön lähinnä pienille lietemäärille alueille, joille ko. kasvien tuotantoa on keskittynyt. Lisäksi tuotanto on tyypillisesti jakautunut pieniin yksiköihin, joten käyttö lietetuotteiden loppukäyttökohteena on sopimusteknisesti ja logistisesti haastavampaa kuin keskitetyissä ratkaisuisissa.

### 3.4.1 Energiapajun tuotanto

Pajun kasvatusta energiakäyttöön pyritään lisäämään Suomessa. Alan suurin toimija on Carbons Finland Oy (ent. Pajupojat Oy), joka on tutkinut pajun kasvatusta erityisesti vanhoilla turvesuoalueilla. Tällä hetkellä pajun tuotantoa on Suomessa n. 250-300 ha, josta Carbons Finlandin toimintaan kuuluu noin 150 ha. Haasteita turvesuoalueiden käytössä ovat maapohjan juurakkoisuus, maaperän köyhyys sekä riski lannoitepäästöistä vesistöihin. Energiapajun tuotannon yleistymistä rajoittaa tällä hetkellä toiminnan tukipolitiikka.

Pajun tuotantoon liittyy kiinteästi toimiminen ravinnenieluna, eli ravinteita, erityisesti fosforia ja typpeä, sidotaan kasvatuksessa pajubiomassaan. Pajun kasvatuksessa suositellut lannoitusmäärät kolmen vuoden kierrossa ovat 57 kg N/ha/a ja 50 kg P/ha/a. Turvesoilla pajua kasvatettaessa tuhkan käyttö lannoitteena on merkittävässä roolissa, minkä lisäksi tarvitaan typpipitoista, tyypillisesti nestemäistä lannoitetta.

Typpilannoitteena puhdistamolietteen mädätysjäännöstä (neste- ja kuivajaetta ei eroteltu) käytettäessä kolmen vuoden kierrolla levitysmäärä olisi 170 kg N/ha kerran kolmessa vuodessa, mikä vastaa noin 34 m<sup>3</sup> mädätysjäännöstä. Kuivajakeen sisältävän mädätysjäännöksen levittämistä rajoittaa fosfori, jonka maksimilevitysmäärä on 50 kg P/ha, vastaten noin 10 m<sup>3</sup> mädätysjäännöstä. (Pohjonen 2016) Kuiva- ja nestejakeen erottelulla fosforin rajoittavuutta voitaisiin välttää siten, että typpipitoista nestejakeetta käytettäisiin lannoitukseen enemmän kuin fosforipitoista kuivajakeetta.

Pajun hyödyntäminen olisi taloudellisesti kannattavinta, mikäli pajusta voidaan tuottaa biohiiltä. Biohiilen tuotanto vaatii n. 1500 – 2000 ha tuotantokeskittymän.

### 3.4.2 Ruokohelpi

Merkittävin peltoviljeltävä energiakasvi Suomessa on ruokohelpi. Sen viljely on vähentynyt voimakkaasti 2000-luvun alun huippuvuosista. Vuonna 2017 ruokohelpeä viljeltiin koko maassa 4100 hehtaarin alalla, josta suurin osa sijoittui Kaakkois-suomen (400 ha), Pohjois-Savon (600 ha), Pohjois-Karjalan (500 ha), Keski-Suomen (800 ha) ja Pohjois-pohjanmaan (700 ha) alueille (Luke 2018).

### 3.4.3 Pellava

Pellavaa viljellään pellavaöljyn ja pellavakuidun tuotantoa varten. Valtaosa pellavaöljystä käytetään vernissaksi, maaleihin ja lakkoihin, ruostesuoja-aineisiin, puunkäsittelyaineisiin, sekä korkkimattojen, painomusteen ym. valmistukseen. Kuitupellavasta valmistetaan tekstiilejä ja mm. eriste- ja täytemateriaaleja sekä kompostiittimateriaaleja.

Vuonna 2017 öljy- ja kuitupellavaa viljeltiin koko maassa 1200 hehtaarin alalla, josta suurin osa sijoittui Uudenmaan (200 ha), Varsinais-Suomen (400 ha), Satakunnan (100 ha), Hämeen (100 ha), Pirkanmaan (100 ha) ja Kaakkois-Suomen (100 ha) alueille (Luke 2018).

### 3.5 Metsänlannoitus

Nykyinen lainsäädäntö ei mahdollista lietepohjaisten tuotteiden käyttämistä metsänlannoituksessa. Lannoitetuoteasetuksen (24/2011) mukaisesti orgaaniset lannoitteet (lannoitevalmistetyyppi 1B) ja maanparannusaineet (lannoitevalmistetyyppi 3), joihin useimmat lietepohjaiset tuotteet kuuluvat, soveltuvat pelto- ja puutarhakäyttöön, maisemointiin sekä viheralueiden hoitoon ja rakentamiseen sekä

erosion estoon (ainoastaan maanparannusaineet), jollei tyyppinimiryhmäkohtaisesti toisin säädetä. Asetus ei siis määrittele näitä tuotteita soveltuvaksi metsänlannoitukseen.

Metsälannoitus lieteperäisillä materiaaleilla on kohdannut aiemmin vastustusta, sillä lietetuotteiden käyttöä pidetään ongelmallisena metsien virkistyskäyttötarkoitusten, kuten marjastuksen ja sienestyksen, sekä mahdollisten ympäristövaikutusten vuoksi. Metsänlannoitusta kuitenkin tutkitaan parhaillaan yhtenä vaihtoehtona erityisesti mädätetyn lietteen kuiva-ainejakeen ja lietetuhkan hyödyntämisvaihtoehtona.

Metsänlannoitukseen käytettäessä lannoitevalmisteen kuiva-aine- ja ravinnepitoisuuksien tulee olla korkeita, jotta levityksen kustannukset ovat kohtuullisia. Metsänlannoituksessa tyyppillinen typen määrä on 120 – 200 kg/ha ja fosforin 0 – 30 kg/ha. Lisäksi suositellaan boorin levittämistä 0,5 – 2,5 kg/ha (Yara 2012). Kuivatuissa orgaanisissa lannoitetuotteissa erityisesti korkean typpipitoisuuden saavuttaminen vaatii uusia teknisiä ratkaisuja. Yksi mahdollisuus on ammoniumsulfaatin lisääminen tuotteeseen valmistuksen aikana. Tekniikoiden toimivuuden lisäksi tulee selvittää myös niiden taloudellisuus ottaen huomioon olemassa olevat levitystekniikat ja vaihtoehtoiset ratkaisut, kuten väkilannoitteiden käyttö metsien lannoituksessa.

Metsänlannoituksessa lieteperäisten tuotteiden aiheuttamien riskien voidaan arvioida olevan pienempiä kuin maanviljelyksessä, koska lannoitusta tehdään harvemmin, tyyppillisesti noin 6 – 8 vuoden välein. Myös lannoituksen ajankohdalla voidaan jossain määrin vaikuttaa aiheutuvaan riskiin huomioimalla marjastus- ja sienestyskausien ajankohdat.

Lieteperäisten tuotteiden käyttöön tulevaisuudessa vaikuttaa erityisesti lainsäädännön kehitys, mutta myös yleinen mielipide. On mahdollista, että mikäli lainsäädäntö tulevaisuudessa sallisikin lieteperäisten tuotteiden käytön metsänlannoituksessa, vaadittaisiin lannoitetuotteilta siinäkin käyttötarkoituksessa nykyistä korkeampaa laatua ja uusia käsittelymenetelmiä.

### **3.6 Teollisuus**

Tiettyjä jätevesilieteperäisistä fraktioista voidaan jalostaa tuotteita teollisuuden käyttöön. Lähimpänä käytännön soveltamista olevat tekniikat ovat mädätysjäännöksen rejektiveden jalostaminen ammoniumsulfaatiksi, jolla voidaan korvata esimerkiksi ureaa savukaasujen käsittelyjärjestelmissä. Nämä sovellukset voivat muodostaa lisäarvoa tuotteille, mutta eivät kuitenkaan tarjoa ratkaisua mädätysjäännöksen kiintoainefraktion hyödyntämiseen.

### **3.7 Poltto**

Lietteen poltto on nykyisin Suomessa vähäistä. Fortum Riihimäen voimalaitos ja Vapo Haapaveden pienvoimalaitos polttavat pieniä määriä lietettä yhdessä sekajätteen kanssa. Haapaveden laitoksella puhdistamolietettä voidaan polttaa ympäristöluvan mukaisesti korkeintaan 1 % kaiken polttoaineen määrästä ja Riihimäen laitoksella korkeintaan 30 kt/a tai enintään 10 % kokonaispolttoainemäärästä. Myös lietteestä perittävät korkeat porttimaksut voivat rajoittaa poltettavan lietteen määrää. Riihimäen laitoksella ei polteta nykyisin maksimimäärää lietettä, mutta laitoksen toiminta ei mahdollista tällä hetkellä lietteen vastaanottomäärän lisäämistä.

UPM:n Rauman tehtaan voimalaitoksella (Rauman Biovoima Oy) poltetaan muun biomassan ohella myös metsäteollisuuden ja kaupungin jätevesien yhteispuhdistuksessa muodostuva liete. Poltettavasta sekalietteestä on noin kolmasosa biolietettä ja loput

tehtaiden kuitu- ja täyteainetta. Lietteen kuiva-ainemäärä on keskimäärin 3 200 t/kk, josta kaupungin jätevesistä peräisin olevaa kiintoainetta on noin 3 %. Polttolaitoksella poltetaan myös erilaisia jätejakeita, kuten sekajätettä. Polttolaitoksella ei tällä hetkellä ole mahdollisuutta vastaanottaa jätevesilietteitä ulkopuolelta. Lietteiden vastaanottoa rajoittaa korkea kosteuspitoisuus. Yhdyskuntajätevesilietteen polttoon vaikuttaa viranomaisten suhtautuminen asiaan, mikä tulisi tapauskohtaisesti selvittää. Mikäli jätevesilietteen poltto katsotaan jätteenpoltoksi, on se laitoksen kannalta epäedullisempaa ja porttimaksu lietteelle muodostuisi korkeammaksi.

Muilla yhdyskuntajätteen polttolaitoksilla ympäristölupa ei tällä hetkellä mahdollista yhdyskuntien puhdistamolietteen polttoa, ja lietteen poltto vaatisi erillisen lupaprosessin. Teknisesti arinatekniikkaan perustuvalla jätteenpolttolaitoksella lietteen poltto on mahdollista. Lupaprosessi on tällä hetkellä käynnissä lietteen yhteispolton osalta Oulun Energian Laanilan ekovoimalaitokseen liittyen. Voimalaitoksen ympäristölupaan on haettu muutosta, jolla varaudutaan mm. mahdollisuuteen kuivata ja polttaa lietettä tulevaisuudessa.

Lietteen erillispolton osalta merkittävin käynnissä oleva hanke on Rovaniemen Energia ja Vesi Oy:n PAKU-polttolaitos, josta on tehty investointipäätös. Rakennettavan polttolaitoksen tuhkaa on suunniteltu käytettävän lannoitteena sellaisenaan. Suora lannoitekäyttö olisi kustannuksiltaan huomattavasti talteenottotekniikoita edullisempi vaihtoehto. Tuhkalannoitteella ei vielä ole Eviran lannoitehyväksyntää.

### **3.8 Yhteenveto ratkaisuvaihtoehtoista**

Hankkeessa löydettyistä hyödyntämismvaihtoehtoista potentiaalisimmiksi hankkeen yhteistyövesilaitosten sijainti huomioiden nousivat tietyt teollisuuskaatopaikat ja kaivokset, joilla maisemointi on ajankohtainen. Nämä ovat kertaluonteisia kohteita, joita kuitenkin toteutetaan jatkossakin kaivosten ja kaatopaikkojen sulkemisten tullessa ajankohtaisiksi. Maisemointikohteet voivat olla merkittävä lietetuotteiden loppukäyttökohde erityisesti siirtymävaiheessa, jossa uusia käsittelymenetelmiä otetaan käyttöön.

Lietemateriaalien vastaanotto uusista kohteista ja nykyistä suuremmissa määrin on mahdollista tietyille viherrakennusalan yrityksille. Viherrakentajat ovat kuitenkin valikoivia materiaalien vastaanoton suhteen, ja on mahdollista, että käyttökohteet viherrakentamisessa vähenevät tulevaisuudessa entisestään.

Lietettä polttavia voimalaitoksia on Suomessa tällä hetkellä vähän, eivätkä ne voi tällä hetkellä ottaa vastaan nykyistä suurempia määriä lietettä. Lietteen poltto olemassa olevissa jätteenpolttolaitoksissa tai metsäteollisuuden voimalaitoksissa vaatii yleensä muutoksen ympäristölupaan, ja joissain tapauksissa ongelmaksi voi muodostua se, että lietettä poltettaessa toiminta voidaan katsoa jätteen poltaksi normaalin polttolaitoksen sijaan. Lisäksi kostean jätevesilietteen poltto ei ole tyypillisesti edullista polttoprosessin toiminnan kannalta. Uusia polttolaitoshankkeita on vireillä, ja on mahdollista, että lietteen poltto tulee yleistymään.

Energiakasvien tuotannon todettiin olevan tällä hetkellä Suomessa vähäistä. Viljelyalat pieniä ja hajallaan ympäri Suomea, joten lannoitekäyttö olisi logistisesti ja sopimusteknisesti haastavaa. Energia- ja hyötykasvien viljely voi olla potentiaalinen ratkaisu paikallisesti alueilla, joissa sijaitsee tuotantokeskittymiä. Pelloilla lietetuotteiden käyttöön energiakasvien viljelyssä liittyy myös mahdollinen haitta-aineiden kertyminen, mikä voi rajoittaa peltojen käyttöä muihin tarkoituksiin pidemmällä aikavälillä.

Lietetuotteiden käyttö metsälannoituksessa ei ole nykyisen lainsäädännön puitteissa mahdollista, eikä tilanteessa ole nähtävissä merkittäviä muutoksia lähitulevaisuudessa. Käytännössä metsälannoitus vaatisi myös uusien käsittelymenetelmien käyttöönottoa, jotta materiaalin levitys olisi taloudellista.

#### 4 KUSTANNUSTEN ARVIOINTI

Nykyisten lietteenkäsittelysopimusten ja hintatason perustana on ollut merkittävä käyttö maataloudessa ja viherrakentamisessa. On todennäköistä, että nykyisillä käsittelymenetelmillä tuotettujen materiaalien käyttökohteet tulevat jatkossa sijaitsemaan kauempana tuotantopaikasta, ja kuljetuskustannukset voivat siten kasvaa. Uusien tekniikoiden käyttöönotto voi mahdollistaa loppukäyttökohteita lähempänä tuotantopaikkaa, mutta toisaalta käsittelykustannukset ovat uusissa menetelmissä nykyisiä korkeampia. Lisäksi tietyt uudet käsittelymenetelmät perustuvat käsittelyyn keskitetyissä yksiköissä, mikä lisää kuljetusmatkoja ennen käsittelyä.

On todennäköistä, että lietteen käsittelyn ja loppukäytön kustannukset nousevat nykyisestä tasosta. Hintatason kehittymiseen liittyy kuitenkin merkittäviä epävarmuustekijöitä. Merkittäviä tekijöitä ovat uusien käsittelymenetelmien tuottamien materiaalien hyväksyntä lannoitekäyttöön viranomaisten ja markkinoiden taholta.

Suurin osa nykyisistä ulkoistus sopimuksista on tehty noin 5-10 vuotta sitten ja niiden hintataso vaihtelee vesilaitoksilta saatujen tietojen perusteella mekaanisesti kuivatulle lietteelle (noin 25% TS) kompostointikäsitellyssä keskimäärin välillä 30 – 40 €/t ja mädätyksessä noin 40 – 50 €/t. Alan toimijoiden arvio on, että tulevaisuudessa kustannukset tulevat nousemaan, koska kompostille ja mädätteelle tarvitaan enemmän jatkokäsittelyä ja hyödyntämiskohteita on aiempaa vähemmän.

Porin Veden ja Envor Pori Oy:n välinen lietteenkäsittelyn sopimus on ensimmäinen esimerkki sopimuksesta, jossa sopimushintaa on nostettu kesken sopimuskauden johtuen lietteen hyödyntämisen vaikeutumisesta. Vuonna 2016 solmitun sopimuksen käsittelyhintaa oli kauden alussa 55,47 €/t, mutta 1.4.2018 alkaen käsittelyn hintaa korotettiin 9 €/t. Perusteluna hinnankorotukselle oli jätevesilietteiden hyödyntämisen oleellinen vaikeutuminen, jonka katsottiin täyttävän toiminnan oleellisen muuttumisen tunnusmerkit, minkä nojalla sopimusehdot neuvoteltiin uudelleen kesken sopimuskauden.

Termisen käsittelyn kustannukset lietettä varten rakennetussa polttolaitoksessa on arvioitu olevan noin 80 – 100 €/t. Polttotuhkasta fosforin talteenoton kustannusten arviot ovat täyden mittakaavan sovellusten puuttuessa suuntaa-antavia, ja vaihtelevat eri tekniikoiden välillä merkittävästi, noin välillä 40 – 80 €/t Pyrolyysilaitoksessa kustannusten arvioidaan olevan samaa suuruusluokkaa kuin poltossa.

Kuljetuskustannusten arviointia varten laskettiin suuntaa-antavat arviot kuljetuskustannuksille kolmelle etäisyydelle: 100, 300 ja 500 km. Laskennassa on oletettu ajoneuvoksi täysperävaunuyhdistelmä ja on oletettu, että paluumatka ajetaan tyhjällä kuormalla. Lastin purku ja tauot on huomioitu laskennassa.

Etäisyys (km)	Kustannus (€/t)	Kustannus (€/a) (5000 t/a)
100	9	46 000
300	21	103 000
500	35	174 000

## 5 TOIMINTAMALLI LIETTEEN HYÖDYNTÄMISVAIHTOEHTOJEN SELVITTÄMISEKSI

### 5.1 Tyypilliset ratkaisumallit

Lyhyen aikavälin ratkaisuvaihtoehtojen selvittämisessä merkittävimpiä potentiaalisia vaihtoehtoja ovat:

- Viherrakentaminen
  - Viherrakentamista tekevät yritykset
  - Kasvualustoja ja maanparannusaineita tuottavat yritykset
- Maisemointi
  - Kaivokset
  - Kaatopaikat
- Energiakasvien tuotanto
  - Pajun tuotanto
  - Muiden energiakasvien tuotanto
- Poltto
  - Jätteenpolttolaitokset
  - Metsäteollisuuden polttolaitokset

Mahdolliset ratkaisuvaihtoehdot vaihtelevat alueellisesti, ja olennaista on kartoittaa alueellisesti sopivimmat vaihtoehdot. Alueilla, joissa hyödyntämiskohteita ei voida paikallisesti löytää, voivat tulla kyseeseen kauempana sijaitsevat kokoluokaltaan merkittävät kohteet.

### 5.2 Ratkaisuvaihtoehtojen selvittäminen

Hyödyntämismvaihtoehtojen selvittäminen on hyvä toteuttaa järjestelmällisesti

1. kartoittamalla alueen toimijat ja
2. kontaktoimalla kartoituksessa löydettyjä potentiaalisia toimijoita.

Kartoituksessa hyödyllisiä kontakteja ja tietolähteitä ovat:

- Viherrakentaminen
  - Viher- ja ympäristörakentajat ry. (VYRA)  
(<http://www.vyra.fi/yhdistys/jasenyrietykset>)
- Kaivokset
  - Kaiva.fi –palvelu (<https://kaiva.fi/kaivannaisala/kaivostoiminta/>)
  - Kaivosteollisuus ry. (<http://www.prokaivos.fi/kaivosteollisuus-ry/>)
  - Paikalliset Aluehallintovirastot, Oulun AVI
- Kaatopaikat
  - Paikalliset ELY-keskukset
  - Kaatopaikat.com –palvelu (<http://www.kaatopaikat.com/>)
- Energiakasvien tuotanto
  - MTK:n paikallisyhdistykset
  - Luonnonvarakeskus LUKE
- Poltto
  - Paikalliset jätehuoltoyritykset, jätteenpolttolaitokset
  - Metsäteollisuuden toimijat

### 5.3 Lietteen käsittelyn ja loppukäytön liiketoimintamallit

Lietteen käsittelyn ja hyödyntämisen järjestäminen voidaan hoitaa sopimusteknisesti monin tavoin. Saman vesihuoltoyhtiön lietteiden käsittely ja hyödyntäminen voi myös koostua useista käsittelyketjuista, joista kuhunkin ohjataan osa tuotetusta lietteestä. Tärkeimmät toimijat lietteen käsittelyketjussa ovat:

1. Lietteen tuottaja
  - A. Vesihuoltolaitos tai jätevedenpuhdistamoyhtiö
2. Lietteen käsittelijä
  - A. Vesihuoltolaitos tai jätevedenpuhdistamoyhtiö
  - B. Kokonaispalvelua tarjoava yritys (palveluntarjoaja huolehtii loppukäytöstä)
  - C. Käsittelypalvelua tarjoava yritys (loppukäyttö on lietteen tuottajan vastuulla)
3. Lietteen loppukäyttäjä
  - A. Vesihuoltolaitos tai jätevedenpuhdistamoyhtiö
  - B. Kokonaispalvelua tarjoava yritys (yrityksellä omaa loppukäyttöä)
  - C. Ulkopuolinen loppukäyttäjä

Nykyisin yleisimmin käytössä olevat toimintamallit ovat:

ABC: Kokonaispalvelun tuottaja käsittelee lietteen ja toimittaa sen ulkopuoliselle loppukäyttäjälle

AAC: Vesihuoltolaitos käsittelee lietteen itse ja toimittaa sen ulkopuoliselle loppukäyttäjälle

Harvinaisempia ovat vaihtoehdot, jossa lietteen käsittelijällä (vesihuoltolaitos tai kokonaispalvelua tarjoava yritys) käyttää tuotteet omassa toiminnassaan. Vesihuoltolaitosten tapauksessa tyypillisimmin samalla yhtiöllä/julkisyhteisöllä on myös jätehuoltotoimintaa, ja tuotteita käytetään kaatopaikkojen maisemoinnissa.

AAA: Vesihuoltoyhtiö käsittelee lietteen itse ja käyttää tuotteet omassa toiminnassaan

ABB: Kokonaispalvelua tarjoava yritys käyttää käsittelemänsä lietetuotteet omassa toiminnassaan

Nykyisin erillisen käsittelypalvelun käyttäminen on harvinaista. Käsittelypalvelun tapauksessa lietteen ja siitä valmistetut tuotteet omistaa vesihuoltolaitos. Mahdollisia toimintamalleja ovat:

ACA: Vesihuoltolaitos käyttää palveluntuottajan käsittelemät lietetuotteet omassa toiminnassaan

ACC: Vesihuoltolaitos vastaa käsitellyn tuotteen loppukäytöstä

Toimintamalli, jossa lietteen käsittelijällä ei ole vastuuta eikä riskiä loppukäytöstä, voi olla mahdollinen tapauksissa, joissa lietteen käsittelijän riski loppukäytöstä muodostuu esteeksi toiminnan jatkamiselle. Koska lietteen tuottajan on löydettävä keinot lietteen käsittelyyn ja loppukäyttöön, voi joissain tapauksissa tarkoituksenmukaisimmaksi ratkaisuksi muodostua malli, jossa vastuu lietteen loppukäytöstä on lietteen tuottajalla.

## 6 PUHDISTAMOLIETTEEN KÄYTÖN TULEVAISUUS SUOMESSA

### 6.1 Puhdistamolietteiden maatalouskäyttö nyt ja tulevaisuudessa

VVY:n selvityksen (VVY 2017) mukaan vuonna 2016 yli 40 % puhdistamolietteistä käytettiin maataloudessa ja viherrakentamisen osuus oli lähes 50 % (MT 15.11.2017). Useat elintarvikeyritykset, kuten Fazer Mylly, Hankkija, Raisio ja Viking Malt ovat kuitenkin asettaneet rajoituksia tai kieltoja puhdistamolietteen käyttöön ostamansa viljan osalta. Rajoitukset ovat koskeneet lähinnä ns. leipäviljan tuotantoa, mutta mainevaikutusten vuoksi vaikutukset ovat ulottuneet muidenkin kasvien viljelyyn.

MTK:n ympäristöjohtajan Liisa Pietolan mukaan (MTK 2018) ravinteiden kierrätys on välttämätöntä, mutta se on mahdollista vasta sitten, kun ”jätevesilietteet on puhdistettu kunnolla”. MTK on esittänyt vahvan kannanoton, jonka mukaan ainoa vaihtoehto yhdyskuntajätevesilietteiden ravinteiden hyödyntämiselle on sen poltto ja fosforin hyödyntäminen tuhkasta. Ravinteiden kierrätystä pidetään MTK:ssa tärkeänä ja nähdään, että ravinteet tulee saada kiertoon myös puhdistamolietteistä. Kuitenkin nykyisillä tekniikoilla tätä ei pidetä mahdollisena, ja teknologista kehitystä pidetään tarpeellisena, jotta tilanne saadaan ratkaistua kestäväällä tavalla.

MTK:n jyrkkä kanta lietteiden käyttöön todennäköisesti vähentää lietetuotteiden käyttöä maataloudessa entisestään ja myös sellaisten tuotteiden osalta, joita elintarviketeollisuuden rajoitukset eivät koske. Maanviljelijöillä on kiinnostusta käyttää kierrätyslannoitteita niiden edullisuuden vuoksi, mutta nykyisessä tilanteessa monet viljelijät suhtautuvat hyvin varauksella puhdistamolietetuotteiden käyttöön.

Ruotsissa on käytössä lietteen laatusertifikaatti REVAQ, ja noin 25 % lietteestä käytetään maataloudessa. Myös Ruotsissa lietteen käyttöä maataloudessa nykyisillä käsittelymenetelmillä on kuitenkin kyseenalaistettu, ja maatalouskäytön jatkuminen tulevaisuudessa on epävarmaa.

Tällä hetkellä EU:ssa edelleen noin 40 % lietteestä käytetään maataloudessa. EU:ssa on käytössä Euroopan komission direktiivi jätevesilietteen maatalouskäytöstä (86/278/EEC), joka asettaa rajat haitallisten aineiden pitoisuuksille lietteen maatalouskäytössä. Jotkin EU-maat ovat asettaneet direktiiviä tiukempia rajoja haitta-aineiden pitoisuuksille, ja tietyt maat ovat jopa kieltäneet lietteen maatalouskäytön. Yleinen kehityssuunta on kohti maatalouskäytön tiukempaa rajoittamista.

### 6.2 Lietteen käsittelyn kehityssuunnat Euroopassa

Viime vuosikymmeninä tyypilliseksi lietteenkäsittelyn prosessiketjuksi Euroopassa on muodostunut lietteen mädätys ja mekaaninen kuivaus. Mekaanisesti kuivatulle lietteelle on ollut käytössä useita hyödyntämiskohteita, joista maatalouskäyttö ja kaatopaikkasijoittaminen ovat olleet yleisiä. Maatalouskäytön ohella myös lietteen kaatopaikkasijoittamista on voimakkaasti rajoitettu ja useissa maissa, esimerkiksi Saksassa ja Sveitsissä, se on kielletty.

Maatalouskäytön ja kaatopaikkasijoittamisen rajoitukset ovat aiheuttaneet termisten käsittelymenetelmien yleistymistä Euroopassa. Sveitsissä puhdistamolietteen maatalouskäyttö on ollut kiellettyä vuodesta 2008 asti (UBA 2013), ja lietteen poltto on pakollista. Vuodesta 2016 lähtien fosforin talteenotto tai tuhkan säilyttäminen myöhempää fosforin talteenottoa varten on pakollista Sveitsissä (VVEA 814.600). Saksassa termisesti käsitellyn lietteen osuus kasvoi vuosina 1991 – 2011 9 %:sta 55 %:iin (UBA 2013).

Saksassa lietteen käyttöä maataloudessa rajoitetaan vuodesta 2023 lähtien seuraavasti: 1. Vuodesta 2023 kaikkien jätevedenpuhdistamoiden tulee esittää suunnitelma lietteen fosforin talteenotosta ja käytöstä maataloudessa tai muualla, ja ryhtyä analysoimaan lietteen fosforipitoisuutta. 2. Vuodesta 2029 eteenpäin lietteen maatalouskäyttö kielletään > 100 000 AVL laitosten lietteille. 3. Vuodesta 2032 eteenpäin lietteen maatalouskäyttö kielletään > 50 000 AVL laitosten lietteille (Roskosch 2017)

Lisäksi fosforin talteenottovaatimus määrittelee, että mikäli lietteen fosforipitoisuus on  $\geq 20$  g/kg TS, on liete joko 1) käsiteltävä fosforin talteenottotekniikalla tai 2) poltettava erillispolttolaitoksessa. Lietteiden fosforintalteenoton on poistettava fosforia siten, sen pitoisuus alittaa 20 kg/t TS rajan tai alenee vähintään 50 % alkuperäisestä pitoisuudesta. Fosforin talteenoton jälkeen liete voidaan käsitellä myös sekapolttolaitoksessa. Erillispolttolaitoksen tuhkan fosfori tulee hyödyntää joko 1) tuhkan hyödyntämisellä tai 2) fosforin talteenotolla tuhkasta. Fosforin talteenotolla tulee saada erotettua vähintään 80 % erillispoltton tuhkan fosforista. Teknisiä ratkaisuja, joilla fosforin talteenottovaatimukset voitaisiin täyttää, ei kuitenkaan ole vielä täydessä mittakaavassa toteutettu. Käytännössä useissa kohteissa on päädytty ratkaisuun, jossa liete poltetaan erillispoltossa ja tuhka varastoidaan myöhempää fosforin talteenottoa varten.

HELCOM:n suosituksen 38/1 mukaan lietteen polttoa voidaan pitää varteenotettavana vaihtoehtona tapauksissa, joissa lietteen riskipotentiaalin katsotaan olevan liian suuri lannoitekäytössä olemassa olevan käsittelyn jälkeen. Lietteiden polton tuhkalta suositellaan käytettävän fosforin talteenottoa, mikäli teknisiä valmiuksia tähän on olemassa (HELCOM 2017).

## **6.3 Uudet käsittelytekniikat**

### **6.3.1 Terminen kuivaus**

Termisessä kuivauksessa lietteestä poistetaan vettä lämmön avulla. Tuotetun jauheen tai rakeen kiintoainepitoisuus on tyypillisesti n. 80 – 90 %. Termisen kuivauksen lämpötila on yleensä noin 50 – 200 °C, mikä ei ole riittävä kaikkien orgaanisten haitta-aineiden ja muovien tuhoamiseen.

Suomessa selvitetään parhaillaan myös termisesti kuivatun ja pelletöidyn lannoiterakeen käyttöä metsänlannoituksessa. Tämän loppukäyttötavan tulevaisuuteen vaikuttaa merkittävästi lainsäädäntö, viranomaisien näkemykset sekä yleisen mielipiteen kehittyminen. On mahdollista, että mikäli lieteperäisten tuotteiden käyttö metsänlannoituksessa sallittaisiin, vaadittaisiin tuotteilta nykyistä korkeampaa laatua ja uusia käsittelymenetelmiä.

### **6.3.2 Pyrolyysi**

Pyrolyysi on terminen käsittelytekniikka, jossa orgaanista materiaalia hiilletään hapettomissa oloissa n. 350 – 800 °C:ssa. Lopputuotteena saadaan pyrolyysihiiltä, pyrolyysiöljyä (kondensoimalla muodostuvat höyryt) sekä kaasuja. Muodostuvat höyryt useimmiten poltetaan energian tuottamiseksi ja hyödynnetään prosessin energiantarpeisiin. Lietteiden pyrolyysissä pyritään poistamaan kiintoainetuotteesta haitalliset aineet, kuten orgaaniset haitta-aineet ja mikromuovit, ja säilyttämään fosfori sekä osa hiilestä lannoite- tai maanparannuskäyttöä varten. Lietteiden pyrolyysi on varsin vähän käytetty tekniikka, ja sen kykyä saavuttaa halutut lopputuotteen ominaisuudet tutkitaan parhaillaan. Pyrolyysin oletettuna etuna polttoon verrattuna on mahdollisuus

käyttää tuotettua pyrolyysihiiltä maanparannusaineena sellaisenaan tai kompostoinnin jälkeen ilman korkeaa teknologiaa vaativaa jatkokäsittelyä.

HSY selvittää parhaillaan pyrolyysin käyttöä lietteen käsittelymenetelmänä. Esiselvitysvaiheessa oleva laitos käsittelee Blominmäen jätevedenpuhdistamon lietteet, joiden määrä on n. 25 000 t/a linkokuivattua lietettä (n. 30% TS). Suunniteltu käyttö tuotetulle pyrolyysihielelle on kompostointi osana maanparannusainetta.

Gasumilla on pyrolyysin pilot-laitos Turussa Topinojan biokaasulaitoksen yhteydessä. Topinojan pyrolyysiprosessia ei suunnitella käytettävän kaupallisessa mittakaavassa.

### 6.3.3 Poltto

Lietteen poltossa termisesti kuivattu liete käsitellään polttamalla joko erikseen (erillispoltto) tai muun materiaalin seassa (yhteispoltto). Lietteen erillispoltto on voimakkaasti yleistynyt lietteenkäsittelytekniikkana Keski-Euroopassa viime vuosina. Vallitseva tekniikka Euroopassa on leijupetikattila, joskin joitakin arinalaitoksia on olemassa. Polton etuja ovat orgaanisten haitta-aineiden tuhoutuminen ja lietteen määrän väheneminen. Haittana ovat korkeat kustannukset ja epävarmuus tuhkan käyttökohteista.

Tanskassa on kolme lietteen polttolaitosta, joissa käsitellään mm. Kööpenhaminan alueen lietteet. Tuhka läjitetään nykyisin kaatopaikoille, mikä aiheuttaa merkittäviä kustannuksia. Tanskassa etsitäänkin uusia ratkaisuja fosforin talteenoton toteuttamiseksi tuhkasta.

Suomessa lietteen polttoa tehdään nykyisin vain vähän, ja ainoastaan yhteispolttona sekajätteen tai metsäteollisuuden jätteiden polttolaitoksissa. Polttolaitosten ympäristölupaprosesseja on yleisesti pidetty pitkinä ja monimutkaisina, mikä osaltaan hidastaa lietteen polton yleistymistä Suomessa.

Rauman Veden jätevedet käsitellään yhdessä metsäteollisuuden jätevesien kanssa UPM:n ja Metsä Fibren jätevedenpuhdistamolla, ja tuotettu liete poltetaan muun biomassan seassa UPM:n tehtaan voimalaitoksella. Oulun Energia selvittää lietteen polttoa Laanilan ekovoimalaitoksessa. Voimalaitoksen ympäristölupaan on haettu muutosta, jolla varaudutaan mm. mahdollisuuteen kuivata ja polttaa lietettä tulevaisuudessa.

Lietteen erillispolton hankkeista lähimpänä toteutumista on Napapiirin Energia ja Vesi Oy:n polttolaitos Rovaniemellä. Rovaniemelle rakennettavan PAKU-polttolaitoksen tuhkaa on suunniteltu käytettävän lannoitteena sellaisenaan. Suora lannoitekäyttö olisi kustannuksiltaan huomattavasti talteenottotekniikoita edullisempi vaihtoehto. Tuhkalannoitteella ei vielä ole Eviran lannoitehyväksyntää.

### 6.3.4 Fosforin talteenotto jätevedestä ja lietteestä

Fosforia voidaan ottaa talteen jätevedestä, lietteestä tai termisesti käsitellystä kiintoaineesta. Jätevedestä fosforia erottavat tekniikat eivät tarjoa ratkaisuja lietteen loppukäyttöön, joten ne on jätetty tämän tarkastelun ulkopuolelle.

Lietteestä voidaan erottaa fosforia ennen mädätystä tai sen jälkeen, joko rejektivedestä tai lietteestä ennen mekaanista kuivausta. Talteenottotekniikoita ovat lukuisia, mm. AirPrex, PEARL, NuReSys, Phosphogreen ja MEPHREC. Yleisimmät tekniikat perustuvat struviittisaostukseen yhdistettynä tehostettuun biologiseen fosforinpoistoon

jätevedenpuhdistuksessa. Struviittisaostukseen perustuvia täyden mittakaavan laitoksia on maailmalla käytössä muutamia kymmeniä.

Fosforin talteenotto lietteestä parantaa mahdollisuuksia fosforin kierrätykseen, mutta ei tarjoa ratkaisua lietteen loppukäyttöön. Nykyisillä tekniikoilla fosforin talteenoton osuus on noin 10 – 30 % lietteen kokonaisfosforista. Jäännöslietteelle vaadittava käsittely ja loppukäytön mahdollisuudet ovat verrattavissa lietteeseen ilman fosforin talteenottoa.

### **6.3.5 Fosforin talteenotto tuhkasta**

Lietteen käsittelyn kehitykseen Keski-Euroopassa liittyy vahvasti vaatimukset lietteen sisältämän fosforin talteenottoon ja kierrätykseen tulevaisuudessa. Fosforin talteenottoon tuhkasta on kehitetty useita tekniikoita, joista lähimpänä täyden mittakaavan sovelluksia ovat EcoPhos, TetraPhos, Ash2Phos ja ASH DEC.

Ensimmäisiä täyden mittakaavan sovellutuksia ollaan ottamassa käyttöön. Rakenteilla on EcoPhos-tekniikkaan perustuva laitos Dunkerquessa, Ranskassa ja TetraPhos Hampurissa, Saksassa. Ruotsissa on Ash2Phos-tekniikan pilot-laitos, ja täyden mittakaavan (30,000 t/a) laitosta suunnitellaan Göteborgiin. Tekniikoiden yleistymistä hidastaa niiden tyypillisesti korkeat kustannukset ja epävarmuudet tuotteiden laadukkuudesta lannoitekäytössä. Haasteita ovat erityisesti raskasmetallien pitoisuudet sekä fosforin saatavuus kasveille. Fosforin talteenottoa polttotuhkasta pidetään kuitenkin yhtenä potentiaalisista pitkän aikavälin ratkaisuista, ja tekniikoita kehitetään intensiivisesti.

## **6.4 Yhteenveto lietteen käsittelyn ja loppukäytön tulevaisuudesta Suomessa**

Viimeaikaisen markkinalähtöisen kehityksen myötä lietteen käyttökohteet nykyisillä käsittelytekniikoilla ovat vähentyneet merkittävästi erityisesti maataloudessa. Samankaltainen kehityssuunta on mahdollinen myös viherrakentamisessa, erityisesti asutuksen lähellä olevissa kohteissa.

Nykyisillä käsittelytekniikoilla käsitellyille lietetuotteille voi olla tulevaisuudessa kysyntää mm. kaatopaikkojen ja kaivosten maisemoinnissa kohteissa, joissa haitta-aine- ja maineriskit ovat kohteen luonteesta johtuen hallittavissa. Useat maisemointikohteet ovat kuitenkin kertaluonteisia, joten materiaalien kysyntä vaihtelee.

Uusien, lähinnä termisten käsittelymenetelmien käyttöönottoa pidetään monilla tahoilla välttämättömänä, jotta lietteen loppukäyttöön voidaan löytää kestäviä ja pitkäaikaisia ratkaisuja. Tällä hetkellä käynnissä olevat hankkeet lietteen erillispoltosta (Rovaniemen Energia ja Vesi Oy), yhteispoltosta (Oulun Energia) ja pyrolyysistä (HSY, Gasum) antavat lisää tietoa kunkin tekniikan soveltuvuudesta lietteen käsittelyn uudeksi ratkaisuksi.

On todennäköistä, että Keski-Euroopassa tapahtunut lainsäädännön kehittyminen sekä polttolaitosten ja fosforin talteenottotekniikoiden käyttöönotto vaikuttavat kehitykseen myös Suomessa. Ruotsissa ja Tanskassa tapahtuva kehitys lietteen käsittelyssä ja hyödyntämisessä voi luoda suuntaviivoja Suomessakin toteutettaviin ratkaisuihin.

On todennäköistä, että nykyisillä käsittelymenetelmillä tuotettujen materiaalien käyttökohteet tulevat jatkossa sijaitsemaan kauempana tuotantopaikasta, ja käsittely siirtyy enenevässä määrin keskitettyihin yksiköihin kasvattaen kuljetusmatkoja. Lisäksi käsittelykustannukset ovat uusissa menetelmissä nykyisiä korkeampia, joten lietteen

käsittelyn ja loppukäytön kustannukset todennäköisesti nousevat selvästi  
lähitulevaisuudessa.

Fazer (2018). Fazer Myllyn viljan laatuvaatimukset. Päivitetty 12.1.2018. Saatavilla:

<http://www.fazergroup.com/globalassets/global/mills/fazer-mylly-files/viljan-osto/laatuvaatimukset-12.1.2018.pdf>

Egle, Rechberger, Krampe, Zessner (2016) Phosphorus recovery from municipal wastewater: An integrated comparative technological, environmental and economic assessment of P recovery technologies. Science of the Total Environment 571 (2016) 522–542

HELCOM (2017) Recommendation 38/1 on Sewage Sludge Handling. Saatavilla: <http://www.helcom.fi/Recommendations/Rec%2038-1.pdf>

HSY (2018). Phosphorus recovery in Finland – Case Ravita. Esitys IWA Sweden:n seminaarissa: Phosphorus recovery from wastewater with a focus on the potential of thermochemical sludge treatment, Malmö, Ruotsi. 11.4.2018

Klages, Susanne (2016) Sewage sludge application in German agriculture – state and perspectives. Johann Heinrich von Thünen-Institute, Braunschweig. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B23B7D96B-D493-4E03-AD6C-A5C45CEDB792%7D/117961>

Luke (2017) “Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa – Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi Suomessa” Luke raportti 45/2017

Luke (2018) Luonnonvarakeskuksen tilastotietokanta. Käytössä oleva maatalousmaa. Verkkopalvelu, saatavilla: [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_02%20Maatalous\\_04%20Tuotanto\\_22%20Kaytossa%20oleva%20maatalousmaa/?tablelist=true&rxid=675ee983-5c97-4d8e-bc1f-7b06d08731e8](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_22%20Kaytossa%20oleva%20maatalousmaa/?tablelist=true&rxid=675ee983-5c97-4d8e-bc1f-7b06d08731e8)

Maaseudun Tulevaisuus (MT) (20.11.2017) Puhdistamoliete riski ruuan puhtaudelle. Pääkirjoitus. Saatavilla:

<http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/puheenaiheet/p%C3%A4kirjoitus/artikkeli-1.214073>

Maaseudun Tulevaisuus (MT) (15.11.2017). Jätevesien käyttö lannoitteena saastuttaa Suomen peltoja mikromuovilla ja haitta-aineilla – kielletty Sveitsissä ja pian myös Saksassa. Saatavilla:

<http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/ymp%C3%A4rist%C3%B6/artikkeli-1.213483>

Mikolla, Anna (2017). Lietteiden ravinteiden talteenotto ja hyödyntäminen. Liette workshop – TEKES / INKA / Teolliset Symbioosit 1.2.2017 Saatavilla:

[https://www.hsy.fi/repa/fi/teollisetsymbioosit/Documents/INKA-tyopaja\\_01022017/07\\_Aalto\\_yliopisto\\_Mikola.pdf](https://www.hsy.fi/repa/fi/teollisetsymbioosit/Documents/INKA-tyopaja_01022017/07_Aalto_yliopisto_Mikola.pdf)

MTK (2018). Ympäristöstä. Yhdessä. Onko kiertotalous uhka vai mahdollisuus? MTK:n seminaari 15.2.2018.

Pohjonen, Veli (2016). Pajukko nielee - Hiilen ja pääravinteiden kierrätys biomassapajuilla.

UBA (2013). Sewage Sludge Management in Germany. Umweltbundesamt. Julkaistu 1.9.2013. Saatavissa:

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/sewage\\_sludge\\_management\\_in\\_germany.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/sewage_sludge_management_in_germany.pdf)

Roskosch, A. (2017) New German Sewage Sludge Ordinance. German Federal Environment Agency. Umweltbundesamt. HELCOM Workshop on sewage sludge handling practices, Vilnius, 27.10.2017. Saatavilla: [https://portal.helcom.fi/meetings/SEWAGE%20SLUDGE%20HANDLING%20WS%201-2017-495/Related%20Information/New%20German%20Sewage%20Sludge%20Ordinance\\_Roskosch.pdf](https://portal.helcom.fi/meetings/SEWAGE%20SLUDGE%20HANDLING%20WS%201-2017-495/Related%20Information/New%20German%20Sewage%20Sludge%20Ordinance_Roskosch.pdf)

VSELY (2016). Matkakertomus Saksaan 6. – 8.4.2016. Ravinneneutraali kunta (RANKU) –hanke. Varsinais-Suomen ELY-keskus. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B3395BBAD-C7C5-45D3-97EE-262A64865EAF%7D/118362>

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B3486ED69-F614-49FD-946B-3F67F8F0A74A%7D/134303>

VVY (2017). Yhdyskuntalietteen käsittelyn ja hyödyntämisen nykytilannekatsaus. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 46. Saatavilla: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/1621/yhdyskuntalietteen\\_ka\\_sittelyn\\_ja\\_hyo\\_dynta\\_misen\\_nykytilannekatsaus\\_26092017.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/1621/yhdyskuntalietteen_ka_sittelyn_ja_hyo_dynta_misen_nykytilannekatsaus_26092017.pdf)

Yara (2012). Metsänlannoitusopas. Saatavilla [http://www.yara.fi/images/YARAMetsalannoitusopas2012LoRes\\_tcm431-119664.pdf](http://www.yara.fi/images/YARAMetsalannoitusopas2012LoRes_tcm431-119664.pdf)