

# Prizztech

## Puhdistamolietepohjaisten kierrätyslannoitteiden käytön esteet ja keinoja esteiden poistamiseksi

Prizztech Oy

Minna Haavisto  
31.12.2018



Työ- ja elinkeinoministeriö  
Arbets- och näringsministeriet



SATAKUNTALIITTO

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>1.</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Lähtökohdat.....</b>	<b>2</b>
2.1.	Puhdistamolietteet Suomessa ja Satakunnassa .....	2
2.2.	Kierrätysravinteet ja niiden käyttö .....	8
2.3.	Viljan viljely Suomessa ja Satakunnassa .....	10
<b>3.</b>	<b>Puhdistamolietteiden ravinteiden käyttöön liittyvät ongelmat .....</b>	<b>11</b>
3.1.	Lainsäädännölliset rajoitteet .....	12
3.2.	Markkinaehtoinen ongelma .....	13
3.3.	Puhdistamolietteiden sisältämät haitta-aineet.....	14
<b>4.</b>	<b>Keinoja puhdistamolietepohjaisten kierrätysravinteiden käyttöön liittyvien esteiden poistamiseen..</b>	<b>16</b>
4.1.	Laatujärjestelmä kierrätysravinteita tuottaville laitoksille .....	16
4.2.	Kierrätyslannoitetietouden lisääminen ja tuotteiden brändäys.....	16
4.3.	Lietteen jatkoprosessointi .....	17
4.4.	Viljakaupan uudistaminen .....	21
4.5.	Käyttö muussa kuin elintarviketuotannossa .....	22
4.6.	Lainsäädännön ja tukijärjestelmien muutokset .....	22
<b>5.</b>	<b>Yhteenveto ja johtopäätökset .....</b>	<b>22</b>
<b>6.</b>	<b>Lähteet.....</b>	<b>23</b>

## 1. Johdanto

Puhdistamolieteitä on viimeisen vuosikymmenen aikana alettu hyödyntää mädättämällä biokaasulaitoksissa, jolloin niistä saadaan biokaasua energiantuotantoon ja ravinnerikasta mädätysjäännöstä hyödynnettäväksi lannoitteena tai maanparannusaineena maataloudessa. Tätä kehitystä kiihdytti vuoden 2016 alussa voimaan tullut orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto. Vuoden 2017 aikana trendi kuitenkin koki kolauksen, kun suuret elintarviketiljan ostajat päättivät varotoimena lisätä viljelysopimuksiinsa ehdon, jolla kielletään puhdistamolietepohjaisten kierrätysravinteiden käyttö heille tuotetun viljan viljelyssä. Kieltoon yhtyivät myös rehuviljan ostajat vuonna 2018. Lyhyessä ajassa syntyi ongelma, johon ei osattu varautua. Puhdistamolietteiden tie biokaasulaitosten kautta pelloille katkesi monessa paikassa ja niistä tuli ikään kuin ongelmajätettä. Tässä raportissa tarkastellaan tätä ongelmaa niin valtakunnallisesti kuin Satakunnankin näkökulmasta.

Kesällä 2018 voimaantulleen EU:n uudistetun jätedirektiivin mukaan yhdyskuntajätteestä on kierrätettävä 65 % vuoteen 2035 mennessä. Tällä hetkellä Suomen jätteistä kierrätetään n. 40 %. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kaikki edes jotenkin kierrätettävissä oleva materiaali tulee saada uudelleenkäyttöön polttamisen sijaan. Tämä asettaa painetta saada myös puhdistamolietteiden sisältämät ravinteet ja orgaaninen aines hyödynnettyä maanparannusaineena. Luonnollisimmin tämä toteutuisi osana biokaasulaitosten kautta tapahtuvaa ravinnekiertoa, jossa myös biohajoamisen tuottama energia saataisiin talteen.

Tämä raportti on toteutettu Prizztech Oy:ssä Satakuntaliiton toimeksiantona osana Työ- ja elinkeinoministeriön rahoittamaa Satakunnan bio- ja kiertotalouden kasvuohjelmaa.

## 2. Lähtökohdat

### 2.1. Puhdistamolietteet Suomessa ja Satakunnassa

Puhdistamoliete on yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilla syntyvää jätevesilietettä, joka muodostuu tulevan jäteveden kiintoaineesta ja puhdistusprosessissa kiintoainemuotoon saatetusta aineesta. Lietteen lisäksi puhdistamolla syntyy puhdistettua vettä, joka ohjataan vesistöön. Liete siirtyy jatkokäsittelyyn.

**Suomen** jätevedenpuhdistamot tuottivat n. 832 000 tonnia jätevesilietettä vuonna 2016.<sup>1</sup> Lietteet sisälsivät kuiva-ainetta n. 147 000 tonnia. Tässä kuiva-aineessa on mm. lannoitteena käytettävää fosforia ja maaperälle muuten tarpeellista organista ainesta. Luonnonvarakeskuksen arvion mukaan maamme yhdyskuntajätevesilietteisiiin sitoutuu fosforia n. 2 880 tonnia vuosittain.<sup>2</sup> Kuvassa 1 on esitetty erilaiset biomassat ja niiden sisältämät, kierrätettävissä olevat fosforimäärät. Puhdistamolietteet ovat lannan jälkeen suurin kierrätysfosforin lähde.

Suurin osa puhdistamolietteilistä mädätettiin biokaasulaitoksissa vuonna 2016. Kuten kuvasta 2 voi havaita, 73 % lietteistä mädätettiin ja 44 % käsiteltiin yhdistelmäkäsitteilyllä, jossa mädätyksen jälkeen liete vielä kompostoitiiin, kuivattiin tai käsiteltiin kemiallisesti. Lopullinen hyödyntäminen käsitteilyjen jälkeen tapahtui pääosin viherrakentamisessa ja maataloudessa (kuva 3).

## Kierrätysravinteilla voidaan korvata perinteisiä lannoitteita

Kierrätettävissä olevaa fosforia yhteensä

**26 000 t / vuosi**



**26 000 t =**

Kierrätettäväksi sopivan fosforin osuus kattaisi reilusti koko Suomen vuosittaisen kasvintuotannon vaatiman määrän.

**>100%**



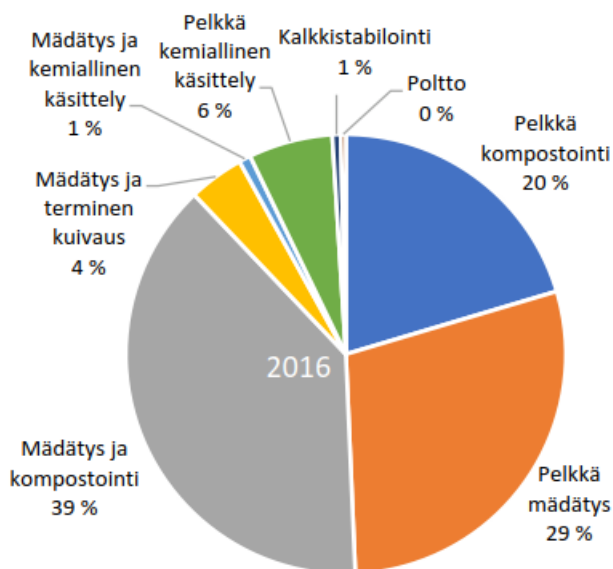
Perinteisten väkilannoitteiden mukana peltoon v. 2015 **11 000 t fosforia.**

**Mitä fosfori on?**

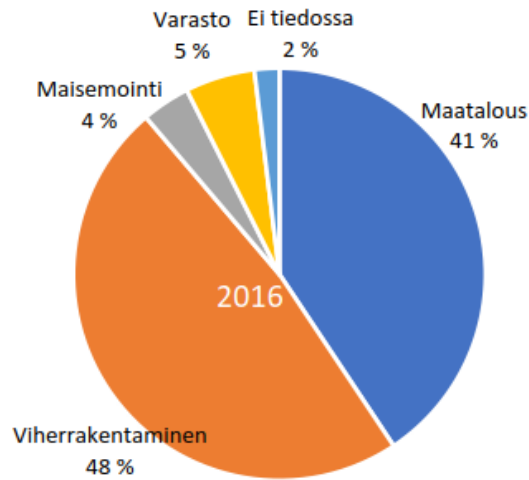
Fosfori on maasta louhittava alkuaine, jota käytetään lannoitteena parantamaan kasvien kasvua. Ongelmaksi fosfori muodostuu, kun sitä valuu vesistöihin, joissa se kiihdyttää levien kasvua rehevöittäen järviä ja meriä.

LÄHDE: Marttinen ym., Kohi ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa – Nykytila ja suositukset ohjauksien kehittämiseksi Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus, Luke 2017.

Kuva 1. Kierrätettävissä olevan fosforin määrä Suomessa erilaisissa jätejakeissa. Puhdistamolietteet ovat lannan jälkeen suurin kierrätettävän fosforin lähde.<sup>2</sup>



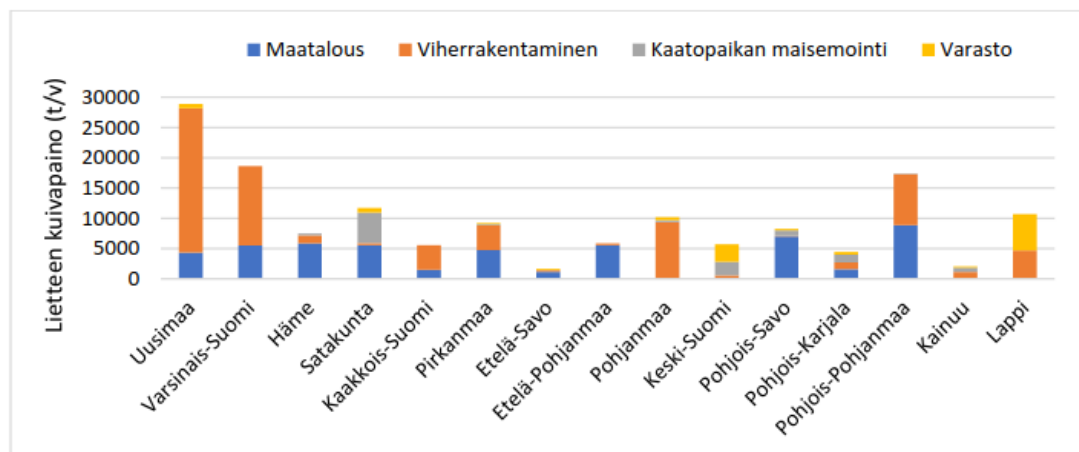
Kuva 2. Lietteen käsittelymenetelmien osuudet lietteen kokonaismäärästä Suomessa vuonna 2016.<sup>1</sup>



Kuva 3. Lietteen hyötykäyttötapojen suhteelliset osuudet Suomessa vuonna 2016.<sup>1</sup>

**Satakunnassa** syntyy puhdistamolietettä kuiva-ainepitoisuudella mitattuna n. 8 000 tonnia vuodessa (Vahti-tietokannan tieto vuodelta 2016). Tämän lietemäärän biokaasuntuottopotentiaali vastaa n. 20 GWh energiamäärää vuodessa. Näistä luvuista puuttuvat Rauman ja Eurajoen puhdistamolietteen, jotka käsitellään Rauman metsäteollisuuden puhdistamolla. Näissä on arviolta 1400 tonnia kuiva-ainetta vuodessa.<sup>3</sup> Rauman ja Eurajoen puhdistamolietteen biokaasupotentiaali olisi n. 3,6 GWh.

Vuonna 2015 Satakunnassa käsiteltiin enemmän puhdistamolietettä kuin tuotettiin. Maakunnan suuret biokaasulaitokset ottivat lietettä vastaan myös naapurimaakuntien puolelta. Kuvassa 4 esitetään lietteiden lopullisia hyödyntämistapoja maakunnittain. Satakunnassa käsiteltiin kaikista maakunnista neljänneksi eniten lietettä. Liete käytettiin pääosin maataloudessa ja teollisuuden läjitysalueiden maisemoinnissa.

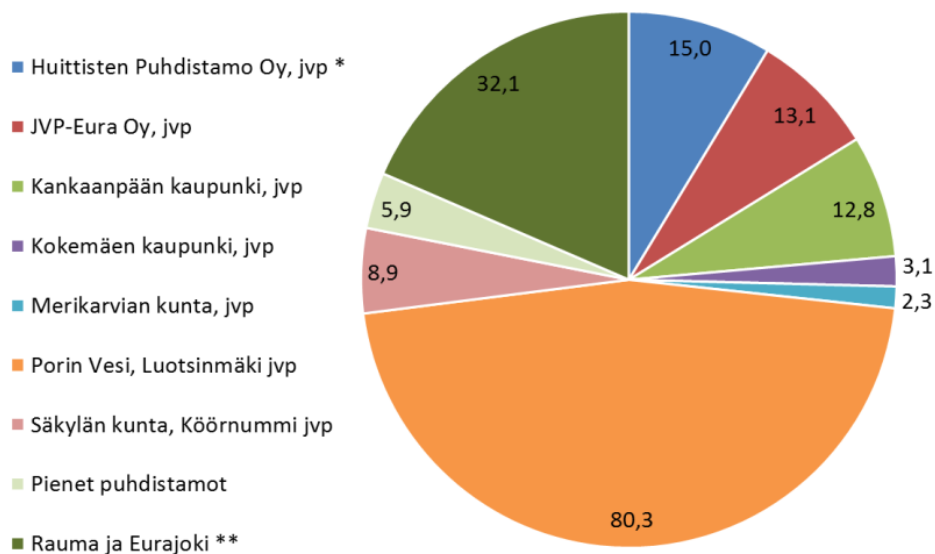


Kuva 4. Hyötykäyttötapojen alueelliset osuudet käsiteltyjen lietemäärien perusteella vuonna 2015 (ELY-keskusten alueiden mukaan). Esitetyt määrät eivät kuvaa ELY-alueella syntyvää lietemäärää, vaan sen alueella sijaitsevien käsittelylaitosten käsittelemiä määriä, ja laitoksilta hyötykäyttöön lähtevien tuotteiden käyttökohteiden osuuksia. Tästä syystä esimerkiksi Satakunnassa käsitellyt lietemäärät ovat suuret, koska Satakunnassa on useita biokaasulaitoksia.<sup>1</sup>

Tilanne on kuitenkin vuodesta 2015 muuttunut merkittävästi ja vuonna 2018 ainakin Gasum Oy:n Honkajoen biokaasulaitos on lakannut ottamasta vastaan puhdistamolietettä. Puhdistamolietettä käsittelevä Hallavaaran biokaasulaitos Säkylässä on ilmoittanut lopettavansa toimintansa vuoden 2018 lopussa. Vuoden 2019 alussa Satakunnassa on enää yksi puhdistamolietettä vastaanottavaa biokaasulaitos, Gasum Oy:n Huittisten laitos. Envor Group Oy on rakentamassa Poriin puhdistamolietettä käsittelevän biokaasulaitoksen, mutta sen on tarkoitus käsitellä ainakin aluksi vain Porin Luotsinmäen jätevedenpuhdistamon lietteet. Laitos käynnistyy aikaisintaan vuoden 2020 alussa. Laitokselle haetaan ympäristölupaa, joka sallii käsitellä syötettä 30 000 tonnia vuodessa ja laajennusosan myötä 50 000 tonnia vuodessa. Rakennusluvassa ja laitoksen suunnitelmissa varaudutaan toisen reaktorin rakentamiseen, mikä mahdollistaisi kaiken Satakunnassa syntyvän puhdistamolietteen käsittelyn.

Satakunnan kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden läpi kulkee n. 141 tonnia fosforia vuodessa (Vahti-tietokannan tieto vuodelta 2016). Kun määrään lisätään arvio Rauman metsäteollisuuden puhdistamon käsittelemän yhdyskuntajäteveden sisältämästä fosforista, yhteismääräksi saadaan n. 173 tonnia vuodessa. Tämä fosforimäärä riittäisi lannoittamaan lähes 20 % viljanviljelyyn käytetystä peltopinta-alasta Satakunnassa. Satakuntalaisten jätevedenpuhdistamojen fosforikuormitukset on esitetty kuvassa 5. Satakuntalaiset yli 60 000 m<sup>3</sup> jätevettä vuosittain käsittelevät jätevedenpuhdistamot on esitetty kartalla kuvassa 6.

Tulevan jäteveden sisältämä fosfori (tn) satakuntalaisilla puhdistamoilla



Kuva 5. Satakuntalaisille puhdistamoille saapuneet vuosittaiset fosforimäärät ja niiden osuudet kokonaismäärästä (173 tonnia/vuosi) vuonna 2016. Pienet puhdistamot: Honkajoki, Jämijärvi, Karvia, Pomarkku, Lavia, Ahlainen, Reposari, Satakunnan vankilat ja Olkiluoto. \* Huittisten Puhdistamo Oy:n vastaanottama jätevesimäärä on oleellisesti lisääntynyt vuosien 2017 ja 2018 aikana, kun puhdistamolle johdetaan jätevesiä myös Punkalaitumelta ja Sastamalasta. Vuoden 2018 jälkeen kuorman arvioidaan olevan kaksinkertainen vuoteen 2016 nähden. \*\* Rauman ja Eurajoen yhdyskuntajätevedet johdetaan UPM:n puhdistamolle, jossa ne käsitellään yhdessä metsäteollisuuden jätevesien kanssa. Rauman ja Eurajoen tiedot ovat vuodelta 2007.<sup>3</sup>

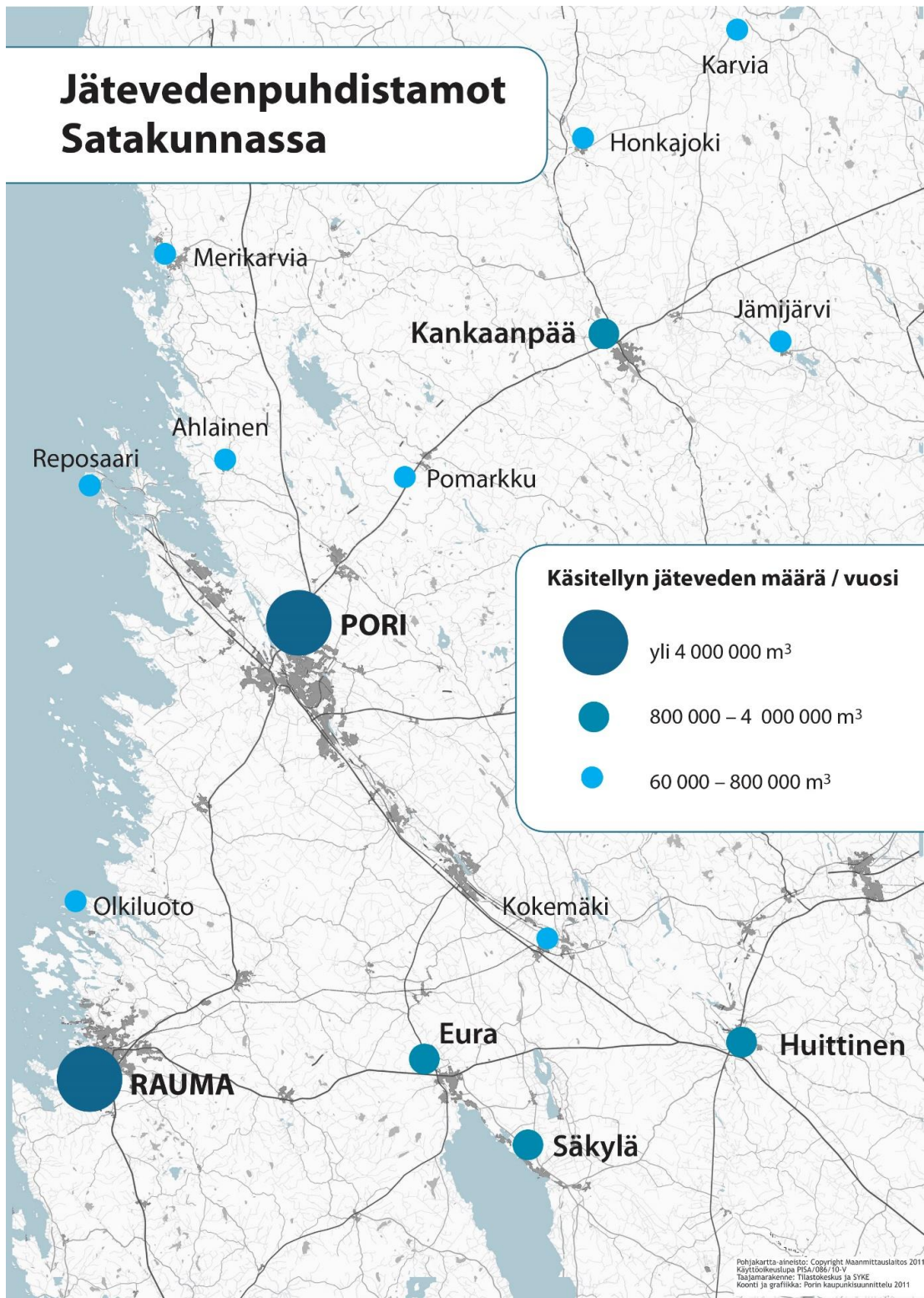
Puhdistamoiden fosforikuormat ovat melko suoraan suhteessa niiden käsittelemiin jätevesimääriin. Suurimman laitoksen, eli Porin Luotsinmäen jätevedenpuhdistamon kautta kulkee yli 80 tonnia fosforia vuodessa. Seuraavaksi suurimpia kunnallisia laitoksia fosforin käsittelymäärillä mitattuna ovat Huittisten Puhdistamo Oy, JVP-Eura Oy, Kankaanpään kaupungin jätevedenpuhdistamo ja Säskylän kunnan jätevedenpuhdistamo. Rauman ja Eurajoen yhdyskuntajätevedet menevät UPM:n yksityiselle jätevedenpuhdistamolle, jonka käsittelemän lietteen kokonaisfosforimäärästä ei ole tarkkaa tietoa.

Satakuntalaiset puhdistamolietteet hyödynnetään vuonna 2018 pääosin biokaasun tuotannossa. Rauman ja Eurajoen jätevesilietteet kuivataan ja poltetaan Rauman Biovoima Oy:n toimesta. Taulukkoon 1 on koottu Satakunnan suurimpien jätevedenpuhdistamojen tiedot heidän lietteidensä jatkokäsittelystä ja suunnitelmista tulevaisuudessa

Taulukko 1. Suurimpien satakuntalaisten jätevedenpuhdistamojen lietteiden jatkokäsittely vuonna 2018 ja jatkosuunnitelmat.

<b>Puhdistamo</b>	<b>Mihin liete menee vuonna 2018?</b>	<b>Mihin jatkossa?</b>
Huittisten Puhdistamo Oy	Hallavaaran biokaasulaitokselle, vuodenvaihteen jälkeen Forssan biokaasulaitokselle	Sopimuksen päätyttyä kilpailutetaan Hilmassa
JVP-Eura Oy	Bioliete, eli yhdyskuntaliete menee Gasum Oy:lle Kuituliete, eli paperiteollisuuden liete menee polttoon Sastamalaan	Gasum sopimus voimassa syksyyn 2019, jonka jälkeen kilpailutetaan. Pelkona hinnan tuplaantuminen. Kiinnostusta kehittää lietteiden hyötykäyttöä.
Kankaanpään kaupunki	Lietteet ovat aiemmin menneet Gasumin Honkajoen laitokselle. Vuoden 2018 alusta ne on viety Gasumin Huittisten laitokselle	Sopimuksen päätyttyä kilpailutetaan.
Porin vesi, Luotsinmäki	Kuljetetaan Envor Oy:n Forssan biokaasulaitokselle	Jätevedenpuhdistamon yhteyteen valmistuvalle biokaasulaitokselle 2020 alkaen
UPM:n jätevedenpuhdistamo, Rauma	Rauman biovoima Oy:lle kuivaukseen ja polttoon, tuhka hyödynnetään Sampaananlahden täyttöprojektissa	Lietteen poltto ei ole välttämättä ensisijainen hyödyntämistapa, joten alan kehitys kiinnostaa.

Satakuntalaisten puhdistamolietteiden sisältämän fosforin taloudelliseksi arvoksi voidaan arvioida n. 300 000 €. Mikäli jäteveden mukana puhdistamolle tuleva typpi saataisiin myös täysimääräisesti hyötykäyttöön, olisi n. miljoonan tonnin typpi kuorma lannoitteena reilun miljoonan euron arvoinen. Fosfori sitoutuu lähes täydellisesti lietteeseen, joten sen saattaminen hyötykäyttöön on helpompaa kuin typen, joka jää helposti nestejakeeseen tai haihtuu osittain prosessoinnin aikana.



Kuva 6. Yli 60 000 m<sup>3</sup> jätevettä vuodessa käsittelevät jätevedenpuhdistamot Satakunnassa vuonna 2018 kokoluokittain.



## 2.2. Kierrätysravinteet ja niiden käyttö

Kierrätyslannoitteiden markkinaosuus vuonna 2018 on Biolaitosyhdistyksen toiminnanjohtajan Juha Pirkkamaan mukaan arviolta 30 %, jos myös lanta lasketaan mukaan. Ilman lantaa luku on 5-10 %. Potentiaalia markkinaosuuden kasvulle on olemassa.

Kierrätysravinteet voidaan käyttökelpoisuutensa perusteella jaotella kolmeen luokkaan: luomulannoitteiksi, puhdistamolietevapaiksi kierrätyslannoitteiksi ja puhdistamolietepohjaisiksi kierrätyslannoitteiksi.

**Luomulannoitteita** syntyy biokaasulaitoksista, joiden syötteen ovat kaikki luomukelpoisia. Luomuhyväksynnän saaneet lannoitevalmisteet kelpaavat kaikkeen viljelyyn. Kysyntää tuotteille on ja viljelijät ovat valmiita maksamaan niistä.

**Puhdistamolietevapaita kierrätyslannoitteita** syntyy biokaasulaitoksissa, joiden syötteinä ei ole yhdyskuntajätevesilietettä, mutta saattaa olla joitain muita komponentteja, joiden vuoksi ne eivät ole saaneet tai hakeneet luomustatusta. Tällaisia ainesosia voivat olla esim. geenimanipuloitu soija tai maissi. Puhdistamolietevapaat kierrätyslannoitevalmisteet kelpaavat kaikkeen muuhun, paitsi luomuviljelyyn.

**Puhdistamolietepohjaisiksi kierrätyslannoitteiksi** luokitellaan kaikki sellaiset lannoitevalmisteet, joiden raaka-aineena on ollut yhdyskuntajätevesilietettä, vaikka liete olisikin vain yksi syöte muiden joukossa. Näiden lannoitteiden käyttö maataloudessa on lainsäädännössä rajoitettu viljelymaalle, jolla kasvatetaan viljaa, sokerijuurikasta, öljykasveja tai sellaisia kasveja, joita ei yleensä käytetä ihmisen ravinnoksi tuoreena tai syömällä maanalainen osa (esim. tärkkelysperuna) tai eläinten rehuksi. Markkinat ovat ryhtyneet rajoittamaan puhdistamolietepohjaisten kierrätyslannoitteiden käyttöä myös esim. viljakasvien viljelyssä.

Luonnonvarakeskuksen 2017 tekemän kyselyn mukaan kierrätyslannoitevalmisteita tuottavista laitoksista jopa 73 % käsittelee puhdistamolietettä. Puhdistamoliete on siten yleisin syöte näillä laitoksilla. Seuraavaksi yleisin on erilliskerätty biojäte, jota käsittelee 46 % vastanneista laitoksista.<sup>4</sup> Taulukossa 2 on listattu biokaasulaitosten käyttämiä syötettä ja niiden yleisyyttä kyselyyn vastanneiden kierrätyslannoitevalmistajien keskuudessa.

Taulukko 2. Kierrätyslannoitevalmisteiden raaka-ainevirtoja ja niitä käsittelevien laitosten osuuksia Suomessa.<sup>4</sup>

Raaka-aine	Raaka-ainetta käsittelevä osuus kyselyyn vastanneista
Jätevesiliete yhdyskunnista	73 %
Jätevesiliete teollisuudesta	31 %
Erilliskerätty biojäte	46 %
Kauppojen biojäte (sis. eläinperäisiä elintarvikkeita)	31 %
Luokan 2 eläinperäinen sivutuote, muu kuin lanta	12 %
Luokan 3 eläinperäinen sivutuote	31 %
Muut elintarviketeollisuuden sivuvirrat	31 %
Rasvakaivoliete	38 %
Metsäteollisuuden sivuvirrat	19 %
Tuotantoeläinten lanta	38 %
Peltobiomassat	8 %
Vesistökuunnostusbiomassat (ruoppaus- ja niittomassat)	4 %
Muu	12 %

Luonnonvarakeskuksen julkaisu "Opas kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille" <sup>4</sup> kokoaa kyselyn tulokset ja kertoo niiden kautta kierrätyslannoitevalmistuksen nykytilan Suomessa. Oppaassa kuvataan myös prosessointiteknikat ja niiden käyttöasteet, teknologioihin liittyvää lainsäädäntöä sekä kierrätyslannoitteiden lannoitus- ja maanparannusvaikutukset. Opas on erinomainen työkalu orgaanisten lannoitevalmisteiden tuotantoa suunnitteleville, sillä siinä kuvataan myös lupa- ja valvontaprosessit sekä kerrotaan tuoteturvallisuudesta ja sen varmistamisesta.

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira vastaa lannoitetuotteiden hyväksynnästä ja ylläpitää lannoitevalmisteiden tyyppinimiluetteloa. Taulukossa 3 on lueteltu kaikki hyväksytyt tyyppinimet puhdistamolietteitä sisältäville lannoitevalmisteille. Biokaasulaitokset tuottavat pääasiassa mädätysjäännöstä, joka jatkokäsittelyä voi olla maanparannus- tai tuorekompostia tai kuivaraetta.

Taulukko 3. Tyyppinimet puhdistamolietteitä sisältäville lannoitevalmisteille<sup>1</sup>

Luokka	Ryhmä	Koodi	Tyyppinimi
3 Maanparannusaineet	3A2 Orgaaniset maanparannusaineet	3A21	Maanparannuskomposti
		3A23	Tuorekomposti
		3A25	Kuivarae tai -jauhe
		3A26	Hapotettu ja stabiloitu puhdistamoliete
		3A27	Maanparannuslahote
		3A29	Vanhennettu puhdistamoliete
	3A5 Maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet	3A51	Kalkkistabiloitu puhdistamoliete
		3A52	Mädätysjäännös
		3A53	Lahotettu puhdistamoliete
		3A57	Kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete
5 Kasvualustat	5A2 Seosmullat	5A22	Kompostimulta

Tärkeimmät kasvien tarvitsemat ravinteet ovat typpi ja fosfori. Näiden lisäksi kasvit tarvitsevat myös muita ravinne- ja hivenaineita. Viljelykasvien ravinnetarpeet ovat yksilöllisiä. Kierrätyslannoitteiden ravinnesisältö määräytyy yleensä käsittelyprosessiin syötetyn orgaanisen jätteen ravinnesisällön perusteella. Kierrätyslannoitteissa ravinnesisältöä ei ole yhtä helppoa säädellä kuin epäorgaanisissa mineraalilannoitteissa. Orgaanisten kierrätyslannoitteiden myötä maahan saadaan kuitenkin myös maan kasvukuntoa ja ravinteiden pidätyskykyä parantavaa orgaanista ainesta.

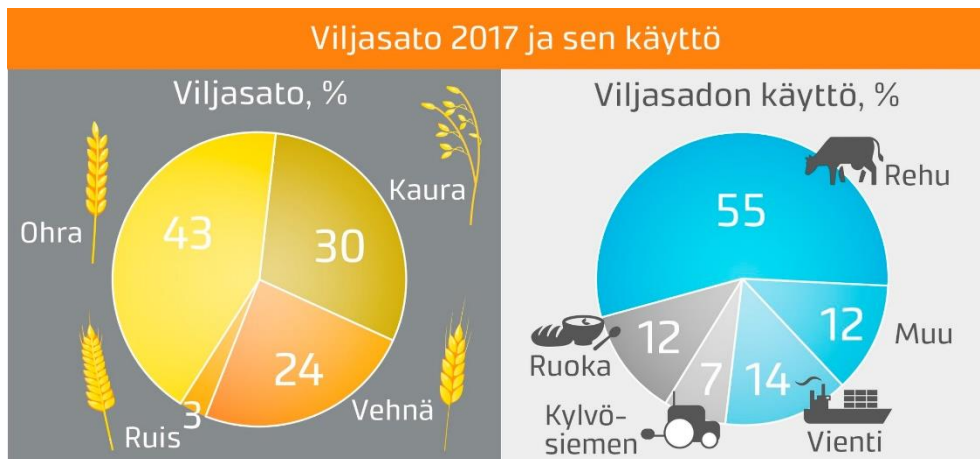
Maataloustukiin kuuluva ympäristökorvausjärjestelmä asettaa viljelykasvikohtaisia rajoituksia fosforilannoituksen määrään. Nitraattiasetus puolestaan rajoittaa sallitun typpilannoituksen määrää. Kierrätyslannoitteissa typpi/fosfori suhde ei useinkaan ole optimaalinen kasvien tarvitsemiin ravinnemääriin nähden. Jos typpeä on paljon, jää fosforilannoitus helposti vajaaksi ja päinvastoin. Tästä syystä kierrätyslannoitteet tarvitsevat usein tuekseen lisälannoitusta perinteisillä mineraalilannoitteilla. Puhdistamolietepohjaiset kierrätyslannoitteet soveltuvat pääosin pitkäkestoiseksi fosforilannoitukseksi ja kaipaavat tuekseen liukoisen typen lisäystä mineraalilannoitteena.

ProAgria on tuottanut hyvän oppaan "Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa" <sup>5</sup> Tästä oppaasta löytyy tietoa puhdistamolietteiden lannoitusvaikutuksista, laadunvalvonnasta ja lainsäädännöstä.

### 2.3. Viljan viljely Suomessa ja Satakunnassa

Puhdistamolietepohjaista kierrätyslannoitetta voidaan lainsäädännön mukaan käyttää esimerkiksi viljan viljelyssä. Viljan lisäksi sitä voidaan käyttää sokerijuurikkaan ja tärkkelysperunan sekä öljykasvien viljelyssä. Tässä raportissa keskitytään tarkastelemaan viljan viljelyä, sillä se on selkeästi tärkein käyttökohte ja eniten ongelmia aiheuttanut markkinaehtoinen käyttökielto on lähtöisin viljan ostajilta.

Syksyn 2017 viljasato Suomessa oli n. 3,4 miljardia kiloa. Siitä käytettiin kotimaassa n. kolme miljardia kiloa. Ulkomaille vietiin lähinnä kauraa. Pääosa, eli noin kaksi miljardia kiloa Suomen viljasadosta, tuotettiin eläinrehuksi.<sup>6</sup>



Kuva 7. Suomen vuoden 2017 viljasadon (3,4 milj. tonnia) jakautuminen eri viljalajeihin ja käyttökohteisiin.<sup>6</sup>

Satakunnassa tuotettiin viljaa vuonna 2016 n. 360 000 tonnia.<sup>7</sup> Satakunnan viljasadon jakautuminen eri viljalajikkeisiin on samansuuntainen kuvan 7. valtakunnallisen jakautumisen kanssa. Pelto pinta-alaa oli viljan viljelykäytössä n. 87 000 hehtaaria, mikä vastaa n. 60 % kaikesta maatalouskäytössä olevasta peltopinta-alasta Satakunnassa.

Peltojen viljavuusluokka määrittelee sallitun fosforilannoituksen määrän. Eniten satakuntalaisia peltoja on Eurofinsin tilaston mukaan fosfori-luokassa tyydyttävä, mikä tarkoittaa fosforin lannoitusmäärää 10 kg/ha/vuosi. Karkeasti voi siis arvioida (olettamalla kaikelle viljanviljelysmaalle ko. viljavuusluokkaa vastaavan lannoitustarpeen) Satakunnan viljanviljelyn fosforilannoituksen tarpeeksi n. 870 tonnia/vuosi. Satakuntalaisten puhdistamolietteiden sisältämä fosforimäärä 173 tonnia/vuosi vastaa n. 20 % tästä tarpeesta.

Eteläisessä Satakunnassa on selvästi enemmän peltoalaa viljan viljelyssä kuin pohjoisessa Satakunnassa. Huittinen, Kokemäki, Eura ja Säkyä muodostavat keskittymän, joka kattaa yli 40 % koko Satakunnan viljan viljelymaasta. Pohjoisen Satakunnan kunnissa Merikarvialla, Siikaisissa, Kankaanpäässä, Honkajoella, Karviassa ja Jämijärvellä sijaitsee vain 20 % koko maakunnan viljanviljelymaasta. Taulukkoon 4 on koottu viljan viljelyyn käytetty peltopinta-ala kunnittain Satakunnassa vuonna 2016.

Taulukko 4. Viljan viljelykäytössä oleva peltopinta-ala Satakunnassa kunnittain vuonna 2016.<sup>7</sup>

Kunta	Pelto pinta-ala viljan viljelyssä (ha)
Huittinen	14 611
Eura	9 736
Pori	9 666
Kokemäki	7 341
Eurajoki	5 957
Rauma	5 432
Kankaanpää	4 929
Säkylä	4 820
Nakkila	4 376
Ulvila	3 990
Honkajoki	3 710
Karvia	3 220
Jämijärvi	3 020
Harjavalta	1 651
Siikainen	1 407
Merikarvia	1 360
Pomarkku	1 201
Yhteensä	86 428

### 3. Puhdistamolietteiden ravinteiden käyttöön liittyvät ongelmat

Puhdistamolietteiden lannoitekäyttöön liittyvät riskit ovat erilaisia, riippuen siitä, kenen näkökulmasta asiaa katsotaan. Kuluttaja on huolissaan ruuan laadusta. Suomessa lainsäädäntö lähtee siitä, että ruuan pitää olla kuluttajalle turvallista. Lainsäädännön velvoitteet täyttävän tuotteen tulisi siis lähtökohtaisesti olla turvallinen. Myös puhdistamolietteiden maatalouskäyttöä säädellään lainsäädännöllä, jolla pyritään huolehtimaan ruuan turvallisuudesta. Kuluttaja tuottaa myös jättevettä, jonka käsittely maksaa sitä enemmän, mitä enemmän sitä joudutaan puhdistusprosessissa ja sen jälkeen käsittelemään. Kuluttajalle ehkä suurin riski liittyy jätevesimaksujen korotuspaineesiin, silloin kun siirrytään lainsäädäntöä tiukempiin käsittelyvaatimuksiin.

Elintarviketeollisuudelle, joka käyttää tuotteissaan puhdistamolietepohjaisella kierrätysravinteella viljeltyjä raaka-aineita, aiheutuu imagoriski, mikäli erilaisten huhujen perusteella syntyy kohu vaikkapa sosiaalisessa mediassa. Imagoriski liittyy pääasiassa elintarviketurvallisuuden hallintaan. Some-kohu voi rapauttaa elintarviketuottajan maineen, jos tuottaja ei kykene uskottavasti osoittamaan puhdistamolietepohjaisilla lannoitteilla viljeltyä raaka-ainetta turvalliseksi.

Viljelijöille puhdistamolietepohjaisen kierrätyslannoitteen käytöstä aiheutuu riski siitä, ettei sato mene kaupaksi ostajatahojen varovaisuuden vuoksi. Toinen riski liittyy maaperään: puhdistamolietepohjaisen kierrätyslannoitteiden haitta-aineista ja niiden vaikutuksista maaperään ei tiedetä vielä riittävästi, jotta viljelijä voisi olla varma siitä, ettei puhdistamolietepohjaisista lannoitetuotteista pitkäaikaisessa käytössä

aiheudu haittaa maaperälle. On myös riski siitä, että myöhemmin paljastuu jokin sellainen haitta, jota tämän päivän lainsäädännössä ei ole osattu ottaa huomioon ja jonka seurauksena lainsäädäntöä muutetaan. Jos lainsäädäntömuutoksessa asetetaan uusia karensseja takautuvasti puhdistamolietepohjaisia ravinteita käyttäneille pelloille, voi viljelijälle aiheutua odottamattomia vaikeuksia.

Tässä kappaleessa kuvataan lainsäädännön ja markkinoiden aiheuttamia rajoitteita puhdistamolietepohjaisten kierrätyslannoitteiden käytölle vuonna 2018, sekä tarkastellaan olemassa olevaa tutkimustietoa puhdistamolietteiden sisältämistä haitta-aineista ja niiden päätyemisestä kierrätyslannoitetuotteisiin.

### 3.1. Lainsäädännölliset rajoitteet

Nykyinen lannoitelainsäädäntö perustuu lannoitevalmisteiden tyyppinimiluetteloon, jota Evira ylläpitää. Lannoitevalmisteiden on vastattava kansallista tai EY-asetuksen mukaista tyyppinimeä. Tyyppinimi sisältää tiedot valmistusmenetelmästä, sallituista raaka-aineista ja tuoteselosteessa ilmoitettavista tiedoista. Tuotteella on oltava tuoteseloste, jossa kerrotaan lannoitteen tyyppi ja kauppanimi, ominaisuudet, käyttö ja käytön rajoitteet, koostumus sekä valmistaja ja maahantuojia.

Ainoastaan käsiteltyä jätevesilietettä saa käyttää lannoitevalmisteena. Liette voidaan käsitellä esimerkiksi kompostoimalla, mädättämällä tai kalkkistabiloimalla. Hyväksytyt käsittelytavat löytyvät tyyppinimiluettelon ryhmistä 3A2 ja 3A5 (taulukko 2). Orgaanisten lannoitevalmisteiden markkinoille saattaminen edellyttää laitoshyväksynnän saamista. Hyväksyntä on haettava ennen lietteen luovuttamista tai myymistä lannoitevalmisteeksi.<sup>8</sup>

Jätevesilietettä saa käyttää ainoastaan sellaisella viljelymaalla, jossa kasvatetaan esimerkiksi viljaa, sokerijuurikasta, öljykasveja tai muita sellaisia kasveja, joita ei käytetä ravinnoiksi tuoreena, syömällä maanalainen osa tai eläinten rehuksi. Nurmelle lietettä saa levittää perustettaessa nurmi suojaviljan kanssa ja multaamalla liete. Puhdistamolietteiden käytön varoaika on viisi vuotta. Tänä aikana pellolla ei saa viljellä muita kuin edellä mainittuja tuotteita. Puhdistamolietepohjaisia tuotteita voi käyttää ainoastaan pelto- ja puutarhakäytössä, viherrakentamisessa sekä maisemoinnissa.<sup>8</sup> Käyttökohteet on määritelty varsin rajallisiksi ja esimerkiksi metsälannoitus on rajattu käyttökohteiden ulkopuolelle. Puhdistamolietteiden hyötykäyttö estyy, jos tiukkarajaisesti määriteltyjen käyttökohteiden edustajat kieltäytyvät hyödyntämästä niitä.

Mikäli puhdistamolietteitä sisältävä mädätysjäätös käsitellään jollain muulla tavoin kuin kompostoimalla tai rakeistamalla, täytyy uudelle lannoitevalmisteelle hakea uutta tyyppinimeä. Uusia tyyppinimiä haetaan Evirasta. Tyyppinimen hyväksyntä edellyttää, että tuotteella on osoitettavissa selvä kasvien kasvua tai kasvuolosuhteita parantava vaikutus, ja tuote pystytään analysoimaan hyväksytyillä menetelmillä. Uuden tyyppinimen hakuprosessi on vaativa, eikä se houkuttele kierrätyslannoitetuotteiden tuotekehitykseen.

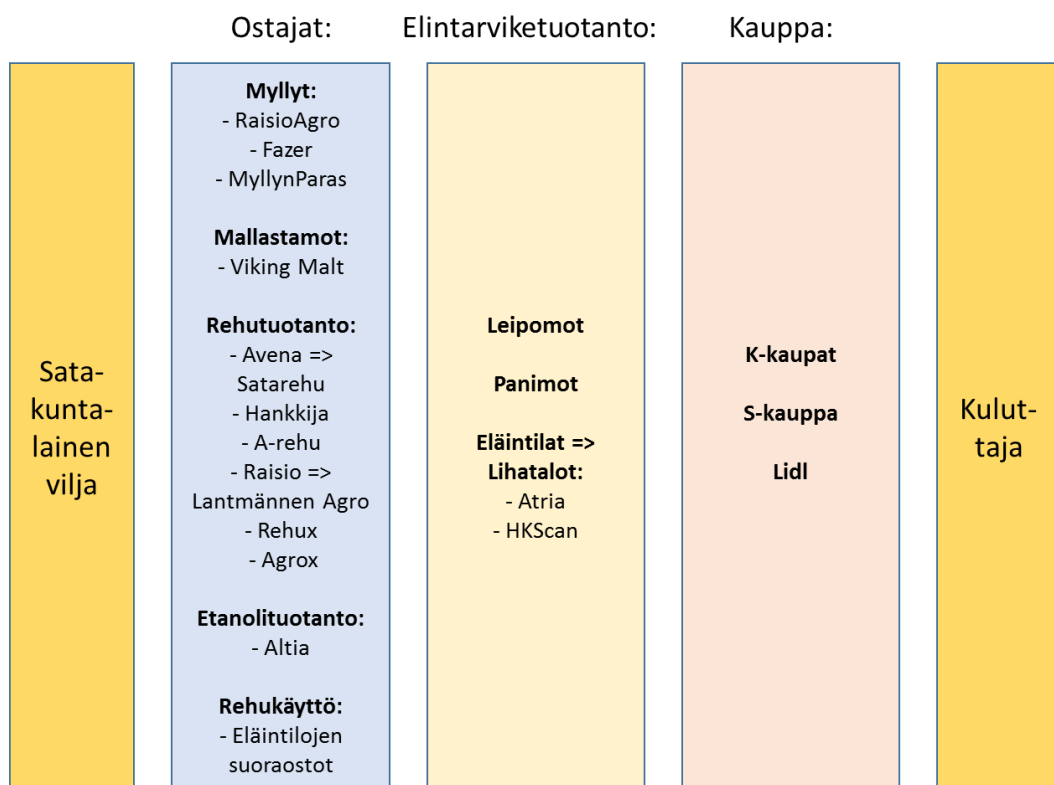
Lannoitelainsäädäntö uusiutuu lähivuosina, sillä EU:lta on tulossa uusi lannoitevalmistedirektiivi. Direktiivin valmistuttua Suomen lannoitelainsäädäntö tullaan yhtenäistämään EU-lainsäädännön kanssa. Direktiivi on tuomassa merkittäviä muutoksia nykyiseen lannoitevalmisteasetukseen. Tyyppinimet tulevat poistumaan ja valmisteita tarkastellaan tuoteluokittain. Vaatimukset tulevat tiukentumaan ja valvonta muuttumaan. Uudet lannoitevalmisteet tulee edelleen validoida lannoitekäyttöön soveltuviksi.

### 3.2. Markkinaehtoinen ongelma

Puhdistamolietteistä valmistettujen kierrätyslannoitetuotteiden maatalouskäytölle alkoi muodostua ongelmia vuoden 2017 aikana kun Viking Malt ja Fazer myllyt ryhtyivät rajoittamaan niiden käyttöä ostamansa viljan viljelyssä. Viljelysopimukseen kirjatut puhdistamolietepohjaisten lannoitteiden käyttökiellot levisivät muutamassa vuodessa muihinkin myllyihin ja lopulta myös rehuviljan ostosopimukseen. Vaikka puhdistamolietteiden käyttökieltovaatimuksen toteutumista on vaikea valvoa, se on imagonhallinnan vuoksi tärkeä elintarviketeollisuudelle.

Puhdistamolietepohjaisten kierrätyslannoitteiden käyttökieltoa perustellaan asiakkaiden vaatimuksilla ja sillä, ettei lietepohjaisten lannoitteiden mahdollisista haitoista ole riittävästi tietoa. Esimerkiksi näin perustelee yksi viljan ostaja puhdistamolietepohjaisten ravinteiden käyttökieltoa: "Ei kukaan halua syödä omalla paskallaan tuotettua ruokaa.". Ratkaisevaa tuntuu siis olevan mielikuva, joka asiakkaalle syntyy ruuasta ja sen tuotantotavasta. Suomalaiselle elintarviketeollisuudelle ruuan puhtaus on erittäin tärkeää. Se on kilpailuvaltti. Mielikuva jätteesilietteen käytöstä osana ruokaketjua uhkaa vakavasti mielikuvaa ruuan puhtaudesta.

Kuvassa 8 on esitetty viljan kulkuvaiheita satakuntalaiselta pellolta kuluttajalle. Kuva on suurpiirteinen, eikä välttämättä sisällä kaikkia vaiheita ja sivuvirtakuvauksia, mutta antaa käsityksen siitä, kuinka monien välivaiheiden kautta vilja kulkee, ennenkuin se tavoittaa kuluttajan. Käytännössä kuluttajan on vaikea, jollei mahdoton tietää millaista lannoitetta viljan viljelyssä on käytetty. Yleensä puhdistamolietepohjaisen kierrätyslannoitteen käyttökiellon asettaa viljan ostajat. Elintarviketuotannossa, kuten leipomoissa ei välttämättä ole enää tietoa käytetyistä lannoitteista, kaupassa vielä vähemmän.



Kuva 8. Satakuntalaisen viljan kulkuvaiheita viljelijältä kuluttajalle.

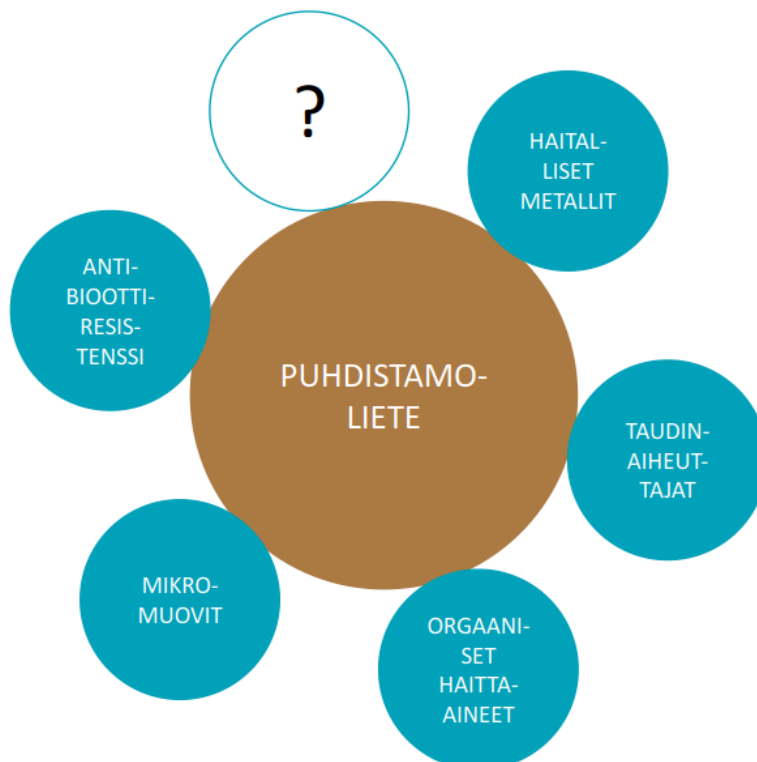
Vilja-alan yhteistyöryhmän VYR ry:n tuottamassa ”Puitavien peltokasvien hyvät tuotanto- ja varastointitavat” – oppaassa suositellaan huomioimaan lainsäädännön vaatimusten lisäksi viljan ostajien ehdot puhdistamolietteen käytölle. Käytännössä lähes jokaisella ostajalla on kieltö puhdistamolietepohjaisen ravinteen käytölle. Kiellon asettamiseen on olemassa yhteisön paine. Kielto ei maksa viljan ostajalle mitään, mutta se voi tuoda imagoetua suhteessa muihin alan toimijoihin, jos vain osalla on kieltö käytössä.

Jotta viljan ostajat voisivat hyväksyä puhdistamolietepohjaisen kierrätyslannoitteen käytön, tulisi kuluttajien hyväksyä se ensin. Tämä edellyttäisi tiedon lisäämistä niin kuluttajille kuin muillekin elintarviketuotannon ja kaupan alan toimijoille.

### 3.3. Puhdistamolietteiden sisältämät haitta-aineet

Puhdistamolieteteisiin päätyy erilaisia haitta-aineita, kuten raskasmetalleja, taudinaiheuttaja-bakteereja, lääkejäämiä ja muita orgaanisia haitta-aineita sekä mikromuovia. Kuvassa 9 on havainnollistettu puhdistamolietteiden sisältämiä haitta-aineita. Kysymysmerkki on lisätty kuvaamaan mahdollista tulevaisuutta. Emme siis vielä voi tietää tulemmeko tulevaisuudessa löytämään lietteistä vielä joitain muitakin haitta-aineita.

Haitallisten orgaanisten yhdisteiden osalta lietteille tai niistä jalostetuille orgaanisille lannoitevalmisteille ei vielä ole asetettu ohje- tai raja-arvoja.<sup>10</sup> Sen sijaan taudinaiheuttajille ja raskasmetalleille on määritelty raja-arvot.



Kuva 9. Puhdistamolietteen sisältämät haitta-aineet.<sup>9</sup>

Raskasmetallien esiintymiseen jätevesilieteteissä on kiinnitetty huomiota jo pidempään ja teollisuuden toimenpiteillä niiden pitoisuudet on saatu laskemaan merkittävästi. Raskasmetalleja ei nykyään enää pidetä suurena ongelmana, sillä niiden pitoisuudet jäävät selvästi alle niille asetettujen raja-arvojen.

Mahdollisten taudinaiheuttajabakteerien, kuten salmonellan ja E.colin poistamiseksi liete on ennen lannoitekäyttöä hygienisoitava. Biokaasuprosessin yhteydessä liete hygienisoidaan käyttämällä korotettua lämpötilaa, jolla taudinaiheuttajat tuhoetaan.

Puhdistamolieteteiden sisältämiä orgaanisia haitta-aineita on alettu Suomessa tutkia vasta 2000-luvulla ja niiden osalta tutkimus on edelleen käynnissä. Osa orgaanisista haitta-aineista sitoutuu jäteveden puhdistusprosessissa lietteeseen ja osa jää puhdistettuun veteen. Lietteeseen sitoutuneista orgaanisista haitta-aineista osa puolestaan hajoaa biokaasuprosessissa tai jälkikompostoinnissa, mutta osa on pysyvämpiä. Ongelmaksi nämä orgaaniset haitta-aineet voivat muodostua silloin, kun niiden hajoaminen kierrätyslannoitetuotteen valmistusprosessissa on vähäistä ja niillä on taipumusta kertyä ympäristöön ja eliöihin.<sup>11</sup> Suhteellisen pysyviksi haitta-aineiksi on tunnistettu mm. PBDE, PFAS, triklosaani ja ftalaatit.<sup>12</sup>

Vasta ihan viime aikoina on alettu puhua lietteiden mahdollisesti sisältämistä mikromuoveista. Mikromuoveja on vaikea analysoida lietteestä, eikä niiden vaikutuksista maaperään tiedetä vielä kovinkaan paljoa. Myös puhdistamolieteteiden sisältämien antibioottijäämien mahdollisesti synnyttämästä antibioottiresistenssistä ei ole tutkimustietoa. Lannan sisältämät antibioottiresistenttigenit eivät ole Suomen peltomaissa pysyviä.<sup>13</sup>

EU:n vesipuidedirektiiviin on listattu ns. vaaralliseksi luokitellut prioriteettiaineet, jotka voivat aiheuttaa vaaraa tai ympäristön pilaantumista. Näiden yhdisteiden päästöt ja huuhtoumat tulee lopettaa asteittain vuoteen 2021 mennessä. POP-yhdisteet ("Persistent Organic Pollutants") ovat puolestaan erityinen ryhmä pysyviä ja kaukokulkeutuvia orgaanisia yhdisteitä, jotka hajoavat ympäristössä erittäin hitaasti. Ne kertyvät eliöihin, rikastuvat ravintoketjussa ja ovat eliöille myrkyllisiä.<sup>11</sup> Näiden aineiden pitoisuuksia suomalaisissa jätevesissä on tutkittu useissa eri hankkeissa mm. Envieno Ky:n<sup>14</sup>, Suomen ympäristökeskuksen<sup>11,12</sup> ja Vesilaitosyhdistyksen<sup>13</sup> toimesta. Monen haitalliseksi tunnistetun aineen käyttö on kielletty tai sitä on rajoitettu. Näiden pitoisuuksissa puhdistamolieteteissä on havaittu selvää laskua, mutta täysin ne eivät ole lietteistä poistuneet, sillä niitä voi kulkeutua Suomeen maista, joissa niiden käyttöä ei ole kielletty.

Yhä suurempi osuus kunnallisten puhdistamoiden haitta-ainekuormituksesta muodostuu kotitalouksien päästöistä.<sup>11</sup> Orgaanisia haitta-aineita päätyy jätevesiin esimerkiksi pyykinpesun, kosmetiikan ja lääkkeidenkäytön seurauksena. Tekstiilejä käsitellään nykyään erilaisilla pintakäsittelyaineilla, kuten palonestoaineilla ja vettä hylkivillä aineilla, joista irtoaa kemiallisia yhdisteitä pyykinpesun yhteydessä. Kosmetiikka sisältää monenlaisia kemiallisia yhdisteitä ja myös mikromuovia. Lääkeaineita kulkeutuu jätevesiin joko ihmisen elimistön kautta tai huuhtoutumalla suoraan. Ihmisen elimistössä lääkeaineet usein pilkkoutuvat, jolloin niiden aiheuttama haittavaikutus on pienempi kuin suoraan viemäriin joutuvien lääkeaineiden. Antibioottijäämät saattavat synnyttää antibioottiresistentejä mikrobikantoja jätevesiin. Myös hulevesien mukana viemäriin päätyy erilaisia haitta-aineita.

Pelkät haitta-aineiden pitoisuudet jätevesilieteteissä eivät vielä kerro aineiden aiheuttamista riskeistä ihmisille ja eläimille. Luonnonvarakeskuksen hallinnoimissa Lieri- ja PProduct-hankkeissa on tutkittu lietteiden sisältämien haitallisten yhdisteiden ja lääkejäämien pitoisuuksia, niiden mahdollista siirtymistä ruokaketjuun sekä vaikutuksia ympäristöön. Arvioitujen riskien puhdistamolietepohjaisten lannoitteiden käytössä ovat suurimmat maaperän pieneliöille. Ihmisille aiheutuvat riskit kasvien syömisestä, maa-aineksen syömisestä (esim. pikkulapset) ja pohjavesien juomisesta arvioitiin vähäisiksi.<sup>13, 15</sup>



## 4. Keinoja puhdistamolietepohjaisten kierrätysravinteiden käyttöön liittyvien esteiden poistamiseen

Puhdistamolietteiden käytön mahdollistaminen osana biokaasulaitosten syötteitä turvaisi laitoksille taloudellisen kannattavuuden ja siten edistäisi myös kierrätyslannoitteiden käytön taloudellista houkuttelevuutta. Kierrätyslannoitteiden on kuitenkin oltava turvallisia ja luotettavia. Tähän kappaleeseen on kerätty erilaisia mahdollisuuksia edistää puhdistamolietepohjaisten kierrätyslannoitteiden hyödynnettävyyttä ja luotettavuutta.

### 4.1. Laatujärjestelmä kierrätysravinteita tuottaville laitoksille

Suomessa ei vielä ole laatujärjestelmää tai laatumerkkiä kierrätysraaka-aineista valmistetuille lannoitevalmisteille, mutta sellainen on valmistilla. Laatujärjestelmän ja laatumerkin on tarkoitus olla työkalu lannoitevalmisteiden käyttäjille, tuottajille ja viranomaisille. Laatujärjestelmän tavoitteena on parantaa kierrätyslannoitetuotteiden luotettavuutta ja lisätä niiden tunnettuutta. Vastaavanlainen laatujärjestelmä on jo käytössä esim. Ruotsissa ja Saksassa. Laatujärjestelmää kehittävät kolme toimialajärjestöä, Biolaitosyhdistys, Vesilaitosyhdistys ja Biokaasuyhdistys, yhteistyössä kierrätyslannoitevalmisteita tuottavien yritysten, tutkimuslaitosten ja viranomaisten kanssa.

Laatujärjestelmää valmistellaan hankkeessa, jonka on määrä päättyä vuoden 2019 lopulla. Vuoden 2018 aikana määritellään kierrätyslannoitteille laatukriteerit ja vuoden 2019 aikana rakennetaan organisaatio hallinnoimaan järjestelmää. Vuosina 2018 ja 2019 toteutettavan kehittämishankkeen päärahoittaja on Ympäristöministeriö. Järjestelmän on tarkoitus käynnistyä vuoden 2020 alussa ja sen laadintaan osallistetaan mahdollisimman paljon asiantuntijatahoja kuten Ympäristöministeriö, Maa- ja metsätalousministeriö, Luonnonvarakeskus, Suomen Ympäristökeskus, Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, MTK, ProAgria ja Viherympäristöliitto. Laatujärjestelmän laadinnassa otetaan huomioon myös valmisteilla oleva EU:n lannoitevalmistedirektiivi.

Laatujärjestelmä tulee velvoittamaan lannoitevalmistajia tärkeiksi tai haitallisiksi arvioitujen aineiden säännölliseen seurantaan, vaikka esimerkiksi lääkeainejäämien analysointi on tällä hetkellä varsin kallista. Järjestelmän lannoitetuottajalle aiheuttamat kustannukset pyritään silti pitämään kohtuullisella tasolla. On kuitenkin odotettavissa, että laatujärjestelmän ylläpidon aiheuttamat kustannukset siirtyvät kierrätyslannoitetuotteiden hintaan. Laatumerkin saaneiden kierrätyslannoitetuotteiden tiedetään täyttävän lainsäädäntöä tiukemmat laatuvaatimukset ja siten antavan turvaa niin lannoitteen käyttäjälle kuin satoa hyödyntävälle elintarviketeollisuudellekin esimerkiksi huhuihin perustuvia some-kohuja vastaan.

Kierrätyslannoitteiden laatujärjestelmä-hanke on avannut nettisivun [www.laatulannoite.fi](http://www.laatulannoite.fi). Sivustolta voi seurata laatujärjestelmä-hankkeen etenemistä ja tulevaisuudessa myös etsiä tietoa kierrätyslannoitteista.

### 4.2. Kierrätyslannoitetietouden lisääminen ja tuotteiden brändäys

Kierrätyslannoitteista, niiden ominaisuuksista ja käyttöturvallisuudesta tarvitaan lisää tietoa koko elintarvikkeiden jalostusketjussa. Ennakkoluulot ovat suuria, kun tietämys on vähäistä. Elintarviketuottajille tulisi tuottaa tietopaketti, jossa kerrotaan kierrätysravinteiden käytön hyödyistä ja haitoista alkutuotannossa sekä vaikutuksista elintarvikkeiden laatuun, hintaan ja ekologiseen jalanjälkeen.

Kierrätysravintetuotteista voidaan luoda mielikuvaa joko jätteinä tai sitten ekologisina uusiolannoitteina. Elintarvikkeista, joiden tuottamisessa on käytetty kierrätyslannoitteita tulisi luoda ekologinen brändi sitä

arvostavalle kuluttajasegmentille. Kuluttajissa on kasvava joukko vastuullisesti tuotettuja ja ekologisia tuotteita etsiviä, joille kierrätysravinteilla tuotettu ruoka voisi olla ykkösvalinta. Näiden kuluttajien pitäisi löytää kierrätysravinteiden avulla tuotetut elintarvikkeet helposti kaupasta. Heille pitäisi myös tuottaa tietoa kierrätyslannoitteiden käytön hyödyistä. Negatiivisen mielikuvan uhkaa voi parhaiten torjua luomalla päinvastaista mielikuvaa. Mielikuvan on kuitenkin perustuttava tutkittuun tietoon ja oltava totuudenmukainen.

### 4.3. Lietteen jatko-prosessointi

Käsittelemätöntä puhdistamolietettä ei saa käyttää maataloudessa. Hyväksytyjä käsittelymenetelmiä ovat mädättäminen, kompostoiminen tai kemiallinen stabilointi. Jokaisella näistä on vaikutuksia lietteen ominaisuuksiin. Tässä raportissa keskitytään biokaasulaitoksissa tapahtuvaan mädätykseen ja mädätteen mahdollisiin jatkokäsittelyihin. Kuvassa 10 on esitetty prosessikaaviona erilaisia käsittelytapoja biokaasureaktorista ulostulevalle mädätteelle. Monesti kustannustehokkain tapa hyödyntää mädätteen ravinteet, on käyttää tuote sellaisenaan maanparannusaineena.

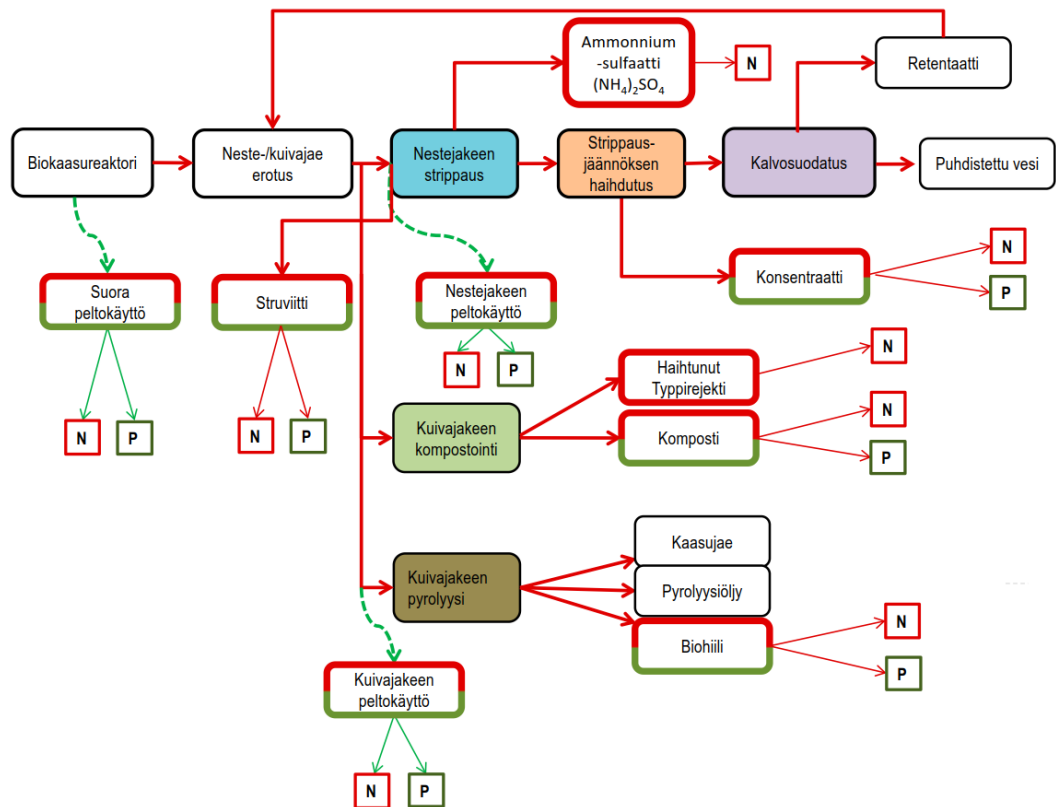
Mädätteen jatkokäsittelyillä pyritään yleensä väkevöimään lannoitetuotetta, jotta turhan veden kuljetuksilta vältytään tai toisaalta kierrätyslannoitetuote pyritään saattamaan helpommin säilytettävään ja levitettävään muotoon. Viime aikoina on käyty keskustelua myös jatko-prosessointimenetelmien roolista haitta-ainepitoisuuksien vähentämisessä. Mädätyksessä orgaaninen jäte hajoaa anaerobisen eli hapettoman mikrobitoiminnan ansiosta. Samalla hajoaa osa lietteen sisältämistä orgaanisista haitta-aineista. Mädätteen jatkokäsittelyillä voidaan vaikuttaa jäljelle jääneisiin haitta-aineisiin. Jokainen jatkokäsittely vaikuttaa siis tuotteen ominaisuuksien lisäksi myös haitta-ainepitoisuuksiin joko alentavasti haitta-aineen hajoamisprosessin myötä tai kohottavasti muun kiintoaineen hajotessa ja vähentyessä suhteessa haitta-aineeseen.

Yleisin mädätteen jatkokäsittely on neste- ja kuivajakeen erottaminen separoimalla. Separoinnissa fosfori jää pääosin kuivajakeeseen ja suurin osa tyyppistä siirtyy nestejakeeseen. Kuivajake voidaan käyttää sellaisenaan fosforilannoitteena ja nesteestä eli rejektivedestä voidaan jalostaa typpilannoitetta. Puhdistamolietteiden sisältämät orgaaniset haitta-aineet jäävät yleensä kuivajakeeseen. Kuivajake voidaan jatkokäsitellä esim. kompostoimalla. Kompostointi on hapellinen mikrobiprosessi, jossa myös osa orgaanisista haitta-aineista hajoaa muun orgaanisen aineen mukana. Lietekompostia käytetään yleensä kompostimullan valmistuksessa.

Nestejake voidaan väkevöidä typpilannoitteeksi esimerkiksi strippaamalla, haihduuttamalla tai kalvosuodatuksella. Strippausprosessissa ammoniumtyppi erotetaan ammoniakkihöyryn ja rikkihappopesun kautta ammoniumsulfaatiksi. Tässä kemiallisessa prosessissa rejektivedeen mahdollisesti jääneet haitta-aineet eivät siirry typpilannoitteeseen.

Mädätteen kuivajake voidaan myös polttaa, mikäli sille ei löydy muuta hyödyntämistapaa. Poltossa menetetään kuitenkin typpi ja orgaaninen aines, eikä fosforin saaminen tuhkasta takaisin ravinnekiertoon ole välttämättä yksinkertaista. Polttaminen vaatii myös lietteen esikuivaamista, mikä kuluttaa energiaa enemmän kuin varsinainen poltto tuottaa. Jos puhdistamoliete päättyy lopulta polttoon, on kyseenalaista kannattaako lietettä ylipäätään mädättää ensin biokaasuntuotannossa. Lietteen ohjaaminen suoraan jätevedenpuhdistamolta polttolaitokselle on todennäköisesti kustannustehokkaampaa. Polton tulisi olla vasta aivan viimeinen vaihtoehto, mikäli mitään keinoja mädätteen hyötykäytölle ei löydetä.

Puhdistamolietepohjaisten kierrätyslannoitteiden hyötykäyttömahdollisuuksia pyritään edistämään kehittämällä uusia prosessointimenetelmiä, joilla lietteiden mahdollisesti sisältämät haitta-aineet saataisiin hallintaan. Seuraavassa käydään lyhyesti läpi kehitys- ja pilotointivaiheessa olevia, puhdistamolietteille soveltuvia käsittelymenetelmiä, kuten pyrolyysi ja terminen kuivaus.

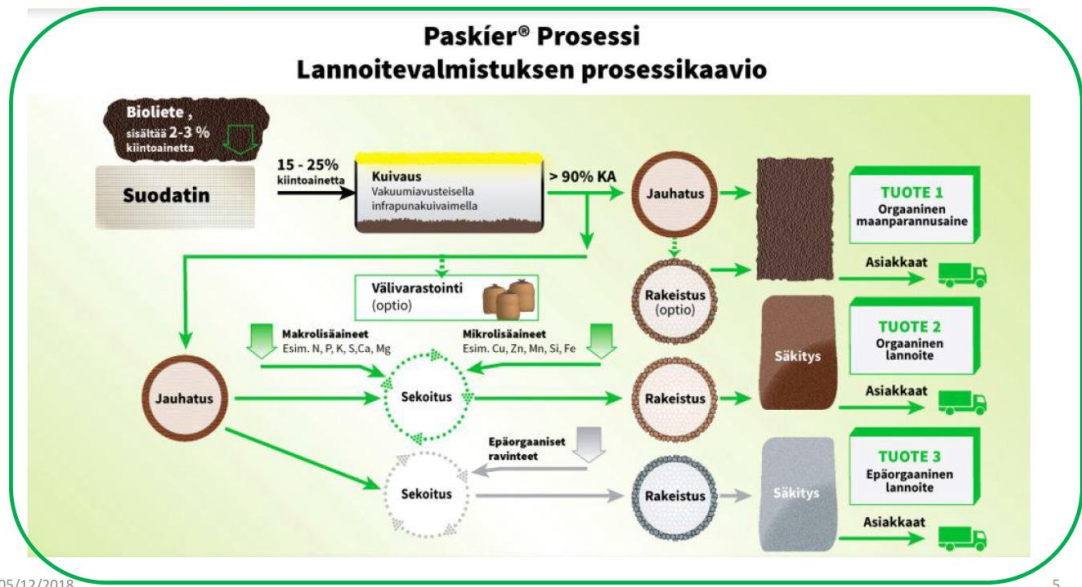


Kuva 10. Mädätteen tavanomaisimmat jatkokäsittelytavat prosessikaaviona.<sup>16</sup>

#### Uusia prosessointimenetelmiä

Kuivajakeen hiiltäminen eli pyrolyysi vaikuttaa lupaavimmalta kuivajakeen jatkokäsittelytavalta<sup>17</sup>. Se tapahtuu korkeassa lämpötilassa hapettomissa olosuhteissa. Pyrolyysi tuottaa biohiiltä. Pyrolyysissä suuri osa lietteen sisältämistä organisista haitta-aineista tuhoutuu. Pyrolyysi-prosessissa biohiileen syntyy kuitenkin PAH-yhdisteitä, jotka ovat myös orgaanisia haitta-aineita. Niiden hallinta vaatii teknologista osaamista. Puhdistamolietepohjaisesta mädätteestä valmistetulla biohiilellä ei ole vielä Eviran hyväksymää lannoitevalmisteen tyyppinimeä. Puhdistamoliete voidaan hiiltää joko suoraan jätevedenpuhdistamolla tai mädätyksen jälkeen biokaasulaitoksella. Menetelmää testataan tällä hetkellä esimerkiksi Gasum Oy:n Topinojan biokaasulaitoksella Turussa.

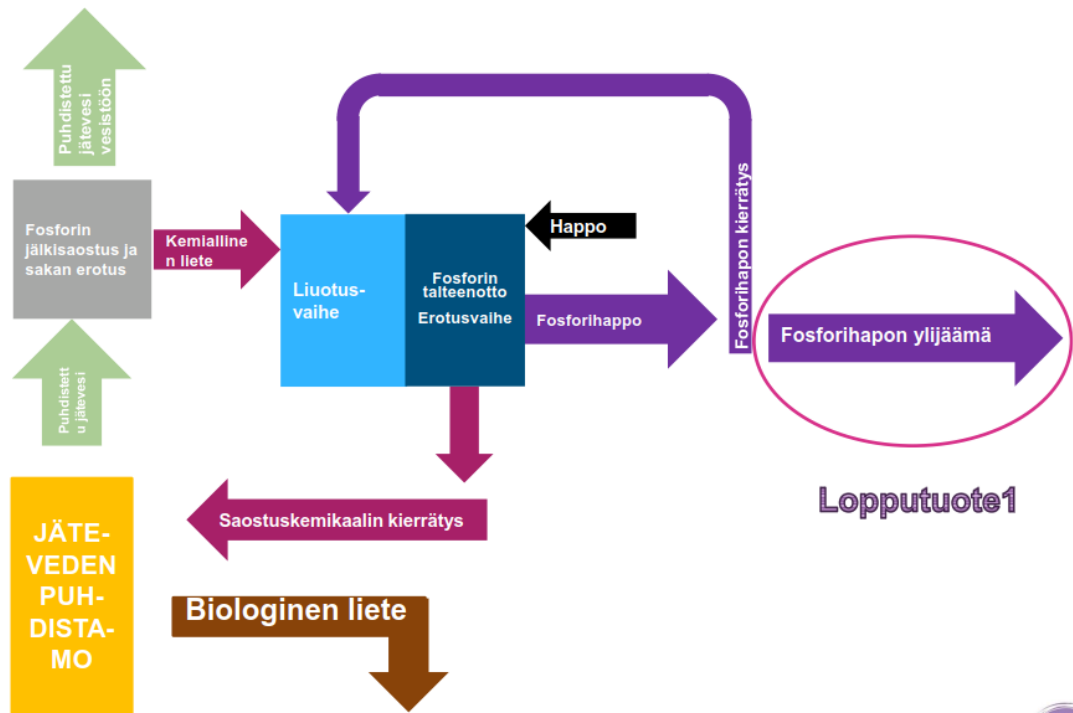
Puhdistamolietteelle on kehitetty myös tehokkaita kuivausmenetelmiä, joilla lietteet saadaan kuivattua yli 90 % kuiva-ainepitoisuuteen. SFTech Oy on rakentanut yhdessä Rakeistus Oy:n kanssa Ouluun demotehtaan, jossa se testaa lietteiden kuivausta kehittämällään ModHeat® teknologialla. Kuivattu liete rakeistetaan lannoitekäyttöön soveltuvaksi<sup>18</sup>. Puumalalainen Nanopar Oy on kehittänyt vakuumiavusteisen infrapunakuivausprosessin (Paskier®)<sup>19</sup>, jolla puhdistamolietteet voidaan kuivata energiatehokkaasti jauhemaiseksi ja edelleen rakeistaa. Ennen rakeistusta jauheeseen voidaan lisätä myös mineraalilannoitteita ja hivenravinteita, jolloin lannoitetuotteita voidaan räätälöidä eri viljelykasveille sopiviksi. Kuvassa 11 on esitetty lannoitevalmistuksen prosessikaavio Paskier® prosessissa. Kuivausprosessit soveltuvat myös mädätetyille lietteille, mutta puhdistamolietteiden kuivaus suoraan jätevedenpuhdistamoilla on kustannustehokkaampaa.



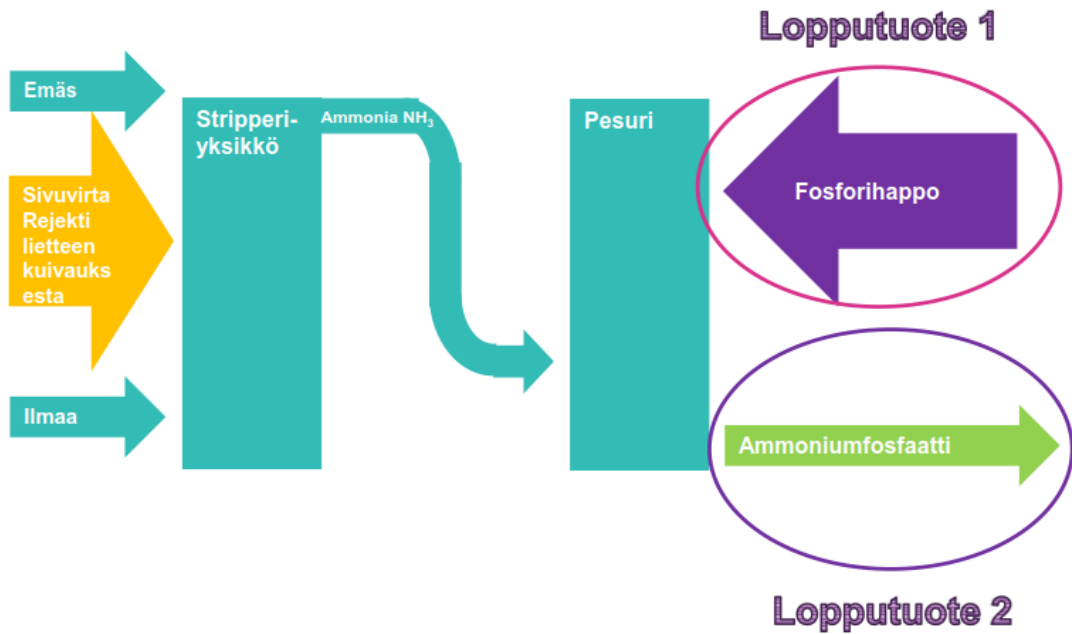
Kuva 11. Nanopar Oy:n kehittämään kuivausmenetelmään perustuva kierrätyslannoitteen valmistusprosessi.<sup>19</sup>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY testaa hallituksen kärkihankerahoituksella uudentyyppistä ravinteiden talteenottoa (RAVITA), joka perustuu biologiseen jäteveden puhdistukseen. Tässä prosessissa fosforin saostus tapahtuu vasta puhdistusprosessin loppupäässä. Näin on mahdollista saada fosfori erilleen orgaanisesta lietteestä.<sup>20</sup> Kuvassa 12 on esitetty testattava prosessi ja kuvassa 13 mahdollinen jatkoprosessi, jolla myös typpi saadaan talteen. Testattavan prosessin lopputuotteena saadaan fosforihappoa, josta voidaan jalostaa mineraalista fosforilannoitetta.

Ravinteiden talteenottoon typpipitoisesta rejektivedestä voidaan käyttää myös esimerkiksi levien kasvatusta. Levä sitoo veden ravinteita itseensä ja kasvatettua levää voidaan sitten käyttää vaikkapa lannoitteena viherrakentamisessa. Levän kasvatusta jätevedessä tutkitaan mm. Leväsieppari-hankkeessa. Puhdistamolietepohjaisen mädätteen kuivajaaetta voitaisiin käyttää esimerkiksi karpäsentoukkien kasvatukseen. Toukat syövät orgaanisen aineksen ravinteineen ja samalla niiden elimistö pilkkoo lietteen sisältämiä orgaanisia haitta-aineita. Toukat voidaan jauhaa esim. eläinten rehuksi tai lannoitevalmistukseksi.<sup>21</sup>



Kuva 12. HSY:n kehittämä yhdyskuntajätevesien sisältämän fosforin talteenotto prosessi. Prosessia testataan hallituksen kärkihankerahoituksella.<sup>20</sup>



Kuva 13. Kuvan 12 forforin talteenotto prosessiin soveltuva jatko prosessi, jossa rejktiveden sisältämä typpi prosessoidaan mukaan lopputuotteeseen.<sup>20</sup>

Suurimmat jätevesilietteiisiin kohdistuvat pelot liittyvät yleensä lietteiden sisältämien lääkejäämien haittavaikutuksiin. Lääkejäämien vähentämisessä voidaan käyttää monenlaisia menetelmiä. Tärkeintä olisi estää lääkeaineiden turha joutuminen viemäriin. Jätevesiin päätyy kuitenkin ihmisten syömien lääkkeiden jäänteitä, joiden poistaminen voi vaatia toimenpiteitä. Lääkeaineista osa sitoutuu puhdistusprosessissa lietteeseen ja osa jää puhdistettuun veteen. Vesilaitosyhdistys on selvittänyt haitta-aineiden poiston tehostamiseen käytettävissä olevia tekniikoita ja niiden taloudellisuutta vuonna 2016.<sup>22</sup> Jätevedenpuhdistamoiden tavoitteena on poistaa haitta-aineet puhdistetusta vedestä. Lietteen hyötykäytön kannalta ne tulisi poistaa myös lietteestä. Tähän soveltuvat sellaiset tekniikat, joissa orgaaniset haitta-aineet hajotetaan. Pilkkomiseen voidaan käyttää joko biologisia tai kemiallisia prosesseja tai esimerkiksi UV-säteilyä. Joitakin lääkejäämiä voitaisiin poistaa jo viemäriverkostossa pilkkomalla niitä entsyymien avulla kuten Ruotsissa Pharem Biotechin kehittämällä menetelmällä. Siinä kuluttajille suunnatulla, WC-pyttyyn kiinnitettävällä pCure-entsyymilähteellä saadaan pieni entsyymilisa jäteveteen jokaisella WC:n huuhtelukerralla. Entsyymit pilkkovat jätevedestä lääkeaineita koko sen ajan, kun jätevesi kulkee viemäriverkostossa.

Myös esimerkiksi otsonoinnin avulla voidaan poistaa lääkejäämiä jätevedestä ennen varsinaista puhdistusprosessia tai puhdistusprosessissa syntyvästä lietteestä. Otsonointi on kuitenkin runsaasti energiaa kuluttava prosessi, eikä sitä ainakaan toistaiseksi sovelleta suuressa mittakaavassa. Uusimpia kehittyneissä olevia tekniikoita lääkejäämien poistamiseen on mm. koronapurkaustekniikka, jossa haitta-aineita hapetetaan voimakkaiden sähköpurkausten synnyttämien happiradikaalien avulla. Koronapurkausmenetelmässä syntyy sivutuotteena jäännösotsonia, jota voitaisiin käyttää lietteen otsonointiin ja siten lääkejäämien hapettamiseen lietteestä. Wapulec Oy pilotoi kehittämänsä laitteiston käyttöä mm. Lappeenrannassa ja Kotkassa. Erilaisia menetelmiä lääkejäämien poistamiseen jätevesistä tutkitaan EPIC-hankkeessa.

Jokainen lietteen ja mädätteen jatkokäsittelymenetelmä maksaa ja tuo lisäkustannuksia käsittelystä vastaavalle taholle. Käytännössä tämä tarkoittaa joko lisää hintaa lannoitetuotteelle tai vastaavasti korkeampia jätevesimaksuja kuluttajalle. Monet jatkokäsittelyprosessit ovat myös varsin energiaintensiivisiä. Energian kulutuksen lisääntyminen lisää samalla myös prosessin aiheuttamia ympäristövaikutuksia lisäämällä kasvihuonekaasupäästöjä. Jätevesilietteiden ja niistä syntyvien mädätteen jatkokäsittelyillä saavutettavaa hyötyä tulisikin arvioida suhteessa käsittelyn aiheuttamiin kustannuksiin ja prosessoinnin ympäristövaikutuksiin.

#### 4.4. Viljakaupan uudistaminen

Viljakaupassa viljelijän neuvotteluasema on usein heikko, eikä viljelijä voi kyseenalaistaa ostajatahojen yhdessä sopimia rajoitteita puhdistamolietepohjaisen kierrätyslannoitteen käytölle. Saadakseen viljan kaupaksi, viljelijän on noudatettava ostajatahojen määrittelemiä käyttörajoituksia, vaikka ne joissakin tapauksissa tuntuisivat perusteettomilta. Neuvotteluasemansa parantamiseksi viljelijät ovat perustaneet osuuskuntia, joiden kautta viljaa myydään eteenpäin. Isommalla viljelijöiden yhteenliittymällä on paremmat mahdollisuudet neuvotella tasapuolisempia sopimusehtoja. Yksi tällainen osuuskunta on Viljatavastia.

Myös uudentyyppisten nettipohjaisten markkinapaikkojen yleistyminen voi vapauttaa viljan myyntiä suurten yhtiöiden yksipuolisista sopimusehdoista. Sähköisten markkinapaikkojen kautta viljelijät voivat löytää helpommin ostajan viljalleen. Huomiota voi kiinnittää enemmän myytävän viljan laatuun kuin käytettyyn lannoitetuotteeseen. Keväällä avattu sähköinen kauppapaikka viljatori.fi on yksi tällainen avoin viljanmyyntipaikka.

#### 4.5. Käyttö muussa kuin elintarviketuotannossa

Puhdistamolietepohjaisia lannoitteita voidaan käyttää myös muissa kohteissa kuin elintarviketuotannossa. Perinteisesti niitä on käytetty viherrakentamisessa kompostimullaksi jalostettuna. Puhdistamolietepelko on kuitenkin osin tarttunut myös viherrakentajiin, eikä taajama-alueilla kuten puistoissa enää välttämättä uskalleta käyttää puhdistamolietepohjaisia kasvualueita. Puhdistamolietteiden sisältämien ravinteiden määrä on myös melko suuri, mikä lisää ylilannoituksen riskiä. Kierrätysravinteiden hallitsematon käyttö voi aiheuttaa ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin.

Käyttö metsälannoitteena voisi olla yksi vaihtoehto rakeistetulle tai hiilleyille puhdistamolietepohjaiselle kierrätyslannoitteelle, mutta tällä hetkellä lainsäädäntö ei salli orgaanisten maanparannusaineiden käyttöä metsissä. Lietetuotteet lasketaan kuluvaiksi orgaanisten maanparannusaineiden ryhmään. Lannoitelainsäädännön uudistuksen yhteydessä metsälannoitusvaihtoehto on varmasti jälleen esillä ja sen vaikutuksia tulisi tarkastella kokonaisvaltaisesti.

Muita vaihtoehtoisia käyttökohteita voisivat olla esimerkiksi energiakasvien viljely tai taimien kasvatusta. Vaihtoehtoisista käyttökohteista ja niiden volyymeistä on tehty selvitys Lietteen hyödyntäminen ilman maatalouskäyttöä-hankkeessa.<sup>23</sup> Raportin on koontanut Pöyry Finland Oy Vesihuoltolaitosten kehittämisrahaston ja neljän puhdistamoyhtiön yhteisrahoituksella. Selvityksen rahoituksessa olivat mukana satakuntalaiset puhdistamot Huittisten Puhdistamo Oy ja JVP-Eura Oy.

#### 4.6. Lainsäädännön ja tukijärjestelmien muutokset

Maataloustukipolitiikkaa tulisi uudistaa siten, että se kannustaisi yksiselitteisesti kierrätysravinteiden käyttöön. Tämä parantaisi kierrätysravinteiden houkuttelevuutta viljelijöiden keskuudessa. Kierrätysravinteiden käytöstä on tehtävä viljelijälle helppoa ja turvallista. Tukien menettämisen pelko saattaa estää kierrätyslannoitteiden käytön.

Lainsäädännön on varmistettava lannoitetuotteiden turvallisuus. Lainsäädännössä tulisi määrittellä seurattavat haitalliset aineet ja niille selkeät raja-arvot. Haitta-aineita pitäisi voida lisätä listaan, jos myöhemmin löytyy uusia haitalliseksi osoittautuvia aineita uudistuvan kulutuksen myötä viemäriin päätyvistä aineista. Lainsäädännön tulisi myös ohjata yhteiskuntaa ehkäisemään haitallisten aineiden pääsyä viemäriin.

Puhdistamolietepohjaisten kierrätyslannoitteiden käyttömahdollisuuksien monipuolistaminen helpottaisi sopivan käyttökohteen löytymistä jokaiselle lannoitetuotteelle. Käyttöä esim. metsän lannoituksessa ei tulisi kieltää, ellei ole selvää perustetta käytön mahdollisesta haitallisuudesta.

### 5. Yhteenveto ja johtopäätökset

Puhdistamolietteitä syntyy paljon ja ne sisältävät runsaasti ravinteita, jotka tulisi saada hyötykäyttöön. Ravinteiden lisäksi puhdistamolietteet sisältävät orgaanista ainesta, jolla on maan kasvukuntoa parantavia ominaisuuksia. Puhdistamolietteissä on myös erilaisia haitta-aineita, joiden pitoisuuksia, käyttäytymistä ja riskejä on tutkittu viime vuosina useissa eri hankkeissa.

Puhdistamolietteiden ravinnekierrätys on vaikeutunut vuosien 2017-2018 aikana, kun markkinaehtoisia kieltoja puhdistamolietepohjaisten kierrätyslannoitteiden peltokäytölle on ilmaantunut lähes jokaisen viljanostajan sopimuksiin. Tämä on johtanut ongelmiin lietteitä vastaanottavilla biokaasulaitoksilla. Jos laitos ei saa sivutuotteena syntyvää ravinteikasta mädätysjännöstä eteenpäin, se ei voi toimia.

Vaihtoehtoisia käyttökohteita, joissa mädätteiden ravinteet saataisiin tehokkaasti hyötykäyttöön, on etsitty, mutta sellaisia ei ole riittävässä mittakaavassa löytynyt.

Ongelmaa voidaan lähestyä usealta eri taholta. Ennakkoluuloja puhdistamolietepohjaisia kierrätysravinteita kohtaan voidaan hälventää tutkimustietoa jakamalla ja ekologista kiertotalousmielikuvaa luomalla. Lannoitevalmisteiden tuotannossa haitta-ainepitoisuuksien analysointia ja lietteiden jatkoprosessointimenetelmiä kehittämällä voidaan varmistua siitä, ettei maaperään päädy terveys- tai ympäristöriskejä aiheuttavia aineita. Tässä kehityksessä täytyy kuitenkin muistaa kustannustehokkuus, sillä jokainen analyysi ja ylimääräinen prosessointivaihe lisää kustannuksia ja siten nostaa joko jätevesilietteen käsittelymaksua tai lannoitetuotteen hintaa.

Erilaisten käsittelytapojen vertailua tarvittaisiin, niin kustannusten, tuoteturvallisuuden kuin ympäristövaikutustenkin kannalta. Puhdistamolietteiden erilaisten käsittelyketjuvaihtoehtojen ekologisuutta tulisi arvioida ottamalla huomioon koko prosessin energiankulutus ja kuljetusten aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt. Ympäristövaikutuksia tulisi arvioida kokonaisuutena, jossa lietteen maatalouskäytön ympäristövaikutuksia voitaisiin verrata muiden käsittely- ja hyödyntämisvaihtoehtojen ympäristövaikutuksiin. Myös vertailututkimusta siitä, kuinka jätevesilietteitä hyödynnetään eri pohjoismaissa, kaivataan.

Markkinaehtoisen ongelman purkamista voisi lähestyä myös hyödyntämällä julkisia hankintoja. Kierrätysravinteiden käyttö voidaan asettaa kriteeriksi tai arviointiperusteeksi esimerkiksi joissakin elintarvikehankinnoissa tai viherrakentamisurakoissa. Julkisista hankinnoista vastaavat tahot tarvitsisivat tuekseen oppaan kierrätysravinteiden käytön huomioimiseen julkisten hankintojen kilpailutuksessa.

Satakuntalaisten jätevedenpuhdistamojen tuottamien lietteiden käsittely- ja hyötykäyttövaihtoehtoja tulisi selvittää, sillä merkittäviä muutoksia nykytilanteeseen tulee vastaan jo vuoden 2019 aikana. Ala elää merkittävässä epävarmuuden tilassa, kun varmaa tietoa lieteen vastaanottajasta tai lietteenkäsittelyn kustannuksista ei kovinkaan pitkälle tulevaisuuteen ole. Kaikki puhdistamot ovat samojen ongelmien edessä.

Maapallon louhittavissa olevat fosforivarannot hupenevat ja ravinnekiertoon tuotu fosfori olisi syytä pitää kierrossa mahdollisimman pitkään. Mineraalisten typpilannoitteiden valmistaminen kuluttaa runsaasti energiaa, joten kierrätyslannoitteeseen sidottu jätevesilietteen typpi olisi huomattavan energiatehokas ja ympäristöystävällinen lannoitevalmiste. Ravinnekiertojen mahdollisimman tehokas sulkeminen on edellytys kestäväälle ruuantuotannolle, eikä puhdistamolietteitä voida jättää kierron ulkopuolelle. On siis vain löydettävä ne tavat, joilla puhdistamolietteiden arvokkaat ainesosat saadaan mahdollisimman tehokkaasti hyötykäyttöön mahdollisimman vähäisillä haittavaikutuksilla.

## 6. Lähteet

1. Yhdyskuntalietteen käsittelyn ja hyödyntämisen nykytilannekatsaus, Vilpanen, Maija; Toivikko, Saijariina, Suomen Vesilaitosyhdistys ry, 2017
2. Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa – Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi Suomessa, Sanna Marttinen et al., Luonnonvarakeskus, 2017
3. Rauman kaupunki, Vesihuollon kehittämissuunnitelma, Airix ympäristö Oy, 2010
4. Opas kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille, Elina Tampio, Markku Vainio, Elina Virkkunen, Mikko Rahtola ja Sampsa Heinonen, Luonnonvarakeskus, 2018



5. Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa, Vesilaitosyhdistys 2013  
[https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas\\_kevat\\_2016s.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas_kevat_2016s.pdf)
6. <https://www.luke.fi/uutiset/vuoden-2017-viljasadosta-riitti-500-miljoonaa-kiloa-vientiin/> (viitattu 27.9.2018)
7. Biomassa-atlas, Luonnonvarakeskus: <https://biomassa-atlas.luke.fi/>
8. [www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/lannoitevalmisteet/kierratysravinteet/jatevesilietteet/](http://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/lannoitevalmisteet/kierratysravinteet/jatevesilietteet/) (viitattu 22.10.2018)
9. Ravinnekierätyksen ja lannoitekäytön kriteerit ja käyttökohteet, Niina Vieno, Jätevesilietteiden kiertotalous-työpaja 1.11.2018 Turussa:  
<https://www.youtube.com/watch?v=KVj9XuV6qK4&feature=youtu.be>
10. Haitta-aineet puhdistamo- ja hajalietteisissä, Niina Vieno, Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry, 2015
11. Orgaaniset haitta-aineet puhdistamolietteisissä, Ville Kasurinen, Päivi Munne, Jukka Mehtonen, Ayhan Türkmen, Timo Seppälä, Jaakko Mannio, Matti Verta ja Lauri Äystö, Suomen ympäristökeskus, 2014
12. Yhdyskuntajätevesilietteiden maatalouskäytön ja viherrakentamisen riskit, RUSSOA I-III loppuraportti, Päivi Fjäder, Suomen Ympäristökeskus, 2016
13. Puhdistamolietteiden sisältämien haitta-aineiden aiheuttamat riskit lannoitekäytössä, Niina Vieno, Laki ja vesi, esitys Vesihuoltopäivillä 24.5.2018  
[https://www.vvy.fi/site/assets/files/2081/04\\_vieno\\_niina\\_19052018.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/2081/04_vieno_niina_19052018.pdf) (viitattu 29.11.2018)
14. Haitalliset aineet jätevedenpuhdistamoilla- hankkeen loppuraportti, Nina Vieno, Envieno Ky, 2014
15. Puhdistamolietteiden sisältämien haitta-aineiden aiheuttamat riskit lannoitekäytössä, Niina Vieno, Minna Sarvi, Tapio Salo, Sari Rämö, Kari Ylivainio, Tarja Pitkänen ja Jaana Kusnetsov, Luonnonvarakeskus, 2018
16. Ravinnevisio - Selvitys Pirkanmaan puhdistamolietteiden ja biojätteiden ravinteista ja niiden potentiaalisesta käytöstä, Tiina Mönkäre, Viljami Kinnunen, Elina Tampio, Satu Ervasti, Eeva Lehtonen, Riitta Kettunen, Saija Rasi ja Jukka Rintala, Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2016
17. Hiiltoprosessi jätevesilietteen käsittelyssä, Christoph Gareis, HSY, esitys Biotalouspäivillä 2018
18. Demotehdas-konsepti: kuivauksella ja rakeistuksella tehoa kierrätyslannoitteiden valmistukseen, Virpi Leinonen ja Janne Anttila SFTec Oy, esitys Ravinteiden kierrätyksen tuloskiertueella 10.12.2018
19. Puhdistamolietteisistä ekologisia uusiolannoitteita, Jaakko Kunttonen, Nanopar Oy, esitys Ravinteiden kierrätyksen tuloskiertueella 10.12.2018
20. Ravinteiden talteenotto ja uudet lietteenkäsittelymenetelmät, Aino Kainulainen, HSY, esitys Biotalouspäivillä 20.9.2017
21. Hyönteisten kasvatus, Miika Tapio, Luonnonvarakeskus, esitys Biotalouspäivillä 20.9.2017
22. Teknis-taloudellinen tarkastelu jätevesien käsittelyn tehostamisesta Suomessa, Suomen Vesilaitosyhdistys ry, 2016
23. Lietteen hyödyntäminen ilman maatalouskäyttöä – hankkeen loppuraportti, Pöyry Finland Oy, 2018