



Luonnonvara- ja  
biotalouden  
tutkimus 37/2018

## Opas kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille

Elina Tampio, Markku Vainio, Elina Virkkunen, Mikko Rahtola ja  
Sampsa Heinonen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 37/2018

# Opas kierrätyslannoite- valmisteiden tuottajille

Elina Tampio, Markku Vainio, Elina Virkkunen, Mikko Rahtola ja Sampsa Heinonen

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2018

Lukua 5.2. on päivitetty 26.7.2018.  
Ruokaviraston linkit ja viittaukset päivitetty 29.5.2019



Tampio, E., Vainio, M., Virkkunen, E., Rahtola, M., Heinonen, S. Opas kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 37/2018. 73 s. Helsinki.

ISBN 978-952-326-605-6 (Painettu)

ISBN 978-952-326-606-3 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-606-3>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Elina Tampio, Markku Vainio, Elina Virkkunen, Mikko Rahtola ja Sampsa Heinonen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2018

Julkaisuvuosi: 2018

Kannen kuva: Ranskalaisen sikaosuuskunta Cooperl:n tuottamia kierrätyslannoitevalmistepusseja Lamballessa, Bretagnessa. Kuva: Anna Toppari / Luke

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>



# Tiivistelmä

Elina Tampio<sup>1</sup>, Markku Vainio<sup>1</sup>, Elina Virkkunen<sup>2</sup>, Mikko Rahtola<sup>3</sup> ja Sampsa Heinonen<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus, Tuotantojärjestelmät, Tietotie 2 C, 31600 Jokioinen, [etunimi.sukunimi@luke.fi](mailto:etunimi.sukunimi@luke.fi)

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus, Tuotantojärjestelmät, Kirkkoahontie 115 D, 87910 Linnantaus (Kajaani)

<sup>3</sup>Luonnonvarakeskus, Tuotantojärjestelmät, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

<sup>4</sup>Ruokavirasto, Mustialankatu 3, 00790 Helsinki

Tässä oppaassa käsitellään kierrätyslannoitevalmisteiden tuotantoa lähtien raaka-aineista ja prosessointitekniikoista aina toimintaa ohjaavaan lainsäädäntöön ja tuotteiden markkinointiin asti. Oppaan tavoitteena on ohjata kierrätyslannoitteiden tuottajat löytämään toiminnassa tarvittava tieto oikeista paikoista.

Oppaan teemat pohjautuvat vuonna 2017 kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille suunnattuun kyselyyn ja siitä esille nousseisiin kipupisteisiin. Kyselyyn osallistui 26 jätettä ja sivuvirtoja käsittelevää laitosta, joista noin puolet käsitteli yli 20 000 tonnia jätettä vuodessa. Laitosten pääprosessit olivat mädätys ja kompostointi esikäsitteilyineen. Tuotteita jatkojalostetaan monenlaisilla menetelmillä, jotka kehittyvät jatkuvasti. Oppaassa esitellään kolmen laitoksen toiminta esimerkkeinä erityyppisistä konsepteista.

Lanta on ravinteiden kierrätyksen kannalta keskeinen biomassa, joka käsittää noin 80 % kaikista Suomessa muodostuvista ravinnerikkaista biomassoista. Lannan sisältämä fosfori riittäisi koko maan peltojen lannoitukseen, mutta se on jakautunut epätasaisesti maan eri osiin. Sekä lannan että muiden biomassojen prosessointi ja ravinteiden erotus helpottavat ravinteiden käytettävyyttä ja logistiikkaa.

Kierrätyslannoitevalmisteet määritellään useimmiten maanparannusaineiksi. Niiden runsaan ravinnesisällön vuoksi levitysmäärät voivat kuitenkin lannoitevalmisteesta riippuen jäädä pieniksi ja maanparannusvaikutus suhteellisen vähäiseksi. Lannoitevalmisteet ovatkin ennen kaikkea fosforilannoitteita. Kierrätyslannoitevalmisteet sopivat myös luomutuotantoon, jos ne täyttävät luomulainsäädännön vaatimukset.

Lannoitevalmisteiden tuotantoa ohjataan sekä EU-tasoisella että kansallisella lainsäädännöllä, jotka antavat kierrätyslannoitevalmisteille minimivaatimukset. Ne turvaavat lannoitevalmisteiden ja elintarvikkeiden laadun ja edistävät kierrätysravinteiden käyttöä. Vaatimukset tulee täyttää myös haettaessa laitoshyväksyntää, mahdollista ympäristölupaa ja levitettäessä valmistetta käyttökohteeseen. Valmisteiden sisältämille raskasmetalleille ja taudinaiheuttajille on määritetty lainsäädännössä raja-arvot. Raskasmetallien pitoisuus on esimerkiksi jätevesilietteissä pienentynyt merkittävästi, mutta viime vuosina huomiota on kiinnitetty yhä enemmän sekä biomassojen että lannoitevalmisteiden sisältämiin lääkeaineisiin ja muihin orgaanisiin haitta-aineisiin, kuten mikromuoveihin. EU:n lannoitevalmistelainsäädäntö on uudistumassa vuosina 2018–2020, ja Suomessa lannoitevalmisteille suunnitellaan parhaillaan laatuja järjestelmää osana valtakunnallista jättesuunnitelmaa.

Kierrätyslannoitevalmisteet jaetaan lannoitevalmistetyyppeihin ja tyyppiniimiin, joihin valmisteet luokitellaan koostumuksen ja valmistustavan mukaan. Lannoitevalmisteiden koostumuksesta ja muista lainsäädännön vaatimusten täyttymisestä toimija vastaa itse osana omavalvontaa. Kyselyyn vastanneet toimijat pitivät lainsäädäntöä ja valvontaa enimmäkseen tarpeellisina ja viranomaisyhteistyötä hyvänä. Toisaalta osan mielestä omavalvonta on melko työlästä ja lainsäädäntö vaikeaselkoista. Kyselyyn vastanneet toimijat hankkivat alan tietoa useista eri lähteistä, mutta lisää mahdollisuuksia erityisesti työn ohessa tapahtuvaan koulutukseen toivottiin.

Oppaan tekijät kiittävät kaikkia toimijoille suunnattuun kyselyyn osallistuneita sekä tätä raporttia kommentoineita tahoja.

Asiasanat: kierrätyslannoitevalmiste, lannoitevalmiste, maanparannusaine, kierrätys, kiertotalous, biomassat

# Sisällys

<b>1. Oppaan rajaukset ja menetelmät .....</b>	<b>6</b>
1.1. Termistö .....	7
<b>2. Kierrätyslannoitevalmisteiden raaka-aineet .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Raaka-aineiden prosessoinnin ja lannoitevalmisteiden tuotantotekniikat .....</b>	<b>15</b>
3.1. Tekniikat.....	15
3.1.1. Esikäsittely.....	15
3.1.2. Prosessointi .....	16
3.1.3. Jatkojalostus.....	19
3.1.4. Kehitteillä olevat tekniikat .....	22
3.2. Teknologioihin liittyvää lainsäädäntöä .....	28
<b>4. Lannoitevaikutus .....</b>	<b>31</b>
4.1. Koostumus .....	31
4.2. Maanparannusvaikutus .....	33
<b>5. Lainsäädäntöä ja ohjeita toiminnan aloittamiseen.....</b>	<b>36</b>
5.1. Lannoitevalmistetyypit ja tyyppinimet .....	39
5.2. Luomulannoitteet .....	42
5.3. Valvonta .....	43
5.4. EU:n lannoitevalmistelainsäädännön uudistus.....	44
<b>6. Kierrätyslannoitevalmisteiden tuoteturvallisuus ja valmistuksen raja-arvot .....</b>	<b>48</b>
6.1. Tuoteturvallisuuden varmistaminen.....	48
6.1.1. Raskasmetallit ja taudinaiheuttajat .....	48
6.1.2. Orgaaniset haitta-aineet .....	50
6.1.3. Lääkeaineet .....	51
6.1.4. Mikromuovit.....	53
6.2. Laatujärjestelmät .....	54
6.2.1. Laatujärjestelmät Suomessa .....	54
6.2.2. Laatujärjestelmät ulkomailla.....	55
<b>7. Kierrätyslannoitevalmisteiden markkinointi .....</b>	<b>59</b>
7.1. Tuotteiden markkinat ja yhteistyö.....	59
<b>8. Tuotteiden varastointi, kuljetus ja levitys .....</b>	<b>61</b>
8.1. Lannoitevalmisteiden varastointi .....	61
8.1.1. Pakkaamattomien lannoitevalmisteiden varastointi maataloilla.....	61
8.1.2. Pakattujen lannoitevalmisteiden varastointi .....	62
8.2. Logistiikka.....	63
8.3. Levitystekniikat .....	64
8.4. Levitysmäärät.....	66
<b>9. Kierrätyslannoitevalmistealan koulutus .....</b>	<b>68</b>

## Esipuhe

Kädessänne on uusi opas kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille.

Ruoantuotannossa ja koko yhteiskunnassa on alkanut iso muutos fossiilisten raaka-aineiden aikakaudesta kohti bio- ja kiertotalouden aikaa. Tämä opas on tuotettu helpottamaan osaltaan tätä muutosta ja edistämään liiketoiminnan kasvua. Opas on tehty osana Maatalouden ravinteet hyötykäyttöön II-hanketta.

Oppaaseen on pyritty kokoamaan tarvittava tieto kierrätyslannoitevalmisteiden valmistuksesta kiinnostuneille. Tarjolla on esimerkkejä muun muassa erilaisten kierrätysraaka-aineiden ominaisuuksista sekä kooste tämänhetkisestä lainsäädännöstä ja tavallisimmista biomassojen käsittelymenetelmistä.

Opasta lukiessa on hyvä muistaa, että ala kehittyy vauhdilla, ja lainsäädäntö muuttuu. Ajantasaiset tiedot kannattaa tarkistaa ennen toimenpiteisiin ryhtymistä. Aivan kaikkiin kysymyksiin ei tässä oppaassa kyetty antamaan vastauksia. Yksi esimerkki kierrätyslannoitevalmisteiden haasteista on edelleen niiden hinnoittelu. Kivennäislannoitteiden hinnoittelu perustuu hyvin pitkälti ravinnepitoisuuksiin, mutta kierrätyslannoitevalmisteissa on usein mukana paljon muutakin, kuten maaperälle hyödyllisiä mikrobeja ja eloperäistä ainesta. Kierrätyslannoitevalmisteiden joukko on varsin heterogeeninen. Sen vuoksi olisikin tärkeää, että alalle saataisiin yhteisiä laatuksiteereitä lainsäädännön asettamien minimivaatimusten rinnalle ja lisää tutkimusta tuotteiden ominaisuuksista ostajan päätöstä helpottamaan.

Kierrätysravinteiden tarve kumpuaa fossiilisten raaka-aineiden hupenemisesta. Ravinteiden kierrätys ja kiertotalous ovat kuitenkin myös suuria mahdollisuuksia, joita ei kannata jättää käyttämättä. Suomesta löytyy runsaasti laadukkaita biomassoja, ajantasaista paikkatietoa, prosessiosaamista ja digitaalisen kehityksen tarjoamia mahdollisuuksia. Lisäksi meillä on välillä itsestäänselvytenä pitämämme vesivarat, joista kannattaa pitää huolta.

Jo nyt meillä on toista sataa alan yrittäjiä, mutta epäilemättä määrä tulee moninkertaistumaan lähivuosina. Kierrätyslannoitevalmisteiden esiinmarssi tarjoaa runsaasti uusia liiketoimintamahdollisuuksia, mutta asettaa samalla haasteita osaamiselle ja tuotteistamisen kehittämiseksi. Pelkkä merkintä kierrätysravinteista lannoitepakkauksessa ei takaa vielä markkinamenestystä, vaan tuotteen on oltava hinnaltaan kilpailukykyistä, tasalaatuista ja täytettävä sekä kasvien ravinnetarve että suomalaisen ruoantuotannon turvallisuus- ja laatuksiteerit. Kun tähän tavoitteeseen pääsemme, Suomi on hyvin matkalla kohti tavoitteena olevaa asemaa ravinteiden kierrätyksen mallimaana.

### Mikko Rahtola

Erityisasiantuntija

Luonnonvarakeskus



# 1. Oppaan rajaukset ja menetelmät

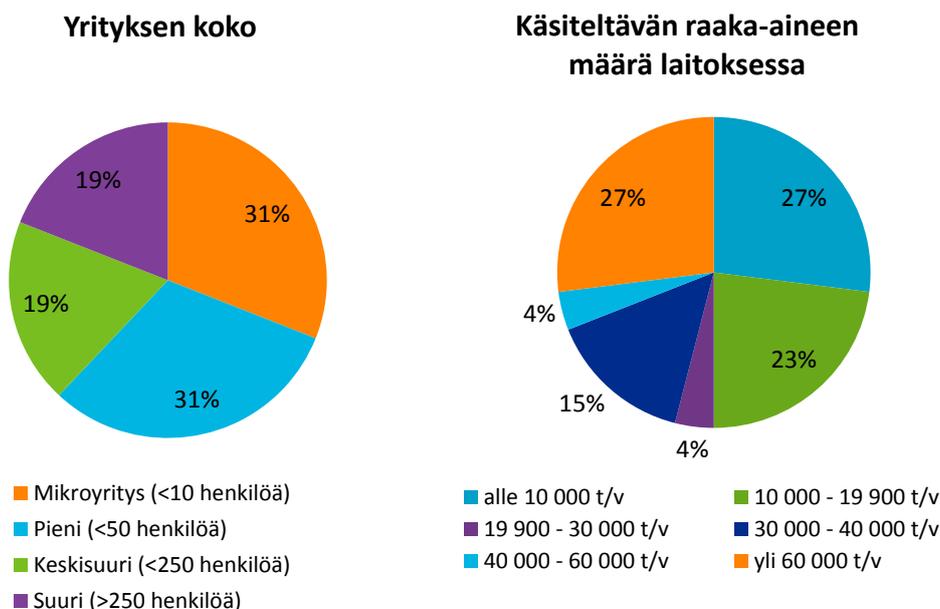
Tämä opas kertoo kierrätyslannoitevalmisteiden tuotannon nykytilasta, lähtien saatavilla olevista raaka-aineista ja tekniikoista aina tuotantoa ohjaavaan lainsäädäntöön asti. Opas keskittyy pääsääntöisesti orgaanisten kierrätyslannoitevalmisteiden tuotantoon, mutta huomioon on otettu myös joitakin epäorgaanisia kierrätyslannoitteita, kuten tuhkat. Oppaaseen on koottu tietoa ja linkkejä, joista alan toimijalle on hyötyä toiminnan suunnittelussa.

EU:n lannoitevalmistelainsäädäntö on uudistumassa vuosina 2018–2020, mikä tulee joiltain osin vaikuttamaan tässä oppaassa esitettyyn tietosisältöön. Lainsäädännön uudistusta on käsitelty tarkemmin luvussa 5.4. Lisäksi on huomioitava, että Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, Maaseutuvirasto Mavi ja osa Maanmittauslaitoksen tietotekniikan palvelukeskusta ovat yhdistymässä. Uusi virasto, Ruokavirasto, aloittaa toimintansa 1.1.2019.

Opas perustuu osittain marras-joulukuussa 2017 toteutettuun Webropol-kyselyyn, johon osallistui 26 kierrätysravinnevalmisteiden tuottajaa. Kysely lähetettiin kaikkiaan 65 jätteenkäsittelylaitokselle, jotka ottivat vastaan jätevesilietettä, erilliskerättyä biojätettä, elintarviketeollisuuden sivuvirtoja (ml. toisen ja kolmannen luokan eläinperäiset sivutuotteet, kuten lanta) sekä metsäteollisuuden sivuvirtoja ja peltobiomassoja. Mukana oli biokaasu- ja kompostilaitoksia sekä muita kierrätyslannoitevalmisteita tuottavia yrityksiä. Sähköpostiosoitteetiedot koottiin Biolaitosyhdistys ry:n, Suomen Biokaasuyhdistys ry:n ja Suomen Vesilaitosyhdistys ry:n avulla, internetistä sekä aiemmista kontakteista.

Kyselyyn vastanneet yritykset jakautuivat melko tasaisesti eri kokoluokan toimijoihin (Kuva 1). Pieniä, henkilömäärältään alle 50 henkilön yrityksiä oli 62 % vastaajista, ja keskisuuria tai suuria yrityksiä 38 %. Yrityksissä käsiteltävän materiaalin määrä jakautui tasaisesti; alle 20 000 tonnia vuodessa käsitteleviä laitoksia oli vastaajista noin puolet.

Kierrätyslannoitevalmisteiden tuotannon alalla on monenlaisia toimijoita. Niistä saa tietoa esimerkiksi alan yhdistysten kautta tai Ruokaviraston [valvontarekistereistä](#) ja luonnonmukaiseen tuotantoon soveltuvien lannoite- ja maanparannustuotteiden listasta eli [luomulannoiteluettelosta](#).



**Kuva 1.** Lannoitevalmistekyselyyn vastanneiden laitosten kokojakaumat.

## 1.1. Termistö

### **Biotalous**

Biotalous laajana määritelmänä tarkoittaa taloutta, joka käyttää ravinnon, energian, tuotteiden ja palvelujen tuottamisessa uusiutuvia luonnonvaroja. Sen tavoitteena on korvata fossiiliset hiilen lähteet uusiutuvilla luonnonvaroilla, ehkäistä ekosysteemien köyhtymistä sekä edistää talouskehitystä ja luoda uusia työpaikkoja kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti. Biotalous on käsitteenä kiertotaloutta laajempi, ja se sisältää myös esimerkiksi uusien tuotteiden tuotannon uusiutuvista biomassoista sekä niiden toiminnallisuuden kehittämisen. Bio- ja kiertotalous sisältävät samoja tavoitteita, ja ovat monesti toisiaan poikkileikkaavia käsitteitä.

### **CE-merkintä, CE-merkitty lannoitevalmiste**

Merkintä, jolla valmistaja vakuuttaa tuotteen täyttävän sitä koskevien EU:n direktiivien ja asetusten vaatimukset. Lannoitevalmisteiden CE-merkintä liittyy valmistelussa olevaan asetusehdotukseen uudesta EU:n lannoitevalmistelainsäädännöstä (ks. Kappale 5.4).

### **Eläimistä saatavat sivutuotteet**

Kuolleiden eläinten kokonaiset ruhot tai ruhon osat sekä muut eläimistä saadut tuotteet, joita ei ole tarkoitettu ihmisravinnoksi. Näihin luetaan myös lanta. Sivutuoteasetuksessa sivutuotteet on jaettu kolmeen luokkaan perustuen tuotteiden käsittelystä ihmisille tai eläimille aiheutuvan riskin vakavuuteen. Vain luokkien 2 ja 3 sivutuotteet soveltuvat lannoitevalmisteiden raaka-aineiksi. Eri luokkiin kuuluvat sivutuotteet on esitetty Liitteessä 1. Lisätietoja löytyy [Ruokaviraston sivuilta](#).

### **Entiset elintarvikkeet**

Eläimistä saatuja elintarvikkeita tai eläimistä saatuja tuotteita sisältäviä elintarvikkeita, joita ei ole enää tarkoitettu ihmisravinnoksi, mutta jotka eivät aiheuta riskiä ihmisille tai eläimille. Tällaisia ovat esim. elintarvikkeet, joiden pakkaus on rikkoutunut, päiväys ylittynyt, pakkauksissa on merkintävirhe tai kylmäketju on katkennut. Ne sisältyvät sivutuoteasetuksen luokkaan 3.

### **Epäorgaaninen lannoite (mineraalilannoite)**

Epäorgaaninen lannoite ei sisällä orgaanista ainesta. Epäorgaaniset lannoitteet on pääsääntöisesti valmistettu kallioperän kaivannaismineraaleista tai ilmakehän tyydestä, mutta epäorgaanisia lannoitteita voidaan valmistaa myös kierrätysravinteista.

### **Jätevesiliete, puhdistamoliete**

Yhdyskuntajätevesilietteet, sakokaivolietteet, kiinteistö- tai maatilakohtaisten jätevedenkäsittelyjärjestelmien lietteet, kuivakäymäläjätteet sekä muut kuin edellä mainittujen jätevedenpuhdistamoiden lietteet.

**Kasvualusta**

Alusta, jolla kasvit kasvatetaan. Lannoitevalmistelaisilla sillä tarkoitetaan kasvien kasvatuksessa käytettyjä teknisesti käsiteltyjä kiinteitä tai nestemäisiä materiaaleja.

**Kierrätyslannoitevalmiste**

Kierrätysravinteista valmistettu lannoitevalmiste, jota voidaan hyödyntää epäorgaanista lannoitetta vastaavalla tavalla. Valmisteesta riippuen kierrätyslannoitevalmisteella voi olla myös maanparannusvaikutus.

**Kierrätysravinne**

Ravinne, joka on peräisin kierrätetystä materiaalista, kuten esimerkiksi jätemateriaaleista, lannasta tai eri toimintojen sivutuotteista.

**Kiertotalous**

Kiertotalous synnyttää mahdollisimman vähän hukkaa ja jätettä, ja se pyrkii maksimoimaan materiaalien turvallisen kierron sekä niiden taloudellisen arvon yhteiskunnassa mahdollisimman pitkään. Jätteet ja sivuvirrat hyödynnetään uudelleen esimerkiksi lannoitevalmisteiden tuotannossa. Ravinnekierroja pyritään sulkemaan ja tiivistämään.

**Lannoite**

Luonnollinen tai synteettinen materiaali, joka tarjoaa kasveille niiden tarvitsemää ravinnetta tai ravinteita, ja edistää kasvien kasvua.

**Lannoitevalmiste**

Tuote, jota käytetään tuomaan kasvien ulottuville ravinteita tai tehostamaan ravinteiden ottoa. Lannoitevalmistelaisilla termillä tarkoitetaan lannoitteita, kalkitusaineita, maanparannusaineita, kasvualustoja, mikrobivalmisteita ja lannoitevalmisteena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita.

**Luomulannoitevalmiste**

Luomuviljelyssä kasvien ravinnelähteenä käytettävä tuote. Ruokavirasto ylläpitää neuvontakäyttöön listaa Suomen markkinoilla olevista luonnonmukaiseen tuotantoon soveltuvista lannoitteista, mutta myös listan ulkopuolisia, vaatimukset täyttäviä tuotteita, voi käyttää. Luomutuotantoon soveltuville lannoitevalmisteille on EU:n luomulainsäädännössä annettu koostumusvaatimuksia ja käyttörajoituksia. Lannoitevalmisteen tulee täyttää kansallisen lannoitevalmistelainsäädännön vaatimukset.

**Luomulanta**

Luomukotieläintuotannosta peräisin oleva lanta (vrt. tavanomainen lanta tavanomaisesta tuotannosta).

**Maanparannusaine**

Maanparannusaine on lannoitevalmiste, jonka vaikutus perustuu muuhun kuin varsinaisiin ravinteisiin. Maanparannusaineen lisääminen maahan ylläpitää ja parantaa maan fysikaalisia ominaisuuksia (esim. vedenpidätyskyky ja rakenne) sekä lisää maan mikrobiologista toimintaa.

**Orgaaninen lannoite**

Orgaaninen lannoite on eläin-, kasvi- ja/tai mikrobiperäistä orgaanista aineesta (hiiltä) sisältävä tuote. Orgaaniset lannoitteet ovat yleensä biomassoja, esimerkiksi lantaa, tai niistä prosessoituja tuotteita, kuten komposti ja mädätysjäännös. Epäorgaanisiin lannoitteisiin verrattuna niillä on myös suora maanparannusvaikutus.

**REACH-asetus**

REACH eli Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals on kemikaalien rekisteröintiä, arviointia, lupamenettelyjä ja rajoituksia koskeva EU-asetus (1907/2006). REACHin rinnalla kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskee CLP-asetus (Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures, 1272/2008). REACH- ja CLP-asetuksen toimivaltaisena viranomaisena Suomessa toimii Tukes.

**Ravinteiden kierrätys, ravinnekierto**

Ravinteiden kierrätyksessä ihminen hyödyntää esimerkiksi lannan, lietteiden ja jätteiden sisältämiä ravinteita ja palauttaa niitä käyttöön kasvien tarpeen mukaisesti. Siihen liittyy myös tavoite vähentää vesistöihin valuvia typpi- ja fosforimääriä ja niistä aiheutuvaa vesistöjen rehevöitymistä. Luonnossa ravinnekierrat perustuvat ravinteiden biogeokemialliseen kiertoon elottomien ja elollisten ekosysteemien välillä, mihin ihminen on vaikuttanut epäorgaanisten lannoitteiden valmistuksella ja käytöllä.

**Ruokajäte**

Tarjoilusta esim. ravintoloista, pitopalveluista ja keittiöistä sekä kotitalouksien keittiöistä peräisin olevaa jäteruoka sekä käytetty ruokaöljy. Sisältyy sivutuoteasetuksen luokkaan 3.

**Suljettu ravinnekierto**

Suljetussa ravinnekierrrossa ravinteita hyödynnetään tarkastelualueen sisällä, eikä kiertoon tuoda ulkopuolisia ravinteita kuten lannoitteita, rehuja ja elintarvikkeita. Ravinteiden hyötykäyttö tehostuu, mikä vähentää ravinteiden hukkaa esimerkiksi huuhtoutumisen ja haihtumisen muodossa.

**Tuoteseloste**

Markkinoitavalla tai luovutettavalla lannoitevalmisteella on oltava tuoteseloste, josta ilmenevät suomen tai ruotsin kielellä tuotteen kaupan nimi sekä valmisteen ominaisuudet ja käyttöohjeet.

**Tyyppinimi, tyyppinimiluettelo**

Tyyppinimi on lannoitevalmistelainsäädännön vaatima tuotteen ominaisuuksia kuvaava nimi. Tyyppinimen ohella lannoitevalmisteesta ilmoitetaan sen ominaisuudet, valmistusmenetelmä, ravinnepitoisuudet, sille asetetut laatuvaatimukset ja rajoitukset. Vain lannoitevalmisteita, jotka ovat kansallisessa tyyppinimiluettelossa tai EY-asetuksen mukaisessa lannoitetyyppien luettelossa, saa saattaa ja valmistaa markkinoille tai tuoda maahan. Suomessa Ruokavirasto ylläpitää kansallista tyyppinimiluetteloa.

**Täydennyslannoite**

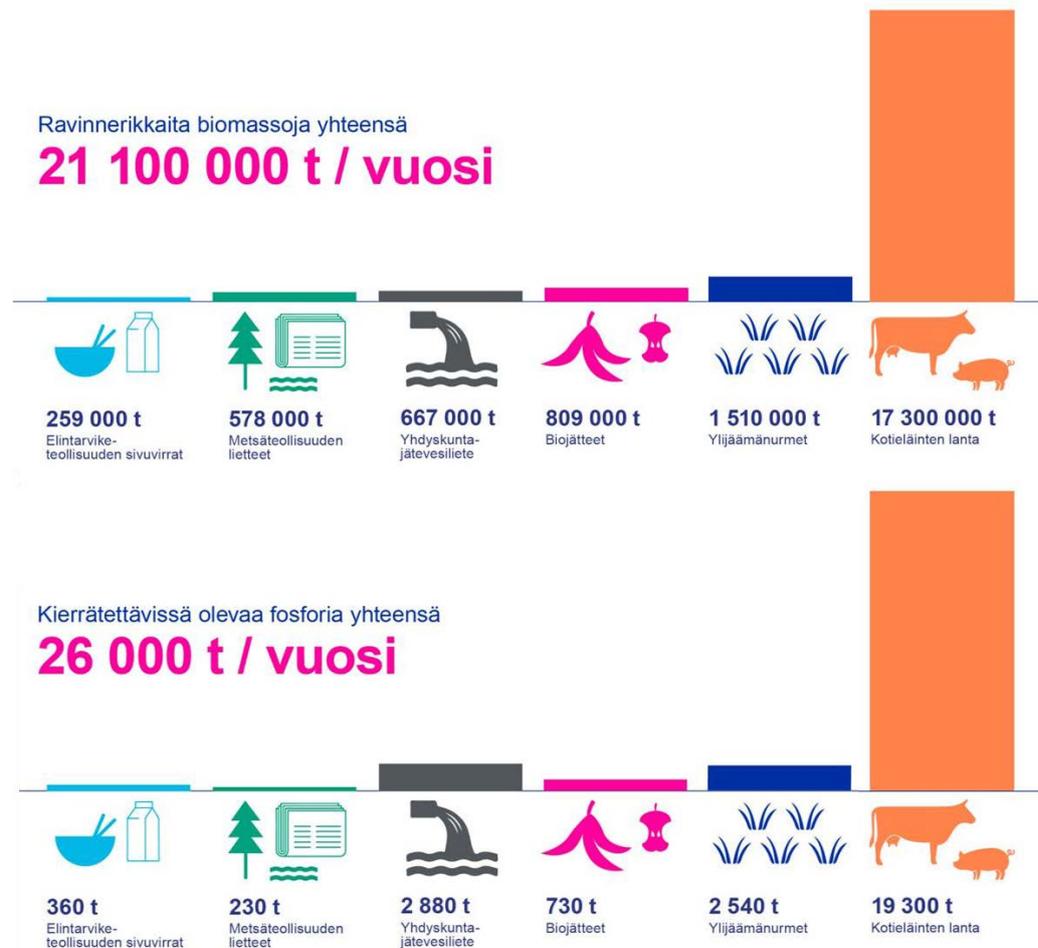
Luomutuotannossa täydennyslannoite tarkoittaa luomutuotannon ulkopuolista, mutta luomutuotannon toimenpideasetuksen liitteessä sallittua lannoitetta, maanparannusainetta tai niiden yhdistelmää

**Valvontarekisteri**

Ruokaviraston ylläpitämä rekisteri ilmoitusvelvollisista toimijoista, jotka valmistavat, käsittelevät, saattavat markkinoille tai maahantuovat lannoitevalmisteita tai niiden raaka-aineita.

## 2. Kierrätyslannoitevalmisteiden raaka-aineet

Kierrätyslannoitevalmisteiden raaka-aineet ovat erilaisia orgaanisia ja epäorgaanisia materiaaleja. Keskeisiä biomassoja ovat suuren määrän ja merkittävän ravinnepitoisuuden vuoksi mm. tuotantoeläinten lannat, maatalouden hyödyntämättömät ylijäämänurmet sekä yhdyskuntien ja teollisuuden lietteet, jätteet ja sivuvirrat (Kuva 2, Taulukko 1). Myös epäorgaanisia jättemateriaaleja ja sivutuotteita, kuten kipsiä tai tuhkalannoitetta, voidaan käyttää kierrätyslannoitevalmisteiden valmistuksen raaka-aineena.



**Kuva 2.** Suomessa vuosittain muodostuvat ravinneriikityksen kannalta keskeisimmät biomassat fosforisisältöineen. Yläkuva: massamäärät, alakuva: fosforimäärät (Marttinen ym. 2017/Maatalouden ravinteet hyötykäyttöön -hanke).

Tällä hetkellä yhdyskuntien jätevesilietteet sekä biojätteet yhdessä erilaisten elintarvikeketjussa muodostuvien sivuvirtojen kanssa käsittävät suurimman osan Suomen kierrätyslannoitevalmisteiden tuotannon raaka-aineista (Taulukko 2). Maatalouden materiaaleja, kuten lantaa ja peltobiomassoja, ei vielä merkittävästi teollisesti prosessoida, mutta lanta ja sen ravinteet päätyvät sellaisenaan kiertoon maatalojen pelloille. Lantaravinteita muodostuu kuitenkin usein alueen kasvien tarvetta enemmän. Tällöin lannan sisältämien ravinteiden prosessointi helpommin kuljetettavaan muotoon on erityisen tärkeää. Nurmibiomassaa hyödynnetään paitsi rehuna, myös kuivikkeena ja biokaasulaitosten raaka-aineena.

**Taulukko 1.** Suomessa vuosittain muodostuvat ravinnekierrätyksen kannalta keskeisimmät biomassat ravinteineen (Marttinen ym. 2017).

Biomassa	Määrä (t/v)	Fosfori (t/v)	Typpi (t/v)	Liukoinen typpi (t/v)
Kotieläinten lannat	17 300 000	19 300	75 600	32 400
Ylijäämänurmet	1 510 000	2 540	7 060	420
Jätevesilietteet asutuksesta ja teollisuudesta	667 000	2 880	3 740	670
Biojätteet asutuksesta ja teollisuudesta	809 000	730	5 340	320
Elintarviketeollisuuden sivuvirrat	259 000	360	2 070	830
Metsäteollisuuden lietteet	578 000	230	1 160	30
<b>Yhteensä</b>	<b>21 100 000</b>	<b>26 000</b>	<b>95 000</b>	<b>34 700</b>

Tällä hetkellä kierrätyslannoitevalmisteiden valmistajat prosessoivat eniten jätevesilietteitä, biojätteitä ja lantaa (Taulukko 2).

**Taulukko 2.** Kierrätyslannoitevalmisteiden valmistuksessa käytetyt orgaaniset raaka-aineet laitoskyselyn mukaan.

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 %
Vesistökuostusbiomassat (ruoppaus- ja niittomassat)	4 %
Muu	12 %

Osa biomassoista voi soveltua lannoitevalmisteksi lainsäädännön perusteella sellaisenaan, osa on ensin käsiteltävä. Sellaisenaan soveltuvia biomassoja ovat mm. lannoitteina, maanparannusaineina ja kalkitusaineina käyttökelpoiset teollisuuden sivutuotteet, kuten esimerkiksi puun ja turpeen tuhka, perunan soluneste tai meesakalkki (ks. Taulukko 6, s. 40). Jäteperäiset materiaalit on käsiteltävä esimerkiksi hygienisoimalla ja stabiloimalla, jotta tuotteiden turvallisuus voidaan taata. Materiaalien prosessointitekniikoita käsitellään tarkemmin luvussa 3.

#### Kirjallisuutta:

Biomassa-atlas, Luke. <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/>

Marttinen, S., Venelampi, O., Iho, A., Koikkalainen, K., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E., Ylivainio, K., Grönroos, J., Kauppila, J., Koskiahho, J., Valve, H., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Oasmaa, A., zu Castell-Rüdenhausen, M. 2017. Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa: Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 45 s.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-437-3>

Ruokavirasto. Sivutuotteesta kierrätysravinteeksi. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu-ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kierratysravinteet/>

## Biomassa-atlas raaka-aineiden paikka- ja määrätiedon lähteenä

Biomassa-atlas on helppokäyttöinen, kaikille avoin selainpohjainen palvelu, jonka avulla käyttäjä voi hakea tietoa maankäytöstä, peltokasvien tuotannosta, sivuvirroista, lannoista, teollisuuden ja yhdyskuntien biohajoavista jätteistä ja lietteistä sekä metsävaroista. Biomassa-atlasta voidaan käyttää esimerkiksi alueiden käytön ja raaka-ainehankintojen suunnitteluun.

”Yksi esimerkki Biomassa-atlaksen käytöstä voisi olla vaikka uuden jäteperäisiä materiaaleja käsittelevän laitoksen, esimerkiksi biokaasulaitoksen suunnittelu. Silloin kartoitetaan, kuinka paljon laitoksen lähialueilla on tarjolla käsittelyyn soveltuvia biomassoja”, Luonnonvarakeskuksen tutkija ja Biomassa-atlas -projektin vetäjä Eeva Lehtonen kertoo. ”Biomassojen sijainnista voidaan tuottaa karttoja, ja niiden määriä voidaan laskea jaakohtaisesti valituilla etäisyyksillä. Massojen käsittelyn jälkeen jäännösmateriaali pitää sijoittaa jonnekin, useimmiten peltoon. Biomassa-atlaksesta voi katsoa myös, miten paljon peltoja alueelta löytyy ja mitä kasveja niillä viljellään.”

Biomassa-atlas on saatavilla osoitteessa <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/>. Samasta osoitteesta löytyy myös lisää tietoa biomassoista ja palvelun käytöstä. Luonnonvarakeskuksen (Luke) koordinoimassa hankkeessa ovat mukana Suomen ympäristökeskus (SYKE), Tapio Oy sekä Vaasan ja Itä-Suomen yliopistot.

The screenshot shows the Biomassa-atlas web application. The main interface includes a search bar at the top left with the text "Keskipistehaku" and a search radius of 25 km. Below the search bar, there is a table with two columns: "Biomassan tyyppi" and "Määrä". The table contains one entry: "Yhdyskuntien biotä" with a quantity of 21 542 t/a. Below the table, there are buttons for "Tallenna tulokset" (Save results) in XLSX and CSV formats, and "Tarkaisin" (Refresh) and "Lopeta" (Stop) buttons. The main map area shows a yellow highlighted region around Tampere, with labels for "TAMPERE" and "MÄRKELÄ". A sidebar on the left contains navigation options like "BIOMASSAT", "VALITUT TASOT", "KARTTASELITTEET", "TAUSTAKARTAT", "HAKU", "OMAT TIEDOT", "KÄYTTÖOHJEET", "ALUEVALINTA", "KARTTAVOIKALUT", "Käyttäjätunnus", "Salasana", and "Kirjaudu". A pop-up window on the right displays a list of biomass types with checkboxes for selection. The list includes categories like "Pöytäliikku", "Akkusäät", "Metsä", "Maastot", "Yhdyskunnat", "Yhtäiset", "Jät käsitteily", "Polttoainekäyt", "Elin- ja kasvujäte", "Liete", "Paperi- ja pahvijäte", "Puujäte", and "Sevajäte". The list also includes a sub-section for "Elin- ja kasvujätteen jäte 2015, t/a" with a list of biomass types and checkboxes for selection.

Kuva 3. Kuvankaappaus Biomassa-atlaksen käytöstä.

## Jätteille valmisteilla markkinapaikka

Ympäristöministeriö valmistelee valtakunnallista sähköistä markkinapaikkaa, jonka kautta ammattitoimijat voivat tarjota ja etsiä jätteitä ja tuotannon sivuvirtoja sekä niihin liittyviä palveluja.

Markkinapaikka edistää jätehuoltopalvelujen markkinaehtoisuutta ja läpinäkyvyyttä. Kunta on vastuussa kotitalouksien ja eräiden muiden jätteiden jätehuollosta. Lisäksi sillä on velvollisuus järjestää jätehuolto, jos jätteen haltija tätä pyytää muun palveluntarjonnan puuttuessa ja jos jäte soveltuu kunnan jätehuoltojärjestelmään. Tavoite on, että jatkossa tällaista säännöllistä palvelua tarvitsevan jätteen haltijan tulee etsiä jätehuoltopalvelua markkinapaikan kautta. Jos sopivaa palvelua ei ole tarjolla, jätteen haltija voi tehdä markkinapaikassa palvelupyynnön kunnan jätelaitokselle.

Markkinapaikalla halutaan myös edistää kiertotaloutta, lisätä kierrätysmateriaalien arvoa ja synnyttää uutta liiketoimintaa. Markkinapaikka on tarkoitus toteuttaa niin, että myös muut vastaavat digitaaliset alustat voivat liittyä siihen.

Markkinapaikan valmistelu on osa jätelain uudistusta. Tavoitteena on avata valtakunnallinen markkinapaikka vuoden 2019 alkupuolella. Sitä tulee ylläpitämään Motiva Oy.

[Jätteiden ja sivuvirtojen sähköinen markkinapaikka -hanke](#) (Valtioneuvosto)

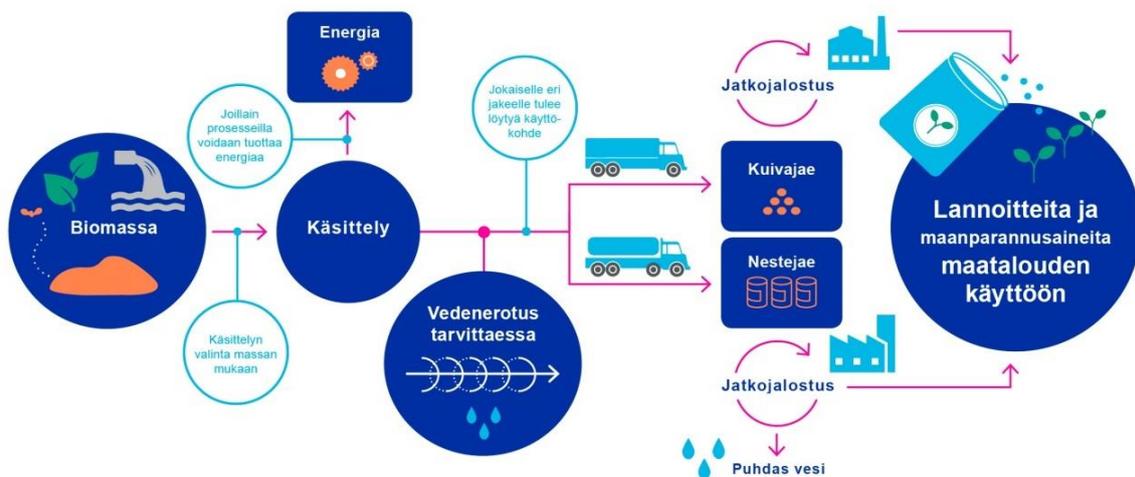


**Kuva 4.** Haketta polttoaineena käyttävän lämpölaitoksen tuhkaa. Tuhka voidaan tuotteistaa lannoitevalmisteksi (Kuva: Elina Tampio/Luke).

## 3. Raaka-aineiden prosessoinnin ja lannoitevalmisteiden tuotantotekniikat

### 3.1. Tekniikat

Biomassojen käsittely ja prosessointi riippuvat käsiteltävästä materiaalista ja sen ominaisuuksista. Käsittelyn tavoitteena on parantaa biomassan sisältämien ravinteiden kuljetettavuutta, käyttökelpoisuutta sekä vähentää haitta-aineiden määrää ja hygieniariskejä. Käsittelyllä voidaan samalla tähdätä esimerkiksi energiantuotantoon (Kuva 5). Käsittelytekniikat jaetaan esikäsittelyyn, varsinaiseen prosessointiin sekä jatkojalostukseen.



**Kuva 5.** Prosessointi helpottaa ravinteiden hyödyntämistä (Marttinen ym. 2017/Maatalouden ravinteet hyötykäyttöön -hanke).

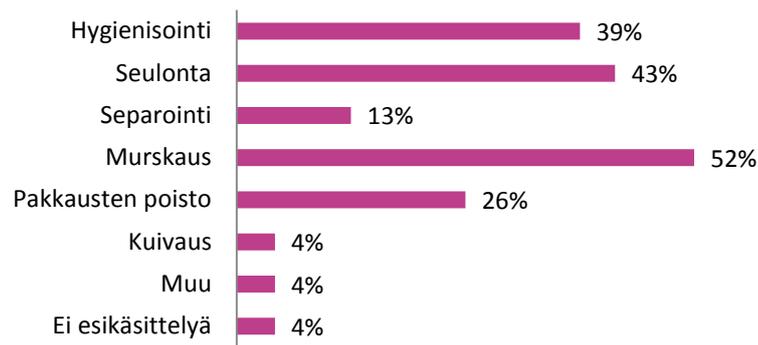
#### 3.1.1. Esikäsittely

Esikäsittelyssä raaka-ainetta prosessoidaan niin, että se soveltuu varsinaiseen prosessiin. Suomessa erilaiset seulonta- ja murskaustekniikat ovat yleisiä esikäsittelytekniikoita. Murskauksella säädetään partikkelikoko ja kokojakauma prosessin kannalta optimaaliseksi. Murskaus myös lisää materiaalin pinta-alaa, mikä helpottaa biologisia reaktioita, esimerkiksi mädätystä ja kompostointia.

Seulonnalla poistetaan epäpuhtaudet ja erotetaan toisistaan esimerkiksi biohajoavat ja hajoamattomat materiaalit. Seulonnalla voidaan myös jakeistaa materiaalia eri kokoluokkiin ja ohjata sitä eri käsittelyihin. Käsittelyssä syntyy seula-alite, joka koostuu seulan läpäisseeistä materiaalista. Seulalle jäävä materiaali on ylitettä, jota ei välttämättä voida enää hyödyntää lannoitevalmisteen valmistukseen.

Hygienisointiprosessissa materiaali kuumennetaan lainsäädännön vaatimalla tavalla. Useimmiten riittää materiaalin kuumentaminen 70 asteeseen tunnin ajaksi (palakoko alle 12 mm), mikäli kyseessä on sivutuoteasetuksen mukainen 3. luokan eläinperäinen materiaali, esimerkiksi biojäte. Painesterilointi (133 °C, 3 bar, 20 min, <50 mm) vaaditaan 2. luokan eläinperäiselle sivutuotteelle, esimerkiksi teurastamojätteelle.

Lannoitevalmistajille suunnattuun kyselyyn vastanneista yli 50 % käytti esikäsittelynä murskausta ja yli 40 % seulontaa (Kuva 6). Kauppojen ja yhdyskuntien biojätteitä käsittelevät laitokset seulovat materiaalin poistamalla pakkaukset. Hygienisointia käyttävät etenkin biokaasulaitokset, ja se voidaan tehdä ennen tai jälkeen mädätysprosessin. Esimerkiksi kompostoinnissa ja termisessä kuivauksessa materiaali voidaan hygienisoida myös pääprosessin yhteydessä.

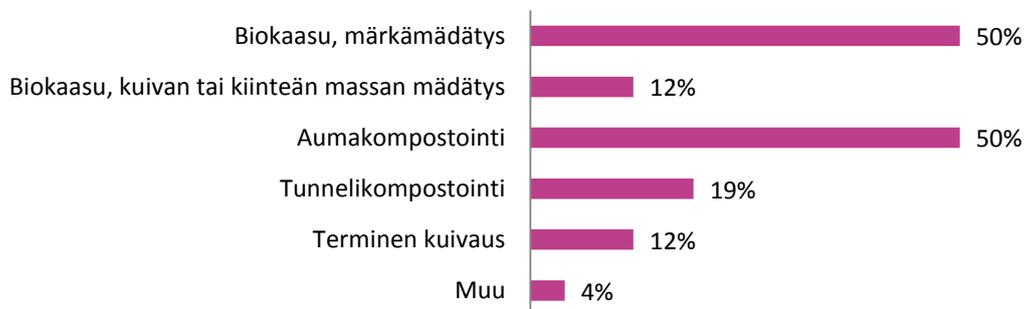


**Kuva 6.** Biomassojen prosessoinnin esikäsittelytekniikat laitospöytäselvityksen mukaan.

### 3.1.2. Prosessointi

Kyselyyn vastanneista kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajista 62 % prosessoivat raaka-aineita mädättämällä ja lähes 70 % kompostoimalla. Muita prosessointitapoja olivat esimerkiksi terminen kuivaus, jota käytti alle 15 % vastaajista (Kuva 7). Mädätystekniikoista märkämädätys on käytetyin tekniikka, mutta kuivamädätyksen käyttö on lisääntymässä. Kompostoinnissa aumakompostointi on laitosmaista tunnelikompostointia yleisempää.

Vilpanen ja Toivikko selvittivät yhdyskuntaliikenteen käsittelymenetelmiä vuonna 2017 ilmestyneessä VVY:n raportissa. Sen mukaan 73 % Suomen lietteistä mädätettiin vuonna 2016. Prosessin jälkeen 43 % mädätteestä jälkikompostoitettiin. Mädätys on viime vuosina yleistynyt jätevesiliikenteen käsittelymenetelmänä.



**Kuva 7.** Kierrätyslannoitevalmisteiden prosessoinnin tekniikat (ns. pääprosessi) laitospöytäselvityksen mukaan.

#### Kompostointi

Kompostointi on mikrobiologinen prosessi, jossa biohajoavista (orgaanisista) raaka-aineista muodostuu hapellisissa olosuhteissa kompostia ja hiilidioksidia. Kompostoinnin aikana fosfori pidättyy kompostiin. Sen mahdolliset häviöt riippuvat kompostointitekniikasta, suotovesien keräyksestä ja käsittelystä. Osa tyypeistä haihtuu kompostoinnin aikana ammoniakkinä, mutta sen talteenotto on laitosmaissa tekniikoissa mahdollista esimerkiksi strippauksella.

Kokonaisuudessaan kompostointikäsitteilyn tehokkuus riippuu käsiteltävästä materiaalista ja tekniikasta (ml. ilmasto, prosessiveden kierrätys ja typen talteenotto). Kompostointi stabiloi ja parantaa käsiteltävyyttä, mutta lietemäiset massat vaativat mekaanisen esikuivauksen. Kompostointi voidaan jakaa auma- ja laitoskompostointiin.

Aumakompostoinnissa massa on kasoissa tai pintatiivistetyissä aumoissa, joita voidaan kääntää tai ilmastaa prosessin edistämiseksi. Laitoskompostoinnissa käytetään esimerkiksi tunneli- tai rumpukompostointia. Tunnelikompostoinnissa kompostiaumaa ilmastetaan koneellisesti auman alapuolelta suljetussa tilassa, mikä mahdollistaa typen talteenoton kaasusta. Prosessin kesto on noin 2-3 viikkoa, minkä jälkeen massa siirretään aumoihin jälkikypsytykseen. Rumpukompostoinnissa kompostoituu-

mista edistetään pyörittämällä rumpua. Massa syötetään ja puretaan rummun vastakkaisista päistä. Prosessi kestää n. 5–7 vrk, jonka jälkeen massa siirretään aumoihin jälkikypsytykseen.

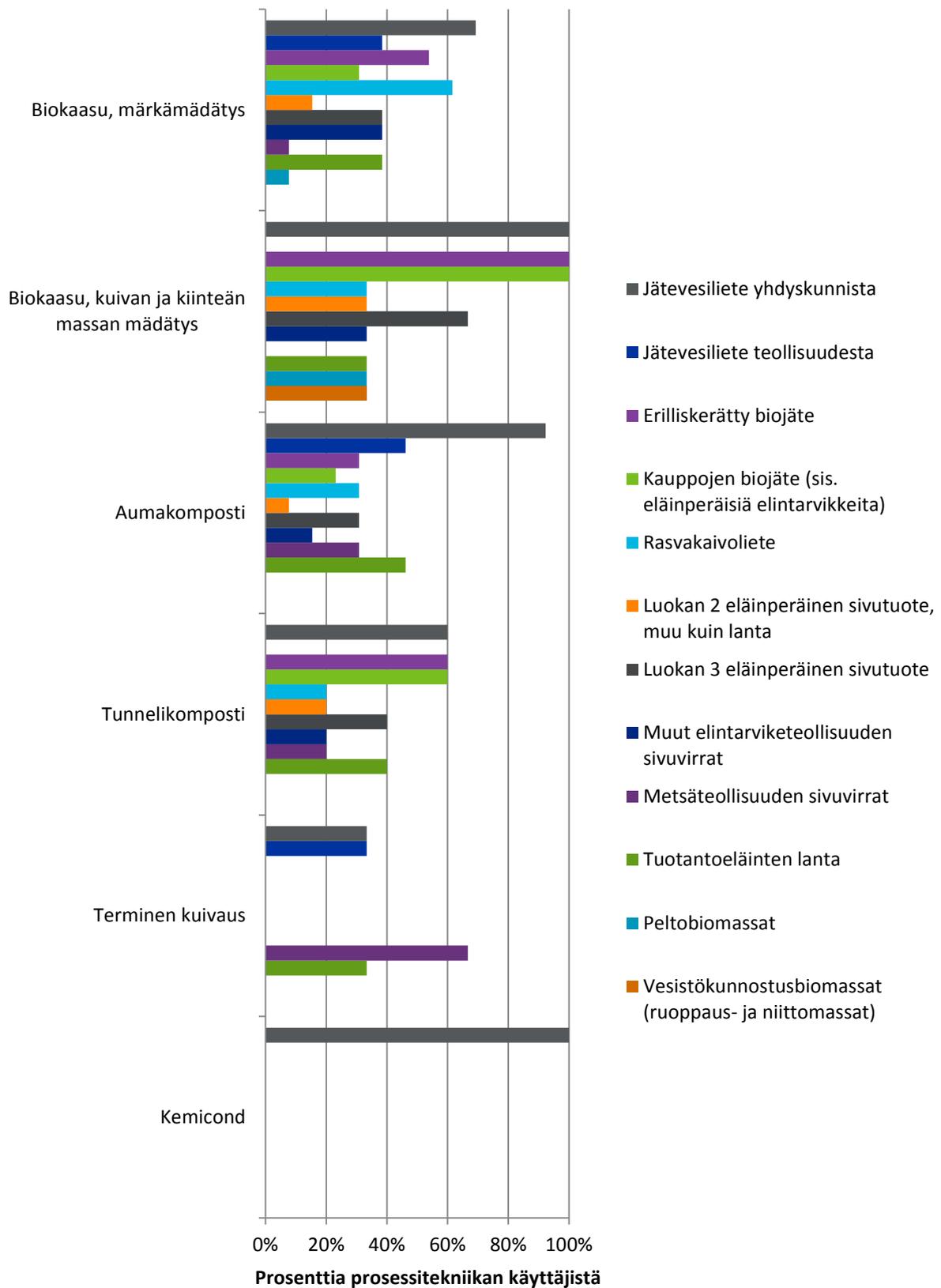
Kyselyn mukaan aumakompostointilaitokset ottavat usein vastaan erilaisia jätevesilietteitä tai tuotantoeläinten lantaa (Kuva 8). Tunnelikompostilaitokset prosessoivat yleisimmin biojätteitä ja jätevesilietteitä. Osa laitoksista käsittelee monipuolisesti myös muita jätteitä.

### **Mädätys**

Mädätys eli biokaasuprosessi perustuu biohajoavien (orgaanisten) raaka-aineiden mikrobiologiseen hajotukseen hapettomissa olosuhteissa, jonka aikana muodostuu biokaasua ( $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$ ) sekä mädätysjäännöstä. Käsittelyn tehokkuus riippuu käsiteltävästä materiaalista, olosuhteista ja tekniikasta. Yleisesti ottaen typen ja fosforin kokonaismäärä ei mädätyksen aikana muutu, mutta typpi liukoistuu, eli ammoniumtyyppiä on jäännöksessä syötettä enemmän.

Mädätys jaetaan märkä- ja kuivamädätykseen. Märkämädätyksessä syötteen kuiva-ainepitoisuus on alle 15 % ja kuivamädätyksessä välillä 20–40 %. Biokaasuprosessi voidaan toteuttaa joko meso- (35–40 °C) tai termofiilissä (50–55 °C) olosuhteissa. Mesofiilinen prosessi on termofiilistä stabiilimpi, mutta termofiilinen prosessi on tehokkaampi. Se mahdollistaa myös materiaalin hygienisoinnin, jos käsittelyaika on riittävän pitkä (vähintään 2 viikkoa lannalle ja biojätteille sivutuoteasetuksen mukaisesti). Mesofiilinen prosessi vaatii usein hygienisoinnin joko ennen tai jälkeen mädätyksen.

Lähes 70 % märkämädätyslaitoksista käyttää lannoitevalmisteiden raaka-aineena yhdyskuntien jätevesilietteitä (Kuva 8). Rasvakaivolietettä käyttää 62 % ja erilliskerättyä biojätettä 54 %. Kuivamädätyslaitokset ottavat vastaan jätevesilietteitä sekä erilaisia biojätteitä.



Kuva 8. Biomassojen käyttö erilaisten prosessien raaka-aineena.

### Kuivaus

Kuivauksessa poistetaan vettä biomassasta kuumentamalla. Kuivaus parantaa massan käsiteltävyyttä, hygieniaa ja kuljetettavuutta, ja se voi toimia esikäsitteilynä esimerkiksi poltolle tai pyrolyysille. Kuivauksen jälkeen tuote voidaan rakeistaa/pelletöidä tuotteeksi. Kuivausolosuhteet riippuvat tekniikasta, joita on markkinoilla useita. Kuivatun materiaalin kuiva-ainepitoisuus voi prosessista riippuen olla jopa 100 %. Typen haihtumista prosessin aikana vähennetään laskemalla pH:ta, ja haihtunut typpi voidaan myös ottaa talteen kuivauskaasuista. Fosfori pitäytyy kuivatussa materiaalissa.

### Kemiallinen käsittely

Jätevesilietteiden käsittelyssä käytetään Suomessa myös kemiallista hydrolyysikäsitteilyä (Kemiran kehittämä Kemicond-käsittely). Siinä liete käsitellään hapettavissa olosuhteissa, mikä hygienisoi ja muuttaa lietteen vedenluovutusominaisuuksia. Lietteiden pH lasketaan rikkihapolla, minkä jälkeen hapan liete hapetetaan vetyperoksidilla ja neutralisoidaan natriumhydroksidilla. Käsittely muuttaa lietteen rakennetta hajottamalla solurakenteita, mikä helpottaa vedenerotusta. Fosfori jää käsitellyn lietteeseen, mutta osa typestä voi haihtua.

Toinen kemiallisen käsittelyn muoto, kalkkistabilointi, perustuu pH:n ja lämpötilan nostoon poltetun kalkin (CaO) avulla. Käsittely hygienisoi lietteen. Sen jälkeen liete voidaan käyttää maanparannusaineena, joka tuo maaperään myös kalkkia.

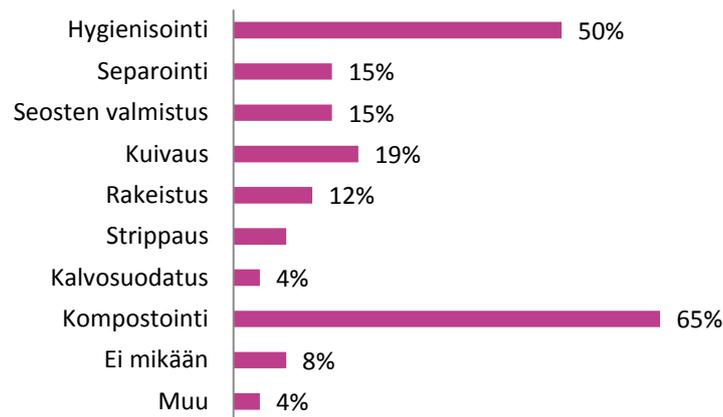


**Kuva 9.** Joensuun Veden lietteenkuivausyksikkö (Kuva: Joensuun Vesi Oy).

### 3.1.3. Jatkojalostus

Kierrätyslannoitevalmisteiden jatkojalostus on usein prosessin tärkein vaihe. Siinä varmistetaan, että valmiste täyttää vähintään lannoitevalmistelainsäädännössä asetetut laatu- ja turvallisuusvaatimukset sekä ravinnepitoisuudet. Koska laitoksen päämäärä ei välttämättä ole lannoitevalmisteen tuotanto, vaan esimerkiksi bioenergian tuotanto, prosessissa syntyvä tuote saattaa vaatia jatkojalostusta ennen kuin se sopii lannoitevalmisteksi. Kyselyn mukaan 65 % laitoksista käyttää jatkojalostuksessa jälkikompostointia ja 50 % hygienisointia (Kuva 10).

Etenkin mädätyslaitokset jatkojalostavat tuotteita sekä jälkikompostoimalla että hygienisoimalla. Myös separointia käytetään mädätteen käsittelyyn. Separoinnista muodostuvaa nestejätettä voidaan edelleen stripata tai suodattaa kalvotekniikalla. Kuivajakeen voi kuivata tai rakeistaa. Kompostilaitoksilla jatkojalostetaan tuotteita mullaksi usein valmistamalla seoksia. Mullanvalmistuksessa kompostiin seostetaan esimerkiksi turvetta ja hiekkaa. Turve on monissa lannoitevalmisteissa keskeinen raaka-aine, jolle myös etsitään korvaajaa erilaisista kierrätysmateriaaleista.



**Kuva 10.** Kierrätyslannoitevalmisteen jatkojalostustekniikat tuottajakyselyn mukaan.

### Separointi

Separointi erottelee biomassan kiinteään jakeeseen ja nestejakeeseen. Massan sisältämien ravinteiden suhteet muuttuvat, mutta prosessointi ei merkittävästi vaikuta biomassan sisältämien ravinteiden käyttökelpoisuuteen. Prosessia tehostetaan varsinkin teollisuudessa (esim. jätevesien käsittely) apuaineilla, esimerkiksi polymeereillä. Niiden avulla edistetään kiintoaineen ja eri ravinteiden erottumista. Separointi voidaan jakaa erilaisiin tekniikoihin, joista yleisimmät ovat ruuvipuristin, suotonauha sekä linkous (sentrifugointi).

Etenkin lantoja separoidaan liikuteltavalla ruuvipuristimella. Jäteveden ja mädätteiden separoinnissa käytetään usein linkoa. Ruuvipuristin erottaa jakeet työntämällä massaa ruovin avulla kohti seulaa. Neste puristuu seulan läpi, ja kiintoaine erottuu. Lingoissa erotus perustuu pyörivän rummun aiheuttamaan keskipakoisvoimaan. Suotonauhoissa ja muissa seulaerottimissa seula tai seulana toimiva kangas erottaa kiintoaineen nesteestä. Erotus voi olla painovoimaista tai sitä voidaan tehostaa esimerkiksi puristamalla.

### Kuivajakeen jatkokäsittely

Termisissä tekniikoissa, kuten poltossa, pyrolyysissä ja kuivauksessa, massaa kuumennetaan. Tällöin tilavuus pienenee ja kuljetettavuus paranee. Lämpötilan nousu heikentää fosforin käyttökelpoisuutta kasveille ja hidastaa maaperään lisättävän hiilen hajoamisnopeutta. Lämpötilan noustessa typpi haihtuu, jolloin sen talteenottoon on kiinnitettävä huomiota.

### Poltto

Poltossa biomassan orgaanien aines muunnetaan energiaksi. Termisessä hapetusprosessissa lämpötila on yli 900 °C, jolloin tuotteena syntyy tuhkaa. Poltto vaatii kuivan syötemateriaalin (kuiva-ainepitoisuus >50 %). Prosessi vähentää tehokkaasti massan tilavuutta, mutta polton päästöjen hallintaan on kiinnitettävä huomiota. Esimerkiksi lannan poltossa menetetään sen sisältämä orgaaninen aines, ja myös fosfori muuttuu heikosti kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Jätevesilietteen sisältämät orgaaniset haitta-aineet ja patogeenit tuhoutuvat prosessissa.

Fosforin talteenottoon tuhkasta on kehitetty erilaisia tekniikoita, jotka soveltuvat erityisesti jätevesilietteen tuhkan käsittelyyn. Tuhkasta erotetaan omaksi fraktiokseen joko fosfori tai haitta-aineet, kuten raskasmetallit. Fosforin erotus voi perustua esimerkiksi kemikaalien lisäykseen ja kemikalisoituneen tuhkan uudelleenpolttoon. Se erottaa raskasmetallit fosforista (ASHDEC-prosessi). Raskasmetallit voidaan myös erottaa polton aikana (PAKU-prosessi). Fosforin talteenotto vaatii suuren yksikön, ja osa tekniikoista on vielä kehitysvaiheessa.

### *Pyrolyysi*

Pyrolyysiprosessi perustuu orgaanisen aineen kuumentamiseen hapettomissa olosuhteissa. Se voidaan jakaa hitaaseen ja nopeaan pyrolyysiin. Hitaassa pyrolyysissä lämpötilaa nostetaan hitaasti (esim. 1 °C/min) haluttuun lämpötilaan, kun taas nopeassa pyrolyysiprosessissa haluttu lämpötila saavutetaan sekunneissa. Käytännössä pyrolysoitava aine syötetään esilämmitettyyn pyrolyysipannuun. Prosessissa muodostuu hiili- ja ravinnepitoista jaetta (biohiiltä) sekä kaasuja. Kaasujen kondensoituessa tuotteena syntyy myös nestemäistä jaetta.

Tuotteiden ominaisuudet riippuvat suuresti prosessiolosuhteista ja raaka-aineesta. Hidaspyrolyysissä biohiilen saanto on suurempi kuin nopeassa pyrolyysissä. Pyrolyysi vaatii esikäsittelynä syötteen kuivauksen (kuiva-ainepitoisuus >70 %). Hidaspyrolyysiä ei vielä käytetä teollisessa mittakaavassa, mutta prosessi nähdään tärkeänä osana etenkin hiilen ja fosforin kierrätystä.

### *Rakeistus*

Rakeistus (myös pelletöinti, granulointi ja briketöinti) lisää materiaalin käsiteltävyyttä helpottamalla sen levitystä ja annostelua. Rakeistus sopii esimerkiksi mädätetyille lietteille ja tuhkalta. Lopputuote on laadultaan käsittelemätöntä materiaalia tasaisempaa, eikä se pölyä tai paakkuunnu. Materiaali voidaan rakeistaa kuivauksen yhteydessä. Menetelmiä ovat erilaiset rumpu-, puristus- ja sekoitustekniikat, joissa materiaaliin voidaan lisätä rakeistumista edesauttavia komponentteja tai ravinteita parantamaan tuotteen lannoiteominaisuuksia. Tuhkan rakeistuksessa lisäaineena käytetään yleensä vettä, joka edesauttaa rakeistusta ja rakeisen tuhkan kovettumista.

### **Nestejakeen jatkokäsittely**

Lietelannasta tai mädätteestä separoitua nestejakeetta voidaan edelleen prosessoida ravinteiden konsentroimiseksi. Jatkojalostustekniikat voidaan karkeasti jakaa erotteleviin ja kemiallisiin tekniikoihin. Kalvotekniikat ja haihdutus/väkevöinti ovat erottelevia menetelmiä. Kemiallisiin tekniikoihin luetaan esimerkiksi strippaus ja struviittikiteytys.

### *Kalvotekniikat*

Kalvotekniikat perustuvat huokoiseen puoliläpäisevään kalvoon. Erotus perustuu paine-, lämpötila-, konsentraatio- tai sähköpotentiaalieroihin. Käsiteltävä neste jakautuu kahteen osaan: kalvon tulo- puolelle jäävään retentaattiin ja sen läpäisevään permeaattiin eli puhdistettuun/käsiteltyyn jakeeseen. Kalvotekniikat vaativat massan esikäsittelyn, esimerkiksi separoinnin.

Kalvotekniikat jaetaan karkeasti ultrasuodatukseen, mikrosuodatukseen, nanosuodatukseen sekä käänteisosmoosiin. Ultra- ja mikrosuodatuksessa huokoisen kalvon erotusalue on noin 0,01–0,1 µm. Nanosuodatuksessa ja käänteisosmoosisa erotetaan liukoisia yhdisteitä (esim. NH<sub>4</sub>-N) kiinteään kalvon läpi. Suodatus tehostuu usein lämpötilan noustessa. Silloin pH:ta tulee alentaa typen haihtumisen estämiseksi. Eri kalvotekniikoita voidaan operoida sarjassa edeten kohti tarkempaa erotustehokkuutta.

### *Haihdutus*

Haihdutuksessa eli väkevöinnissä haihdutetaan vettä lämpötilaa nostamalla, jolloin jäljelle jää väkevöitynyt nestejake (konsentraatti). Prosessin avulla 80–98 % nestejakeen typestä ja lähes 100 % fosforista ja kaliumista saadaan talteen. Haihtunut vesi tiivistetään kondensaattina ja kerätään talteen. Lämpötilan noususta johtuva typen haihtuminen estetään pH:n laskulla. Käsittely konsentroi ravinteita tehokkaasti, mutta vaatii kalvosuodatuksen tavoin esikäsittelyn. Prosessia voidaan tehostaa alipaineen avulla.

### Strippaus

Strippaus on kemiallinen typen talteenottotekniikka, jossa ammoniumtyppi ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) erotetaan neste-faasista. Lämpötilan ja pH:n säädön (60–80 °C, pH n. 10) sekä ilmapuhalluksen avulla saadaan kaasumaista ammoniakkia ( $\text{NH}_3$ ). Ammoniakki voidaan ottaa talteen pesemällä se ilmapirrasta esimerkiksi rikkihappoon, jolloin muodostuu typpituotteena ammoniumsulfaattia ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). Typpi voidaan ottaa talteen myös vesiliuoksena (typpivesi), jolloin tulee huomioida typen haihtumisherkyys.

Strippausprosessi tapahtuu yleensä kantajamateriaalia sisältävissä kolonneissa. Stripattavan nestejakeen kiintoainepitoisuuden tulee olla matala, jotta kolonni ei tukkeudu. Käsittely kuluttaa kemikaaleja (pH:n lasku ja typen talteenotto). Prosessin lopputuotteena syntyy korkean ammoniumtyppipitoisuuden omaavaa tuotetta sekä rejektiä, joka sisältää käsiteltävän materiaalin fosforin ja prosessissa reagoimattoman typen. Koska strippaus ei vaikuta fosforin talteenottoon, on sen käsittely huomioitava käsittelyketjun muissa vaiheissa.



**Kuva 11.** Envor Biotech Oy:n ammoniumsulfaatin tuotantohalli (Kuva: Envor Biotech)

### Struviittikiteytys

Struviittia eli magnesiumammoniumfosfaattia ( $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) voidaan kiteyttää erilaisista fosforia, tyyppiä ja magnesiumia sisältävistä biomassoista. Struviitin lisäksi prosessissa syntyy reagoimatonta tyyppiä sisältävää rejektiä. Kiteytysprosessi vaatii materiaalin alhaisen kuiva-ainepitoisuuden ja pH:n säädön (>9) sekä usein myös magnesiumin (Mg) lisäyksen.

Käsiteltävän biomassan sisältämät muut ionit, kuten kalsium (Ca), voivat aiheuttaa muiden yhdisteiden muodostumista ja kiteytymistä. Lantojen fosforipitoisuus ja jätevesilietteiden fosforin saostaminen puhdistusprosessin aikana taas voivat rajoittaa struviitin kiteytymistä. Tuotteena struviitti soveltuu hidasliukoiseksi lannoitteeksi, mutta ravinteiden kierrätyksessä struviittikiteytys ei ole Suomessa vielä tällä hetkellä käytössä. Struviittikiteytys tehdään erillisessä reaktorissa nestejakeelle (separoinnin jälkeen) tai separoimattomalle lietteelle ns. rinnakaissaostuksena.

### 3.1.4. Kehitteillä olevat tekniikat

Kehitteillä olevia tekniikoita kierrätysravinteiden tuotantoon on useita, joista muutamia on esitelty taulukossa 3. Tekniikat keskittyvät lietemäisten massojen termiseen käsittelyyn (mm. HTL, HTC) ja separoitujen nestejakeiden käsittelyyn (edistyneet kalvotekniikat, mikrobiopolttokennot ja ioninvaih-

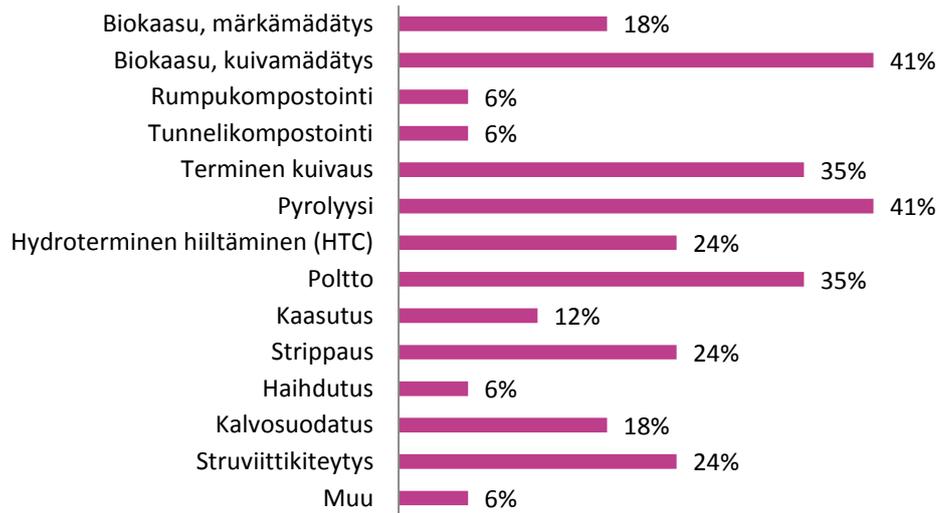
to). Biomassojen prosessoinnin ja kierrätysravinteiden tuotannon tekniikoita on esitelty lisää julkaisuissa Marttinen ym. (2017) ja Seppänen ym. (2018).

Näiden tekniikoiden lisäksi ravinnetuotteita jalostetaan parantamalla fosforin käyttökelpoisuutta erityisesti jätevesilietteissä. Jalostus voidaan toteuttaa eri vaiheissa jätevesien käsittelyä: puhdistamolle tulevasta vedestä, lietteestä, rejektivedestä tai poltetun lietteen tuhasta. Fosforin käyttökelpoisuutta parannetaan esimerkiksi ottamalla sitä talteen ennen saostusta tai käsittelemällä saostettua fosforia kemiallisesti. Myös puhdistusprosessien muuttaminen (mm. biologinen fosforinpoisto) mahdollistaisi entistä tehokkaamman jätevesilietteen ravinteiden talteenoton ja hyötykäytön.

**Taulukko 3.** Kehitteillä olevia teknologioita ravinteiden jatkojalostukseen.

<b>Tekniikka</b>	<b>Kuvaus</b>
<b>Hydroterminen hiiltäminen</b>	Hydrotermisessä hiiltämisessä (hydrothermal carbonization, HTC) lietteen orgaaniset aineet hajotetaan paineessa (<50 bar) ja korkeassa lämpötilassa (180–250 °C) biohiileksi (+ rejektivettä ja -kaasua). Biohiiltä on mahdollista kuivattaa mekaanisesti 70 %:n kuiva-ainepitoisuuteen. Soveltuu märille massoille, joiden kuiva-ainepitoisuus 5-15 %. Prosessi ei ole käytössä vielä Suomessa, mutta täyden mittakaavan laitoksia on maailmalla muutamia.
<b>Hydroterminen nesteyttäminen</b>	Hydrotermisessä nesteyttämisessä (hydrothermal liquefaction, HTL) orgaaninen aine hajotetaan paineessa (100–250 bar) ja korkeassa lämpötilassa (280–370 °C) bio-öljyksi. Soveltuu HTC:n tavoin märille massoille, mutta prosessin korkea paine aiheuttaa haasteita, eikä tekniikkaa ole vielä testattu pilot-mittakaavassa.
<b>Suora osmoosi</b>	Kalvotekniikka. Osmoottiseen paineeseen ja puoliläpäisevään kalvoon perustuva erotus- ja väkevöintimenetelmä. Soveltuu nestemäisille, esikäsitellyille jakeille. Käänteisosmoosiin verrattuna suora osmoosi ei ole yhtä herkkä kalvon tukkeutumiselle eikä tarvitse ulkoista painetta. Haasteena vastaanottoliuoksen ominaisuudet. Tekniikka kehitysvaiheessa.
<b>Membraanitilaus</b>	Kalvotekniikka. Haihtuvien yhdisteiden (esim. NH <sub>3</sub> tai vesi) erotus huokoisen hydrofobisen membraanin läpi. Perustuu kaasun höyrypaine-eroon ja kalvon eri puolten lämpötilaeroon. Soveltuu nestemäisille, esikäsitellyille jakeille. Prosessilla on suhteellisen korkea energiankulutus ja haasteena on membraanin tukkeutuminen. Tekniikka kehitysvaiheessa.
<b>Elektrodialyysi</b>	Kalvotekniikka. Positiivisesti ja negatiivisesti varautuneiden molekyylien erotus ioninvaihtomembraanin lävitse sähkövirran avulla. Soveltuu nestemäisille, esikäsitellyille jakeille. Energiankulutus suhteellisen korkea ja haasteena membraanin tukkeutuminen. Tekniikkaa on demonstroitu maatilamittakaavassa.
<b>Ioninvaihto</b>	Ionien (esim. ammonium) kiinnittyminen epäorgaanisen huokoisen materiaalin (esim. zeoliitit) pintaan. Vaatii syötteen alhaisen kuiva-ainepitoisuuden materiaalin ioninvaihtokapasiteetin säilyttämiseksi. Materiaalin jatkokäyttö esim. lannoituksessa tai adsorbentin kemiallinen regenerointi. Kaupallista tekniikkaa vedenpuhdistuksessa, mutta lannoitevalmistuksessa kehitteillä.
<b>Levä- tai mikrobi-biomassan tuotanto</b>	Levä- tai bakteerisolujen kasvatus ravinnepitoisessa nesteessä. Vaatii nestemäisen massan tai separoidun nestejakeen, jonka kuiva-ainepitoisuus on melko alhainen. Etenkin levänkasvatuksessa valonläpäisevyys tärkeää. Solumassan jatkokäyttö esimerkiksi biodieselin valmistuksessa. Levänkasvatus ravinnepitoisissa nestejakeissa pilotointiasteella, bakteerisolujen kasvatus kehitteillä.
<b>Mikrobipolttokeannot</b>	Biomassan ja sen sisältämien ravinteiden käyttö mikrobiologiseen sähköntuotantoon, jossa mikrobit muuntavat kemiallisesti sitoutuneen energian sähkövirraksi. Kehitteillä laboratoriomittakaavassa. Materiaalien ja reaktorikoon kasvun kehitys haasteena. Vaatii todennäköisesti esimerkiksi kalvotekniikan jälkikäsitteilyksi.

Kyselyn mukaan erityisesti kuivämädätys sekä termiset käsittelyt kuten pyrolyysi, terminen kuivaus sekä poltto osoittautuivat toimijoita kiinnostaviksi tekniikoiksi (Kuva 12). Kuivämädätys, pyrolyysi ja poltto kiinnostivat erityisesti kompostointilaitoksia, kun taas terminen kuivaus kiinnosti enemmän biokaasulaitoksia. Termisten tekniikoiden etuna on prosessin hygienisoiva ja haitta-ainepitoisuuksia laskeva vaikutus sekä lopputuotteen helppo kuljetettavuus. Kuivämädätys on laitostyyppinä märkämädätystä huomattavasti kompaktimpi, eikä tarvitse yhtä isoa reaktoritilavuutta. Muista käsittelyistä nestejakeen jatkojalostus strippaamalla, struviittikiteytyksellä sekä kalvosuodatuksella kiinnosti kyselyyn vastaajia. Struviittikiteytys kiinnosti erityisesti biokaasulaitoksia.



**Kuva 12.** Kyselyyn vastanneita kiinnostavat tekniikat.

Berningerin ym. (2017) julkaisemassa raportissa esitetään tuloksia vesilaitoksille ja muille alan toimijoille lähetetystä kyselystä. Siinä keskityttiin lähinnä fosforin talteenottoon ja kierrättämisen teknologioihin sekä ohjauskeinojen arviointiin. Vesilaitokset ja jätevedenpuhdistamot arvioivat kaikkien fosforin talteenottomenetelmien aiheuttavan varsin suuria muutoksia nykyisiin prosesseihin. Suurimmat muutokset vaadittaisiin lietteen poltolle ja fosforin erottamiselle tuhkasta. Myös saostetun fosforin erottaminen lietteestä vaatisi suuria muutoksia.

Berningerin ym. kyselyssä nykyistä jätevedenkäsittelyprosessia pidettiin hyvänä, mutta myös fosforin talteenotto eri menetelmillä nähtiin toivottavana kierrätyskeinona. Kysymykseen vastasi sekä vesilaitoksia, jätevedenpuhdistamoita, biokaasulaitoksia ja alan sidosryhmiä. Varsinkin vesilaitokset pitivät virtsan erilliskeräystä vähiten toivottavana. Fosforin erottamista tuhkasta pidettiin toivottavana, mikä tarkoittaisi lietteen polton aloittamista Suomessa.

## Jäteveden ja biojätteiden ravinteet ja hiili hyötykäyttöön – case HSY

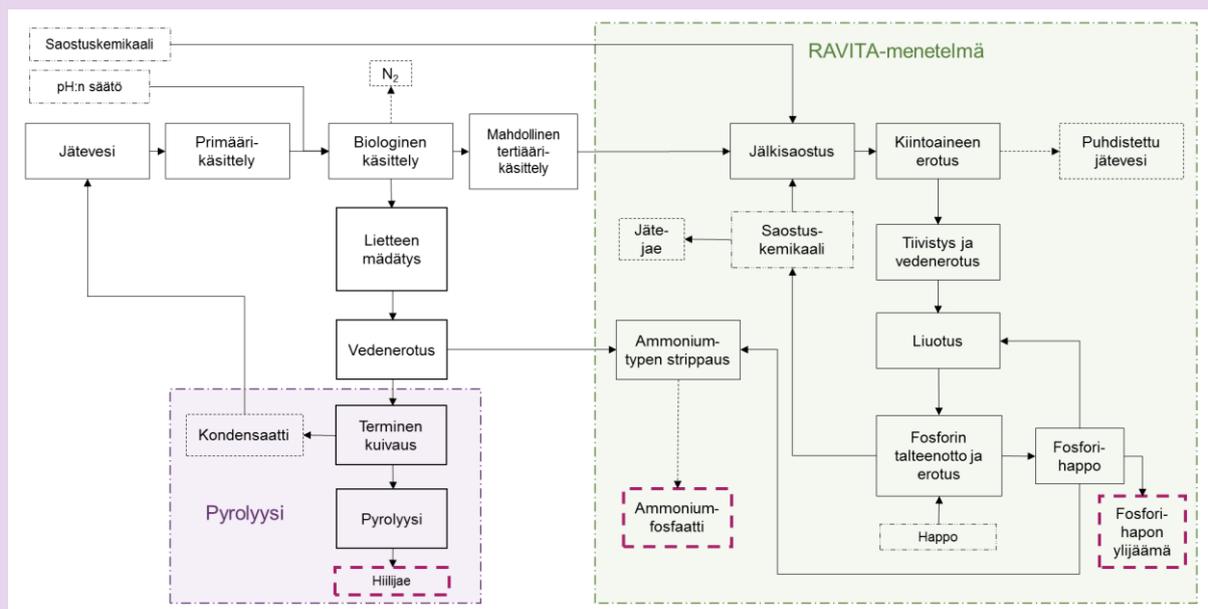
HSY on tutkinut aktiivisesti biomassojen sisältämien ravinteiden hyödyntämisen tekniikoita ja kehittänyt innovatiivista tapaa jätevesilietteen sisältämien ravinteiden talteenottoon ja hiilen hyödyntämiseen. Tällä hetkellä HSY:n Ämmässuon käsittelykeskuksessa biojätteet seulotaan. Seulan alitteena muodostuva hienojakoisempi biojäte käsitellään mädättämällä, ja muodostuva käsittelyjännös sekä karkeampi biojätefraktio kompostoidaan viherrakentamisessa käytettäväksi mullaksi. Viherjätteet käytetään osittain biojätteen kompostoinnissa lisäaineena tai kompostoidaan erikseen.

Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamoilla jätevesiliete mädätetään ja ohjataan Metsäpirtin kompostointialueelle, jossa se tuotetaan komposti- ja multatuotteiksi. Osa Suomenojan jätevesilietteen mädätteestä ohjataan Ämmässuolle, jossa se kompostoidaan.

Jätevesilietteen sisältämien ravinteiden ja hiilen osalta on HSY nyt kehittämässä uutta, vaihtoehtoista prosessointi- ja hyödyntämiskonseptia. ”Taustalla lietteen käsittelyn ja ravinteiden talteenoton tehostamiselle on halu saada lietteen ravinteet ja hiili kierrätettyä ilman huolta mahdollisista haitta-aineista”, kertoo projektipäällikkö Aino Kainulainen.

HSY:n kehittämässä RAVITA-menetelmässä jäteveden fosfori erotetaan lähtevästä jätevedestä kiekkosuodatuksen jälkeen kemiallisesti fosforihappona, joka voidaan edelleen hyödyntää kierrätyslannoitevalmisteiden valmistuksessa tai teollisuuskemikaalina. Lisäksi prosessiin voidaan yhdistää typen talteenotto strippaamalla (Kuva 13).

Jäteveden käsittelyssä jäljelle jäävän biologisen jätevesilietteen käsittelyyn HSY tutkii pyrolyysitekniikkaa. Se eliminoi orgaanisia haitta-aineita säilyttäen hiilen ja ravinteet. Hiilimäinen tuote voitaisiin käyttää sellaisenaan maanparannuksessa mutta mahdollisesti myös biojätteiden ja mädätysjännöksen kompostoinnin lisäaineena prosessia tehostamaan. Teknologiasta valmistellaan pilottia Ämmässuolle.



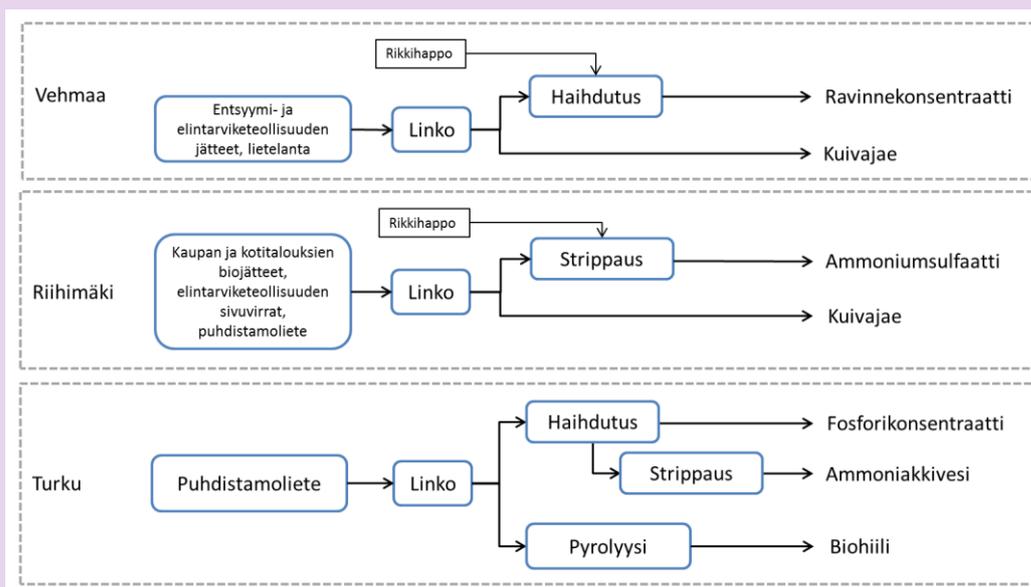
**Kuva 13.** Jätevesilietteen ravinteiden ja hiilen vaihtoehtoinen prosessointi- ja hyödyntämiskonsepti (Kuva: Laura Rossi ja Aino Kainulainen/HSY).

## Mädätteen jatkojalostus konsentroiduiksi ravinnetuotteiksi – case Gasum Oy

Gasumin seitsemällä suomalaisella biokaasulaitoksella käsitellään erilaisia biomassoja yhdyskuntien ja teollisuuden jätevirroista lantaan. Noin puolet Gasumin mädätteistä syntyy yhdyskuntien jätevesilietteitä käsittelevillä laitoksilla. Honkajoen, Huittisten, Kuopion ja Oulun laitosten mädätettä käytetään lannoitevalmisteena joko sellaisenaan tai lingottuna kuivajakeena. Rejektivesi päätyy prosessin laimennukseen tai esimerkiksi metsäteollisuuden jätevedenpuhdistukseen. Pisimmälle vietyä mädätteen jatkojalostus on Gasumin Vehmaan, Riihimäen sekä Turun laitoksilla (Kuva 14). Lietteenkäsittelyn keskittämällä sekä käsittelylinjojen eriyttämisen avulla Gasumilla panostetaan lieteperäisten tuotteiden jalostusasteen nostoon. Muilla laitoksilla panostetaan jatkossa orgaanisiin lannoitevalmisteisiin myös luomun näkökulmasta.

Gasum on ottanut Riihimäen laitoksella käyttöön ammoniumsulfaatin tuotannon lingolla separoidusta nestejakeesta. Laitos on ollut kaupallisessa tuotannossa vuoden 2018 alusta lähtien, ja Gasum on tehnyt useamman miljoonan euron investoinnin laitoksen rejektiveden käsittelyyn ja typen talteenottoon. Teknologiaratkaisuun kuuluu rejektiveden haihdutus ja strippaus, josta tuotteena syntyy fosforia ja kaliumia sisältävä konsentraatti sekä väkevä ammoniakkivesi. Vuoden 2018 aikana Turun laitoksella pilotoidaan myös lingotun kuivajakeen pyrolyysiä.

”Etenkin kustannusmielessä lannoitteen jalostustoiminnassa onkin syytä huomata, että laitos tuottaa jalostettujen lannoitevalmisteiden lisäksi myös vettä, joka tulee johtaa puhdistukseen tai muuhun käyttöön”, kertoo Gasumin kehityspäällikkö Eeli Mykkänen. Myöskään ravinnetuotteiden markkina-arvo ei tällä hetkellä ole vielä riittävä kattamaan tuotannon koko kustannuksia. ”Toistaiseksi ravinnetuotteiden jalostus on osa jätteenkäsittelyketjua, johon laitosten on muuttuneessa lietteenkäytön tilanteessa panostettava liiketoiminnan turvaamiseksi” toteaa Gasumin suunnittelupäällikkö Jukka Salmela Nesteravinne-hankkeen seminaarissa 27.3.2018.



**Kuva 14.** Gasum Oy:n biokaasulaitosten mädätteen pisimmälle viedyt jatkojalostusteknologiat. Turun laitoksella nestejakeen jatkojalostus on tulossa käyttöön kesällä 2018, ja kuivajakeen jalostusta pilotoidaan 2018.

## Lannan ja jätevesilietteiden käsittelyä ja ravinnekäyttöä tilamitta-kaavassa – case Jahotec

Jahotec Oy on Jarmo Aholan johtama perheyrittys, joka aloitti toimintansa 1998. Biokaasuliiketoiminta on yksi osa yrityksen toimialoista konepajan ja suunnittelutoimiston ohella. Aholalla on maatila, ja monitoimimiehenä hän kokeilee uusiakin aloja. Viimeisimpiä ovat hampun viljely ja jalostus sekä mustasotilaskärpäsen toukkien kasvatusta Enprot Oy:n kanssa.

Jahotecin biokaasulaitoksella, Biokilla, on lupa ottaa vastaan 10 000 t syötettä vuodessa, mutta tekninen kapasiteetti on noin 20 000 t/v. Laitokselle tulee jätevesilietettä lähikuntien jätevedenpuhdistamoilta. Lisäksi laitoksen syötteinä on kolmosluokan teurasjätettä, ylijäämäheinää, leipomotähdettä ym. luvanmukaista raaka-ainetta.

Prosessi on mesofiilinen märkämädätys, jossa viipymäaika on noin 30 päivää. Mädätyksen jälkeen materiaali hygienisoitetaan pitämällä sitä 70 °C:ssa tunnin ajan. Jäännöksen hygieeninen laatu on ollut erinomainen, ja *E. coli* tuhoutuu jo pitkän viipymän aikana. Käsittelyjäännöksestä erotetaan lingolla lietettä tarpeen mukaan. Yritys kokeilee typen erotusta rejektinesteestä kalvosuodatimella. Jahotec on myös teettänyt runsaasti testauksia tuotteistaan ja seuraa alan kehitystä maailmanlaajuisesti. Ahola pitää suomalaisia jätevesilietettä varsin turvallisina lannoitteina elintarviketuotannossa. Liette käy läpi kaksi puhdistusprosessia, aerobisen jätevedenpuhdistamolla ja anaerobisen biokaasulaitoksella.

Mädäte käytetään lannoitteena omilla ja sopimusviljelijöiden pelloilla. Jahotec toimittaa mädätteen sopimustiloille, eikä kuljetuksesta tai mädätteestä peritä maksua. Ahola on ollut tyytyväinen käsittelyjäännöksen lannoitusvaikutukseen. Tilan peltojen lannoitukseen ei käytetä keinolannoitteita lukuun ottamatta pohjavesialueita (Kuva 15). Aholan mielestä käsittelyjäännöksen palautus pellolle on osa luonnon kiertokulkua, ja siitä on muutakin etua kuin lannoituksellinen hyöty. Esimerkiksi sateisena vuonna 2017 kaurassa esiintyi yleisesti hometoksiineja, mutta Aholan tilalla ne olivat lähes nollatasolla. Biokaasulaitoksen tuottama kaasua käytetään mm. konepajan lämmitykseen ja oman sähkön tuotantoon. Kaasua jalostetaan koemielessä myös liikennekaasuksi kalvosuodatustekniikalla.



**Kuva 15.** Jahotecin mädätteellä lannoitettu alue erottuu kuvassa tummanvihreänä. Kellertävää aluetta ei ole lannoitettu lainkaan (Kuva: Henri Göös).

### 3.2. Teknologioihin liittyvää lainsäädäntöä

Biomassojen jalostukseen ja kierrätyslannoitevalmisteiden valmistukseen liittyy erilaisia normeja riippuen käytetystä tekniikasta ja käsiteltävästä materiaalista (Taulukko 4). Lisäksi kaikkia lannoitevalmisteita koskevat lannoitevalmistelain ja -asetuksen mukaiset raja-arvot raskasmetalleille, hygienialle ja epäpuhtauksille (ks. Kappale 6) sekä kierrätyslannoitevalmisteiden peltolevityssäädökset (ks. Kappale 8). Erilaisilla prosessointitekniikoilla voidaan myös tuottaa tuotteita, jotka eivät ole lannoitevalmisteita. Tällaisia ovat esimerkiksi teollisuuskemikaalit ja maanrakentamisessa käytetyt aineet. Näiden tuotteiden valmistuksen lainsäädäntöä ei tässä raportissa käsitellä.



**Kuva 16.** Jepuan biokaasulaitoksen märkämädätysreaktorit (Kuva: Elina Tampio/Luke).

**Taulukko 4.** Lannoitevalmisteiden tuotantoteknologioihin liittyvää lainsäädäntöä. (ST= sivutuotelaki ja -asetus, LV= lannoitevalmistelaki ja -asetus, YS= ympäristönsuojelulaki ja -asetus, JP= jätteenpolttoasetus)

Tekniikka	Materiaali	Lainsäädännön vaatimuksia	Viite
<b>Kompostointi, Mädätys</b>	Luokan 3 eläinperäiset sivutuotteet	Laitoshyväksyntä, aloitusilmoitus ja omavalvonta. Hygienisoitava 70 °C lämpötilassa vähintään 60 minuutin ajan. Käsiteltävän aineksen palakoko alle 12 mm.	ST
	Ruokajäte ja lanta	Sama kuin yllä, TAI Termofiilinen kompostointi tai mädätys suljetussa tilassa yli 55 °C kahden viikon ajan.	ST
	Lanta omaan käyttöön maatilalaitoksessa	Ei laitoshyväksyntää eikä käsittelyvaatimuksia kompostointi- tai biokaasulaitoksessa. Lanta on käsittelyn jälkeensä lainsäädännöllisesti edelleen käsittelemätöntä lantaa.	ST
<b>Mädätys</b>	Luokan 2 sivutuotteet <sup>1</sup>	Laitoshyväksyntä, aloitusilmoitus ja omavalvonta. Hygienisointi painesteriloinnin avulla (133 °C, 3 bar, 20 min, 50 mm).	ST
-	Jätevesiliete	Laitoshyväksyntä, aloitusilmoitus ja omavalvonta. Osoitettava hygienisoiva vaikutus, jolloin esim. mesofiilisesti mädätetty liete on hygienisoitava, kompostoitava tai kuivattava termisesti.	LV
<b>Separointi</b>	Jätevesiliete	Rejektivettä ei saa käyttää lannoitevalmisteena, jos puhdistamolietettä yli 10 %.	LV
<b>Poltto</b>	Puuperäinen materiaali, kasvimassat	Aloitusilmoitus ja omavalvonta.	Ruokavirasto
	Luokan 2 ja 3 sivutuotteet <sup>2</sup>	Sivutuote- tai jätteenpolttoasetuksen vaatima polttolaitos, aloitusilmoitus ja omavalvonta.	ST, JP
	Jätevesiliete	Ei sovellu lannoitevalmisteeksi sellaisenaan. Tuhkasta jalostetun ravinnetuotteen End-of-Waste menettely ja REACH-rekisteröinti sekä lannoitevalmistelain mukainen aloitusilmoitus ja omavalvonta.	Ruokavirasto, REACH, LV
	Tuhkan lannoitekäyttö	Varastointi ja rakeistaminen edellyttävät ympäristöluvan <sup>3</sup> .	LV, YS
<b>Esim. pyrolyysi, poltto, struviittikiteytyys</b>	Kaikki	Tuotteen rekisteröiminen. Rekisteröimistä ei tarvita, jos sama tuote on jo aiemmin rekisteröity. Aineiden samanlaisuus pitää pystyä todistamaan. Aloitusilmoitus, omavalvonta ja tyyppinimi mikäli orgaaninen lannoitevalmiste, jolle tyyppinimi Ruokaviraston tyyppinimiluettelossa.	REACH, Ruokavirasto
<b>Jätteiden hyödyntämien, tuhkan esikäsittely</b>	Kaikki	Ympäristöluva, jos käsitellään yli 50 t päivässä (jätteiden hyödyntäminen) TAI yli 75 t päivässä (hyödyntämisen ja loppukäsittelyn yhdistelmä).	YS
<b>Mädätys</b>	Kaikki	Ympäristöluva, jos käsitellään yli 100 t päivässä.	YS

<sup>1</sup>Lannoitevalmistelainsäädäntö koskee lantaa vain silloin, jos luovutetaan/markkinoidaan lannoitevalmisteena. Maitotuotteita voidaan käsitellä laitoshyväksytyssä komposti- tai mädätyslaitoksessa. Munatuotteita voidaan käsitellä komposti- tai mädätyslaitoksessa, jossa on hygienisointi.

<sup>2</sup>Lannan polton tuhka voidaan jalostaa lannoitevalmisteeksi, muu eläinperäinen tuhka ainoastaan omille pelloille. Muu eläinperäinen tuhka tarkoittaa tilan polttolaitoksessa poltettavien raatojen tuhkaa (=sivutuoteluokkaan 2 kuuluvia sian ja siipikarjan, turkiseläinten ja kokonaisten kalojen raadot).

<sup>3</sup>Ei koske tilalla tapahtuvaa pienimuotoista varastointia ja rakeistusta.

**Kirjallisuutta:**

- Berninger, K., Pihl, T., Kasanen, P., Mikola, A., Tynkkynen, O. ja Vahala, R. 2017. Jätevesien fosfori hyötykäyttöön – teknologioita ja ohjauskeinoja. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 62/2017. <http://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=21502>
- ECHA, Reach-asetus tutuksi. <https://echa.europa.eu/fi/regulations/reach/understanding-reach>
- Laki eläimistä saatavista sivutuotteista 51/2015.
- Lannoitevalmistelaki 539/2006.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 11/12 lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus eläimistä saatavista sivutuotteista 783/2015.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11.
- Marttinen, S., Venelampi, O., Iho, A., Koikkalainen, K., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E., Ylivainio, K., Grönroos, J., Kauppila, J., Koskiaho, J., Valve, H., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Oasmaa, A., zu Castell-Rüdenhausen, M. 2017. Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa: Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 45 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-437-3>
- Pihl, T. 2017. Recovery and reuse of phosphorus from municipal wastewater - applications and attitudes in Finland. Master's thesis. Aalto University. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201712188136>
- Ruokavirasto. Eläimistä saatavien sivutuotteiden käyttö lannoitevalmisteissa. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kierratysravinteet/elaimista-saatavat-sivutuotteet/>
- Ruokavirasto. Jätevesilietteiden käyttö lannoitevalmisteina. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kierratysravinteet/jatevesilietteet/>
- Ruokavirasto. Lainsäädäntö. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/lannoitelan-toiminta/lainsaadanto/>
- Ruokavirasto. Tuhkan käyttö lannoitteena. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kierratysravinteet/tuhkalannoitteet/>
- Seppänen, A., Laakso, J. ja Luostarinen, S. 2018. Sivuvirrasta väkilannoitteen korvaajaksi. Mädätysjäännöksen jalostusteknologioiden nykytila, tarpeet ja tulevaisuuden mahdollisuudet Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 31/2018. Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-590-5>
- Vilpanen, M. ja Toivikko, S. 2017. Yhdyskuntalietteen käsittelyn ja hyödyntämisen nykytilannekatsaus. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 46. VVY, Helsinki. [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)
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014.

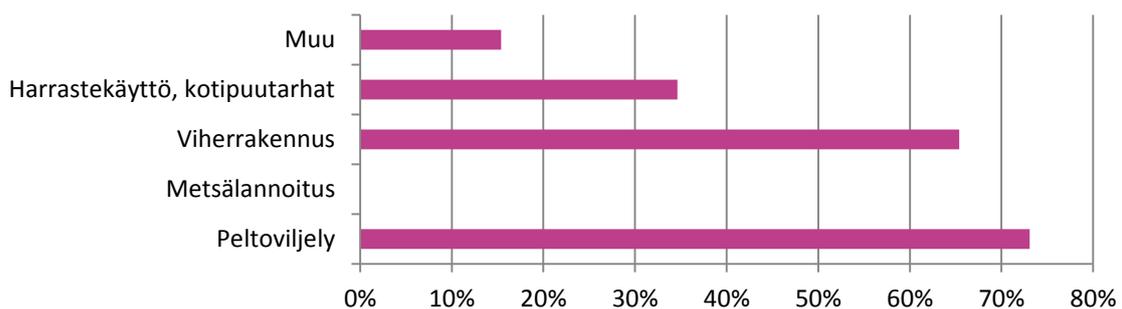
## 4. Lannoitevaikutus

### 4.1. Koostumus

Lannoitevalmisteiden koostumuksen tulee vastata kysyntää, ja siksi kasvien lannoitustarve on otettava huomioon tuotteiden valmistuksessa. Lannoitekyselyyn vastanneista vain 42 % huomioi tuotteissaan kasvien ravinnetarpeen. Joukossa oli myös toimijoita, jotka räätälöivät kaiken tai lähes kaiken tuotannon käyttäjien tarpeiden mukaan. 62 % vastaajista oli kiinnostunut jalostamaan tuotteita nykyistä enemmän asiakkaiden tarpeita vastaaviksi. Suurin osa kyselyyn vastanneiden laitosten lannoitevalmisteista käytetään peltoviljelyssä ja viherrakentamisessa. Muita käyttökohteita olivat maisemointi, kasvihuonetuotanto ja energiakäyttö. Lisäksi esimerkiksi metsien lannoitus kiinnosti lannoitevalmisteiden tuottajia (Kuva 17).

Maatalouskäytön osuus lannoitevalmisteiden käytöstä näyttäisi olevan noususuunnassa. Vesiläitosyhdistys kokosi raportin yhdyskuntalietteiden käsittelystä ja käytöstä vuonna 2017. Sen mukaan vuonna 2015 maataloudessa käytettiin 34 % jätevesilietteistä valmistetuista lannoitevalmisteista ja 41 % vuonna 2016. Nyt tehdyssä kyselyssä maatalouskäytön osuus on yli 70 %. On kuitenkin huomattava, että tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia, sillä tähän kyselyyn vastanneet käyttivät muitakin raaka-aineita kuin jätevesilietteitä.

**Lopputuotteiden käyttö lannoitevalmisteiden kokonaismäärästä**



**Kuva 17.** Lannoitevalmisteiden loppukäyttökohteet lannoitekyselyssä.

Orgaanisten lannoitevalmisteiden ravinnepitoisuudet vaihtelevat paljon johtuen raaka-aineista ja käsittelyprosesseista. Varsinkin liukoisen tyypin pitoisuuksissa on suuria vaihteluita (Taulukko 5). Liukoiseen tyyppiin lasketaan ammonium- ja nitraattityppi, sekä pieniin orgaanisiin tyyppiyhdisteisiin kiinnittynyt typpi. Mädätysprosessissa orgaanista tyyppiä muuttuu ammonium-muotoon. Se on kasveille helposti käyttökelpoista ja hyvää lannoitetta, mutta se haihtuu herkästi käsittelyn, varastoinnin ja levityksen yhteydessä. Lannoitevalmistetta levitettäessä sijoituslannoitus ja nopea multaus estävät haihtumista. Liukoinen typpi vaikuttaa vain levitysvuonna, kun taas orgaaniseen ainekseen sitoutunut typpi vapautuu hitaammin.

Kierrätysravinteet ovat lannoitekäytössä ennen kaikkea fosforin lähteitä. EU-komissio on nimenyt raakafosforin kriittiseksi raaka-aineeksi, sillä EU on tällä hetkellä erittäin riippuvainen EU:n ulkopuolella louhitun raakafosfaatin tuonnista. Yli 90 prosenttia EU:ssa käytetyistä fosforilannoitteista on tuontitavaraa, jota tuodaan pääasiassa Marokosta, Tunisiasta ja Venäjältä.

**Taulukko 5.** Esimerkkejä ravinnepitoisuuksista erilaisissa kierrätyslannoitetuotteissa. Kuiva-aine (TS) ja orgaaninen kuiva-aine (VS).

Tuote	Tyyppinimi	Raaka-aine	Ntot (kg/t)	Nliuk (kg/t)	Ptot (kg/t)	Ktot (kg/t)	TS (%)	VS (%TS)
Lietelanta, maatila <sup>1</sup>	-	-	3,0	1,7	0,5	3,0	7,2	-
Käsittelyjäännös maatilan biokaasulaitos <sup>1</sup>	-	Naudan lietelanta	2,8	1,7	0,46	3,7	4,7	-
Jahotec 1 <sup>2</sup>	Mädätysjäännös	Puhdistamo- ja jätevesiliete, karjanlanta, pelto- ja eläinperäiset sivutuotteet	1,81	1,47	0,10	0,13	2,5	-
Jahotec 2 <sup>2</sup>	Mädätysjäännös	Puhdistamo- ja jätevesiliete, pelto- ja eläinperäiset sivutuotteet	9,08	3,29	8,36	0,35	33,1	45
Gasum Humusvoima Vehmaa <sup>3</sup>	Mädätysjäännös	Lanta, teollisuuden- ja biohajoavat sivutuotteet	10,9	3,3	6,3	1,2	24,4	33,5
Gasum Voimakas Vehmaa <sup>3</sup>	Rejektivesi	Lanta, teollisuuden- ja biohajoavat sivutuotteet	25,5	19,2	3,0	4,6	24,3	86,6
Gasum Moniravinne Vehmaa <sup>3</sup>	Rejektivesi	Lanta, teollisuuden- ja biohajoavat sivutuotteet	7	5,2	0,5	0,94	1,8	52,7
LuomuKymppi B <sup>4</sup>	Mädätysjäännös	Biojäte, kasvipohjaiset jätteet, kaupan entiset elintarvikkeet, teurasjätte (lk. 3), lanta	7,3	2,82	1,7	2,0	24,3	85,9
Ammoniumsulfaatti <sup>5</sup>	Ammoniumsulfaatti	Ammoniumsulfaatti, vesi	90	89	-	-	-	-
Ravinnekuuti, Kotka <sup>6</sup>	-	Paperi- ja selluteollisuuden sivutuotteet	3,4	0,9	0,6	0,2	47,9	70,3
Omapiha biokomposti <sup>7</sup>	Maanparannuskomposti	Biojäte, hake	13,5	0,9	4,95	9	45	60
Natural lantakomposti <sup>8</sup>	-	Turkiseläinlanta, turve	15,9	5,5	13,5	3,3	-	71
Haku-tuhka <sup>9</sup>	Peltotuhka	Kuusen kuori	-	-	9,8	15	60–80	-

<sup>1</sup>Hyrkäs, M., Virkajärvi, P., Rätty, M., Luostarinen, S. & Pyykkönen, V. 2014. Biokaasulaitoksen käsittelyjäännös nurmen ja ohran lannoitteena. Maataloustieteen Päivät 2014.

<sup>2</sup>Ahola, J. 2018. Suullinen tiedonanto 11.4.2018.

<sup>3</sup>Gasum, Vehmaan biokaasulaitos. [Tuoteselosteet](#), tuote-erän tunnus 002 2018. Haettu 25.4.2018.

<sup>4</sup>Bio10. [Tuoteseloste](#), erätunniste 2018. Haettu 25.4.2018.

<sup>5</sup>Envor Biotech. [Tuoteseloste](#) 12.6.2014. Haettu 25.4.2018. Tuote stripattu mädätysjäännöksen nestejakeesta ja sisältää myös rikkiä.

<sup>6</sup>Soilfood. [Tuotevalikoima](#), Päivitetty 12/2017. Haettu 25.4.2018.

<sup>7</sup>Mustankorkea. [Tuoteseloste](#) 2018. Haettu 25.4.2018.

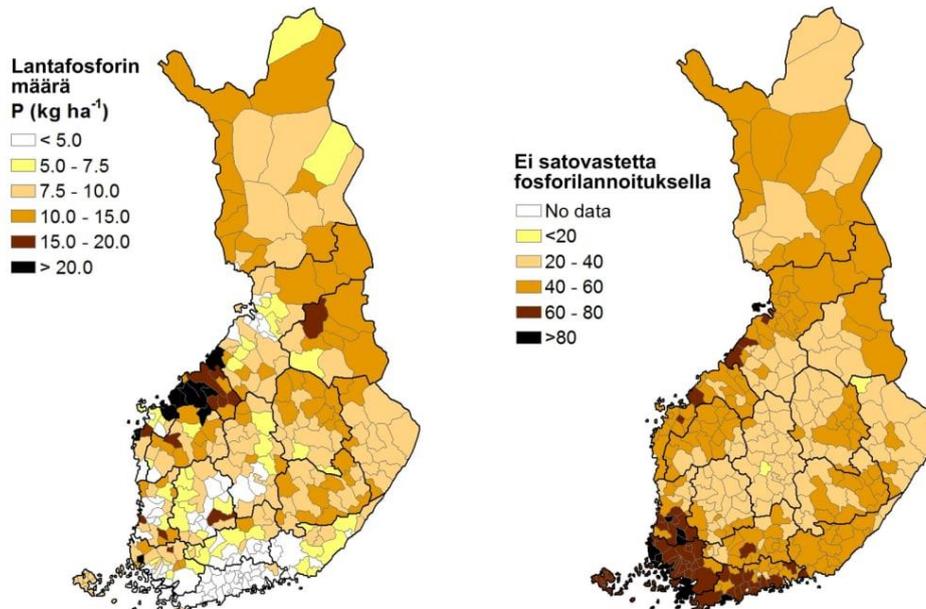
<sup>8</sup>Natural Compost. [Tuoteseloste](#). Haettu 25.4.2018

<sup>9</sup>Tuhka-Hukka. [Tuoteseloste](#). Haettu 25.4.2018.

Fosforia on määrällisesti eniten kotieläinten lannassa (ks. Kuva 2) ja fosforista onkin ylitarjontaa juuri kotieläinvaltaisilla alueilla (Kuva 18). Lantafosforia riittäisi viljelylle peltopinta-alalle tasaisesti levitettynä 8,8 kg/ha, kun koko lannoitustarve on 8,6 kg/ha (Ylivainio ym. 2014). Näin ollen koko maan keskiarvona lannan sisältämällä fosforilla kyettäisiin tyydyttämään fosforilannoituksen tarve.

Haasteena kuitenkin on kasvi- ja eläintilojen eriytyminen eri puolille maata. Sen vuoksi fosforipitoisten biomassojen prosessointi ja jalostus entistä kuljetettavampaan muotoon on tärkeää.

Myös kotimainen yhdyskunnissa ja kotitalouksissa muodostuva jäte (erityisesti jätevesiliete) sisältää suuria määriä fosforia, joka kiertotalousmallin mukaisesti kierrätettynä voisi kattaa osan maan fosforilannoitteiden kysynnästä. Jätevedenpuhdistusprosessissa fosfori kuitenkin saostetaan rautatai alumiinisuolojen avulla. Fosfori sitoutuu yhdisteeseen tiukasti, eikä se ole helposti kasvien käytettävissä. Fosforin erottamiseen jätevesilietteestä on olemassa käyttökelpoisia menetelmiä, mutta toistaiseksi niiden laajempi käyttö ei ole ollut kannattavaa (ks. Luvut 3.1.3 ja 3.1.4).



**Kuva 18.** Lannan fosforin kasvien tarpeen mukainen yli- tai alijäämä Suomessa sekä alueet, joilla fosforilannoituksella ei saavuteta satovastetta Ylivainion ym. (2014) mukaan.

Kaliumin pitoisuudet eri lannoitevalmisteissa riippuvat käytetyn raaka-aineen ominaisuuksista (Taulukko 5). Kalium on vesiliukoinen yhdiste, joka konsentroituu vedenerotuksessa nestejakeeseen.

Mädätettyjen ja kompostoitujen tuotteiden pH on lähellä neutraalia, mutta haihtuvaa ammoniumtyyppiä sisältävien tuotteiden pH:ta voidaan laskea haihtumisen estämiseksi. pH-arvoltaan neutraalien lannoitevalmisteiden käyttö ei juuri vaikuta maan happamuuteen, mutta happamat tuotteet alentavat maan pH:ta.

## 4.2. Maanparannusvaikutus

Pääosa maataloudessa käytettävistä kierrätyslannoitevalmisteista on orgaanisia lannoitteita ja maanparannusaineita (Kuva 19). Orgaanisen aineksen, eli hiilen, lisääminen maahan parantaa maan rakennetta ja vedenpidätyskykyä. Se on hyödyllistä myös maan pieneliöille. Orgaanisista jättemateriaaleista, esimerkiksi biojätteistä tai jätevesilietteistä, jalostetut komposti- ja mädätetuotteet sisältävät runsaasti orgaanista ainesta, yli 50 % kuiva-aineesta (Taulukko 5).



**Kuva 19.** Orgaaniset ja epäorgaaniset lannoitteet sekä maanparannusaineet ovat kierrätyslannoitevalmisteiden eri muotoja (Järki Lanta -hanke). Orgaanisen lannoitteen ja maanparannusaineen erottaa tuotteen ravinnepitoisuus.

Orgaaninen aines parantaa ja lujittaa maan mururakennetta tekemällä muruista kestäviä ja kimmoisia. Sen vaikutus on suurin karkeilla, vähäsavisilla mailla. Eloperäisiä muruja muodostavat tekijät voidaan jakaa kolmeen ryhmään niiden vaikutusajan perusteella. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat juurten ja mikrobien erittämät lima-aineet, jotka ovat pääasiassa polysakkarideja. Ne lujittavat mikromuruja sitomalla humus- ja kivennäishiukkaset toisiinsa, mutta säilyvät maassa vain muutamasta viikosta kuukausiin. Toiseen ryhmään luetaan makromuruja sitovat juuret ja sienirihmastot, joiden vaikutusaika on jo selkeästi lima-aineita pidempi. Pisin vaikutusaika on mikrobien hajotustuotteena syntyvällä humuksella. Se toimii sekä murujen rakennus- että sidosaineena.

Maaperäeläimistä suurin osa, esimerkiksi lierot, hienontavat kuollutta orgaanista materiaalia ja lisäävät siten mikrobeille altista pinta-alaa. Lisäksi lierot syövät orgaanisen materiaalin kanssa myös kivennäisainesta ja ulostavat kestäviä muruja. Nämä ulosteet ovat otollista materiaalia mikrobieliölle, jotka voivat jatkaa ulosteiden hajottamista.

Maaperän eliöstöstä 80 % on mikrobeja, 12 % lieroja ja 8 % muita makro-, miso- ja mikroeläimistöä. Biologinen toiminta maaperässä on aktiivista, kun maassa on riittävästi ravinnoksi kelpavaa orgaanista ainetta. Eloperäisen aineksen optimaalinen määrä peltomaassa on 10–15 %, mutta kivennäismailla jäädyään yleensä selvästi alle puoleen tästä. Myös muiden olosuhteiden tulee olla kunnossa, jotta eliöt pysyvät vilkkaina. Eliöstö viihtyy parhaiten kosteassa maassa, jonka pH on lähellä neutraalia. Kuivassa maassa mikrobit ovat kestromuotoina ja muu eliöstö on lepotilassa. Optimaalinen lämpötila eliöstölle on noin 20 °C.

Orgaaniset lannoitevalmisteet vilkastuttavat maan mikrobitoimintaa, lisäävät humuksen määrää ja siten parantavat maan rakennetta. Kierrätyslannoitevalmisteet sisältävät runsaasti orgaanista ainesta, noin puolet kuiva-aineesta, mutta niiden maanparannusvaikutus jää vähäiseksi, koska suuri fosforipitoisuus, ja mahdollisesti myös raskasmetallit, rajoittavat levitysmääriä.

Peltomaan laatua voidaan parantaa ns. vähäravinteisilla maanparannusaineilla (Kuva 19). Ne ovat orgaanisten lannoitevalmisteiden tapaan eloperäisiä, sillä ne sisältävät runsaasti hiiltä. Sellaisia ovat esimerkiksi metsäteollisuuden sivutuotteena saatava kuituliete sekä biohiili. Biohiiltä valmistetaan pyrolyysin eli kuivatislauksen avulla, jolloin materiaali palaa hapettomissa olosuhteissa korkeassa lämpötilassa. Palamistuotteena saadaan tuhkan sijaan hiiltä, jossa on tallella orgaanista ainesta ja joitain ravinteita. Maan pieneliöt tarvitsevat hiiltä 25-kertaisesti verrattuna tyypeen. Jos hiili-typpi-suhde on kovin paljon suurempi, kuten esimerkiksi kuitulietteellä, tyypeä sitoutuu maahan, ja se vapautuu kasvien käyttöön vasta myöhemmin.

**Kirjallisuutta:**

- Alakukku, L. 2009. Maan rakenne. Teoksessa Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. (toim.) Maan Vesi- ja ravinnetalous, ojitus, kastelu ja ympäristö. Salaojayhdistys ry, Helsinki, s. 47–66.
- Berninger, K., Pihl, T., Kasanen, P., Mikola, A., Tynkkynen, O. ja Vahala, R. 2017. Jätevesien fosfori hyötykäyttöön – teknologioita ja ohjauskeinoja. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 62/2017. <http://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=21502>
- JärkiLannoite -hanke 2017. Omalannoitteet. Järki Lannoite -hanke. <http://ravinneenergia.fi/materiaali/omalannoitteet/yleista-kierratyslannoitteista/>
- Käytännön maamies 11/2017. Kierrätyslannoitteet tulevat. <http://kaytannonmaamies.fi/share/17871/fa0e44>
- Sitra 2015. Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 99. <https://media.sitra.fi/2017/02/24001611/Selvityksia99.pdf>
- Sitra 2016. Kierrolla kärkeen. Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016–2025. Sitran selvityksiä 117. Kiertotalous: <https://media.sitra.fi/2017/02/24032626/Selvityksia117-2.pdf>
- Vilpanen, M. ja Toivikko, S. 2017. Yhdyskuntalietteen käsittelyn ja hyödyntämisen nykytilannekatsaus. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 46. VVY, Helsinki. [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)
- Ylivainio, K., Sarvi, M., Lemola, R., Uusitalo, R. and Turtola, E. 2014. Regional P stocks in soil and in animal manure as compared to P requirement of plants in Finland. MTT Report 124. 35 p. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/481761>
- Ympäristöministeriö 2014. Taustaselvitys – Lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteiden ravinteiden kierrätyksen valtakunnallinen hanke. Loppuraportti. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B01CBA8C7-FD0F-4511-AEEB-9DEEE2DD173B%7D/103971>

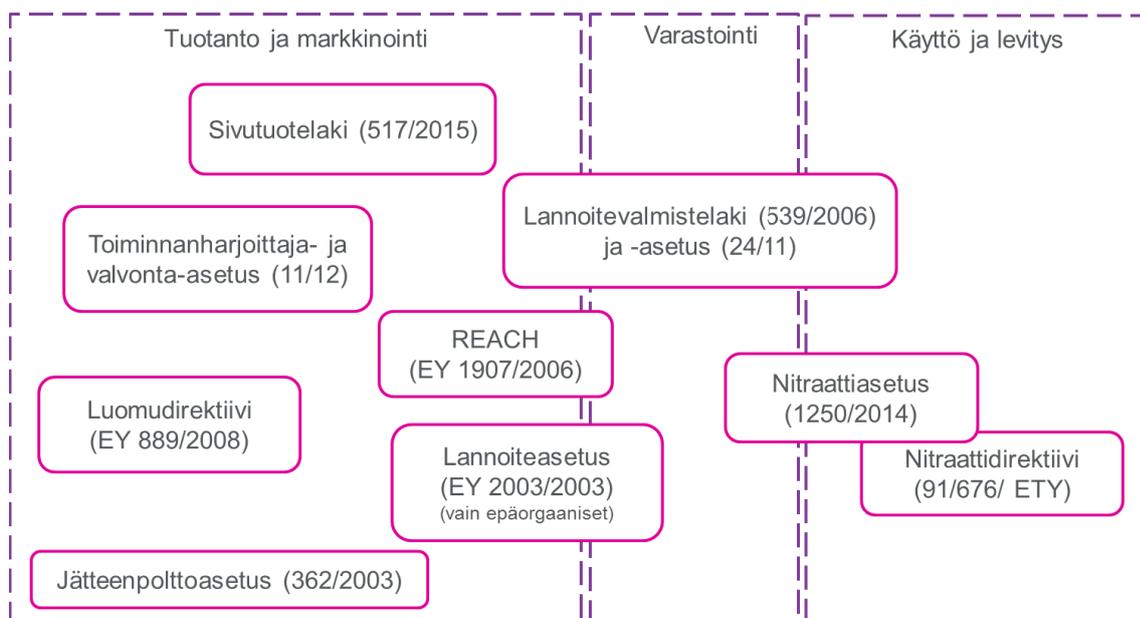
## 5. Lainsäädäntöä ja ohjeita toiminnan aloittamiseen

Lannoitevalmisteita säädellään sekä kansallisella että EU-lainsäädännöllä. Lainsäädäntöjen tarkoituksena on turvata kasvintuotannon ja elintarvikkeiden laatu sekä ympäristön tila. Ne edistävät turvallisten ja laadukkaiden lannoitevalmisteiden tarjontaa ja sivutuotteiden hyötykäyttöä (Kuvat 20–22). Keskeinen kansallinen laki on lannoitevalmistelaki [539/2006](#) muutoksineen. Siihen liittyvät asetukset maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista [24/11](#) muutoksineen ja maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta [11/12](#) eli ns. ”toiminnanharjoittaja- ja valvonta-asetus” muutoksineen.

Lannoitevalmisteasetuksessa säädetään lannoitevalmisteiden raaka-aineista, tyyppinimistä ja erilaisista käytännön toimintaan liittyvistä asioista, kuten lannoitevalmisteiden laatu-, turvallisuus- ja merkintävaatimuksista. Lisäksi asetuksessa säädetään valmisteiden käytöstä ja käsittelystä sekä tuonnista ja viennistä. Lait ja asetukset määrittävät minimivaatimukset tuotteille ja toiminnalle. Toiminnanharjoittaja voi kuitenkin aina tehdä asiat minimivaatimuksia paremmin.

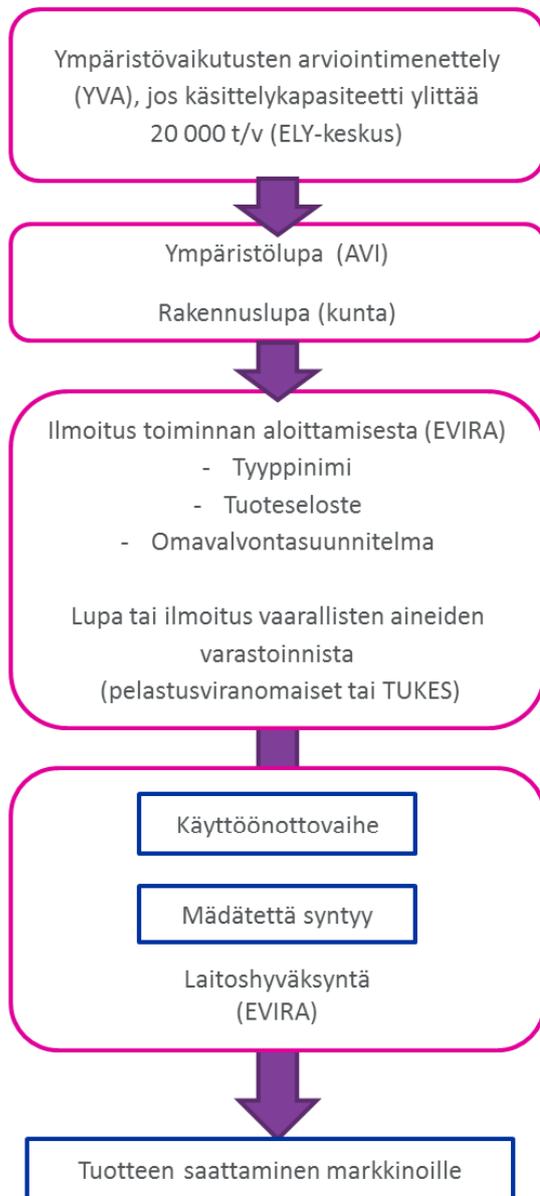
Tuotteen markkinoille saattamisesta ja vaatimusten täyttymisestä vastaa toimija, jolla on ns. ankara vastuu. Siinä toimija vastaa myös ammattikäytössä käytetyn tuotteen, joka ei täytä lannoitevalmistelainsäädännön vaatimuksia, aiheuttamasta vahingosta ja ansionmenetyksestä.

EU-tasolla lannoitevalmisteita koskevat mm. REACH-asetus (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, [EY 1907/2006](#) ja Euroopan parlamentin ja neuvoston sivutuoteasetus ([EY 1069/2009](#), joka on Suomessa toimeenpantu lailla eläimistä saatavista sivutuotteista [517/2015](#)). Lisäksi EU-tasolla lannoitevalmisteita ohjaa EY-asetus lannoitteista ([EY 2003/2003](#)), joka koskee epäorgaanisia lannoitteita ja osaa kalkitusaineista. Se ei tällä hetkellä kata orgaanisia lannoitevalmisteita lainkaan. Voimassa oleva lannoiteasetus takaa asetuksen piiriin kuuluvien lannoitteiden vapaan liikkuvuuden sisämarkkinoilla. EU:n lannoiteasetuksen ulkopuolella olevien tuotteiden kaupassa sovelletaan ensisijassa kohdemaan kansallista lainsäädäntöä. Jos kansallinen säädöstö ei sovellu markkinoille tuotavalle tuotteelle, sovelletaan vastavuoroisen tunnustamisen menettelyä (Euroopan komissio 2016).



**Kuva 20.** Lannoitevalmisteiden tuotantoa, markkinointia, varastointia, käyttöä ja levitystä ohjaava lainsäädäntö.

### Tarvittava lupa ja myöntävä viranomainen



### Luvan perusteena oleva lainsäädäntö

Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annettu laki 468/1994 ja asetus 713/2006

Ympäristönsuojelulaki 527/2014  
Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

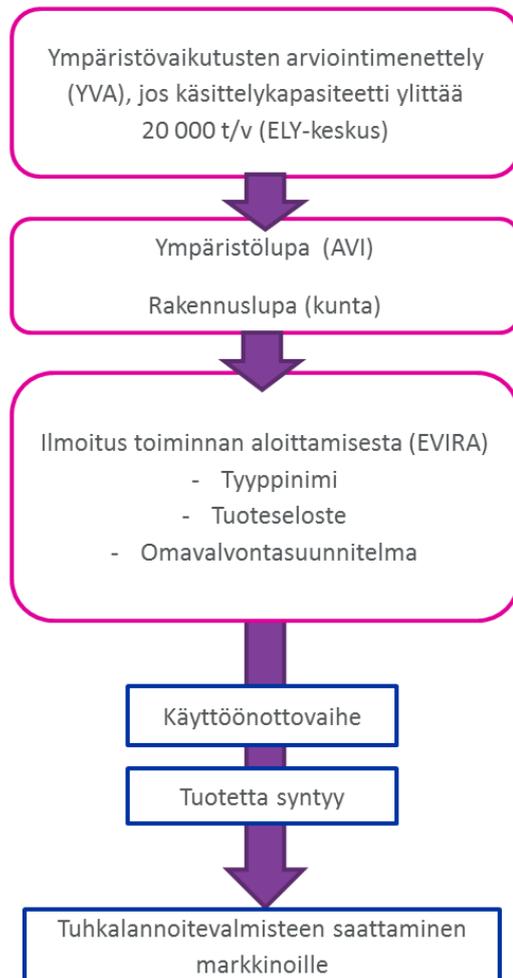
Lannoitevalmistelaki 539/2006

Maakaasuasetus 551/2009, Vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden turvallisesta käsittelystä ja varastoinnista annettu laki 390/2005 ja asetukset

Lannoitevalmistelaki 539/2006 ja Sivutuoteasetus (EY) N:o 1609/2009

**Kuva 21.** Lupaprosessit, lupien myöntäjä ja perusteena oleva lainsäädäntö, esimerkkinä biokaasulaitos. Sama prosessi pätee myös kompostointilaitoksille, pois lukien maakaasuasetus ja asetus vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden turvallisesta käsittelystä.

## Tarvittava lupa ja myöntävä viranomainen



## Luvan perusteena oleva lainsäädäntö

Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annettu laki 468/1994 ja asetus 713/2006

Ympäristönsuojelulaki 527/2014  
Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

Lannoitevalmistelaki 539/2006

**Kuva 22.** Lupaprosessit, lupien myöntäjä ja perusteena oleva lainsäädäntö, esimerkkinä tuhkalannoitteiden valmistus ja markkinoille saattaminen.

Suomessa jätevesiliete on käsiteltävä ennen sen käyttöä maanviljelyssä. EU:n jätevesilietedirektiivin (86/278/ETY) liitteissä on määritelty raskasmetallien raja-arvot levitettävälle lietteelle, vuotuiselle levitysmäärälle ja vastaanottavalle maaperälle. Monet jäsenmaat ovat säätäneet direktiiviä tiukempia käyttörajoituksia ja raja-arvoja. Jäsenmaat voivat myös sallia käsittelemättömän lietteen käytön tietyin ehdoin, jos liete muokataan heti maahan. Suomessa jätevesilietedirektiivin mukaisesti lietteiden käytöstä lannoitevalmisteiden raaka-aineena on säädetty lannoitevalmisteasetuksessa (MMMa 24/11 muutoksineen) ja toiminnanharjoittaja-asetuksessa (MMMa 11/12 muutoksineen).

Jätedirektiivin (2008/98/EY) periaate on kierrätyksen mahdollistaminen. Jäte voidaan prosessoida tuotteeksi erityisten jätteeksi luokittelun päättymisen kriteerien mukaan (End-of-Waste, EoW). Nämä kriteerit määritellään joko EU:n tai kansallisella tasolla. Orgaanisille materiaaleille kriteereitä ei tällä hetkellä ole, mutta End-of-Waste menettely voidaan toteuttaa myös tapauskohtaisena harkintana. Tällöin ympäristöviranomainen ratkaisee, onko esimerkiksi ravinnetuote lakannut olemasta jätettä prosessoinnin ja käsittelyn tuloksena. Materiaalin jätestatuksen päättymistä haetaan tekemällä arvio materiaalin jäteluonteesta, minkä jälkeen ympäristöviranomainen voi antaa lausunnon materiaalin luonteesta ja luvan muutostarpeesta. Vaihtoehtoisesti jätestatus voidaan määrittää ympäristölupien hakemisen yhteydessä.

Lannoitevalmisteiden valmistusta ja sisältöä määrittelevät myös useat muut lait. Lannan, orgaanisten lannoitevalmisteiden ja tyypeä sisältävien lannoitteiden käytössä maa- ja puutarhatalou-

nessa on huomioitava valtioneuvoston asetus ([1250/2014](#)) maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta (ns. nitraattiasetus). Maatalouden ympäristökorvausjärjestelmä ohjeistaa ja rajoittaa typen ja fosforin käyttöä peltojen lannoituksessa (Vna [235/2015](#) ja MMMa [327/2015](#)).

Saadakseen lannoitevalmisteen virallisesti hyväksytyksi, markkinoille saatettavaksi tuotteeksi, tulee toiminnanharjoittajan tehdä Ruokavirastolle ilmoitus toiminnan aloittamisesta, hakea laitoshyväksyntä, valita tuotteelle soveltuva tyyppinimi sekä laatia tuoteselosteet tuotteille. Ajantasaiset tiedot hyväksytyistä lannoitevalmisteista ja menettelytavoista löytyvät [Ruokaviraston sivuilta](#).

## 5.1. Lannoitevalmistetyypit ja tyyppinimet

Lannoitevalmisteet, joihin myös kierrätyslannoitevalmisteet kuuluvat, jaetaan lannoitevalmistelain ([539/2006](#)) mukaan seuraavasti:

- Epäorgaaniset lannoitteet
- Orgaaniset lannoitteet
- Orgaaniset kivennäislannoitteet
- Kalkitusaineet
- Maanparannusaineet
- Kasvualustat
- Mikrobivalmisteet
- Lannoitevalmisteena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet

Näiden tyyppien sisällä lannoitevalmisteet jaetaan tuotteiden ominaisuuksia ja valmistustapaa kuvaavan tyyppinimen mukaan. Tyyppinimiryhmät on koottu Liitteeseen 2. [Tyyppinimiluettelo](#) ylläpitää Ruokavirasto. Linkissä on tyyppinimien tilanne vuoden 2017 lopussa, ja niitä voi tulla lisää markkinoiden kehittyessä.

Tyyppinimi ilmoitetaan toiminnan aloitusilmoituksen yhteydessä. Yksittäistä markkinoille saatettavaa tuotetta ei tarvitse erikseen hyväksyttää, vaan luettelosta etsitään tyyppinimi, jonka kuvaukseen valmiste sopii. Mikäli valmisteelle sopivaa tyyppinimeä ei ole, lannoitevalmisteen tuottaja voi hakea muutosta olemassa olevaan tyyppinimeen tai kokonaan uutta tyyppinimeä Ruokaviraston [ohjeiden](#) mukaisesti. Tyyppinimi on hyväksynnän jälkeen vapaasti kaikkien käytettävissä. Epäselvissä tapauksissa kannattaa olla suoraan yhteydessä Ruokavirastoon ja kysyä neuvoa.

Myös kahden tai useamman lannoitevalmisteen seosta voidaan valmistaa, jolloin kunkin seoksessa käytetyn lannoitevalmisteen tulee täyttää lannoitevalmistelainsäädännön vaatimukset. Mikäli seokselle ei ole erillistä tyyppinimeä, ilmoitetaan tuoteselosteessa kunkin seoksessa käytetyn lannoitevalmisteen tyyppinimet.

Tyyppinimen haun yhteydessä Ruokavirastolle on toimitettava seuraavat tiedot:

- Selvitys tuotteen lannoitevaikutuksista, käyttäytymisestä maaperässä ja maan rakenteeseen vaikuttavista ominaisuuksista
- Kuvaus valmistusprosessista
- Selvitys raaka-aineista ja niiden alkuperästä
- Selvitys kemiallisesta ja biologisesta koostumuksesta sekä fysikaalisista ominaisuuksista
- Näytteenotto- ja analyysimenetelmät
- Käyttöohjeet, käyttö määrä ja käyttöä rajoittavat tekijät sekä varastointivaatimukset
- Tyyppinimen kuvaus sijoitettuna tyyppinimiluetteloon

#### Lannoitevalmisteiden vaatimuksia

- Tyyppinimikohtaiset vaatimukset
- Raskasmetallien, muiden haitallisten aineiden ja epäpuhtauksien sallitut enimmäispitoisuudet (ks. Taulukko 9)
- Taudinaiheuttajien sallitut enimmäismäärät
- Sallitut poikkeamat tuoteselosteessa ilmoitetusta arvosta
- Sivu- ja hivenaineiden vähimmäispitoisuudet
- Yleisvaatimukset: turvallinen, tasalaatuinen, käyttötarkoitukseen sopiva
- Merkintä-, pakkaus-, varastointi- ja kuljetusvaatimukset

Markkinoitavalle tai luovutettavalle lannoitevalmisteelle on oltava tuoteseloste. Tuoteseloste tulee olla lannoitevalmisteen pakkauksessa tai sen mukana tulevissa asiakirjoissa, mikäli tuotetta myydään irtotavarana. Selosteen tulee sisältää seuraavat tiedot

- Tyyppinimi
- Kauppanimi
- Ominaisuudet ja koostumus
- Käyttö
- Valmistaja ja maahantuoja

Pääsääntöisesti tuoteselosteen on oltava sekä suomen- että ruotsinkielinen, mutta yksikielistä tuoteselostetta voidaan käyttää, mikäli myyntikunta on yksikielinen. Tuoteselosteen laatimisohteet tyyppinimiluokittain löytyvät [täältä](#).



**Kuva 23.** Mädätetystä puhdistamolietteestä ja biojätteestä valmistettu lannoiterae (Kuva: Pekka Heikkinen).

Taulukkoon 6 on koottu Ruokaviraston ylläpitämästä tyyppinimiluettelosta muutamia tyyppinimiä, joihin kierrätysravinteita sisältävät lannoitevalmisteet voivat kuulua. Kaikki tyyppinimiryhmät on lueteltu Liitteessä 2.

**Taulukko 6.** Esimerkkejä kierrätyslannoitevalmisteiden mahdollisista tyyppinimistä.

Tyyppinimiryhmä	Tyyppinimi
<b>Lannoitteet</b>	
1A1 Epäorgaaniset yksiravinteiset pääravinnelannoitteet	Typpilannoite
1A6 Epäorgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävät sivutuotteet	Viljaprosessoinnin tuhka
1A7 Tuhkalannoitteet	Eläinperäinen tuhka Puun ja turpeen tuhka
1B1 Orgaaniset eläinperäiset lannoitteet	Orgaaninen eläinperäinen lannoite Orgaaninen lannoite
1B4 Orgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävät sivutuotteet	Melassiuute Vinassi ja vinassiuute Perunan soluneste
<b>Kalkitusaineet</b>	
2A1 Kalkkikivet ja muut kalkitusaineet	Tuhkapitoinen kalkkirae
2A2 Sellaisenaan kalkitusaineena käytettävät sivutuotteet	Meesakalkki Sokeritehtaan puhdistamokalkki
<b>Maanparannusaineet</b>	
3A2 Orgaaniset maanparannusaineet	Maanparannuskomposti Lantaseos Tuorekomposti Kasvijätekompsti Kuivarae tai -jauhe Hapotettu ja stabiloitu puhdistamoliete
3A5 Maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet	Kuituliete Kipsi
<b>Kasvialustat</b>	
5A2 Seosmullat	Kompostimulta

Lannoitekyselyssä kartoitettiin toimijoiden tuottamia lannoitevalmistetyypinimiryhmiä ja niiden osuutta laitosten kokonaistuotannosta (Taulukko 7). Maanparannusaineita tuotti lähes 77 % kaikista vastaajista. Maanparannusainetta tuottavista vastaajista suurin osa (60 %) tuotti sitä yli 80 % kokonaistuotannostaan. Kasvialustoja, samoin kuin orgaanisia lannoitteita tuotti 42 % kyselyyn vastanneista. Kasvialustojen osuus laitosten kokonaistuotannossa vaihteli, mutta yli puolella vastaajista kasvialustojen osuus oli alle 40 % tuotannosta. Orgaanisten ja epäorgaanisten lannoitteiden seosta tuotti 12 %. Seoksia valmistavista laitoksista 67 % tuotti niitä alle 21 % tuotannostaan.

**Taulukko 7.** Kyselyyn vastanneiden laitosten lannoitevalmistetyypit ja niiden osuus laitosten kokonaistuotannosta. Valkealla pohjalla olevat luvut ilmoittavat, monellako prosentilla laitoksista esimerkiksi maanparannusaineen tuotannon osuus kokonaistuotannosta on 1–20 %, 21–40 %, 41–60 %, 61–80 % ja 81–100 %.

Tyyppi/Osuus kokonaistuotannosta	1- 20 %	21-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
<b>Maanparannusaine</b>	10 %	10 %	10 %	10 %	60 %
<b>Kasvialusta</b>	45 %	9 %	0 %	27 %	18 %
<b>Orgaaninen lannoite</b>	0 %	36 %	18 %	9 %	36 %
<b>Orgaanisten ja epäorgaanisten lannoitteiden seos</b>	67 %	0 %	0 %	33 %	0 %

## 5.2. Luomulannoitteet

Luomutuotannon tulisi perustua pääasiassa uusiutuvien ja paikallisten luonnonvarojen käyttöön.

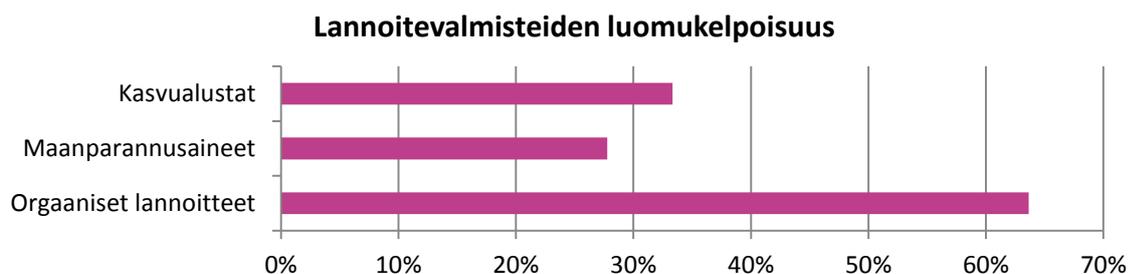
Kasvi- ja eläinperäiset jätteet ja sivutuotteet olisi kierrätettävä ravinteiden palauttamiseksi maahan uusiutumattomien luonnonvarojen käytön minimoimiseksi. Kasvien ravinnetarve on ensisijaisesti hoidettava viljelykierron ja muusta luomutuotannosta peräisin olevan lannan (luomulannan) tai eloperäisen aineksen käytöllä. Mineraalityypilannoitteiden käyttö on kokonaan kiellettyä.

Luomutuotannossa on sallittua käyttää myös laajaa valikoimaa luomutuotantojärjestelmän ulkopuolelta saatavia maanparannusaineita ja lannoitteita, kun niiden käyttö on perusteltua viljavuuden, viljelykasvien ravinnevaatimusten tai maanparannuksen kannalta. Näistä ns. täydennyslannoitteista on olemassa suljettu luettelo komission toimeenpanoasetuksen [889/2008](#) liitteessä 1 sekä täydentävää [Ruokaviraston ohjeistusta](#). Sallittuja ovat myös yhdistelmätuotteet luettelossa mainituista tuotteista. Monien tuotteiden sisällölle, raaka-aineiden alkuperälle, valmistustavoille ja käytölle on lisäksi erityisvaatimuksia. Esimerkkejä: eläinten lanta ei saa olla peräisin teollisesta eläinkasvatuksesta, kotitalouksien biojäte tulee olla peräisin erilliskeräyksestä, monille tuotteille on vaatimuksia koskien raskasmetallien enimmäismääriä, kasvuturvetta saa käyttää vain puutarhataloudessa, puuntuuhka ei saa olla peräisin kyllästetystä puusta jne.

Kierrätyslannoitteita koskee tuotekategoria "lannoitteena käytetyt kasviperäiset tuotteet ja sivutuotteet". Siihen kuuluvat mm. kansallisen tyyppinimiluettelon mukaiset lannoitevalmisteet kuten kuituliete ja turpeen tuhka. Useimmat eläinperäiset sivutuotteet soveltuvat käyttöön joko lannoiteaineina (esimerkiksi lihaluujauho) tai mädätysjäännöksenä. Kuonat ja sokeritehdaskalkki ovat sallittuja, mutta useimmat yleisesti maataloudessa käytetyt sivutuotekalkit eivät ole sallittuja, esimerkiksi: poltetut ja sammutetut kalkit, meesakalkki, PCC-kalkin saostusjäännös, kalkkiuunin suodinpöly, kalkin sammutusjäännös ja sokeritehtaan puhdistamokalkki.

Vaikka täydennyslannoitteiden käytölle on tiukat vaatimukset luomutuotannossa, eivät lannoitevalmisteet kuulu luomutuotannon EU-lainsäädännön piiriin (eli nk. soveltamisalaan). Siksi luomutuotannossa sallitulle lannoitteelle, "luomulannoitteelle", ei voi myöskään saada hyväksyntää, joka mahdollistaisi vaikkapa EU:n vihreän luomulehtilogon käytön markkinoinnissa. Ruokavirastolta kannattaa kysyä neuvoa yksittäisen lannoitevalmisteiden soveltuvuudesta luomutuotantoon. Uuden kierrätyslannoitteen kohdalla niin kannattaa tehdä jo tuotekehityksen alkuvaiheessa.

Suomen markkinoilla toimivat lannoitevalmistealan toimijat voivat myös pyytää merkitsemään luomutuotantoon soveltuvan yksittäisen lannoitevalmisteiden Ruokaviraston ylläpitämään neuvonnalliseen [luomulannoiteluetteloon](#). Soveltuvuuden arviointi ja julkaiseminen luettelossa on toimijoille vapaaehtoista ja maksutonta. Julkinen tieto vähentää tehokkaasti erilaisten tulkintojen syntymistä tiedon tarvisijoiden eli esimerkiksi viljelijöiden, neuvojien, viranomaisten, lannoitevalmistajien ja myyjien välillä. Lannoitteiden käyttöä luomutiloilla koskee myös muu lannoitevalmisteita, lantaa ja sen käsittelyä koskeva lainsäädäntö. Kyselyssä kierrätyslannoitteiden valmistajille luomukelpoisia tuotteita oli runsaasti kaikissa lannoitevalmistekategorioissa, eniten orgaanisissa lannoitteissa (kuva 24).



**Kuva 24.** Lannoitevalmisteiden luomukelpoisuus kyselyssä.

### 5.3. Valvonta

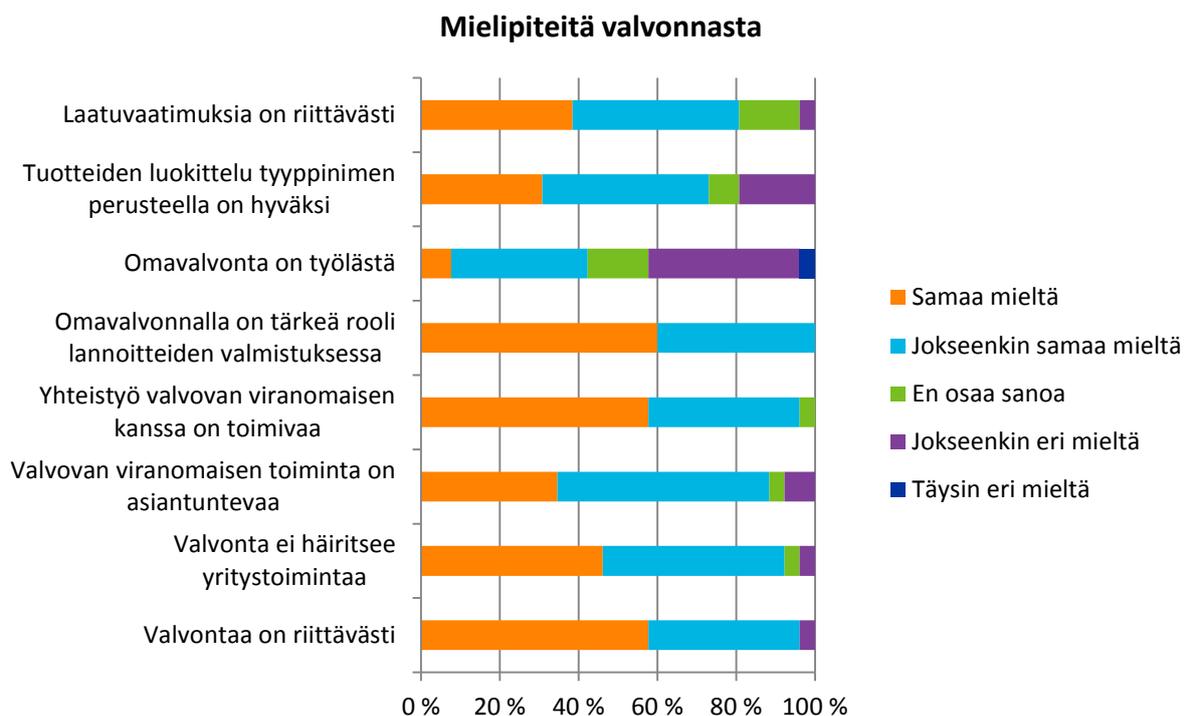
Valvonnan tarkoitus on tehdä lannoitevalmisteiden valmistus- ja käyttöketjusta läpinäkyvä ja jäljitettävä. Valmistusta, markkinoille saattamista, markkinointia, kuljetusta, varastointia, käyttöä ja käsittelyn eri vaiheita valvoo Ruokavirasto. Tarvittaessa se myös ohjeistaa toimijoita vaatimusten noudattamisessa. Ruokavirasto pitää toiminnanharjoittajista lannoitevalmistelain (539/2006) mukaista valvontarekisteriä.

Oleellinen osa valvontaa on omavalvonta, joka koskee kaikkia lannoitevalmisteita tuottavia toimijoita. Omavalvontasuunnitelma on kuvattava jo ennen toiminnan aloittamista, jolloin Ruokavirasto myös tarkastaa toiminnan. Laitoksen toimiessa valvotaan juuri omavalvonnan toteutumista. Omavalvontasuunnitelmassa kuvataan käsittelyn kriittiset vaiheet ja niiden hallinta. Se on samalla työ- ja toimintaohje laitoksen henkilökunnalle. Eläinperäisiä sivutuotteita käsittelevillä laitoksilla omavalvontajärjestelmän on perustuttava HACCP-järjestelmään (Hazard Analysis and Critical Control Points). Ruokaviraston sivuilta löytyy [ohjeet](#) omavalvontaan ja omavalvontasuunnitelman tekoon.

Toiminnanharjoittajan on ylläpidettävä toiminnasta ajantasaista tiedostoa. Siitä ilmenee mm. lannoitevalmisteiden ja niiden raaka-aineiden alkuperä, määrät, myynti ja varastointi. Ruokavirastolle ilmoitetaan kerran vuodessa mm. tyyppi- ja kaupanimet, raaka-aineet ja valmistetut tuotemäärät. Ilmoitus tehdään ns. [vuosi-ilmoituksella](#).

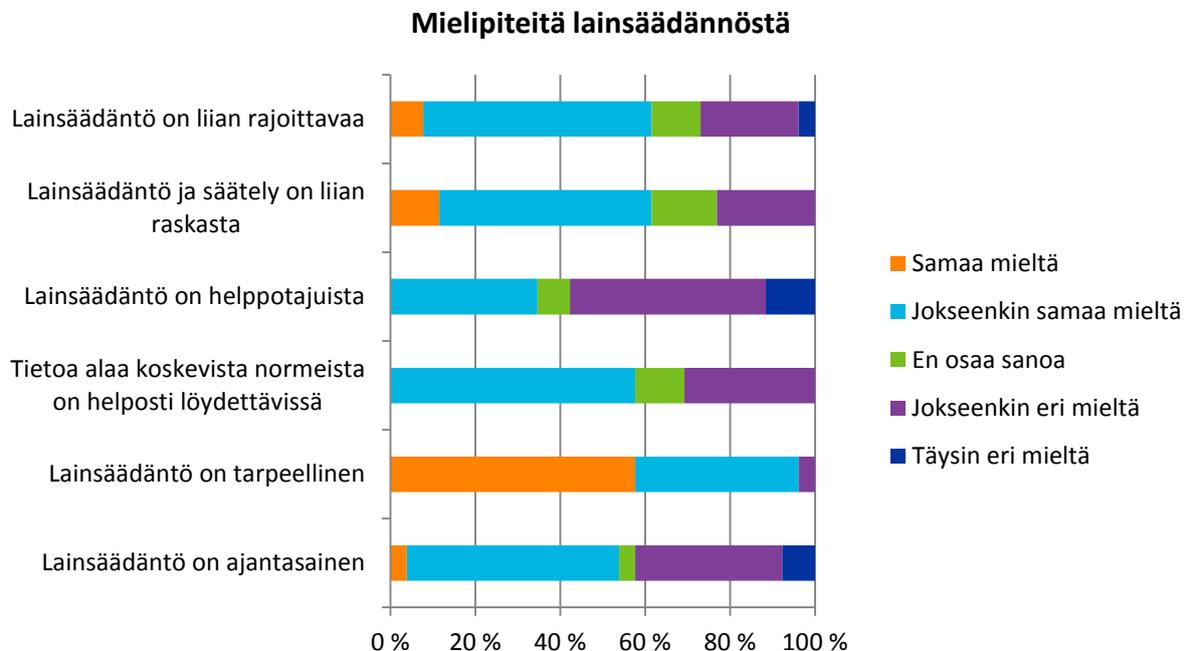
Lannoitevalmisteiden viralliseen valvontaan liittyvä laboratorioanalyysit on teetettävä Ruokaviraston hyväksymässä laboratoriossa. Lista laboratorioista (ml. Ruokaviraston laboratorio) on [täällä](#). Sivutuoteasetuksen mukaiset hygienia-analyysit on myös tehtävä joko Ruokaviraston laboratoriossa tai hyväksytyssä laboratoriossa, jotka on listattu [täällä](#). Laitosten omavalvontaan ja tuoteselosteiden laatimiseen liittyviä analyysejä voidaan kuitenkin suorittaa myös muissa kuin Ruokaviraston hyväksymissä laboratoriossa, mikäli analyysit tehdään lannoitevalmisteiden analysointiin tarkoitetuilla menetelmillä.

Kyselyyn vastanneet laitokset totesivat valvonnan toimivan hyvin, ja sitä pidettiin tärkeänä (Kuva 25). Valvonta ei aiheuttanut haittaa yritystoiminnalle, mutta omavalvonta koettiin joissain määrin työlääksi. Lannoitevalmisteiden luokittelu tyyppinimien perusteella koettiin hyväksi, ja valvonta riittäväksi.



**Kuva 25.** Kokemuksia kierrätyslannoitteiden valvonnasta.

Kyselyyn vastanneet kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajat pitivät yleisesti lainsäädäntöä tarpeellisenä (Kuva 26). Vain 4 % vastanneista kertoi olevansa jokseenkin eri mieltä tarpeellisuudesta. Suurimman osan mielestä normeista on saatavilla helposti tietoa, ja lainsäädäntö on jokseenkin helppotajuista. Osan mielestä on kuitenkin erittäin vaikeaa ymmärtää alan lainsäädäntöä. Säätely tuntuu liian rajoittavalta ja on osittain liian raskasta.



**Kuva 26.** Alan toimijoiden mielipiteitä lainsäädännöstä.

## 5.4. EU:n lannoitevalmistelainsäädännön uudistus

EU:n lannoitevalmistelainsäädäntö on uudistumassa (2018–2020), mikä tulee myöhemmin myös vaikuttamaan Suomen kansalliseen lainsäädäntöön. Euroopan komission mukaan lannoitelainsäädännön uudistamisen tavoitteena on harmonisoida lannoitevalmisteiden myynti ja markkinointi EU:n sisällä ja lisätä valmisteille turvallisuusvaatimus. Epäorgaanisten lannoitevalmisteiden ja muutamien kalkitusaineiden myynti tulee jatkumaan entiseen tapaan. Uutena saman sääntelyn alle tulevat nyt myös orgaaniset lannoitevalmisteet. Nykyisin orgaaniset lannoitevalmisteet ovat lannoiteasetuksen (EY 2003/2003) ulkopuolella ja niiden markkinointia ohjataan kansallisella lannoitevalmistelainsäädännöllä. Uudessa lainsäädännössä myös orgaanisia lannoitevalmisteita voidaan markkinoida CE-merkittynä lannoitevalmisteina, jolloin niiden on täytettävä asetuksen laatu-, turvallisuus- ja merkin-tävaatimukset.

Käytännössä asetuksen tuoteluokat tulevat korvamaan tällä hetkellä käytössä olevat lannoitteiden ja kalkitusaineiden tyyppinimet. Tuoteluokkia on ehdotuksen mukaan yhteensä 7. Orgaanisia kierrätyslannoitevalmisteita voi sijoittua neljään luokkaan (Taulukko 8).

Kun toimija pystyy osoittamaan vaatimusten täyttymisen, voidaan CE-merkittyä valmistetta markkinoida vapaasti EU:n sisällä. Orgaanisten CE-merkittyjen lannoitevalmisteiden vaatimusten mukaisuutta arvioi toiminnanharjoittajan lisäksi usein myös ilmoitettu laitos. Suomessa lannoitevalmisteiden valmistusta tulee ohjaamaan sekä uusi EU-lainsäädäntö että kansallinen lainsäädäntö, jolloin toimija voi itse päättää kumpaa lainsäädäntöä noudattaa. Kansallisen lainsäädännön puitteissa tuotettuja ja hyväksytyjä tuotteita voidaan jatkossa markkinoida muihin EU-maihin vastavuoroisella tunnustamisella, kuten tähänkin asti.

**Taulukko 8.** Uudistuvan EU:n lannoiteasetuksen mukaiset toimintoperusteiset tuoteluokat. Orgaanisia kierrätyslannoitevalmisteita sisältävät luokat tummennettu (Vilpanen 2017).

Tuoteluokka	Alaluokka 1	Alaluokka 2	Alaluokka 3	Alaluokka 4	Alaluokka 5
<b>1. Lannoite</b>	<b>A. Orgaaninen lannoite</b>	<b>I. Kiinteä orgaaninen lannoite</b>			
		<b>I. Nestemäinen orgaaninen lannoite</b>			
	B. Orgaaninen kivennäislannoite	I. Kiinteä orgaaninen kivennäislannoite			
		II. Nestemäinen orgaaninen kivennäislannoite			
	C. Epäorgaaninen lannoite	I. Epäorgaaninen pääravinnelannoite	a) Kiinteä epäorgaaninen	i) Yksiravinteinen	A) sisältää runsastyyppistä ammoniumnitraattia
				ii) Moniravinteinen	A) sisältää runsastyyppistä ammoniumnitraattia
II. Epäorgaaninen hivenravinnelannoite		b) Nestemäinen epäorgaaninen pääravinnelannoite	i) Yksiravinteinen		
			ii) Moniravinteinen		
	a) Yksiravinteinen				
	b) Moniravinteinen				
<b>2. Kalkitusaine</b>					
<b>3. Maanparannusaine</b>	<b>A. Orgaaninen maanparannusaine</b>				
	B. Epäorgaaninen maanparannusaine				
<b>4. Kasvualusta</b>					
<b>5. Agronomisen lisäaine</b>	A. Inhibiittori	I. Nitrifikaatioinhibiittori			
		II. Ureaasi-inhibiittori			
	B. Kelaatinmuodostaja				
C. Kompleksinmuodostaja					
<b>6. Kasvibiostimulantti</b>	A. Mikrobipohjainen kasvibiostimulantti				
	B. Ei-mikrobipohjainen kasvibiostimulantti	I. Orgaaninen			
		II. Epäorgaaninen			
<b>7. Lannoitevalmisteiden mekaaninen seos (blendi)</b>					

CE-merkityn lannoitevalmisteen tulee täyttää asetuksen mukaiset tuote-, raaka-aine sekä merkintävaatimukset. Ns. toimintoperusteisia tuoteluokkavaatimuksia ovat esimerkiksi ravinne- ja kuiva-ainepitoisuus, haitallisten aineiden määrä sekä hygieeninen laatu. Vaatimuksia voidaan antaa tuoteluokille tai alaluokille erikseen, esimerkiksi kadmiumille on esitetty eri raja-arvoja eri tuoteluokille.

Lannoitevalmisteasetuksen mukaisia sallittuja ainesosia (raaka-aineita) on tätä opasta kirjoitettaessa määritetty 11 kpl. CE-merkityn valmisteen on koostuttava yhdestä tai useammasta alla olevan luettelon ainesosasta. Paitsi tuotteille, myös raaka-aineille on laatu- ja turvallisuusvaatimuksia. Esimerkiksi mädätteille (muu kuin energiakasvimädäte) ja komposteille on tulossa PAH16-yhdisteiden raja-arvo. Asetuksen mukaiset sallitut ainesosat ovat:

- Ensimmäisluokkaa koostuvat aineet ja seokset
- Käsittelemättömät tai mekaanisesti käsitellyt kasvit, kasvien osat tai kasviuutteet
- Komposti
- Energiakasvimädäte
- Muu mädäte kuin energiakasvimädäte
- Elintarviketeollisuuden sivutuotteet
- Mikro-organismit

- Agronomiset lisäaineet
- Ravinnepolymeerit
- Muut polymeerit
- Eräät eläimistä saatavat sivutuotteet

Jätevesilietteet eivät tällä hetkellä ole sallittu ainesosa EU:n lannoitevalmistelainsäädännön luonnoksessa. Euroopan komission tutkimuskeskus JRC (Joint Research Centre) on työryhmissään selvittä-mässä struviitin sekä muiden talteen otettujen fosfaattisuolojen, biohiilen ja tuhkapohjaisten tuot-teiden mahdollista lisäämistä sallittujen aineisosien listalle. Se mahdollistaisi esimerkiksi jätevesiliet-teistä prosessoitujen ravinteiden CE-merkinnän. Kuitenkin mädätettyä ja kompostoitua tai muutoin käsiteltyä jätevesilietettä voitaisiin jatkossa käyttää kansallisen lainsäädännön sallimalla tavalla.

Komissio antoi EU:n lannoitevalmisteasetus [ehdotuksen](#) maaliskuussa 2016. Tätä raporttia kirjoj-tettaessa asetusehdotus on edelleen neuvoston, Euroopan parlamentin ja komission käsittelyssä ja siihen voi tulla vielä muutoksia. Kun asetusehdotus on hyväksytty, se tulee [Ruokaviraston](#) ja [maa- ja metsätalousministeriön](#) lannoitevalmistesivuille.

**Kirjallisuutta:**

- ESPP. Regulatory activities. <https://phosphorusplatform.eu/activities/regulatory-activities>
- Euroopan komissio 2016. Kiertotalouspaketti. Ehdotus. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus CE-merkittyjen lannoitevalmisteiden asettamista saataville markkinoilla koskevien sääntöjen vahvistamisesta ja asetusten (EY) N:o 1069/2009 ja (EY) N:o 1107/2009 muuttamisesta. COM (2016) 157 final. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/FI/1-2016-157-FI-F1-1.PDF>
- Kymäläinen, M. ja Pakarinen, O. (toim.) 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen Biokaasuyhdistys ry. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-784-771-1>
- Laki eläimistä saatavista sivutuotteista 517/2015.
- Lannoitevalmistelaki 539/2006.
- Linnunmaa. Milloin jäte lakkaa olemasta jäte ja mitä sitten? Näkökulmia materiaalien hyötykäyttöön. <http://www.syke.fi/download/noname/%7B500D3485-0138-4B7A-A682-D7C2F2C03F1A%7D/131486>
- Maa- ja metsätalousministeriö. Lannoitevalmisteet. <http://mmm.fi/elaimet-kasvit/lannoitevalmisteet>
- Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 11/12 lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus eläimistä saatavista sivutuotteista 783/2015.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11.
- Ruokavirasto. Laboratorioanalytiikka. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/valvonta/laboratorioanalytiikka/>
- Ruokavirasto. Lannoitteet ja lannoitevalmisteet. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/>
- Ruokavirasto. Tyyppinimi. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/lannoitelan-toiminta/lainsaadanto/tyyppinimi/>
- Ruokavirasto. Lainsäädäntö. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/lannoitelan-toiminta/lainsaadanto/>
- Ruokavirasto. Luomuun soveltuvat lannoitevalmisteet. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/luomumaatilat/luomukasvit/Luomun-tuotantopanokset/luomulannoitteet/>
- Ruokavirasto. Luonnonmukainen tuotanto 1. Yleiset ja kasvintuotannon ehdot. Eviran ohje 18219/7. <https://www.ruokavirasto.fi/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/luomun-lomakkeet-ja-ohjeet/>
- Salminen, P. 2014. Lannoitevalmisteita koskeva lainsäädäntö. Maa- ja metsätalousministeriö. [http://www oulu.fi/sites/default/files/content/Lannoitevalmistelainsaadanto\\_Salminen\\_09012013.pdf](http://www oulu.fi/sites/default/files/content/Lannoitevalmistelainsaadanto_Salminen_09012013.pdf)
- Vilpanen, M. 2017. Kansallinen laatujärjestelmä kierrätyslannoitevalmisteille. Taustaraportti. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 48. VVY, Helsinki. [https://www.vvy.fi/site/assets/files/1600/kansallinen\\_laaturjarjestelma\\_kierratyslannoitevalmistelle\\_taustraraportti\\_23112017.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/1600/kansallinen_laaturjarjestelma_kierratyslannoitevalmistelle_taustraraportti_23112017.pdf)

## 6. Kierrätyslannoitevalmisteiden tuoteturvallisuus ja valmistuksen raja-arvot

### 6.1. Tuoteturvallisuuden varmistaminen

#### 6.1.1. Raskasmetallit ja taudinaiheuttajat

Lannoitevalmisteista säädetään maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa [24/11](#) (ns. lannoitevalmisteasetus). Siinä on mm. enimmäispitoisuudet haitallisille aineille (Taulukko 9), taudinaiheuttajille ja epäpuhtauksille.

Lannoitteissa, joiden fosforipitoisuus on vähintään 2,2 %, saa olla enintään 50 mg kadmiumia fosforikilogrammassa. Lannoitevalmisteiden käytön aiheuttama kadmiumin enimmäiskuormitus on 1,5 g/ha/v. Ajanjaksot, jolloin annettu määrä on tasattava, vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan. Maa- ja puutarhataloudessa kuormitus saa olla enintään 7,5 g/ha viiden vuoden ajanjaksona.

Salmonellaa ei saa olla lainkaan 25 grammassa näytettä ja *Escherichia colia* korkeintaan 1000 pmy/g (pmy, pesäkkeen muodostava yksikkö). Juuripoltesientä, peruna-anteroista, perunan rengasmätää ja muutamia muita tauteja sekä hukkakauraa ei saa olla lainkaan. Roskille (lasi, metalli, muovi, luut, kivet) ja rikkakasvin siemenille on omat rajansa.

Kierrätysravinteita, jotka sisältävät jätevesilietettä, ei saa levittää syötävälle kasveille. Tällaisia ovat ruoka- ja rehuperuna sekä juurikasvit. Poikkeuksena on tärkkelysperuna, jolle niitä saa levittää. Nurmelle jätevesilietepohjaisia valmisteita saa levittää perustamisen yhteydessä, mutta ei korjuuvuosina.

**Taulukko 9.** Haitallisten aineiden sallitut pitoisuudet lietteissä Suomessa ja muutamissa muissa maissa (MMM 24/11, Berninger ym. 2017, Roskosch 2017).

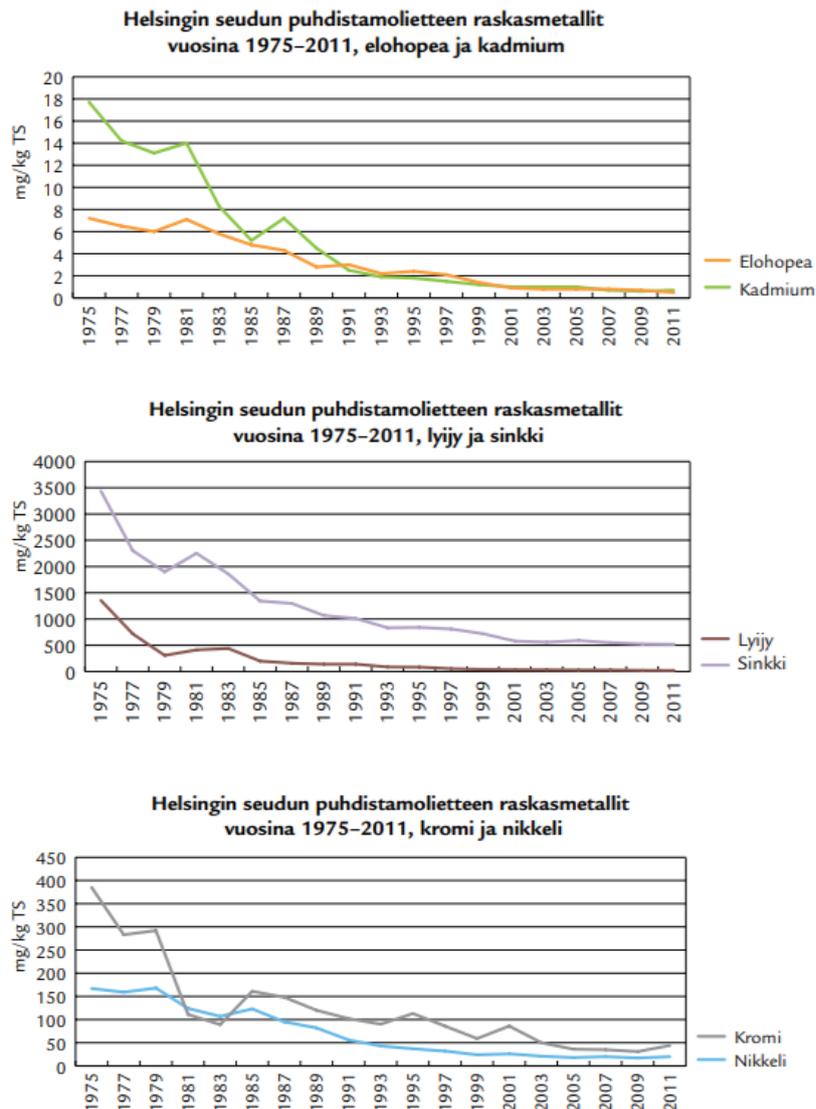
Metalli	Enimmäispitoisuudet mg/kg ka					Metsätaloudessa käytettävissä tuhkalannoitteissa Suomessa
	Suomi	Ruotsi	Saksa, vanha	Saksa, uusi	Tanska	
Arseeni (As)	25			40	25	40
Elohopea (Hg)	1,0	2,5	8	1	0,8	1,0
Kadmium (Cd)	1,5 (puun ja turpeen tuhka 2,5)	2	10	1,5	0,8	25
Kromi (Cr)	300	100	900	-	100	300
Kupari (Cu)	600	600	800	900	1000	70
Lyijy (Pb)	100	100	900	150	120	150
Nikkeli (Ni)	100	50	200	80	30	150
Sinkki (Zn)	1500	800	2500	4000/4500 <sup>1</sup>	4000	4500

<sup>1</sup>4000 mg/g ka jätevesilieteperäisille lannoitevalmisteille, 4500 mg/kg ka muille lannoitevalmisteille

Suomen lannoitevalmisteiden sisältämien raskasmetallien raja-arvoja on vertailtu ulkomaisiin raja-arvoihin esimerkiksi julkaisussa Berninger ym. (2017). Suomessa rajat raskasmetalleille ovat tiukat verrattuna esimerkiksi Saksassa aiemmin käytettyihin raja-arvoihin. Saksassa lannoitevalmisteiden raja-arvot ovat uudistuneet uuden lieteasetuksen ja lannoitevalmisteasetuksen myötä vuonna 2017, ja ovat nyt hyvin lähellä Suomen tasoa (Taulukko 9). Ruotsissa ja Tanskassa mm. nikkelin sallitut pitoisuudet ovat alhaisemmat kuin Suomessa. Ruotsissa on muista maista poiketen luvallista levittää

pelloille käsittelemätöntä jätevesilietettä tietyin edellytyksin. Virossa raskasmetallien raja-arvot ovat korkeat, sillä maaperässä niitä on luonnostaan vähän. Saksassa ja Tanskassa on määritelty enimmäismäärät muutamille orgaanisille haitta-aineille. Sveitsissä ei ole saanut käyttää jätevesilietettä lainkaan maataloudessa vuoden 2006 jälkeen. Siellä on ensimmäisenä maailmassa otettava fosforitalleten jätevesilietteestä sekä liha- ja luujauhosta. Vastaava säädös on suunnitteilla Itävallassa.

Tällä hetkellä jätevesilietteeseen päätyvät orgaaniset haitta-aineet, lääkeaineet ja mikromuovit puhuttavat enemmän kuin raskasmetallit, joiden pitoisuuden lietteissä ovat selvästi laskeneet muutamassa vuosikymmenessä (Kuva 27).



**Kuva 27.** Raskasmetallit puhdistamolieteteissä 1975–2011 (Kuva: HSY).

Itämeren suojelukomissio HELCOM antoi maaliskuussa 2017 [suosituksen](#) jätevesilietteiden käsittelystä. Suosituksen tavoitteena on tarjota sopimusmaiden hallituksille suuntaviivoja jätevesilietteen sisältämien arvokkaiden aineiden ja energiasisällön hyödyntämiseen. Samalla haitallisten aineiden ympäristö- ja terveysvaikutukset minimoidaan. Suositukset liittyvät mm. ravinteiden kierrätyksen mahdollistamiseen turvallisen lietteenkäsittelyn keinoin.

## 6.1.2. Orgaaniset haitta-aineet

Jätevesilietteissä on suuri joukko erilaisia yhdisteitä, joita käytetään teollisuus- ja kuluttajakemikaaleina: bromatut palonestoaineet muoveissa ja tekstiileissä, vettä hylkivät fluoratut yhdisteet, elektroniikkateollisuuden PCB-yhdisteet, lääkeaineet, puhdistus- ja pesuaineet, dioksiinit ym. (Taulukko 10). Jätevesilietteiden lisäksi näitä aineita on havaittu myös muita raaka-aineita prosessoivien laitosten käsittelyjäänöksissä. Orgaanisille haitta-aineille ei ole vielä määritelty raja-arvoja Suomessa eikä EU-tasolla, mutta ne ovat tulossa mukaan uuteen EU:n lannoitevalmistelainsäädäntöön (ks. Luku 5.4). Joissain maissa muutamille haitta-aineille on määritelty kansalliset raja-arvot.

**Taulukko 10.** Yleisimpiä orgaanisia haitta-aineita, niiden haittavaikutuksia, hajoavuuksia ja käyttötarkoituksia (Fjäder 2016, Marttinen ym. 2014, Paavola 2011).

Lyhenne	Yhdiste	Haittavaikutus, hajoavuus	Käyttötarkoitus
<b>DEHP</b>	Bis(2-etyyliheksyyli)ftalaatti	Karsinogeeni, hormonihäiritsijä, heikentää hedelmällisyyttä, maaperässä hitaasti hajoava	Teollisuus ja kotitaloudet, muovinpehmentin, pakkausmateriaali, lääketieteellisyys
<b>DIDP, DINP</b>	Di-isodekyyliftalaatti, Di-isononyyliftalaatti	Terveysvaarallisuuden tutkimus käynnissä	Muovinpehmentimiä
<b>PBDE (PBB, TBBA, HBCD)</b>	Polybromatut difenyylietterit (209 yhdistettä)	Pitkäikäisiä, kertyviä, erittäin hitaasti hajoavia, karsinogeenisiä, mutageenisia	Palonestoaineita, elektroniikkateollisuus, muovit, sisustustekstiilit
<b>AOX</b>	Adsorboituvat orgaaniset halogeeniyhdisteet	Osa helposti hajoavia, osa pysyviä	Sairaaloiden ja laboratorioden jätevedet, muodostuu maaperässä klooria sisältävien pesu- ja desinfiointiaineiden käytön myötä
<b>BPA</b>	Bisfenoli-A	Häiritsee hormonitoimintaa, hajoaa melko nopeasti	Epoksihartsien ja polykarbonaattimuovien tärkein ainesosa
<b>PFAS</b>	Per- ja polyfluoriaalkyyliyhdisteet	Vesiliukoisia, hajoavat hitaasti, kertyvät eläinperäisiin elintarvikkeisiin, saattaa joutua pohjavesiin ja vesistöihin, kasvit ottavat juurillaan, maksa- ja kehityshäiriöitä, häiritsevät hormonitoimintaa	Teollisuus ja kotitaloudet, vettä, likaa ja rasvaa hylkiviä (paperi, nahka, tekstiilit, mm. Goretex), sammutusvaahdot
<b>PCB</b>	Polyklooratut bifenyylit	Rasvaliukoisia, hitaasti hajoavia, rikastuvat ravintoketjussa, karsinogeenisiä, aiheuttavat kehityshäiriöitä	Liimat, maalit, muovit, hyönteismyrkyt, voiteluaineet, nykyään käyttö kielletty
<b>PCDD/F</b>	Polyklooratut dibentsodioksiinit/ dibentsofuraanit	Rasvaliukoisia, hitaasti hajoavia, karsinogeenisiä, aiheuttavat kehityshäiriöitä, rikastuvat ravintoketjussa	Pestisidit, jätteenpoltto, sementin valmistus, metalliteollisuus
<b>LAS</b>	Lineaariset alkyylibentseenisulfonaatit	Biohajoavia, maahan kertyminen epätodennäköistä, voivat häiritä muiden aineiden liukoisuuksia, estrogeenin kaltaisia ominaisuuksia	Teollisuus ja kotitaloudet, synteettiset puhdistus- ja pesuaineet
<b>NP, NPEO</b>	Nonyylifenoli ja nonyyli-fenolietoksylaatit	Häiritsevät hormonitoimintaa ja aiheuttavat kehityshäiriöitä, hajoamistuotteet haitallisempia ja pysyvämpiä	Teollisuus ja kotitaloudet, pesuaineet, kosmetiikka, voiteluaineet, torjunta-aineet
<b>PAH</b>	Polyaromaattiset hiilivedyt	Karsinogeenisiä, mutageenisia, hajoavuus vaihtelee	Energiantuotanto, epätäydellinen palaminen

Vuosina 2010–2013 toteutetussa BIOSAFE-hankkeessa (Marttinen ym. 2014) todettiin, että suurimmalla osalla tutkituista haitta-aineista lannoitevalmisteen mukana tuleva määrä oli samaa suuruusluokkaa ilmalaskeuman kanssa (10 yhdisteryhmää ja 25 lääkeainetta). Poikkeuksena havaittiin palonestoaine PBDE, jota oli mädätteessä huomattavasti enemmän kuin laskeumassa. Osa yhdisteistä hajoaa tai ei kerry merkittävästi kasveihin.

Vaikka on olemassa erilaisia teknologioita, joilla haitta-aineita voidaan poistaa jätevesilietteistä, niiden laajempaa käyttöönottoa kuitenkin vasta selvitetään. Muutamien kemikaalien ja lääkeaineiden riskin arvioimiseksi tarvitaan vielä lisätutkimusta. Haitta-aineilla saattaa olla myös yhdysvaikutuksia, joita ei tunneta.

Vuosina 2017–2018 on meneillään haitta-aineisiin liittyvä LIERI-hanke (Puhdistamolietteiden sisältämien haitta-aineiden aiheuttamat riskit lannoitekäytössä). Hankkeesta vastaavat Luonnonvarakeskus ja Laki ja Vesi Oy. Vuosina 2015–2018 Luke ja Syke ovat tutkineet jätevesilietteiden pitkäkestoisista lannoitusvaikutusta PProduct-hankkeessa (Jätevesilietefosforin potentiaali kasvintuotannossa ja vaikutukset ympäristöön ja elintarviketurvallisuuteen). Siinä on seurattu eri haitta-aineiden pitoisuuksia ja muuntumista prosessoinnin aikana. Molempien hankkeiden tulokset tullaan julkaisemaan vuoden 2018 aikana.

### 6.1.3. Lääkeaineet

Jätevedenpuhdistamolle kulkeutuvat jätevesien mukana alueen asukkaiden käyttämät ja kehon kautta metaboloituneet lääkeaineet sekä viemäriin sellaisenaan päätyneet lääkeaineet. Mitä suurempi jätevesilietteen osuus on syötessä, sitä korkeampia ovat useiden lääkeaineiden pitoisuudet mädätysjäännöksessä. Lannan osuus on merkittävä mädätysjäännöksen tetrasykliinien pitoisuutta selittävä tekijä, kun taas estradiolin havaittiin korreloivan rasvan ja rasvalietteen osuuden kanssa. Useimpien lääkeaineiden pitoisuudet ovat Suomessa samaa tasoa tai alhaisempia kuin muualla Euroopassa ja Yhdysvalloissa (Marttinen ym. 2014).

Lääkeaineiden pitoisuuksista ovat Suomessa koholla yleisimmät kipulääkkeet ibuprofeeni ja ke-toprofeeni. Muita meillä runsaasti käytettyjä, ja siksi jätevesilietteestä löytyviä, lääkeaineita ovat verenvainelääkkeet (metoprololi ja sotaloli) ja mielialalääkkeet (karbamatsepiini ja sitalopraami), sekä antibiootit (sulfadiatsiini, siprofloksasiini) ja eläinten loislääkkeet (flubendatsoli). Lääkeaineita on havaittu sekä kuivajakeessa että rejektivedessä. Lääkeaineiden pidättymistä lietteeseen säätelee mm. niiden hydrofobisuus (Vieno 2007). Useimmista lääkeaineista suurin osa päätyi mekaanisessa vedenerotuksessa kuivajakeeseen (Marttinen ym. 2014, Taulukko 11). Suomessa kaikki eläinten ja ihmisten terveydenhoidossa syntyvät lääkejätteet luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi (Ympäristöministeriö 2008).

Lääkeaineiden ilmeneminen jätevesissä ja lietteissä on monimutkainen tutkimuskohde. Osa niistä hajoaa elimistössä (ibuprofeeni, asetaminofeeni/parasetamoli, karbamatsepiini), osa muuttuu vain vähän (siprofloksasiini ja tetrasykliini). Osa syntyvistä metaboliatuotteista ei välttämättä ole stabiileja, vaan ne voivat muuntua myös takaisin alkuperäisiksi yhdisteiksi jäteveden puhdistusprosessissa, lietteenkäsittelyssä tai ympäristössä (Vieno 2015).

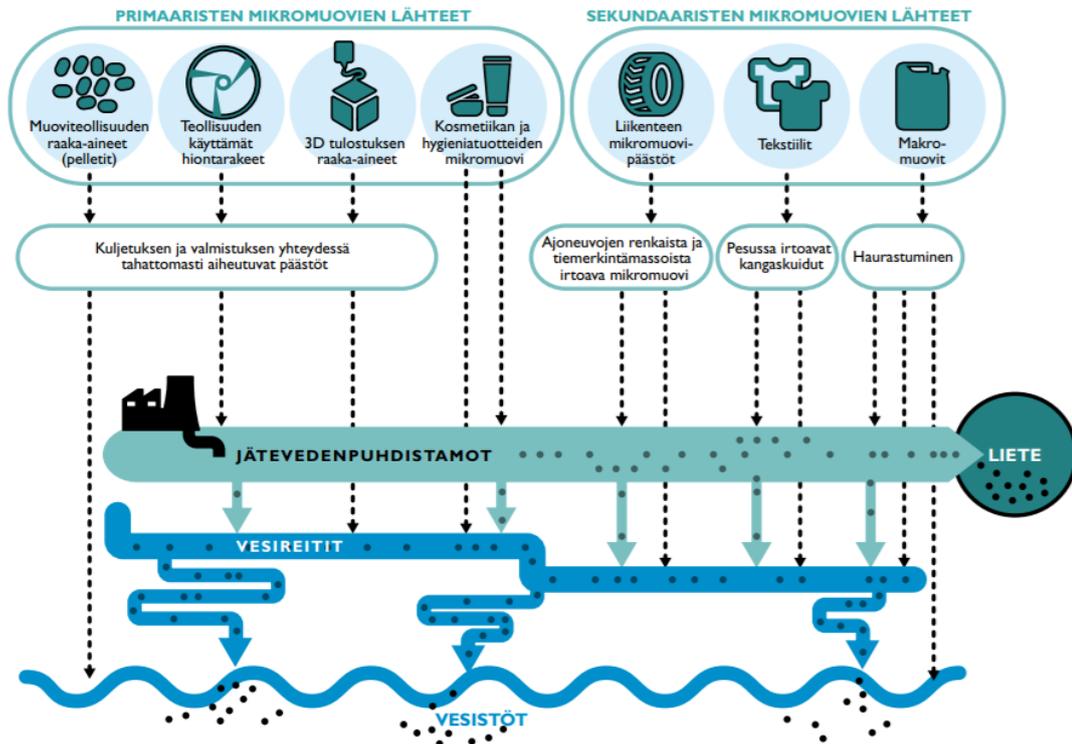
Maaperässä olevien lääkeainepitoisuuksien vaikutuksista elintarvikkeiden käyttöturvallisuuteen ei tiedetä paljon. Ihmisten ja eläinten lääkinnässä käytettävillä lääkeaineilla voi olla ympäristöön päästessään haitallisia vaikutuksia. Koska lääkeaineet ovat biologisesti aktiivisia yhdisteitä, niillä saattaa olla vaikutuksia ihmisten lisäksi myös selkärangattomiin eläimiin ja kasveihin (Marttinen ym. 2014).

**Taulukko 11.** Eräiden lääkeaineiden esiintyminen jätevesilietteessä ja niiden käyttötarkoituksia (Fjäder 2016, Marttinen ym. 2014).

Lääkeaine	Haittavaikutus, hajoaminen	Käyttötarkoitus
<b>Triklorsaani</b>	Voi kertyä rasvakudokseen, myrkyllinen akuutisti ja kroonisesti	Antibakteerinen yhdiste, mm. hygienia tuotteissa
<b>Ibuprofeeni, ketoprofeeni</b>	Vesiliukoisia, hajoavat auringonvalossa ja hapellisissa olosuhteissa, mutta runsaan käyttömäärän vuoksi esiintyy myös lietteessä	Tulehduskipulääkkeitä
<b>Diklofenaakki</b>	Ei hajoa aerobisessa jätevedenkäsittelyssä, anaerobisessa hajoa osittain, haitallinen vesiympäristössä, kulkeutuu mahdollisesti kasveihin ja eläimiin, toksinen, vaikuttaa lisääntymiseen	Tulehduskipulääke
<b>Estradiolit</b>	Lietteessä vain vähän	Hormoneja
<b>Karbamatsepiini</b>	Hajoa puhdistamalla erittäin hitaasti, menee pääosin puhdistettuihin jätevesiin, kertyy kasveihin	Epilepsialääke, mielialalääke
<b>Sitalopraami</b>	Pitoisuus lietteessä laskenut	Masennuslääke
<b>Enalapriili</b>	Yleisin lietteessä esiintyvä sydän- ja verisuonitautilääke, aiemmin ei havaittu	Sydän- ja verisuonitautilääke
<b>Flubendatsoli</b>	Kuivajakeessa	Eläinten loislääke
<b>Metoprololi</b>	Vesiliukoinen, mutta hitaasti hajoava	Beetasalpaaja
<b>Antibiootit</b>	Sulfonamidit (mm. sulfadiatsiini) ovat liukeneettomia ja hitaasti hajoavia, fytotoksisia. Sulfa-diatsiinia havaittu nestejakeessa. Tetrasykliinit kulkeutuvat lannasta kasveihin. Antibioottiresistenssi saattaa lisääntyä, jos antibioottien pitoisuus kasveissa kasvaa. Siprofloksasiini hajoa lietteessä erittäin hitaasti, ja muodosta kestäviä metaboliitteja	

### 6.1.4. Mikromuovit

Muovin valmistus kasvaa maailmassa jatkuvasti. Se on yleinen ja pitkäikäinen materiaali ja aiheuttaa vakavan uhan vesiekosysteemeille. Isokokoisien muoviroskan lisäksi muovista irtoaa mikromuovia. Mikromuovit ovat alle 5 mm:n kokoisia muovihiukkasia, joita syntyy mm. muovituotteiden haurastuessa. Hygienia- ja kosmetiikkatuotteet sisältävät tarkoituksella pieniä muovipalasia. Muita tunnistettuja mikromuovityyppejä ovat mm. synteettiset tekstiilikuidut sekä osa tieliikenteen hiukkaspäästöistä. Hulevedet kuljettavat kaupunkiympäristön muovikuormaa suoraan vesistöihin (Kuva 28).



**Kuva 28.** Maalta peräisin olevan mikromuovin lähteet ja kulkeutumisreitit. Muokattu Peter J. Kershawin alkuperäiskuvasta (UNEP 2016) (Setälä ym. 2017).

Vedessä muovihiukkasiin voi kiinnittyä haitallisia kemikaaleja. Mikromuovien sisältämät lisäaineet, kuten pehmentimet tai pintakäsittelyaineet, saattavat olla ympäristön kannalta riski. Vesistöihin päätyntä mikromuovia ei voida poistaa eikä sen alkuperää helposti selvittää (Setälä ym. 2017). Helsingissä Viikinmäen puhdistamolla tehdyn tutkimuksen mukaan vain prosentti puhdistamattomassa jätevedessä olevasta mikromuovista kulkeutuu vesistöön. Loput 99 prosenttia mikromuoveista päätyy jätevesilietteeseen ja kulkeutuu sen mukana esimerkiksi pellolle.

Muovijätteen syntyä voidaan vähentää kuluttajavalistuksella ja lainsäädännöllä. Kannustimien avulla kehitetään biohajoavia vaihtoehtoja muovituotteille, ja luodaan uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Jätevesilietteen käsittelyteknologia ja järkevä jatkokäyttö estävät mikromuovien joutumista vesistöihin. Tällä hetkellä Suomen lainsäädäntö ei vielä tunne mikromuoveja.

Tammikuussa 2018 Euroopan komissio julkaisi EU:n [muovistrategian](#), jonka tavoitteena on vähentää muovijätteen ja -roskan aiheuttamia ongelmia. Strategialla avulla tavoitteena on mm. tehostaa muovin talteenottoa ja kierrätystä, edistää muovituotteiden uudelleenkäyttöä sekä luoda edellytyksiä uusille kiertotalouden innovaatioille ja investoinneille. Strategiassa mainitaan mm. jätevedenkäsittelyn tehostaminen mikromuovien erottamiseksi. Suomessa on lisäksi vuonna 2018 aloitettu kansallisen [muovitiekartan](#) valmistelu. Ympäristöministeriön asettama yhteistyöryhmä etsii ratkaisuja muoveihin liittyviin haasteisiin ja sen tehtävänä on määritellä lyhyen ja pitkän aikavälin toimia, joilla Suomi voi vähentää muovijätteen ja -roskan aiheuttamia haittoja.

## 6.2. Laatujärjestelmät

### 6.2.1. Laatujärjestelmät Suomessa

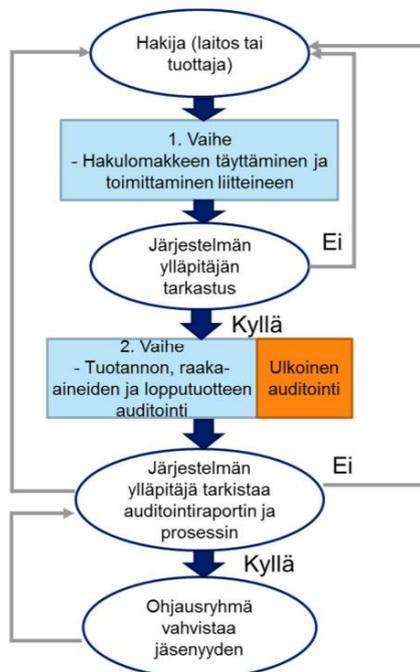
Lainsäädäntö antaa kierrätyslannoitevalmisteiden valmistukselle minimivaatimukset, mutta valmis-teille on useassa maassa käytössä myös kansallinen laatujärjestelmä. Laatujärjestelmän avulla uusi-maan tutkimustietoon pystytään reagoimaan nopeasti asettamalla tarvittavat laatukriteerit. Etui-na ovat myös tiedonvaihto ja yhteistyö eri sidosryhmien välillä. Tällä hetkellä monet yritykset ovat asettaneet omia viljelyehtoja. Esimerkiksi muutamat myllyt eivät ota vastaan viljaa, jota on lannoitet-tu jätevesilietettä sisältävillä lannoitevalmisteilla. Usein tämä vaatimus tulee ulkomaisilta ostajilta. Laatujärjestelmän avulla voitaisiin myös edistää kierrätyspohjaisten lannoitevalmisteiden hyväksyttä-vyyttä ja läpinäkyvyyttä ja parantaa kierrätyslannoitevalmisteiden imagoa.

Suomessa laatujärjestelmätyö on alkamassa, ja [Biolaitosyhdistys ry](#), [Suomen Biokaasuyhdistys ry](#) ja [Suomen Vesilaitosyhdistys ry](#) ovat saaneet siihen ympäristöministeriöltä hankerahoitusta. Biolai-tosyhdistys toteaa tiedotteessaan 3/2018, että hankkeen avulla voitaisiin rakentaa kierrätyslannoit-teiden tunnettavuuteen, menekkiin ja laatuun positiivisesti vaikuttava järjestelmä. Laatujärjestelmän rakentaminen on sisällytetty toimenpiteenä Valtakunnalliseen jättesuunnitelmaan vuoteen 2023.

Laatujärjestelmän käyttöönoton vaiheet:

- Taustaraportti (syys-lokakuu 2017)
- Selvitys laatujärjestelmän periaatteista (marras-joulukuu 2017)
- Toteutussuunnitelma (2018–2019)

Toteutussuunnitelmaan sisältyvät laatujärjestelmän säännöt, tietojärjestelmä, viestintä, rahoituksen periaatteet sekä pilotointi kohdeyrityksissä.



**Kuva 29.** Laatujärjestelmän jäsenyyden hakuprosessi (Pöyry 2017).

Laatujärjestelmän lisäksi esimerkiksi viherrakennusallalla on annettu suosituksia viherrakentamisen käytännöistä ja käytettävien kasvualustojen ravinnepitoisuuksista. Viher- ja ympäristöalan rakentajien yhdistys VYRA on koostanut [laatu- ja ympäristöohjelman](#), jonka mukaan viherrakentamisessa käytettävän lannoituksen ja kasvinsuojelun tulee perustua ainoastaan kasvien tarpeeseen. Ohjelmassa kehoitetaan suosimaan pitkävaikutteisia lannoitevalmisteita sekä ehkäisemään ravinteiden huuhtou-

tumista uusien toimintatapojen ja tuotteiden (esimerkiksi biohiili) käyttöönotolla. Myös Viherympäristöliitto on julkaissut [suosituksensa](#) viherrakentamisessa käytettävien kasvualustojen rakeisuudesta ja ravinnepitoisuuksista. Tavoitteena on loppukäyttäjälähtöinen kriteeristö, jolla varmistetaan kasvien kannalta oikeat ravinne- ja lajitesuhteet.

## 6.2.2. Laatu järjestelmät ulkomailla

Orgaanisille lannoitevalmisteille on erilaisia kansallisia laatu järjestelmiä eri maissa. Taulukossa 12 on esitetty muutamia Eurooppalaisia laatu järjestelmiä, joita on käsitelty tarkemmin mm. julkaisuissa Vilpanen (2017) sekä Berninger ym. (2017). Monissa maissa (esim. Saksa, Itävalta) laatu järjestelmien raja-arvot haitallisilla aineille perustuvat paljolti kansalliseen lainsäädäntöön, mutta tiukennuksia voi olla myös esimerkiksi jätevesilietteilte tai maatalouskäyttöön meneville tuotteille.

Laatu järjestelmissä voidaan antaa eritasoisia sertifikaatteja tuotteen laadun ja raaka-aineiden perusteella. Näiden tasojen perusteella määräytyy usein myös tuotteen käyttökohde. Sertifioiduille tuotteille, esimerkiksi kompostituotteille, ei määritetä yleensä ravinnepitoisuuksien raja-arvoja, mutta ravinnepitoisuudet ilmoitetaan tuoteselosteessa. Tuotteen lisäksi voidaan myös sertifioida tietty laitos tai prosessi. Laatu järjestelmään liittyy usein ulkoinen auditointi sekä säännöllinen näytteenotto joko ulkoisen toimijan tai laitoksen itsensä tekemänä. Näytteet analysoidaan akkreditoidussa laboratoriossa. Näytteenottoväli voi vaihdella riippuen laitoksen kapasiteetista.



**Kuva 30.** Kalvosuodatuslaitteiston pilotointi Bio10:n biokaasulaitoksella (Kuva: Ari-Matti Seppänen/Luke).

**Taulukko 12.** Yhteenvedo eurooppalaisista laatujärjestelmistä.

Maa	Materiaalit	Raja-arvot			
		Hygieniakriteerit	Alkuaineet	Orgaaniset haitta-aineet	Muut
<b>Ruotsi</b>	Komposti ja mädätysjäätös (ei liete <sup>1</sup> )	Riippuen materiaalista. -Biojätteen mädätys: ei salmonellaa -Eläinperäiset sivutuotteet <i>E.coli</i> ja enterokokit alle 1000 pmy/g	Pb, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Zn	-	Epäpuhtaudet
<b>Viro</b>	Biojäte ja lietekompostit	-Biojäte: ei salmonella (25 g näyte) -Liete: ei salmonellaa (25 g näyte), <i>E.coli</i> <10 pmy/g (1 g näyte), ei suolinkaisen munia (10 g näyte)	Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn	-	-Liete: stabiilisuus
<b>Saksa</b>	-Kompostoitu biojäte -Mädätysjäätös jätteenkäsittelystä -Mädätysjäätös energiakasvien käsittelystä -Kompostoitu liete -Muilla tavoin käsitelty liete -Muut lannoitevalmisteet (tuhka)	-Ei salmonellaa (50 g näyte)	Pb, Cr, Ni, Zn, Cd, Cu, Hg, As, Tl -Liete: Fe, Mn, Mo, B, Co, Zn	PFOS ja PFOA, PCDD/F ja DL-PCB summa -Liete: AOX, PCDD/F, PCB 6	Epäpuhtaudet (siemenet, kivet ja kappaleet) -Liete: hyötyindeksi, varovaisuusindeksi
<b>Belgia</b>	-Kompostit ja mädätteet -Ylempään laatuun soveltuvat: viherjäte, syntypaikkalajiteltu biojäte, elintarviketeollisuuden biojätteet	-	Kompostit: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Zn	Lainsäädännön mukaiset raja-arvot komposteille ja mädätteille: monosykliset (22 yhdistettä) ja polysykliset (10 yhdistettä) aromaattiset sekä 6 muuta orgaanista haitta-ainetta	Stabiilisuus, orgaaninen aines, epäpuhtaudet, kuiva-ainepitoisuus
<b>Itävalta</b>	Liete- ja biojättekopostit	-	Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn	Luokan B kompostit: AOX, mineraaliöljyt, PAH 16, PCB, Dioksiinit	Orgaaninen aines, raekoko, epäpuhtaudet

<sup>1</sup>Lietteet sisältyvät jätevedenpuhdistamoiden erilliseen REVAQ-sertifiointiin, jonka tavoitteena on jätevedenpuhdistuksen tehostaminen ja sen Cd-pitoisuuden vähentäminen. Lietteen sertifiointissa raja-arvot määritetään raskasmetalleille ja hivenaineille sekä hygieeniselle laadulle.

**Kirjallisuutta:**

- Berninger, K., Pihl, T., Kasanen, P., Mikola, A., Tynkkynen, O. ja Vahala, R. 2017. Jätevesien fosfori hyötykäyttöön – teknologioita ja ohjaukeinoja. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 62/2017. <http://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=21502>
- Ruokavirasto. Haitalliset aineet ja hygienia. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/haitalliset-aineet-ja-hygienia/>
- Ruokavirasto. Jätevesilietteiden käyttö lannoitevalmisteena. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kierratysravinteet/jatevesilietteet/>
- Fjäder, P. 2016. Yhdyskuntajätevesilietteiden maatalouskäytön ja viherrakentamisen riskit. RUSSOA I-III Loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 43/2016. <http://hdl.handle.net/10138/169282>
- Heinonen, S. 2018. Mitä lannoitteita saa käyttää luomutuotannossa? Eviran neuvonnallinen luomulannoiteluettelo. <http://www.luomuliitto.fi/hallinta/wp-content/uploads/2018/01/Mit%C3%A4-lannoitteita-saa-k%C3%A4ytt%C3%A4%C3%A4-luomutuotannossa.pptx>
- HELCOM, 2017. New HELCOM recommendation to promote sustainable sewage sludge handling. <http://www.helcom.fi/news/Pages/New-HELCOM-recommendation-to-promote-sustainable-sewage-sludge-handling-.aspx>
- Komission asetus (EY 889/2008) luonnonmukaisesta tuotannosta ja luonnonmukaisesti tuotettujen tuotteiden merkinnöistä annetun neuvoston asetuksen (EY) N:o 834/2007 soveltamista koskevista yksityiskohtaisista säännöistä luonnonmukaisen tuotannon, merkintöjen ja valvonnan osalta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32008R0889>
- Laatulannoite. LARA laaturavinnehanke. Laatujärjestelmä kierratyslannoitevalmisteille. <https://www.laatulannoite.fi/ammattilaisille/>
- Marttinen, S., Suominen, K., Lehto, M., Jalava, T. ja Tampio, E. 2014. Haitallisten orgaanisten yhdisteiden ja lääkeaineiden esiintyminen biokaasulaitosten käsittelyjäännöksissä sekä niiden elintarvikeketjuun aiheuttaman vaaran arviointi BIOSAFE-hankkeen loppuraportti. MTT Raportti 135. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-519-6>
- Paavola, T. 2011. Biovirta- ja Biosafe -hankkeiden ajankohtaisia kuulumisia. PP-esitys. Biolaitosyhdistyksen seminaari, Jokioinen, 8.11.2011. <https://asiakas.kotisivukone.com/files/biolaitosyhdistys.palvelee.fi/tiedostot/2011seminaari/paavola.pdf>
- Pöyry 2017. Selvitys kierratyslannoitevalmisteiden laatujärjestelmän periaatteista. VVY. [https://www.biolaitosyhdistys.fi/files/biolaitosyhdistys.palvelee.fi/tiedostot/Selvitys\\_kierratyslannoitevalmisteiden\\_laatuja\\_rjestelman\\_periaatteista.pdf](https://www.biolaitosyhdistys.fi/files/biolaitosyhdistys.palvelee.fi/tiedostot/Selvitys_kierratyslannoitevalmisteiden_laatuja_rjestelman_periaatteista.pdf)
- Roskosch, A. 2017. New German Sewage Sludge Ordinance. HELCOM Workshop on sewage sludge handling practices, Vilnius, 27.10.2017. [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)
- Setälä, O., Fjäder, P., Hakala, O., Kautto, P., Lehtiniemi, M., Raitanen, E., Sillanpää, M., Talvitie, J. & Äystö, L. 2017. Mikromuovit riski ympäristölle. Haittojen ehkäisy tarjoaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia. SYKE Policy brief 21.3.2018. <http://hdl.handle.net/10138/177566>
- UNEP. 2016. Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi. <http://hdl.handle.net/20.500.11822/7720>
- Vieno, N. 2007. Occurrence of pharmaceuticals in Finnish sewage treatment plants, surface waters, and their elimination in drinking water treatment processes. PhD Thesis, Tampere University of Technology, Tampere, Finland. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tti-200810021012>

Vieno, N. 2015. Haitta-aineet puhdistamo- ja hajalietteissä. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesien-  
suojeluyhdistys ry 73/2015.

[http://www.vhvsy.fi/files/upload\\_pdf/5004/Julkaaisu%2073\\_2015.pdf](http://www.vhvsy.fi/files/upload_pdf/5004/Julkaaisu%2073_2015.pdf)

Viher- ja ympäristörakentajat ry. Laatu- ja ympäristöohjelma.

<http://www.vyra.fi/sites/default/files/pdf-tiedostot/vyra-laatu-ja-ymparisto-ohjelma-tulostus.pdf>

Viherympäristöliitto. Kasvualusta- ja kuntaohjeet. <https://www.vyl.fi/ohjeet/kasvualusta-ja-kuntaohjeet/>

Vilpanen, M. 2017. Kansallinen laatu järjestelmä kierrätyslannoitevalmisteille. Taustaraportti.  
Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 48. VVY, Helsinki.

[https://www.vvy.fi/site/assets/files/1600/kansallinen\\_laatu\\_jarjestelma\\_kierratyslannoitevalmistaille\\_taustaraportti\\_23112017.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/1600/kansallinen_laatu_jarjestelma_kierratyslannoitevalmistaille_taustaraportti_23112017.pdf)

VVY 2013. Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa. 50 s. Vesilaitosyhdistys (VVY).

[https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas\\_201320032014s.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas_201320032014s.pdf)

Ympäristöministeriö. Valtakunnallinen jätesuunnitelma. [http://www.ym.fi/fi-](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteet/Valtakunnallinen_jatesuunnitelma)

[FI/Ymparisto/Jatteet/Valtakunnallinen\\_jatesuunnitelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteet/Valtakunnallinen_jatesuunnitelma)

## 7. Kierrätyslannoitevalmisteiden markkinointi

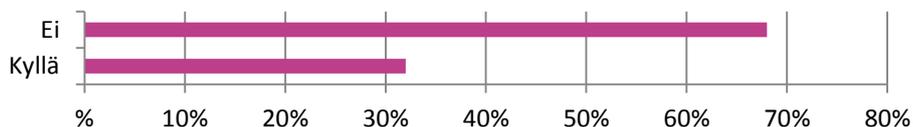
### 7.1. Tuotteiden markkinat ja yhteistyö

Kierrätysravinnevalmisteita tuotettaessa on hyvä suunnitella tuotteet alusta alkaen loppukäyttäjän toiveiden mukaisiksi. Jotta kierrätyslannoitevalmisteiden valmistus ja jalostus olisi kannattavaa, tulee jokaisella tuotteella myös olla hinta. Mitä pidemmälle tuotteet on jalostettu, sitä arvokkaampia ne ovat. Esimerkiksi rakeistettujen tuotteiden hinnat ovat noin 190–395 €/tn ALV 0 % (Maatilan Pellervo 3/2018), kun vastaavasti osa kierrätyslannoitevalmisteiden valmistajista tarjoaa joitakin tuotteita maksuttomasti tiettyjen asiakasryhmien käyttöön. Tyypillisimpiä maksuttomia tuotteita ovat maataloudessa käytettävät pakkaamattomat maanparannusaineet ja viherrakentamiseen tarkoitetut kasvualustat.

Osa valmistajista tarjoaa myös maksuttomia kuljetuksia maanparannusaineille. Pitää huomioida, että kyselyyn vastasi myös laitoksia, joiden ydinliiketoiminta on muu kuin kierrätyslannoitevalmisteiden valmistus ja myynti. Tämä saattaa vaikuttaa tuotteiden hinnoitteluun.

Lisää tukea ja osaamista tuotteiden markkinointiin kertoi toivovansa 32 % kyselyyn vastanneista (Kuva 31). Resurssien puutteen koettiin kuitenkin vaikeuttavan tuen saantia. Yhtenä ongelmana vastaajien kesken pidettiin jätevesilietteen saamaa negatiivista julkisuutta ja sen aiheuttamaa epävarmuutta lietteen käytöstä tulevaisuudessa. Vastauksissa myös toivottiin lisää tutkimusta, jotta saataisiin todenmukaisia argumentteja markkinointiin ja viestintään.

#### Koetteko tarvitsevanne tuotteiden markkinointiin lisää tukea tai osaamista?



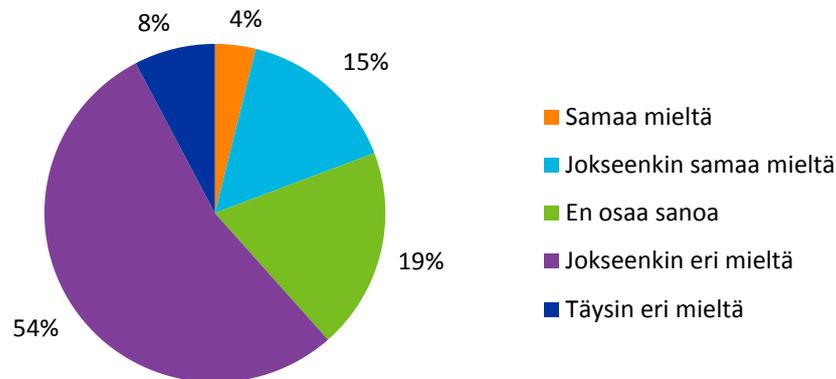
**Kuva 31.** Tuen tarve tuotteiden markkinointiin.

Kyselyssä nousi myös esiin se, että kierrätyslannoitevalmistajien välinen yhteistyö voisi olla nykyistä tiiviimpää (Kuva 32). Silloin yhtenäinen viestintä ja tiedonvälitys yritysten välillä toimisivat nykyistä paremmin. Yhdistykset, kuten Biolaitosyhdistys ry, järjestävät yhteistyöfoorumeita alan yritysten, tutkijoiden ja viranomaisten kanssa. Biolaitosyhdistys on myös mukana kierrätysravinnetyöryhmässä, jonka tarkoituksena on tuotteiden kehittäminen, imagon parantaminen ja menekin lisäys (Biolaitosyhdistyksen toimintasuunnitelma 2018). Työryhmään kuuluu Biolaitosyhdistyksen lisäksi Biokasvuyhdistys, Vesilaitosyhdistys sekä Luken, Eviran (nyk. Ruokavirasto) ja MMM:n edustajia ja alan toiminnanharjoittajia.

Yritysten ja asiakkaiden välinen yhteistyö oli kyselyn perusteella toimivaa, mutta brändäyksessä ja markkinoinnissa on puutteita. Tämä ei ole ainoastaan kierrätyslannoitevalmistajien ongelma. Valtiontalouden tarkastusviraston (VTV) mukaan Suomessa ei arvosteta markkinointia samalla tavalla kuin vertailumaissa Ruotsissa, Hollannissa ja Tanskassa. Suomella on myös muita vertailtuja maita vähemmän tunnettuja brändejä (VTV 2017).

Joulukuussa 2017 perustettiin VTV:n ehdotuksesta Markkinoinnin kehittämiskeskus Makes. Makestin tehtävä on kehittää eri alojen markkinointia ja perustaa niitä tukevia hankkeita. Suomen Yrittäjien sivuilta löytyy markkinoinnin muistilista, johon on koottu tiiviisti markkinoinnin perustoimia. Yrityksen kehittämiseen ja markkinointiin on mahdollista saada ELY-keskuksen myöntämää rahallista avustusta.

**Väittämä: Kierrätyslannoitevalmistajien välinen yhteistyö on riittävän tiivistä**



**Kuva 32.** Mielenpitoet kierrätyslannoitevalmistajien välisen yhteistyön tiivyydestä.

Seppäsen ym. (2018) tutkimuksessa vertailtiin mädätysjäännöksen tuottajien ja mädätettä lannoitteena käyttävien viljelijöiden suhtautumista ja mielipiteitä kierrätyslannoitevalmistajiin. Tuottajien näkökulmasta suurimpana haasteena ovat erityisesti kierrätyslannoitemarkkinoiden kehittymättömyys ja kilpailu epäorgaanisten lannoitteiden kanssa, vaaditut investoinnit uusiin teknologioihin, teknologioiden kehitystarpeet sekä näistä kaikista seuraavat kannattavuuden haasteet. Viljelijöiden ja tuottajien mielipiteet eroavat erityisesti tuotteiden ravinnepitoisuuden ja siitä seuraavien levitys- ja varastointihaasteiden osalta. Myös tuotteiden hinnoittelu jakaa viljelijöiden ja tuottajien mielipiteitä.

**Kirjallisuutta:**

- Biolaitosyhdistys ry. <https://www.biolaitosyhdistys.fi/>  
 ELY-keskus. Yrityksen kehittämisavustus. <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/yrityksen-kehittamisavustus2>
- Sandbacka, J. 2010 Brändätään pikkasen. Pk-yrityksen brändikirja. Faculty of economics and business administration, University of Oulu. Nr. 30 <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789514261893.pdf>
- Seppänen, A., Laakso, J. ja Luostarinen, S. 2018. Sivuvirrasta väkilannoitteen korvaajaksi. Mädätysjäännöksen jalostusteknologioiden nykytila, tarpeet ja tulevaisuuden mahdollisuudet Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 31/2018. Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-590-5>
- VTV 2017. Yritysten investointien edistäminen. Kokonaisarviointi. Tuloksellisuustarkastuskertomus. Valtiontalouden tarkastusviraston tarkastuskertomukset 3/2017. [https://www.vtv.fi/files/5565/3\\_2017\\_Yritysten\\_investointien\\_edistaminen\\_Kokonaisarviointi.pdf](https://www.vtv.fi/files/5565/3_2017_Yritysten_investointien_edistaminen_Kokonaisarviointi.pdf)
- Yrittäjät. Markkinoinnin muistilista. <https://www.yrittajat.fi/yrittajan-abc/perustietoa-yrittajyydesta/yrityksen-perustaminen/markkinoinnin-muistilista-566020>

## 8. Tuotteiden varastointi, kuljetus ja levitys

Yleisesti lannoitevalmisteiden varastoinnista ja kuljetuksesta säädetään maa- ja metsätalousministeriön asetuksella lannoitevalmisteista [24/11](#) muutoksineen. Tuottajien on myös noudatettava laitokohtaisia ympäristölupavaatimuksia. Kierrätyslannoitevalmisteen vastaanottajan on lisäksi noudatettava tarkempia määräyksiä typen ja fosforin käytöstä, mikäli hän on sitoutunut ympäristökorvausjärjestelmään (Vna [235/2015](#) ja MMMa [327/2015](#)).

Nitraattiasetuksessa (Vna [1250/2014](#) muutoksineen) säädellään maa- ja puutarhataloudessa käytettävän lannan tai lannoitevalmisteiden varastointia ja levitystä. Lannan ja lantaa sisältävien orgaanisten lannoitevalmisteiden mukana levitettävä kokonaistypin määrä saa olla korkeintaan 170 kg/ha. Lisäksi nitraattiasetuksessa säädetään liukoisen typen enimmäisrajat eri kasvilajeille ja eri lannoitevalmisteille.

### 8.1. Lannoitevalmisteiden varastointi

Ympäristöluvassa määritellään laitoksille lannoitevalmisteiden varastointikapasiteetti. Usein veloitetaan varaamaan vähintään 12 kuukauden varastointikapasiteetti sivujakeille/pakkaamattomille orgaanisille lannoitevalmisteille/lannoille. Varastotilavuus määritellään erikseen kuiva- ja märkäjakeille. Kyselyn mukaan 65 % vastanneista tuottajista varastoi valmistamansa lannoitevalmisteet tuotantolaitoksella.

Suurin osa kierrätyslannoitevalmisteista myydään maatalous- ja viherrakennuskäyttöön, vähäinen osa harrastekäyttöön kotipuutarhoille. Käyttäjillä on erilaiset mahdollisuudet tuotteiden varastointiin ja levitykseen. Siinä, missä mautiloilla saattaa olla suurikin varastointikapasiteetti, on viherrakentamiseen käytettävä materiaali varastoitava usein lannoitetehtaalla. Myös käyttömäärät saattavat vaihdella asiakasryhmän mukaan huomattavasti. Kotipuutarhurin tarve on vain kymmeniä kiloja, kun taas maataloudessa puhutaan kymmenistä tai sadoista tonneista. Vastaanottaja huolehtii siitä, että hänellä on varastointiin sopivat tilat.

Orgaaninen lannoitevalmiste on varastoitava sille tarkoitettussa tilassa niin, ettei sen laatu heikene kostumisen tai mikrobiologisten muutosten seurauksena. Valmisteita ei saa myöskään varastoida samoissa tiloissa rehujen kanssa. Tuotteiden valmistuksessa käytettävät materiaalit on varastoitava eri paikassa kuin valmiit tuotteet. Lisäksi on noudatettava ympäristöluvassa määritettyjä ehtoja.

#### 8.1.1. Pakkaamattomien lannoitevalmisteiden varastointi mautiloilla

Mautiloilla pakkaamattomien orgaanisten lannoitevalmisteiden varastointiin sopivat tilat määritellään nitraattiasetuksella (Vna 1250/2014) ja sen muutoksilla. Sopivilla tiloilla tarkoitetaan vesitiivistä varastoa, joka on oikean kokoinen lannoitevalmisteen määrälle. Lietelannan tai nestemäisen orgaanisen lannoitevalmisteen varasto tulee kattaa ammoniakkin haihtumisen ja hajuhaittojen estämiseksi. Pakkaamattomien orgaanisten lannoitevalmisteiden varaston pitää olla rakenteeltaan sellainen, ettei siitä pääse siirron, käsittelyn tai varastoinnin aikana nesteitä ympäristöön. Valmisteet tulee kuormata kovapohjaisella alustalla, joka kestää koneiden painon, ja josta voidaan kerätä varissut lannoitevalmiste talteen.

Varastointitiloja ei saa sijoittaa:

- pohjavesialueelle ilman todistusta, jossa todetaan, ettei vaaraa pohjavesien pilaantumiselle aiheudu,
- tulvanalaiselle alueelle,
- alle 50 metrin etäisyydelle vesistöä, talousvesikaivosta tai lähteestä,
- alle 25 metrin etäisyydelle valtaojasta tai norosta.

Jos varastoitavan tuotteen kuiva-ainepitoisuus on yli 30 %, sitä voidaan varastoida maataloilla myös aumassa. Aumausta suunniteltaessa on tehtävä ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle 14 vrk ennen varsinaista varastointia. Aumassa varastointi on kuitenkin kielletty marraskuun alusta tammikuun loppuun. Lisäksi aumausta koskevat seuraavat määräykset:

- Auma on sijoitettava kaltevan pellon yläreunaan, kuitenkin yli 5 metrin etäisyydelle ojasta.
- Auma on sijoitettava kantavalle peltoalueelle.
- Varastoinnista ei saa aiheutua vesistön pilaantumista tai edes sen vaaraa.
- Aumausta ei saa tehdä pohjavesialueella tai tulvanalaisella alueella.
- Auma pitää sijoittaa yli 100 metrin etäisyydelle vesistöstä, valtaojasta tai talousvesikaivosta.
- Auman pohjalle on levitettävä vähintään 20 cm kerros nestettä sitovaa materiaalia ja se on peitettävä tiiviillä peitteellä.
- Auman sijoituspaikalta on poistettava lumi ennen auman perustamista.

Mikäli kompostin kuiva-ainepitoisuus on yli 30 %, se voidaan myös jälkikypsyttää aumassa pelloilla. Tällöin auman peitteen ei tarvitse olla vesitiivis. Yhteen aumaan saa varastoida vain kyseiselle lohkolle sijoitettavan määrän orgaanista lannoitevalmistetta, ja se on levitettävä auman perustamisvuonna. Samaan paikkaan saa auman tehdä uudelleen kahden väli vuoden jälkeen. Aumattavan määrän pitää olla vähintään yhden hehtaarin alalle levitettävä määrä.

### 8.1.2. Pakattujen lannoitevalmisteiden varastointi

Pakatuista lannoitevalmisteista säädetään lannoitevalmisteasetuksessa (MMM 24/11). Tuotteiden pakkausten pitää olla tiiviitä ja enintään 1000 kg painoisia. Pakkaukset on suljettava niin, että ne pakkausta avatessa vaurioituvat korjauskelvottomiksi. Käytännössä tämä tarkoittaa sinetikorkkeja tai säkkejä, jotka on leikattava auki avatessa. Kuitenkin myös venttiilisäkkejä on mahdollista käyttää pakkauksissa. Pakatut lannoitevalmisteet on varastoitava niin, ettei siitä aiheudu ravinnepäästöjä ympäristöön.

Pakatun tuotteen koostumus ei saa muuttua varastoinnin aikana sellaiseksi, ettei se enää vastaa tuoteselosteen tietoja. Rakeistettujen lannoitevalmisteiden varastointiin liittyvät ongelmat johtuvat yleensä lannoitteen kosteudensitomiskyvystä. Lannoiterakeen sitoessa itseensä kosteutta, sen fyysiset ominaisuudet muuttuvat. Rakeen pinta muuttuu ja sen myötä lujuus heikkenee. Pinnan koostumuksen muutokset aiheuttavat myös lannoitteen paakkuuntumista ja vaikeuttavat levitystä. Nestemäiset lannoitevalmisteet saattavat jäätymä pakkasella. Tästä syystä ne olisi hyvä sijoittaa tiloihin, jossa lämpötila ei laske alle 0 °C.



**Kuva 33.** Kierrätyslannoitevalmisteiden varastointia. Säkkiin pakatun tuotteen varastointi (vasemmalla) ja nestemäisten valmisteiden varastointi (oikealla). (Kuvat: Markku Vainio/Luke, Liisa Pesonen/Luke).

## 8.2. Logistiikka

Lietemäisiä tai nestemäisiä tuotteita voidaan kuljettaa säiliöautoilla, lietevaunuilla tai pienempiä määriä erilaisiin astioihin pakattuna. Pakkaamattomia lietemäisiä lannoitevalmisteita voidaan siirtää säiliöautolla levityskohteeseen, jossa ne puretaan varastokonttiin tai suoraan lietevaunuun (Kuva 34). Yksi vaihtoehto väliaikaisvarastointiin ovat valmiina olevat vanhat lietealtaat tai kumimattoaltaat, jotka ovat tehty lähelle lietteen levityspaikkaa. Lähietäisyydelle lietteet voidaan kuljettaa levitykseen tarkoitetulla lietevaunulla.

Kuiva lannoitevalmiste voidaan kuljettaa käyttöpaikalle kuorma-autolla tai traktorilla ja peräkär-ryllä. Talvella pellon pinnan ollessa jäässä pakkaamattomat kuivat orgaaniset lannoitevalmisteet voidaan kuljettaa kuorma-autolla pellolle saakka aumaan, ja näin välttää ylimääräistä ajoa pellolla maan ollessa sulana. Kuivaa lannoitevalmistetta voidaan kuljettaa myös tyhjillään oleville lantalaatoille tai muihin tarkoitukseen sopiviin tiloihin. Varastotiloista annetut määräykset on kuitenkin otettava huomioon.

Rakeisia lannoitevalmisteita voidaan kuljettaa säkkeihin pakattuna kuorma-autoilla tai rekoilla. Rakeistetun valmisteen kuljetus on kustannustehokasta, sillä niissä on ravinteita suhteessa painoon huomattavasti enemmän kuin komposteissa tai lietemäisissä tuotteissa.



**Kuva 34.** Kuljetuskalustoa sekä lietemäisen (yläkuva) että kuivan pakkaamattoman (alakuva) kierrätyslannoitevalmisteen kuljetukseen. Yläkuvan lietevaunuun on yhdistetty letkulevitin (Kuvat: Markku Vainio/Luke).

### 8.3. Levitystekniikat

Lannoitevalmiste tulee levittää pellolle niin, ettei siitä aiheudu haittaa vesiin eikä sillä ole pohjamaan tiivistymisvaaraa. Orgaanisia lannoitevalmisteita ei saa levittää pellolle marraskuun alun ja maaliskuun lopun välisenä aikana eikä muutenkaan lumipeitteeseen, routaantuneeseen tai veden kyllästämään maahan. Syyskuun 15. päivän jälkeen kasvipeitteiselle pellolle saa levittää orgaanista lannoitevalmistetta vain sijoittamalla. Talousvesikaivojen ja lähteiden ympärille tulee jättää 30–100 metrin levyinen kaista, jota ei saa lannoittaa.

Jos peltolohkon osan kaltevuus on vähintään 15 prosenttia, lietalannan, virtsan ja nestemäisten orgaanisten lannoitevalmisteiden levittäminen on sallittu vain sijoittamalla. Kalteville peltolohkon osille levitettävät muut lannat ja orgaaniset lannoitevalmisteet on muokattava maahan 12 tunnin sisällä levityksestä. Alle viiden metrin päässä vesistöä orgaanisten lannoitevalmisteiden levittäminen on kokonaan kielletty. Sitä seuraavan viiden metrin alueella pitää lannoitevalmiste muokata maahan 12 tunnin sisällä levityksestä.

Lietemäiset tuotteet voidaan usein levittää lietalannanlevitykseen tarkoitetulla kalustolla. Levityksessä on kiinnitettävä huomiota pellon kantavuuteen ja levityskaluston renkaiden aiheuttamaan pintapaineeseen. Mahdolliset tiivistymät haittaavat kasvien kasvua ja lisäävät ravinteiden valumia vesistöön. Nestemäisiä tuotteita (kuiva-ainepitoisuus alle 5 %) voidaan levittää lietalantakaluston lisäksi myös kasvinsuojeluruiskulla (Kuva 35).



**Kuva 35.** Kuvan kaltaisella kalustolla voidaan levittää samanaikaisesti nestemäinen lisälannoitus sekä kasvinsuojeluaine. (Kuva: Markku Vainio/Luke).

Nestemäistä ammoniumsulfaattia voidaan levittää kasvustoon kasvinsuojeluruiskutusten yhteydessä, jos levitysmäärä on noin 200 l/ha. Nesteravinne-hankkeen tutkimuksessa ammoniumsulfaatin ja kasvinsuojeluaineen tankkiseoksen valmistus onnistui teknisesti kymmenellä valmisteella. Kenttäkokeita tehtiin viidellä valmisteella, eikä ammoniumsulfaatin ja torjunta-aineen yhdistämisestä ollut rikkakasvintorjunnassa haittaa. Kuitenkin glyfosaattia käytettäessä ammoniumsulfaatin määrä liuoksessa saa olla tutkimusten mukaan vain 10 %. Tällöin sen lannoitevaikutus jää pieneksi.

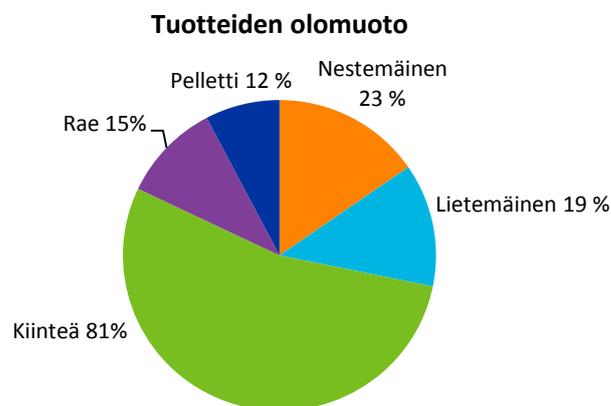
Joidenkin tuotteiden levitysmäärät saattavat olla niin pieniä, ettei lannoitevalmisteita kyetä tällä hetkellä käytössä olevilla kalustoilla järkevästi levittämään. Esimerkiksi konsentroidun perunan solunesteen sopiva levitysmäärä on 3–4 m<sup>3</sup>/ha, joka sopii huonosti nykyisille levityslaitteille. CIRCWASTE-hankkeessa vuosina 2017 ja 2018 on kuitenkin demonstroitu ISOBUS-tekniikan käyttöä täsmäkylvölannoituksessa. Hankkeessa tutkitaan, mahdollistaako ko. teknologia useamman nestemäisen lannoitevalmisteen annostelupumppujen liittämisen samaan automaattiosysteemiin kylvölannoitti-

men kanssa. Kokeessa käytetyt nestemäiset lannoitevalmisteet olivat ammoniumsulfaatti ja perunan väkevöity soluneste Bio-Kali.

Kiinteillä lannoitevalmisteilla tarkoitetaan kompostimaisia tuotteita. Niitä voidaan maatalouskäytössä levittää kuivalannan levityskalustolla (Kuva 36). Viherrakentamisessa ja esimerkiksi pengerryksissä valmisteet levitetään kaivinkoneella tai pienemmillä maansiirtokoneilla. Kyselyyn vastanneista toimijoista tällaisia tuotteita tuotti yli 80 % (Kuva 37).



**Kuva 36.** Kuivalannan levityskalustolla voidaan levittää myös kuivia maanparannusaineita (Markku Vainio/Luke, Luken kuva-arkisto).



**Kuva 37.** Tuotettujen kierrätyslannoitevalmisteiden olomuoto. Nestemäisen tuotteen kuiva-ainepitoisuus alle 5 %, lietemäisen tuotteen yli 5 %.

Pellettinä tai rakeena myytävät lannoitevalmisteet käytetään samaan tapaan kuin mineraalilannoitteet. Tuotteet pakataan usein 600–800 kg painaviin suursäkkeihin tai 25–40 kg painaviin pienempiin säkkeihin. Pelletöidyt tai rakeistetut kierrätyslannoitevalmisteet levitetään maatalouskäytössä yleensä kylvölannoittimella tai keskipakoislevittimellä (Kuva 38). Tällaisia valmisteita voidaan levittää myös kalkinlevitysvaunulla tai yhdistetyllä kalkin- ja lannoitteenlevitysvaunulla. Kylvölannoitin sijoittaa lannoiterakeen/pelletin maan sisään lähelle kasvin siementä, jolloin se on nopeasti kasvin käytössä. Keskipakoislevitin jättää lannoitteen maan pinnalle. Silloin tyyppi on vaarassa haihtua, eivätkä ravinteet ole välttämättä kasvin käytössä tarpeeksi nopeasti. Keskipakoislevitintä käytettäessä lannoitteen kohdistuu voimia, jotka saattavat hajottaa löyhän rakeen ja aiheuttaa epätasaisen levitystuloksen. Huonolaatuiset rakeet saattavat myös pölyä, ja tukkia lannoitevantaita.



**Kuva 38.** Keskipakoislevitin sopii rakeisten lannoitevalmisteiden levitykseen. Koneen alla sijaitsevat lautaset levittävät lannoitteet viuhkamaisesti taakseen (Kuvat: Markku Vainio/Luke).

## 8.4. Levitysmäärät

Suurin osa orgaanisista lannoitevalmisteista on maanparannusaineita. Ne sisältävät kuitenkin runsaasti ravinteita, ja niitä käytetään maanviljelyksessä lannoitteina. Kuivien lannoitevalmisteiden levitysmäärää rajoittaa fosfori ja nestemäisissä liukoinen typpi. Liukoista fosforia saa kasveille antaa korkeintaan 325 kg/ha (maatalouskäyttö) tai 560 kg/ha (puutarhatalous) enintään viiden vuoden käyttöjaksona annettuna (MMM [5/16](#)). Lietepohjaisissa tuotteissa on usein vähän liukoista fosforia. Yli 10 tilavuus-% lantaa sisältävien orgaanisten lannoitevalmisteiden maksimikonaistyyppimäärä on 170 kg/ha. Muissa kuin lantaa sisältävissä orgaanisissa lannoitevalmisteissa rajoittavaksi tekijäksi nousee liukoisen typen määrä, ja ne eritellään kasvikohtaisesti nitraattiasetuksessa (Vna [1250/2014](#)). Muussa kuin maa- tai puutarhatalouden käyttötarkoituksissa noudatetaan nitraattiasetusta sekä ympäristö- ja vesiensuojelulainsäädäntöä.

Maataloudessa näitä vuotuisia ravinnemääriä ohjataan myös ympäristökorvausjärjestelmällä, mikäli tila on sitoutunut siihen. Järjestelmä ottaa tarkasti huomioon kasvupaikan ja kasvin olosuhteet sekä rajoittaa typen ja fosforin käyttöä huomattavasti enemmän kuin lainsäädäntö.

Orgaanisten lannoitevalmisteiden sisältämästä liukoisesta tyypestä otetaan huomioon 100 %. Tarkemmat liukoisen typen enimmäismäärät löytyvät [ympäristökorvauksen sitoumusehdoista](#).

Fosforilannoituksesta määrätään sitoumusehdoissa seuraavasti:

- Lannoitetaan lohko kohtaisesti kasvin, maan viljavuuden ja satotason perusteella.
- Otetaan huomioon kaikki pellolle levitettävä fosfori, mikäli sitä levitetään yli 1 kg ja mikäli se mainitaan lannoitevalmisteen tuoteselostuksessa. Ei koske kalkin tai kipsin mukana tulevaa fosforia.
- Lannan ja perunan solunesteen sisältämästä fosforista otetaan huomioon 100 %.
- Turkiseläinten lannan, lihaluujauhon ja elintarviketeollisuuden ruokajätteen kokonaisfosforista huomioidaan 60 %.
- Tuhkan kokonaisfosforista huomioon otetaan 40 %.
- Orgaanisissa lannoitevalmisteissa huomioon otettava prosentti määräytyy sen raaka-aineen mukaan, jota valmisteessa on eniten.

Viljoille levitetään fosforia 0–34 kg/ha/v ja nurmille 5–52 kg/ha/v. Näihin arvoihin on mahdollisuus saada korotusta satomäärän mukaan. Tarkemmat tiedot löytyvät ympäristökorvauksen sitoumusehdoista.

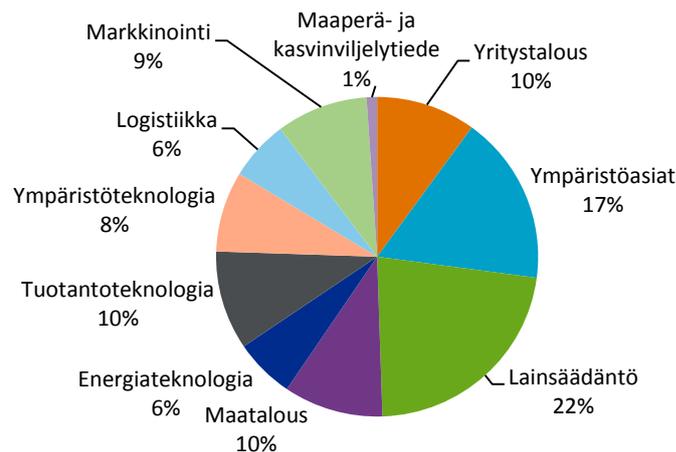
#### **Kirjallisuutta:**

- Circwaste. Kylvölannoitus-videot. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLLiSq4pLlOEBigsrXk-jFRlaPxVYjkWxS>
- Kapuinen, P. 2018. Nestemäisten kierrätysravinteiden käyttö maataloudessa (NESTERAVINNE). MATO-tutkimusohjelman vuosiseminaari 7.2.2018. [http://mmm.fi/documents/1410837/3476612/Kapuinen\\_MATO\\_2018.pdf/70b6c111-1bfa-47d1-b070-46ca14500f9d](http://mmm.fi/documents/1410837/3476612/Kapuinen_MATO_2018.pdf/70b6c111-1bfa-47d1-b070-46ca14500f9d)
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta 11/12.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus ympäristökorvauksesta 327/2015.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11. Muutokset: Maa- ja metsätalousministeriön asetukset 12/12, 7/13, 12/15, 21/15 ja 5/16.
- Ruokavirasto. Lannoitus ja ympäristökorvaus. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/ymparistokorvaus/lannoitus/>
- Ruokavirasto. Ympäristökorvauksen sitoumusehdot muutoksineen 2015–2018. <http://maaseutuvirasto.mobiezone.fi/zine/467/toc>
- Tontti, T., Kapuinen, P., Ojajärvi, J., Joki-Tokola, E., Laurila, M., Ikäläinen, T., Kekkonen J. & Veijalainen, A-M. 2015. Orgaanisten lannoitevalmisteiden varastointi, levittäminen ja annostelu. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46/2015. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-092-4>
- Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014
- Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta annetun asetuksen 10 §:n 8 momentin ja 11 §:n 1 momentin muuttamisesta 435/2015
- Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 1261/2015
- Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta 235/2015
- Ympäristöministeriö 2018. Muovitiekarttaa valmisteleva yhteistyöryhmä aloittaa työnsä. [http://www.ymparisto.fi/FI/Ajankohtaista/Muovitiekarttaa\\_valmisteleva\\_yhteistyoryhma%2846440%29](http://www.ymparisto.fi/FI/Ajankohtaista/Muovitiekarttaa_valmisteleva_yhteistyoryhma%2846440%29)

## 9. Kierrätyslannoitevalmistean koulutus

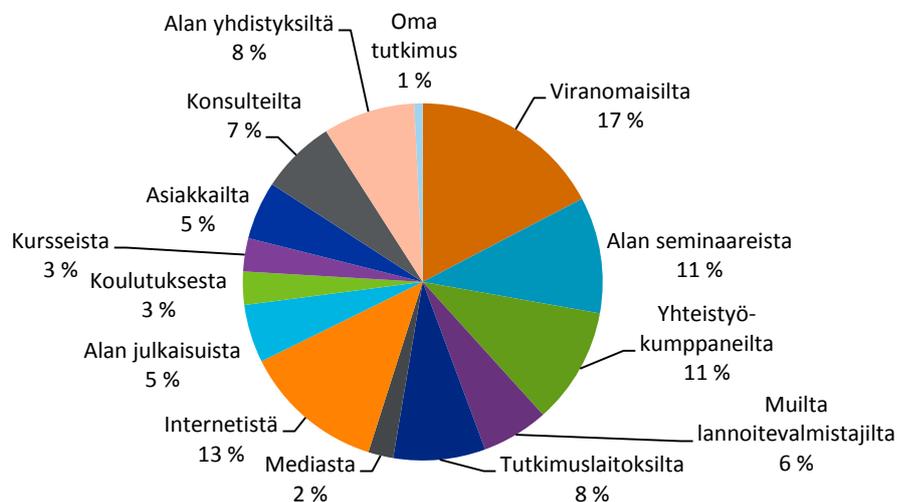
Kierrätyslannoitteiden valmistuksen toimiala on laaja ja monitieteinen kokonaisuus, jossa yhdistyvät liiketoiminta, luonnontieteet ja teknologia. Kyselyssä lainsäädännön ja ympäristöasioiden tuntemus nousivat tärkeimmiksi osaamisalueiksi. Näiden lisäksi alan toimijoilla tulee vastaajien mukaan olla tietotaitoa yritystaloudesta, maataloudesta, tuotantoteknologiasta ja markkinoinnista (Kuva 39).

**Mistä seuraavista osa-alueista tulisi alalla aloittavalla toimijalla olla tietotaitoa ja osaamista?**



**Kuva 39.** Kierrätyslannoitetoimialalla tarvittava tietotaito ja osaaminen.

**Mistä lähteistä olette saaneet apua/neuvontaa?**



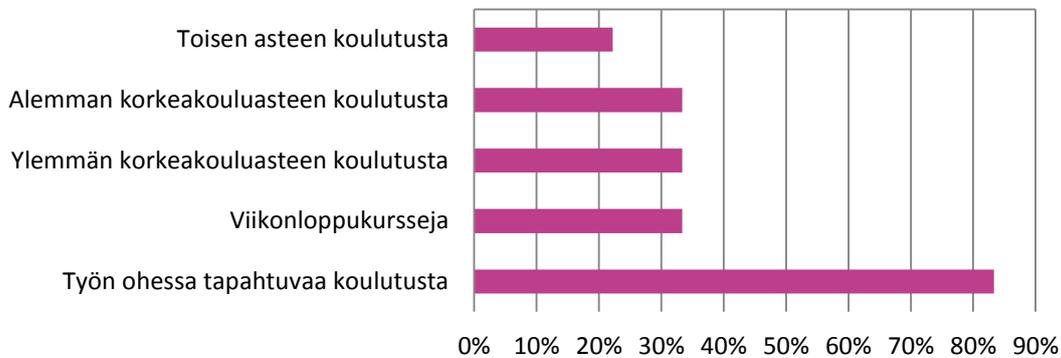
**Kuva 40.** Kierrätyslannoitevalmistajien tiedon lähteet.

Kyselyyn vastanneiden mukaan alalla kierrätyslannoitevalmisteen tuotannon alan tietoa haetaan mm. viranomaisilta ja omatoimisesti internetistä. Muita tahoja apuun ja neuvontaan ovat olleet mm. alan seminaarit ja yhteistyökumppanit. Koulutusta ja kursseja käytetään tiedonlähteenä hyvin vähän (Kuva 40). Koulutuksen ja kurssien kautta olisi kuitenkin mahdollisuus syventää osaamista mm. liiketoiminnan sekä teknologian ja maatalouden osaamisen alalla.

Alan toimijat toivovat erityisesti työn ohessa tapahtuvaa koulutusta (Kuva 41). Se voi koostua esimerkiksi ammattikorkeakoulujen tarjoamasta täydennyskoulutuksesta, jossa läsnäoloa vaativa lähiopetus järjestetään pääosin iltaisin. Muuta alan neuvontaa ja tiedonvaihtoa on mahdollista saada

erilaisista seminaareista. Niitä järjestävät mm. alan järjestöt (mm. Biolaitosyhdistys ry, Suomen Bio-kaasuyhdistys ry, VVY), Sitra, Business Finland sekä korkeakoulut, yliopistot ja tutkimuslaitokset osana tutkimushankkeita.

### Minkälaista koulutusta toivoisitte alalle?



**Kuva 41.** Vastaajien toiveet kierrätyslannoitealan koulutuksesta.

#### Kirjallisuutta:

Sitra. Kiertotalousopetusta kaikille koulutusasteille.

<https://www.sitra.fi/hankkeet/kiertotalousopetusta-kaikille-koulutusasteille/>

## Circular Economy maisteriohjelma – LUT

Lappeenrannan teknillisen yliopiston (LUT) englanninkielinen maisteriohjelma Circular Economy käynnistyy ensimmäistä kertaa syksyllä 2018, ja se järjestetään kokonaisuudessaan LUTin Lahden kampuksella. Circular Economy -maisteriohjelma on diplomi-insinööriohjelma. Maisteriohjelmaan hakevan sopiva lähtökoulutus voi olla esimerkiksi tekniikan alan AMK-koulutus tai luonnontieteellinen yliopistokoulutus.

Koulutus soveltuu työelämässä oleville, mikä on otettu huomioon koulutusohjelman intensiivijaksojen suunnittelussa. "Koulutusohjelma sopii hyvin monen alan osaajille, myös kierrätyslannoitealan toimijoille", kertoo tutkijatohtori Sanni Väisänen.

"Maisteriohjelman kurssit kattavat biomateriaalien lisäksi teknisten materiaalien, jakamistalouden, liikenteen, ruoka-energia-vesi -verkoston ja kestävä kehityksen näkökulmat", Väisänen jatkaa. Kiertotaloudessa liiketoiminta on keskeistä, ja sen vuoksi ohjelmassa käsitellään myös uusien kiertotalouden liiketoimintamallien luomista.

<https://www.lut.fi/web/en/admissions/apply-to-lut/masters-studies/circular-economy>

## Biotalouserikoistumiskoulutus

Kymmenen ammattikorkeakoulun ja kahden yliopiston tarjoama Biotalouserikoistumiskoulutus pohjautuu valtakunnalliseen biotalousstrategiaan ja sen luomiin haasteisiin. Taustana koulutusohjelman rakentumiselle ovat olleet biotalousalan toimijoiden näkemykset työelämän kehittymistarpeista ja osaamistavoitteista sekä tulevaisuuden visioista.

Laajojen ja hajallaan olevien biotalouden resurssien kustannustehokas hyödyntäminen edellyttää erityisesti paikallisia ja alueellisia jalostuskonsepteja. Niiden huomioimiseksi koulutus on jaettu alueellisesti neljään ryhmään: Etelä-Suomi, Itä-Suomi, Pohjois-Suomi ja Väli-Suomi. Koulutuksessa hyödynnetään oppilaitosten omia painopistealueita ja yhteistyömahdollisuuksia. Erikoistumiskoulutusta järjestävät Hämeen ammattikorkeakoulu, Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Karelia-ammattikorkeakoulu, Lapin ammattikorkeakoulu, Oulun ammattikorkeakoulu, Savonia-ammattikorkeakoulu, Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Tampereen ammattikorkeakoulu, Yrkeshögskolan Novia sekä Helsingin ja Itä-Suomen yliopistot. Ensimmäinen hakuaika koulutukseen on vuonna 2018 (2.4.–1.6.2018) ja tavoitteena on järjestää koulutus myös vuonna 2019.

"Oulun koulutusohjelma sopii hyvin kierrätyslannoitealan toimijoille, koska meillä yksi painopistealue on juuri ravinteiden kierrätyksessä (muut alueet ovat peltobiomassat ja energia). Koulutus toteutetaan pääosin verkko-opetuksena, mutta sen lisäksi on myös mahdollisuus osallistua ekskursioihin Oulun alueella sopivissa kohteissa", kertoo lehtori Antti Hirvonen Oulun ammattikorkeakoulusta.

Erikoistumiskoulutus sopii henkilöille, jotka toimivat biotalouden alalla, yrityksissä, neuvonta- tai edistämistehtävissä, ammatillisina opettajina tai viranomaistehtävissä. Hakijoilla tulee olla soveltuva korkeakoulutasoinen tai muu biotalouden alalle soveltuva koulutus.

Koulutuksen suorittettuaan koulutettava:

- osaa tunnistaa, arvioida ja kehittää uusia biotalouden palveluita ja tuotteita kuluttajien nykyisten ja ennakoitujen tarpeiden pohjalta
- hallitsee tuotantoon liittyvät pääbiomassavirrat sekä biotalouden sivujakeet ja niiden tarjoamat käyttöpotentiaalit ottaen huomioon biomassojen ominaispiirteet ja hyödyntäen kiertotalouden ja digitalisaation mahdollisuuksia
- kykenee yhdistämään olemassa olevia eri toimialojen prosesseja sekä tunnistaa uusia biomassojen tuotanto- ja käyttöprosesseja osaa johtaa biotalouden innovaatioprosesseja
- kykenee verkostoitumaan alueellisesti, kansallisesti ja kansainvälisesti muiden toimijoiden kanssa ja kykenee synnyttämään uusia verkostoja
- osaa arvioida biotalouden eri toimien yhteiskunnallisia, ekologisia, kulttuurisia ja sosiaalisia vaikutuksia
- tuntee biomassojen tuotantoon ja käyttöön liittyvän kestävän hallinnan keskeiset periaatteet ja keinot mukaan lukien lainsäädännön

<http://www.biotalouskoulutus.fi>

## Liite 1. Sivutuotteiden luokittelu

Sivutuoteasetuksen mukainen sivutuotteiden luokittelu Tarkempi luettelo luokkiin kuuluvista aineksista on EU:n sivutuoteasetuksen (1069/2009) artikloissa 8, 9 ja 10. Lisätietoja [Ruokaviraston sivuilla](#).

Luokka	Luokkaan kuuluvia sivutuotteita
<b>Luokka 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erikseen määritelty riskiaines ja eläimet, joista riskiainesta ei ole poistettu (yli 12 kk ikäiset kokonaiset naudat, kaiken ikäiset kokonaiset lampaat ja vuohet)</li> <li>sivutuotteet, joissa on tarttuvien spongiformisten enkelopatioiden riski (nk. TSE-taudit, esim. BSE eli hullun lehmän tauti)</li> <li>sivutuotteet, joissa on kiellettyjä aineita (esim. hormonit tai beetasalpaajat) yli lainsäädännössä sallitun rajan)</li> <li>sivutuotteet, joissa on ympäristömyrkyjä (dioksiinit, PCB jne.) yli lainsäädännössä sallitun rajan</li> <li>luonnonvaraiset eläimet, jos niiden epäillään sairastavan ihmisiin tai eläimiin tarttuvaa tautia</li> <li>lemmikkieläimet, eläintarhaeläimet ja sirkuseläimet</li> <li>TSE-riskiainesta erottavien teurastamoiden, teurastuspaikkojen ja leikkaamojen jätevedestä erotettu eläinperäinen aines</li> <li>kansainvälisesti toimivista liikennevälineistä peräisin oleva ruokajäte</li> <li>luokan 1 ja 2 tai luokan 1 ja 3 sivutuotteiden seokset</li> </ul>
<b>Luokka 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eläimet, joissa on muiden kuin TSE-tautien riski</li> <li>muut itsestään kuolleet tai lopetetut eläimet kuin luokkaan 1 kuuluvat (eli esim. siat, siipikarja, alle 12 kk ikäiset naudat, hevoset, porot ja turkiseläimet), mukaan lukien taudintorjuntatarkoituksessa lopetetut eläimet</li> <li>sivutuotteet, joissa on antibioottien tai muiden eläinlääkkeiden jäämiä yli lainsäädännössä sallitun tason (esim. antibioottimaito)</li> <li>lihantarkastuksessa hylätyt ruhon osat (esim. märkäinen niveltulehdus, mätäpaise)</li> <li>muiden kuin TSE-riskiainesta erottavien teurastamoiden ja teurastuspaikkojen (esim. sika- ja siipikarjateurastamot) jätevedestä erotettu eläinperäinen aines</li> <li>lanta ja ruoansulatuskanavan sisältö</li> <li>sivutuotteet, jotka eivät kuulu luokkiin 1 ja 3</li> <li>sikiöt, jotka ovat peräisin muista, kuin luokkaan 1 tai 3 kuuluvista eläimistä</li> <li>kuoriutumattomana kuollut siipikarja</li> <li>luokan 2 ja 3 sivutuotteiden seokset</li> </ul>
<b>Luokka 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ihmisravinnoksi hyväksytyistä eläimistä saatavat sivutuotteet, joita ei kuitenkaan käytetä elintarvikkeiksi (esim. keuhkot, mahat, likaantuneet osat, vertymät)</li> <li>elävänä tarkastuksessa (ante mortem) hyväksytyjen eläinten veri, vuodat, nahat, sorkat, kaviot, sarvet, sianharjakset, höyhenet, sulat, siipikarjan päät</li> <li>ravintoloiden, pitopalvelujen ja keittiöiden (mm. keskuskeittiöt ja kotitalouksien keittiöt) ruokajäte, kun se on tarkoitettu eläinten ruokintaan tai käsiteltäväksi biokaasu- tai kompostointilaitoksessa</li> </ul>

- entiset eläinperäiset elintarvikkeet (peräisin esim. tukku- ja vähittäiskaupasta ja elintarviketeollisuudesta), kuten liha ja lihatuotteet sekä kala ja kalatuotteet, joita ei ole enää tarkoitettu ihmisravinnoksi valmistuksessa tai pakkauksessa esiintyneiden ongelmien vuoksi ja jotka eivät aiheuta vaaraa ihmisille tai eläimille
- elintarvikkeiden käsittelyssä ja valmistuksessa syntyvät sivutuotteet
- vesieläimistä saatavat sivutuotteet, joita saadaan ihmisravinnoksi tarkoitettuja tuotteita valmistavilta laitoksilta
- vesieläimet ja niiden osat, merinisäkkäitä lukuunottamatta, joissa ei ole ilmennyt merkkejä ihmisiin tai eläimiin tarttuvista taudeista
- vedessä tai maalla elävät selkärangattomat, muut kuin eläimille tai ihmisille patogeeniset lajit
- hautomoiden sivutuotteet, munat ja munien sivutuotteet, kuten munankuoret
- kaupallisista syistä tapetut untuvikot

## Liite 2. Lannoitevalmisteasetuksen mukaiset tyyppinimiryhmät.

Tyyppinimi		
<b>1 Lannoitteet</b>	<b>1A Epäorgaaniset lannoitteet</b>	1A1 Epäorgaaniset yksiravinteiset pääravinnelannoitteet
		1A2 Epäorgaaniset moniravinteiset pääravinnelannoitteet
		1A3 Epäorgaaniset sivuravinnelannoitteet
		1A4 Epäorgaaniset hivenravinnelannoitteet
		1A5 Epäorgaaniset lannoitteet, joiden teho perustuu pääosin muihin vaikutuksiin kuin kasviravinteisiin
		1A6 Epäorgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävät sivutuotteet
		1A7 Tuhkalannoitteet
	<b>1B Orgaaniset lannoitteet</b>	1B1 Orgaaniset eläinperäiset lannoitteet
		1B2 Orgaaniset ei eläinperäiset lannoitteet
		1B3 Orgaaniset lannoitteet, joiden teho perustuu pääosin muihin vaikutuksiin kuin kasviravinteisiin
		1B4 Orgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävät sivutuotteet
	<b>1C Orgaaniset kivennäislannoitteet</b>	1C1 Orgaaniset kivennäislannoitteet
		1C2 Epäorgaaniset orgaanista ainetta sisältävät lannoitteet
		1C3 Kalkitsevat orgaaniset kivennäislannoitteet
<b>2 Kalkitusaineet</b>	2A1 Kalkkikivet ja muut kalkitusaineet	
	2A2 Sellaisenaan kalkitusaineena käytettävät sivutuotteet	
<b>3 Maanparannusaineet</b>	3A1 Maanparannusturpeet	
	3A2 Orgaaniset maanparannusaineet	
	3A3 Maan rakennetta parantavat aineet	
	3A4 Biologista aktiivisuutta lisäävät aineet	
	3A5 Maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet	
<b>4 Mikrobivalmisteet</b>	4A1 Mikrobivalmisteet	
<b>5 Kasvualustat</b>	5A1 Turpeet	
	5A2 Seosmullat	
	5A3 Muut kasvualustat	



luke.fi

Luonnonvarakeskus  
Latokartanonkaari 9  
00790 Helsinki  
puh. 029 532 6000