

Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa



Sisältö

1
2
3
4
5
6

Esipuhe	3
Mitä puhdistamoliete on? <i>Arja Vuorinen, Evira</i>	4
Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden soveltuminen viljelyyn <i>Tiina Tontti, Tapio Salo, MTT</i>	6
Puhdistamolietteen laadun hallinta <i>Marja Lehto, MTT, Kimmo Suominen, Evira</i> <i>Ulla Tyrväinen, Maveplan, Tiina Tontti, MTT</i>	9
Puhdistamolietteen maatalouskäyttöä ohjaava lainsäädäntö <i>Pirjo Salminen, MMM, Ari Kangas, ELY-keskus</i> <i>Riikka Klemola, Mavi, Sari Peltonen, ProAgria Keskusten Liitto</i>	14
Lannoitus suunnittelu <i>Pertti Savela, Sari Peltonen, ProAgria Keskusten Liitto</i>	22
Puhdistamolietteen käsittely <i>Ulla Tyrväinen, Maveplan, Saijariina Toivikko, VVY</i> <i>Teija Paavola, Biovakka, Arja Vuorinen, Evira</i>	28
Haja-asutuksen jätevesilietteiden käsittely ja hyödyntäminen <i>Marja Pulkkinen, ProAgria Pohjois-Karjala</i>	34
Linkit	38

Esipuhe

Puhdistamolietteen käyttöä maataloudessa ohjataan useilla säädöksillä ja muilla ehdoilla. Lainsäädäntö on myös muuttunut vuosien aikana, joten kootulle tiedolle puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden käyttöä koskevista nykyisistä vaatimuksista oli selvää tarvetta. Tämän oppaan tavoitteena on tuoda esille puhdistamolietteen maatalouskäyttöä koskevat vaatimukset kootusti, ja antaa selkeät ohjeet lietepohjaisten lannoitevalmisteiden hyödyntämiseen.

Tämä opas toteuttaa työryhmämuistioon MMM 2011:5 ”Suomesta ravinteiden kierrätyksen mallimaa” kirjattua toimenpide-ehdotusta siitä, että laaditaan käyttäjälähtöinen valtakunnallinen ohjeistus biojäte- ja lietepohjaisten lannoitevalmisteiden käytöstä maataloudessa. Opas liittyy siis osaltaan Suomen hallituksen 10.2.2010 Itämeri-huippukokouksessa antamaan sitoumukseen tehdä Suomesta ravinteiden kierrätyksen esimerkkialue. Myöhemmin myös Sipilän hallitusohjelma asetti tavoitteeksi, että Suomi on bio- ja kiertotalouden edelläkävijä. Materiaalien ja ravinteiden kierrätystä tulee lisätä.

Oppaan laadintaa on ohjannut ja kommentoinut ohjausryhmä, johon kuuluivat: *Teija Paavola* MTT:stä, myöhemmin Biovakka Suomi Oy:stä, *Pirjo Salminen* sekä *Sini Wallenius* maa- ja metsätalousministeriöstä, *Antti Unnaslahti* sekä *Riikka Klemola* Maaseutuvirastosta, *Ari Seppänen* ympäristöministeriöstä, *Arja Vuorinen* Evirasta, *Risto Saarinen*, myöhemmin *Jyrki Laitinen* Suomen ympäristökeskuksesta, *Kaisa Suvilampi* Biolaitosyhdistyksestä/Vambio Oy:stä (myöh. Biotehdas Oy):, *Mikko Wäänänen* Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymästä, *Seppo Väliaho* Keuruun Vedestä, *Rauni Karjala*, myöhemmin *Aija Jantunen* Kemirasta, *Eeli Mykkänen* Vambio Oy:stä (myöh. Biotehdas Oy), *Markus Isotalo* Biovakka Suomi Oy:stä sekä *Kjell Wepling* Nordkalk Oy:stä. Ohjausryhmän työskentelyn ja rahoituksen koordinaattorina toimi *Saijariina Toivikko* Suomen Vesilaitosyhdistyksestä. *Sari Peltonen* ProAgria Keskusten Liitosta vastasi oppaan laadinnan koordinoinnista. Lisäksi opashanketta ovat rahoittaneet seuraavat tahot: ympäristöministeriö, Kemira, Biovakka Suomi Oy, Vambio Oy (myöh. Biotehdas Oy), Nordkalk Oy, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä sekä Keuruun Vesi. Opashankkeelle on saatu rahoitusta MMM:n LaatuKetjusta sekä vesihuoltolaitosten kehittämisrahastosta. Oppaan on toimittanut ProAgria Keskusten Liitto.

Tämä opas on päivitetty vuonna 2016, jolloin lainsäädäntöä koskevat kohdat saatettiin ajantasaisiksi. Tällöin ohjausryhmään osallistuivat edellä mainittujen lisäksi *Ari Kangas* Uudenmaan ELY-keskuksesta, *Kari Ylivainio* Luonnonvarakeskuksesta, *Jerkkö Jyläntö* Biovakka Suomi Oy:stä, *Tarja Alainen* Evirasta, *Minna Rännäli* Nordkalk Oy:stä sekä *Hanna Ketomäki* Maaseutuvirastosta. Tekstejä kommentoivat *Asko Särkelä* Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksestä, *Tuulia Innala* Kuntaliitosta ja *Petri Kapuinen* Luonnonvarakeskuksesta.

27.5.2013 (päivitys 31.3.2016) Opashankkeen ohjausryhmä



Mitä puhdistamoliete on?

Puhdistamoliete on jätevedenpuhdistamoiden jätevesilietettä. Siinä on usein sekä yhdyskuntien, kotitalouksien että teollisuuden jätevesiä. Puhdistamolietettä syntyy Suomessa noin miljoona kuutiota vuodessa. Tällä hetkellä yli 80 % Suomen asukkaista on keskitetyn viemäroinnin tai jäteveden käsittelyn piirissä. Yli 50 asukkaan jätevesiä käsitteleviä puhdistamoja on Suomessa noin 540 kpl. Suurin osa syntyvästä lietteestä käsitellään kompostointi- tai biokaasulaitoksissa, ja se hyödynnetään käsiteltynä viherrakentamisessa tai maatalouskäytössä.

Teollisuus käsittelee useimmiten omat jätevetensä, mutta osa niistä ohjautuu yhdyskuntien puhdistamoille. Elintarviketeollisuuden lietteet ohjataan kompostointi- tai biokaasulaitoksiin käsiteltäviksi. Metsäteollisuuden lietteistä osa ohjautuu käsiteltynä maatalouskäyttöön maanparannukseen, mutta suurin osa päätyy energian tuotantoon polttolaitoksiin.

Haja-asutusalueella muodostuu sako- ja umpikaivolietettä, kuiva-käymäläjätettä ja muuta kiinteistökohtaista tai mautilojen yhteisen jätevedenkäsittelyjärjestelmän lietettä. Nämä käsitellään osin yhdyskuntajätevesilietteen seassa tai ne voidaan ottaa käsittelyn jälkeen omaan käyttöön mautiloilla.

Puhdistamoliete on käsitelty ennen käyttöä

Puhdistamoliete käsitellään aina ennen maatalouskäyttöä. Käsitelty liete täyttää säädöksissä asetetut hygieniakriteerit ja muut laatuvaatimukset, jotka nykyinen lainsäädäntö edellyttää. Orgaanisista haitta-aineista ei vielä säädetä lannoitevalmistelainsäädännössä.

Liete voidaan käsitellä biologisesti kompostoimalla tai mädättämällä, kemiallisesti kalkkistabiloimalla tai happo-vetyperoksidikäsittelyllä, tai fysikaalisesti kuumentamalla eli ns. termisesti kuivaamalla.

Puhdistamolietteitä käsitteleviä, Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran hyväksymiä toimijoita on noin 100, joista mautiloja on 5. Lista hyväksytyistä laitoksista on Eviran internetsivuilla www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/laitoshyvakysynta/

Maataloudessa käytettävät puhdistamolietettä sisältävät lannoitevalmisteet

Lietteen käsittelyn tavoitteena on hygienisoinnin ohella myös tuotteistaa puhdistamolietteesta lannoitevalmisteita, jotka täyttävät tuotteille säädöksissä asetut vaatimukset. Lannoitevalmisteet ryhmitellään tyyppinimen mukaan, ja se, samoin kuin tuotteen kauppanimi käyvät ilmi tuoteselosteesta. Luettelo hyväksytyistä tuotteiden tyyppinimistä on Eviran sivuilla www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/lainsaadanto/tyyppinimiluettelo



Kuva: Mikko Wäänänen, HSY

TERMIEN SELITYKSET

epäorgaaninen lannoite

kemiallisesti valmistettu lannoite, joka ei sisällä eläin- tai kasvi-peräisiä orgaanisia aineksia, ”väkilannoite”

hulevesi

taajamissa maan pinnalta, rakennusten katoilta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettava sade- tai sulamisvesi

hygienisointi

biologinen, kemiallinen tai terminen käsittely, esimerkiksi kuuminus, joka tuhoaa haitalliset taudinaiheuttajat ja mikrobit, tai jossa taudinaiheuttajien määrää vähennetään niin, ettei niistä aiheudu vaaraa

kansallinen tyyppinimiluettelo

Eviran ylläpitämä lannoitevalmisteiden luettelo, jossa on kuvaus lannoitteen ominaisuuksista, valmistusmenetelmästä, ravinnepitoisuuksista, asetetuista laatuvaatimuksista ja mahdollisista rajoituksista

musta vesi

kiinteistöllä syntyvä asumajätevesi eli käymälä- ja pesuvedet

mädätys

käsittelymenetelmä, jossa lietteen orgaaninen aines hajotetaan hapettomassa tilassa biokaasuprosessissa

orgaaninen lannoite

eläin-, kasvi- ja/tai mikrobiperäinen orgaaninen, lannoitukseen käytettävä aine tai valmiste

stabilointi

mikrobiologisen hajotustoiminnan keskeyttäminen tai loppuun saataminen, stabilointi helpottaa jatkokäsittelyä sekä vähentää ympäristö- ja terveysriskejä

tyyppinimi

lannoitevalmisteiden ryhmittely, jossa pyritään kuvaamaan tuotteen ominaisuuksia, kuten koostumusta, käyttötarkoitusta tai valmistusmenetelmää, tyyppinimi on aina mainittava tuoteselosteessa ja se määrää tuotteelta edellytettävät vaatimukset

Puhdistamolietettä sisältävät tuotteet kuuluvat ”orgaanisten maanparannusaineiden”, ”orgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden” tai ”maanparannusaineena sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden” tyyppinimiryhmiin.

Nämä ryhmät eroavat tuotteille, toimijoille ja tuotteiden käytölle säädettyjen vaatimusten suhteen toisistaan. Tämän lisäksi kotitalouksien sako- ja umpikaivoliete on verrattavissa puhdistamolietteeseen ja myös sen käyttöä säädellään lannoitevalmisteasetuksessa.

”Orgaanisten maanparannusaineiden” stabiilisuuden vaatimukset ovat tiukemmat ja niiden valmistajalta vaaditaan aina laitoshyväksyntä. Niitä eivät koske kaikki lannoitevalmisteasetuksessa asetetut käytön rajoitteet.

Maanparannusaineena sellaisenaan käytettäviltä sivutuotteilta puuttuvat stabiilisuuden kriteerit eikä laitoshyväksyntää edellytetä, mikäli jätevedenpuhdistamo itse käsittelee lietteen jätevedenpuhdistamolla. Näitä koskevat käytön rajoitteet ja maaperän seuranta-vaatimukset, jotka on säädetty uudessa maa- ja metsätalousministeriön lannoitevalmisteasetuksessa (12/12).

Koska lietetuotteet ovat lannoitevalmisteita, niitä kaikkia koskevat lannoitelainsäädännön edellyttämä peltomaan kadmiumseuranta. Kaikkien tuotteiden käyttöä rajoittavat lisäksi levitysaikoihin ja ravinteiden käytön enimmäismääriin liittyvät säädökset nitraattiasetuksessa ja ympäristökorvauksessa.

Puhdistamolietettä sisältäviä lannoitevalmisteita ei ole sallittu käyttää luonnonmukaisessa tuotannossa.

Orgaaniset maanparannusaineet:

- | | |
|--|---|
| - Tuorekomposti | - Hapotettu ja stabiloitu puhdistamoliete |
| - Maanparannuskomposti | - Maanparannuslahote |
| - Kuivarae (termisen kuivauksen jälkeen) | - Vanhennettu puhdistamoliete |

Orgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävät sivutuotteet:

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

Maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet* :

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

* Kaikki sellaisenaan maanparannusaineina markkinoitavat sivutuotteet voidaan edelleen tuottaa esimerkiksi kompostoimalla, termisesti kuivaamalla tai rakeistamalla, ja markkinoida orgaanisten maanparannusaineiden vaatimuksin.

Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden soveltuminen viljelyyn

1

Puhdistamolietteestä valmistetut lannoitevalmisteet luokitellaan maanparannusaineiksi. Niiden sisältämät ravinteet on otettava huomioon lannoituksessa. Puhdistamolietepohjaiset lannoitevalmisteet levitetään pellolle yleensä samoin välinein kuin kotieläinten lanta. Mikäli levityksessä ei käytetä sijoittavaa laitteistoa, lannoitevalmisteet mullataan maahan levityksen jälkeen.

Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden ravinnepitoisuudet ja

ravannesuhteet vaihtelevat paljon tuotantolaitosten välillä. Tämä johtuu käytetyistä raaka-aineista ja niiden suhteista, käsittelytavoista ja -ajasta sekä varastointiajasta ja varastoinnin kestosta. Lisäksi puhdistamolietteen voidaan käsittelyprosessissa yhdistää muita orgaanisia materiaaleja kuten turvetta, karjanlantaa, kasvibiomassoja, haketta, yhdyskuntien biojätettä, elintarviketeollisuuden biojätettä, kuitulietettä tai teollisuuden biohajoavia sivutuotteita.



Kuva: Sari Peltonen

Ravinteiden käyttökelpoisuus kasveille

Puhdistamolietepohjaisissa tuotteissa typpi ja fosfori ovat sekä sitoutuneena orgaaniseen ainekseen tai rauta- ja alumiiniyhdisteisiin että liukoissa muodossa kun taas kalium on pääasiassa liukoissa muodossa. Tuotteiden käyttö kannattaa suunnitella ensisijaisesti kasvintuotannon fosforin lähteiksi ja täydentää liukoinen typpi ja kalium kasvien tarpeen mukaan epäorgaanisilla lannoitteilla. Käsittlemättömässä puhdistamolietteenä kokonaistypen ja -fosforin suhde on likimain 1:1.

Fosfori

Fosforin liukoisuus ja käyttökelpoisuus riippuu ennen kaikkea käytetystä fosforin saostusmenetelmästä sekä rauta- ja alumiinisuolojen käyttömäärästä puhdistusprosessissa, jossa fosfori sidotaan lietteeseen. Fosforin määrä ei käsittelyssä juurikaan muutu. Vesiliukoisen fosforin osuus puhdistamolietteenä valmistettujen lannoitevalmisteiden kokonaisfosforista on yleensä alle 1 % ja hieman tehokkaammallakin uuttoliuksella (0,5 M natriumbikarbonaatti) saadaan liukoisen fosforin osuudeksi vain muutama prosenttiyksikkö puhdistamolietteen kokonaisfosforista. Kotieläinten lannassa ja siihen pohjautuvissa lannoitevalmisteissa vesiliukoisen fosforin osuus on yleensä vähintään yli 40 % ja loput on kiinni eloperäisessä aineessa, jonka pieneliöstö hajottaa. Maaperässä puhdistamolietteenä peräisin olevan, rautaan tai alumiiniin vahvasti sidotun fosforin käyttökelpoisuus kasveille todennäköisesti paranee vuosien saatossa. Tällä hetkellä ympäristökorvauksen 2015–2020 fosforin enimmäismäärien laskennassa otetaan huomioon puhdistamolietepohjaisilla lannoitevalmisteilla 60 % kokonaisfosforista.

Typpi

Liukoisen typen osuuteen vaikuttaa paljon orgaanisen aineksen käsittelytapa ja materiaalin hajoamisaste. Pitkälle hajonneen lietepohjaisen tuotteen (esimerkiksi kompostit tai niistä jalostetut tuotteet) typpivaikutus on suhteellisen helppo ennakoida liukoisen typen määrän mukaan.

Mädätys muuttaa orgaanista typpeä ammonium-muotoon, jolloin se voi olla altis haihtumaan varastoinnin tai levityksen yhteydessä. Lietteen happamuus estää haihtumista, ja sijoittaminen maan pinnan alle sekä haihtumista että huuhtoutumista. Mädätyksessä myös lietteen pH yleensä

nousee, mikä lisää ammoniakkitappioita. Mädätysjäännös voi myös sisältää suuren määrän hajoamatonta orgaanista ainesta, joka vasta käyttökohteessa hajotessaan voi sitoa maassa vapaana olevaa typpeä hajoamisprosessiin. Kompostointi hajottaa orgaanista ainesta hapellisessa prosessissa, joten helppoliukoisen typen osuus vähenee ja mahdollinen välitön typpilannoitusvaikutus vähenee kompostoinnin vaikutuksesta. Lietemateriaalin terminen kuivaus voi haihduttaa suuren osan ammonium-muotoisesta typestä, joten vain osa orgaaniseen materiaaliin sisältyneestä typestä jää lopputuotteeseen.

Liukoisen typen ravinnevaikutus on vuosittainen. Liukoisen typen määrityksessä otetaan huomioon ammonium-, nitraatti- ja yleensä myös pieniin orgaanisiin typpiyhdisteisiin kiinnittynyt typpi. Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden liukoisen typen lannoitusvaikutus on hyvissä olosuhteissa ollut vastaava kuin epäorgaanisen lannoitteen typen.

Lannoitevalmisteiden orgaaniseen ainekseen sitoutunut typpi on yleensä hyvin hitaasti vapautuvaa ja sen lannoitusvaikutusta ei levitysvuonna tai levityksen jälkeisenä vuonna ole havaittu viljoilla. Orgaanisen typen hidas vapautuminen johtuu muun muassa jo mädätyksessä tapahtuneesta helposti hajaantuvien typpiyhdisteiden vapautumisesta tai kompostoinnin aikana tapahtuneesta liukoisen typen sitoutumisesta orgaaniseen materiaaliin. Jos kasvukauden alku on epäedullinen, lannoitevalmisteiden typen hitaampi saatavuus sekä liukoisen orgaanisen typen viive mineralisaatiossa voivat hidastaa kasvin typen saantia. Siksi kaiken liukoisen typen antaminen puhdistamolietepohjaisista lannoitevalmisteista on kasvien nopean typen oton kannalta riskialtista. Viisainta on antaa osa liukoisesta typestä puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden typpenä ja loput epäorgaanisena lannoitteena kylvön yhteydessä sijoittamalla.

Kalium

Puhdistamolietettä sisältävien lannoitevalmisteiden kokonaiskalium on tyypillisesti välillä 2–6 g/kg ka. Puhdistamolietetuotteiden kaliumista huomattava osa on liukoissa muodossa, sillä viljavuuskalium on ollut välillä 1–4 g/kg ka. Käytännössä puhdistamolietepohjaisille tuotteille tarvitaan yleensä kaliumtäydennystä viljelykasvin tarpeiden mukaan.

Muut ravinteet

Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden tuoteselosteissa ei yleensä ilmoiteta muiden kuin pääravinteiden (N, P, K) sekä haitallisten metallien pitoisuudet. Näin ollen sitä, missä määrin tuotteet sisältävät esimerkiksi rikkiä tai hivenravinteita kuten magnesiumia, ei välttämättä ole tiedossa. Joitain viitteitä on saatu siitä, että lietettä sisältävät tuotteet toimisivat myös rikkilannoitteena, mutta tutkittua tietoa asiasta ei ole. Analysoiduista haitallisista metalleista kupari ja sinkki toimivat myös kasviravinteina.

pH

Yleensä käsittelemättömän lietteen pH on lähellä neutraalia (pH 7–8). Siten puhdistamolietettä sisältävien lannoitevalmisteiden ei ole havaittu juuri vaikuttavan maan pH-tilaan. Kalkkistabiloitu liete voi nostaa maan pH:ta jonkin verran.

[Selvitys erityyppisten lietetuotteiden ravinnepitoisuuksista](#)
[Tutkimus lietepohjaisten tuotteiden lannoitusvaikutuksista](#)

Käytännön ohjeita orgaanisten lannoitevalmisteiden levitykseen ja aumaukseen www.luke.fi/levilogi. Sivusto on auki vuoden 2016 loppuun ja sen jälkeen aineisto löytyy Luken Jukuri-tietokannasta <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/518969>

Vaikutus maan rakenteeseen

Puhdistamolietepohjaiset tuotteet sisältävät runsaasti, noin 50 % kuiva-aineesta orgaanista ainesta, jolla on vaikutusta maan fysikaalisiin ja biologisiin ominaisuuksiin. Orgaanisen aineksen lisäyksen myötä maan mururakenne paranee ja vedenpidätyskyky lisääntyy. Orgaaninen aines lisää myös kastelierojen ja pieneliöiden viihtyvyyttä maaperässä. Kalkkistabiloidun lietteen myötä saadaan kalkitusvaikutusta maaperään. Tulokset maan rakenteen paranemisesta näkyvät kuitenkin vasta tuotteiden pitkäaikaisessa käytössä, kuten orgaanisen aineksen lisäyksellä ylipäättään, yhdistettynä monipuoliseen viljelykiertoon. Maanparannusvaikutuksen vuoksi puhdistamolietepohjaiset tuotteet soveltuvat parhaiten Etelä-Suomen karjattomille alueille ja savipitoisille pelloille, joissa nurmenviljely on vähäistä ja maan orgaanisen aineksen pitoisuus matala.

Nykyisillä käyttömäärillä lietetuotteiden maanparannusvaikutusta ei voida helposti havaita. Tämä johtuu siitä, että ravinteiden sallitut käyttömäärät rajoittavat levitysmääriä niin paljon, että lietteen käyttömäärät jäävät vähäisiksi. Käyttömäärät kuiva-aineena laskettuna voivat olla 5–10 tonnia hehtaaria kohden. Tästä orgaaninen aines on noin 50 % ja jos hiilipitoisuudeksi oletetaan 40 %, saadaan maahan lisättävän hiilen määräksi 1–2 tonnia hehtaarilla. Tämä vastaa viljan olkien vuosittaista hiilisisältöä.

Ajo ja levitys pelloilla raskailla koneyhdistelmillä voivat tiivistää maata. Siksi pellolla liikkumista ja levitystä tulisi välttää etenkin märissä olosuhteissa.

Lähteet:

- Mäkelä-Kurtto, R., Laitonen, A., Eurola, M., Vuorinen, A., Pasanen, T., Rankanen, R., Suominen, K., Laakso, P., Tarvainen, T., Hatakka, T. & Salopelto, J. (2007). Field balances of trace elements at the farm level on crop and dairy farms in Finland in 2004. Agrifood Research Reports 111. MTT Agrifood Research Finland. www.mtt.fi/met/pdf/met111.pdf
- MTT, 2013. MTT Raportti 82, Biokaasulaitosten lopputuotteet lannoitevalmisteina. www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti82.pdf
- Salo, T., Kapuinen, P. & Tontti, T. 2012. Testimenetelmät uusien orgaanisten lannoitevalmisteiden lannoitusvaikutuksen määrittämiseen. Teoksessa: Schulman, N. & Kauppinen, H. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2012, Viikki, Helsinki. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 28:5.
- Tontti, T., Heinonen-Tanski, H., Karinen, P., Reinikainen, O. & Halinen, A. 2011. Maturity and hygiene quality of composts and hygiene indicators in agricultural soil fertilised with municipal waste or manure compost. Waste Management & Research 29:197–207.
- Tontti, T., Poutiainen, H. & Heinonen-Tanski, H. 2012. Puhdistamolietetuotteet peltokasvikokeissa. Teoksessa: Poutiainen, H. & Heinonen-Tanski, H. (toim.). Modernit menetelmät yhdyskuntien jätevedenkäsittelyn tehostamisessa. Itä-Suomen yliopiston ympäristötieteen laitoksen julkaisusarja 1/2012: 57–102.

Puhdistamolietteen laadunhallinta

2

Yleiset laatuun vaikuttavat tekijät

Puhdistamolietteen laatu on parantunut jatkuvasti. Esimerkiksi haitallisten metallien pitoisuudet ovat laskeneet murto-osaan siitä, mitä ne olivat 1970-luvulla. Käsittelymenetelmiä on kehitetty voimakkaasti viimeisen kahden vuosikymmenen aikana. Samalla myös jätevesien laatua on parannettu poistamalla haitta-aineita jo jätevesien syntypaikoilla, vähentämällä viemäriin päätyvien sadevesien määrää sekä tehostamalla seuranta. Jätevesilietteen laatu onkin nykyisin paremmin hallinnassa kuin aiemmin.

Jäteveden alkuperällä on merkittävä vaikutus puhdistamolietteen laatuun. Haitallisia aineita kulkeutuu jätevedenpuhdistamoille ja edelleen jätevesilietteiin pääosin yhdyskunnista, teollisuudesta, kotitalouksista sekä sadevesien myötä. Kuka kansalainen voi omilla valinnoillaan, hankinnoillaan ja toiminnoillaan vaikuttaa siihen, mitä aineita päätyy jätevesiverkostoon.

Haitalliset metallit ja taudinaiheuttajat eivät nykyään ole ongelma puhdistamolietepohjaisissa tuotteissa. Lietetuotteiden sisältämille haitallisten metallien pitoisuuksille on asetettu enimmäisrajat, ja lisäksi metallien kertymistä viljelymailla seurataan maa-analysein (luku 3).

Jätevesien orgaanisia haitta-aineita, kuten lääkejäämiä, tekstiilien palonestoaineita ja elektroniikkateollisuuden yhdisteitä ei voida kaikin osin kontrolloida, koska niiden lähteenä ovat usein kotitaloudet. Orgaanisten haitta-aineiden vaikutuksista on tehty runsaasti tutkimusta, mutta kaikkia ympäristöriskejä ei tunneta täysin.

Osa jätevedeen liuenneista ja suuri osa kiintoaineeseen sitoutuneista ravinteista, orgaanisista ja epäorgaanisista haitta-aineista sekä haitallisista metalleista kulkeutuu prosessissa puhdistamolietteeseen. Haitta-aineiden määrä ja koostumus tuotteessa vaihtelevat riippuen puhdistamolietteen alkuperästä, käytetyistä muista raaka-aineista ja käytetyistä käsittelymenetelmistä.



Kuva: Saijanina Toivikko

Taudinaiheuttajat ja haitalliset eliöt

Puhdistamolietteitä käsittelevän laitoksen laaduntarkkailussa seurataan käsitellyn lietteen hygieenistä laatua eli *Escherichia coli* -bakteerien ja salmonellan määrää. Lannoitevalmisteiden hygieeninen laatu on määritelty lannoitevalmisteasetuksessa. *E. coli* -bakteerien määrä saa olla enintään 1 000 pesäkettä muodostavaa yksikköä (pmy)/g eikä salmonellaa saa esiintyä tuotteessa lainkaan. Laitokset ovat velvollisia ilmoittamaan salmonellalöydöksistä välittömästi Eviraan. Suomessa kaikki maataloudessa käytettävät puhdistamolietepohjaiset lannoitevalmisteet on käsittelemällä hygienisoitu. Metsäteollisuuden lietteistä vain puhdasta primääri- eli kuitulietettä voidaan käyttää maanparannusaineena sellaisenaan ilman käsittelyä, mikäli se täyttää lannoitevalmisteille asetetut hygieenisuusvaatimukset. Kuitu- ja muiden lietteiden seokset on aina käsiteltävä hygieenisuuden varmistamiseksi ennen käyttöä maataloudessa.

Lannoitevalmisteissa ei saa olla myöskään haitallisten kasvitautien aiheuttajia (karanteenikasvintuhoojat), eikä hukkakauran tai muiden haitallisten rikkakasvien siemeniä.

MTT on selvittänyt puhdistamolietepohjaisten, keskitetyissä laitoksissa valmistettujen lannoitevalmisteiden vaikutusta peltomaan hygieeniseen laatuun kaksi ja neljä viikkoa lietetuotteilla tehdyn lannoituksen jälkeen sekä sadonkorjuun aikaan peltomaassa (Tontti ym. 2012). Tutkimusten perusteella lietetuotteet vaikuttivat hyvin vähän peltomaan hygieniaan: *E. coli* -bakteerin määrät olivat hyvin samanlaiset lannoittamattomassa ja lietetuotteella käsitellyissä koeruuduissa. *E. coli* -bakteeria löytyi myös lannoittamattomasta peltomaasta, jopa enemmän kuin mitä lietetuotteelle sallitut enimmäispitoisuudet ovat. Peltoympäristössä mikrobit voivat olla peräisin pellolla elävistä eläimistä, ja tällöin lietemateriaali vaikuttaa todennäköisesti vain vähän peltomaan luontaiseen mikrobistoon.

[Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden vaikutus peltomaan hygieeniseen laatuun](#)

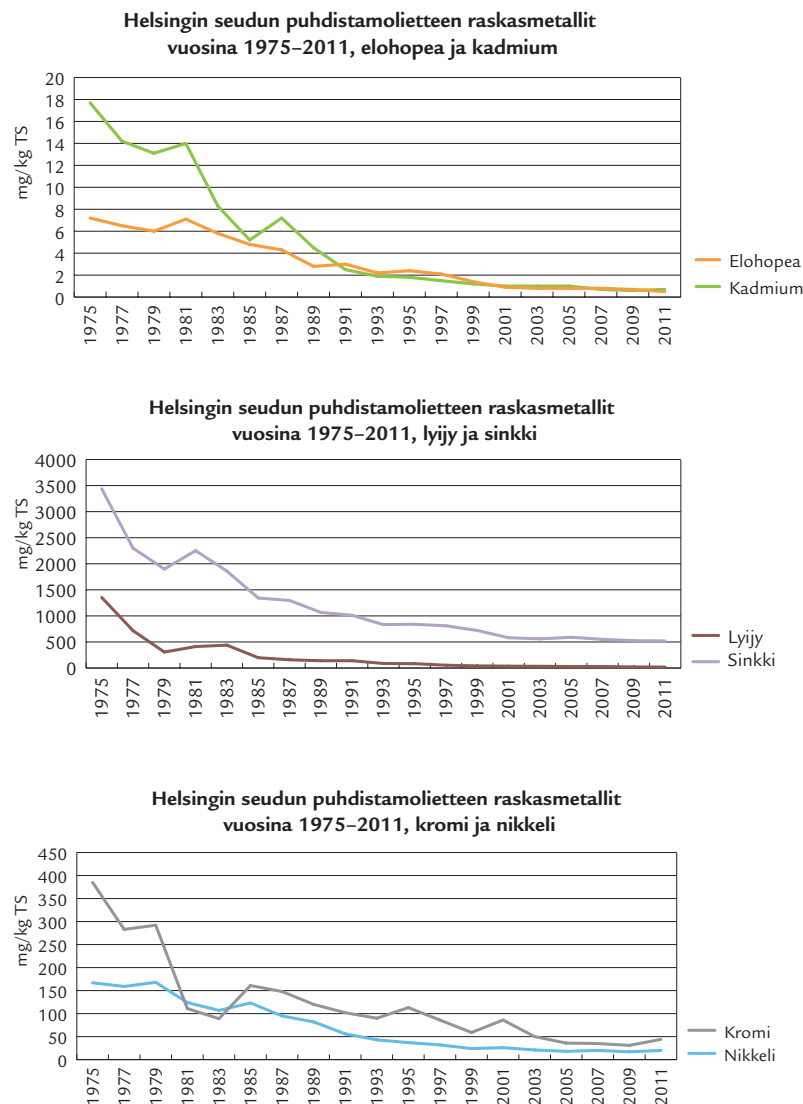
Haitalliset metallit

Metallit alkuaineina eivät häviä luonnon kiertokulussa, ne voivat ainoastaan muuttaa muotoaan. Jotkut metallit ovat kasveille ja eläimille tärkeitä hivenaineita, esimerkiksi kupari ja sinkki. Eräät metallit ovat kuitenkin myös myrkyllisiä, jotkut jopa hyvin pieninä pitoisuuksina. Lietteen sisältämät haitalliset metallit saattavat rajoittaa lietteen jatkokäyttöä. Kriittisiä metalleja ovat elohopea, kadmium ja lyijy.

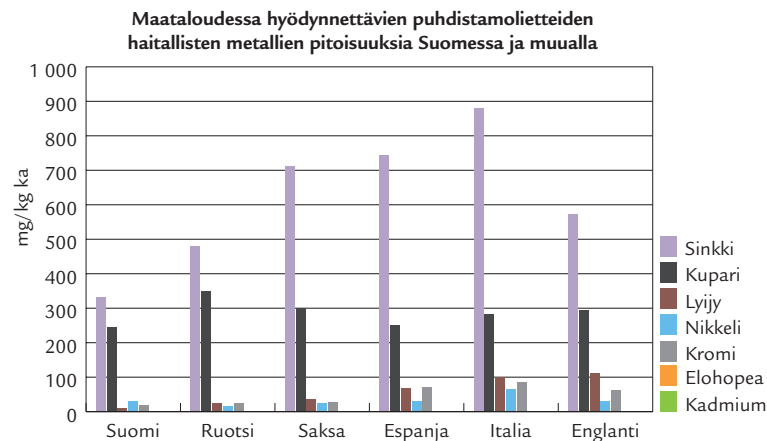
Haitallisten metallien määrä puhdistamolietteissä on laskenut huomattavasti 1970-luvulta lähtien. Puhdistamolietepohjaisille, maanparannusaineena sellaisenaan soveltuville sivutuotteille on määritelty haitallisten metallien enimmäispitoisuudet (MMM lannoitevalmisteasetus 12/12, tarkemmin luvussa 3).

Lannoitevalmisteiden laatua seurataan omavalvonnassa eräkohtaisesti. Jos haitallisten metallien enimmäispitoisuudet ylittyvät, ei lannoitevalmiste-erää käytetä maatalouskäytössä. Kun teollisuuden jätevesiä vastaanotetaan viemäriverkostoon, asettavat vesihuoltolaitokset lietteen laadun turvaamiseksi teollisuusjätevesisopimuksessa rajoituksia, jossa sovitetaan sallitut metallipitoisuudet, hetkellisen kuormituksen raja-arvot sekä näiden seuranta. Teollisten toimijoiden päästöjä valvovat ja rajoittavat tarvittaessa myös ympäristöviranomaiset. Mikäli lietteen metallipitoisuudet kohoavat äkillisesti, alkaa vesihuoltolaitos selvittää, mistä laadun muutos johtuu ja päästölähteen löydyttyä asetetaan kuormitukselle kesittävät rajoitukset solmimalla teollisuusjätevesisopimus.

MTT:n tutkimuksen mukaan puhdistamolietepohjaisten tuotteiden levitys ei muuttanut maaperän haitallisten metallien kokonaispitoisuuksia, eikä lannoitetun ja lannoittamattoman maan välillä havaittu eroja (Tontti ym. 2012). Maaperässä voi jo luontaisesti esiintyä metalleja, ja osa niistä on tärkeitä myös kasvinravitsemukselle. Mäkelä-Kurtto ym. (2007) ovat selvityksessään todenneet suomalaisen viljelymaan luontaisiksi, keskimääräisiksi haitallisten metallien pitoisuuksiksi: arseeni 4,1, lyijy 9,7, kupari 21, nikkeli 14, kromi 29, sinkki 55, kadmium 0,18 ja elohopea 0,05 mg/kg kuivaa maata.



Kuva 1. Puhdistamolietteen haitallisten metallien pitoisuuksien muutoksia 1970-luvulta nykypäivään. Lähde: HSY.



Kuva 2. Suomessa puhdistamolietteen haitallisten metallien pitoisuudet ovat keskimäärin muita Euroopan maita nähden alhaisemmat. Pitoisuustiedot ovat vuodelta 2006. Lähde: Environmental, economic and social impacts of the use of sewage sludge on land. Final report. Part III: Project Interim Reports. 2010.

Orgaaniset haitta-aineet

Orgaaniset haitta-aineet sisältävät suuren joukon erilaisia yhdisteitä, joiden ominaisuudet ja käyttäytyminen poikkeavat toisistaan. Osa yhdisteistä hajoaa helposti, mutta toiset yhdisteet ovat erittäin pysyviä ja voivat kertyä ympäristöön ja elintarvikkeisiin. Eri yhdisteillä on erilaisia haittavaikutuksia ja myös yhteisvaikutuksia.

Pysyviä orgaanisia haitta-aineita esiintyy kaikkialla ympäristössämme. Aineita esiintyy tuotteissa, joiden valmistukseen niitä on käytetty ja näistä tuotteista aineita vapautuu ympäristöön. Osalle aineista ilmalaskeuma on merkittävä päästölähde.

Orgaanisiin haitallisiin aineisiin kuuluu aineita, joita käytetään esimerkiksi teollisuus- ja kuluttajakemikaaleina. Tällaisia aineita ovat muun muassa muoveissa ja tekstiileissä käytetyt bromatut palonestoaineet, vettä hylkivät fluoratut yhdisteet, elektroniikkateollisuudessa käytetyt

PCB-yhdisteet sekä erilaiset lääkeaineet. Myös puhdistus- ja pesuaineet sisältävät yhdisteitä, jotka voivat kulkeutua lietteisiin. Useiden edellä mainittujen aineiden käyttö on jo kielletty, mutta niitä on vanhojen päästöjen takia edelleen ympäristössä. Käytön rajoitusten myötä aineiden esiintymisen vähenee. Myös dioksiinit ovat orgaanisia haitta-aineita. Niitä ei ole koskaan valmistettu mihinkään tarkoitukseen, mutta niitä muodostuu palamisprosesseissa.

Orgaanisten haitta-aineiden vaikutuksia ympäristöön tai kulkeutumista takaisin ravintoketjuun kasvien kautta ei tunneta vielä täysin, vaikka aiheesta onkin tehty runsaasti tutkimusta. Aineet voivat hajota luonnos-

sa useiksi eri yhdisteiksi, joiden vaikutuksista ei aina ole tietoa. Myös aineiden yhteisvaikutuksia ei täysin tunneta. Maaperän ominaisuudet, kuten kosteus, voivat vaikuttaa eri aineiden ominaisuuksiin ja kulkeutumiseen. Useissa maissa on arvioitu haitallisten aineiden aiheuttamia riskejä lietteen maatalouskäytössä ja tarkasteltu eri kulkeutumisreittejä. Riskinarvioinneissa, jotka perustuvat olemassaolevaan tietoon, ei ole havaittu merkittäviä ongelmia lietteiden maatalouskäytössä. Joidenkin yhdisteiden pitoisuuksille lannoitevalmisteissa on asetettu raja-arvoja muutamissa maissa. Suomessa on tehty ja parhaillaan on myös meneillään tutkimusta tästä aiheesta.

Esimerkkejä orgaanisista haitta-aineista puhdistamolietteessä, niiden ominaisuuksista ja päästölähteistä. Pitoisuudet vaihtelevat paljon eri lietteissä. Monille haitta-aineille ei ole vielä määritelty raja-arvoa.

Yhdiste/yhdisteryhmä	Biohajoavuus ja haitallisuus	Esimerkkejä päästölähteistä
Polyaromaattiset hiilivedyt PAH	karsinogeenisiä, mutageenisia, hajoavat jonkin verran, suurimolekyyliset yhdisteet varsin pysyviä	öljytuotteet, epätäydellinen palaminen
Bromatut palonestoaineet PBDE, PBB, TBBA, HBCD	karsinogeenisiä, mutageenisia, hajoavat osittain, maaperässä erittäin hitaasti hajoavia	elektroniikkateollisuus, muovit, sisustustekstiilit
Polyklooratut dibentso-p-dioksiinit ja furaanit PCDD/F eli dioksiinit	karsinogeenisiä, aiheuttavat kehityshäiriöitä, hitaasti hajoavia, kertyvät eliöihin	polttoprosessit, sementin valmistus, metalliteollisuus
Polyklooratut bifenyylit PCB	karsinogeenisiä, aiheuttavat kehityshäiriöitä, hitaasti hajoavia, kertyvät eliöihin	hydraulinesteet, liuottimet, elektroniikkateollisuus NYKYÄN YHDISTEIDEN KÄYTTÖ KIELLETTY
Perfluoratut alkyyliryhdykset PFAS	maksa- ja kehityshäiriöitä, hormoneiden toimintaa häiritseviä ominaisuuksia, kertyvät eliöihin	teollisuus ja kotitaloudet, huonekalutekstiilit, vaatteet ja paperituotteet (vettä hylkivät aineet, mm. Goretex), sammutusvaahdot
Lineaariset alkyylibentseenisulfonaatit LAS	estrogenin kaltaisia ominaisuuksia, hajoavat melko hyvin hapellisissa olosuhteissa	teollisuus ja kotitaloudet, pintajännitystä alentavat aineet puhdistus- ja pesuaineissa
Nonyylifenolietoksyilaatit NPEO ja nonyylifenolit NP	voivat häiritä eläinten ja ihmisten hormonitoimintaa ja aiheuttaa kehityshäiriöitä, NPEO nopeasti hajoava, mutta hajoamistuote NP on melko pysyvä	käytetään pinta-aktiivisina aineina muun muassa teollisuusprosesseissa, pesuaineissa ja useissa teollisuuden ja kotitalouden tuotteissa
Bis(2-etyyli-heksyyli)ftalaatti DEHP	lisääntymistä häiritseviä ja estrogeenihormonin kaltaisia ominaisuuksia, hajoaa jossain määrin hapellisissa oloissa, maaperässä kohtalaisen hitaasti hajoava	teollisuus ja kotitaloudet, käytetään muovien pehmittiminä
Adsorboituva orgaaninen halogeeni AOX	osa helposti hajoavia, osa pysyviä	sairaaloiden ja laboratorioiden jätevedet, syntyy maaperässä klooria sisältävien pesu- ja desinfointiaineiden käytön myötä

[Lisätietoja orgaanisista haitta-aineista](#)

Haikka-aineiden käyttäytyminen maaperässä ja kertyminen elintarvikkeisiin

Useat vesiliukoiset aineet (esimerkiksi lineaariset alkyylibentseenisulfonaatit, LAS-yhdisteet) hajoavat maaperässä kohtalaisen nopeasti, usein jo yhden kasvukauden aikana, jolloin niiden kertyminen maahan on epätodennäköistä. Hitaasti hajoavat aineet kuten polyaromaattiset hiilivedyt (PAH), perfluoratut alkyylilyhdisteet (PFAS), nonyyliolenit ja nonyyliolenoksietoksyalaatit (NP, NPEO), bis(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP), dioksiinit (PCDD/F-yhdisteet), polyklooratut bifenyylit (PCB) ja bromatut palonestoaineet, saattavat lietteen toistuvan käytön seurauksena kertyä maahan. Pysyvät vesiliukoiset aineet kuten PFAS-yhdisteet voivat painua suotovesien mukana syvempiin maakerrokseen, päätyä pohjavesiin ja siitä edelleen juomaveteen. Tällaiset yhdisteet voivat kulkeutua myös valumavesien mukana vesistöihin. Kasvit voivat ottaa joitain yhdisteitä juurillaan. Tällaisia ovat erityisesti vesiliukoiset yhdisteet kuten PFAS ja PBDE. Rasvaliukoisilla aineilla (dioksiinit, PCB, bromatut palonestoaineet) ja PFAS-yhdisteillä on taipumus kertyä eläinperäisiin elintarvikkeisiin kuten lihaan, maitoon tai muniin.

Haikka-aineiden kulkeutumisesta elintarvikkeisiin, sitä kautta ihmisiin sekä tästä aiheutuvaa riskiä on tutkittu laajasti maailmalla. On pyritty myös selvittämään, onko lietteiden maatalouskäytöstä riskiä ihmisille ja ympäristölle. Norjalainen Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM, Eriksen ym. 2009) tutki eräiden orgaanisten haikka-aineiden (DEHP ja dibutyyliftalaatti, oktyyliolenit ja oktyyliolenietoksyalaatit, NPEO ja NP, LAS-yhdisteet, PAH-yhdisteet ja PCB) esiintymistä puhdistamolietteissä, niiden mahdollista kertymistä elintarvikkeisiin ja aineiden mahdollisesti ihmiselle aiheuttamaa riskiä. VKM:n johtopäätös oli, että puhdistamolietteen maatalouskäyttö ja lietteiden sisältämät orgaaniset haikka-aineet ja niiden kertyminen elintarvikkeisiin (mukaan lukien juomavesi) eivät aiheuta merkittävää riskiä väestölle. Tutkimuksessa ei otettu huomioon haikka-aineiden mahdollista yhteisvaikutusta. Raportoidut puhdistamolietteen orgaanisten haikka-aineiden pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin Suomessa mitatut

arvot. Suomalaisessa Biosafe-hankkeessa orgaanisten haikka-aineiden ei todettu aiheuttavan merkittävää riskiä elintarvikkeiden käytön turvallisuudelle. Ne joko hajoavat maaperässä melko nopeasti, eivät kerry maaperästä elintarvikkeisiin tai niitä päätyy käsittelyjäänöksen mukana maaperään niin vähän, että kertyminen kasveihin tai eläinperäisiin elintarvikkeisiin on vähäistä. Eräät hitaasti hajoavat aineet kuten PBDE- ja PFC-yhdisteet voivat kuitenkin kertyä maaperään pitkäaikaisen käytön seurauksena. Lietteen levityksen aiheuttama PBDE-yhdisteiden kuormitus on varsin suurta ilmaskeumaan verrattuna.

PFAS-yhdisteet voivat kertyä maaperästä kasveihin ja siirtyä myös eläinperäisiin elintarvikkeisiin. Euroopan elintarviketurvallisuusviraston (EFSA 2012) mukaan elintarvikkeiden kautta tuleva PFAS-altistus ei todennäköisesti ylitä turvallisina pidettyä raja-arvoja. Tällä hetkellä ei ole käytettävissä tietoa puhdistamolietteen osuudesta elintarvikkeiden PFAS-pitoisuuksiin tai ihmisen altistumisesta PFAS-yhdisteille.

EFSA:n (2011) mukaan joidenkin PBDE-yhdisteiden saanti ravinnosta on sellaisella tasolla, että siitä saattaa tämänhetkellä saantimäärillä mahdollisesti olla terveydellistä haittaa ihmisille. On mahdollista, että maaperään joutuneet PBDE-yhdisteet kertyvät elintarvikkeisiin. Toistaiseksi ei ole kyetty selvittämään puhdistamolietteen käytön vaikutusta ihmisten kokonais-PBDE altistukseen (EFSA 2011). Ilmaskeuma on merkittävä päästölähde näille yhdisteille.

Ruotsalaisen raportin (Samsøe-Petersen 2003) mukaan dioksiinien pitoisuudet ruotsalaisissa jätevedenpuhdistamolietteissä olivat niin alhaisia, että niistä ei aiheudu merkittävää vaaraa ihmiselle tai ympäristölle. Ruotsalaisraportti muistuttaa kuitenkin siitä, että hitaasti hajoavat aineet (PAH, PCB, dioksiinit, PBDE) saattavat toistuvan käytön seurauksena kertyä maaperään. Työssä esitetyt dioksiinipitoisuudet ruotsalaisissa lietteissä ovat samaa tasoa kuin suomalaisista lietteistä mitatut.

Suomalaisista puhdistamolietteissä analysoidut haitallisten orgaanisten aineiden pitoisuudet ovat olleet pääsääntöisesti melko alhaisella tasolla kun pitoisuuksia verrataan EU:n jätteitä, lietteitä ja lannoitevalmisteita koskevassa säädösvalmistelussa esitettyihin raja-arvopitoisuuksiin.

Lisätietoa:

- EFSA 2011. Scientific Opinion on Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. EFSA Journal 9: 1–273.
- EFSA 2012. Scientific Report of EFSA. Perfluoroalkylated substances in food: occurrence and dietary exposure. European Food Safety Authority. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. EFSA Journal 10: 1–55.
- Eriksen, G.S., Amundsen, C.E., Bernhoft, A., Eggen, T., Grave, K., Halling-Sørensen, B., Källqvist, T., Sogn, T. & Sverdrup, L. 2009. Risk assessment of contaminants in sewage sludge applied on Norwegian soils – Opinion from the Panel on Contaminants in the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. 20 August 2009: 1–208.
- Ineris. 2008. Public health risk assessment of sludge landspreading, <http://www.ineris.fr/centredoc/drc-07-81117-09289-c-v3couv-1322491333.pdf>
- Marttinen, S., Suominen, K., Lehto, M., Jalava, T. & Tampio, E. 2014. Haitallisten orgaanisten yhdisteiden ja lääkeaineiden esiintyminen biokaasulaitosten käsittelyjäänöksissä sekä niiden elintarvikeketjuun aiheuttaman vaaran arviointi. (Occurrence of hazardous organic compounds and pharmaceuticals in biogas plant digestate and evaluation of the risk caused for the food production chain. In Finnish). BIOSAFE-hankkeen loppuraportti. <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti135.pdf>
- Naturvårdsverket. 2001. Organic contaminants in sewage sludge, <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5217-9.pdf>
- Samsøe-Petersen. 2003. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5217-9.pdf>
- VKM. 2009. Risk assessment of contaminants in sewage sludge applied on Norwegian soils. <http://vkm.no/dav/2ae7f1b4e3.pdf>
- Vuorinen, A. (toim.). 2003. Sewage sludge and sludge products for agricultural use – a study on hygienic quality. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2/2003.

Puhdistamolietteen maatalouskäyttöä ohjaava lainsäädäntö

3

Lannoitevalmistelainsäädäntö

Yleiset vaatimukset lannoitevalmisteille

Lannoitevalmistelaki 539/2006 ja maa- ja metsätalousministeriön asetus (24/11) ja sen muutokset (12/12, 7/13, 21/15, 5/16) lannoitevalmisteista

Lain mukaan lannoitevalmisteiden on oltava tasalaatuisia, turvallisia ja käyttötarkoitukseensa sopivia. Lannoitevalmiste ei saa sisältää sellaisia määriä haitallisia aineita, tuotteita tai eliöitä, että sen käyttöohjeiden mukaisesta käytöstä voi aiheutua vaaraa ihmisten tai eläinten terveydelle tai turvallisuudelle, kasvien terveydelle tai ympäristölle. Käytöstä peltoviljelyssä ei saa myöskään aiheutua toimintaympäristö huomioon ottaen häiritsevää hajuhaittaa. Puhdistamolietettä sisältäviä lannoitevalmisteita koskevat samat vaatimukset kuin kaikkia muitakin lannoitevalmisteita.

Puhdistamolietepohjaiset tuotteet ovat säädösten mukaan maanparannusaineita, joiden vaikutus perustuu niiden kykyyn parantaa kasvien kasvuedellytyksiä vaikuttamalla viljelymaan kemiallisiin, fysikaalisiin ja biologisiin ominaisuuksiin. Tuotteet ovat yhä enenevässä määrin myös kasvinravinteiden lähteitä, sillä ne voivat sisältää merkittävässä määrin pää- ja sivuravinteita. Pääravinteiden kokonaispitoisuudet sekä vesiliukoisien typen ja fosforin määrät on ilmoitettava tuoteselosteessa. Samoin on ilmoitettava käytetyt raaka-aineet, valmistajan tiedot, käsittelylaitoksen hyväksyntänumero, erätunniste, tuotteen haitallisten metallien

Vain sellaisia puhdistamolietepohjaisia lannoitevalmisteita, joilla on kansallinen tyyppinimi, saa Suomessa valmistaa markkinoille saatamista varten, saattaa markkinoille tai luovuttaa ilman korvausta käyttäjälle.

Kullekin tyyppinimiryhmälle ja tyyppinimelle on omat vaatimukset ja säädökset.

pitoisuudet sekä käyttöohje. Tuoteselosteessa on oltava kaupanimen lisäksi tyyppinimi, jolla tuote markkinoidaan. Tyyppinimen perusteella määräytyvät tuotteelta vaadittavat erityisvaatimukset, kuten raaka-aineet, käsittelymenetelmä ja mahdolliset käytön rajoitteet. Maanparannusaineiden raaka-aineet voivat poiketa 3 % sen muuttamatta tuotteen tyyppinimeä. Esimerkiksi tyyppinimellä kalkkistabiloitu puhdistamoliete markkinoidussa tuotteessa voi puhdistamolietteen lisäksi olla korkeintaan 3 % muuta raaka-ainetta seassa. Kaikki raaka-aineet on kuitenkin ilmoitettava tuoteselosteessa.



Kuva: Saija Järvinen Toivikko

Säädöksissä lannoitevalmisteet luokitellaan tuotetyyppien (lannoitteet, kalkitusaineet, maanparannusaineet, kasvialustat) alle tyyppinimiryhmiin, joille asetetuista vaatimuksista säädetään lannoitevalmistasetuksen liitteessä I. Puhdistamolietepohjaiset tuotteet kuuluvat joko ”Orgaanisten maanparannusaineiden” (3A2), ”Nestemäisinä orgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden” (1B4) tai ”Sellaisenaan maanparannusaineina käytettävien maanparannusaineiden” (3A5) ryhmään. Näiden maanparannusaineiden on oltava hajoamisasteeltaan sellaisia, että ne voidaan saattaa markkinoille. Hajoamisasteen arviointi

tehdään hiilidioksidin tuottotestillä. Orgaanisten maanparannusaineiden kypsytyden arviointiin käytetään stabiilisuuden lisäksi fytotoksisuutta ja nitraattityypin ja ammoniumtyypin suhdetta. Kypsytydelle voidaan tyyppinimikohtaisesti asettaa tarkempia vaatimuksia (3A2/1–7, Eviran määräys 1/2011). Orgaanisissa maanparannusaineissa orgaanisen aineksen (hehikutushäviönä mitattuna) vähimmäispitoisuus on 20 %. Sellaisenaan maanparannusaineina käytettävän sivutuotteen käytöstä ei asetuksen mukaan saa aiheutua haju- tai muuta ympäristöhaittaa.

PUHDISTAMOLIETTEEN KÄYTTÖÄ MAANPARANNUSAINEENA SELLAISENAAN KÄYTETTÄVÄNÄ SIVUTUOTTEENA SÄÄTELEVÄ ASETUS

Maa- ja metsätalousministeriön asetukset (12/12 ja 7/13) lannoitevalmisteista annetun asetuksen muuttamisesta 11 a § jätevesilietteiden käyttö maataloudessa

Asetuksen mukaan maataloudessa on sallittu vain käsitellyn lietteen käyttö. Asetuksessa säädetään viljelymaan sallituista haitallisten metallien pitoisuuksista, lietteen käyttömäärien vuotuisista enimmäiskuumituksesta viljelymaalle sekä viljelymaan sallituista pH-arvoista. Viljelymaasta tarvittaessa otettujen näytteiden näytteenotto ja sallitut analysointimenetelmät ovat asetuksen liitteessä VI päivitetty vastaamaan tämän hetken käytäntöä analysointimenetelmien osalta. Puhdistamolietteen käyttöä maanparannusaineena sellaisenaan käytettävänä sivutuotteena eivät koske edellä mainitut vaatimukset, jos sivutuotteessa on korkeintaan 10 % edellä kuvattua lietettä.

Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maataloudessa (282/1994) kumottiin uuden jätelain ja jäteasetuksen voimaan tullessa, ja siinä lannoitevalmistekäyttöä koskevat kohdat siirrettiin lannoitevalmistelainsäädäntöön. Puhdistamolietteen käytöstä, silloin kun sitä käytetään lannoitevalmisteenä maataloudessa, säädetään jatkossa lannoitevalmistelainsäädännössä. Näin jäte- ja lannoitevalmistelainsäädännön aikaisemmat päällekkäisyydet ja ristiriitaisuudet poistuivat.

Asetuksessa käsitellyllä lietteellä tarkoitetaan lannoitevalmisteseoksen liitteen I mukaista tyyppinimiryhmää 3A5 ”Maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet”, joita koskevat käytön rajoitteet sekä peltomaalle asetetut vaatimukset. Jos kuitenkin maanparannusaineena sellaisenaan käytettävissä sivutuotteissa on raaka-aineena käytetty korkeintaan 10 % puhdistamolietettä tuorepainosta, ei niitä koske edellä mainitut lisävaatimukset. ”Orgaanisten maanparannusaineiden” (3A2) ryhmään kuuluvia puhdistamolietepohjaisia tuotteita sekä ”Nestemäisenä orgaanisena lannoitteena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita” (rejektivesi, 1B4/4), jos niiden raaka-aineena on käytetty korkeintaan 10 % puhdistamolietettä tuorepainosta, nämä edellä mainitut lisävaatimukset eivät myöskään koske.

Lannoitevalmisteseoksen (24/11) kadmiumseuranta koskee kaikkia lannoitevalmisteita (enintään 7,5 g/ha/5 vuotta).

Pelkkää puhdistamolietettä sisältävää lannoitevalmistetta eivät koske sivutuoteasetuksen (EY 1069/2006, EU 142/2011) vaatimukset.

Lannoitevalmisteisiin liittyvä lainsäädäntö

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

Vastuu puhdistamolietteen käytöstä lannoitevalmisteena

Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden valmistajan tai valmistuttajan on korvattava vahinko, joka aiheutuu lannoitevalmisteista ammattikäytössä ostajalle (käyttäjälle) siitä, että lannoitevalmiste ei täytä lannoitevalmisteelle lainsäädännössä asetettuja vaatimuksia tai lannoitevalmiste poikkeaa tuoteselosteessa annetuista tiedoista enemmän kuin se on säädösten mukaan sallittua. Korvaus on ostajalle suoritettava siinäkin tapauksessa, että vahinkoa ei ole aiheutettu tahallisesti tai huolimattomuudesta. Vahingonkorvaus ankarana vastuun osalta koskee kaikkia vahinkoja, kuten esine-, ympäristö- ja taloudellisia vahinkoja. Korvausvelvollisuutta ei kuitenkaan ole, jos valmistaja pystyy näyttämään toteen, että lannoitevalmisteessa ei ollut vahingon aiheuttanutta virhettä silloin, kun valmistaja saattoi lannoitevalmisteen markkinoille.

Jos viljelijä itse käsittelee maatalan tai maatalojen yhteiseen käyttöön tarkoitettua sako- ja umpikaivolietettä sekä kuivakäymäläjätettä, jotka ovat peräisin maatilalla asumisesta tai tilalla tapahtuvasta muusta toiminnasta taikka maatalan läheisyydessä sijaitsevista muista asuinkiinteistöistä ja joiden hyödyntäminen ei ympäristönsuojelulain (86/2000) nojalla tarvitse ympäristölupaa, vastaa viljelijä itse, että niiden käsittely on asianmukaista ja lopputuote täyttää vaatimukset, (tarkemmin luku 6).

Jos viljelijä levittää viljelymaalleen käsittelemätöntä sako- ja umpikaivolietettä sekä kuivakäymäläjätettä, kyse on jätteen levittämisestä. Kyseessä on rikkomus, ja asia kuuluu jätteiden käyttöä ja ympäristön tilaa valvoville kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle ja kunnan jätehuoltoviranomaiselle. Levittäessään käsittelemätöntä sako- ja umpikaivolietettä sekä kuivakäymäläjätettä viljelymaalle rikkoo viljelijä myös täydentävien ehtojen vaatimuksia, joiden noudattaminen on useimpien viljelijätukien ehtona.

Lannoitevalmisteiden laatuvaatimukset

Käsitellyn lietteen tulee täyttää tyyppinimiryhmänsä mukaiset vaatimukset. Vaatimukset ovat muun muassa haitallisten metallien, taudinaiheuttajien ja muiden epäpuhtauksien enimmäismäärille.

Haitalliset metallit

Puhdistamolietettä sisältävät lannoitevalmisteet (kaikki tuotteet) saavat sisältää enintään taulukossa 1 esitetyt pitoisuudet haitallisia metalleja. Samat vaatimukset koskevat myös tilan omaa käsiteltyä sako- ja umpikaivolietettä.

Taulukko 1. Puhdistamolietettä sisältävien lannoitevalmisteiden ja tilan oman sako- ja umpikaivolietteen suurimmat sallitut haitallisten metallien pitoisuudet.

Alkuaine	Haitallisten metallien enimmäispitoisuudet, (mg/kg kuiva-ainetta)
Arseeni (As)	25
Kadmium (Cd)	1,5
Kromi (Cr)	300
Kupari (Cu)	600*
Elohopea (Hg)	1,0
Nikkeli (Ni)	100
Lyijy (Pb)	100
Sinkki (Zn)	1 500*

*Kasvinravinteiksi luokiteltavien kuparin ja sinkin pitoisuudet saavat olla puhdistamolietepohjaisessa, maaparannusaineena sellaisenaan käytettävässä sivutuotteessa enintään kaksinkertaiset, jos näistä ravinteista on puutetta maaperässä, johon lannoitevalmistetta käytetään.

Kadmium

Lannoitevalmisteiden käytöstä aiheutuva keskimääräinen kadmiumin enimmäiskuormitus ei saa ylittää 1,5 grammaa kadmiumia hehtaaria kohden vuodessa. Lannoitevalmisteiden käytöstä aiheutuva kadmiumin enimmäiskuormitus käytettävänä erinä ja käyttöjaksoina saa olla maataloudessa enintään 7,5 grammaa hehtaarille viiden vuoden ajanjaksona laskettuna. Tämä rajoitus koskee kaikkia, niin orgaanisia kuin epäorgaanisia lannoitevalmisteita.

Suurimmat sallitut taudinaiheuttajien määrät

Peltoviljelyssä käytettävissä lannoitevalmisteissa ei saa olla salmonellaa, eivätkä *Escherichia coli* -määrät saa ylittää 1 000 pmy/g. Tuote ei myöskään saa sisältää vakavien kasvitautien aiheuttajia.

Suurimmat sallitut epäpuhtauksien määrät

Peltoviljelyssä käytettävissä lannoitevalmisteissa ei saa olla roskia (lasi, metalli, muovit, luut, kivet) enempää kuin 0,5 % tuorepainosta eikä yli 5 kpl itänyttä rikkakasvin siementä litrassa.

Lainsäädännön sallimat käyttökohteet

Puhdistamolietettä sisältäviä, maaparannusaineena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita ja käsiteltyjä sako- ja umpikaivolietteitä sekä kuivakäymäläjätettä saa käyttää vain viljelymaalla, jolla kasvatetaan viljaa, sokerijuurikasta (huom! viljelysopimuksessa kielto), öljykasveja tai sellaisia kasveja, joita ei yleensä käytetä ihmisten ravinnoksi tuoreena tai syömällä maanalainen osa (esim. tärkkelysperuna) tai eläinten rehuksi. Nurmelle niitä saa levittää vain perustettaessa nurmi suojaviljan kanssa. Viljelymaalla, jolla on käytetty puhdistamolietettä sisältäviä, maaparan-

Taulukko 2. Viljelymaan, jolla käytetään puhdistamolietettä sisältäviä, maanparannusaineena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita tai yhteiskäsittelypisteen käsiteltyä sako- ja umpikaivolietettä, suurimmat sallitut haitallisten metallien pitoisuudet.

Alkuaine	Viljelymaan suurimmat sallitut haitallisten metallien pitoisuudet (mg/kg kuiva-ainetta)
Kadmium (Cd)	0,5
Kromi (Cr)	200
Kupari (Cu)	100
Elohopea (Hg)	0,2
Nikkeli (Ni)	60
Lyijy (Pb)	60
Sinkki (Zn)	150

nusaineena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita tai käsiteltyä sako- ja umpikaivolietettä sekä kuivakäymäläjätettä, saa viljellä perunaa, juureksia, vihanneksia sekä juuri- ja yrttimausteita aikaisintaan viiden vuoden kuluttua lietteen käytöstä. Varoaika voi olla lyhyempi kuin viisi vuotta, jos puhdistamolietepohjaiselle lannoitevalmisteelle on annettu tyyppinimivaatimuksissa lyhyempi varoaika.

Puhdistamolietettä sisältävien, maaparannusaineena sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden ja yhteiskäsittelypisteen käsitellyn sako- ja umpikaivolietteen sekä kuivakäymäläjätteen käyttö on sallittua vain sellaisella viljelymaalla, jonka haitallisten metallien pitoisuudet eivät ylitä taulukossa 2 esitettyjä enimmäispitoisuuksia. Viljelymaan pH:n pitää olla yli 5,8, jotta tällaista lannoitevalmistetta saa käyttää. Kalkkistabiloidulle puhdistamolietteelle pH:n pitää olla yli 5,5. Puhdistamolietettä sisältävien, maaparannusaineena sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden ja yhteiskäsittelypisteen käsitellyn sakokaivolietteen käyttömäärä valitaan maaperän laadun ja viljeltävien kasvien ravinnetarpeen perusteella.

Taulukossa 3 on esitetty puhdistamolietettä sisältävien, maaparannusaineena sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden ja yhteiskäsittelypisteen käsitellyn sako- ja umpikaivolietteen käytöstä aiheutuvalle keskimääräiselle vuotuiselle haitallisten metallien kuormitukselle enimmäiskuormitusrajat.

Taulukko 3. Puhdistamolietettä sisältävien, maanparannusaineena sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden ja yhteiskäsittelypisteen käsitellyn sako- ja umpikaivolietteen suurin sallittu käytöstä aiheutuva keskimääräinen vuotuinen haitallisten metallien kuormitus viljelyksessä.

Alkuaine	Puhdistamolietepohjaisesta maanparannusaineena sellaisenaan käyttävästä sivutuotteesta aiheutuva keskimääräinen vuosittainen haitallisten metallien kuormitus, (g/ha/vuosi)
Kadmium (Cd)	1,5*
Kromi (Cr)	300
Kupari (Cu)	600
Elohopea (Hg)	1,0
Lyijy (Pb)	100
Nikkeli (Ni)	100
Sinkki (Zn)	1 500

* raja-arvo koskee kaikkia käytettyjä lannoitevalmisteita yhteensä

Viljelymaan näytteenotto ja analysointi

Näytteenotto

Tarve haitallisten metallien pitoisuuksien selvittämiseen harkitaan tapauskohtaisesti. Jos viljelymaalla epäillään olevan liian korkeita haitallisten metallien pitoisuuksia (esimerkiksi on tietoa, että pellolla on aikaisemmin, ennen 1990-lukua käytetty puhdistamolietepohjaisia tuotteita tai muita erityisen paljon haitallisia metalleja sisältäviä tuotteita), näytteet tulee ottaa ennen ensimmäistä puhdistamolietettä sisältävän, maanparannusaineena sellaisenaan käytettävän sivutuotteen tai yhteiskäsittelypisteen käsitellyn sakokaivolietteen levitystä. Jos taas haitallisten metallien kuormituksen perusteella on syytä olettaa sallittujen pitoisuuksien ylitys, on uusi analyysikerta tehtävä viiden vuoden kuluttua levityksestä.

Kunkin tutkimukseen sisältyvän näytteen on koostuttava vähintään seitsemästä osanäytteestä. Näytteet on otettava koko viljelymaan muokauskerroksen syvyydeltä. Tutkimukseen sisältyviä näytteitä on otettava vähintään yksi näyte peruslohkoa kohti, jos peruslohko on yli 0,5 hehtaarin suuruinen. Jos peruslohko on suurempi kuin viisi hehtaaria, on otettava yksi näyte jokaista alkavaa kahta peltohehtaaria kohti. Linjanäytteenotossa, jossa näytteet on otettava joka kolmas vuosi, näytteenoton tiheydeksi riittää yksi näyte jokaista alkavaa kymmentä hehtaaria kohti.

Analysoinnissa käytettävät menetelmät

Maanäytteet tulee analysoida laboratoriossa, joka on erikoistunut maa-analyysien tekemiseen. Näytteistä on määritettävä maan pH ja seuraavat

haitalliset metallit käyttäen niiden yhteydessä mainittua määritysmenetelmää:

- pH (H₂O) (SFS 3021)
- kadmium, kromi, kupari, nikkeli, lyijy ja sinkki (SFS-EN 13346)
- elohopea (prCEN/TS 16175-1 ja prCEN/TS 16175).

Valvonta (velvoite koskee lannoitevalmistealan toimijaa ja puhdistamolietteen käsittelijää)

Lannoitevalmisteiden valmistusta ja lannoitevalmisteiden vaatimusten mukaisuutta valvoo Evira. Se voi käyttää valvonnassa apunaan myös Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten eli ELY-keskusten maatalousosastojen tarkastajia sekä muita valtuutettuja tarkastajia esimerkiksi näytteenotossa ja toiminnan tarkastamisessa.

Puhdistamolietettä sisältävien, maanparannusaineina sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden ja sako- ja umpikaivolietteiden käyttöä maataloilla valvoo Evira.

Linkki Eviran internetsivuille hyväksyntää hakeneiden toimijoiden luetteloon:

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

Jätevedenpuhdistamoiden sekä lietettä käsittelevien toimijoiden toimintaa, tarkkailua ja laadun valvontaa koskevat useat lakisääteiset velvoitteet, joista löytyy lisätietoa allaolevista linkeistä:

[Lietteen laadun seuranta puhdistamolla.](#) Tämä velvoite koskee jätevedenpuhdistamoa.

[Ilmoitusvelvollisuus ja laitoshyväksyntävelvoite.](#) Nämä velvoitteet koskevat jätevedenpuhdistamon haltijaa ja puhdistamolietteen käsittelijää sekä haja-asutusalueen sako- ja umpikaivolietteiden sekä kuivakäymäläjätteiden käsittelyä yhteiskäsittelypisteessä harjoittavaa toiminnanharjoittajaa.

[Omavalvonta.](#) Tämä velvoite koskee jätevedenpuhdistamon haltijaa ja puhdistamolietteen käsittelijää sekä haja-asutusalueen sako- ja umpikaivolietteiden sekä kuivakäymäläjätteiden käsittelyä yhteiskäsittelypisteessä harjoittavaa toiminnanharjoittajaa.

[Lannoitevalmistelaitosten hyväksyntä](#)

Viljelijätukia koskevat ehdot

Täydentävät ehdot

Täydentävät ehdot ovat joukko vaatimuksia, joiden noudattaminen on useampien viljelijätukien ehtona. Ne koostuvat viljelyyn liittyvistä hyvän maatalouden ja ympäristön vaatimuksista sekä lakisääteisistä vaatimuksista koskien muun muassa lannan, lannoitteiden ja pakkaamattomien orgaanisten lannoitevalmisteiden käyttöä (nitraattiasetus) sekä pohjaveden suojelua. Puhdistamolietteen käytössä tulee huomioida nitraattiasetuk-

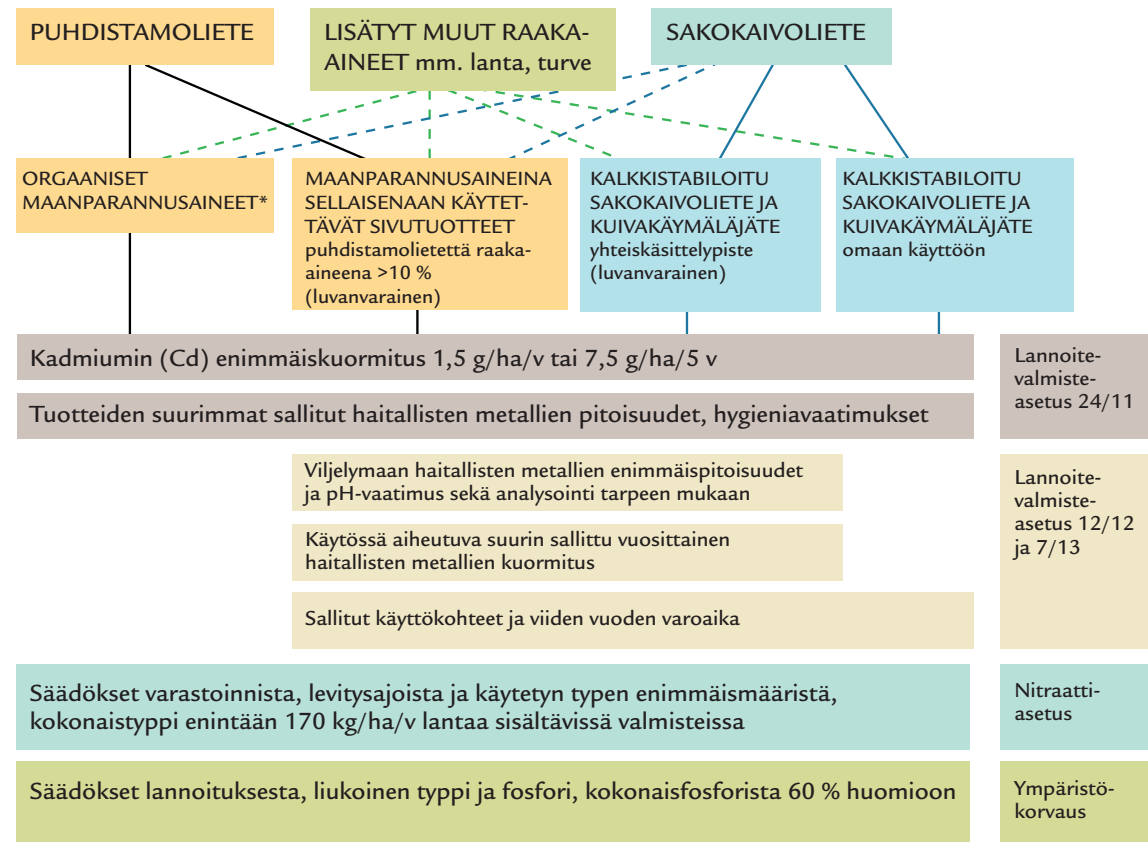
sen täydentävien ehtojen vaatimukset lietteen varastoinnista ja käytöstä lannoitteena.

Täydentävät ehdot koskevat tuenhakijan kaikkea maatalousmaata ja maatalouden harjoittamista, ja niitä pitää noudattaa koko kalenterivuoden ajan. Ehtojen noudattamista valvotaan tarkastuksilla tilakäynneillä tai hakulomakkeen tietojen perusteella. Havaitut laiminlyönnit voivat aiheuttaa tukien osittaista takaisinperimistä.

Täydentävät ehdot: <http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/viljelijä/täydentavat-ehdot/Sivut/Täydentavat-ehdot.aspx>

Kuva 3. Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden ja tilan oman sakokaivolietteen kohtelu eri lainsäädännöissä. Umpikaivolietteen käsittely on selostettu luvussa 6.

*) Maanparannusaineina sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita ja nestemäisenä orgaanisena lannoitteena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita (rejektivesi), silloin kun niiden raaka-aineena on käytetty korkeintaan 10 % puhdistamolietettä, kohdellaan orgaanisten maanparannusaineiden tavoin eri lainsäädännöissä.



Nitraattiasetus

Asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta eli ns. nitraattiasetus on uusittu vuonna 2014 (1250/2014, muutokset (220/2015, 435/2015 ja 1261/2015). Nitraattiasetuksen ehdot koskevat kaikkia viljelijöitä, jotka käyttävät puhdistamolietepohjaisia lannoitevalmisteita. Nit-

Puhdistamolietettä sisältävien pakkaamattomien orgaanisten lannoitevalmisteiden käyttöön, levitykseen ja levitysaikoihin liittyvät rajoitukset

- levitetään niin, että valumia vesiin ei tapahdu eikä pohjamaan tiivistymisvaaraa ole
- ei saa levittää lumipeitteiseen tai routaantuneeseen eikä veden kyllästämään maahan
- ei saa levittää 1.11.–31.3. välisenä aikana
- pellon pinnalle levitettäessä on viimeistään vuorokauden kuluessa muokattava maahan
- jos kuiva-ainepitoisuus on vähintään 30 %, voidaan valmistetta säilyttää levitysaikana pellolla enintään neljä viikkoa levitystä odottamassa ilman ilmoitusvelvollisuutta
- kasvipeitteisinä talven yli pidettävillä lohkoille saa 15.9. jälkeen levittää vain sijoittamalla, ellei kyseessä ole syksyllä kylvettävän kasvin kylvöä edeltävä levitys
- noudatettava kasvikohtaisia typpilannoituksen enimmäismääriä
- kokonaistypen määrä yli 10 % tilavuudeltaan lantaa sisältävissä orgaanisissa lannoitevalmisteissa enintään 170 kg/ha/vuosi
- syyskuun alusta alkaen saa levittävän liukoisen typen määrä olla enintään 35 kg/ha, ja se huomioidaan 100 % seuraavan viljelykasvin lannoituksessa
- lannoitukseen käytetyistä typpilannoitemääristä, niiden sisältämästä liukoisesta ja kokonaistypestä, satotasoisista ja levitysjankohdista on pidettävä kirjaa

Rajoitukset pohjavesialueille

- mikäli tilalla on pohjavesialueita, on hyvä selvittää oman kunnan viranomaisten kanta pohjavesirajoituksiin
- varastointi aumassa on kielletty pohjavesialueella

Vesistörajoitukset

- levitys on kielletty 5 metriä lähempänä vesistöä
- seuraavan 5 metrin leveydellä pintalevitys on kielletty, ellei peltoa muokata vuorokauden kuluessa
- peltolohkon osilla, joiden kaltevuus on vähintään 15 % nestemäisten orgaanisten lannoitevalmisteiden levittäminen muulla tavoin kuin sijoittamalla on aina kielletty ja muut valmisteet on muokattava maahan 12 tunnin sisällä levityksestä
- ravinteiden pääsy vesiin voidaan vähentää jättämällä vesistöjen rantaan ja valtaojien varsille suojavajöhykkeitä, joita ei lannoiteta, suojavajöhykkeen suositusleveys on vähintään 10 metriä
- talousveden hankintaan käytettävien kaivojen ja lähteiden ympärille jätetään maaston korkeussuhteista, kaivon rakenteesta ja maalajista riippuen vähintään 30–100 metrin levyinen vyöhyke lannoittamatta

Nitraattiasetus 1250/2014

raattiasetuksen vaatimukset ovat osa täydentäviä ehtoja.

Nitraattiasetus säätää orgaanisten lannoitevalmisteiden varastoinnista, varastojen rakenteellisista vaatimuksista, varastoinnin ilmoitusvelvollisuudesta sekä käytöstä lannoitteena.

Puhdistamolietettä sisältävien pakkaamattomien orgaanisten lannoitevalmisteiden varastointi

- orgaanisia lannoitevalmisteita vastaanottavalla ja varastoivalla tilalla tulee olla vastaanotettavan määrän mukaan mitoitettu vesitiivis varastointitila
- varastointitila tulee kattaa tai varastoitava aine peittää siten, että sadevesien pääsy varastointitilaan estetään
- nestemäisten orgaanisten lannoitevalmisteiden varastointitilat tulee kattaa kiinteällä tai kelluvalla katteella ammoniakkipäästöjen ja hajuhaittojen vähentämiseksi
- rakenteiden ja laitteiden tulee olla sellaiset, ettei valmisteiden siirron, käsittelyn ja varastointitilan tyhjennyksen aikana pääse nesteitä ympäristöön
- kuormaaminen tulee tehdä kovapohjaisella alustalla, joka kestää koneiden painon ja liikkumisen, ja jolta voidaan tarvittaessa kerätä varissut tai imeytynyt valmiste talteen

Varastointi aumassa pellolla

- vastaanotettavaa orgaanista lannoitevalmistetta, jonka kuiva-ainepitoisuus on vähintään 30 %, voidaan varastoida myös aumassa, jolloin erillistä varastointitilaa ei tarvita
- varastoinnista ei saa aiheutua vesistön pilaantumista tai sen vaaraa
- varastointi aumassa on aina kielletty pohjavesialueella ja tulvanalaisella alueella
- auma on sijoitettava kantavalle peltoalueelle ja kaltevalla pellolla lähelle pellon yläreunaa
- aumaa ei saa sijoittaa alle 100 metrin etäisyydelle vesistöä, valtaojasta tai talousvesikaivosta eikä alle 5 metrin etäisyydelle ojasta
- auman pohjalle on levitettävä vähintään 20 cm nestettä sitova kerros (esim. turve, silputtu olki tai heinä, hake, kutteri, sahanpuru) ja auma on peitettävä tiiviillä peitteellä
- aumantekopaikalta on poistettava lumi ja alusta on muotoiltava siten, että nesteiden pääsy ympäristöön estyy
- yhteen aumaan on sijoitettava vähintään yhden hehtaarin alalle tai enintään koko lohkolle ja siihen rajautuville lohkoille levitettävä määrä orgaanista lannoitevalmistetta
- aumaus on mahdollista ympäri vuoden, mutta aumaan varastoitu orgaaninen lannoitevalmiste on levitettävä viimeistään vuoden kuluttua auman perustamisesta paikalle, jolla auma on sijainnut, saa sijoittaa uuden auman kahden väli vuoden jälkeen
- varastoinnista aumassa tulee ilmoittaa 14 vrk ennen varastoinnin aloittamista kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle, joka tarvittaessa suorittaa tarkastuksen

Nitraattiasetus muutoksineen

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141250>

Nitraattiasetus 1250/2014

Ympäristökorvauksen ehdot

Maatalouden ympäristökorvauksessa 2015–2020 puhdistamolietettä koskevat lannoitukseen liittyvät ehdot: vähimmäisvaatimukset, perustaso

ja ravinteiden tasapainoinen käyttö. Vaatimukset koskevat vain ympäristö-
sitoumuksen tehnyttä viljelijää.

Perustaso (sisältää ympäristökorvauksen vähimmäisvaatimukset)

- nitraattiasetuksen typpilannoitemäärien käyttörajoitukset
- fosforin enimmäiskäyttö lannoitevalmisteasetuksen mukaan peltokasveilla 65 kg/ha (puutarhakasvien lannoituksessa 112 kg/ha)
- täydentävien ehtojen vaatimukset levityksestä ja varastoinnista
- lannoitevalmisteasetuksen säännökset lietteiden käyttörajoituksista peltoviljelyssä

Ravinteiden tasapainoinen käyttö (tilakohtainen toimenpide, pakollinen kaikille sitoutuneille)

Lannoitusta koskevat toimenpiteet

- vuosittainen viljelysuunnitelma: peruslohkoille suunnitellut kasvit ja lannoitus
- viljavuustutkimus viljelysuunnittelua varten 5 vuoden välein
- lohko-kohtaiset muistiinpanot toteutuneesta lannoituksesta päivämäärineen (lannoitelaji, tyyppi ja fosforin määrä)

Typpilannoitus

- typpilannoituksen enimmäismäärät lohko-kohtaisesti kasvin, maan multavuuden ja satotason perusteella
- orgaanisten lannoitteiden ravinteista otetaan huomioon liukoinen typpi kokonaan

Fosforilannoitus

- fosforilannoituksen enimmäismäärät lohko-kohtaisesti kasvin, maan viljavuuden ja satotason perusteella
- puhdistamolietteen, käsitellyn sako- ja umpikaivolietteen ja elintarviketeollisuuden ruokajätteen kokonaisfosforista 60 % otetaan huomioon, karjanlannan osalta 100 %
- orgaanisten lannoitevalmisteiden sisältämä fosfori otetaan huomioon kokonaisuudessaan siitä lannoitevalmisteen sisältämästä raaka-aineesta ja sen %-osuuden mukaan, jota lannoitevalmisteesta on eniten
- fosforilannoituksessa voidaan käyttää enintään 5 vuoden tasausta

Ympäristökorvauksen valinnaiset lohko-kohtaiset toimenpiteet (vain toinen seuraavista on valittavissa)

Lietelannan sijoittaminen peltoon

- koskee lietelannan, virtsan ja lietelannasta erotetun nestejakeen lisäksi nestemäisiä orgaanisia lannoitevalmisteita
- toimenpide tulee olla valittuna ensimmäisenä sitoumusvuonna
- vuosittain ilmoitetaan, kuinka suurelle osalle alasta toimenpidettä toteutetaan, korvausta maksetaan enintään 60 %:lle alasta
- levitys lohkolle sijoittavilla tai multaavilla laitteilla
- levitettävä vähintään 20 m³/ha vuodessa
- käytettävien materiaalien on oltava lannoitevalmistelain mukaisia
- levitetyt määrät kirjataan lohko-kohtaisiin muistiinpanoihin
- tilan ulkopuolelta vastaanotetusta materiaalista on esitettävä luovutussopimus, rahtikirja tai maksukuitti
- noudatetaan ympäristökorvauksen ja nitraattiasetuksen ehtoja

Ravinteiden ja orgaanisten aineiden kierrättäminen

- toimenpide tulee olla valittuna ensimmäisenä sitoumusvuonna
- vuosittain ilmoitetaan, kuinka suurelle osalle alasta toimenpidettä toteutetaan, korvausta maksetaan enintään 60 %:lle alasta
- lohkolle levitetään vastaanotettua orgaanista materiaalia, jonka kuiva-ainepitoisuus on vähintään 20 %
- levitettävän määrän on oltava vähintään 15 m³/ha vuodessa
- käytettävien materiaalien on oltava lannoitevalmistelain mukaisia
- levitetyt määrät kirjataan lohko-kohtaisiin muistiinpanoihin
- tilan ulkopuolelta vastaanotetusta materiaalista on esitettävä luovutussopimus, rahtikirja tai maksukuitti
- noudatetaan ympäristökorvauksen ja nitraattiasetuksen ehtoja

Ympäristökorvauksen sitoumusehdot <http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/viljelijä/Sivut/ymparistokorvaus.aspx>

Lannoitus suunnittelu

4

Maataloudessa voidaan käyttää puhdistamolietettä sisältäviä lannoitevalmisteita vain jos ne on käsitelty. Myös tilan oma sakokaivoliete on käsiteltävä (kalkkistabiloitava) ennen sen käyttöä (katso tarkemmin luku 6). Viljelyssä käytettäväksi hyväksytyjen, puhdistamolietettä sisältävien tuotteiden sisältämät ravinteet on otettava huomioon lannoituksessa.

Kaikkia puhdistamolietepohjaisia lannoitevalmisteita koskevat kuitenkin nitraattiasetuksen ja ympäristökorvauksen vaatimukset lannoitteiden varastoinnista, levityksestä ja käytön enimmäismääristä (katso tarkemmin taulukko alla ja luku 3).

Mikäli vastaanotettuun puhdistamolietepohjaiseen lannoitevalmisteeseen sekoitetaan tilalla esimerkiksi karjanlantaa, käsitellään tuotetta edelleen puhdistamolietepohjaisena lannoitevalmisteena ja sen säädösten mukaisesti sen lisäksi, että karjanlantaa koskevat ehdot tulevat myös voimaan. Yksinkertaisuuden vuoksi ja ravinnemäärien oikean laskennan takia, nämä valmisteet on kuitenkin syytä käsitellä laskennassa erikseen.

Taulukko 4. Puhdistamolietettä sisältävien lannoitevalmisteiden käyttöä ja levitystä koskeva lainsäädäntö.

Puhdistamolietettä sisältävä lannoitevalmiste, tuotteet	Lannoitevalmisteasetus 24/11, 5 a §	Lannoitevalmisteasetus 12/12, 11 a §	Nitraatti-asetus	Ympäristökorvaus
Orgaaniset maanparannusaineet - tuorekomposti - maanparannuskomposti - kuivarae	Kyllä	Ei koske	Kyllä	Kyllä
Nestemäisinä orgaanisina lannoitteina käytettävät sivutuotteet, kun raaka-aineena korkeintaan 10 % puhdistamolietettä - rejektivesi	Kyllä	Ei koske	Kyllä	Kyllä
Maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet *) - mädätysjäännös - kalkkistabiloitu puhdistamoliete - kemiallisesti hapetettu puhdistamoliete - (lahotettu puhdistamoliete)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kalkkistabiloitu sako- ja umpikaivoliete yhteiskäsittelypisteissä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Tilan kalkkistabiloitu sako- ja umpikaivoliete omaan käyttöön	Kyllä	Koskee vain sallittujen käyttökohteiden ja varoajan osalta	Kyllä	Kyllä

*) Jos maanparannusaineena sellaisenaan käytettävissä sivutuotteissa on raaka-aineena käytetty korkeintaan 10 % puhdistamolietettä, niitä koskeva lainsäädäntö on kuten orgaanisilla maanparannusaineilla.

Käyttökohteet ja rajoitukset

Puhdistamolietettä sisältäviä, maanparannusaineena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita ja käsiteltyä sakokaivolietettä saa käyttää vain seuraaville kasveille (tarkemmin luku 3):

- viljat
- öljykasvit
- kasvit, joita ei käytetä ihmisravinnoksi tuoreena (esim. tärkkelysperuna) tai eläinrehuksi
- nurmen perustamisessa suojaviljan kanssa (liete mullataan huolellisesti)

Pellolla, johon on levitetty käsiteltyä maanparannusaineena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita tai käsiteltyä sakokaivolietettä saa viljellä aikaisintaan viiden vuoden kuluttua viimeisestä lietelevityksestä:

- perunaa
- juureksia
- vihanneksia
- juuri- ja yrttimausteita

Puhdistamolietettä sisältäviä lannoitevalmisteita (kaikki tuotteet) ei saa käyttää:

- siirtymävaiheessa tai luonnonmukaiseen tuotantoon sitoutuneella tilalla

Puhdistamolietettä sisältävien lannoitevalmisteiden (kaikki tuotteet) käyttöön saattavat asettaa rajoituksia:

- viljelysopimusehdot (esim. sokerijuurikas)

Nitraattiasetuksessa puhdistamolietepohjaisia lannoitevalmisteita (kaikki tuotteet) koskevat levitysrajoitukset:

- niitä ei saa levittää 1.11.–31.3. välisenä aikana
- HUOM! jos liete levitetään syksyllä, sadonkorjuun jälkeen, vaikkakin sallitun määräjän puitteissa, on huomattava, että syksyllä levitetyn liukoisen typen määrä saa olla enintään 35 kg/ha (vaikuttaa enimmäislevitysmäärän laskentaan)

Pohjavesialueilla on huomiotava, että valmisteiden levityksestä ei aiheudu riskiä pohjaveden pilaantumiselle. Lisäksi on muistettava riittävät suoja- etäisyydet vesistöihin (tarkemmin luku 3).

Tarvittavat luvat

Viljelijällä on vastuu käsitellyn lietteen käytöstä ja varastoinnista hallitsemillaan alueilla. Ennen lietteen vastaanottoa on hyvä olla yhteydessä sen kunnan ympäristönsuojeluviranomaisiin, jonka alueelle käsiteltyä puhdistamolietettä sisältäviä lannoitevalmisteita (kaikki tuotteet) on tarkoitus levittää. Tulevasta levitysalueesta ja varastointipaikasta on hyvä esittää kartta, johon kohteet on merkitty. Mikäli tilalla syntynyttä sako- tai umpikaivolietettä käsitellään yhteisessä käsittelypisteessä, tulee toimintaan hakea lupa kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta.

Puhdistamolietettä sisältäviä lannoitevalmisteiden (kaikki tuotteet) varastoinnissa tulee noudattaa nitraattiasetuksen ehtoja (tarkemmin luku 3). Lisäksi tulee huolehtia siitä, että vesien pilaantumisvaaraa ei ole ja hajuhaitat on minimoitu.

Aumauksesta tulee aina tehdä kirjallinen ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Ilmoituksen tekemiseen on olemassa lomake, joka on saatavissa esimerkiksi ympäristöhallinnon internetsivuilta (www.ymparisto.fi/lomakkeet). Aumaa ei saa tehdä tulvanalaiselle alueelle tai pohjavesialueelle.

Jos suunnittelee puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden (kaikki tuotteet) levittämistä vuokrapellolle, on suositeltavaa pyytää lupa vuokranantajalta. Tämä selventää vastuukysymystä. Tieto lietteen käytöstä tulisi seurata lohkoa, jos lohkon hallinta vaihtuu, sillä levityksestä aiheutuvat viljelyrajoitukset koskevat myös seuraavaa lohkon haltijaa.

Naapurisovun takia levityksestä kannattaa ilmoittaa etukäteen myös naapureille.

Liukoisten ravinteiden lisäksi puhdistamolietettä sisältävien lannoitevalmisteiden käytössä (kaikki tuotteet) on otettava huomioon nitraattiasetuksen määrittelemä kokonaistypen 170 kg/ha levitysraja kalenterivuonna mikäli valmisteessa on tilavuudesta yli 10 % karjanlantaa, ja kadmiumin levitysrajoitus 1,5 g/ha vuodessa tai 7,5 g/ha viiden vuoden aikana.

Viljelymaan laadun tutkimukset

Pellolle, jolle aiotaan levittää puhdistamolietettä sisältäviä, maanparannusaineena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita tai yhteiskäsittelypisteen kalkkistabiloitua sako- ja umpikaivolietettä tulee käytöstä aiheutuva haitallisten metallien enimmäisvuosikuormitus sekä maan pH ja haitallisten metallien pitoisuudet olla korkeintaan alla esitetyn taulukon mukaiset. Lisää viljelymaan vaatimuksista ja viljavuusnäytteiden oton tarpeellisuudesta kerrotaan luvussa 3.

Taulukko 5. Pellon vaatimukset ja haitallisista metalleista aiheutuva enimmäisvuosikuormitus käytettäessä puhdistamolietettä sisältäviä, maanparannusaineena sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita ja yhteiskäsittelypisteen kalkkistabiloitua sakoivolietettä.

	Viljelymaan vaatimukset	Käytöstä aiheutuva sallittu enimmäisvuosikuormitus
Happamuus, pH	> 5,8	
Happamuus, pH (kalkkistab. lietteellä)	> 5,5	
	mg/kg ka	g/ha/v
Elohopea (Hg)	0,2	1,0
Kadmium (Cd)	0,5	1,5**
Kromi (Cr)	200	300
Kupari (Cu)	100*	600
Lyijy (Pb)	60	100
Nikkeli (Ni)	60	100
Sinkki (Zn)	150*	1 500

* jos näistä ravinteista on puutetta maaperässä, voivat pitoisuudet olla kaksinkertaiset

** MMMa 24/11 5a § kaikkien lannoitevalmisteiden käytöstä aiheutuva keskimääräinen kadmiumin enimmäiskuormitus 1,5 g/ha/v, maa- ja puutarhataloudessa enintään 7,5 g/ha/5 vuotta

Käyttö lannoituksessa

Lietteen käsittelijän tulee antaa käsittelemästään lietteestä (kaikki tuotteet) sitä vastaanottavalle viljelijälle tuoteseloste, jossa tulee olla maininta käytetyistä käsittelymenetelmistä, laitoksen hyväksyntänumero sekä tuoteselosteessa ilmoitettavaksi säädetyt laatuominaisuudet. Tuotteissa ei saa ylittyä lannoitevalmistelainsäädännön mukaiset haitallisten metallien enimmäispitoisuudet.

Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden (kaikki tuotteet) käytöstä on hyvä sopia kirjallisesti lietteen käsittelijän kanssa. Jokaisesta toimituserästä on hyvä tehdä erillinen kirjallinen sopimus.

Lietteen käsittelijän tulee antaa lietteen vastaanottajalle

- tuoteseloste, joka sisältää tiedot lietteen ravinteista, haitallisten metallien pitoisuuksista ja mikrobiologisten vaatimusten täyttymisestä, laitoksen hyväksyntänumeron ja erätunnisteen
- ohjeet käsitellyn lietteen käytöstä, sekä
- muut tarpeelliset tiedot raaka-aineen alkuperästä ja käsittelystä.

Vastaanotetusta puhdistamolietteestä tulee varmistaa, että se on käsitelty hyväksytyllä menetelmällä ja alittaa haitallisten metallien pitoisuuksien raja-arvot (taulukko 1, luku 3). Tuoteseloste kannattaa aina säilyttää. Se on tarkistettava vuosittain ja tuote-erittäin, vaikka lietetuotetta hankittaisiinkin samasta paikasta.

Käsitellyn liete-erän sisältämät kokonaistypen, liukoisen typen, kokonaisfosforin ja haitallisten metallien määrät löytyvät tuoteselosteesta. Ravinnemäärät on esitetty muodossa ”mg tai g/kg kuiva-ainetta (ka)” ja ”kg/m³ lietettä”. Jälkimmäinen kertoo suoraan montako kiloa ravinnetta, esimerkiksi tyypeä, on yhdessä kuutiossa lietettä.

Tuoteselosteessa ilmoitetaan lisäksi pH, johtokyky, kosteusprosentti ja orgaanisen aineksen määrä. Tilavuuspaino voidaan myös ilmoittaa tai se voidaan laskea edellä olevien lukujen avulla. Tuoteselosteessa voidaan ilmoittaa myös muita viljelijän kannalta hyödyllisiä ravinteita.

Levitysmäärä lasketaan erikseen jokaiselle tuote-erälle. Käytössä on otettava huomioon, että viljelymaahan on sallittua levittää puhdistamolietettä sisältävien, maanparannusaineena sellaisenaan käytettävien

Sallitut enimmäiskäyttömäärät	kg/ha/v	Huomautukset
NITRAATTIASETUS		
Kokonaistypen enimmäiskäyttömäärä, mikäli valmisteesta on karjanlantaa >10 % tilavuudesta	170	Jos samalla lohkolle on käytetty karjanlantaa, sisältää myös karjanlannasta tulevan kokonaistypen määrä. Seuranta-ajanjaksona kalenterivuosi.
Liukaisen typen enimmäismäärä	Kasviryhmän ja maalajityypin mukaan	Seuranta-ajanjaksona kalenterivuosi
LANNOITEVALMISTEASETUS		
Fosforin enimmäiskäyttömäärä	65	peltokasveilla
	112	puutarhakasveilla
YMPÄRISTÖKORVAUS, vähimmäisvaatimukset		
Liukaisen typen enimmäismäärä	Kasvin ja maan multavuuden mukaan	Seuranta-ajanjaksona viljelyvuosi. Otetaan myös huomioon syysviljojen syyslevityksen typpimäärät.
Fosforin enimmäiskäyttömäärä (60 % kokonaisfosforista huomioon)	Kasvin ja lohkon P-luokan mukaan	Seuranta-ajanjaksona viljelyvuosi. Voidaan käyttää fosforin tasausta, jolloin enimmäiskäyttömäärän laskennassa huomioidaan tasausjakson pituus eli vuosien määrä. Fosforin enimmäismäärä voi vaihdella vuodesta toiseen johtuen muuttuneista kasveista, viljavuusnäytteistä tai lohkojaosta.
LANNOITEASETUS		
Haitalliset metallit	g/ha/v	koskee kadmiumia lukuun ottamatta vain puhdistamolietettä sisältävien, maanparannusaineina sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita ja yhteiskäsittelypisteen käsiteltyä sako- ja umpikaivolietettä
Elohopea	1,0	
Kadmium	1,5	seuranta koskee kaikkia käytettyjä lannoitevalmisteita
Kromi	300	
Kupari	600	
Lyijy	100	
Nikkeli	100	
Sinkki	1500	

sivutuotteiden ja yhteiskäsittelypisteen sako- ja umpikaivolietteen mukana enintään taulukossa 5 esitetyt määrät haitallisia metalleja vuotta kohti. Kadmiumin hehtaariohtainen raja-arvo koskee kaikkia lohkolle levitettäviä lannoitevalmisteita. Myös puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden (kaikki tuotteet) ravinnepitoisuudet rajoittavat levitysmäärää. Ravinteiden ja haitallisten metallien pitoisuuksia verrataan raja-arvoihin ja lasketaan levitysmäärä sen aineen pitoisuuden mukaan, joka on lähinnä raja-arvoaan.

Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden määrästä ja käytöstä on pidettävä kirjaa ja tehtävä lohko-kohtaiset muistiinpanot.

Suurimman enimmäiskäyttömäärän laskenta

Tuoteselosteessa ilmoitettavien

- pääravinteiden perusyksikkönä on yleensä g/kg kuiva-ainetta (ka)
- sivuravinteiden (Mg, Ca, S) perusyksikkönä on yleensä g/kg ka
- hivenravinteiden (Cu, Zn) ja haitta-aineiden (As, Hg, Cd, Cr, Pb, Ni) perusyksikkönä on yleensä mg/kg ka

Esimerkki 1.

Käytettävän valmisteiden tuoteselosteessa ravinnepitoisuudet on ilmoitettu yksikössä ”g/kg ka”, esim. Nliuk = 33 g/kg ka, Ptot = 38 g/kg ka (kokonaisfosforista 60 % huomioon = kerrotaan pitoisuus 0,6:lla). Muut laskennassa tarvittavat ominaisuudet: kosteus 93 %, tilavuuspaino 1 012 kg/m³. Peltolohkolla liukaisen typen sallittu enimmäismäärä on 140 kg/ha, fosforin 13 kg/ha.

> lasketaan valmisteiden enimmäiskäyttömäärä kg ka/ha seuraavalla kaavalla
sallittu kertymä / (tuotteen pitoisuus/1000)
Nmax: 140 kg/ha / (33 g/kg ka / 1000) = 4242 kg ka/ha
Pmax: 13 kg/ha / (0,6 x 38 g/kg ka / 1000) = 570 kg ka/ha

> muutetaan enimmäiskäyttömääräksi ”tn/ha” seuraavalla kaavalla
kg ka/ha / ((100 - kosteus%)/100) / 1000
Nmax: 4242 / ((100 - 93 %)/100) / 1000 = 61 tn/ha
Pmax: 570 / ((100 - 93%)/100) / 1000 = 8,1 tn/ha

> tai muutetaan enimmäiskäyttömäärä m³/ha seuraavalla kaavalla
kg ka/ha / ((100 - kosteus%)/100) / (tilavuuspaino/1000)) / 1000
Nmax: 4242 / ((100 - 93 %)/100) / (1012 kg/m³/1000)) / 1000 = 60 m³/ha
Pmax: 570 / ((100 - 93 %)/100) / (1012 kg/m³/1000)) / 1000 = 8,0 m³/ha

Esimerkki 2.

Jos tuoteselosteessa pitoisuus on ilmoitettu yksikössä kg/m³, esim. Nliuk = 2,3 kg/m³, Ptot = 2,7 kg/m³ (kokonaisfosforista 60 % huomioon = kerrotaan pitoisuus 0,6:lla)

> voidaan laskea suoraan enimmäiskäyttömäärä m³/ha seuraavalla kaavalla
Nmax: 140 kg/ha / 2,3 kg/m³ = 61 m³/ha
Pmax: 13 kg/ha / (0,6 x 2,7 kg/m³) = 8,0 m³/ha

Levitysmäärän laskenta

1. Käytä laskennassa vain lietteen toimittajan toimittamaa eräkohtaista tuoteselostetta
2. Tarkista kaikki tilaa tai peruslohkoa koskevat sitoumukset
3. Laske kaikki suurimmat enimmäiskäyttömäärät edellisen sivun taulukon mukaisesti
4. Kun edellä olevat eri aineiden säädösten mukaiset enimmäiskäyttömäärät on laskettu, valitaan niistä pienin arvo. Tällöin saadaan lietteen enimmäiskäyttömäärä per vuosi. Luku on yksikössä kg kuiva-ainetta /ha tai m³/ha. Tuorepainossa oleva luku saadaan, jos edellä mainitut luvut muunnetaan kosteusprosentin avulla. Jos laskenta on alun perin tehty tutkimuslaskelmateissa ilmoitetussa kg/m³-yksikössä, ei muuntoa tarvita.
5. Jos loholla halutaan käyttää myös ravinteita muista lannoitteista, on ne otettava huomioon enimmäismäärien laskennassa. Yleensä ei ole järkevää käyttää puhdistamolietettä maksimimäärää, vaan lisätä mukaan epäorgaanista lannoitetta sadon määrän ja laadun vaihtelun minimoimiseksi.

Ympäristökorvauksen mukaisia typen ja fosforin enimmäiskäyttömääriä laskettaessa on otettava huomioon

Typpi: liukoisen typen määrä hehtaaria kohti on korkeintaan ympäristökorvauksen enimmäistyyppimäärä (liukoinen)

- multavuus, kasvin käyttötarkoitus, satotavoite
- ravinnetasekirjanpidon tulokset edellisiltä vuosilta
- liukoisen typen määritykset

Fosfori: kokonaisfosforista 60 % huomioon

- viljelymaan P-luokka, viljelykasvi, satotavoite
- ravinnetasekirjanpidon tulokset edellisiltä vuosilta

Nykyisin lietetuotteiden käyttöä rajoittaa erityisesti fosfori. Ympäristökorvauksessa fosforin käyttökelpoisuuden nostaminen 40 %:sta 60 %:iin yhdessä yleisten fosforin käyttömäärien pienentämisen kanssa vähensi lietetuotteiden enimmäiskäyttömääriä merkittävästi. Lietetuotteet ovat ympäristökorvaukseen sitoutuneilla tiloilla entistä enemmän matalien fosforilukujen peltojen lannoitteita.

Esimerkki 1: Kevätvehnän lannoitus

Satotavoite: 5 000 kg/ha
 Viljavuusluokka: tyydyttävä fosfori ja kalium
 Lannoitevalmiste: "Mädätysjäännös", kuiva-aine 5 %, $N_{liuk} 32$, $P_{tot} 36$, $K 15$ g/kg kuiva-ainetta

	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
Kevätvehnän lannoituksen enimmäismäärä ko. satotasolla	140	13	20
Mädätysjäännös 20 m ³ /ha*	34	24**	17
lisätarve	106	0	3
Suomensalpietari (27-0-1) 350 kg/ha	94	0	4

* haitalliset metallit eivät rajoita levitysmäärää, mutta fosfori muodostuu rajoittavaksi tekijäksi > sovelletaan fosforin tasausta
 ** fosforin ylitys tasataan seuraavina vuosina

Esimerkki 2: Kevätvehnän lannoitus

Satotavoite: 5 000 kg/ha
 Viljavuusluokka: tyydyttävä fosfori ja kalium
 Lannoitevalmiste: "Tuorekomposti", kuiva-aine 60 %, $N_{liuk} 11$, $P_{tot} 13$, $K 11$ g/kg kuiva-ainetta

	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
Kevätvehnän lannoituksen enimmäismäärä ko. satotasolla	140	13	20
Tuorekomposti 15 m ³ /ha*	50	36**	50
lisätarve	90	0	0
Suomensalpietari (27-0-1) 290 kg/ha	78	0	3

* haitalliset metallit eivät rajoita levitysmäärää, mutta koska fosforissa tulee ylityksiä > sovelletaan fosforin tasausta tai käyttömääriä pienennettävä
 ** fosforin ylitys tasataan seuraavina vuosina

Levitysmenetelmät ja -ajat

Käsittelyn puhdistamolietteen (kaikki tuotteet)

- levitys on kielletty 1.11.–31.3.
- mullattava vuorokauden kuluessa

Puhdistamolietteen kuljetuksesta levityspaikalle sovitaan lietteen toimittajan ja viljelijän kesken. Kuljetuksia tehdään ympäri vuoden, mutta usein ne ajoitetaan roudan aikaan, jolloin lastauksessa peltojen pinta kestää parhaiten. Liette aumataan tilapäisesti lähelle levitettäviä peltoja. Orgaanisia lannoitevalmisteita, joiden kuiva-ainepitoisuus on vähintään 30 %, voidaan levitysaikana säilyttää pellolla enintään neljä viikkoa levitystä odottamassa ilman ilmoitusta. Pidempiaikaiseen aumaukseen tarvitaan lupa kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta (tarkemmin luku 3).

Puhdistamolietteen levityksessä kannattaa noudattaa karjanlannan levityksen parhaita käytäntöjä. Hyvä levitystasaisuus on tärkeää kasvu- tojen tasaisen ravinteidenoton kannalta. Lietteen levitykseen käytetään pääasiassa kuivalannan levittämiseen tarkoitettuja tarkkuuslevittämiä. Nestemäisille lietteille käytetään sijoituslannoitusta maahan. Puhdistamolietteen käsittelijällä voi olla sopimus paikallisen urakoitsijan kanssa lietteen levityksestä tai lietteen vastaanottaja vastaa itse levityksestä. Levittämistä märkään maahan tulee välttää tiivistymishaittojen takia.

Kustannukset

Puhdistamolietteen saatavuus ja kustannukset vaihtelevat paikkakunta- ja tapauskohtaisesti. Tämän takia puhdistamolietteelle ei voida määritellä selkeää hintatasoa. Puhdistamolietteen vastaanottaminen voi olla myös maksutonta viljelijälle. Yleensä hinnoista ja kustannuksista (muun muassa kuormaus, kuljetus) kannattaa sopia erikseen paikallisesti lannoitevalmisteen tuottajan kanssa.

Epäorgaanisten lannoitteiden hinnan nousun, kierrätysravinteiden käytön edistämisen ja bioenergian tuotannon lisääntymisen myötä orgaanisten lannoitteiden käytössä on merkittäviä kasvun mahdollisuuksia. Kierrätyslannoitteiden fosfori- ja kaliumlannoitusvaikutus on merkittävä, ja lisäksi niiden sisältämä orgaaninen, eloperäinen aines on arvokas peltomaan rakenteelle.

Puhdistamolietettä sisältävien lannoitevalmisteiden turvallinen käyttö ja riskien hallinta viljelyssä

Pohdi tuotteiden hyödyt, haitat ja haasteet käytössä, erityisesti pelonkäytön tulevaisuutta ajatellen, esimerkiksi onko luomutuotantoon tai puutarhatuotantoon siirtyminen ajankohtaista tilallasi muutaman vuoden aikajaksolla sukupolvenvaihdon, vuokrauksen tai myynnin kautta.

Varmista sadon ostajalta tai jatkokäyttäjältä, onko lietteen käyttö sallittu.

Varmista käsittelyn lietteen turvallinen laatu toimittajalta.

Tarkista, mitkä säädökset koskevat käyttämääsi tuotetta.

Tee käyttöön liittyvät ilmoitukset ja **hae** tarvittavat luvat.

Ilmoita ja **kysy** lupa käsittelyn lietteen käytöstä pelton vuokranantajalta ja naapureilta.

Tarkista, mille kasveille levitys sallittu ja mitä jälkikasvirajoituksia on.

Pidä kirjaa käyttämästäsi tuotteista ja niiden yhteenlasketusta kadmiumkertymästä.

Seuraa maaperän haitta-aineiden pitoisuuksia tarpeen mukaan.

Arvioi tuloksia ja pohdi vaikutuksia sadon määrän, laadun ja tuotannon talouden kannalta.

**ÄLÄ KOSKAAN KÄYTÄ
KÄSITTELEMÄTÖNTÄ PUHDISTAMO- TAI SAKOKAIVOLIETETTÄ
VILJELYMAILLASI**

Puhdistamolietteen käsittely

5

Jäteveden puhdistusprosessi

Yhdyskuntien puhdistamoille tulee asutuksen jätevettä ja usein myös palvelutoiminnan ja teollisuuden jätevesiä. Lainsäädäntö edellyttää, että viemäriin johdettavien jätevesien koostumus ei saa haitata viemäriverkoston tai puhdistamon toimintaa tai lietteen hyödyntämistä. Teollisen toiminnan jätevesiltä edellytetään usein esikäsittelyä haitallisten aineiden poistamiseksi ennen niiden johtamista viemäriverkostoon. Jätevedet sisältävät myös kotitalouksissa käytettäviä aineita, kuten pesuaineita, kosmetiikkaa ja lääkkeitä. Osa näistä aineista päätyy pieninä pitoisuuksina lietteeseen. Keskimäärin puhdistamoilla poistetaan sinne tulevasta orgaanisesta aineksesta noin 97 %, fosforista 96 % ja typestä 56 %. Poistetusta fosforista kaikki sitoutuu lietteen orgaaniseen ainesosaan, kun taas typestä vain noin 30 % jää lietteeseen ja muilta osin poistettava typpi vapautuu typpikaasuna.

Ensimmäiseksi jäteveden epäpuhtauksia poistetaan mekaanisesti. Jätevesi välpätään eli isot erottuvat partikkelit poistetaan siivilöiden avulla. Tämän jälkeen hiekan- ja öljynerotuksessa poistetaan hiekka, sora ja rasva. Usein, mutta ei aina, mekaanista käsittelyä seuraa esiselkeytys, jossa vettä raskaammat hiukkaset vajoavat altaan pohjalle. Esiselkeytyksessä syntyvä liete sisältää runsaasti helposti hajoavaa orgaanista aineista. Esiselkeytyksen lietettä kutsutaan raakalietteeksi.

Jätevesien käsittelyssä käytetään Suomessa lähes aina saostusmekanaaleja, yleisimmin ferrosulfaattia, fosforin poiston tehostamiseksi. Biologinen ja kemiallinen puhdistus voi tapahtua samanaikaisesti. Usein kemikaali annostellaan useampaan syöttökohtaan, jotta varmistetaan jäteveden matala fosforipitoisuus. Biologinen fosforinpoisto on Suomessa harvinaista, koska fosforin poiston teho biologisesti ei ole yhtä hyvä kuin saostettaessa fosforia kemiallisesti.

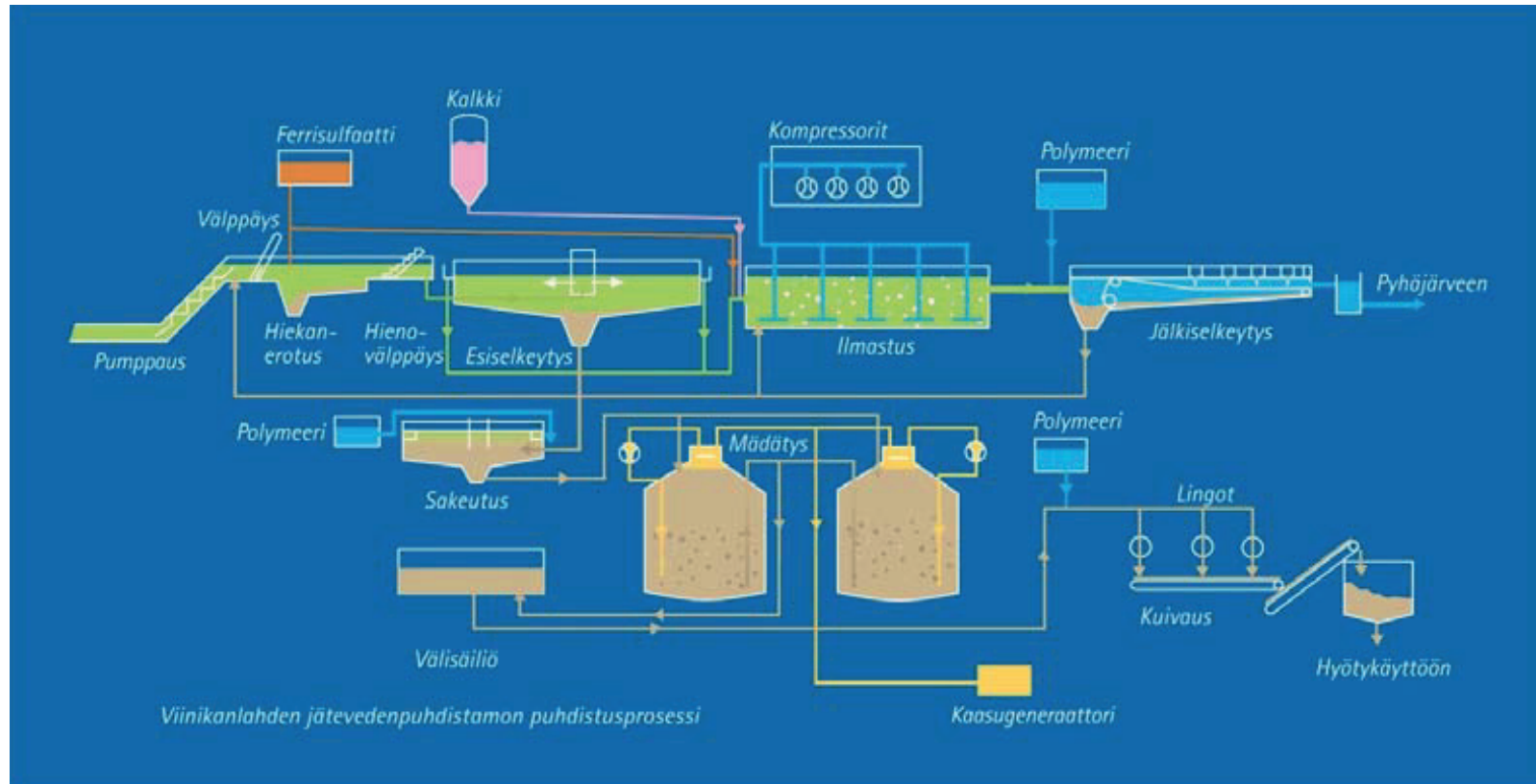
Biologisessa puhdistuksessa puhdistusprosessi perustuu aktiivilietteeksi kutsutun bakteerimassan toimintaan. Bakteerit syövät jäteveden

eloperäistä ainetta. Aktiivilietealtaaseen muodostetaan muun muassa ilman syöttöä säätelemällä sellaiset olosuhteet, joissa mikrobit kasvavat ja lisääntyvät. Suomessa yhdyskuntien jätevedet puhdistetaan useimmiten aktiivilieteprosessissa, mutta käytössä on myös kantoaineprosesseja, joissa mikrobimassa on kiinnittynään kasvualustaan.

Perinteinen yhdyskuntajäteveden käsittely koostuu mekaanisesta, biologisesta ja kemiallisesta puhdistusprosessista.



Kuva: Mikko Wäänänen, HSY



Kuva 4. Tyypillinen suomalaisen puhdistamon jäteveden käsittelyprosessi: jäteveden puhdistusprosessi ja lietteen käsittely puhdistamolla. Kuvan lähde: Tampereen Vesi.

Aktiivilietealtaasta vesi johdetaan jälkiselkeyttimeen, jossa lietehiuta-leet eli flokit vajoavat altaan pohjalle. Puhdas vesi jää altaan yläosaan, josta se johdetaan vesistöön tai edelleen jälkikäsittelyyn esimerkiksi hiekkasuodattimeen. Osa altaan pohjalle vajonneesta lietteestä kerätään talteen ja kierrätetään takaisin aktiivilietealtaaseen. Osa lietteestä, ns. ylijäämaliete, otetaan prosessista jatkokäsittelyyn. Tyypillisesti tässä vaiheessa esiselkeytysaltaan raakaliete ja ylijäämaliete yhdistetään ns. raakasekalietteenä ja johdetaan sakeutusaltaaseen, jossa liete tiivistyy noin 5–10 %:n kuiva-ainepitoisuuteen. Sakeutusaltaasta liete johdetaan joko kuivaukseen tai mädättämöön. Mikäli lietteet mädätetään, tapahtuu

kuivaus yleensä mädätyksen jälkeen. Kuivauksessa lietteeseen lisätään kuivautumista edesauttavia kemikaaleja, ja liete kuivataan mekaanisesti esimerkiksi lingoilta, ruuvikuivaimilla tai suotonauhapuristimilla. Lietteet kuivataan normaalisti 15–30 %:n kuiva-ainepitoisuuteen.

Ennen jatkokäsittelyä tai mädätystä liete on haisevaa ja sisältää runsaasti orgaanista, helposti hajoavaa ainetta. Jatkokäsittelyssä liete jalostetaan hygienisoimalla ja stabiloimalla käyttökelpoiseksi lannoitevalmisteksi. Lietteen jatkokäsittelyn voi tehdä joko vesihuoltolaitos tai sopimuksesta myös erillinen toimija, joka vastaa käsittelystä ja lannoitevalmisteen markkinoinnista.

Puhdistamolietteen käsittelymenetelmät

Käsittlemättömässä puhdistamolietteenä on ihmisille, eläimille ja kasveille tauteja aiheuttavia ja muita mikrobeja sekä runsaasti helposti hajoavaa orgaanista ainesta. Tästä syystä kunnallinen ja teollisuudesta tuleva puhdistamoliete sekä haja-asutusalueella kotitalouksien jäteveden käsittelyssä syntyvä liete, mukaan lukien sakokaivoliete, tulee käsitellä ennen niiden käyttöä maataloudessa.

Käsittely voidaan tehdä

- **biologisesti** kompostoimalla, mädättämällä tai termofiilisesti lahottamalla
- **fysikaalisesti** esimerkiksi termisesti kuivaamalla tai termisellä hydrolyysillä
- **kemiallisesti** kalkkikäsittelyllä tai happamissa olosuhteissa hapettamalla

Käsittely voi olla joko stabiloiva tai hygienisoiva tai molempia. Liete voidaan myös käsitellä useammalla menetelmällä peräkkäin, jolloin lisäkäsittelyllä varmistetaan hygienisoinnin toteutuminen, stabiloidaan käsitelty liete tai jatkojalostetaan tuotetta.

Käsittelyn tavoitteena on

- 1) hygienisoimalla vähentää merkittävästi taudinaiheuttajien määrää lietteessä, ja
- 2) stabiloimalla vähentää orgaanisten, helposti hajoavien yhdisteiden määrää lietteessä ja lietteen levityksestä aiheutuvia hajuhaittoja.

Biologiset käsittelymenetelmät

Kompostointi

Kuivatun puhdistamolietteen kompostointi tehdään aumassa tai reaktorissa joko taivasalla, katetussa tilassa tai laitosrakennuksessa. Laitoskompostoinnissakin kompostoitumisen loppuun saattaminen tapahtuu yleensä avoaimoissa kompostointikentällä.

Kompostoituminen on happea vaativa mikrobiologinen prosessi, jossa orgaaninen aine hajoaa ja muuntuu. Hajotustoiminnan tuloksena vapautuu vettä, hiilidioksidia, orgaaniseen ainekseen sidottuja ravinteita sekä aina kompostoinnin aktiivivaiheessa myös lämpöenergiaa. Noin puolet orgaanisesta aineksesta hajoaa kompostoinnin aikana, mikä näkyy massan ja tilavuuspainon merkittävänä vähenemisenä. Lopputuloksena muodostuu kompostia, jossa orgaaninen aine on pääosin hitaasti hajoavaa humusainetta sekä mikrobibiomassaa. Tuorekompostissa on maanparannuskompostia enemmän liukoisia ravinteita sekä vielä hajotettavissa olevaa orgaanista ainesta.

Käytännössä kompostointi on kaksivaiheinen. Ensimmäisessä, ns. aktiivivaiheessa kompostoituvan massan lämpötila kohoaa ja pysyy kor-



Kuva: Mikko Wäänänen, HSY

keana, jolloin komposti yleensä hygienisoituu. Jäähdytymisen myötä alkaa toinen vaihe, ns. jälkikypsytytys, jonka aikana muun muassa kompostin liukoinen ammonium muuttuu nitraatiksi (nitrifikaatio) ja humustumisen myötä orgaaninen aines muuntuu hitaasti hajoavaksi.

Kuivattuun puhdistamolietteeseen on ennen kompostointia sekoitettava seosainetta. Seosaineina käytetään yleisimmin puu- tai oksahaketta ja kuorta, mutta myös turvetta tai turpeen ja puuainesten seoksia. Seostamisella varmistetaan ilman pääsy kompostoituvaan massaan. Ilman saantia voidaan myös koneellisesti tehostaa puhaltamalla auman läpi ilmaa, tai massaa sekoittamalla ja aumaa kääntämällä. Seosaine tasapainottaa myös lietteen hiili-typpisuhdetta ja osallistuu hiilipitoisena aineksena kompostointiprosessiin.

Hygienisointi saavutetaan pääasiassa lämpötilan nousun seurauksena massan ollessa riittävän kosteaa. Tästä syystä prosessissa tulee välttää massan liian nopeaa kuivumista. Se, missä lämpötilassa ja missä ajassa hygienisointi kompostissa lopulta tapahtuu, vaihtelee tapauskohtaisesti. Lämpötilan lisäksi hygienisoinnin tehokkuuteen vaikuttavat mikrobien keskinäiset vuorovaikutussuhteet (antagonismi, kilpailu) sekä prosessin aikana mikrobien kasvuolosuhteissa tapahtuvat muutokset (pH, ravintilanne).



Kuva: Sajjarina Toivikko

Laitoshyväksyntää kompostoinnille annettaessa tavoitteena on löytää laitokselle toimintaolosuhteet, joissa toistettavasti saadaan hygieeninen lopputuote. Tarkastelun pohjana voidaan käyttää tavoitearvoa 55 °C lämpötilaa 14 vuorokauden ajan.

Mädätys

Mädätys tehdään suljetuissa biokaasureaktoreissa, hapettomissa olosuhteissa. Lietteiden mädätys toteutetaan yleensä märkämädätyksenä, jossa kuiva-ainepitoisuudeltaan maksimissaan 15 %:sta lietettä syötetään reaktoriin ja sitä sekoitetaan mekaanisesti. Kuivamädätyksessä syötettävä liete on kiintoainepitoisuudeltaan 20–40 %:sta.

Kuivamädätystä käytetään lähinnä biojätteen mädättämiseen. Prosessivaiheita ovat mahdolliset esi- ja jälkikäsittelyt, mädätys, ja mädätysjäännöksen jatkokäsittely lannoitevalmisteeksi. Jatkokäsittelyprosesseja voivat olla kiintoaineen mekaaninen erotus, jälkikypsytytys, kompostointi, terminen kuivaus tai näiden yhdistelmät. Mädätysprosessi jatkokäsittelyineen voi sijaita joko jätevedenpuhdistamolla, tai mekaanisesti kuivattu liete kuljetetaan jonnekin muualle mädätettäväksi ja jatkokäsiteltäväksi. Puhdistamolla mädätetty liete voidaan myös kuljettaa jatkokäsiteltäväksi jonnekin muualle.



Kuva: VamBio Oy

Mädätys etenee nelivaiheisena prosessina. Bakteeritoiminta hajottaa eloperäisen aineksen sokereiksi, aminohapoiksi ja pitkäketjuisiksi rasvahapoiksi, sekä edelleen lyhytketjuisten rasvahappojen kautta etikkahapoksi ja vedyksi. Hajoamisketjun lopputuotteena muodostuu pääosin metaania ja hiilidioksidia sisältävää biokaasua ja mädätysjäännöstä. Mädätyksen aikana liete stabiloituu ja hygienisoituu. Normaalisti yli puolet eloperäisestä aineksesta muuttuu biokaasuksi, mutta tilavuus ei juuri muutu.

Mädätysprosessi voi olla mesofiilinen (lämpötila on 35–42 °C) tai termofiilinen (lämpötila 50–55 °C). Termofiilinen prosessi on yleensä nopeampi ja hygienisoitumisvaikutus suurempi.

Mädätysprosessi yksinään ei välttämättä riitä lannoitevalmistekäytön edellyttämän hygieenisen laadun varmistamiseen. Hygienisoituminen varmistetaan silloin erillisellä hygienisointiyksiköllä, jossa liete kuumennetaan 70 °C:een tunnin ajaksi. Hygienisointiyksikkö voi sijaita joko ennen tai jälkeen mädätysprosessin. Hygienisointi voidaan tehdä myös jälkikompostoinnin, termisen kuivauksen tai muun vastaavan käsittelyn avulla.

Mädätysjäännöstä sellaisenaan tai mekaanisesti kuivattuna voidaan käyttää maanparannusaineena peltokäytössä mm. vilja- ja energiakasveille. Termisen kuivauksen tuottamaa kuivaraetta tai riittävästi jälkikypsytettyä maanparannus- tai tuorekompostia voidaan hyödyntää peltokäytön lisäksi myös maisemointiin ja eroosion estoon.

Lahotus

Lahotuksella tarkoitetaan termofiilisissä, hapellisissa olosuhteissa tapahtuvaa puhdistamolietteen ilmastusta. Ilmastuksen seurauksena lietteen lämpötila kohoaa ja lietteen pH nousee kahdeksaan. Lahotus puhdistamolietteen käsittelymenetelmänä on käytössä Ahvenanmaalla. Lahotettu puhdistamoliete kuuluu tyyppinimenä maanparannusaineena sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden ryhmään.

Vanhentaminen

Puhdistamolietteen vanhentamisella tarkoitetaan kuivatun lietteen pitkäaikaista varastointia. Lietteiden sekaan ei välttämättä lisätä seosainetta eikä massaa varastoinnin aikana välttämättä myöskään käännetä. Suomessa on validoitu yhden puhdistamon mädätetyn lietteen vanhentamisprosessi ns. LIVAKE-hankkeen yhteydessä. Tässä tapauksessa mädätetyn lietteen hygienisointi saavutetaan kahdessa vuodessa, kun liete läjitetään metrin

paksuisena mattona kentälle. Tehdyssä validoinnissa todettiin salmonellan, *Escherichia coli* -bakteerien, norovirusten ja alkueläinten kestonuottojen hävinnan lietteestä. Vanhentamisprosessi ja sen aika validoidaan aina tapauskohtaisesti. Lopputuotteet voidaan saattaa markkinoille komposteina ja niiden tulee vastata laatuominaisuuksiltaan tuore- tai maanparannuskomposteja.

Kemialliset käsittelymenetelmät

Kalkkistabilointi

Puhdistamoliete voidaan kalkkistabiloida joko ennen lietteen kuivausta, kuivauksen yhteydessä tai sen jälkeen. Kalkkistabilointi voidaan tehdä joko poltetulla kalkilla (CaO) tai sammutetulla kalkilla (Ca(OH)₂). Käsiteltäessä kuivattua lietettä poltetulla kalkilla lietteen lämpötila nousee parhaimmillaan 50–70°C:een, pH nousee yli 12 ja lietteen ammoniumpitoisuus kohoaa. Nämä tekijät yhdessä tehostavat lietteen hygienisoitumista. Korkean lämpötilan saavuttaminen edellyttää kuitenkin huomattavan korkeita annostelutasoja (yli 0,5 kg CaO/ kg ka). Kalkkistabiloinnissa tulee liete-erän kauttaaltaan saavuttaa vähintään pH 12 ja tason säilyä vähintään kahden tunnin ajan. Sammutetulla kalkilla lietettä stabiloitaessa ei lietteen lämpötila nouse. Lämpötilan nousun puuttuessa varmistetaan kalkin hygienisoiva vaikutus huolehtimalla siitä, että lietteen pH pysyy tavoitearvossa vähintään kaksi vuorokautta ennen lietteen levittämistä peltoon. Hygienisointiin tarvittavan kalkkimäärän ja vaikutusajan varmistamiseksi lietteestä on syytä tehdä ainakin salmonella- ja *E. coli* -bakteerien määrittäminen.

Yksittäisellä maatilalla saostuskaivolietettä voidaan kalkkistabiloida saostuskaivossa, mikäli saostuskaivon jälkeen jäteveden käsittelyjärjestelmässä ei ole muita vaihteita (imeytyskenttä, maasuodatus), joita emäksinen kalkkiliete tai -vesi voi vahingoittaa. Umpikaivolietteen käsittelyyn kalkkistabilointi soveltuu tapauksissa, joissa umpikaivon johdetaan ns. mustaa jätevedtä. Muissa umpisäiliöissä liete on usein liian laimeaa käsiteltäväksi. Yksittäisen, alle 100 m³:n lietesäiliön kalkkistabiloinnin minimiajaksi on kokeellisesti saatu kaksi tuntia sammutetulla kalkilla pH:n ollessa koko ajan yli 12,0. Hygienisoitumiseen tarvittavan kalkin määrään ja käsittelyaikaan vaikuttavat lietteen ikä, sakeus sekä siinä olevien ulosteperäisten bakteerien määrä. Tästä syystä käsittelyajan riittävyys lietteen

hygienisointiin on hyvä tapauskohtaisesti varmistaa bakteerimäärityksin. Laitosmaisessa kalkkistabilointiprosessissa liete ja kalkki syötetään mekaaniseen sekoittimeen, ja käsittelyn aikana lämpötila kohoaa ja pH nousee yli 12. Jatkuvilla mittauksilla varmistetaan prosessin toimivuus. Laitoksessa voidaan myös tehokkaasti hallita hajukaasujen käsittelyä.

Kalkkistabilointiprosessissa lietteen määrä kasvaa. Lietteiden pH-arvo ja kalsiumpitoisuudet ovat korkeat. Kalkkistabiloitu liete soveltuu maatalouskäyttöön maanparannusaineeksi sellaisenaan käytettävänä sivutuotteena.

Happo- ja hapetuskäsittely

Liete voidaan hydrolysoida kemiallisesti käyttämällä hapettavia vetyperoksidia perustuvia menetelmiä. Menetelmät soveltuvat sekä raakalietteen että mädätetyn lietteen käsittelyyn. Käsittelyt ovat happo-hapetuskäsittelyjä, jotka vähentävät lietteen hajuhaittoja ja hygienisoivat lietteen. Käsittelyssä lietteeseen syötetään happoa, jolloin pH laskee. Lietteiden rakenne hajoaa ja metallisuolat liukenevat. Tämän jälkeen liete hapetetaan vetyperoksidilla ja lopuksi neutraloidaan natriumhydroksidilla tai kalkilla.

Käsittely liete soveltuu maatalouskäyttöön maanparannusaineeksi sellaisenaan käytettävänä sivutuotteena tai se voidaan edelleen kompostoida ja käyttää orgaanisena maanparannusaineena.

Fysikaaliset käsittelymenetelmät

Terminen kuivaus

Lietteiden kuivaaminen lämpökäsittelyllä voidaan tehdä erilaisin menetelmin. Hygienisointi voidaan suorittaa esimerkiksi kuivaamalla lietettä 80 °C:ssa kahden tunnin ajan. Lämpökäsittelyn avulla hygienisointia teh-



täessä menetelmä tulee validoida laitoshyväksyntämenettelyn yhteydessä, jos lopputuotteen kosteus on yli 10 %. Kuivausprosessissa on huomioitava taudinaiheuttajien tuhoutumiseen vaikuttavina seikkoina lämpötila, vaikutusaika ja myös kuivattavan lietteen kosteus, joka olennaisesti vaikuttaa mikrobien selviytymiseen lämpökäsittelyn aikana.

Termisesti kuivattu liete soveltuu käytettäväksi maatalouteen orgaanisena maanparannusaineena.

Terminen hydrolyysi

Termistä hydrolyysiä käytetään lietteiden käsittelymenetelmänä ennen mädätystä. Lietteiden lämpötila nostetaan paineistettuna 160 °C:een 20–30 minuutin ajaksi. Näissä olosuhteissa liete steriloituu, kaikki taudinaiheuttajat kuolevat, ja lietteiden orgaaninen aine hydrolysoituu. Näin lietteiden mädätettävyyttä parantuu merkittävästi.

Lisätietoa:

- CEN Tekninen raportti. 2009. Characterization of sludges. Hygienic aspects. Treatments. CEN/TR 15809.
- Jaukkuri, H. & Manninen H. 2009. KALKAKKI: Kalkkistabiloidun puhdistamolietteen tuotteistaminen lannoitteeksi. Opinnäytetyö, Savonia-ammattikorkeakoulu.
- Kansallinen lannoitevalmisteiden tyypinimiluettelo, Eviran määräys 1/2011.
- Lampen, H. 2007. Sakokaivolietteen kalkkistabilointi ja hyötykäyttö maataloudessa. Lappeenranta tekninen yliopisto.
- Liukia, S. 2009. Jätevesilietteen mesofilisen mädätysprosessin muuttaminen termofiiliseksi, Teknillinen korkeakoulu. Diplomityö.
- MMM 2011. Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11, muutoksineen (12/12).
- Pöyry Environment Oy. 2007. Lietteiden käsittelyn nykytila Suomessa ja käsittelymenetelmien kilpailukyky -selvitys. <http://www.sitra.fi>.
- Rantanen, P., Valve, M. & Kangas, A. 2008. Lietteiden loppusijoitus-esiselvitys. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2008.
- Vuorinen, A. (toim.). 2003. Sewage sludge and sludge products for agricultural use – a study on hygienic quality. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2/2003.

Haja-asutuksen jätevesilietteiden käsittely ja hyödyntäminen

6

Haja-asutusalueilla maatilalla asumisesta tai tilalla tapahtuvasta muusta toiminnasta peräisin olevaa sako- ja umpikaivokäymälälietteä sekä kuivakäymäläjätettä on maatilan tai maatilojen yhteiskäytössä mahdollista levittää omille pelloille, mikäli lietteen omatoiminen ja pienimuotoinen käsittely on sallittu kunnallisissa jätehuolto- tai ympäristönsuojelumääräyksissä ja mikäli lieteseos on käsitelty ennen peltoon levittämistä niin, ettei siitä aiheudu terveys-, ympäristö- eikä hajuhaittoja. Tämän lisäksi edellyttäen, että käsittely on mahdollistettu em. määräyksissä, maatila voi pienimuotoisesti käsitellä muutaman naapurin tai lähellä asuvan kesäasukkaan sako- ja umpikaivolietteet ja kuivakäymäläjätteet tilan tai tilojen omaan käyttöön (jätelaki 41 § 2 momentti). Tämä hyödyntäminen ei edellytä ympäristönsuojelulain nojalla ympäristölupaa (MMM lannoitevalmisteasetus 12/12, § 11a, momentti 3). Tätä toimintaa ei myöskään koske lannoitevalmisteasetuksen 12/12 vaatimukset. Kadmiumin määrä käsitellyssä lietteessä on viljelijän kuitenkin tiedettävä, jotta hän voi laskea lannoitevalmisteiden käytöstä aiheutuvan enimmäiskuormituksen, joka ei saa ylittää 1,5 grammaa kadmiumia hehtaarille vuodessa (tai 7,5 grammaa hehtaarille viiden vuoden aikana annettuna).

Hyväksytyt sako- ja umpikaivolietteen sekä kuivakäymäläjätteen käsittelymenetelmät ovat kalkkistabilointi, kompostointi, termofiilinen mädätys sekä mesofiilinen mädätys. Mesofiilisesti mädätetty liete on kuitenkin ennen tai jälkeen mädätyksen hygienisoitava (esim. lämpökäsittely 1 tunti / 70 °C), kompostoitava, termisesti kuivattava tai käsiteltävä muulla vastaavalla Eviran hyväksymällä tavalla.

Asutuksessa syntyviä jätevesiä ei saa suoraan johtaa maatilan kotieläintuotannon lannankeräysjärjestelmiin, esimerkiksi lietelantasäiliöön.



Kuva: VamBio Oy

Maatilan oman sako- ja umpikaivolietteen sekä kuivakäymäläjätteen käsittely tilalla, MMM asetus (12/12) -> 11a § (luku 3) jätelaki 41 § 2 mom., kunnalliset jätehuolto- tai ympäristönsuojelumääräykset

Viljelijän tulee varmistaa kunnan jätehuoltoviranomaiselta ne ehdot, joilla se voi käsitellä lietettä itse. Kunnalla on velvollisuus järjestää näiden lietteiden jätehuolto, mutta jätelain 41 §:ään kirjattu poikkeus mahdollistaa jätteiden omatoimisen käsittelyn tai luovuttamisen lähikiinteistölle käsittelyyn, jos omatoiminen tai yhteinen käsittely on pienimuotoista ja hyväksytty kunnan jätehuolto- tai ympäristönsuojelumääräyksissä. Jos maanviljelijä itse käsittelee maatilan tai maatilojen yhteiseen käyttöön tarkoitettua sako- ja umpikaivolietettä sekä kuivakäymäläjätettä, jotka ovat peräisin maatilalla asumisesta tai tilalla tapahtuvasta muusta toiminnasta (esim. pienimuotoinen maatilamatkailu/pitopalvelu) taikka maatilan läheisyydessä sijaitsevista muista asuinkiinteistöistä (muutama, 2–4 kiinteistöä tai kesämökkiä) ja joiden hyödyntäminen ei ympäristönsuojelulain (86/2000) nojalla tarvitse ympäristölupaa, ei viljelijän tarvitse

seurata viljelymaan suurimpia sallittuja haitallisten metallien pitoisuuksia eikä suurinta sallittua sako- ja umpikaivolietteen ja käymäläjätteen käytöstä aiheutuvaa keskimääräistä vuotuista haitallisten metallien kuormitusta paitsi kadmiumin osalta. Sako- ja umpikaivoliete sekä kuivakäymäläjäte on kuitenkin ennen käyttöä käsiteltävä kalkkistabiloimalla, kompostoimalla, termofiilisesti mädättämällä tai mesofiilisesti mädättämällä. Mesofiilisesti käsitelty liete on ennen tai jälkeen mädätyksen hygienisoitava, kompostoitava tai käsiteltävä muulla vastaavalla tavalla. Käsitellyn sako- ja umpikaivolietteen ja kuivakäymäläjätteen käyttöä koskevat 5 vuoden varoaika sekä samat käytön rajoitteet kuin maanparannusaineena sellaisenaan käytettävillä sivutuotteilla. Lisäksi viljelijän on tiedettävä käsitellyn lietteen ravinnepitoisuudet, koska ne voivat rajoittaa levitysmäärää.

Haja-asutusalueen sako- ja umpikaivolietteen sekä kuivakäymäläjätteen käsittely yhteiskäsittelypisteessä, MMM asetus (12/12) -> 11a § (luku 3) jätelaki 35 §, 3 mom.

Toiminnanharjoittaja voi kerätä vain yksityistalouksilta sako- ja umpikaivolietettä sekä kuivakäymäläjätettä ja käsitellä ne kalkkistabiloimalla, kompostoimalla tai mädättämällä ns. yhteiskäsittelypisteessä, joka voi sijaita haja-asutusalueella esim. maatilalla tai muussa sopivassa paikassa, jossa on esimerkiksi tarkoitukseen sopiva lietesäiliö. Tällöin toiminnanharjoittaja toimii jätteen ammattimaisena käsittelijänä, jolla on oltava ympäristönsuojelulain (527 /2014) mukainen ympäristölupa toiminnalle. Ympäristöluvan ohella toiminnanharjoittaja saa ottaa käsiteltäväkseen kunnan vastuulla olevaa asumisen sako- ja umpikaivolietettä vain, jos yhteiskäsittelypiste on eräs kunnan määräämä sako- ja umpikaivolietteen vastaanotto- tai käsittelypaikka. Mikäli toiminnanharjoittaja kuljettaa lietettä, tulee hänen myös ilmoittautua ELY-keskuksen jäte-

huoltorekisteriin jätteen ammattimaisena kuljettajana. Toiminnanharjoittaja kuuluu myös lannoitevalmistelainsäädännön piiriin ja hänen on ilmoitauduttava Eviran ylläpitämään toimijarekisteriin. Lisäksi toiminnanharjoittajan tulee hakea toiminnalleen Evirasta laitoshyväksyntä. Käsitellyn lietteen tulee täyttää sille asetuksen lannoitevalmisteista 24/11 ja sen muutoksen 12/12 vaatimukset sekä tyyppinimikohtaiset vaatimukset. Sitä koskee myös 5 vuoden varoaika ja käytön rajoitukset sekä vaatimukset viljelymaan sallituista haitallisten metallien pitoisuuksista, joita käsitelty liete saa sisältää, käyttömäärien vuotuisista enimmäiskuormituksista viljelymaalle sekä viljelymaan sallituista pH-arvoista.

Kalkkistabilointi tilalla

Kalkkistabilointi sammutetulla kalkilla on yksinkertainen, edullinen ja turvallinen tapa sako- ja umpikaivolietteen ja siihen sekoitetun kuivakäymäläjätteen hygienisoimiseen, ja sitä kannattaa tehdä niillä alueilla, joilla ei ole julkista jätevesien keräilyjärjestelmää. Ennen käsittelyä on tarkistettava kunnan/alueen jätehuolto- tai ympäristönsuojelumääräyksistä, millä ehdoin sakokaivolietteen omatoiminen kalkkistabilointi on paikkakunnalla sallittua. Kalkkistabilointi ei poista sitä vaatimusta, että haja-asutusalueilla jätevesijärjestelmien tulee täyttää jätevesiasetuksen mukaiset vaatimukset.

Yksittäisen sako- ja umpikaivon kalkkistabilointi

Sako- tai kaksivesijärjestelmän ns. mustaa jätevettä sisältävässä umpikaivossa oleva liete sekoitetaan huolellisesti tasalaatuiseksi käyttäen esimerkiksi imupainevaunua. Sekoittamisen jälkeen lietteeseen lisätään sammutettua kalkkia vähintään 12,5 kg/m³ sakokaivolietettä mielellään koko ajan sekoittaen. Kalkin lisäämisen jälkeen on tarkistettava pH-liuskaa tai pH-mittaria käyttämällä, että lietteen pH on noussut vähintään tavoiteltuun lukemaan (pH 12,0). Tarvittaessa lisätään kalkkia ja sekoittamista jatketaan. Kalkittu liete jätetään seisomaan vähintään kahdeksi tunniksi kaivoon, jonka jälkeen pH vielä tarkistetaan ja sen ollessa edelleen yli 12,0 liete voidaan levittää omalle pelolle. Liete on mullattava välittömästi. Käsittely- ja levitystiedot merkitään lohkokortille. Kalkkistabiloinnin aikana lietekaivoon ei saa tulla uutta jätevettä ja säiliön poistoputki on suljettava. Mikäli sakokaivon jälkeen jäteveden käsittelyjärjestelmässä on muita vaiheita (imetykenttä, maasuodatin tms.) on sakokaivo pestävä huolellisesti kalkkistabiloinnin jälkeen ja kalkkipitoinen pesuvesi poistettava säiliöstä ennen säiliön poistoputken avaamista.

Kalkkistabilointi yhteiskäsittelypisteessä

Yhteiskäsittelypisteellä tarkoitetaan maatilalla sijaitsevaa lietesäiliötä, johon tilalla toimiva yrittäjä kerää ja jossa hän hygienisoi kalkilla muilta yksityistalouksilta keräämäänsä sako- ja umpikaivolietettä sekä kuivakäymäläjätettä.

Yhteiskäsittelypisteen haltijan on ennen toiminnan aloittamista ilmoitettava alueellisen ELY-keskuksen jätehuoltorekisteriin jätteen kuljettajana ja haettava kunnasta ympäristölupa. Yhteiskäsittelypiste ei saa ympäristöluvasta huolimatta vastaanottaa asumisen lietteitä ellei sitä ole määrätty kunnan käsittelypaikaksi jätelain mukaisesti. Lisäksi toimintaa koskee lannoitevalmistelaki, joka velvoittaa toimijan ilmoittautumaan Eviran ylläpitämään toimijarekisteriin (ilmoittautuminen tehdään toimittamalla toiminnan aloitusilmoitus Eviraan), pitämään tiedostoa käsittelymäärästä, laatimaan ja toteuttamaan omavalvontasuunnitelman sekä hakemaan toiminnalleen Evirasta laitoshyväksyntä. Laitoshyväksyntä tarvitaan, kun ei ole kyse muutaman mummonmökin tai kesämökkiasujan lietteistä.

Lannoitevalmistelain mukaiset tyypinimi- ja tuoteselostevaatimukset sen sijaan eivät koske kalkkistabiloitua sakokaivolietettä, kun tuote käytetään omalla tilalla. Yhteiskäsittelypisteen haltijan on pidettävä kirjaa vastaanotetuista ja viljelyksessä käytettävistä lietteistä, lietteen sijoituspaikoista ja muokkautavoista, lietteen laatua kuvaavista ominaisuuksista (pH, E. coli, salmonella, haitalliset metallit) ja lietteen hygienisointitavasta. Toimintaa suunnitellessa on hyödyllistä olla yhteydessä myös oman kunnan ympäristö- tai teknisen puolen viranhaltijoihin, jotta tuleva toiminta täyttää myös kunnan jätehuolto- ja ympäristömääräykset.

Yhteiskäsittelypisteen sako- ja umpikaivolietteen ja kuivakäymäläjätteen käsittely tapahtuu samalla periaatteella, kuin edellä on kuvattu. Sammutettua kalkkia käytetään vähintään 13,5–15 kg/m³ lietettä, sekoittamisesta ja pH:n mittaamisesta huolehditaan, mutta seisotamisaika on vähintään kaksi vuorokautta, jona aikana lietteen pH:n tulee koko ajan olla yli 12,0. Tarvittaessa lisätään kalkkia. Kalkkistabiloidusta, vähintään kaksi vuorokautta seiso- neesta lietteestä otetaan omavalvontasuunnitelman mukaisesti näyte, joka toimitetaan analysoitavaksi hyväksyttyyn laboratorioon. Liete voidaan käyttää peltolannoitteena, jos E. coli -bakteerien määrä on alle 1 000 pmy/g ja salmonellaa ei ole todettu. Mikäli kalkkistabiloidussa lietteessä on salmonellaa, tulee ottaa yhteys Eviraan laitoksen hyväksynnästä/valvonnasta vastaavalle ylitarkastajalle, ja käsitellä tai hävittää erä hänen antamiensa tai laitoshyväksynnän yhteydessä omavalvontasuunnitelmaan kirjattujen ohjeiden mukaisesti. Haitallisten metallien määritykset (sallitut raja-arvot luku 3) tehdään toiminnan alkuvaiheessa ja jos lietteen määrissä tai laadussa tapahtuu oleellisia muutoksia.

Siirtoasiakirja

Jätelaki edellyttää, että jätteen haltijan on laadittava siirtoasiakirja luovutettavasta sakokaivolietteestä. Siirtoasiakirjassa tulee olla tarpeelliset tiedot jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä, toimituspaikasta ja -päivämäärästä sekä kuljettajasta. Jätteen haltijan ja vastaanottajan on säilytettävä allekirjoittamansa siirtoasiakirja tai sen jäljennös kolmen vuoden ajan allekirjoituksesta. Jos sako- ja umpikaivolietteet jäte noudetaan kotitaloudesta, jätteen kuljettajan on kotitalouden sijasta laadittava siirtoasiakirja sekä huolehdittava asiakirjan antamisesta vastaanottajalle ja sen säilyttämisestä.

Kalkkistabiloidun lietteen käyttäminen

Käsiteltyä lietettä saa levittää pelloille vain sallittuihin käyttökohteisiin, jotka on esitetty luvuissa 3 ja 4.

Lohkokohtaiseen kirjanpitoon on merkittävä lietteen levitysmäärät ja alueet sekä kalkkistabiloinnin ajankohta sekä stabiloinnissa käytetyn kalkin määrä. Yhteiskäsittelypisteiden kalkkistabiloitua ja analysoitua lietettä voi levittää sellaiselle pellolle, jonka pH on korkeampi kuin 5,5 ja jonka haitallisten metallien pitoisuudet eivät ylitä sallittuja rajoja. Käsittely- ja levitystiedot merkitään pellon lohkokortille.

Kalkkistabiloidun sako- ja umpikaivolietteen sallittu levitysmäärä lasketaan aina eräkohtaisesti lietetutkimustulosten perusteella. Tutkimus-

tuloksessa esitetään liete-erän sisältämät kokonaistypen, liukoisen typen, kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin sekä haitallisten metallien määrät. Levitysmäärä lasketaan sen aineen pitoisuuden mukaan, joka on lähinnä raja-arvoaan (katso tarkemmin luku 4). Levitysmääriä rajoittaa yleisimmin fosfori ja seuraavana typpi. Kalkkistabiloidun sako- ja umpikaivolietteen sisältämät ravinteet huomioidaan vuosittaisessa viljelysuunnittelussa ja lannoituksen toteuttamisessa sekä seurannassa.

Sakokaivolietteen kalkkistabilointiohje:

https://issuu.com/valonia.fi/docs/pupe-opas_151214



Kuva: VamBio Oy

Selvitys erityyppisten lietetuotteiden ravinne- ja metallipitoisuuksista

Taulukko 1. Lietekyselyssä saadut tuotetiedot erityyppisten tuotteiden keskiarvoina, laskettuna tuoteselosteissa ilmoitetuista tiedoista.

	Kuivattu liete ¹⁾		Maanparannus-komposti ²⁾		Mädätysjäännös ³⁾		Kuivarae ⁴⁾	
	kuivassa	tuoreessa	kuivassa	tuoreessa	kuivassa	tuoreessa	kuivassa	tuoreessa
Pääravinteet	g/kg ka	kg/m ³	g/kg ka	kg/m ³	g/kg ka	kg/m ³	g/kg ka	kg/m ³
Typpi (N), kokonaispit.	35		20	5	25	5	52	22
Typpi (N), vesiliukoinen	4		2	0,4	3	0,6	5	
Fosfori (P), kokonaispit.	32		16	4	21	5	41	23
Fosfori (P), liukoinen			0,2	0,4	0,2	0,01	1,0	
Kalium (K), kokonaispit.	8		3	0,6	4	0,4		2
Metallit/hivenaineet	mg/kg ka		mg/kg ka		mg/kg ka		mg/kg ka	
Arseeni (As), kokonaispit.	1,0		4,1		3,4		0,5	
Kadmium (Cd), kokonaispit.	0,18		0,46		0,10		0,55	
Kromi (Cr), kokonaispit.	8		26		12		30	
Kupari (Cu), kokonaispit.	44		118		55		60	
Elohopea (Hg), kokonaispit.	0,25		0,22		0,06		0,20	
Nikkeli (Ni), kokonaispit.	24		18		10		50	
Lyijy (Pb), kokonaispit.	6		17		2		10	
Sinkki (Zn), kokonaispit.	138		258		310		300	
Muut ominaisuudet								
Johtokyky (1:5)			89 mS/m		293 mS/m			
Hehkutushäviö			51 % ka					
Kuiva-aine	14 %		36 %				90 %	
Kosteus			58 %		67 %		10 %	
Happamuus pH (1:5)	7		6		8			
Tilavuuspaino			668 kg/m ³		805 kg/m ³			
Orgaaninen aines			60 %		39 %		85 %	

¹⁾ 2 esimerkkituotetta

²⁾ 11 esimerkkituotetta

³⁾ ravinnepitoisuudet 2 tuotteen ja metallipitoisuudet 1 tuotteen perusteella

⁴⁾ 2 esimerkkituotetta

Lähde:

Tontti, T., Poutiainen, H. & Heinonen-Tanski, H. 2012. Puhdistamolietetuotteet peltokasvikokeissa. Teoksessa Poutiainen, H. & Heinonen-Tanski, H. (toim.). Modernit menetelmät yhdyskuntien jätevedenkäsittelyn tehostamisessa. Itä-Suomen yliopiston ympäristötieteen laitoksen julkaisusarja 1/2012: 57–102.

Tutkimus lietepohjaisten tuotteiden lannoitusvaikutuksesta

Viljakokeissa käytettiin lietetuotteita yhdessä epäorgaanisen typpitäydennyksen kanssa erilaisilla suhteilla (Etelä-Savo, KHT). Kun lietetuotetta käytettiin enemmän, lisättiin pienempi määrä epäorgaanisen lannoitteen tyyppä. Kun taas lietetuotetta käytettiin vähemmän, lisättiin suurempi määrä epäorgaanista tyyppiä.

Ohrakokeessa suuremmalla lietetuotteen annostelulla tavoitteena oli lisätä liukoista tyyppiä yhteensä 50–70 kg/ha ja pienemmällä lietetuotteen käyttömäärällä tavoite oli 70–90 kg/ha, laskettuna yhteensä lietetuotteesta ja epäorgaanisesta lannoitteesta.

Vehnäkokeessa liukaisen typen tavoitellut lisäysmäärät olivat lietetuotteen suurelle käyttömäärälle 70 kg ja pienelle käyttömäärälle 90 kg liukoista tyyppiä hehtaarille. Verrokkina oli kolme epäorgaanisen typen lannoitustasoa sekä lannoittamaton verranne. Kaikki lannoitteet levitettiin yhdellä kertaa kevätlevityksessä (25.5.2010 ja 23.5.2011) ja muokattiin heti levityksen jälkeen joustopiikkiäkeellä. Ohrakoe puitiin 12.8.2010 ja vehnäkoe 25.8.2011.

Puinnin yhteydessä otetuista satonäytteistä analysoitiin typpipitoisuus ja sen perusteella laskettiin ohran tuottama jyvän typpisato. Ohran typpisato oli korkein rakeistetun lietteen suuremmalla tasolla (toteutunut liukainen N-lisäys 83 kg/ha). Typpisadossa (typpipitoisuus x kuiva-ainesato) ero ei kuitenkaan ollut merkitsevä verrattuna lannoitusosuituksen mukaiseen NPK-lannoitukseen (N90). Rakeeseen lisätty ureatäydennys tuotti korkean liukaisen typen pitoisuuden ja hyvän käyttökelpoisuuden. Kehitteillä ollut raetuote oli ohrakokeessa voimakkaasti ureatäydennetty, mutta vehnäkokeessa ureatäydennys oli maltillisempi. Vehnän jyvän typpipitoisuus oli korkeimmillaan suurimmilla liukaisen typen annosteluilla. Kompostin ja rakeen pienillä annosteluilla liukaisen typen tavoitetaso oli 90 kg/ha, mutta todellisten pitoisuuksien perusteella siitä toteutui vain 80 kg/ha. Vehnän jyvän typpisato oli tilastollisesti melko samantasoinen kaikilla lannoitus-käsittelyillä, lannoittamaton verranne poikkesi selvästi lannoitetuista. Vehnän typpisato noudatti lannoituksessa annetun liukaisen typen määrää eikä lietetuotteiden orgaanisesta aineksestä tullut lisäystä jyvän typpisatoon. Poikkeuksena typpitäydennetty raetuote (liukainen N 49 kg) vaikutti kohottavan vehnänjyvän typpisatoa verrattuna vastaavaan epäorgaanisen lannoituksen typpitasoon.

Takaisin

Taulukko 2. Peltokokeissa testatut tuote-esimerkit. Raetuote oli valmistajalla kehittelyn alla, vuonna 2010 ureatäydennys oli erittäin voimakas ja vuonna 2011 huomattavasti maltillisempi.

	Kuivattu liete ¹⁾		Maanparannuskomposti ²⁾				Kuivattu Seosmädäte ³⁾		Kuivarae ⁴⁾			
	2010		2010		2011		2010		2010		2011	
	kuiva	tuore	kuiva	tuore	kuiva	tuore	kuiva	tuore	kuiva	tuore	kuiva	tuore
Pääravinteet	g/kg ka	kg/m ³	g/kg ka	kg/m ³	g/kg ka	kg/m ³	g/kg ka	kg/m ³	g/kg ka	kg/m ³	g/kg ka	kg/m ³
Typpi (N), kokonaispit.	35	10	18	6	18	6	35	11	98	43	34	25
Typpi (N), vesiliukoinen	4	2	4	1,3	2,6	0,9	5	1,6	62	27	2	1
Fosfori (P), kokonaispit.	32	10	21	6	29	9	32	10	39	17	49	36
Fosfori (P), vesiliukoinen	0,2	0,05	19	0,006	0,039	0,013	0,15	0,048	0,4	0,15	0,037	0,027
Kalium (K), kokonaispit.	1,2	0,4	2	0,6	1,8	0,6	2,1	0,7	1,2	0,5	1,4	1,0
Metallit/hivenaineet	mg/kg ka		mg/kg ka		mg/kg ka		mg/kg ka		mg/kg ka		mg/kg ka	
Arseeni (As), kokonaispit.	2,7		6,3		14		3,8		1,6		< 5,0	
Kadmium (Cd), kokonaispit.	0,42		0,63		0,59		0,54		0,55		0,82	
Kromi (Cr), kokonaispit.	33		51		50		54		33		60	
Kupari (Cu), kokonaispit.	267		208		240		201		507		240	
Elohopea (Hg), kokonaispit.	0,63		0,18		0,39		0,30		0,30		0,55	
Nikkeli (Ni), kokonaispit.	28		27		26		34		36		49	
Lyijy (Pb), kokonaispit.	15		202		16		31		11		6	
Sinkki (Zn), kokonaispit.	490		630		490		515		543		600	
Muut ominaisuudet												
Johtokyky (1:5)	295 mS/m		233 mS/m				371 mS/m		445 mS/m			
Hehkutushäviö	49 % ka		53 % ka		52,9 % ka		50 % ka		55 % ka		48 % ka	
Kuiva-aine	31 %		46 %		37 %		32 %		65 %		81 %	
Happamuus pH (1:5)	7,8		5,3		5,6		7,9		7,7		6,8	
Tilavuuspaino	980 kg/m ³		660 kg/m ³		880 kg/m ³		990 kg/m ³		660 kg/m ³		910 kg/m ³	

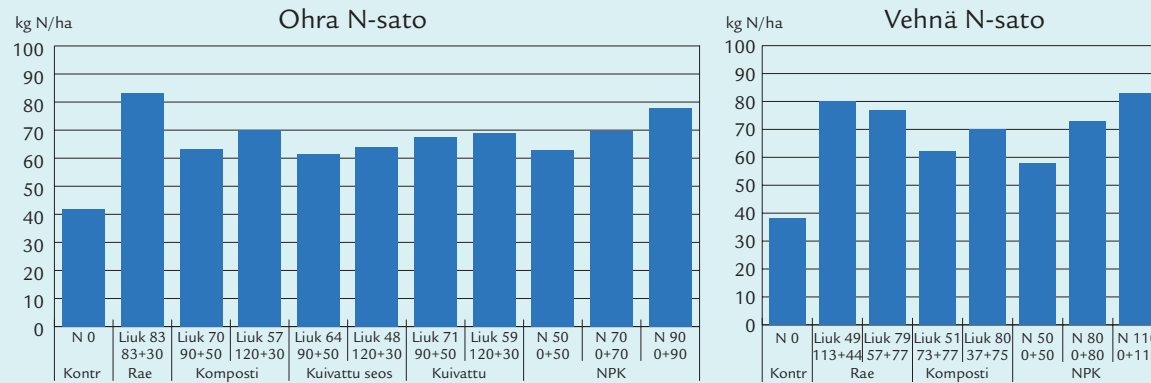
¹⁾ Tuotteistamaton jätevedenpuhdistamolla mädätetty ja kuivattu liete

²⁾ Mädätetty ja turpeen kanssa tunnelikompostoitua puhdistamolieta

³⁾ Termofiilisesti mädätetty ja kuivattu jäteseos (puhdistamolieta, biojäte ja elintarviketeollisuuden jäte)

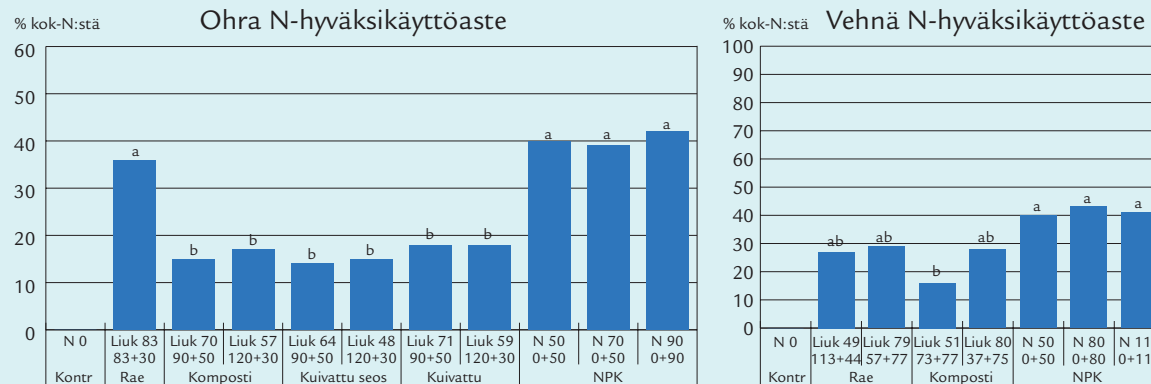
⁴⁾ Termisesti kuivattu ja urealla täydennetty puhdistamolieta

Takaisin



Kuva 1. Viljakokeiden jyvän typ-
pisato ohralla vuonna 2010 ja
vehnällä vuonna 2011. Vaaka-
akselilla alinna lietetuotteen
tyyppi, sitten kokonaistypen
annosteltu määrä (kokN liete-
tuotteesta + lannoitetypen täy-
dennyksestä), ja ylinä toteutu-
nut liukoisen typen lisäysmäärä
yhteensä (kg/ha). Eri kirjaimet
pylväiden päissä osoittavat tuot-
teiden väliset merkitsevät erot.

Kokonaistypen hyväksikäyttöaste oli korkeinta epäorgaanisilla lannoituksilla (Kuva 2). Mitä suurempi oli liukoisen typen osuus lannoitteen kokonaistypistä, sitä korkeampi oli kokonaistypistä laskettu sadossa hyödynnetty osuus. Ohrakokeessa rakeen voimallisen ureatäyden-
nyksen ansiosta kokonaistypen hyväksikäyttöaste oli epäorgaanisen lannoitteen veroinen. Kaikkien muiden lietetuotteiden kokonaistypen
hyväksikäyttö oli ohrakokeessa alhaisempi, välillä 14–18 %. Vehnän lannoituksessa suuri kompostiannostelu (toteutunut liukoinen N-lisäys
51 kg/ha) oli typpitehokkuudeltaan heikempi kuin NPK -verranteet. Muiden lannoitusten typpitehokkuudessa ei ollut tilastollista eroa
epäorgaanisiin lannoituksiin verrattuna.



Kuva 2. Lannoituksessa lisätyn
kokonaistypen hyväksikäyttö
ohralla vuonna 2010 ja vehnällä
vuonna 2011. Vaaka-akselilla alin-
na ilmoitetaan lietetuotteen tyyppi,
sitten kokonaistypen annosteltu
määrä (kokN lietetuotteesta +
lannoitetypen täydennyksestä),
ja ylinä toteutunut liukoisen
typen lisäysmäärä yhteensä (kg/
ha). Lannoitteissa annetun typen
hyödyntämisen tehokkuutta kuvaa
typen hyväksikäyttöaste: Typen
hyödyntämis-% = $\left(\frac{\text{Lannoitettu N-sato} - \text{Lannoittamattoman ver-
ranteen N-sato}}{\text{Lannoituksessa
lisätty N}} \right) \cdot 100$

Lähde:

Tontti, T., Poutiainen, H. & Heinonen-Tanski, H. 2012. Puhdistamolietetuotteet peltokasvikokeissa. Teoksessa Poutiainen, H. & Heinonen-Tanski, H. (toim.).
Modernit menetelmät yhdyskuntien jätevedenkäsittelyn tehostamisessa. Itä-Suomen yliopiston ympäristötieteen laitoksen julkaisusarja 1/2012: 57–102.

Puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden vaikutus peltomaan hygieeniseen laatuun

Puhdistamolietepohjaisten, keskitetyissä laitoksissa valmistettujen ja peltokokeissa käytettyjen lannoitevalmisteiden hygieenistä laatua tarkasteltiin mikrobiologisten indikaattorien määrittämisellä vuosina 2010 ja 2011 (Tontti ym. 2012). Lisäksi ensimmäisenä vuonna tarkasteltiin peltomaan indikaattorimikrobien määriä kevätlannoituksen jälkeen.

Puhdistamolietettä sisältävä jäteseos, joka oli hygienisoitu ja mädätetty termofiilisesti, oli hygieeniseltä laadultaan lannoitevalmiste-säädösten vaatimusten mukainen. Myös kompostoitu puhdistamoliete ja rakeistettu puhdistamoliete täyttivät lannoitevalmistesäädösten asettamat hygieenisyyshaatimukset molempina tarkasteluvuosina. Näiden puhdistamolietepohjaisten lannoitevalmisteiden indikaattorimikrobien pitoisuudet olivat matalammat kuin aiemmassa yhdyskuntajätepohjaisten kompostituotteiden hygienian tutkimuksessa (Tontti ym. 2011), lukuun ottamatta kuivatun lietteen tuloksia. Kuivattu liete edusti tässä tutkimuksessa kontrollina tuotteistamatonta lietettä, jota ei sellaisenaan tarjota peltokäyttöön.

Lannoitteiden levityksen jälkeen vuonna 2010 seurattiin suurimman hygieenisyyshärisen omaavan liettemateriaalin (tuotteistamaton kuivattu liete, maksimimäärä) vaikutusta peltomaan hygieniaindikaattoripitoisuuksiin. Kahden viikon kuluttua lannoitevalmisteiden levityksestä *E. coli* -bakteerin määrät olivat hyvin samanlaiset lannoittamattomassa ja suurimman kuivatun lietemäärän koeruudussa. Neljä viikkoa levityksen jälkeen lannoittamattoman maan *E. coli* -bakteerin määrä oli laskenut, mutta kuivatun liettemateriaalin ruuduissa määrä oli kasvanut kahden viikon tulokseen verrattuna. Ohran sadonkorjuun jälkeen peltomaan *E. coli* -bakteerin määrissä ei ollut eroja lannoitus-käsittelyjen välillä.

Aiempaan yhdyskuntajäteperäisten kompostien peltokäytön tutkimukseen (Tontti ym. 2011) verrattuna näiden tulosten puhdistamolietetuotteilla lannoitetun peltomaan *E. coli* -bakteerin määrät olivat suurempia, sekä lannoittamattoman että lannoitetun maan kohdalla. Hygieniaindikaattoreita löytyi peltomaasta sekä lietelannoitusta saaneilta että täysin lannoittamattomilta alueilta. Sekä lannoittamattoman että lietetuotteilla lannoitetun peltomaan *E. coli* -bakteerin määrä ylitti selvästi lannoitevalmisteille asetetun raja-arvon (1000 pmy/g). Peltoympäristössä mikrobit voivat olla peräisin pellolla elävistä eläimistä yms. ja liettemateriaali vaikuttaa todennäköisesti vain osittain peltomaan mikrobistoon.

Taulukko. Lannoitevalmisteiden hygieeninen laatu lannoitusten yhteydessä 25.5.2010 ja 23.5.2011. Hygieniaindikaattorit peltomaassa vuonna 2010 kaksi ja neljä viikkoa lietetuotteilla tehdyn lannoituksen jälkeen sekä sadonkorjuun aikaan. Tulokset on esitetty logaritmuunnetun aineiston geometrisena keskiarvona.

Lietteen sisältämät määrät			
	2010		
	E. coli		Salmonella
	pmy/g	log ₁₀ pmy/g	kpl/25 g
Kuivattu termofiilisesti mädätetty seos	18	1,26	negat.
Kompostoitu liete	167	2,22	negat.
Rakeistettu lämpökuivattu liete	a.m.	a.m.	negat.
Kuivattu liete	870000	5,94	negat.
a.m. = alle määrittäysrajan (v. 2010: 10 pmy/g, v. 2011: 5 pmy/g)			

Peltomaan E. colin määrä (log ₁₀ pmy/g)				
	Lannoitustaso	Lannoituksessa		Sadonkorjuu
		2 viikkoa	4 viikkoa	
Lietetuote	Lannoitustaso			
Lannoittamaton	Nolla	4,02	3,46	3,84
Kuivattu termofiilinen seos	Keskitaso			4,07
Kompostoitu liete	Keskitaso			3,51
Rakeistettu lämpökuivattu liete	Keskitaso			4,21
Kuivattu liete	Keskitaso			3,93
NPK 70	Keskitaso	5,94	negat.	4,21
Kuivattu liete	Suurin lietemäärä	3,94	4,40	4,05

Lähde:

Tontti, T., Poutiainen, H. & Heinonen-Tanski, H. 2012. Puhdistamolietetuotteet peltokasvikokeissa. Teoksessa Poutiainen, H. & Heinonen-Tanski, H. (toim.). Modernit menetelmät yhdyskuntien jätevedenkäsittelyn tehostamisessa. Itä-Suomen yliopiston ympäristötieteen laitoksen julkaisusarja 1/2012: 57–102.

Esimerkkejä orgaanisista haitta-aineista:

Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH)

Polyaromaattiset hiilivedyt (polyaromatic hydrocarbons, PAH) ovat hiiltä ja vetyä sisältäviä yhdisteitä. Ne ovat syöpävaarallisia aineita. PAH-yhdisteitä on muun muassa öljytuotteissa ja niitä muodostuu esimerkiksi palamisprosesseissa. PAH-yhdisteitä pääsee viemäriverkkoon muun muassa teollisuusprosesseista, pienyrityksistä (esimerkiksi autokorjaamot ja muut öljyjä käsittelevät laitokset), mutta myös ilmalaskeuman ja hulevesien mukana.

PAH-yhdisteet hajoavat jonkin verran jätevedenpuhdistus- ja biokaasuprosessissa, mutta varsinkin suurimolekyyliset PAH-yhdisteet ovat varsin pysyviä. PAH-yhdisteet tarttuvat hiukkasiin ja sen vuoksi ne päätyvät jätevesilietteeseen. Maaperässä suurimolekyyliset PAH-yhdisteet ovat erittäin hitaasti hajoavia.

PAH-yhdisteille lietteessä ei ole voimassa olevaa raja-arvoa. Puhdistamolietteen maatalouskäyttöä koskevan direktiivin eli lietedirektiivin uusimisprosessissa PAH-yhdisteille on lietedirektiivin kolmannessa luonnoksessa ehdotettu raja-arvoa 6 mg/kg-ka. VTT:n vuonna 2006 tekemässä tutkimuksessa kolme neljästä näytteestä alitti ja yksi ylitti kyseisen raja-arvon (9,3 mg/kg-ka).

Bromatut palonestoaineet

Bromattuja palonestoaineita käytetään palamista hidastavina aineina muun muassa elektroniikkateollisuudessa, muoveissa ja sisustus-tekstiileissä. Bromattuihin palonestoaineisiin kuuluu useita yhdisteryhmiä, joista yleisimmin käytettyjä ovat polybromatut difenyylietterit (PBDE), polybromatut bifenyylit (PBB), tetrabromi bisfenoli A (TBBA) ja heksabromisyklododekaani (HBCD). Bromatut palonestoaineet kertyvät eliöihin ja eläinperäisiin elintarvikkeisiin. Bromatut palonestoaineet voivat aiheuttaa kehityshäiriöitä, niillä on hormonien toimintaa häiritseviä ominaisuuksia, ja niitä pidetään syöpävaarallisina.

Bromattuja palonestoaineita aineita pääsee viemäriin ja ilmaan lähinnä hiukkasiin sitoutuneena teollisuusprosesseista, mutta myös asumajätevesien mukana. Bromatut palonestoaineet saattavat osittain hajota jätevedenpuhdistus- ja biokaasuprosesseissa. Hajotus ei kuitenkaan ole täydellistä. Jätevesissä bromatut palonestoaineet kiinnittyvät hiukkasiin, ja päätyvät pääosin lietteeseen. Bromatut palonestoaineet ovat maaperässä erittäin hitaasti hajoavia.

Joidenkin bromattujen palonestoaineiden käyttöä on maailmanlaajuisesti rajoitettu kansainvälisellä Tukholman sopimuksella, mutta monia bromattuja palonestoaineita saa edelleen käyttää. Koska aineet ovat pysyviä, myös kiellettyjä aineita esiintyy edelleen ympäristössä ja elintarvikkeissa.

Euroopan komission ESWI:ltä tilaamassa jätteiden sisältämiä haitallisia aineita koskevassa selvityksessä on määritetty kriittiset pitoisuusraja-arvot maaperän levityksen kannalta. PBDE-yhdisteille raja-arvo oli 50 mg/kg ka ja PentaBDE:lle raja-arvo oli 0,5 mg/kg ka. COHIBA-hankkeen (Control of hazardous substances in the Baltic sea region) tuloksissa molempien kahden analysoidun suomalaisen lietenäytteen pitoisuudet jäivät esitettyjen raja-arvojen alle (PentaBDE 0,066-0,062 mg/kg ka ja DecaBDE 0,5-0,6 mg/kg ka).

Polyklooratut dibentso-p-dioksiinit ja furaanit (PCDD/F eli dioksiinit)

Polykloorattuihin bibentso-p-dioksiineihin ja furaaneihin (PCDD/F) kuuluu 210 samankaltaista yhdistettä. Näistä aineista käytetään yleisesti nimeä dioksiinit. Dioksiinit ovat hitaasti hajoavia, biokertyviä ja ne aiheuttavat kehityshäiriöitä ja niillä on muun muassa syövän syntyä edistävä vaikutus. Dioksiineja ei ole koskaan valmistettu mihinkään tarkoitukseen, mutta niitä syntyy esimerkiksi polttoprosesseissa,

sementin valmistuksessa ja metalliteollisuudessa. Aikaisemmin dioksiineja pääsi ympäristöön selluloosan kloorivalkaisun seurauksena. Ympäristön dioksiinikuorma on viime vuosina vähentynyt mm. poltto- ja teollisuusprosessien paranemisten vuoksi. Dioksiinit leviävät ympäristöön kaukokulkeuman ja ilmalaskeuman mukana.

PCDD/F-yhdisteille on lietedirektiivin kolmannessa luonnoksessa ehdotettu raja-arvoa 100 ng i-TEQ/kg ka (TEQ = toksisuusekvivalenttitekijä). VTT:n vuonna 2006 tekemässä tutkimuksessa kaikkien näytteiden pitoisuudet olivat alle raja-arvon (4,3–55 ng i-TEQ/kg ka).

Polyklooratut bifenyylit (PCB)

Polyklooratut bifenyylit (polychlorinated biphenyls, PCB) ovat yhdisteryhmä, johon kuuluu kaikkiaan 209 toisiaan muistuttavaa yhdistettä. Niitä on käytetty muun muassa hydraulinesteinä, liuottimina ja elektroniikkateollisuudessa (esimerkiksi kondensaattori- ja muuntajaöljyt). PCB-yhdisteet ovat syöpävaarallisia ja ne aiheuttavat kehityshäiriöitä. Aineet ovat rasvaliukoisia, eliöihin kertyviä ja pysyviä. Nykyään PCB-yhdisteiden käyttö on maailmanlaajuisesti kielletty Tukholman sopimuksella. PCB-yhdisteitä on vuosien varrella joutunut ympäristöön, ja käyttökiellosta huolimatta aineita esiintyy edelleen ympäristössä pysyvyytensä vuoksi. Hapettomissa oloissa tapahtuu jossain määrin PCB-yhdisteiden epätäydellistä hajoamista.

PCB-yhdisteille on lietedirektiivin kolmannessa luonnoksessa ehdotettu raja-arvoa 0,8 mg/kg ka ja kompostituotteiden kriteereitä koskevassa luonnoksessa (elokuu 2012) raja-arvoa 0,2 mg/kg ka. VTT:n vuonna 2006 tekemässä tutkimuksessa kaikkien lietenäytteiden pitoisuudet olivat alle molempien raja-arvojen (0,03–0,08 mg/kg ka).

Perfluoratut alkylyyhdisteet (PFAS)

Perfluorattujen alkyyliaineiden (perfluorinated alkyl substances, PFAS) ryhmään kuuluu useita aineita, jotka koostuvat hiiliketjuista, joihin on kiinnittynyt fluoriatomeita. PFAS-yhdisteitä käytetään mm. huonekalutekstiileissä, vaatteissa ja paperituotteissa vettä hylkivinä aineina sekä sammutusvaahdoissa. PFAS-aineita pääsee viemäriin muun muassa erilaisista teollisuusprosesseista. Koska monissa kotitalouksien tuotteissa (esimerkiksi sisustustekstiilit, ulkoiluvaatteet) käytetään PFAS-yhdisteitä, näitä aineita voi päästä viemäriverkkoon asumajätevesien mukana. Myös ilmalaskeuma ja hulevedet voivat olla tärkeä PFAS-yhdisteiden lähde. PFAS-aineet voivat aiheuttaa maksa- ja kehityshäiriöitä ja niillä on hormoneiden toimintaa häiritseviä ominaisuuksia. Ne voivat kertyä eliöihin ja eläinperäisiin elintarvikkeisiin.

PFAS-yhdisteet hajoavat vain osittain jätevedenpuhdistusprosessissa ja biokaasulaitoksella. PFAS-yhdisteet ovat jonkin verran vesiliukoisia, ja niitä on tavattu sekä puhdistetusta jätevedestä että jätevedenpuhdistamoiden lietteistä ja biokaasulaitosten lopputuotteista. PFAS-yhdisteet ovat maaperässä erittäin hitaasti hajoavia. Vesiliukoisuutensa vuoksi PFAS-yhdisteet voivat myös päätyä pohjaveteen.

Eräiden PFAS-aineiden (perfluoro-oktanosulfonaatti PFOS ja sen suolat) käyttöä on rajoitettu Tukholman sopimuksella. Pysyvyytensä vuoksi näitä aineita esiintyy edelleen ympäristössä.

Komposteille ollaan laatimassa kriteereitä niistä komposteista, jotka määritellään tuotteiksi (end-of-waste -kriteerit). Kompostituotteen raja-arvoksi on ehdotettu PFC:lle eli PFOA:n ja PFOS:in summalle 0,1 mg/kg ka. Euroopan komission ESWI:ltä tilaamassa jätteiden sisältämiä haitallisia aineita koskevassa selvityksessä on määritetty kriittiset pitoisuusraja-arvot mm. maaperän levityksen kannalta. Tässä selvityksessä puhdistamolietteen PFOS raja-arvoksi maaperän suojelemiseksi suositellaan raja-arvoa 0,5 mg/kg ka. COHIBA-hankkeessa analysoiduissa kahdessa suomalaisessa lietenäytteessä PFOS-pitoisuuksiksi analysoitiin 0,016 ja 0,11 mg/kg ka. Samoissa näytteissä mitatut PFOA-pitoisuudet olivat hyvin pienet eli 0,0006–0,0009 mg/kg ka.

Lineaariset alkyylibentseenisulfonaatit (LAS)

Lineaarisia alkyylibentseenisulfonaatteja (linear alkylbenzene sulfonates, LAS) käytetään pintajännitystä alentavina aineina esimerkiksi pesuaineissa. LAS-yhdisteitä käytetään yleisesti kotitalouksissa ja teollisuudessa, ja näitä aineita pääsee Suomessa viemäriverkkoon useita tonneja joka vuosi. LAS-yhdisteillä on estrogeenin kaltaisia ominaisuuksia.

LAS-yhdisteet hajoavat melko hyvin jätevedenpuhdistamon aktiivilieteprosessin hapellisissa oloissa. Hapettomissa oloissa kuten biokaasulaitoksella niiden hajoaminen on hidasta. Hajotus ei ketjun aikana ole täydellistä, ja biokaasulaitosten lopputuotteista on tavattu LAS-yhdisteitä. Suurin osa jäteveden LAS-yhdisteistä kiinnittyy hiukkasiin ja päätty lietteeseen, mutta osa LAS-yhdisteistä voi päättyä myös puhdistettuun jäteveeseen. LAS-yhdisteiden hajoamisnopeus maaperässä vaihtelee nopeasta kohtalaisen hitaaseen. Biolietteen mukana maahan päässeet LAS-yhdisteet voivat parhaassa tapauksessa hajota yhden kasvukauden aikana.

LAS-yhdisteille on lietedirektiivin kolmannessa luonnoksessa ehdotettu raja-arvoa 2600 mg/kg ka. VTT:n vuonna 2006 tekemässä tutkimuksessa kaikkien lietenäytteiden pitoisuudet olivat alle raja-arvon (360–1700 mg/kg ka).

Nonyylifenolietoksilaatit (NPEO) ja nonyylifenolit (NP)

Nonyylifenolietoksilaatteja (NPEO) käytetään pinta-aktiivisina aineina muun muassa teollisuusprosesseissa, pesuaineissa ja useissa teollisuuden ja kotitalouden tuotteissa. Jätevedet ovat NPEO-yhdisteiden ja niiden hajoamistuotteiden nonyylifenoleiden (NP) tärkein lähde. NPEO- ja NP-yhdisteet joutuvat jätevesiin edellä mainittujen tuotteiden käytön seurauksena. Ne voivat häiritä eläinten ja ihmisten hormoni-toimintaa ja aiheuttaa kehityshäiriöitä.

NPEO-yhdisteet hajoavat melko nopeasti muun muassa jätevedenpuhdistuksen aktiivilieteprosessissa NP-yhdisteiksi. NP-yhdisteet ovat melko pysyviä. Merkittävä osa NPEO- ja NP-yhdisteistä tarttuu hiukkasiin ja päätty jätevesilietteeseen. NPEO-yhdisteet ovat maaperässä nopeasti hajoavia, mutta niiden hajoamistuotteet NP-yhdisteet ovat maaperässä kohtalaisen hitaasti hajoavia.

Aineiden ympäristö- ja terveysongelmien vuoksi NPEO- ja NP-yhdisteiden käyttöä Euroopassa on voimakkaasti rajoitettu. NPEO-yhdisteille on lietedirektiivin kolmannessa luonnoksessa ehdotettu raja-arvoa 50 mg/kg ka. VTT:n vuonna 2006 tekemässä tutkimuksessa kaikkien lietenäytteiden pitoisuudet olivat alle raja-arvon (2–35 mg/kg ka).

Bis(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP)

Di(2-etyyliheksyyli)ftalaattia (DEHP) käytetään muovien pehmittiminä. DEHP-yhdisteitä käytetään runsaasti erilaisissa kotitalouksien ja teollisuuden tuotteissa. Niitä pääsee viemäriverkkoon ja ympäristöön muun muassa jätteiden ja jätevesien mukana teollisuudesta ja kotitalouksista. DEHP-yhdisteillä on havaittu lisääntymistä häiritseviä ja estrogeenihormonin kaltaisia ominaisuuksia.

DEHP hajoaa jossain määrin hapellisissa oloissa, kuten jätevedenpuhdistamon aktiivilieteprosessissa, mutta hajoamista tapahtuu myös hapettomissa oloissa kuten biokaasureaktorissa. Maaperässä DEHP on kohtalaisen hitaasti hajoava.

Viime vuosina DEHP-yhdisteiden käyttö on vähentynyt ja sitä on korvattu erityisesti di-isononyyliftalaatilla (DINP) ja di-isodekyyliftalaatilla (DIDP).

DEHP-yhdisteille on lietedirektiivin kolmannessa luonnoksessa ehdotettu raja-arvoa 100 mg/kg ka. VTT:n vuonna 2006 tekemässä tutkimuksessa kaikkien lietenäytteiden pitoisuudet olivat alle raja-arvon (39–70 mg/kg ka).

Takaisin

Adsorboituva orgaaninen halogeeni (AOX)

Adsorboituva orgaaninen halogeeni (adsorbable organic halogen AOX) on summaparametri, joka kuvaa aktiivihilleen tarttuvan orgaanisiin molekyyleihin sitoutuneen halogeenin (yleensä kloori) määrää. AOX-yhdistettä syntyy maaperässä, ja sitä esiintyy luonnostaan runsain mitoin maassa ja sedimenteissä. AOX-yhdistettä muodostuu ihmisen toimesta mm. klooria sisältävien pesu- ja desinfointiaineiden käytön myötä. Sairaaloiden ja laboratorioden jätevedet saattavat sisältää merkittäviä määriä AOX-yhdistettä. Sitä muodostuu myös selluloosan kloorivalkaisussa, mutta tällaiset päästöt ympäristöön vähenivät merkittävästi, kun kloorikaasun käytöstä sellun valkaisussa luovuttiin Suomessa 1990-luvulla.

AOX voi olla indikaattori ympäristön tilan huononemisesta ja saastumisesta. Suomessa on havaittu pohja- ja juomaveden kohonneita AOX-pitoisuuksia, kun pohjavesi on saastunut puunjalostusteollisuudesta peräisin olevilla kloorifenoleilla tai puhdistusaineena käytetyillä klooratuilla eteeneillä. Hajoamista tapahtuu erityisesti hapettomissa oloissa. AOX-yhdisteen hajoamisnopeus vaihtelee ja sitä syntyy ja esiintyy ympäristössä myös luonnostaan.

AOX-yhdisteille on lietedirektiivin kolmannessa luonnoksessa ehdotettu raja-arvoa 500 mg/kg ka. VTT:n vuonna 2006 tekemässä tutkimuksessa kaikkien lietenäytteiden pitoisuudet olivat alle raja-arvon (170–300 mg/kg ka).

Lisätietoa:

http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/POP_Waste_2011.pdf

http://susproc.jrc.ec.europa.eu/activities/waste/documents/IPTS_EoW_Biodegradable_waste_3rd_working_document_wo_line_nr.pdf

www.vesitalous.fi/upload/lehtiarkisto/2006/3-2006.pdf

http://www.cohiba-project.net/sources/results/en_GB/reports/_files/86374468375545763/default/FI%20WP4%20National%20report%20FINAL.pdf

Tukholman sopimus

Tukholman sopimus on Tukholmassa vuonna 2001 solmittu maailmanlaajuinen pysyvien orgaanisten yhdisteiden käyttöä ja päästöjä rajoittava yleissopimus. Sopimuksen on ratifioinut 162 maata. Sopimuksella kielletään tai rajoitetaan 21 tietoisesti käytettävän tai epäpuhtautena syntyvän kemikaalin tuotantoa, käyttöä ja päästöjä.

Lietteen laadun seuranta puhdistamolla. Tämä velvoite koskee jätevedenpuhdistamoa.

Jäteasetuksessa 179/2012 on määräyksiä, jotka koskevat jätevedenpuhdistamoita ja liittyvät lietteen laadun seurantaan, kirjanpitoon ja viranomaisille raportointiin.

Lietteen tuottajaa eli jätevedenpuhdistamoa koskevat jätteen tuottajan kirjanpitoa koskevat vaatimukset.

Kirjanpidossa on oltava seuraavat tiedot:

- puhdistamolietteen määrä
- jäteluettelon mukainen jätteen nimike ja kuvaus jätelajista sekä olennaiset tiedot jätteen ominaisuuksista ja koostumuksesta
- toimitettaessa jäte muualle käsiteltäväksi jätteen vastaanottajan ja kuljettajan nimi ja yhteystiedot sekä jätteen käsittelytapa

Lisäksi jäteasetus sisältää erilliset vaatimukset lietteiden kirjanpidosta ja valvontaviranomaiselle toimitettavista tiedoista.

Puhdistamolietteen tuottajan on toimitettava valvontaviranomaiselle yhteenveto seuraavista lietettä koskevista tiedoista:

- tuotetun lietteen määrä
- lietteen esikäsittely taudinaiheuttajien ja kasvintuhoojien vähentämiseksi
- asetuksen vaatimusten mukaisesti määritetyt lietteen laatua kuvaavat ominaisuudet
- hyödynnetyn tai loppukäsittelyn lietteen määrä ja hyödyntämis- tai loppukäsittelytapa, mukaan lukien maanviljelykäyttöön toimitetun lietteen määrä

Puhdistamolietteen tuottajan on määritettävä lietteen sisältämien haitallisten metallien ja tarvittaessa muiden haitallisten aineiden pitoisuudet sekä kokonaistypen ja kokonaisfosforin pitoisuudet. Näytteet otetaan puhdistamolta hyödynnettäväksi tai loppukäsiteltäväksi toimitettavasta lietteestä. Lietteestä määritetään vähintään seuraavien aineiden pitoisuudet: kokonaistyyppi (N_{tot}), kokonaisfosfori (P_{tot}), kadmium, kromi, kupari, nikkeli, lyijy ja sinkki ja elohopea. Maanviljelykäyttöön toimitettavan lietteen analysointitiheydet määräytyvät puhdistamon koon mukaan. Maanviljelykäyttöön toimitettavan lietteen laadun vaihtelun seuraamiseksi laadun määrittäminen on aluksi tehtävä lyhyin väliajoin. Mikäli määrittystulokset eivät vaihteile merkittävästi ensimmäisen vuoden aikana, analysointikertoja voidaan vähentää.

Uudessa jäteasetuksessa säädetään myös siirtoasiakirjasta sako- ja umpikaivolietteille (luku 6).

Ilmoitusvelvollisuus ja laitoshyväksyntävelvoite

Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta (11/12) -> Jätevesilietteistä lannoitevalmisteita tuottavia jätevedenpuhdistamoita ja muita jätevesilietteen käsittelijöitä koskevat velvollisuudet

Puhdistamolietteen käsittelijän ja haja-asutusalueen sakokaivolietteiden ja kuivakäymäläjätteen yhteiskäsittelypisteen toiminnanharjoittajan on ennen puhdistamolietepohjaisen maaparannusaineena sellaisenaan käytettävän sivutuotteen valmistuksen tai markkinoinnin aloittamista tehtävä toiminnan aloitusilmoitus Elintarviketurvallisuusviraston (Evira) lannoitevalmistejaostoon. Ilmoitukseen on liitettävä kuvaus toiminnan järjestämisestä, tuotetiedot ja omavalvontasuunnitelma. Toiminnan muutoksista ja lopettamisesta on myös ilmoitettava kirjallisesti. Ilmoitukset tehdään Eviran julkaisemilla lomakkeilla. Mikäli puhdistamoliete käsitellään muualla kuin sen syntypaikassa jätevedenpuhdistamolla, tarvitsee toiminta myös laitoshyväksynnän. Samoin laitoshyväksyntä koskee haja-asutusalueen sakokaivolietteiden ja kuivakäymäläjätteen yhteiskäsittelyä. Laitoshyväksyntä tulee hakea Evirasta Eviran vahvistamalla lomakkeella.

Puhdistamolietteen käsittelijän ja haja-asutusalueen sakokaivolietteiden ja kuivakäymäläjätteen yhteiskäsittelypisteen toiminnanharjoittajan on pidettävä tiedostoa tuotteiden jäljitettävyyden varmistamiseksi. Tiedostoon on merkittävä puhdistamolietepohjaisen lannoitevalmisteen ja sen raaka-aineiden saannit/ostot ja alkuperä, valmistettujen lannoitevalmisteiden määrät, niiden luovutukset sekä varastopaikat. Käsittelijän ja haja-asutusalueen sakokaivolietteiden ja kuivakäymäläjätteen yhteiskäsittelypisteen toiminnanharjoittajan on kerran vuodessa ilmoitettava Eviralle sen tarvitsemat tiedot valmistetuista tai markkinoiduista lannoitevalmisteista. Tämä vuosi-ilmoitus pyydetään loppuvuodesta. Lisäksi käsittelijän ja haja-asutusalueen sakokaivolietteiden ja kuivakäymäläjätteen yhteiskäsittelypisteen toiminnanharjoittajan on uuden asetuksen mukaan pidettävä tiedostoa siinä tapauksessa, että jäteveden puhdistamolla tai yhteiskäsittelypisteessä käsitellään jätevesilietettä, jota käytetään maataloudessa.

Tällöin on kirjattava:

1. jätevesilietteen käsittelyprosessi taudinaiheuttajien ja kasvintuhoajien vähentämiseksi (kuvattu omavalvontasuunnitelmassa)
2. käsitellyn lietteen käytöstä tehdyt sopimukset käyttäjien kanssa
3. käsitellyn lietteen vastaanottajat ja paikat (pellot ja lohkot), joissa lietettä käytetään tai on käytetty
4. viljelymaan laatua kuvaavat ominaisuudet, joille käsiteltyä lietettä aiotaan levittää tai on levitetty

Omavalvonta

Tämä velvoite koskee jätevedenpuhdistamon haltijaa ja puhdistamolietteen käsittelijää sekä haja-asutusalueen sakokaivolietteiden ja kuivakäymäläjätteen yhteiskäsittelypisteen toiminnanharjoittajaa.

Puhdistamolietteen käsittelijällä jätevedenpuhdistamolla sekä haja-asutusalueen sakokaivolietteiden ja kuivakäymäläjätteen yhteiskäsittelypisteessä on oltava lannoitevalmistelain mukainen omavalvontajärjestelmä, jolla käsittelijä varmistaa, että maaparannusaineena sellaisenaan käytettävä sivutuote ja sen käsittely täyttävät sille lannoitevalmistelainsäädännössä asetetut vaatimukset.

Omavalvontasuunnitelmassa on oltava seuraavat tiedot:

- 1) toiminnasta vastuussa olevat henkilöt ja suunnitelma henkilökunnan perehdyttämisestä
- 2) markkinoille saatettavien lannoitevalmisteiden tuotekohtaiset raaka-aineet sekä niiden alkuperä ja laatu
- 3) eräkohtainen jäljitettävyyden varmentaminen
- 4) tuotanto- ja toimintaprosessi ja sen
 - a) kriittiset valvontapisteet ja toimenpiderajat
 - b) korjaustoimenpiteet, joihin ryhdytään, kun toimenpiderajat ylitetään
 - c) tiedot käytössä olevista tiloista, koneista ja laitteista sekä niiden
 - kunnossapidosta
 - mittausvälineiden kalibroinnista
 - puhdistustavasta ja tiheydestä
 - tuhoeläinten torjunnasta
- 5) toimintaohjeet häiriötilanteita varten
- 6) laadunvalvonta- ja näytteenottosuunnitelma koskien raaka-aineita, tuotantoa ja lopputuotetta
- 7) toimenpiteet, joihin ryhdytään, mikäli lannoitevalmiste tai niiden raaka-aine ei täytä sille asetettuja laatuvaatimuksia tai on vanhentunut, sekä
- 8) lannoitevalmisteiden ja niiden raaka-aineiden varastointi-, säilytys- ja kuljetustiedot.

Omavalvontasuunnitelma on päivitettävä, kun toiminnassa tapahtuu olennaisia muutoksia. Päivitetty omavalvontasuunnitelma on toimitettava Eviralle ilmoitusvelvollisuuskohdassa tarkoitetun toiminnan muutositilauksen liitteenä.

Käsittelijän on toteutettava omavalvontasuunnitelmaansa käytännössä ja pidettävä sen toteutumisesta kirjaa. Omavalvonnan asiakirjat on säilytettävä viiden vuoden ajan. Asiakirjat on oltava helposti saatavilla, jos Eviran lannoitevalvonta tarkistaa toimintaa tai pyytää toimittamaan omavalvonnasta valvontaa varten kopiot.

Lannoitevalmistelaitosten hyväksyntä

Orgaanisten lannoitevalmisteiden tai niiden orgaanisten raaka-aineiden valmistajalla tai teknisesti käsittelevällä toimijalla täytyy olla Eviran hyväksyntä.

Laitoshyväksyntä on tuotantolaitos- tai tuotantolinjakohtainen. Luettelot hyväksyntää hakeneista laitoksista sekä lannoitevalmistelain ja sivutuoteasetuksen mukaisista hyväksytyistä laitoksista ovat Eviran internetsivuilla.

Kenen pitää hakea?

Lannoitevalmistelain vaatima hyväksyntä koskee orgaanisten lannoitevalmisteiden valmistusta, jotka muun muassa kuuluvat tyyppinimiryhmiin

- 3A2 orgaaniset maanparannusaineet
- 3A5 maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet

Maatilalla omaan käyttöön valmistettaessa hyväksyntävaatimus koskee

tilan ulkopuolisten jätteiden kuten esimerkiksi asumisjätevesien käsittelyssä syntyneiden lietteiden, yhdyskuntalietteiden ja ruokajätteiden käsittelyä.

Hyväksyntää ei edellytetä jätevedenpuhdistuslaitoksilta, joilla muodostuu sellaisenaan lannoitevalmisteena käytettäviä sivutuotteita. Näitä ovat esimerkiksi kalkkistabiloitu puhdistamoliete ja termofiilisesti mädätetty liete.

Markkinoille saattaminen ennen hyväksyntää

Lannoitevalmisteita, joiden valmistus edellyttää laitoshyväksyntää, voidaan tietyin ehdoin saattaa markkinoille jo ennen hyväksyntäpäätöstä. Evira voi hakemuksesta antaa eräkohtaisen luovutusluvan hyväksyntää hakeneille laitoksille, jotta käsitelty aines voidaan saattaa markkinoille.

Luovutusluvan myöntäminen edellyttää, että erä täyttää lannoitevalmistelaissa ja sivutuoteasetuksessa määrätyt vaatimukset ja että hyväksyntähakemuksen käsittelyssä ei ole havaittu toiminnassa erityisiä hyväksyntää estäviä seikkoja.

Hyväksynnän edellytykset

Laitoshyväksyntä haetaan Eviran lomakkeella. Hyväksynnän saamisen edellytyksenä on, että laitoksen toiminta täyttää lannoitevalmistelaissa asetetut vaatimukset. Hyväksynnän hakijan on osoitettava, että laitoksella syntyy turvallista ja käyttöön soveltuvaa lannoitevalmistetta tai sen raaka-ainetta.

Hakemuksessa on kuvattava

- hygienisoituminen prosessissa
- raaka-aineen ja hygienisen aineksen erillään pito laitoksella
- laitoksen puhtaanapito
- omavalvonnan toteutus ja jäljitettävyyys.

Hyväksyntäasian käsittelyn yhteydessä tarkastetaan muun muassa tuotantotilat, prosessin toiminta, omavalvonnan toteutus ja kirjanpito.



Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa