

KIERRÄTYSRAVINTEIDEN KÄYTTÖ JA KÄYTÖN ESTEET PELTOVILJELYSSÄ



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

kevät 2023

Telle-Mari Eerola

Tämä opinnäytetyö on toteutettu Kiertoravinne Oy:n tarpeeseen kartoittaa maataloudessa käytettävien, biokaasun tuotannon yhteydessä syntyvien mädätteiden käyttökelpoisuutta ja käytön halukkuutta sekä biokaasulaitoksen mädätteen käyttöä mahdollisesti estäviä tekijöitä peltokasvien viljelyssä. Työn aihe katsottiin ajankohtaiseksi tilanteessa, jolloin maamme huoltovarmuutta koetellaan Venäjän hyökkäyssodan aiheuttaman lannoitteiden raaka-ainepulan ja kivennäislannoitteiden huiman hinnan nousun myötä. Asiaa päädyttiin tarkastelemaan kolmesta eri näkökulmasta; lainsäädännön vaatimuksien pohjalta, viljelijän kannalta ja alkutuotannon tuotteiden ostajien kannalta.

Kiertoravinne Oy on elokuussa 2022 perustettu yritys. Sen omistavat Biolan Oy, sen tytäryhtiö Novarbo Oy, Gasum Oy ja Pöytyän Maanparannus Oy. Jokainen näistä yrityksistä on toiminut jo aiemmin maanparannusaineiden ja kierrätyslannoitteiden parissa.

Toimeksiantaja halusi erityisesti lisätietoa viljelijöiden asenteista ja käytön halukkuudesta tuotteitaan kohtaan. Työssä suoritettiin viljelijöille suunnattu kyselytutkimus. Tutkimuksen tuloksena selvisi, että enemmistö viljelijöistä on kiinnostunut käyttämään kierrätysravinteita ja kokee ne osana tilansa hiilensidontatoimia. Negatiivisena puolena nousi esiin biokaasulaitosten mädätteiden raaka-aineena oleva yhdyskuntapuhdistamoliette. Pelkoa herätti siinä mahdollisesti olevien haitta-aineiden aiheuttama uhka kyseisten aineiden kerääntymisestä maaperään ja siirtymisestä kasviin tai jopa ihmiseen. Viljelijöiden ja alkutuotannon tuotteiden ostajien yhteinen kanta oli, että mikäli riittävästi pitkäaikaista luotettavaa tutkimusnäyttöä yhdyskuntapuhdistamolietettä sisältävien lannoitteiden turvallisesta käytöstä olisi olemassa, käyttö olisi mahdollista.

Lainsäädännön näkökulma ottaa huomioon yleisesti lannoitteiden turvallisen käytön niin ihmisten, luonnon kuin eläintenkin kannalta. Se antaa raja-arvoja vain raskasmetallien määriin.

Avainsanat Kierrätyslannoite, peltoviljely, maatalous ja biokaasulaitoksen mädäte
Sivut 55 sivua ja liitteitä 9 sivua

This thesis was commissioned by Kiertoravinne Oy. The company wanted data about the usability of biogas production side streams (digestates) and the willingness to use them in agriculture. In addition, the work looks for factors that might prevent the use of digestates in the cultivation of field crops. The topic of the work was considered timely, because the security of supply in our country is being tested due to the shortage of raw materials for fertilizers caused by the Russian war of aggression and the skyrocketing price of mineral fertilizers. It ended up looking at the matter from three different perspectives; based on the requirements of the legislation, from the farmer's point of view and from the point of view of the buyers of the primary production products.

Kiertoravinne Oy is a company founded in August 2022. It is owned by Biolan Oy, its subsidiary Novarbo Oy, Gasum Oy and Pöytyän Maanparannus Oy. Each of these companies has previously worked with soil improvers and recycled fertilizers.

The client especially wanted more information about farmers' attitudes and willingness to use their products. In this work, a survey aimed at farmers was carried out. As a result of the survey, it became clear that the majority of farmers are interested in using recycled nutrients and perceive them as part of their farm's carbon sequestration activities. The municipal sewage sludge, which is the raw material of the digestatives of biogas plants, came to the fore as a negative issue. The fear was caused by the potentially harmful substances in it, the threat of those substances accumulating in the soil and transferring to a plant or even to a person. The common position of farmers and buyers of primary production products was that if there was sufficient long-term reliable research evidence on the safe use of fertilizers containing municipal sewage sludge, use would be possible.

The perspective of the legislation generally considers the safe use of fertilizers for people, nature and animals. It only gives limit values for the amounts of heavy metals.

Keywords Recycled fertilizer, arable farming, agriculture and biogas plant digestate.

Pages 55 pages and appendices 9 pages

Sisällys

| | | |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Kierrätysravinteet | 2 |
| 2.1 | Biomassojen syntymäärät Suomessa | 4 |
| 2.2 | Kierrätysravinteiden ryhmittely | 9 |
| 2.3 | Kierrätysravinteiden tie syntypaikasta peltoon | 11 |
| 2.4 | Kierrätyslannoitteiden ravinteet | 13 |
| 2.4.1 | Hiili-typpisuhde | 14 |
| 2.4.2 | Kasvutekijät | 14 |
| 2.5 | Biokaasulaitosten mädätteiden käyttökelpoisuus peltoviljelyssä | 15 |
| 2.6 | Kierrätyslannoitteiden turvallisuus | 18 |
| 2.6.1 | Huonosti tunnetut tekijät kierrätyslannoitteissa | 19 |
| 3 | Kierrätysravinteiden käyttöä koskeva lainsäädäntö ja maataloustuet | 20 |
| 3.1 | Lannoitelaki | 21 |
| 3.2 | Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista | 22 |
| 3.2.1 | Sivutuotteiden ravinneminimit | 22 |
| 3.2.2 | Tyypiryhmään 3A5 kuuluvat puhdistamolietettä yli 10 % sisältävät kierrätysravinteet | 23 |
| 3.2.3 | Haitalliset aineet, taudinaiheuttajat ja mikro-organismit | 24 |
| 3.3 | Valtioneuvoston asetus fosforin käytöstä maa- ja puutarhataloudessa sekä viher- ja ympäristörakentamisessa | 25 |
| 3.4 | Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta | 26 |
| 3.4.1 | 10§ Lannoitteiden käyttö | 26 |
| 3.4.2 | 11§ Typpilannoitemäärät | 26 |
| 3.5 | Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta | 27 |
| 3.6 | Maataloustukien asettamat ehdot lannoitteiden käyttöön peltoviljelyssä .. | 27 |
| 4 | Kiertoravinne Oy | 29 |
| 4.1 | Kiertoravinne Oy:n tuottamat kierrätysravinteet | 29 |
| 4.1.1 | Biokaasulaitoksen mädätteet | 29 |
| 4.1.2 | Arvo luomulannoitteet | 30 |
| 4.1.3 | Maanparannuskalkit | 31 |

| | | |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5 | Viljelijöiden asenteet kierrätysravinteita kohtaan | 32 |
| 5.1 | Työssä tehty kyselytutkimus | 33 |
| 5.1.1 | Taustatiedot | 34 |
| 5.1.2 | Viljelijöiden näkemyksiä kierrätyslannoitteista | 35 |
| 5.1.3 | Biokaasulaitoksen mädätteiden käyttöhalukkuus tulevaisuudessa .. | 42 |
| 5.1.4 | Kierrätyslannoitteiden kehitysehdotuksia | 45 |
| 5.1.5 | Kehitysnäkemyksiä biokaasulaitosten mädätteiden käytettävyydelle peltoviljelyssä | 46 |
| 5.2 | Käyttökokemuksia yksittäisiltä viljelijöiltä | 47 |
| 6 | Alkutuotannon asiakkaiden näkökulma kierrätysravinteiden käyttöön peltoviljelyssä | 49 |
| 7 | Johtopäätökset | 51 |
| | Lähteet | 56 |

Liitteet

| | |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Liite 1 | Valtioneuvoston asetus fosforinkäytöstä maa- ja puutarhataloudessa 64/2023 mukaiset fosforilannoituksen viljavuusluokkiin perustuvat enimmäiskäyttömäärät. |
| Liite 2 | Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 18. 12.2014/1250 11§ mukaiset liukoisen typen enimmäislisäysmäärät vuodessa hehtaaria kohden. |
| Liite 3 | Saatekirje kyselytutkimukseen. |
| Liite 4 | Tietosuojailmoitus |

1 Johdanto

Viimeisen vuoden aikana on korostunut maiden omavaraisuusasteen tärkeys. Venäjän aloitettua hyökkäyssodan Ukrainaan vuoden 2022 helmikuussa, tultiin Euroopassa nopeasti tilanteeseen, jossa kemiallisesti valmistettujen mineraalilannoitteiden hinta oli noussut korkeaksi. Ensimmäisen vuosineljänneksen aikana yhdistelmälannoitteiden hinta oli noussut 100 % ja typpilannoitteiden 114 %. Nousu jatkui yhä vuoden 2022 loppupuolelle asti. Hintojen nousu johtui siitä, että lannoitteissa raaka-aineena käytetty tyyppi ja lannoitteiden valmistukseen käytettävä maakaasu oli peräisin Venäjältä, jonne sodan myötä oli asetettu talouspakotteita, joten raaka-aineiden saatavuus heikkeni ja hinnat nousivat. Tilanteen vuoksi Euroopassa jouduttiin nopealla aikataululla pohtimaan vaihtoehtoja lannoitteiden valmistamiseksi. (Tilastokeskus, 2022)

Yhdeksi osaksi ratkaisua tullee kasvava kierrätyslannoitteiden käyttö. Kierrätyslannoitteet lisäävät maamme omavaraisuutta, kun emme ole enää niin riippuvaisia tuontilannoitteista. Toisena merkittävänä hyötynä kierrätyslannoitteilla on luonnonvarojen riittävyys ja elinympäristön säilyminen tuleville sukupolville. Esimerkiksi maailman fosforivarat ovat rajalliset ja lannoiteteollisuus käyttää paljon fosforia. Lisäksi runsas mineraalilannoitteiden valmistus ja käyttö kuormittavat ympäristöä. Ravinteiden kierrätyksellä voidaan säästää luonnonvaroja. Kierrätyslannoitteiden käyttö parantaa pellon rakennetta orgaanisen aineksen lisääntyessä peltomaassa. Haasteina kierrätyslannoitteiden käytössä on taata niiden saatavuus, oikea hinta ja laadukkuus. (Söderlund, n.d.) (Marttinen ym., 2017, s. 5)

Tämä työ lähti liikkeelle toimeksiantajana toimineen Kiertoravinne Oy:n tarpeesta saada lisätietoa maanviljelijöiden näkemyksistä kierrätysravinteita kohtaan. Yritys haluaa kehittää kiertotaloutta edistävää liiketoimintaansa asiakas- eli viljelijälähtöisesti. Näin ollen lisätieto viljelijöiden suunnalta on tarpeellista. Erityiseen tarkasteluun haluttiin näkemykset biokaasulaitoksen mädätteen käytöstä kierrätysravinteena ja siitä, vaikuttaako viljelijän mahdolliseen mädätteen käyttöön se, jos yhtenä raaka-aineena on käytetty yhdyskuntapuhdistamolietettä. Viljelijöiden näkökantaa lähdettiin selvittämään kyselytutkimuksen avulla. Kyselytutkimuksen eteenpäin saattamisen hoiti MTK ja toisena kanavana toimi sosiaalisen median Facebook-ryhmä Maajussit.

2 Kierrätysravinteet

Niin kauan kuin maata on viljelty, on sitä myös lannoitettu. Entisajan agraariyhteiskunnassa lannoittaminen tapahtui luonnollisesti tilan karjanlannalla. Yhteiskunnan kehittyessä väestön määrä kasvoi ja kemian tietämys lisääntyi. 1900-luvun alussa Suomeen saapuivat mineraalilannoitteet, mutta vasta toisen maailmansodan jälkeen alkoi mineraalilannoitteiden käyttö vallata tilaa karjanlannalta. Yhteiskunnan kehittyttyä edelleen hyvinvointivaltioissa heräsi kiinnostus kiertotaloutta kohtaan. Tämän hetken mielenkiinto kierrätyslannoitteita kohtaan johtuu ihmisten halusta suojella elinympäristöään ja sen luonnonvaroja, mineraalilannoitteiden huimasta hinnan noususta ja raaka-aineiden saatavuusongelmasta Venäjän hyökättyä Ukraina 2022. Yhtenä kiertotalouden osa-alueena ovat kierrätyslannoitteet. Kierrätyslannoitteilla tarkoitetaan sellaisia lannoitteita, jotka on valmistettu erilaisista orgaanisperäisistä sivuvirroista prosessoimalla. Niiden ravinne- ja hivenainepitoisuudet vaihtelevat raaka-aineiden ja syntyperän mukaan samoin kuin niiden orgaanisen aineksen määrä. Kun ravinnerikkaiden orgaanisten biomassojen sisältämät ravinteet uudelleen käytetään kierrätysravinteina, vähennetään ympäristöön aiheutuvia ravinnepäästöjä, korvataan uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä vähentämällä epäorgaanisten lannoitteiden tarvetta ja lisätään maahan sen kasvukuntoa parantavaa orgaanista ainesta. Lisäksi kierrätyslannoitteiden käyttö tapahtuu usein lähellä niiden syntyäpaikkaa, jolloin kuljetuskustannukset ovat vähäiset. Mahdollisten lannoitevalmisteiden ja maanparannusaineiden käyttökelpoisuutta pohdittaessa on noussut huomattavaan arvoon eri raaka-aineiden saatavuus, ekologisuus, kierrätettävyyys ja jopa sijainti. Venäjän hyökkäyksen seurauksena on kiinnitetty huomiota maamme huoltovarmuuteen myös lannoitesektorilla. Tämä on aiheuttanut positiivisia tuulia kierrätysravinnepuolelle. (Kemiamedia, 2022) (Laatulannoite, n.d.) (MTK, 2017) (Luonnonvarakeskus, 2022) (Luostarinen ym., 2019, s. 4) (Myllyviita & Rintamäki, 2018, s. 9) (Marttinen ym., 2014)

Kierrätyslannoitteiden raaka-aineina käytetään pääosin sivuvirtoja. Nämä ovat peräisin

❖ maataloudesta

◆ lanta

- ◆ kasvienosat
- ❖ elintarviketeollisuudesta
 - ◆ lihajauho
 - ◆ luujauho
 - ◆ verijauho
 - ◆ perunan soluneste
- ❖ metsäteollisuudesta
 - ◆ tuhka
 - ◆ kuitu
 - ◆ liete
- ❖ yhdyskunnista
 - ◆ biojäte
 - ◆ puhdistamoliete.

(Marttinen ym., 2013) (Tolvanen, 2022)

2000 luvun alkupuolella muuttunut ympäristölainsäädäntö loi tarpeen biohajoavien jätteiden käsittelylaitoksille. Laissa rajoitettiin voimakkaasti biojätteen sijoittamista kaatopaikoille. Lisäksi voimaan tullut eläinperäisten sivutuotteiden käsittelyä ja hyödyntämistä säätelevä sivutuoteasetus ((EY) N:o 1774/2002) sekä kansallinen lannoitevalmistelainsäädännön muutos loivat tilanteen, jossa biokaasulaitosten avulla alettiin muuntamaan jätteitä energiaksi ja sivuvirtana saatiin maatalouden ja teollisuuden käyttöön soveltuvia ravinnepitoisia sivuvirtoja. (Marttinen ym., 2013) (Tolvanen, 2022)

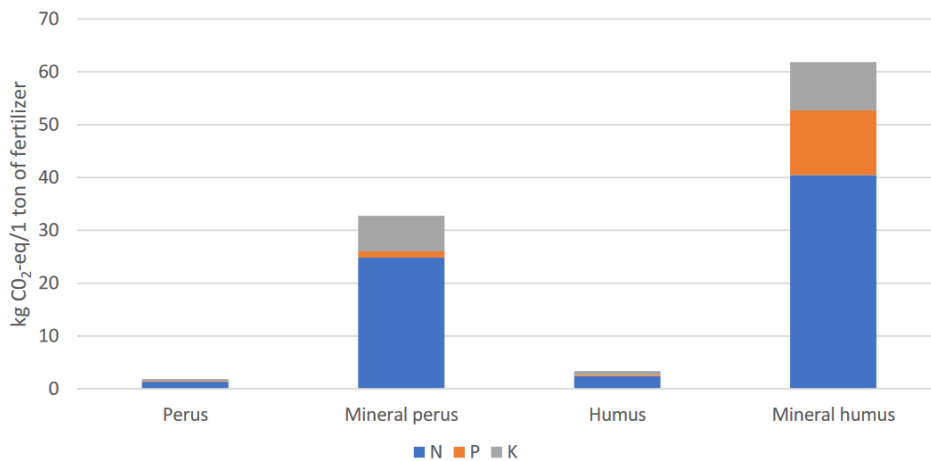
Biokaasulaitosten avulla voidaan prosessoida erilaisia biomassoja yhdellä kertaa. Sillä, miten biokaasulaitos toimii, pystytään vaikuttamaan lopputuotteen laatuun, taudinaiheuttajien tuhoutumiseen ja valmiin tuotteen käyttökelpoisuuteen kasveille. Lisäksi ravinnekierrätys tehostuu ja ympäristövaikutukset vähenevät. Taudinaiheuttajien tuhoamisessa oleellista on prosessin lämpötila, siihen kuluva aika ja missä vaiheessa ja miten raaka-aineet sekoittuvat. Biokaasun tuotannon raaka-aineiden ravinnepitoisuudet eivät oleellisesti muutu laitoksessa tapahtuvan prosessin aikana. Lopputuotteen sisältämä, kasveille käyttökelpoinen, ammoniumtyypen määrä sen sijaan voi lisääntyä suotuisassa biokaasulaitosprosessissa, kun

orgaaninen typpi liukoistuu osittain. Haitta-aineiden minimointi on osa biokaasulaitoksen prosessia. (Marttinen ym., 2013) (Myllyviita & Rintamäki, 2018, s. 12)

Kuvasta 1 nähdään Gasumin Lohjan biokaasulaitoksen mädätteen osien, perus ja humus, tuottamisen aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen määrät verrattuna vastaavat typpi-, fosfori- ja kaliummäärät sisältävään mineraalilannoitteeseen. Havainnoista tärkeimmäksi nousee mineraalilannoitteessa olevan typpitonniin hiilidioksidipäästöjen suuri määrä.

Hiilineutraliutta tavoiteltaessa lannoitteen tuotantotavalla on merkitystä. (Mallat, 2022)

Kuva 1 Mineraalilannoitteen ja biokaasulaitoksen mädätteen jakeiden vertailu niiden aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen osalta. (Mallat, 2022)

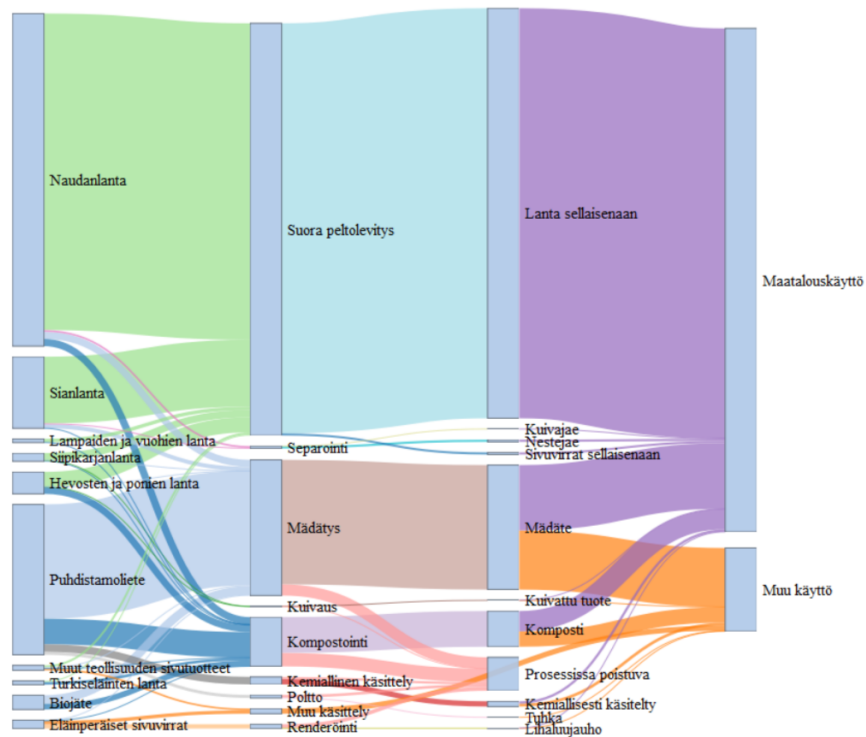


2.1 Biomassojen syntymäärät Suomessa

Kierrätysravinteiksi soveltuvia biomassoja syntyy Suomessa 18 000 miljoonaa kg vuodessa. Yli 71 % (lähes 13 000 miljoonaa kg) biomassoista on karjanlanta, josta suurin osa käytetään pelloilla lannoitteena prosessoimatta sitä, kuten kuvasta 2 nähdään. Lannasta pääosa levitetään pelloille käsittelemättä sitä mitenkään. Vain 7 % karjanlannasta prosessoidaan tällä hetkellä. Lannan prosessoinnin etuna voitaisiin pitää typen hävikin pienenemistä ja kuljetuskustannusten pienenemistä. Kuitenkin prosessoinnista aiheutuvat kulut ja lannan kuivaukseen ja puristamiseen kulunut energiamäärä eivät houkuttele lisäämään karjanlannan prosessointia. 24 % (4400 miljoonaa kg) biomassoista on puhdistamolietettä, josta noin puolet päättyy prosessoituna maatalouskäyttöön. Prosessoinnin heikkoutena on

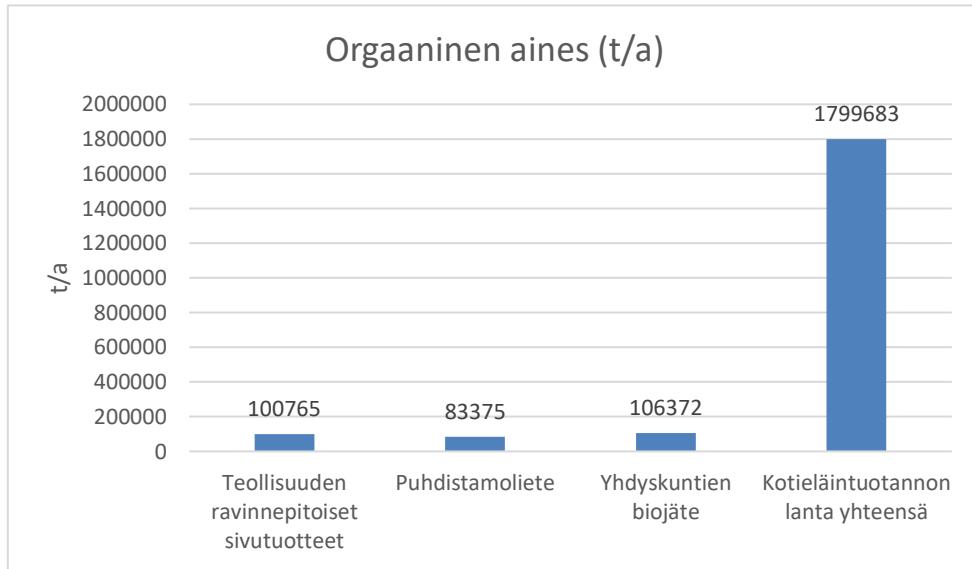
siinä tapahtuva orgaanisen aineksen hajoaminen ja mahdollinen typen haihtuminen. On harvinaista, että prosessoinnissa väkevöitettäisiin tuotetta kuljetuskustannusten säästön näkökulmasta edullisemmaksi. Muita prosessoitavia jakeita on yhteensä noin 5 % syntyvistä biomassoista, teollisuuden ravinnepitoisia sivutuotteita (400 miljoonaa kg) ja yhdyskuntien biojätteitä (400 miljoonaa kg). (Luonnonvarakeskus, n.d.) (Äystö ym., 2022, ss. 19-23)

Kuva 2 Biomassojen nykyinen prosessointi ja loppukäyttö. (Luonnonvarakeskus, n.d.)



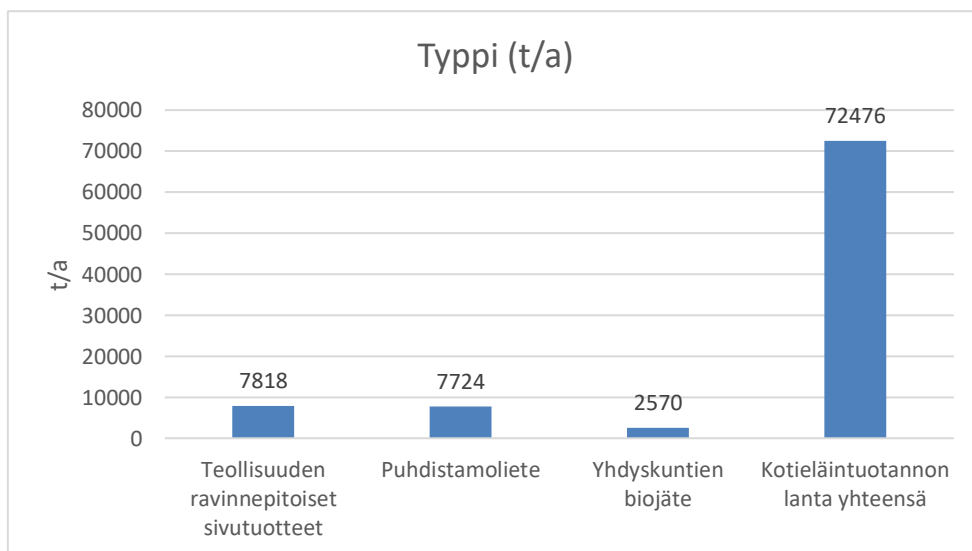
Biomassojen käyttö maataloudessa on osa Euroopan Unionin kiertotaloussuunnitelmaa. Syynä biomassojen kierrätyksessä maatalouskäyttöön on niiden sisältämä orgaaninen aines ja ravinteet. Orgaanisen aineksen määrästä valtaosa, kuvan 3 mukaisesti, on peräisin karjanlannasta. Muut jakeet yhteensä sisältävät orgaanista ainesta vain kuudesosan karjanlannan sisältämästä orgaanisen aineksen määrästä. (Luonnonvarakeskus, n.d.) (Luonnonvarakeskus, 2022, ss. 47-49)

Kuva 3 Vuosittain yhteiskunnassamme syntyvien biomassojen sisältämät orgaanisen aineksen määrät. (Luonnonvarakeskus, n.d.)



Kuvissa 4 ja 5 on esitetty eri biomassojen sisältämät typen, fosforin ja määrä vuosittain Suomessa syntyvissä biomassoista. Kuten havaitaan, puhutaan merkittävästä määrästä ravinteita. Typpeä biomassat sisältävät yhteensä 90 000 tonnia, kuva 4, tästä 35 000 tonnia on mineraalilannoitteiden typpeen verrattavissa olevaa. Se on lähes kokonaan peräisin karjanlannoista. (Luonnonvarakeskus, n.d.) (Luonnonvarakeskus, 2022, ss. 47-49)

Kuva 4 Suomessa vuodessa syntyvien biomassojen sisältämät typpimäärät. (Luonnonvarakeskus, n.d.)

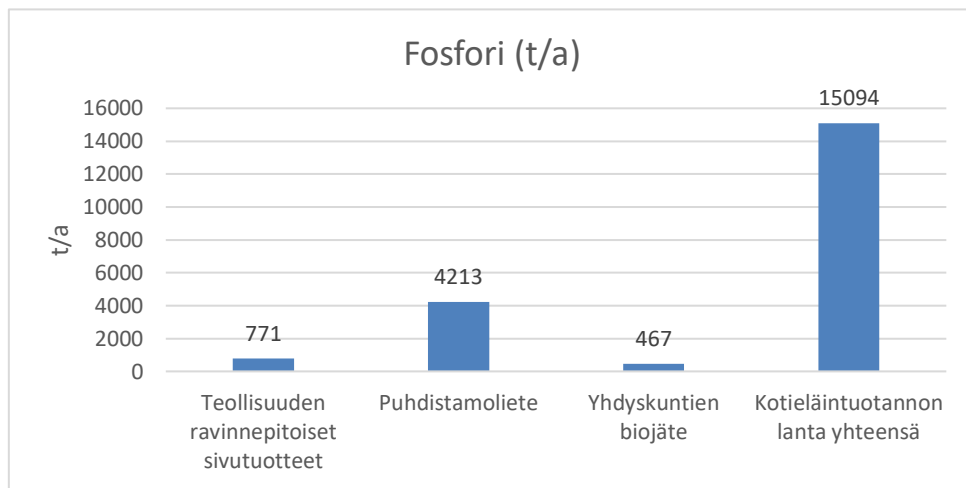


Maatalouden lisäksi merkittävänä fosforin lähteenä voidaan pitää puhdistamolietteitä, kuva 5. Verrattaessa määrää biojätteisiin se on noin kymmenkertainen ja teollisuuden sivutuotteisiin verrattuna yli viisinkertainen. Kiertotalouden hyötynä saadaan vähennettyä mineraalilannoitteiden käyttöä ja säästettyä maailman fosforivarantoja.

(Luonnonvarakeskus, n.d.) (Luonnonvarakeskus, 2022, ss. 47-49)

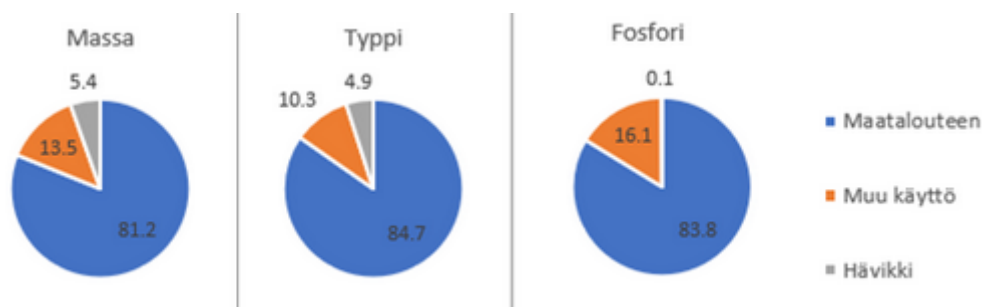
Kuva 5 Suomessa vuodessa syntyneiden biomassojen sisältämät fosforimäärät.

(Luonnonvarakeskus, n.d.)



Luonnonvarakeskus, Luke, tutkii ja selvittää parhaillaan tietoja ravinteiden kierrätyksestä. Sähköpostissaan Luonnonvarakeskuksen johtava asiantuntija, FT, dosentti Sari Luostarinen (henkilökohtainen tiedonanto, 24.1.2023) kertoo, että kyseisestä asiasta on saatavilla tietoa varsin niukasti. Luonnonvarakeskuksen kyseiseen aiheeseen liittyvä tutkimus on valmistumassa tämän kevään kuluessa ja siinä esitetään muun muassa kuvassa 6 olevat biomassojen käytön jakaumat prosenttiosuuksina ilmaistuina niin massoina kuin typen ja fosforin määrinä.

Kuva 6 Biomassojen jakaantuminen eri kohteisiin prosenttiosuuksina. (Luostarinen, S. 24.1.2023)



Koska tiedot on koottu asiantuntijaryhmän omaa erikoisosaamista hyväksi käyttäen ja useista eri lähteistä, he eivät halua ilmaista tarkkoja kilogrammoihin perustuvia määriä. Maataloutta on pidettävä merkittävänä biomassoja kierrätysravinteina hyödyntävänä tahona, koska sen osuus on kaikilla kuvan 6 mittareilla mitattuna yli 80 % tuotetusta biomassasta. Mikäli kierrätysravinteiden sisältämät typpi ja fosforimäärät jaettaisiin tasaisesti koko viljellylle alalle, noin 2 miljoonaa hehtaaria, tarkoittaisi tämä 46 kg typpeä ja 10 kg fosforia hehtaaria kohden. Puolella alasta viljellään eri viljoja, ohran ja kauran viljelyn ollessa suurimmilla pinta-aloilla. Nurmen, erityisesti säilörehunurmen, tuotanto on toinen merkittävä peltoviljelyn tuote. Yhteensä nurmet ja vilja kattavat 90 % peltoviljelyn pinta-alasta tänä päivänä. Kasvaakseen hyvin kaikki kasvit tarvitsevat paitsi hyväkuntoisen maan ja riittävästi kosteutta myös ravinteita. Ravinteista typen satovaste on korkea. Turvaamalla riittävä typen saanti kasvun kaikissa vaiheissa, voidaan nostaa sadon valkuaispitoisuutta. Kierrätyslannoitteita käytettäessä on otettava huomioon, että vain noin puolet orgaanisesta tyydestä on levitysvuonna käyttökelpoista. Lisäksi huomion arvoista on fosforin sallitut levitysmäärät eri fosforiluokissa oleville maille. Otettaessa fosforirajoitus ja viljeltyt kasvit huomioon, Suomessa syntyvillä biomassoilla saataisiin katettua 90 % peltoviljelyn vuosittain tarvitsemasta fosforista. Typen kierrätykseen voitaisiin saada lisäpotentiaalia maatalouden kasvibiomassoista, kuten oljista tai suojavähyhykkeiden ja luonnonhoitopeltojen nurmista, käyttämällä niitä osana syötettä biokaasulaitoksissa. Yhdyskuntien ja teollisuuden sivuvirtojen typen talteenoton tehostamisella saataisiin tällä hetkellä mm. ilmakehään päätyvää typpeä otettua enemmän kiertoon. Jäteveden puhdistamojen osalta ravinteiden talteen otto on ollut toissijaista niiden prosessien suunnittelussa. Erityisesti typpeä saataisiin nykyistä enemmän talteen esimerkiksi jalostamalla rejektivettä, eli typpi- ja kaliumpitoista

käsittelyjäännöksen nestejaetta, joka syntyy separoinnin yhteydessä. (Salo, 2023)
(Luonnonvarakeskus, 2022, ss. 47-49) (Smagina, 2020)

Kierrätyslannoitteet sisältävät orgaanista ainesta. Erityisesti kivennäismaat hyötyvät siitä. Suuremmasta orgaanisen aineksen määrästä on hyötyä maanrakenteen kannalta ja typen vapautumisen näkökulmasta. Orgaanisen aineksen sisältämä orgaaninen typpi mineralisoituu ja vapautuu kasvien käyttöön maan mikrobitoiminnan seurauksena. Kierrätysravinteiden satovasteen selvittäminen erityisesti typen osalta on hankalaa, koska typen mineralisaatioon kuluvaa aikaa ei voi ennustaa tarkasti. (Luonnonvarakeskus, 2022, ss. 8-9)

2.2 Kierrätysravinteiden ryhmittely

Kierrätysravinteet voidaan jakaa lannoitevalmisteisiin ja maanparannusaineisiin, kuva 7. Lannoitteet jaetaan pääosin tuotettaviin, orgaanisiin ja vähemmän tuotettuihin, epäorgaanisiin lannoitevalmisteisiin. Lannoitevalmisteiden tarkoituksena on turvata kasveille riittävästi ravinteita kasvuun. Maanparannusaineet hoitavat maaperää ja lisäävät kasvua maaperän orgaanisen aineksen lisääntymisen ja happamuuden vähentymisen myötä. Maa-, metsä- ja elintarviketeollisuuden sivuvirtoja voidaan suoraan käyttää kierrätysravinteina. Vaihtoehtoisesti niitä voidaan prosessoida, jolloin niistä tulee helpommin maataloudessa käytettäviä, toki siitä aiheutuu kustannuksia. Yhdyskuntien eloperäiset sivuvirrat, kuten puhdistamolietteet ja biojätteet on aina prosessoitava ennen niiden käyttöä lannoitevalmisteena. Kierrätysravinteiden laatu vaihtelee niissä käytettävien raaka-aineiden vaihtelun ja prosessointitekniikan vuoksi. Lisäksi verrattaessa mineraalilannoitteisiin tulee ottaa huomioon kierrätysravinteiden sisältämien ravinteiden liukoisuus, joka on yleensä heikompi kuin mineraalilannoitteiden. Kierrätysravinteiden eduksi voidaan katsoa mineraalilannoitteisiin verrattaessa niiden maan kasvukuntoa pitkällä aikavälillä parantavat vaikutukset; orgaanisen aineksen lisäyksen myötä maan mikrobitoiminta vilkastuu, maan rakenne, huokoisuus, multavuus ja veden sekä ravinteiden pidätyskyky paranee, kuten vesitalous haastavissakin olosuhteissa, sitä myötä sadontuottokyky nousee. Mikrobitoiminnan kasvun ja multavuuden nousun katsotaan lisäksi parantavan pellon fosforin sitomiskykyä. Maanparannusaineina käytettävillä kalkeilla nostetaan maaperän pH-

arvoa ja siten kasviraavinteiden käytettävyyttä paranevat. Nollakuidun merkittävin vaikutus on sen sisältämän orgaanisen aineksen ravinteita pidättävä vaikutus, joka jakautuu useammalle vuodelle vaikuttaen maaperään pidettyihin ravinteisiin. (Luostarinen ym., 2019, ss. 4-7,10)

Kuva 7 Kierrätyslannoitteiden ja maanparannusaineiden raaka-aineet ja käyttökohteet
(Luostarinen ym., 2019, s. 5)



Kierrätyslannoitteiden luokittelu voidaan tehdä myös, kuten kuvassa 8, niiden tyypin mukaan. Lietemäisten lannoitteiden kuiva-ainepitoisuus on 2–10 % ja ravinnepitoisuudet pienet, mutta kasveille käyttökelpoisessa muodossa. Ne ovat vain vähän jalostettuja ja ovat syntyneet usein mädätyksen seurauksena. Lietemäisten tuotteiden riskinä on typen haihtuminen ja huuhtoutuminen, mikäli varastointia ja kuljetusta ei ole järjestetty asianmukaisesti. Kuivalantamaisten tuotteiden kuiva-ainepitoisuus on 30 % tai enemmän, koostuen pääosin orgaanisesta aineksesta. Typen haihdunta tai huuhtoutumisriski on pieni, sen sijaan osa kyseisistä lannoitteista sisältää merkittävästi fosforia. Ravinneköyhiä kuivalantamaisia kuitupitoisia tuotteita käytetään maanparannusaineina. Nestemäisissä tuotteissa ei ole juurikaan kuiva-ainetta tai orgaanista ainesta. Niiden ero muihin kierrätyslannoitteisiin verrattuna on niiden sisältämät runsaat ravinnemäärät tilavuuteensa nähden. Erilaiset kiteet ja kuonat poikkeavat toisistaan huomattavasti. Yhteistä niille kaikille on yli 70 % kuiva-ainepitoisuus. Niitä käytetään yleensä maanparannus- ja kalkitusaineina. Maanparannusaineina ja kompostien lisäaineina käytetään erilaisia tuhkia ja pyrolyysissä

syntyvää biohiiltä. Tuhkat ja biohiili sisältävät yleensä runsaasti hivenaineita ja fosforia sekä kaliumia. Typeä niissä tavataan harvoin. Niiden käyttöä suositellaan köyhtyneille suurirakeisille maille maanparannusaineeksi. Tuhkat ja biohiilet saattavat sisältää joitain haitta-aineita. Mikäli kierrätysravinnemassan kuiva-ainepitoisuus on vähintään 85 %, siitä voidaan tehdä pellettejä tai rakeita. Yleensä kierrätysravinnemassat vaativat kuivausta ennen pelletöintiä tai rakeistamista. Rakeiden ja pellettien kuiva-ainepitoisuus on yli 90 %. Kyseisten kierrätysravinteiden etuna on se, että ne soveltuvat käytettäväksi tavallisissa kylvölannoittimissa. Niiden heikkoutena taas katsotaan olevan prosessoinnin suuri energiankulutus tyyppihävikkeineen. (Luostarinen ym., 2019, ss. 6-7)

Kuva 8 Esimerkkejä erilaisten kierrätyslannoitevalmisteiden tyyppinimistä. (Luostarinen ym., 2019, s. 15)

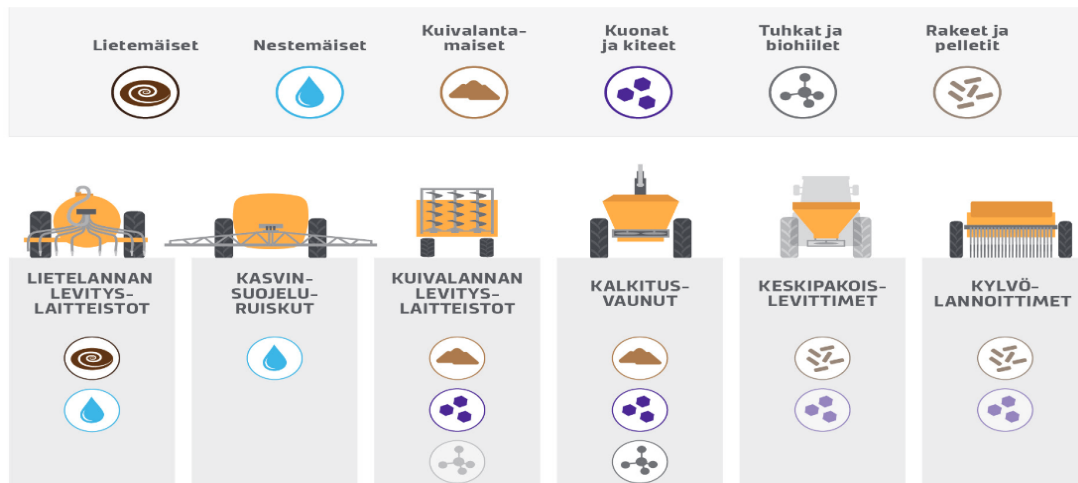
| Lietemäinen  | Kuivalantamainen  | Nestemäinen  | Kuonat ja kiteet  | Tuhkat ja biohiilet  | Pelletit ja rakeet  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mädätysjäännös (kun KA < 15 %) | Orgaaninen eläin- peräinen lannoite | Melassiuute | Masuunikuona | Viljaprosessoinnin sivujakeiden tuhka | Orgaaninen lannoite |
| Rejektivesi | Orgaaninen kivennäislannoite | Orgaaninen lannoitelius | Meesakalkki | Puun ja turpeen tuhka | Kuivarae- tai jauhe |
| Kalkkistabiloitu puhdistamoliete (kun KA < 15%) | Maanparannus- komposti | Perunan soluneste | Kipsi | Eläinperäinen tuhka | Tuhkapitoinen kalkkirae |

2.3 Kierrätysravinteiden tie syntypaikasta peltoon

Kierrätysravinteita syntyy ympäri vuoden. Peltoviljelyssä ravinteiden lisäys peltoon on hyvin kausiluonteista, joko keväällä tai syksyllä kylvöjen yhteydessä ja kasvukaudella lisälannoitukseen. Tästä vuoden mittaan epätasaisesta käytöstä aiheutuu tarvetta varastoida kierrätysravinteita. Varastoinnissa tulee ottaa huomioon mahdollinen riski typen haihtumiselle (erityisesti lietteet) ja varaston tiiviys. Kierrätyslannoitteiden tuottajilla on jonkin verran varastoja itsellään, mutta varastoina voidaan hyödyntää myös tiloilla olevia valmiita varastoja, kuten lietesäiliöitä, laimeiden nesteiden ja lietteiden varastointiin ja

kuivalantaloita kuivien jakeiden varastointiin. Lietteille voidaan rakentaa kumimattovarastoja, jotka ovat maassa lietesäiliöiden tavoin. Rakeiset tuotteet voidaan varastoida kosteudelta suojattuna suursäkeissä. Väkeviä nesteitä varastoidaan IBC-konteissa, sillä ne tarvitsevat jäätymiseltä suojaavaa lämmintä tilaa. Koska kierrätyslannoitteet ovat monenlaisessa muodossa, toiset sisältävät enemmän vettä kuin toiset, niin niiden kuljetus- ja levityskustannusten kannattavuus riippuu pitkälti koostumuksesta. Mitä enemmän vettä tuote sisältää, sen lyhyempi kuljetusmatka tuotantolähteestä peltoon on taloudellisesti kannattavaa. Esimerkiksi biokaasulaitosten mädätteillä pyritään maksimissaan 80 km kuljetusmatkaan, toteaa Kiertoravinne Oy:n tuotepäällikkö Kaisa Vuorinen sähköpostissaan asiasta kysyttäessä (henkilökohtainen tiedonanto 9.12.2022). Kun kuljetuskalusto ja levityskalusto ovat erillisiä, voidaan vähentää maan tiivistymisriskiä, kun kuljetuskalustolla ei tarvitse ajaa pellolla. Toinen mahdollinen keino tiivistymisen hillintään on nesteiden ja lietteiden osalta vetoletkulevitys. Se vaatii kuitenkin laajan yhtenäisen tasaisen peltoaukean ollakseen kannattavaa. Kierrätysravinteiden peltoon levitystapa valitaan tuotteen tyyppin mukaan. Kuvassa 9 on nähtävillä erityyppisiä levityskalustoja ja minkälaisille tuotteille ne soveltuvat. (Luostarinen ym., 2019, ss. 8-11) (Kymäläinen & Pakarinen, 2015, ss. 115-119)

Kuva 9 Levityskalustojen soveltuvuus eri kierrätysravinteille. (Luostarinen ym., 2019, s. 9)



Levityskaluston valinnalla voidaan vaikuttaa siihen, että levitystulos on mahdollisimman tasainen, minimoidaan typen hävikki ja pellon tiivistyminen on mahdollisimman vähäistä. Levitys voi tapahtua tilan omalla kalustolla tai lannoitevalmistajien välittämällä

urakointilevityspalveluilla, viljelijän valinnan mukaan. Levityksessä tulee ottaa huomioon säätila. Paras levitysjankohta on tyyni, viileä sää, jolloin typen haihtuminen on minimissään. Lisäksi multausta välittömästi levityksen jälkeen pienentää typen haihtumista. Multaus on tehtävä nesteille, lietteille, kuiville ja rakeisille valmisteille vuorokauden sisällä levityksestä. Lietteitä ja nesteitä voidaan levittää sijoituslevityksenä, jolloin erillistä multausta ei tehdä. Multaus tulisi tehdä poikittain levityssuuntaa vasten, jolloin tasataan levityksessä aiheutuva epätasaisuutta. Multauksen tarkoituksena on estää typpeä haihtumasta ja fosforia huuhtoutumasta estämällä pintavaluntaa. (Luostarinen ym., 2019, ss. 8-11) (Kymäläinen & Pakarinen, 2015, ss. 115-119)

2.4 Kierrätyslannoitteiden ravinteet

Käytettäessä kierrätyslannoitteita on kiinnitettävä huomiota siihen, missä muodossa niissä olevat ravinteet ovat. Orgaaniseen aineeseen sitoutunut typpi on kasvien käytössä vasta sen mineralisoiduttua. Näin ollen kevätlevityksessä lisätty koko typpimäärä ei ole kasvin käytössä kasvun alussa vaan vapautuu vasta myöhemmin kasvukaudella. Vapautumisen ajankohtaa ei voida tarkasti ennustaa. Noin puolet kokonaistyppimäärästä on kasvien käytössä samana kasvukautena, kun kierrätyslannoite lisätään peltoon. Mitä enemmän ravinne sisältää liukoisia valmisteita, sitä nopeammin ne vapautuvat kasvien käyttöön. Rejektivedet vapauttavat ravinteet nopeasti ja soveltuvat siten hyvin esimerkiksi viljojen lannoitukseen keväällä. Paljon orgaanista ainesta sisältävät kompostit taas vapauttavat hitaasti ravinteita ja niitä käytetään juuresten lannoituksessa. Ammoniumsulfaattia voidaan käyttää jopa kesken kasvukauden. Kierrätysravinteissa olevan fosforin liukoisuus vaihtelee suuresti.

Karjanlannassa liukaisen fosforin osuus on 60–80 % ja puhdistamolietteissä se voi olla heikoimmillaan vain 1 %. Mineraalilannoitteiden kaikki fosfori on kasveille käyttökelpoisessa muodossa kasvukauden aikana. Viljojen lannoituksessa kierrätysravinteiden suurin hyöty on siinä, että ne vapauttavat ravinteita hitaasti kasvukauden aikana lisäten satoa ja valkuaisen määrää jyvissä. Ravinteiden huuhtoutumista voi estää kylvämällä viljan kumppaniksi aluskasveja. Ne ottavat ravinteita koko kasvukauden ajan ja lisäksi kasvattavat juurimassaa sekä ruokkivat maaperän eliöitä. (Salo, 2023) (Luostarinen ym., 2019, ss. 5-6) (Yara, 2022) (Söderlund, n.d.)

2.4.1 Hiili-typpisuhde

Orgaanisten lannoitteiden käytössä tulee ottaa huomioon ravinnemäärien lisäksi lannoitteen hiili-typpisuhde. Mitä korkeampi se on, sitä varmemmin kasvi tarvitsee lisälannoitusta mineraalilannoitteista. Esimerkiksi oljella C/N-suhde on yli 25. Hajotessaan olki sitoo typpeä maasta ja se ei ole viljelykasvin käytettävissä. Matalan C/N-suhteen omaavat orgaaniset lannoitteet, kuten sian lietelanta, toimivat yksistään kasvien typpilannoitteena. Kasvien kasvuun lähtö vaatii paljon typpeä. Riittävä typen määrä kasvukauden alussa tulee varmistaa starttilannoituksella käytettäessä orgaanisia lannoitteita. (Yara, 2022)

2.4.2 Kasvutekijät

Kasvutekijät voidaan jakaa ulkoisiin ja sisäisiin kasvutekijöihin. Ulkoisia kasvutekijöitä ovat

❖ Ilmastolliset tekijät

- hiilidioksidi
- lämpötila
- säteily
- sadanta

❖ maaperälliset tekijät

- huokoisuus ja vesitalous
- kasviravinteet
- happamuus

Sisäiset tekijät ovat kasvin geeniperimään liittyviä ominaisuuksia, joilla määrittyy mm. kasvin laji ja lajike. (Helsingin Yliopisto, 2021)

Kasvutekijöistä ainut ryhmä, johon voidaan viljelytoimilla vaikuttaa merkittävästi, on maaperälliset tekijät. Hyvä pellon kasvukunto vaikuttaa maaperäeliöiden määrään ja niiden toimintakykyyn. Kun pidetään huolta ojituksen toimivuudesta ja vältetään pellon tiivistymistä, saadaan hyvä pohja kasvulle. Huokoisessa maassa vesi ja kaasut pääsevät liikkumaan. Huokoset varastoivat vettä ja antavat tilaa juurien kasvulle. Maan happamuus

vaikuttaa kasvien ravinteidenottokykyyn ja mikrobitoitintaan alentavasti, joten kasvu ja sadon määrä vähenevät. Lisäksi haitallisten metallien kuten alumiinin liukoisuus lisääntyy happamuuden kasvaessa. Raskasmetallien kulkeutuminen kasveihin on voimakkaampaa happamissa maissa. Myös maan tiivistymisen riski kasvaa, koska ilmareikiä tekevät lierot eivät viihdy happamissa maissa ja maahiukkasia yhteen sitovat kalsium- ja magnesiumionit toimivat huonommin. Happamuutta torjutaan kalkituksella. Peltomaan hyvänä happamuustasona pidetään maalajin mukaan pH:ta 6,0–7,0. (Ruokatieto, 2023)

Kasvien kasvuun tarvitaan ravinteita. Jokaisella 16 kasviravinteella on oma tehtävänsä kasvussa. Mikäli jotain ravinnetta on liian vähän, se on kasvua rajoittava tekijä. Ravinteet jaetaan pää-, sivu- ja hivenravinteisiin. Pääravinteita ovat typpi, fosfori ja kalium. Typpi vaikuttaa kasvuun, sen puute saa aikaan kasvun vähenemistä. Erityisen paljon sitä tarvitaan kasvun alussa. Typen tehtävänä on muodostaa valkuaisaineita. Fosfori vaikuttaa tähkien ja siementen määrään sekä parantaa juuriston kasvua. Lisäksi sillä on merkitystä kasvin veden ja muiden ravinteiden otossa. Kaliumin tärkeimpänä tehtävänä on suola-vesitasapainon eli kasvin osmoottisen paineen säätely, siten sen määrän vaikutukset ulottuvat myös kasvin kylmän- ja kuivuuden kestävyYTEEN. Lisäksi kaliumia tarvitaan valkuaisaineiden muodostumisessa ja se toimii entsyymiaktivaattorina. (Opi ravinteista -hanke, n.d.) (Yara, a, 2023) (Yara, b, 2023)

2.5 Biokaasulaitosten mädätteiden käyttökelpoisuus peltoviljelyssä

Suomessa kierrätysravinteeksi luokiteltavaa biokaasulaitoksen mädätettä on käytettävissä noin 850 000–900 000 tn vuodessa. Sitä syntyy tasaisesti ympäri vuoden. Koska käyttö lannoitteena tapahtuu vain osan aikaa vuodesta, on tuotetta pystyttävä varastoimaan muu aika. Tyypillisimmin biokaasulaitosten mädätteitä käytetään kevät- ja syysviljojen lannoituksessa ja nurmien perustamisen yhteydessä. Niiden levitysmäärä vaihtelee tarpeen mukaan 10–30 m³/ha. Mädätteet sisältävät yleensä kaikkia pääravinteita. Liukoisen typen määrä Gasumin tuottamissa mädätteissä on keskimäärin noin 4,5 kg/m³ perusjakeessa ja 2,3 kg/m³ humusjakeessa. Laskennassa käytettävän fosforin määrä keskimäärin on perusjakeessa 0,7 kg/m³ ja humusjakeessa 3,1 kg/m³. Kaliumin keskimääräinen määrä perusjakeessa on 1,0 kg/m³ ja humusjakeessa 0,8 kg/m³. Lannoitusvaikutuksen lisäksi ne

parantavat maan kasvukuntoa orgaanisen aineksen lisääntymisen myötä. Maan rakenne ja multavuus paranevat. Siksi niiden soveltuvuus erityisesti kivennäismaille, kuten savimaat, on hyvä. (Viljakainen, 2023) (Gasum, 2023)

MTT:n raportin 82 Biokaasulaitosten lopputuotteet lannoitevalmisteina (Marttinen ym., 2013) mukaan biokaasulaitosten mädätteiden käytettävyyden kannalta oleellisia seikkoja ovat

- tuotteiden ravinnepitoisuudet
- ravinteiden käyttökelpoisuus
- ravinteiden stabiilius
- ravinteiden hygieeninen laatu
- helppo levitettävyyys
- tasalaatuisuus
- Haitta-aineiden määrä, joka ei haittaa kasvien kasvua eikä ole ympäristölle haitallinen
- kilpailukyky tuotanto- ja käyttökustannuksissa verrattuna mineraalilannoitteisiin.

Ravinnemäärät ja niiden käyttökelpoisuus ja stabiilius vaihtelevat jonkin verran erien välillä johtuen niiden raaka-aineista. Kaikki mädäte-erät testataan ennen niiden päättymistä biokaasulaitokselta eteenpäin. Testeissä mitataan ravinnepitoisuuksia, tuotteen hygieenisyyttä, happamuutta, orgaanisen aineksen määrää, johtokykyä sekä haitta-aineiden, kuten raskasmetallien määrää. Jotta mädätettä voidaan turvallisesti käyttää peltoon, on sen täytettävä lannoitevalmisteasetuksen vaatimukset. Tutkimukset ovat osoittaneet biokaasulaitosten mädätteiden sisältävän jonkin verran haitta-aineita. Haitta-ainekuormitus on useimpien yhdisteiden osalta samaa suuruusluokkaa ilmalaskeuman kanssa. (Gasum, 2023) (Marttinen ym., 2017, s17)

Biokaasulaitoksen mädätteen koostumus vaihtelee sen mukaan, mikä on ollut laitoksen syöte. Biokaasun tuotannossa osa orgaanisesta aineksesta reagoi prosessin aikana ja muuntuu eri yhdisteiksi. Epäorgaaninen aines säilyy prosessin ajan. Taudin aiheuttajat voivat tuhoutua biokaasuprosessissa, koska sillä on materiaalia hygienisoiva ominaisuus. Sen sijaan kaikki raaka-aineiden mukana syötetyt pää- sivu- ja hivenravinteet säilyvät prosessissa.

Prosessin aikana tapahtuu ammonifikaatiota, missä orgaaninen typpi hajoaa ammoniumtyypeksi. Ammonifikaatio ei ole kasvinravitsemuksen kannalta haitallista, päinvastoin, koska kasvit käyttävät molempia, ammonium- ja nitraattityppeä hyväkseen. Nitraattityppi on maavedessä, josta kasvit ottavat sitä ja ammoniumtyppi sitoutuu maahiukkasiin, eikä ole siten niin altista huuhtoutumiselle. (Kymäläinen & Pakarinen, 2015, ss. 94-95)

Biokaasulaitosten raaka-aineena käytetään osin puhdistamolietteitä. Ne sisältävät kaikkia kolmea pääravinnetta, typpeä, fosforia ja kaliumia. Käytettäessä orgaanisia lannoitteita, kuten mädätettä tulee huomioida, että siitä vapautuu typpeä hitaammin kuin epäorgaanisista mineraalilannoitteista. Erityisesti tästä muodostuu kynnyskysymys kasvin riittävälle typen saannille, mikäli kasvukauden alku on epäedullinen. Siksi onkin suositeltavaa turvata kasvun alku käyttämällä sekä epäorgaanista että orgaanista lannoitetta kasvukauden alussa. Puhdistamolietteiden happamuus on yleensä lähellä neutraalia, pH 7–8, joten ne mädätteen osana eivät nosta maan pH:ta kalkkistabiloitua lietettä lukuun ottamatta. Biokaasulaitosten mädätteiden sisältämä orgaaninen aines vaikuttaa maan vedenpidätyskykyyn, mururakenteeseen ja pieneliötoiminnan lisääntymiseen pitkällä aikavälillä. Parhaiten mädätteet soveltuvat karjattomille alueille, joissa nurmen viljelyä on vähän. Etelä-Suomi on tämän vuoksi ja maan savipitoisuuden takia otollisinta aluetta mädätteiden käytölle. (Vesilaitosyhdistys, 2013, ss. 7-8)

Biokaasulaitosten mädätteet kuljetetaan joko välivarastoihin tai pellon laitaan erillisellä kuljetuskalustolla. Vain alle 5 km matka on taloudellista kuljettaa levityskalustolla. Yleensä lietemäinen mädäte levitetään traktorivetoisella lietevaunulla, johon mahtuu 14–22 m³ mädätettä. Kyseisessä yhdistelmässä kaikki renkaat kulkevat samaa jälkeä. On mahdollista myös käyttää itsekulkevia levittimiä, joissa renkaat kulkevat eri jälkiä. Niiden säiliöt ovat samaa kokoluokkaa levitysvaunujen kanssa. Mikäli peltoaukea on suuri, vähintään 10 ha, se mahdollistaa vetoletkulevityksen, jolloin tiivistymisriski on pienin. Enemmän kuiva-ainetta sisältävä humusjae levitetään kuivalannan levityslaitteistolla tai kalkitusvaunulla. Verrattuna mineraalilannoitteisiin, biokaasulaitosten mädätteet aiheuttavat pelloille ylimääräisen ajokerran levityksenä. Mineraalilannoitteet levitetään yleensä kylvön yhteydessä. (Liukas, 2023)

2.6 Kierrätyslannoitteiden turvallisuus

Kierrätyslannoitteiden turvallisuutta takaamaan niin ympäristön kuin ihmisten terveyteen ja ravintoon liittyen on olemassa lainsäädännön asettamat rajoitteet. Kuitenkaan lainsäädäntö ei ota kantaa kaikkiin kierrätyslannoitteissa mahdollisesti oleviin haitta-aineisiin. Tällaisia ovat mikromuovit, joiden vaikutuksista ei ole vielä pitkällä aikavälillä riittävästi tutkimusnäyttöä, orgaaniset haitta-aineet ja lääkeaineet. Kierrätysravinteiden raaka-aineena käytettyjen jätevesilietteiden tutkimuksissa on selvinnyt, että Suomen olosuhteissa orgaanisten haitta-aineiden riski ihmisterveydelle on vähäinen. Sen sijaan maaperän terveydelle on olemassa riski, mikäli tuotteita käytetään toistuvasti usean vuoden ajan. (Äystö ym., 2022, s. 40)

Kierrätyslannoitteiden raaka-aineina käytettävien massojen sisältämiä ainesosia ja niiden ominaisuuksia sekä haitallisuutta ihmiselle ja maaperälle tulisi selvittää laajemmin. Tähän asti tutkimus on keskittynyt vain muutamiin aineisiin, kuten raskasmetalleihin. Ne ovat helposti tutkittavia ja osoitettu haitalliseksi ja melko pysyväksi, joten niillä on olemassa raja-arvot, kuinka paljon niitä voidaan peltoon levittää. Tällä hetkellä on usein esillä kierrätysravinteista puhuttaessa yhdyskuntajätevesilietteiden sisältämät haitta-aineet. Samanlaisia haitta-aineita kuitenkin esiintyy eläinperäisissä raaka-aineissa ja teollisuuden sivuvirroissa. Mikäli yhdyskuntajätevesilietteiden käyttöä kierrätyslannoitteissa halutaan edistää, tulisi niistä arvioida nykyisen lisäksi ainakin taulukossa 1 olevat mahdollisesti haitta aiheuttavat aineet. (Äystö ym., 2022, ss. 65-66 ja 69-75)

Taulukko 1 Yhdyskuntajätevesilietteistä löytyneitä haitallisia aineita käyttötarkoituksineen.
(Äystö ym., 2022, s. 65 ja liite 4)

| Yhdiste/yhdisteluokka | Käyttö |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bromatut palonestoaineet | palolta suojaaminen |
| Fenoliset yhdisteet | Kemianteollisuudessa, maaleissa ja pesuaineissa. Bisfenoli-A:ta käytetään lisäksi mm. lämpöherkän paperin valmistuksessa. |
| Ftalaatit | Muovien valmistuksessa, erityisesti PVC-muovin pehmentämiseen. Ne eivät sitoudu muoviin kemiallisesti. |
| Hormonit | Lääkinnällisiin tarkoituksiin. |
| Klooriparafiinit eli SCCP-yhdisteet | Kaivosten kuljetushihnoilla, palonestoaineina kumissa, taipuisissa muoveissa, tietyissä tekstiileissä ja muissa erityissovelluksissa |
| LAS-yhdisteet eli lineaariset alkyylibentseenisulfonaatit | Toimivat pintajännitystä alentavina aineina kotitalous- ja teollisuuspesuaineissa. Ne voivat häiritä hormonitoimintaa, niiden on estrogeenin kaltaisten ominaisuuksien vuoksi. |
| Lääkeaineet | Ihmisten ja eläinten lääkintä |
| Organofosforipalonestoaineet | Yksi eniten käytetyistä palonestoaineiden ryhmistä. Ne eivät sitoudu tuotteisiin kemiallisesti, joten ne voivat haihtua tai huuhtoutua ympäristöön |
| PFAS-yhdisteet eli per- tai polyfluorialkyliyhdisteet | Pintakäsittelyaineissa ja sammutusvaahdoissa |
| Siloksaanit | Kosmetiikassa, kiillotusaineissa ja paperin pintakäsittelyssä |
| Synteettiset hajusteet(ml-synteettiset maskit) | Pesuaineissa ja kosmetiikassa |

2.6.1 Huonosti tunnetut tekijät kierrätyslannoitteissa

Huonosti tunnettuja tekijöitä kierrätyslannoitteissa tai niiden raaka-aineissa on antimikrobiresistenssi, (jonka syntyä edistää antibiootit, biosidit ja raskasmetallit) mikromuovit ja haitalliset kemikaalit. Antimikrobiresistenssi voi heikentää maaperässä olevia mikrobipopulaatioita tai aiheuttaa ihmisille terveydellisiä ongelmia heikentämällä lääkeshoidon tehoa. Pienet, alle 5 mm kokoiset synteettiset tai puolisynteettiset polymeerihiukkaset eli mikromuovit voivat päätyä elinympäristöömme erilaisista tuotteista irtoavina hiukkasina, käytöstä aiheutuvan kulumisen seurauksena, muovisten roskien hajoamistuotteina tai päästöinä. Mikromuovien tutkimus on varsin uutta, siihen on havahduttu vasta 2000-luvulla. Maaperään mikromuovia päätyy yhdyskuntapuhdistamolietteiden lannoitekäytöstä, muoviin kapseloitujen lannoitteiden käytöstä, torjunta-aineista, siemenistä, kasteluveden epäpuhtauksista, katekalvoista, säilörehupaaleista ja maassa käytettävistä muovituotteista, myös sianlannan on osoitettu sisältävän mikromuoveja. Viimeisin mikromuovien haitallisuutta koskeva tutkimus on nimetty MYSTEERI hankkeeksi. Sen ovat suorittaneet Ympäristökeskus sekä Terveyden ja

Hyvinvoinninlaitos yhteistyössä. Hankkeen tuloksena saatiin selville, että kasvien kasvu ja ravinteiden otto voivat muuttua mikromuovien vaikutuksesta, koska muutokset maaperän ominaisuuksissa olivat havaittavissa ja ne aiheuttavat mahdollisesti muutoksia maaperässä tapahtuviin prosesseihin, kuten mikrobiyhteisöjen rakenteisiin. Lisäksi maaperäeliöiden lisääntyminen, kasvu ja selviytyminen voivat vaarantua. Vaikka lierojen lisääntyminen saattaa heikentyä mikromuovien vaikutuksesta niin toisaalta niiden aineenvaihdunta pilkkoo mikromuoveja pienemmiksi ja sen jälkeen maaperä jatkaa hajotustoimintaa. Tutkimuksessa todetaan, että mikromuoveilla ei ole vaikutusta maaperäeläinten elinkykyyn tai vaikutus on lievä korkeinkin pitoisuuksina. Aiheesta pitää kuitenkin tehdä lisätutkimuksia, koska pitkäkestoiset tutkimukset, jotka ulottuvat useaan maaperäeliösukupolveen puuttuvat. Haitallisten kemikaalien ongelmana on, että kaikkia yhdisteitä ja niiden kiertokulkua sekä hajoamista ja reagointia muiden aineiden kanssa ei tunneta vielä tarkasti. Jotta jonkin kemikaalin käytölle voidaan asettaa raja-arvoja, on sen käytön riskit ensin tunnettava. Kyseiseen ryhmään kuuluvat mm. kierrätyslannoitteiden sisältämät torjunta-aineet. Haasteellista kemiallisten aineiden käytön säätelystä tekee se, että ne useimmiten korvataan uusilla kemikaaleilla, joiden riskejä kiertotaloudessa ei tunneta. Jätelannoitehankkeessa on haastateltu toiminnanharjoittajia. Heidän mielestään olisi toiminnan imagoa nostavaa ja markkinoita sekä tuotekehitystä parantavaa, mikäli jäteperäisille lannoitteille saataisiin useammille haitta-aineille tutkittuun tietoon perustuvia raja-arvoja ja määrittelyvelvoitteita. (Äystö ym., 2022, ss. 65-66 ja 69-75) (Salo, 2023)

3 Kierrätysravinteiden käyttöä koskeva lainsäädäntö ja maataloustuet

Lannoitteiden määrittelemistä, valmistamista ja käyttöä koskeva lainsäädäntö on tätä työtä kirjoitettaessa uudistumassa. EU on antanut lannoitevalmistusasetuksen 2019/1009, jonka viimeisetkin kohdat ovat astuneet voimaan vuonna 2022. Tämä asetus on sinänsä jo sitova Suomessa. Edellä mainittua asetusta täydentämään astui maassamme voimaan vuoden 2022 heinäkuussa uusi kansallinen lannoitelaki, joka vastaa paremmin täällä oleviin spesifisiin kansallisiin kysymyksiin. Lannoitteiden valmistaja voi valita noudattaako kansallisia vaatimuksia vai EU:n asetusta. Mikäli tuote täyttää EU:n lannoitevalmistusasetuksen vaatimukset, tuotteessa saa käyttää CE-merkintää. Edellisten lisäksi on voimassa vuonna 2011 maa- ja metsätalousministeriön antama asetus lannoitevalmisteista 24/11.

Kierrätysravinteihin, joissa on käytetty raaka-aineena lihaluujauhoa tai eläinvalkuaista, kuten verijauhoa, on lisättävä rakeista merkkiainetta, epäorgaaninen aines ja kalkkikivi, vähintään 2 % tai siipikarjan ja turkisten lanta vähintään 6 % (Ruokavirasto, d, 2022). Valtioneuvosto sai valmiiksi tämän työn tekemisen aikana asetuksen fosforin käytöstä maa- ja puutarhataloudessa sekä viher- ja ympäristörakentamisessa. Se tuli voimaan tammikuun 17. päivä 2023. Kyseisen asetuksen keskeisenä sisältönä on fosforin käytön rajoitus, joka koskee kaikkea maa- ja puutarhataloutta ympäristösitoumuksen tehneiden sijaan. Asetuksella pyritään ehkäisemään maaperään ja pinta- ja pohjavesiin lannoitevalmisteiden käytöstä aiheutuvia fosforipäästöjä. (Ruokavirasto, c, 2022) (Finlex, 2022) (Maa- ja metsätalousministeriö, 2011) (Valtioneuvosto, 2022)

3.1 Lannoitelaki

Lannoitelaki 711/2022 säätelee kivennäislannoitteiden lisäksi kierrätyslannoitteita. Se on säädetty, jotta voitaisiin turvata lannoitteiden laatu, turvallisuus ja soveltuvuus kasvintuotantoon. Lailla halutaan lisäksi edistää erilaisten sivutuotteiden käyttöä lannoitteina, jos ne täyttävät lannoitevalmisteiden määritelmässä asetetut vaatimukset. Vuoden 2022 lakiuudistuksen tavoitteena on yhtenäistää Suomen lainsäädäntöä EU:n lainsäädännön kanssa kyseisellä alalla. Laissa lannoitevalmisteeiksi määritellään sellaiset tuotteet, joista on hyötyä kasvien kasvun kannalta niiden sisältämien ravinteiden tai muiden ominaisuuksien takia. Lannoitevalmisteilla ei saa olla kielteisiä vaikutuksia ihmisille, eläimille eikä ympäristölle. Asia ilmaistaan Lannoitelain 711/2022 luvussa 2 pykälässä 5 seuraavasti:

”Lannoitevalmisteiden on oltava turvallisia ja käyttötarkoitukseensa sopivia. Lannoitevalmiste ei saa sisältää sellaisia määriä haitallisia aineita, yhdisteitä tai eliöitä, että sen käyttöohjeiden mukaisesta käytöstä voi aiheutua vaaraa ihmisten tai eläinten terveydelle tai turvallisuudelle, kasvien terveydelle taikka ympäristölle.”

Jokaisesta lannoitevalmisteeesta, oli se sitten pakattua tai irtotavaraa, on ilmoitettava tuoteluokka, määrä, ominaisuudet, käyttöohje, varastointiohje, ainesosat, erätunniste ja valmistaja. Nämä tiedot on toimitettava kirjallisesti lannoitteen mukana asiakkaalle. Erityisen

tärkeää hyvälaatuisten lannoitevalmisteiden käytöstä tekee Suomen erityiset olosuhteet happamuuden suhteen. Täällä maat ja vesistöt ovat Euroopan mittakaavassa happamimmat, jolloin ympäristöriskien hallinnasta tulee merkittävä huomioitava tekijä. Lannoitelaissa on säädetty fosforin käytöstä maataloudessa. Maahan levitettävän fosforin määrän on perustuttava siinä viljeltävän kasvin tarpeeseen. Kasvin lisäksi fosforilannoituksessa on huomioitava maan viljavuusluokka. Kierrätysravinteiden käytöstä ja käytön rajoituksista on säädetty maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 24/11. (Ruokavirasto, b, 2022) (Maa- ja metsätalousministeriö, a, n.d.) (Maa- ja metsätalousministeriö, 2011) (Finlex, 2022)

3.2 Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista

Maa- ja metsätalousministeriö on antanut 2011 asetuksen 1784/14/2011, jossa jaotellaan lannoitteet erilaisiin tyyppiryhmiin ja määritellään niille laatuvaatimuksia. Niiden avulla pyritään kierrätyslannoitteiden turvalliseen ja ympäristön tilan huomioon ottavaan nimeämiseen, raaka-aineisiin, kuljettamiseen, varastointiin, valmistamiseen, markkinointiin ja käyttöön. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2011)

Tähän työhön otettiin tarkasteluun kyseisen asetuksen ne kohdat, jotka koskevat Kiertoravinne Oy:n tuotteiden käyttöä peltoviljelyssä.

3.2.1 Sivutuotteiden ravinneminimit

Sivutuotteille, joita käytetään sellaisenaan orgaanisina lannoitteina peltoviljelyssä, on säädetty, että niiden pitää sisältää kuiva-aineen määrästä vähintään 1,0 % pääravinteita tai 8,0 % sivuravinteita. Silloin voidaan katsoa, että ravinteilla on kasvien kasvua edistävä vaikutus. Ravinteiden määrä tulee ilmoittaa tuoteselosteessa silloin, kun sitä on yli 0,3 % kuiva-aineesta tai nestemäisissä sivutuotteissa yli 0,3 % kokonaispainosta. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2011)

3.2.2 Tyypiryhmään 3A5 kuuluvat puhdistamolietettä yli 10 % sisältävät kierrätysravinteet

Sellaisille kierrätyslannoitteille, jotka sisältävät yli 10 % puhdistamolietettä, on asetettu rajoitteita peltokäytössä. Pellon pH:n on oltava vähintään 5,8. Poikkeuksena kalkkistabiloitu liete, jolloin pH:n tulee olla vähintään 5,5. Pellon haitallisten metallien pitoisuuksien tulee olla Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen lannoitevalmisteista määrittämien raja-arvojen alapuolella, raja-arvot näkyvät taulukossa 2. Lisäksi lietteen sisältämien haitallisten metallien pitoisuudet, jotka näkyvät taulukossa 3, eivät saa vuosittain tarkasteltuna ylittyä. Käytettäessä tyypiryhmään 3A5 kuuluvia kierrätysravinteita, pellolla voidaan viljellä viljaa, sokerijuurikasta, öljykasveja ja muita kasveja, joita ei käytetä tuoreena ihmisten ravinnoksi syömällä kasvin maanalainen osa tai eläinten rehuksi. Lisäksi nurmen perustaminen suojaviljaan ja multaaminen sallii kyseisten lannoitteiden käytön. Muulloin niitä ei saa nurmen viljelyssä käyttää. (Finlex, 2013)

Taulukko 2 Viljelysmaan suurimmat sallitut haitta-ainepitoisuudet (Finlex, 2012)

| Alkuaine | Enimmäispitoisuus mg/kg kuiva-ainetta |
|---------------|------------------------------------------|
| Elohopea (Hg) | 0,2 |
| Kadmium (Cd) | 0,5 |
| Kromi (Cr) | 200 |
| Kupari (Cu) | 100 |
| Lyijy (Pb) | 60 |
| Nikkeli (Ni) | 60 |
| Sinkki (Zn) | 150 |

Taulukko 3 Haitallisten aineiden suurimmat sallitut pitoisuudet peltoviljelyssä käytettävissä lannoitevalmisteissa. (Ruokavirasto, a, 2022)

| alkuaine | mg/kg kuiva-ainetta (ka) kohti |
|----------|-----------------------------------|
| Arseeni | 25 |
| Elohopea | 1 |
| Kadmium | 1,5 |
| Kromi | 300 |
| Kupari | 600 |
| Lyijy | 100 |
| Nikkeli | 100 |
| Sinkki | 1500 |

3.2.3 Haitalliset aineet, taudinaiheuttajat ja mikro-organismit

Haitallisista aineista ja taudinaiheuttajista säädetään sekä kansallisella lainsäädännöllä että EU:n lainsäädännöllä. Mikäli valmiste kuuluu CE-merkittyihin tuotteisiin, sitä koskee EU:n lannoitevalmisteasetus. Muutoin voidaan käyttää kansallista lainsäädäntöä. Kansallisessa lainsäädännössä on määrätty enimmäismäärät tietyille haitta-aineille. Näitä pitoisuuksia lannoitevalmiste ei saa ylittää. Poikkeuksena taulukon 1 pitoisuuksiin on kuparin ja sinkin määrät silloin, kun niitä käytetään pelloilla, joilla on maaperäanalyysissä todettu olevan puutetta kyseisistä aineista. (Ruokavirasto, a, 2022)

Haitalliset aineet

Kadmiumia saa olla peltoviljelyssä käytettävässä lannoitevalmisteessa enintään 1,5 mg/kg kuiva-ainetta. Lisäksi kadmiumin määrä on rajattu vuodessa enintään 1,5 g Cd/ha ja enintään 7,5 g Cd/ha viiden vuoden aikana. Fosforilannoitteeksi katsotaan Suomessa sellainen lannoite, jonka fosforipitoisuus on vähintään 2,2 %. Tämä on fosforipentoksidiksi (P_2O_5) muunnettuna 5,5 %. Fosforilannoitteiden suurin sallittu kadmium (Cd) pitoisuus on 50 mg yhtä kiloa fosforia kohti. Jos lannoite on tuotu muualta Euroopasta, sen fosforin määrä ilmoitetaan fosforipentoksidina. Tällöin suurin sallittu kadmiumin määrä on 22 mg Cd/ 1 kg P_2O_5 . (Maa- ja metsätalousministeriö, 2011) (Ruokavirasto, a, 2022)

Taudinaiheuttajat, mikro-organismit ja kasvintuhoojat

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa lannoitevalmisteille määritellään seuraavia raja-arvoja taudinaiheuttajille ja mikro-organismeille peltoviljelyssä. Salmonellaa ei sallita ollenkaan. Escherichia colia saa olla enintään 1000 pmy/g. Kasvintuhoojia ei myöskään saa esiintyä ollenkaan lannoitevalmisteissa. Kasvintuhoojat ovat haitallisia organismeja, jotka ovat peräisin joko eläin- tai kasvikunnasta. Ne voivat olla myös sieniä, bakteereita, fytoplasmoja, viruksia tai taudinaiheuttajia. Yhteistä niille on, että ne saattavat aiheuttaa vahinkoa joko välittömästi tai välillisesti kasveille tai niistä saataville tuotteille. (Ruokavirasto, a, 2022)

3.3 Valtioneuvoston asetus fosforin käytöstä maa- ja puutarhataloudessa sekä viher- ja ympäristörakentamisessa

Valtioneuvoston asetus fosforinkäytöstä maa- ja puutarhataloudessa 64/2023 astui voimaan kuluva vuoden tammikuun 17. päivä. Siinä säädetään fosforin käytölle vuosittainen yläraja maatalouskäyttöön. Aikaisemmin fosforinkäyttöä on rajoittanut ympäristötukijärjestelmä. Kyseisellä asetuksella on tarkoitus saada kaikki viljelijät noudattamaan fosforin käytön rajoituksia ja estää fosforin kulkeutumista pinta- ja pohjavesiin.

Fosforin määrä otetaan kokonaisuudessaan huomioon lannoituksessa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Tällaisia poikkeuksia ovat:

Lihaluu jauho, käsitelty saostus- ja umpisäiliöliete ja puhdistamoliete, huomioidaan 60 % kokonaisfosforista.

Tuhkat ja biohiili, huomioidaan 40 % kokonaisfosforista.

Kipsi ja rakennekalkki, fosforia ei huomioida.

Mikäli pellolle levitetään useita erilaisia lannoitteita, lasketaan fosforin määrä niiden massaosuuksien mukaan. Kaikkien sellaisten lannoitteiden fosforin määrä on huomioitava lannoituksessa, jotka sisältävät fosforia enemmän kuin yhden kilogramman hehtaaria kohti. Mikäli satoa ei korjata, on lannoituksen fosfori huomioitava kokonaisuudessaan seuraavana vuonna. Fosforin suurimpaan sallittuun lisäysmäärään vaikuttaa viljeltävä kasvi, maanäytteen perusteella saatu viljavuusluokka ja toteutunut satotaso. Fosforilannoitus toteutetaan kasvulohkokohtaisesti. Fosforiasetuksen liitteenä olevassa taulukossa, Liite 1, on määriteltynä vuosittaiset enimmäislevitysmäärät fosforille. (Finlex, a, 2023)

Karjanlantapoikkeukset ovat voimassa kaksi vuotta asetuksen voimaantulon jälkeen ja niitä voidaan käyttää vain, mikäli kaikki lannoitus on peräisin karjanlannasta. Poikkeuksena kuvan 13 fosforimääriin on fosforin kierrätyksen edistäminen, jolloin fosforia saa levittää viisi kilogrammaa hehtaarille, mikäli kuvan 13 viljavuusluokissa 6 tai 7 ei ole lukua, fosfori tulee lannan tai mädätteen fosforinerotuksesta ja jakeessa kokonaistypen ja kokonaisfosforin

suhde on vähintään 10. Mikäli viljelijä toteuttaa fosforin kierrätyksen edistämistointa, hän ei voi käyttää fosforintasausta. Jos viljelijä haluaa, fosforilannoituksen laskennassa voi käyttää muissa tapauksissa fosforintasausta viiden vuoden jaksoissa. Siinä fosforimäärä lasketaan yhteen koko jakson ajalta. Tasaus tulee tehdä kasvulohkokohtaisesti. (Finlex, a, 2023)

3.4 Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta

3.4.1 10§ Lannoitteiden käyttö

Kaiken lannoitteiden käytön on tapahduttava niin, ettei se aiheuta vaaraa pohjamaan tiivistymisestä tai vesiin ei tapahdu valumia. Lumipeitteisen, routaantuneen tai veden kyllästämän maan lannoittaminen on kokonaan kielletty. Lannoitusmäärän tulee perustua pellon maalajiin, viljelyvyöhykkeeseen, satotasoon ja kasvinvuorotukseen. Karjanlantaa ja orgaanisia lannoitteita koskee lisäksi levityskielto marraskuun alun ja maaliskuun lopun välillä. Pisimmillään vähintään 30 % kuiva-ainetta sisältävää kuivalantaa tai orgaanisia lannoitteita saa säilyttää pellolla neljä viikkoa ennen levitystä. Lisäksi ne on mullattava vuorokauden sisällä levityksestä. (Finlex, 2014)

3.4.2 11§ Typpilannoitemäärät

Lannoitteena peltoon lisättävän typen määrää rajoittaa Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 18. 12.2014/1250 11§. Siinä on asetettu lannassa ja orgaanisissa lannoitevalmisteissa peltoon lisättävän kokonaistypen enimmäismääräksi 170 kg/ha vuodessa. Liukoisen typen määrään otetaan huomioon kaikki peltoon laitettava lannoitus, mukaan lukien epäorgaaniset lannoitevalmisteet. Mikäli liukoisen typen määrä on suurempi kuin 150 kg/ha, pitää lannoitus jakaa vähintään kahteen erään. Lannoituskertojen välissä on oltava ainakin kaksi viikkoa. Jos peltoa lannoitetaan syyskuun alun jälkeen, saa orgaanisista lannoitteista ja karjanlannasta peräisin olevaa typpeä olla kyseisissä lannoitteissa enintään 35 kg/ha. Syyslevityksen liukoinen typpimäärä lasketaan seuraavan vuoden typpilannoituksen

määrään. Liukoisen typen enimmäiskäyttömäärät on esitetty liitteessä 2. Sallituissa liukoisen typen määrissä on otettu huomioon eri kasvien typen tarve ja pellon maalaji. (Finlex, 2014)

3.5 Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta

Tammikuussa 2023 tuli voimaan Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta 78/2023. Sen luvussa 3, 24§ on kiertotalouden edistämistä koskeva lohkokohtainen toimenpide. Kyseistä toimenpidettä noudatettaessa viljelijä käyttää pellon lannoituksessa lietelantaa, virtsaa, lietelannasta erotettua nestejaetta tai nestemäistä orgaanista lannoitetta ja levittää niitä peltoon sijoittavilla tai multaavilla laitteilla vähintään 15 m³/ha. Toisena vaihtoehtona on lisätä peltolohkolle orgaanista materiaalia, jonka kuiva-ainepitoisuus on vähintään 20 prosenttia vähintään 10 m³/ha. Mikäli materiaali sisältää korkean ravinnepitoisuuden, fosforia vähintään 3 kg/m³, on sitä levitettävä vähintään 5 m³/ha. Kaikkien edellä mainittujen osalta on kuitenkin pitädyttävä lannoituksessa sellaisissa valmisteissa, että fosforilannoituksen enimmäismääriä ei ylitetä. (Finlex, b, 2023)

Ympäristökorvaukseen sitoutuessaan viljelijä lupautuu noudattamaan ympäristökorvauksen ehtoja. Jos hän valitsee lisäksi lohkokohtaisen toimenpiteen kiertotalouden edistäminen, hän saa lisäkorvausta 37 €/ha vuodessa niiltä lohkoilta, joilla kiertotalouden edistäminen - toimenpidettä noudatetaan. (Ruokavirasto, b, 2023)

3.6 Maataloustukien asettamat ehdot lannoitteiden käyttöön peltoviljelyssä

Maatalouden harjoittajille maksetaan EU:n kokonaan tai osittain rahoittamia tukia sekä kansallisia tukia (Maa- ja metsätalousministeriö, b, n.d.). Tuen saamiselle on asetettu ehtoja, joita viljelijän pitää noudattaa. Tukien tarkoitus on turvata maatalouselinkeinon säilymistä Suomessa. Maataloustuet uudistuivat merkittävästi vuoden 2023 alusta lähtien, kun uusi CAP-kausi käynnistyi. Uusissa tukiehdossa painottuu entistä enemmän kestävän kehityksen teemat ja kiertotalous.

Tukiehdossa on perusvaatimukset, joita kutsutaan ehdollisuusvaatimuksiksi. Ne on täytettävä, jotta tukia voitaisiin maksaa. Ehdollisuusvaatimuksissa on määritelty mm.

rajoituksia lannoitteiden ja lantojen käytölle, ettei niiden käyttö pilaisi pinta- ja pohjavesiä tai maaperää. Ehdoissa määritellään, että vesistön viereen on jätettävä 3 m leveä suojakaista, joka voi olla kylvettyjä nurmikasveja tai muita kuin puuvartisia kasveja. Siihen ei saa käyttää kasvinsuojeluaineita eikä lannoitteita. Ainoastaan vaikeassa rikkakasvitilanteessa pesäkeruiskutus erillisellä luvalla on sallittu. Lannoituksen osalta määritetään, että lannan ja orgaanisten lannoitteiden levittäminen on kielletty 1.11.–31.3. välisenä aikana.

Routaantuneeseen lumen peitossa olevaan tai veden kyllästämään maahan ei saa levittää muulloinkaan lannoitteita. Käytettäessä lantaa tai orgaanisia lannoitteita niitä koskee multausvaatimus vuorokauden sisällä levityksestä, poikkeuksena letkulevitys tai hajalevitys kasvustoon. 15.9. jälkeen talvikauden kasvipeitteisinä oleville aloille saa levittää orgaanisia lannoitevalmisteita ja lantaa vain sijoittamalla. Lannoitusta ei saa tehdä alle 5 metrin etäisyydelle vesistöistä. Mikäli pellon kaltevuus on 15 % tai enemmän, siihen saa levittää lietelantaa tai nestemäisiä orgaanisia lannoitteita ainoastaan sijoittamalla. Muiden lannoitteiden levittäminen on sallittua, kunhan ne mullataan 12 tunnin sisällä levityksestä. (Ruokavirasto, a, 2023)

Vuosittain saa levittää lantaa tai orgaanisia lannoitteita sellaisen määrän, että kokonaistypen määrä niissä on yhteensä enintään 170 kg/ha. Mikäli liukoista typpeä käytetään 150 kg/ha tai enemmän, on se levitettävä vähintään kahdessa erässä, joiden väli on oltava vähintään 2 viikkoa. Syyslevityksenä, 1.9. jälkeen, saa levittää enintään 35 kg/ha typpeä. Se huomioidaan täysimääräisesti seuraavan kasvukauden typpilannoituksessa. Lisäksi typpilannoitusta rajoittaa kasvilajikohtaiset, liitteen 2 mukaiset, typen levitysmäärät, pellon maalaji ja mahdollisesti satotaso. (Ruokavirasto, a, 2023)

Fosforin osalta lannoituksessa on huomioitava kasvilajikohtaiset enimmäismäärät, satotaso ja maanäytteen perusteella pellolle saatu viljavuusluokka. Mikäli pellolle ei ole saatavilla viljavuusluokkaa, käytetään silloin liitteen 1, Valtioneuvoston asetus fosforinkäytöstä maa- ja puutarhataloudessa 64/2023, fosforinkäytön enimmäislisäysmäärien mukaisen taulukon viljavuusluokkaa 6 lannoituksen enimmäismäärien laskennassa. Edellisenä syksynä peltoon levitetty fosfori tulee huomioida seuraavalla kasvukaudella täysimääräisesti. Ehdollisuuden vaatimukset fosforinkäytön osalta ovat yhtenevät tammikuun 2023 puolella välissä voimaan

astuneen Valtioneuvoston asetus fosforinkäytöstä maa- ja puutarhataloudessa 64/2023 kanssa. (Ruokavirasto, a, 2023)

4 Kiertoravinne Oy

Kiertoravinne Oy on ilmoitettu kaupparekisteriin syyskuun 2021 lopussa ja yrityksen toiminta on alkanut vuonna 2022. Sen osakkaina toimivat Biolan Oy, sen tytäryhtiö Novarbo Oy, Gasum Oy ja Pöytyän Maanparannus Oy. Yrityksen toimialana on lannoitteiden ja typpiyhdisteiden valmistus. Yrityksen päätoimipaikka on Eurassa, sen tuotantolaitokset sijaitsevat Euran lisäksi ympäri Suomea. Tällä hetkellä toiminnan painopisteenä on vahvasti Satakunta ja Varsinais-Suomi maatalouden ravinteiden osalta. Toimintaa biokaasulaitosten tarjoamien tuotteiden osalta laajennetaan koko ajan. Kiertoravinne Oy tuottaa maatalouden käyttöön kierrätyslannoitteita, jotka ovat peräisin Gasumin biokaasulaitosten sivuvirroista, broilerinlantapohjaisia rakeisia luomulannoitteita ja maanparannusaineita sekä Sucroksen sivuvirtakalkkeja. Lisäksi sen toimialaan kuuluu teollisuuteen toimitettavat teollista ureaa korvaavat typpipitoiset nesteet. (Joutsenlahti-Lankinen, 2022) (Yritys- ja yhteisötietojärjestelmä, 2022) (Kiertoravinne Oy, 2022)

4.1 Kiertoravinne Oy:n tuottamat kierrätysravinteet

Yritys tuottaa kolmenlaisia kierrätysravinteita. Sen toimialaan kuuluvat biokaasulaitosten mädätteet, joita voidaan levittää pelloille lannoitteeksi ja broilerin lantaan pohjautuvat kierrätysravinteet, jotka soveltuvat myös luomutuotantoon lannoitteeksi. Lisäksi valikoimassa on maanparannusaineet, joiden avulla voidaan lisätä pellon viljavuutta.

4.1.1 Biokaasulaitoksen mädätteet

Biokaasun tuotannossa syntyvät mädäte-erät ovat keskenään erilaisia. Erot erien välillä johtuvat käytetyistä raaka-aineista ja niiden suhteista. Ennen lannoitekäyttöön päättymistä erät testataan ja niiden ravinnearvot sekä mahdolliset haitta-aineet testataan. Testauksen tulos kerrotaan avoimesti ostajille testausraporttina ennen ostopäätöstä. Raportit ovat nähtävillä Gasum Oy:n internetsivuilla. Mädätteitä on kolmentyyppisiä; lietemäinen Gasum

Perus, suuremman kuiva-ainepitoisuuden omaava Gasum Humus ja edellisten väkevöintiin tarkoitettu Gasum Voimakas. Lohjan biokaasulaitoksen käyttämä raaka-aine mahdollistaa sen tuottaman mädätteen käytön luomutuotannossa. (Gasum Oy, 2022)

Gasum Perus -lannoitteessa kokonaistypen määrä vaihtelee 4–7 kg/m³ tuorepainosta välillä. Fosforia on 0,5–1,5 kg/m³ tuorepainosta ja kaliumia 0,5–1 kg/m³ tuorepainosta. Koska lannoite on lietemäistä, se voidaan levittää lietelannan levityskalustolla. Lannoitteessa on noin 6 % kuiva-ainetta. Mikäli käytössä on kuivalannan levitykseen soveltuva kalusto, niin silloin kannattaa valita Gasum Humus, joka on edellisestä erotettua kuivajaetta. Sen ravinnepitoisuudet ovat typpeä 2–6 kg/m³ tuorepainosta, fosforia 2–4 kg/m³ tuorepainosta ja kaliumia 0,5–1 kg/m³ tuorepainosta. Kolmantena valikoimassa on vain Vehmaan laitoksella tuotettava Gasum Voimakas. Se on tarkoitettu käytettäväksi Gasum Perus -lannoitteen väkevöittämiseen tai karjanlannan joukossa käytettäväksi. Se eroaa edellä mainituista erityisesti typen määrän suhteen. Gasum Voimakas -lannoite sisältää typpeä 20–24 kg/m³ tuorepainosta, fosforia 2–4 kg/m³ tuorepainosta ja kaliumia 6–8 kg/m³ tuorepainosta. Tällä hetkellä Kiitoravinne Oy välittää Gasum Oy:n laitosten osalta Vehmaan, Huittisten ja Riihimäen biokaasulaitosten lannoitetuotteita. Tammikuusta alkaen tuotevalikoimaan kuuluvat myös Turun ja Lohjan laitosten tuottamat lannoitteet, kertoo Kiitoravinne Oy:n tuotepäällikkö Kaisa Vuorinen sähköpostitse. (Vuorinen, K. henkilökohtainen tiedonanto, 17.11.2022)

4.1.2 Arvo luomulannoitteet

Arvo on broilerinlannasta, verijauhosta ja kaliumsulfaatista valmistettu luonnonmukaiseen viljelyyn soveltuva kierrätysravinnelannoitesarja. Arvolannoitteet sisältävät eri määriä pää- ja sivuravinteita sekä hivenaineita. Ravinteilla pyritään edistämään kasvien satoisuutta ja lannoitteen orgaaninen aines parantaa maaperän viljavuutta. Kyseisiä lannoitteita käytettäessä on huomioitava, että niiden tyypestä vapautuu ensimmäisellä kasvukaudella noin ¾. Sarjan lannoitteet ovat rakeistettuja ja ne myydään säkeissä. Täten lannoitteiden kuljetus onnistuu pitkiäkin matkoja ja levitykseen voidaan käyttää esimerkiksi viljan viljelyssä perinteistä kylvölannoitinta. Kuvassa 10 on kerrottu jokaisen seitsemän Arvo-lannoitesarjaan

kuuluvan lannoitteen ravinnearvot ja raaka-aineet sekä kasvit, joiden käyttöön se soveltuu parhaiten.

Kuva 10 Biolan Groupin tuottamat luomuviljelyyn soveltuvat kierrätyslannoitteet. (Vuorinen, K. henkilökohtainen tiedonanto 17.11. 2022)

Arvo rakeiset luomulannoitteet

Arvo-lannoitteet ovat eloperäisiä ja ne edistävät maaperän viljavuutta ja satoisuutta. Lannoiteseoksemme ovat puhtaita luonnontuotteita. Ne sisältävät pääravinteiden lisäksi hivenravinteita. Luonnonmukaiseen tuotantoon soveltuvia Arvo-lannoitteita voi käyttää niin pellolla kuin puutarhassa.

Arvo-lannoitteet valmistaa Biolan Group.

Arvo 3-1-7-3

Luomulannoite perunalle ja juureksille.

Sisältää broilerinlantaa ja kaliumsulfaattia.

Typpi (N) 3 %, Fosfori (P) 1 %, Kalium (K) 7 %, Rikki (S) 3 %

Arvo 3-1-15-5

Luomulannoite, joka soveltuu herneen, luomunurmien sekä härkäpavun lannoitukseen.

Sisältää broilerinlantaa ja kaliumsulfaattia.

Typpi (N) 3 %, Fosfori (P) 1 %, Kalium (K) 15 %, Rikki (S) 5 %

Arvo 4-1-3-1

Luomulannoite pellolle ja puutarhaan. Sisältää broilerinlantaa.

Typpi (N) 4 %, Fosfori (P) 1 %, Kalium (K) 3 %, Rikki (S) 1 %

Arvo 4-1-6-2

Luomulannoite marjoille. Sisältää broilerinlantaa ja kaliumsulfaattia.

Typpi (N) 4 %, Fosfori (P) 1 %, Kalium (K) 6 %, Rikki (S) 2 %

Arvo 8-1-2-1

Luomulannoite mm. viljojen lannoitukseen. Sisältää broilerinlantaa ja verijauhoa.

Typpi (N) 8 %, Fosfori (P) 1 %, Kalium (K) 2 %, Rikki (S) 1 %

Arvo 8-1-5-2

Luomulannoite hampun ja luomuviljojen lannoitukseen.

Sisältää broilerinlantaa, verijauhoa ja kaliumsulfaattia.

Typpi (N) 8 %, Fosfori (P) 1 %, Kalium (K) 5 %, Rikki (S) 2 %

Arvo 11-1-2-1

Korkeatyyppinen luomulannoite. Sisältää verijauhoa, broilerinlantaa ja kaliumsulfaattia.

Typpi (N) 11 %, Fosfori (P) 1 %, Kalium (K) 2 %, Rikki (S) 1 %



Kuva 1:1

4.1.3 Maanparannuskalkit

Maanparannuskalkeista vastaa Pöytyän maanparannus Oy ja VSS Biopower muun muassa Sucroksen sokerinvalmistusprosessin sivuvirroista ja sen biokaasulaitoksenmädätteistä. Sucroksen tehtaasta poltettu kalkki ja seulontajäte raakakivestä on ravinteidensa puolesta hyvin alueen savimaille soveltuvaa. Niiden toimitus alkaa keväällä ja kesällä 2023. Lisäksi valikoimassa on Raahen terästehtaan masuunikuonan osaedustus. Koska alueen pelloilla on luontaisesti paljon magnesiumia, soveltuu alhaisemman magnesiumpitoisuuden omaava

teräskuona sinne masuunikuonaa paremmin. (VSS Biopower, n.d.) (Salmi, T., henkilökohtainen tiedonanto, 7.12.2022) (LantmännenAgro, 2020)

5 Viljelijöiden asenteet kierrätysravinteita kohtaan

Euroopassa viljelijöiden asenteita kierrätyslannoitteiden käyttäjinä on tutkittu melko vähän. Seuraavassa referoidut tutkimukset vuosilta 2006–2016. Tanja Myllyviidan ja Heidi Rintamäen (2018, s.14) mukaan Case ym., (2017, ss. 84–95) kirjoittavat, että tanskalaisessa tutkimuksessa selvisi, että eniten Tanskassa käytettyjä kierrätyslannoitteita ovat karjanlannat sellaisenaan tai prosessoituna. Tulevaisuudessa oltiin jopa enenevässä määrin kiinnostuneita käyttämään kierrätyslannoitteita, mikäli niitä olisi viljelijälle oikeassa muodossa saatavilla. Suurimpina haasteina kierrätyslannoitteiden käytössä pidettiin hajuhaittaa, ravinteiden määrän epävarmuutta, saatavuutta ja levityksen kustannuksia. Tanja Myllyviidan ja Heidi Rintamäen (2018, s.14) mukaan King ym. (2013) ovat saaneet selville englantilaisessa tutkimuksessa suurimmiksi haasteiksi myös hajuhaitat ja sen lisäksi haasteelliseksi koettiin maaperän suolaantuminen sekä patogeenien ja epäpuhtauksien aiheuttamat terveyshaitat. Lisäksi Myllyviita ja Rintamäki ovat saaneet selville, että Núñez ja McCann (2004) tekemän tutkimuksen ja Battelin (2006) tekemän tutkimuksen mukaan Yhdysvalloissa viljelijät olivat huolissaan kierrätyslannoitteiden, erityisesti lannan käytön, aiheuttamasta mahdollisesta maan tiivistymisestä, rikkakasvien siemenien leviämisestä ja vaikutuksista viljelytoimenpiteisiin. EU:n alueella tehdyssä kyselyssä kahdeksan eri maan edustajien vastauksista ilmeni, että viljelijät pitivät tärkeinä kierrätyslannoitteiden hygienisointia, sopivaa typpipitoisuutta, alhaista hintaa ja orgaanisen hiilen määrää. (Myllyviita & Rintamäki, 2018, s. 14)

Viljelijöiden asenteita kierrätysravinteita kohtaan on tutkittu muutamia kertoja Suomessa, yksi suurimmista ja uusimmista tällaisista tutkimuksista on Biokaasulaitoksesta ravinteita, energiaa ja elinkeinotoimintaa maaseudulle -hankkeen, BioRAEE, yhteydessä viljelijöille tehty kysely, jossa kartoitettiin heidän asenteitaan vuonna 2018 kierrätysravinteita kohtaan. Tämän Suomen ympäristökeskuksen vetämän hankkeen kyselyn tuloksena todettiin kolmasosan kyselyyn vastanneesta 649 viljelijästä käyttäneen kierrätyslannoitteita. Syiksi kokeiluun viljelijät listasivat paremman sadon ja maaperän tilan parantamisen.

Satotavoitteensa olivat saavuttaneet 80 % kyselyyn vastanneista viljelijöistä. Yleisesti ottaen kierrätyslannoitteisiin oltiin tyytyväisiä, noin 70 %. Lannoitteiden saaminen tilalle eli hankinta, vastaanotto ja varastointi, sujui 85 %:n mukaan hyvin. Parhaiten tiloille soveltuisivat viljelijöiden mielestä rakeistetut lannoitteet, lähes 80 % vastanneista oli tätä mieltä. Kierrätyslannoitteiden ongelmaksi muodostui kyselyn mukaan niiden levitys. Siinä koettiin haastaviksi hajuhaitat ja levitys. Tärkeänä viljelijät pitivät myös kierrätyslannoitteiden turvallisuutta, helppokäyttöisyyttä ja tehokkuutta. Viljelijöitä epäilytti puhdistamolietettä tai elintarvikesivuvirtoja sisältävien lannoitteiden käyttö niiden sisältämien haitta-aineiden takia. Sen tähden he toivoivat lisää aiheeseen liittyvää tutkimusperäistä tietoa. (Myllyviita & Rintamäki, 2018)

5.1 Työssä tehty kyselytutkimus

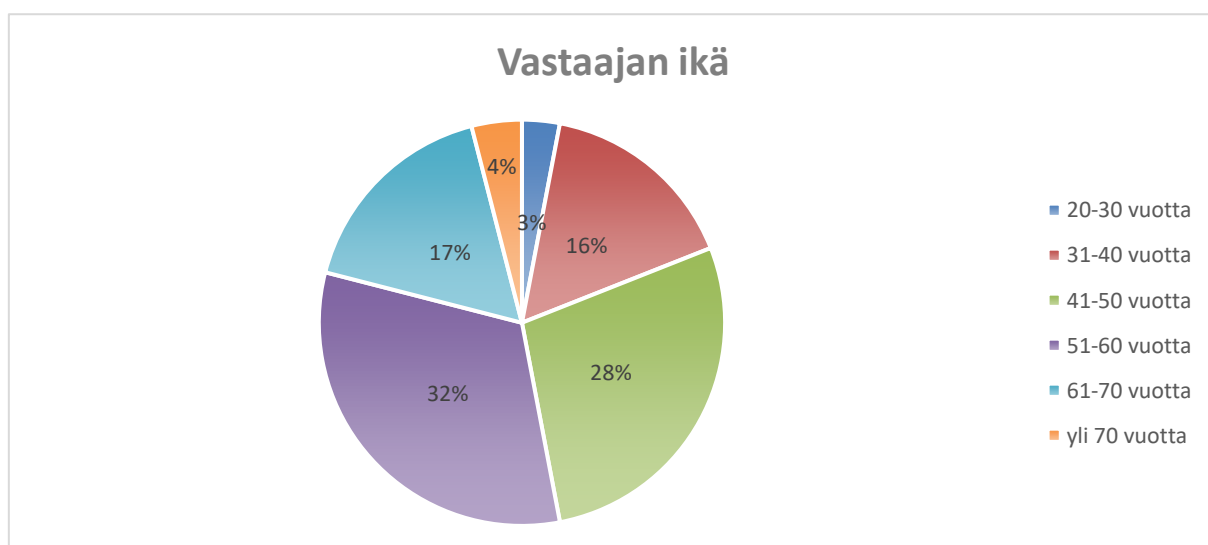
Viljelijöille suunnatun kyselytutkimuksen tavoitteena oli antaa työn toimeksiantajana toimineelle Kiortoravinne Oy:lle lisätietoa viljelijöiden näkemyksistä kierrätysravinteita kohtaan. Erityisesti haluttiin selvittää viljelijöiden asenteita sellaisia biokaasulaitosten mädätteitä kohtaan, joissa on käytetty osana yhdyskuntapuhdistamolietettä. Lisäksi kyselyssä kartoitettiin viljelijöiden näkemyksiä siitä, miten kyseisiä kierrätyslannoitteita tulisi kehittää, jotta he jatkossa haluaisivat käyttää peltoviljelyssä niitä.

Kysymykset suunniteltiin vuoden 2022–2023 vaihteessa ja kysely tehtiin Webropol-kyselyohjelmiston avulla sähköisesti. Kyselytutkimus sisälsi saatekirjeen, liite 3 ja tietosuojaoitteen, liite 4. MTK auttoi kyselyn jakelussa toimittaan sen kolmasosalle viljelijöistä, joiden viljelyala oli vähintään 30 ha ja tila sijaitsi muualla kuin Lapin Ely-keskuksen alueella. Lisäksi rajattiin otantajoukko kasvinviljelytiloiksi. Näin toimien kyselyn vastaanotti noin 3000 tilaa. Lisäksi linkki kyselyyn oli internetin sosiaalisen median Maajussit facebook-ryhmässä. Kysely oli avoinna kahden viikon ajan tammikuun 2023 lopussa sulkeutuen 30.1.2023.

5.1.1 Taustatiedot

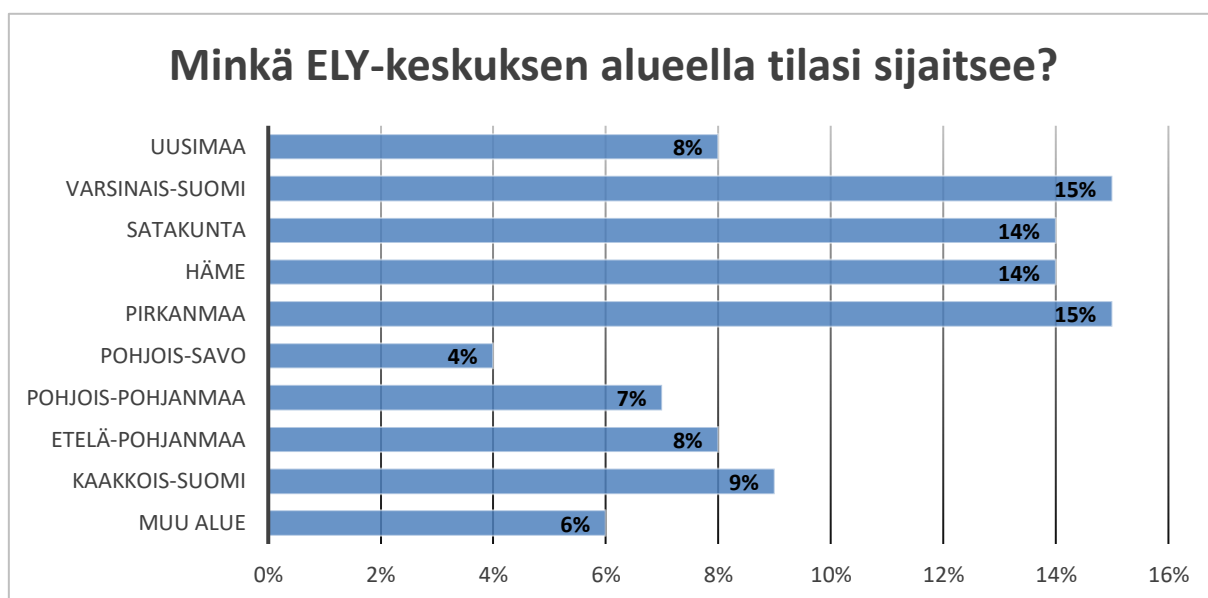
Kyselyyn vastasi 305 viljelijää, joiden edustamista tiloista 96 %:lla oli tuotantosuuntana kasvinviljely ja vain 4 %:lla kotieläintuotanto. Matala kotieläintilojen määrä selittyy sillä, että vain Facebookin Maajussit-ryhmän kautta kyselyyn voi osallistua sellaiset, joiden tilan päätuotantosuuntana on kotieläintalous. Kysely herätti suurinta mielenkiintoa ikäryhmissä 51–60 vuotta ja 41–50 vuotta. Kyseisiin ikäryhmiin kuuluvia viljelijöitä on vastanneista yhteensä 60 %. Tämä selittyy viljelijöiden keski-ikällä, joka oli 54 vuotta vuonna 2022 (Luke, 2023). Kuvasta 11 voidaan lisäksi nähdä, että nuorien 3 % ja iäkkäiden 4 % viljelijöiden määrä vastaajissa on vähäinen.

Kuva 11 Kyselyyn vastanneiden viljelijöiden ikäjakauma.



Kuvassa 12 on kyselyyn vastanneiden viljelijöiden osuudet vastaajista sen mukaan jaoteltuna minkä ELY-keskuksen alueella heidän tilansa sijaitsee. ELY-keskukset valikoituivat työhön sen perusteella, että niissä sijaitsee vähintään yksi toimeksiantajan biokaasulaitos. Muu maa on mukana kyselyssä MTK:n haluaman informaation takia. Vastauksia kertyi melko tasaisesti eri ELY-keskusten alueilta. Eniten niitä saatiin Varsinais-Suomesta ja Pirkanmaalta, molemmista 15 % vastanneista. Lähes yhtä aktiivisia olivat Satakunnan ja Hämeen ELY-keskuksen viljelijät. Positiivista on se, että jokaisen valitun ELY-Keskuksen alueelta tuli useampia vastauksia. Vastaajien määrä vaihteli ELY-keskuksittain 11–47 vastaajan välillä.

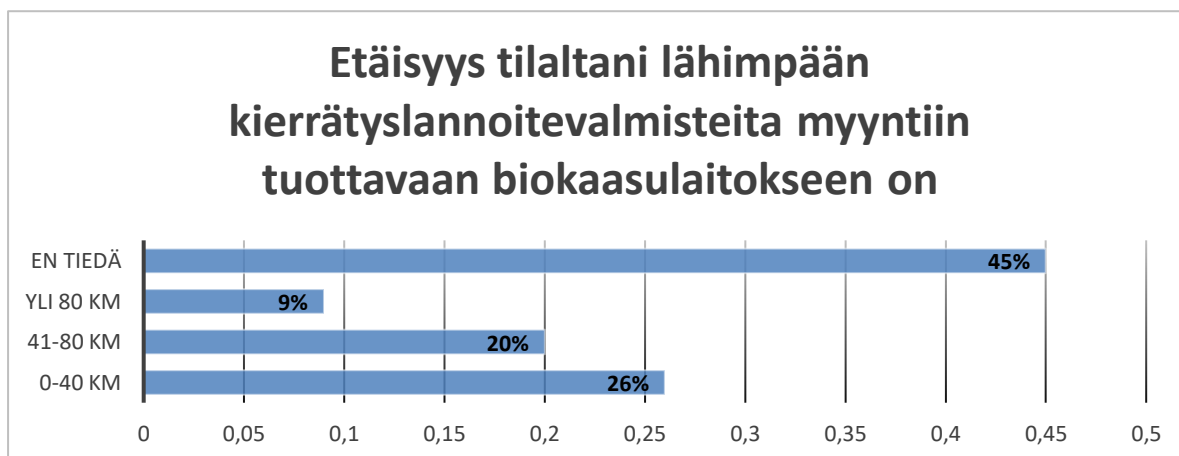
Kuva 12 Vastanneiden viljelijöiden jakauma ELY-keskuksien mukaan.



5.1.2 Viljelijöiden näkemyksiä kierrätyslannoitteista

Viljelijöiltä kysyttiin, miten kaukana heidän tilansa sijaitsee lähimmästä kierrätyslannoitevalmistusta tuottavasta biokaasulaitoksesta. Kuvasta 13 nähdään, että jopa 45 % ei tiedä lähimmän biokaasulaitoksen etäisyyttä tilastaan. Se osa, joka tiesi tilaansa nähden lähimmän biokaasulaitoksen sijainnin, jakaantui pääosin heihin, joilla etäisyys oli alle 40 km, 26 % ja sellaisiin tiloihin, joiden etäisyys oli 41–80 km. Vain 9 % vastaajista eli 28 tilaa sijaitsi kauempana kuin 80 km päässä biokaasulaitoksesta.

Kuva 13 Tilan etäisyys lähimmästä kierrätyslannoitteita tuottavasta biokaasulaitoksesta.



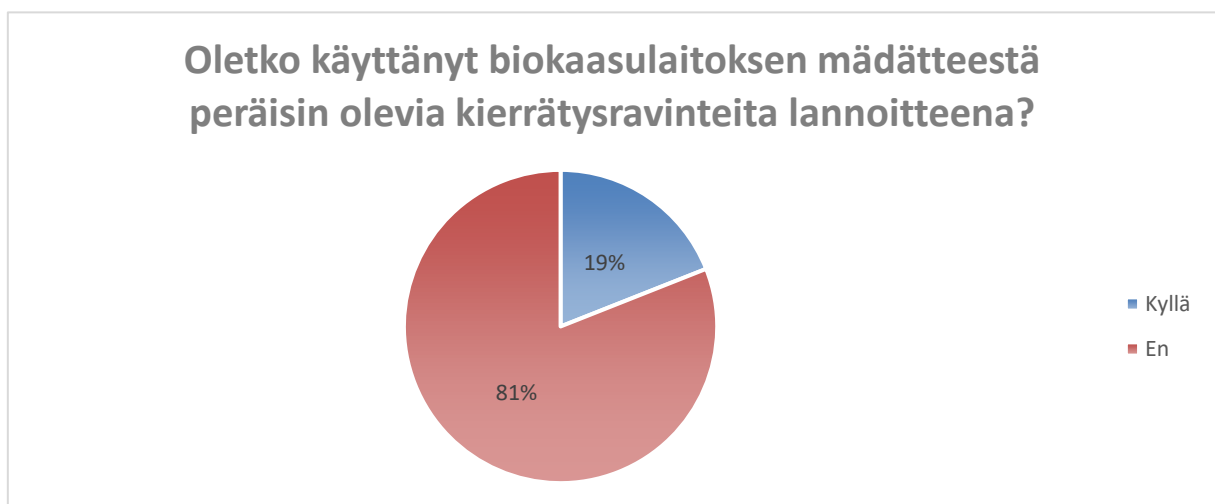
Yli puolet, 62 % kyselyyn vastanneista viljelijöistä koki, että kierrätyslannoitteiden käyttö olisi osa tilan hiilensidontatoimia. 38 %:a vastanneista ei nähneet kierrätyslannoitteiden käyttöä osana tilansa hiilensidontatoimia tulevaisuudessa, kuva 14.

Kuva 14 Viljelijöiltä kysyttiin Näkevätkö he kierrätyslannoitteiden käytön osana heidän tilansa hiilensidontatoimia.



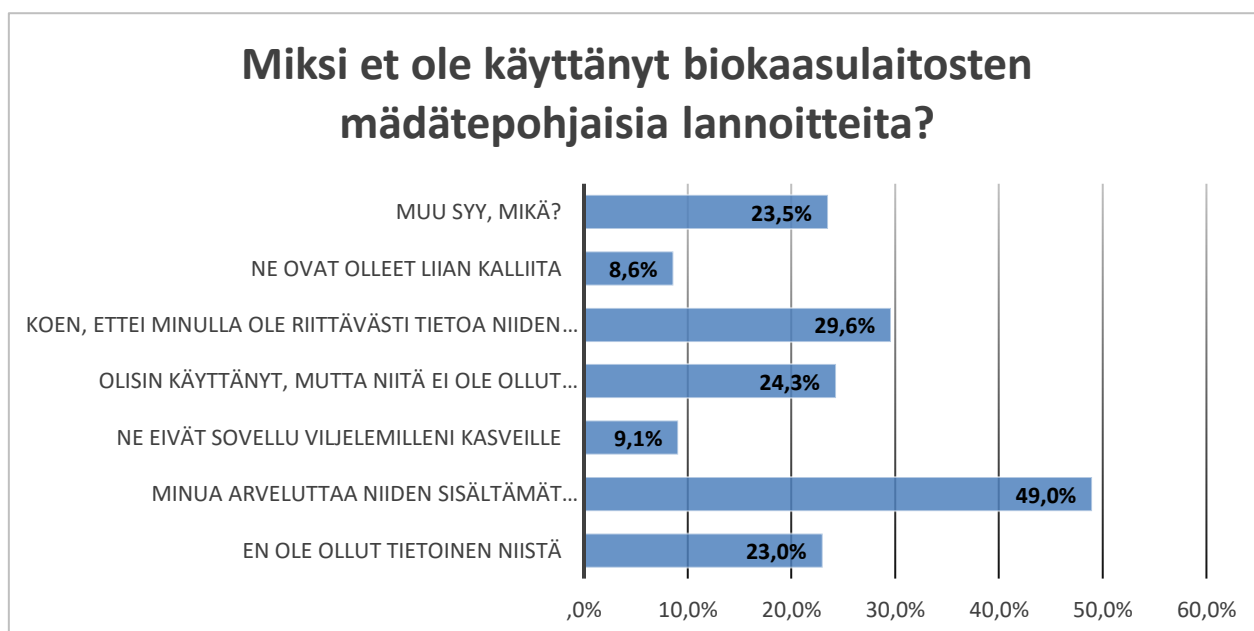
Kyselyyn vastanneista viljelijöistä 19 %:lla eli 58:lla oli käyttökokemusta biokaasulaitoksen mädätteistä. Tässä kyselyssä mädätteet rajattiin niin, että mädätteistä luettiin pois ne, joissa oli vain eläinten lannasta syntynyttä mädätettä. Kuten kuvasta 15 huomataan, selkeä enemmistö, 81 % vastaajista ei ollut käyttänyt biokaasulaitoksen mädätteitä pelloillaan.

Kuva 15 Biokaasulaitoksen mädätepohjaista lannoitetta käyttäneiden ja käyttämättömien tilojen jakauma.



Kysyttäessä syytä miksi he eivät ole käyttäneet Biokaasulaitoksen mädätteitä, saatiin kuvan 16 mukainen vastausten jakauma. Useimmin vastauksissa esiintyvänä syynä käyttämättömyyteen oli kyseisten lannoitteiden mahdollisesti sisältämät haitalliset aineet, näin vastasi peräti 49 % eli 119 vastaajaa. 72 vastaajaa eli lähemmäs kolmannes koki, ettei heillä ollut saatavilla riittävästi tietoa mädätteiden soveltuvuudesta heidän viljelemilleen kasveille. 23 %:a ei ole ollut tietoisia kyseisistä kierrätyslannoitteista. 24 %vastaajista koki ongelmalliseksi biokaasulaitosten mädätteiden saatavuuden. Liian kalliiksi mädätteet määritteli 21 viljelijää, joka on hieman alle 9 %. Muiksi käyttämättömyyden syiksi mainittiin 15 kertaa sadon ostajien kielteinen kanta mädätteiden käyttöön, 9 kertaa etteivät ne ole luomuhyväksytyjä. Yksittäiset vastaajat olivat jättäneet käyttämättä biokaasulaitoksen mädätteitä, koska niiden kustannukset olivat liian korkeat ja logistiikka hankalaa, levityksen koettiin aiheuttavan tiivistymää pelloille ja soveltuvuus suorakylvöön on huonoa. Lisäksi hajuhaitat koettiin ongelmiksi. Yksittäiset vastaajat kertoivat myös, että ei ole ollut tarvetta, koska karjanlantaa on ollut riittävästi lähellä saatavissa.

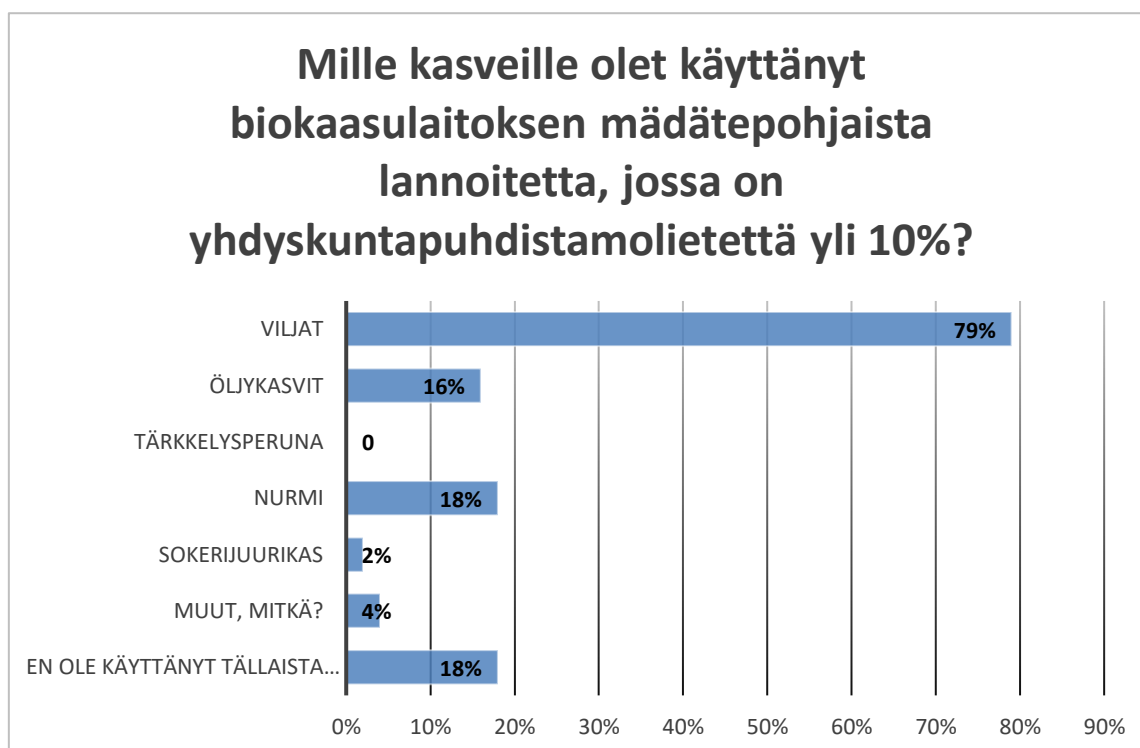
Kuva 16 Syyt miksi viljelijät eivät ole käyttäneet biokaasulaitosten mädätteitä lannoitteena.



57 vastaajaa oli käyttänyt pelloillaan yhdyskuntapuhdistamolietettä yli 10 % sisältävää mädätettä. Sitä oli pääosin, kuten kuvassa 17 on havaittavissa, käytetty viljojen lannoittamiseen. Öljykasvit ja nurmet olivat myös saaneet kummatkin noin kymmenessä

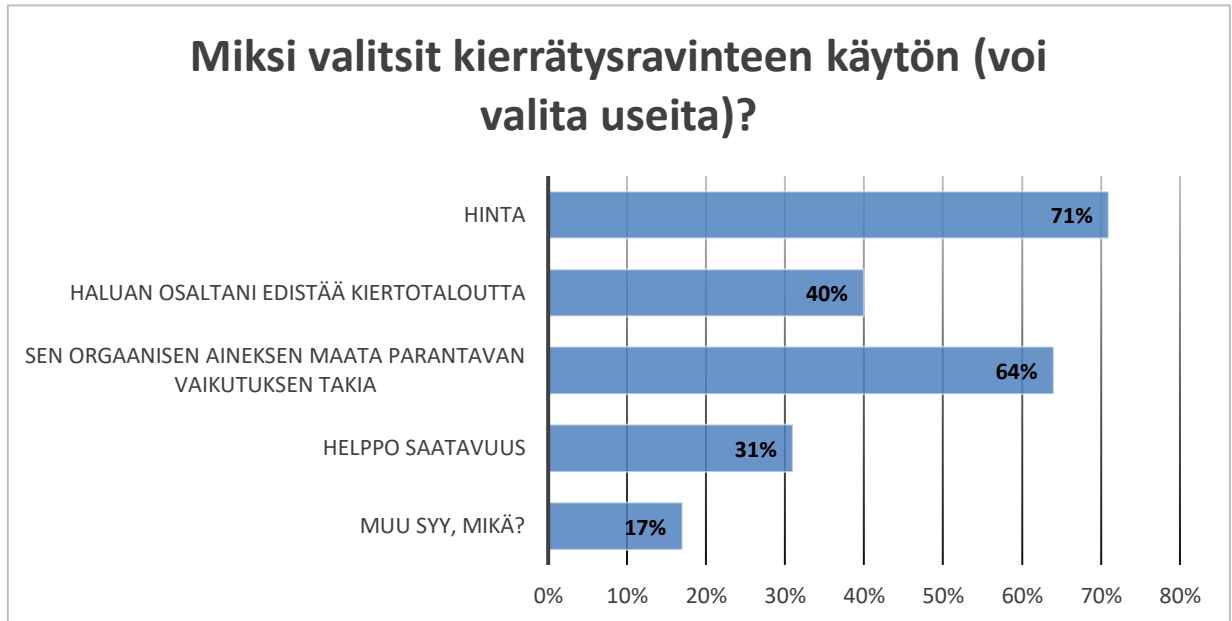
tapauksessa kyseisenlaista mädätettä lannoitteekseen. Juurikkaan viljelyssä sitä oli käytetty kerran, ja tärkkelysperunalle ei ollut kukaan käyttänyt puhdistamolietettä sisältävää mädätettä. Sen sijaan kuminan viljelyssä sitä oli käytetty kaksi kertaa.

Kuva 17 Kasvit, joille viljelijät ovat käyttäneet biokaasulaitoksen mädätettä, joka sisältää yli 10 % yhdyskuntapuhdistamolietettä.



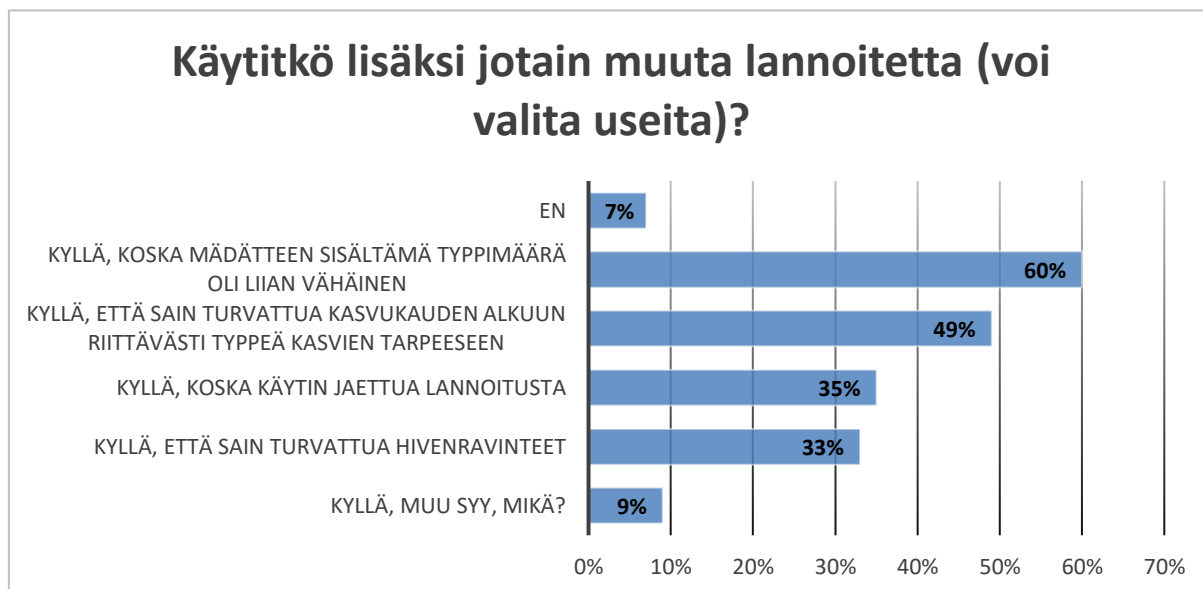
Edellä mainitut viljelijät olivat päätyneet valitsemaan kyseisen tyyppisen kierrätyslannoitteen kuvan 18 mukaan useimmiten hinnan perusteella. Toiseksi yleisin peruste oli lannoitteen orgaanisen aineksen maata parantavat vaikutukset. 40 % vastaajista oli halunnut edistää valinnallaan kiertotaloutta ja 31 % vastaajista koki helpon saatavuuden merkittäväksi tekijäksi. Muiksi syiksi mainittiin 4 kertaa kokeilunhalu erilaiseen vaihtoehtoon. Lisäksi mainittiin levittäjän aktiivinen markkinointi, ravinnetaseen parannus pellossa ja tilalla valmiina oleva levitykseen soveltuva kalusto.

Kuva 18 Biokaasulaitoksen mädätteen (yli 10 % yhdyskuntapuhdistamolietettä sisältävän) käytön perusteet.



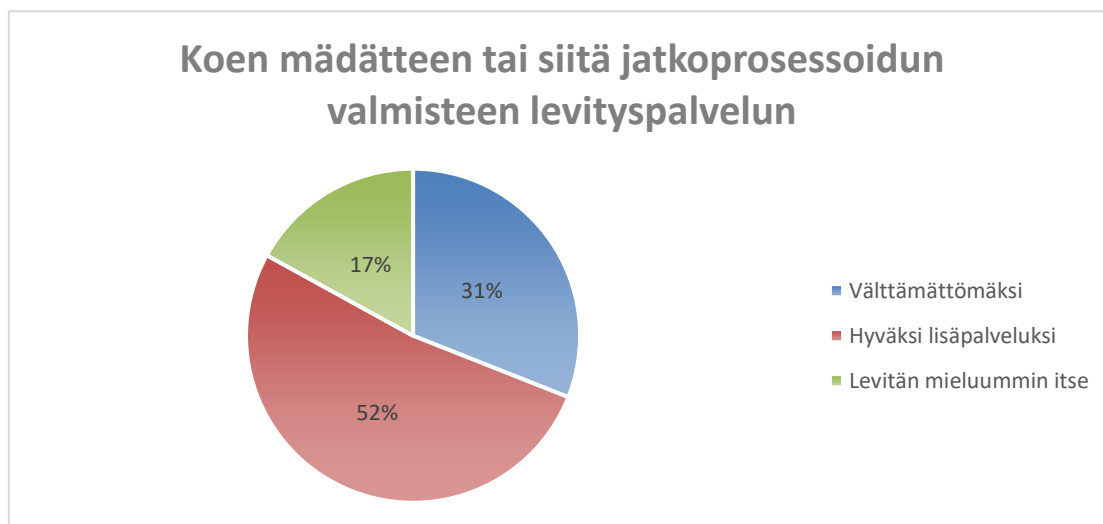
Kuvasta 19 havaitaan, että vain 7 %:a vastanneista 57 viljelijästä oli käyttänyt ainoastaan biokaasulaitoksen mädätettä lannoitteena. Muut olivat käyttäneet lisäksi muita lannoitteita. Mädätteessä oli liian vähän typpeä 60 % mielestä. 49 % koki, että kasvukauden alun typentarve on niin suuri, että siihen tarvitaan lisälannoitusta. Jaettua lannoitusta oli käyttänyt 35 % vastaajista. Kasvin hivenravinteiden tarpeen täyttämisessä oli turvauduttu 33 %:ssa vastauksista lisäksi muihin lannoitteisiin. Muina vaihtoehtojen ulkopuolisina syinä mainittiin mädätteiden

Kuva 19 Vastaukset kysyttäessä ovatko viljelijät käyttäneet edellä mainitun kierrätyslannoitetyypin käytön yhteydessä muita lannoitteita.



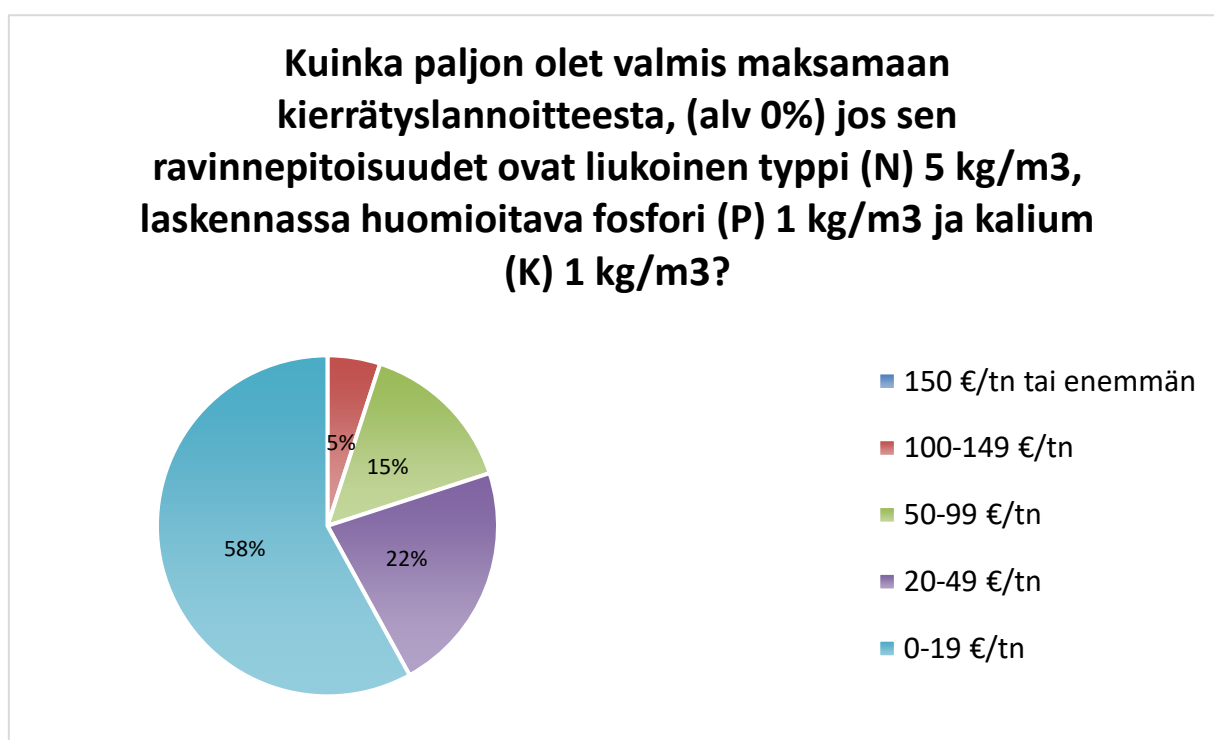
Kyselyyn vastanneista viljelijöistä 31 % eli 92 viljelijää, kuva 20, oli sitä mieltä, että heille on välttämätöntä, että biokaasulaitoksen mädätteen tai siitä jatkoprosessoidun kierrätyslannoitteen levittää tilan ulkopuolinen taho levityspalveluna. Hieman yli puolet vastaajista koki levityspalvelun olevan hyvä lisäpalvelu ja 17 % vastaajista halusi levittää mädätteen itse.

Kuva 20 Viljelijöiden näkemys biokaasulaitoksen mädätteen levityspalvelun tarpeellisuudesta.



Kyselyssä tiedusteltiin myös kuvitteellisen kierrätyslannoitteen sopivaa hintaa. Lannoitteen ravinnepitoisuudet kuutiometriä lannoitetta kohti oli arvioitu keskimääräisesti työn toimeksiantajana toimineen Kiertoravinne Oy:n mädätteiden lietemäisen jakeen perusteella, koska sitä syntyy selkeästi suurin määrä tuotannosta. Kuvasta 21 nähdään tarkastelussa olleen kierrätyslannoitteen ravinnepitoisuudet. Yli puolen, 58 % kyselyyn vastanneista mielestä sopiva hinta kyseiset ravinnepitoisuudet omaavalle mädätteelle olisi 0–19 €/tn. Hieman yli viidennes kyselyyn vastanneista olisi valmis maksamaan 20–49 €/tn ja 15 % maksaisi 50–99 €/tn. Pieni vähemmistö, 5 %, vastanneista maksaisi jopa 100–149 €/tn kyseiset ravinnepitoisuudet omaavasta kierrätyslannoitteesta.

Kuva 21 Viljelijöiden näkemys kierrätyslannoitteen hinnasta.



Kysyttäessä viljelijöiltä, millaisia ravinnepitoisuuksia he toivoisivat biokaasulaitosten mädätepohjaisiin lannoitteisiin, vastaukseksi tuli taulukossa 4 näkyvät ravinnepitoisuudet. Liukoisen typen määräksi viljelijöiden vastauksissa oli lukuja nollan ja sadanviidenkymmenen

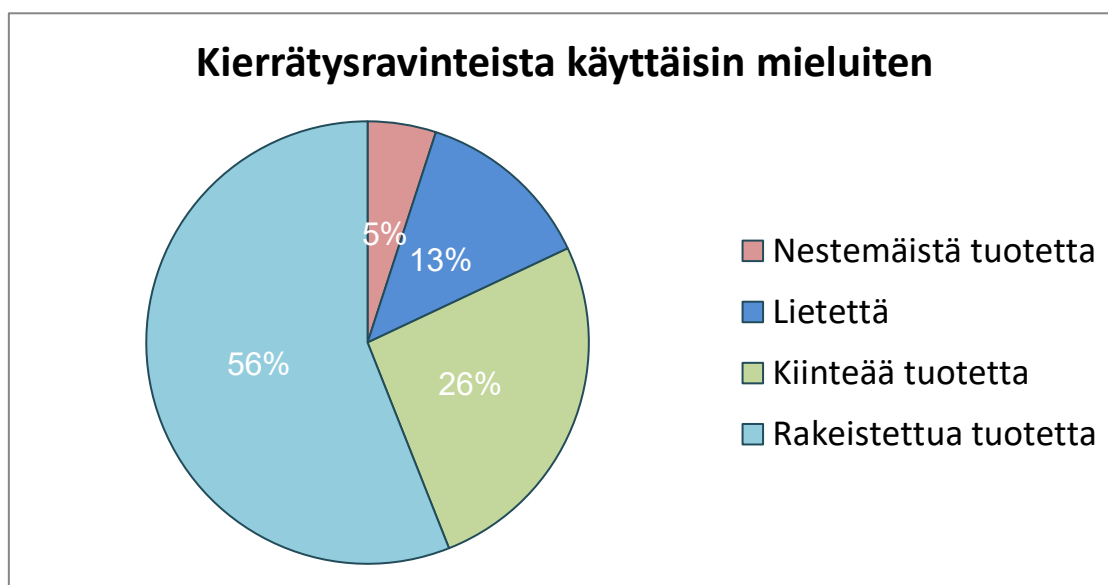
kilogramman väliltä painottuen kuitenkin suurelta osin lähelle mediaaniarvoa 10 kg/m³. Fosforin mediaaniarvoksi saatiin 2 kg/m³ ja kaliumin määräksi haluttaisiin 3 kg/m³.

Taulukko 4 Biokaasulaitosten mädätteiden toivotut ravinnepitoisuudet.

| Ravinne | kg/m ³ |
|-----------------|-------------------|
| Liukoinen typpi | 10 |
| Fosfori | 2 |
| Kalium | 3 |

Viljelijöistä yli puolet, 56 % piti kierrätysravinteiden parhaiten soveltuvana muotona rakeista tuotetta. Kuten kuvasta 22 nähdään, noin neljäsosan, 26 % kyselyyn vastanneiden mielestä kiinteä tuote olisi paras vaihtoehto. Lietettä parhaana vaihtoehtona piti vain 13 % vastaajista ja viidelle prosentille paras vaihtoehto olisi nestemäinen kierrätysravinne.

Kuva 22 Missä muodossa viljelijät mieluiten ottaisivat vastaan kierrätysravinteita.



5.1.3 Biokaasulaitoksen mädätteiden käyttöhalukkuus tulevaisuudessa

Tutkimuksessa haluttiin selvittää myös viljelijöiden kiinnostusta käyttää biokaasulaitosten mädätepohjaisia kierrätyslannoitteita, pois lukien pelkästään karjanlanta sisältävät valmisteet. Viljelijöistä selkeä enemmistö 66 %, kuvassa 23, oli halukkaita käyttämään

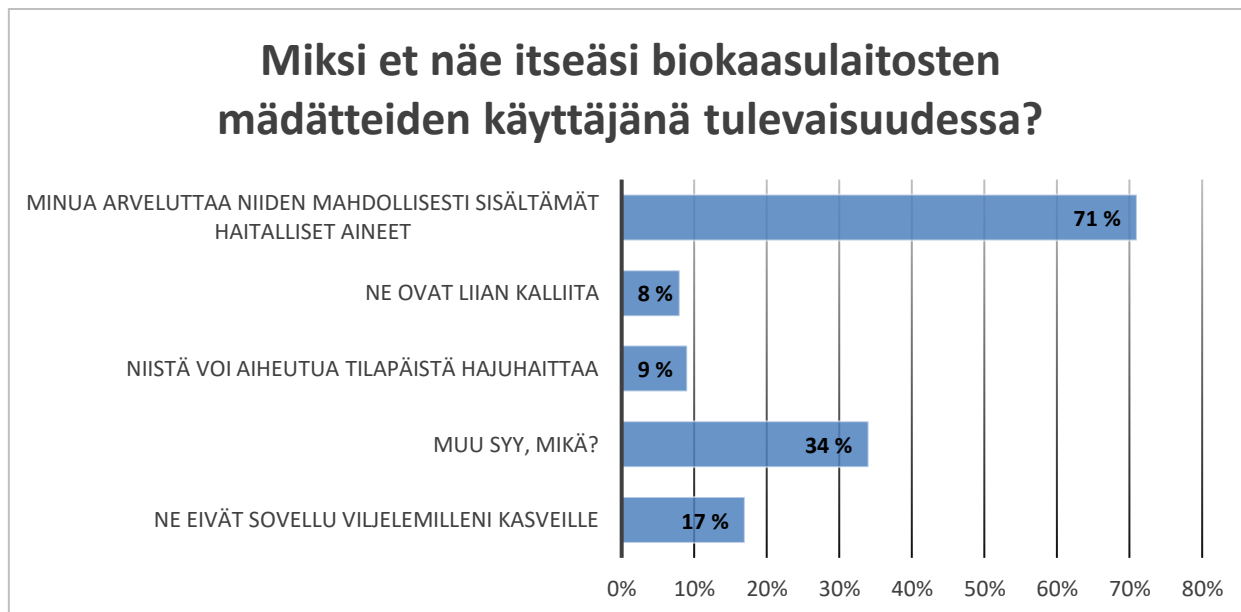
biokaasulaitoksen mädätettä. 34 % vastaajista oli sitä mieltä, etteivät näe itseään tulevaisuudessa biokaasulaitoksen mädätteen käyttäjinä.

Kuva 23 Haluatko tulevaisuudessa käyttää biokaasulaitosten mädätepohjaisia kierrätyslannoitteita.



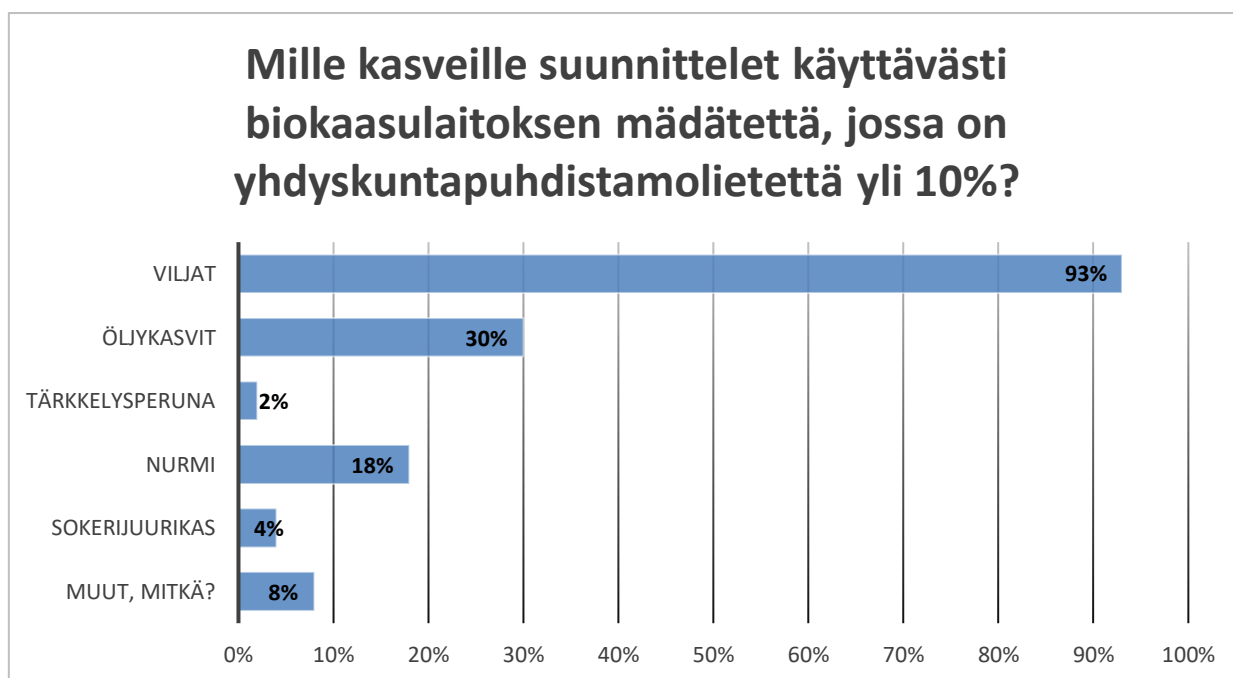
Heiltä tiedusteltiin syytä siihen, miksi eivät aio käyttää biokaasulaitoksen mädätteitä tulevaisuudessa. Vastauksista ilmenee, kuva 24, että viljelijöitä arveluttaa eniten niiden mahdollisesti sisältämät haitta-aineet, tätä mieltä on 71 % vastanneista. Muina syinä nähtiin, etteivät kyseiset ravinteet sovellu tilalla viljellyille kasveille, 17 %, hajuhaitan kokee ongelmalliseksi 9 % vastaajista ja lähes yhtä moni, 8 % vastaajista on sitä mieltä, että ne ovat liian kalliita. Muita syitä jättää käyttämättä oli 17 % vastauksista. Näissä vastauksissa syiksi esitettiin 7 kertaa maataloustuotetta, kuten viljaa, ostavan tahon kielteinen kanta tällaisten lannoitteiden käyttöön. 3 vastaajaa sanoi etäisyyden biokaasulaitokseen olevan ratkaiseva tekijä. Lisäksi oltiin huolissaan liian raskaasta kalustosta ja maan tiivistymisestä. Muutamassa vastauksessa nousi esiin myös riittävän tiedon puute kyseisistä lannoitteista ja niiden ominaisuuksista.

Kuva 24 Syyt miksi viljelijät jättävät tulevaisuudessa käyttämättä biokaasulaitoksen mädätteen.



Tulevaisuudessa biokaasulaitoksen mädätteen käyttöä suunnittelevista viljelijöistä 93 % laittaisi sitä kuvan 25 mukaisesti viljojen lannoitukseen. Lähes kolmasosa, 30 % lannoittaisi öljykasveja biokaasulaitoksen mädätteillä. Nurmien lannoitukseen sitä käyttäisi 18 % viljelijöistä. Vain 4 % vastaajista kokee biokaasulaitoksen mädätteen käytön mahdollisuudeksi sokerijuurikkaalle ja 2 % tärkkelysperunalle. Lisäksi vastattiin yhdeksän kertaa, että sitä voisi käyttää kuminalle kylvövuonna. Muita yksittäisiä vastauksia olivat energiapaju ja hamppu, ruokohelpi ja palkoviljat.

Kuva 25 Kasvit, joille viljelijät suunnittelevat tulevaisuudessa käyttävänsä biokaasulaitoksen mädätteistä tehtyjä kierrätyslannoitteita, jotka sisältävät yhdyskuntapuhdistamolietettä yli 10 %.



5.1.4 Kierrätyslannoitteiden kehitysehdotuksia

Kyselytutkimuksen kysymykseen, onko sinulla jotain kehitysehdotuksia kierrätysravinteiden käytön lisäämiseksi, millaisia, saatiin 18 vastausta. Vastauksista nousi esiin, että kierrätyslannoitteiden hinta pitäisi olla tosi alhainen, alhaisempi kuin eläinperäinen lietelanta. Rakeistus olisi viljelijöiden mielestä positiivista kehitystä kierrätyslannoitteisiin lisäten niiden käyttökelpoisuutta niin levityksen helppouden kuin tasaisemman levitystuloksen suhteen. Kevyemmät levityskoneet tulisivat myös tarpeeseen. Viljelijät haluaisivat tilannepäivitystä siitä, millaisten kierrätysravinteiden käyttö on sallittua ja mikä on ostajien tämän hetken kanta. Lisäksi haluttaisiin, että puhdistamolietteiden laatua ja mainetta saataisiin parannettua, jotta tilat pystyisivät hyödyntämään niitä osana lannoitusta. Viljelijät haluaisivat myös Ruokaviraston hyväksyvän kierrätyslannoitteet orgaanisten lannoitteiden vastaanottopalkkioon oikeuttaviksi. Levityksen toimivuutta pidettiin myös tärkeänä, viljelijät kokivat, että levityksen tulisi olla kevään levityskaudella ympäri vuorokauden toimivaa viikonloput mukaan lukien. Tärkeänä koetaan se, että käytettävät

lannoitteet olisivat turvallisia käyttää. Vastauksissa viitataan siihen, että lääkejäämät ja mikromuovit sekä bakteerit tulisi olla pois lannoitteista. Hevosien lannan jatkokäsittelyä pidettiin myös kehityskohteena.

5.1.5 Kehitysnäkemyksiä biokaasulaitosten mädätteiden käytettävyydelle peltoviljelyssä

Kaikilta vastaajilta kysyttiin kyselyn lopuksi, mitä biokaasulaitoksen mädätteille tulisi tapahtua, jotta he käyttäisivät niitä tulevaisuudessa. Vastauksissa toistui useaan kertaan jo aiemminkin esiin nousseet asiat:

- Tuotetta tulisi olla saatavilla läheltä, jotta kuljetuskustannukset eivät muodostuisi suuriksi.
- Mädätteen hinnan pitäisi olla edullinen, selvästi mineraalilannoitteita halvempi ja kilpailukykyinen eläinperäisen lietteen kanssa.
- Rakeistettu tuote tai vähintään kiinteä sai kannatusta erittäin monessa vastauksessa. Sitä perusteltiin, että silloin voidaan käyttää jo tiloilta löytyvää kalustoa, kylvölannoittimia ja että tiivistymisriski pienenee, kun ei jouduta ajamaan ylimääräistä ajokertaa ja ylimääräinen neste on saatu pois tuotteesta tuomasta massaa peltoon ja kuljetuksiin. Pitkän aikavälin näkemyksenä oli, että salaojien toiminta heikkenee, mikäli suuria massamääriä lisätään peltoon vuosittain. Lisäksi levityksen aikaikkuna tulisi suuremmaksi käytettäessä kiinteää tuotetta. Rakeistettujen ja pelletöityjen tuotteiden eduksi nähtiin myös suurempi ravinnepitoisuus kuin mädätteillä. Yksi vastaajista näki kuitenkin näiden haitaksi mahdollisesti eteen tulevan rottien määrän lisääntymisen tilalla.
- Viljelijät ovat huolissaan mädätteiden sisältämisestä haitta-aineista kuten mikromuoveista, lääkejäämistä, hormoneista ja raskasmetalleista. Huolen syynä oli pellon mikrobiston toimivuus ja peltomaan pilaantuminen tällaisen lannoitteen käytön jälkeen sekä haitta-aineiden kulkeutuminen ravintoketjussa ihmiseen. Haitta-aineita ei haluta peltomaahan. Ratkaisuna tähän ehdotetaan haitta-aineiden

poistamista mädätteistä, niiden vaikutuksien tarkkaa tutkimista pitkän aikavälin kokeissa ja tuloksista tiedottamista.

- Kärkkäimmät kannanotot sai yhdyskuntapuhdistamolietteen käyttö biokaasulaitosten mädätteissä. Vastauksissa kysyttiin, miksi maanviljelijöiden pitää olla kaupunkilaisten jätteiden vastaanottaja ja vielä maksaakin siitä. Moni oli sitä mieltä, että mikäli mädätteen raaka-aineena on käytetty yhdyskuntapuhdistamolietettä he eivät ole valmiit sitä käyttämään. Muuten kierrätyslannoitteet koettiin mielekkääksi vaihtoehdoksi lannoitukseen. Toiset olivat valmiita käyttämään yhdyskuntapuhdistamolietettä sisältävää mädätettä lannoitukseen, mikäli prosessi kehittyy niin paljon, että huolta haitta-aineista ei ole. Vastauksissa ehdotettiin myös yhdyskuntapuhdistamolietteiden käytön lopettamista peltojen lannoittamisessa ja että se käytettäisiin metsien lannoitukseen, kunhan se ensin separoidaan ja kuivajae poltetaan ja sitten poltosta syntynyt tuhka levitetään metsään.
- Viljan ja muiden kasvien ostajien kielteinen kanta yhdyskuntapuhdistamolietettä sisältävien mädätteiden käytössä lannoitteena tuli mainituksi vastauksissa. Tähän kieltoon toivottiin tarkastusta tämän päivän tilanteen mukaiseksi. Oltiin sitä mieltä, että ostajien olisi aika löyhentää rajoituksiaan. Vastaajat halusivat jopa lakipykälää siitä, että teollisuus voi/haluaa ostaa viljaa, jonka lannoitukseen on käytetty yhdyskuntapuhdistamolietettä sisältäviä mädätteitä.

Yksittäisissä vastauksissa oli edellä mainittujen lisäksi mainintoja puutteellisesta tiedottamisesta, ja siitä että tietoa ei ole saatavilla. Lisäksi haluttiin luomuhyväksyntää, vähäisempiä hajuhaittoja, organisointia niin etteivät muut peltotyöt viivästyisi, tuotteen tasalaatuisuutta ja tuotteen saatavuutta pitäisi lisätä.

5.2 Käyttökokemuksia yksittäisiltä viljelijöiltä

Kierrätyslannoitteista apua sadonturvaamiseksi webinaarissa 12.1.2023 Rannan tilan isäntä Kauhajoelta kertoi käyttökokemuksistaan viljanviljelyssä. Tila pyrkii kustannustehokkaaseen

viljelyyn kasvinravitsemuksesta tinkimättä. Tilalla on käytetty lietemäistä biokaasulaitoksen kierrätyslannoitetta. Se tulee tilalle levitettynä. Levityspalvelu koetaan pääosin hyväksi palveluksi, kunhan työnjälki on laadultaan tasokasta. Laadulla viljelijä tarkoittaa levitysjäljen tasaisuutta, ylimääräisen ajon minimointia pelloilla ja märkyyssolosuhteisiin sopivaa ajankohtaa. Erityisesti kevätiljojen viljelyssä tuotteen on katsottu olevan hyvin viljelyyn soveltuva. Syysviljojen osalta ongelmaksi on muodostunut levitysmäärä. Biokaasulaitoksen mädätettä on levitetty pelloille noin $20 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja multa on suoritettu välittömästi levityksen jälkeen tilan oman väen toimesta. Pelkästään kyseisellä lannoitteella ei ole tilalla pärjätty, vaan sen lisäksi on peltoon laitettu kylvövaiheessa mineraalilannoitteita 200–300 kg/ha. Viljelijä on huolissaan viljanostajien asenteissa tapahtuneesta nopeasta muutoksesta sellaisia mädätteitä kohtaan, joiden raaka-aineena on käytetty yhdyskuntapuhdistamolietettä. On haastavaa löytää ostajaa, joka hyväksyisi tällaisen mädätteen käytön lannoitevalmisteena. Tulevaisuuden uhaksi hän nimeää mädätteen mahdollisen hinnan nousun. Mahdollisena kehityksenä tulevaisuudessa isännän mielestä voisi olla lietteen väkeväintiin tarkoitetut lannoitteet, mikäli niiden levitysmäärät saataisiin säädettyä kalustoon sopiviksi ja levitystarkkuus olisi sopivissa raja-arvoissa. Ranta on myös halukas kokeilemaan rakeistettuja ja kuivalantatyyppejä valmisteita. Ne tosin vaatisivat kuivalannan levityskaluston. Hän näkee myös mahdollisuutena yhteistyön tiivistämisen lähiseudun karjatilojen kanssa. (Ranta, 2023)

Työtä varten haastateltiin lisäksi yksittäistä satakuntalaista viljelijää hänen käyttökokemuksistaan biokaasulaitoksen mädätteestä. Kyseisellä tilalla mädätettä on käytetty viljan lannoitukseen savimaalla ja eloperäisellä maalla. Mädätteen on levittänyt biokaasulaitoksen kautta saatu urakoitsija. Levityspalvelu koettiin hyväksi ja hyödylliseksi. Kehitettävää siinä olisi ajoitus, jonka sopiminen viljelijän muihin aikatauluihin kiireisenä kevätaikana oli ongelma. Lisäksi viljelijä toivoi levityskaluston kehittyvän kevyempään suuntaan. Nykyisin käytössä oleva kalusto on niin painavaa, että tiivistymisriski varsinkin edellä mainitun tyyppisillä mailla on oleellinen. Mädätettä levitettiin $20 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja se mullattiin välittömästi. Kyseisen lannoitteen vaikutus viljan kasvuun oli merkittävä. Erityisesti savimaalla sen sisältämä orgaanisen aineksen lisäys koettiin tervetulleeksi. Mädätteessä oleva neste ei viljelijän mukaan ole ongelma, mikäli pellon vesitalous on kunnossa. Hän

käyttäisi ja uskoisi muidenkin käyttävän enenevässä määrin biokaasulaitosten mädätteitä viljelyssä, mikäli viljanostajien asenne niitä kohtaan muuttuisi sallivaksi.

Nurmen perustamisen yhteydessä biokaasulaitoksen mädätettä käyttäneen hämäläisen karjatilallisen mielestä mädätteen käyttö nurmea perustettaessa oli ollut paras valinta. Hän koki nurmen kasvuun lähdön olleen nopeaa ja siitä saadun sadon laadun olleen erinomainen. Kyseisellä tilalla mädäte tuotiin tyhjillään olleeseen lietealtaaseen ja isäntä levitti sen itse peltoon. Hän sanoi, ettei kaipaa levityspalvelua, koska tilalta löytyy varastoksi sopiva allas mädätteen lyhytaikaiseen varastointiin. Isäntä koki haasteellisena sen, ettei voi käyttää muille viljelemilleen kasveille biokaasulaitoksen mädätettä, koska ei löydä ostajaa sitten tuotteilleen.

Molempien haastateltujen isäntien mielestä Suomen kaltaisessa yhteiskunnassa olisi tärkeää pitää yllä omavaraisuusastetta lannoitteissa ja tehdä aktiivisesti tutkimusta, jotta saataisiin biokaasulaitosten mädätteiden ravinteet käyttöön. Mädätteiden tähän asti yhtenä parhaista puolista he pitivät niiden hintaa, mädätteet olivat olleet ilmaisia tai maksaneet vain 2–3 €/tn.

6 Alkutuotannon asiakkaiden näkökulma kierrätysravinteiden käyttöön peltoviljelyssä

Tässä työssä tiedusteltiin sähköpostitse viljaa, tärkkelysperunaa, sokerijuurikasta, kuminaa ja öljykasveja vastaanottavilta tahoilta heidän kantaansa sellaisten kierrätysravinteiden käyttöön viljelyssä, jotka sisältävät yli 10 prosenttia puhdistamolietettä raaka-aineenaan. Tähän rajaukseen päädyttiin, koska laki sallii näiden kasvien viljelyssä kyseisenlaisen lannoitteen käytön. Aihe tuntui erityisesti kiinnostavan useita viljaa vastaanottavia tahoja, koska vastauksia tuli muutamassa päivässä usealta toimijalta.

Viljasektorilla sähköposti lähti 11 suurelle alan toimijalle, heistä yhdeksän vastasi. Yleisesti vilja-ala Suomessa on hyvin varauksellinen yhdyskuntapuhdistamolietteen käyttöön viljan viljelyssä. Rehuviljaa vastaanottavien tahojen vastaukset olivat lyhyet ja ytimekkäät: Viljaa, jonka lannoittamiseen on käytetty lannoitetta, joka sisältää yhdyskuntapuhdistamolietettä, ei osteta. Syynä kieltoon on riski haitta-aineista, joita puhdistamolietteet voivat sisältää.

Kuitenkaan tilojen välisessä suorassa viljakaupassa, jossa viljaa myydään eläinten rehun raaka-aineeksi kieltoa ei ole. Syynä tähän katsotaan olevan valvonnan mahdottomuus. Viljakauppaa käyvän tahon näkemys on, että he palvelevat kotimaista ja kansainvälistä teollisuutta, joten rajoite ostoehdoissa tulee heidän asiakkailtaan kummaltakin sektorilta. Samoilla mietteillä on mallas- ja entsyymiohraa vastaanottava taho, asiakkaat juoma- ja elintarvikesektorilla kotimaassa ja ulkomailla katsovat yhdyskuntapuhdistamolietteiden käytön lannoitteiden raaka-aineena riskiksi. He kieltävät käytön viljelyvuonna. Asian tiimoilta käydään kuitenkin vuosittain vuoropuhelua asiakkaiden kanssa ja seurataan asian kehittymistä. Muutos on siten tulevaisuudessa tiedon lisääntyessä mahdollinen.

Viljan ostajat pohtivat vastauksissaan lisäksi maanomistajille ja viljelijöille kyseisten aineiden käytöstä aiheutunutta haittaa. Asia tuodaan julki seuraavasti:

- ”Jos haitta-aineet eivät siirry viljeltävään satoon (elintarviketurvallisuusriski), niin...
 - Konsentroituvatko vuosien saatossa peltoon (riskin kumuloituminen)? Jos eivät konsentroidu, niin...
 - Huuhtoutuvatko ne ojien kautta vesijärjestelmään; jokiin, järviin ja mereen. Jos huuhtoutuvat, niin jätevesien puhdistamisen mielekkyys kärsii.

Hajoavatko ne? - Usein eivät kovin nopeasti, mutta vuosikymmenten saatossa toki.

Kun hyvä laitetaan kiertämään; mihin paha laitetaan?”

Vilja-alan toimijat ovat valmiita tarkastamaan viljelysopimuksiaan, mikäli tutkitulla tiedolla osoitetaan muidenkin kuin lain rajoittamien haitta-aineiden kulkeutumattomuudesta satoon ja haitattomuudesta maalle. Ratkaisuksi yhdyskuntapuhdistamolietteiden käyttöön kierrätyslannoitteiden raaka-aineena tarjotaan, että jätevedenpuhdistamolla tai biokaasulaitoksella teknisin keinoin saataisiin vähennettyä haitta-aineiden määrää lietteessä merkittävästi. Viljasektorin mukaan on erikoista, että vastuu on tällä hetkellä siirretty viljelijöille.

Tärkkelysperunan vastaanottajien yhteinen kanta on, että he kieltävät käytön tärkkelysperunan viljelyvuonna viljelysopimuksessaan. Välivuosina käyttö on sallittu. Kieltoa perustellaan hygieniasyillä. Tehtaalle tultuaan perunat siirretään veden avulla ja halutaan välttää prosessiveden likaantuminen epäpuhtauksilla maa-aineksesta, joka on kiinni perunoissa. Jos lannoituksessa on käytetty yhdyskuntapuhdistamolietettä yhtenä raaka-aineena, pidetään mahdollisena sen kulkeutumista maa-aineksen mukana perunan pinnalla tehtaalle ja siitä prosessiveteen.

Sokerijuurikkaan viljelykierrossa yhdyskuntapuhdistamolietettä saa käyttää muille kasveille. Sokerijuurikkaan viljelyvuonna käyttö on kielletty, koska koetaan riskiksi yhdyskuntapuhdistamolietteen mahdollisesti sisältämien kemikaalien, orgaanisten yhdisteiden, lääkeaineiden ja raskasmetallien päätyminen valmistettavaan sokeriin tai sivutuotteena eläinten rehuksi valmistettavaan tuoreleikkeeseen. Muiden kuin yhdyskuntapuhdistamolietettä sisältävien kierrätyslannoitteiden käyttö on sokerijuurikkaan viljelyssä sallittua ja niiden vaikutuksia lannoitekäytössä juurikkaan viljelyssä tutkitaan Sokerijuurikkaan tutkimuskeskuksella jatkuvasti.

Avomaan vihanneksia vastaanottavan toimijan vastauksessa korostuu ruuan turvallisuus ihmisravinnoksi. Vastauksessa todetaan, että puhdistamolietteiden käytölle lannoituksessa on ehdoton kieltä, mikäli ei saada vedenpitävää näyttöä siitä tutkimuksen kautta siitä, että niiden käyttö on aukottomasti turvallista.

7 Johtopäätökset

Tämän hetken maailmantilanne on nostanut esiin eri maiden huoltovarmuuden tärkeyden. Yhtenä osana huoltovarmuutta on ruuantuotannon turvaaminen ja siihen tarvittava omavaraisuus lannoitteiden suhteen. Kotimaiset kierrätyslannoitteet tarjoavat siihen sopivan potentiaalin. Lisäksi ne tukevat materiaalin kierrätyksen muodossa hiilensidontaa ja kestäväää kehitystä.

Työssä suoritetun viljelijäkyselyn tuloksena saatiin selville, että suuri osa viljelijöistä on halukkaita käyttämään biokaasulaitosten mädätteitä lannoituksessa tulevaisuudessa, kunhan

ne ovat turvallisia käyttää niin ihmisten kuin maaperänkin kannalta. Viljelijät näkevät kierrätyslannoitteiden käytön osana tilojen kestäväen kehityksen toimia hiilensidonnassa. Yllättävänä tuloksena vastauksista tuli ilmi, että lähes puolet vastanneista ei tiennyt, kuinka lähellä heidän tilansa sijaitsee lähimmästä biokaasulaitoksesta. Tulevaisuudessa, mikäli biokaasulaitosten mädätteitä käytetään lannoitteina sellaisenaan, olisi tärkeää saada laitosten sijainnit lähialueen tilallisten tietoon. Näin mädätteiden lähialueiden käyttäjäpotentiaali olisi nykyistä suurempi.

Toisena merkittävänä kyselyn tuloksena oli viljelijöiden tiedonjano kierrätyslannoitteista ja niiden soveltuvuudesta peltoviljelyyn. Tähän olisi suotavaa vastata nopealla aikataululla. Tietoa tulisi olla selkeästi ja monipuolisesti viljelijöiden saatavilla esimerkiksi kierrätysravinteita valmistavien yritysten kotisivuilla niin, että siellä olisi eriteltynä millaiselle maalle ja mille kasveille kyseinen lannoite parhaiten soveltuu sekä mitä lisäravinteita suositellaan. Toisena vaihtoehtona olisi pitää viljelijäiltoja lähiseudun viljelijöille. Niissä kerrotaisiin yrityksen tuottamista kierrätyslannoitteista. Viljelijäilloissa saisi suoran ihmiskontaktin viljelijöiden ja lannoitteen tuottajan välille. Viljelijäilloista tiedottamisen tulisi tapahtua useita kanavia pitkin, että tieto tavoittaisi erilaiset viljelijät. Kanavia voisivat olla esimerkiksi paikallislehti, sosiaalisen median alueelliset viljelijäryhmät ja MTK:n tai ProAgrian kautta tapahtuva sähköpostiviestintä.

Kyselyyn vastanneet biokaasulaitosten mädätteitä käyttäneet tilalliset kokivat käyttöön liittyen useimmiten ongelmallisena biokaasulaitosten mädätteiden mahdollisesti sisältämät haitta-aineiden tuomat riskit. Avoimissa vastuksissa tuli useaan kertaan julki huoli siitä, ettei viljaa, jolle yhdyskuntapuhdistamolietettä sisältävää mädätteitä oli käytetty lannoitteena, saanut markkinoitua minnekään. Myös viljan ostajien vastauksista nousi esiin huoli viljan mahdollisesti sisältämisestä haitta-aineista ja niiden vaikutuksista ihmisten ja eläinten terveyteen. Haitta-aineiksi oli määritelty mikromuovit, lääkejäämät, raskasmetallit ja bakteerit. Kyselytutkimuksen tulosten perusteella, mikäli viljelijät saisivat luotettavaa pitkäaikaista tutkimuspohjaista näyttöä, ettei peltomaan terveys vaarannu ja niissä tuotetuille tuotteille olisi markkinaa, he olisivat valmiita käyttämään biokaasulaitosten mädätteitä, jotka sisältävät yhdyskuntapuhdistamolietettä yli 10 %, lannoitteena. Tällaisia tutkimustuloksia ei ole vielä saatavilla, johtuen aiheen esiin noususta laajassa mitassa vasta

viime vuosien aikana. Koska pellon kasvukunnon parantaminen on hidas prosessi, on erittäin tarpeellista tietää, miten eri tekijät siihen vaikuttavat. Viljan ostajien vastauksista saatiin selville, että myös he olisivat valmiita muuttamaan sopimusehtojaan, mikäli luotettavia tutkimustuloksia terveysvaikutuksista olisi saatavilla. Näiden eri osapuolten samansuuntaisten näkökantojen perusteella voidaan sanoa, että perusteelliselle jatkuvalla tutkimustyölle haitta-aineiden vaikutuksista on suuri tilaus.

Vaihtoehtoisesti yhdyskuntapuhdistamolietettä sisältäviä mädätteitä voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa energiakasvien ja muiden ei syötävien kasvien viljelyssä. Se poistaisi haitta-aineiden suoran päätyksen ihmis- ja eläinravinnon joukkoon. Haittana tässä mallissa olisi entistä suurempien määrien kerääntyminen pienemälle alalle maata ja sieltä mahdollisesti suuremmat huuhtoutumisriskit alueellisesti pohjavesiin ja vesistöihin. Riskinä on myös kyseisten energiakasvien viljelyalueen pilaantuminen, jos maaperä pidättää haitta-aineet. Haitta-aineiden hajoamisprosessi on usein hidas, joten jatkuva vuosittainen kuorma lisää maan pilaantumisen mahdollisuuksia. Toisaalta, mikäli tutkimuksin pystyttäisiin osoittamaan haitallisten aineiden kulkeutuminen kasviin, tämä vaihtoehto olisi erittäin toimiva. Silloin energiakasvin polton myötä myös haitta-aineet poistuisivat polttoon. Poltossa nämä ongelmaksi muodostuneet aineet palaisivat ja energiantuotantolaitosten savukaasunpoistojärjestelmät keräisivät savun mukana olevia hiukkasia.

Viljelijäkyselyssä selvisi myös, että mieleisimmäksi kierrätysravinteiden käyttömuodoksi koetaan rakeistettu tuote. Se vaatii kierrätyslannoitteiden valmistajilta prosessointia, joka taas lisää tuotantokustannuksia. Jos rakeistamisprosessiin päädyttäisiin esimerkiksi biokaasulaitosten mädätteiden osalta, voisi rakeistusprosessista suunnitella sellaisen, että siinä poistuisi nesteen poistumisen yhteydessä myös mahdollisia haitta-aineita. Näin ne eivät päätyisi peltomaahan.

Tämän hetken tilanteessa viljanvastaanottajien viljelysopimusehdot kieltävät poikkeuksetta yhdyskuntapuhdistamolietteen käytön lannoituksessa. Viljelijälle ainoaksi markkinaksi jää tilojen välinen viljakauppa, jossa vilja päätty kotieläintilalle eläinten rehuksi. Porsaanreikänä viljanostajien sopimusehtoihin voidaan nähdä sellainen viljakauppa, joka toteutuu ilman sopimusviljelyä. Kaikkien vastaanottajien yleisehdot eivät tällä hetkellä kiellä

yhdyskuntapuhdistamolietteen käyttöä. Maataloustuotteiden ostajat pelkäävät imagonsa puolesta, mikäli he toimivat vastoin yleisesti vallalla olevaa linjaa yhdyskuntapuhdistamolietteen käytössä. On merkittävä riski, jos tuotteiden ostajat katoavat lietteen käytön sallimisen perusteella.

Helipotusta viljelijöiden tilanteeseen ei tuo myöskään uuden CAP-tukikauden ehdot, joissa määritellään, että tilojen on noudatettava viljelykiertoa, jossa 33 %:lla peltoalasta kasvin on vaihduttava vuosittain. Lisäksi samaa kasvia saa viljellä korkeintaan kolme vuotta samalla loholla. Koska on vain vähän kasveja, joiden lannoitukseen voidaan käyttää yhdyskuntapuhdistamolietettä sisältävää lannoitetta, tulee viljelykiirroista hankalia toteuttaa. (Ruokavirasto, a, 2023)

Ratkaisuna yhdyskuntapuhdistamolietteen peltolannoituksessa olevaan ongelmaan voisi olla biokaasulaitosten erilliset käsittelyt yhdyskuntapuhdistamolietteilte, mikäli niitä ei ole kannattavaa muulla tavoin käsitellä. Tällöin biokaasulaitosten mädätteet soveltuisivat paljon paremmin peltoviljelyyn. Kierrätyslannoitteiden käytön kasvavaa kiinnostusta pellon lannoitekäytössä ohjaa tällä hetkellä mineraalilannoitteiden huima hinnan nousu viimeisen vuoden aikana. Tulevaisuudessa, kun karjatilat vähenevät koko ajan, karjanlannasta saatavat ravinteet ja karjanlannan käyttömäärät pienenevät. Tämä ravinnevaje on korvattava jollain muulla lannoitteella, koska kasvit eivät kasva ilman ravinteita. Kierrätyslannoitteet olisivat ekologisempi ratkaisu tämän vajeen täyttämiseksi kuin uusiutumattomia luonnonvaroja raaka-aineinaan käyttävät kivennäislannoitteet.

Biokaasulaitosten mädätteitä käytetään lannoitteiden lisäksi myös maanrakennuksessa ja viheralueiden rakentamisessa. Yhtälaila näihin kohteisiin lisätyt mädätteet sisältävät lääkkeitä, mikromuoveja, raskasmetalleja ja muita haitta-aineita. Kyseiset materiaalit hajoavat paikallaan ja hajoamistuotteet pysyvät muokkaamattomassa maakerroksessa, jonka päällä ihmiset viettävät vapaa-aikaansa. On huomionarvoista pohtia, onko tämä sitten turvallista. Kyseessä on kuitenkin samat aineet, joita paljon pienempinä määrinä ja siten myös pitoisuuksina ei sallita peltoon lisättäväksi.

Suurimpana ongelmana on yhdyskuntapuhdistamoliete kierrätyslannoitteiden käytössä. Se aiheuttaa niin mittavia ongelmia, että olisi syytä miettiä, miten siinä mahdollisesti olevat haitta-aineet saadaan poistettua jo ennen sen päätymistä biokaasulaitokseen. Toisena vaihtoehtona on yhdyskuntapuhdistamolietteiden käyttämättä jättäminen biokaasulaitosten raaka-aineena ja kolmantena vaihtoehtona biokaasun tuotannon sivuvirtojen käyttäminen muualle kuin maatalouteen. Tällaisenaan tilanne on kestävä. Jatkossa voisi tutkia myös, haitta-aineiden määrien kehitystä mädätteissä. Onhan mahdollista, että kun prosessointi, prosessointitekniikat ja jakeiden erottelu jo ennen biokaasutusta paranee koko ajan, myös haitta-aineiden määrä pienenee.

Lähteet

- Finlex. (2012). *Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista annetun maa- ja metsätalousministeriön asetuksen muuttamisesta. 03.05.2012 1034/14/2012.*
Noudettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/400001/39202>
- Finlex. (2013). *Maa- ja metsätalousministeriö: Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista annetun maa- ja metsätalousministeriön asetuksen muuttamisesta. 27.03.2013 731/14/2013.* Noudettu osoitteesta
<https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/400001/40969>
- Finlex. (2014). *Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta.* Noudettu 25. 2 2023 osoitteesta
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141250#P11>
- Finlex. (2022). *Lannoitelaki 711/2022.* Noudettu osoitteesta
<https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2022/20220711>
- Finlex, a. (12. 1 2023). *Valtioneuvoston asetusfosforia sisältävien lannoitevalmisteiden ja lannan käytöstä 64/2023.* Noudettu osoitteesta
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230064>
- Finlex, b. (19. 1 2023). *Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta.* Noudettu osoitteesta
<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230078?search%5Ball%5D=maksu&search%5Bk%5D=koko&search%5Btype%5D=tekstihaku#Pidm45053758459040>
- Gasum. (2023). *Säästä kustannuksissa- Hyödynnä paikallisia kierrätyslannoitteita.* Noudettu osoitteesta <https://www.gasum.com/Yrityksille/mukaan-kiertotalouteen/kierratyslannoitteet/>
- Gasum Oy. (2022). *Tutustu kierrätyslannoitteisiimme .* Noudettu 12.12.2022 osoitteesta 6 kysymystä ja vastausta Gasum kierrätyslannoitteista:
<https://www.gasum.com/Yrityksille/mukaan-kiertotalouteen/kierratyslannoitteet/6-kysymysta-ja-vastausta-gasumin-kierratyslannoitteista/>
- Helsingin Yliopisto. (2021). 6. Kasvutekijät 2021.mp4. Noudettu osoitteesta
<https://www2.helsinki.fi/fi/unitube/video/7cc543ac-9fd8-43d1-a8e3-43e0cd9bb815>
- Joutsenlahti-Lankinen, A. (20. 9 2022). *Maaseudun Tulevaisuus.* Noudettu 10.12.2022 osoitteesta Kiertoravinne Oy palvelee teollisuutta ja maataloutta – ”Haluamme olla parantamassa huoltovarmuutta”:

<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/uutiset/4eecf64-e17a-4cfd-b96d-3e15d5b30505>

Kemiamedia. (17. 6 2022). *Kriisi nostaa kierrätyslannoitteiden arvoa*. Noudettu osoitteesta <https://www.kemiamedia.fi/kriisi-nostaa-kierratyslannoitteiden-arvoa/>

Kiertoravinne Oy. (2022). *Kiertoravinne Oy palvelee teollisuutta ja maataloutta koko Suomessa*. Noudettu osoitteesta <https://www.biolan.fi/biolan/kiertoravinne>

Kymäläinen, M.;& Pakarinen, O. (2015). *BIOKAASUTEKNOLOGIA Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuottein hyödyntäminen*. Hämeen ammattikorkeakoulu. Noudettu osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104180/HAMK_Biokaasun_tuotanto_2015_ekirja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Laatulannoite. (n.d.). *Yleisölle*. doi:<https://laatulannoite.fi/yleisolle/>

LantmännenAgro. (2020). *Kuona parantaa maata*. Noudettu osoitteesta <https://www.lantmannenagro.fi/ajankohtaista/2020/kuona-parantaa-maata/>

Liukas, T. (12. 1 2023). *Kierrätyslannoitteista apua sadon turvaamiseksi, webinaari*.

Luke. (2023). *Tilastotietokanta, Viljelijöiden keski-ikä muuttujina Vuosi ja Oikeudellinen muoto*. Haettu 7. 2 2023 osoitteesta https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__02%20Rakennne__02%20Maatalous-%20ja%20puutarhayritysten%20rakenne/08a_Viljelijoiden_ika_omistajaryh.px/table/tableViewLayout2/

Luonnonvarakeskus. (2022). *Maatalouden typpihaaste – vaihtoehtoja ja ratkaisuja : Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 53/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki*. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Noudettu osoitteesta https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/551964/luke-luobio_53_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Luonnonvarakeskus. (n.d.). *Ravinteiden kierrätyksen indikaattori*. Noudettu 5.1.2023 osoitteesta <https://www.luke.fi/fi/tilastot/indikaattorit/ravinteiden-kierratyksen-indikaattori#kierratyslannoitevalmisteiden-tuotanto-alueellisesti>

Luostarinen, S.;Pesonen, L.;& Seppänen, A.-M. (2019). *Kierrätyslannoitus suunnittelu, käytännöt ja mahdollisuudet tulevaisuudessa*. Luonnonvarakeskus (Luke). Noudettu osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-759-6>

- Maa- ja metsätalousministeriö. (2011). *Maa- ja metsätalousministeriö: Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista*. Noudettu osoitteesta Finlex: <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/400001/37638>
- Maa- ja metsätalousministeriö, a. (n.d.). *Lannoitevalmisteet*. Noudettu osoitteesta <https://mmm.fi/elaimet-kasvit/lannoitevalmisteet>
- Maa- ja metsätalousministeriö, b. (n.d.). *Maatalouden tukijärjestelmä*. Noudettu osoitteesta <https://mmm.fi/maataloustuet>
- Mallat, S. (2022). *CLIMATE IMPACT OF BIOGAS AND RECYCLED FERTILIZER PRODUCTION*. Noudettu osoitteesta https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/163749/Mallat_Sanni_Masters_Thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marttinen, S.;Paavola, T.;Ervasti, S.;Salo, T.;Kapuinen, P.;Rintala, J.;Vikman, M.;Kapanen, A.;Torniainen, M.;Maunuksela, L.;Suominen, K.;Sahlström, L.;Herranen, M. (2013). *Biokaasulaitosten lopputuotteet lannoitevalmisteina*. MTT Jokioinen. Noudettu osoitteesta <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti82.pdf>
- Marttinen, S.;Suominen, K.;Lehto, M.;Jalava, T.;& Tampio, E. (2014). *Haitallisten orgaanisten yhdisteiden ja lääkeaineiden esiintyminen biokaasulaitosten käsittelyjäännöksissä sekä niiden elintarvikeketjuun aiheuttaman vaaran arviointi*. Jokioinen: MTT Jokioinen. Noudettu osoitteesta BIOSAFE-hankkeen loppuraportti: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-519-6>
- Marttinen, S.;Venelampi, O.;Iho, A.;Koikkalainen, K.;Lehtonen, E.;Luostarinen, S.;Rasa, K.;Sarvi, M.;Tampio, E.;Turtola, E.;Ylivainio, K.;Grönroos, J.;Kauppila, J.;Koskiaho, J.;Valve, H.;Laine-Ylijoki, J.;Lantto, R.;Oasmaa, A.;zu Castell-Rüdenhausen, M. (2017). *Kohti ravinteiden kiertäytymisen läpimurtoa. Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi Suomessa*. Noudettu osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-437-3>
- MTK. (2017). *Kierrätysravinteet*. Noudettu osoitteesta <https://www.mtk.fi/-/kierratysravinteet>
- Myllyviita, T.;& Rintamäki, H. (2018). *Ruuantuottajien näkemyksiä ja kokemuksia kierrätyslannoitteiden käytöstä ja kehitystarpeista*. Suomen ympäristökeskus. Noudettu osoitteesta

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/276964/SYKEra_31_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Niittymaa, V. (17. 11 2017). Viljanostajat panivat puhdistamolietteet pannaan – viranomaiset sallivat peltokäytön. *Maaseudun Tulevaisuus*. Noudettu osoitteesta

<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/9d611e2f-f00a-548a-8a15-5547f899c913>

Opi ravinteista -hanke. (n.d.). *Ravinteet, typpi*. Noudettu osoitteesta

<https://opiravinteista.info/typpi/>

Ranta, N. (12. 1 2023). *Kierrätyslannoitteista apua sadon turvaamiseksi, webinaari*.

Ruokatieto. (2023). *Maan happamuus*. Noudettu osoitteesta

<https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/luonto/maapera/maan-happamuus>

Ruokavirasto, a. (2. 2 2023). *Ehdollisuuden opas 2023*. Noudettu 10.2.2023 osoitteesta

<https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/perusehdot/ehdollisuus/ehdollisuuden-opas/ehdollisuuden-opas-2023/>

Ruokavirasto, b. (17. 2 2023). *Tiivistelmä: ympäristökorvaus 2023*. Noudettu 15.3.2023

osoitteesta

<https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/peltotuet/ymparistokorvaus/ymparistokorvauksen-sitoumusehdot/ymparistokorvauksen-sitoumusehdot-2023/>

Ruokavirasto, a. (4. 10 2022). *Haitalliset aineet*. Noudettu osoitteesta

<https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/haitalliset-aineet-ja-hygienia/>

Ruokavirasto, b. (2022). *Kierrätysravinteet*. Noudettu osoitteesta

<https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kierratysravinteet/>

Ruokavirasto, c. (28. 10 2022). *EU:n uusi lannoitevalmisteasetus (2019/1009)*. Noudettu

osoitteesta <https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/lannoitevalmisteet/eun-uusi-lannoiteasetus/>

Ruokavirasto, d. (26. 7 2022). *Eläimistä saatavien sivutuotteiden käyttö lannoitevalmisteissa*.

Noudettu osoitteesta

<https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kierratysravinteet/elaimista-saatavat-sivutuotteet/>

- Ruokavirasto, e. (7. 2 2022). *Täydentävien ehtojen opas 2022*. Noudettu osoitteesta <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/oppaat/hakuoppaat/taydentavien-ehtojen-opas/taydentavien-ehtojen-opas-2022/#id-hyvan-maatalouden-ja-ympariston-vaatimukset>
- Salo, T. (12. 1 2023). Kierrätyslannoitteista apua sadon turvaamiseksi. *webinaari*.
- Seppänen, A.-M.; Luostarinen, S.; & Pesonen, L. (2019). *Kierrätyslannoitus. Suunnittelu, käytännöt ja mahdollisuudet tulevaisuudessa*. (Luonnonvarakeskus, Toimittaja)
Noudettu osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-759-6>
- Smagina, S. (2020). *Ota biokaasualan keskeiset termit haltuun! Sanasto biokaasusta, osa 2/2 [M-Y]*. (Biovoima) Noudettu osoitteesta <https://biovoima.com/blogi/ota-biokaasualan-keskeiset-termit-haltuun-sanasto-biokaasusta-osa-2>
- Söderlund, S. (n.d.). *Omalannoitteet, yleistä kierrätyslannoitteista*. (Baltic Sea Action Group)
Noudettu osoitteesta <http://ravinnejaenergia.fi/materiaali/omalannoitteet/yleista-kierratyslannoitteista/>
- Tilastokeskus. (16. 5 2022). *Maatalouden tuotantopanosten hinnat rajuun nousuun vuoden 2022 ensimmäisellä vuosineljänneksellä*. Haettu 22. 1 2023 osoitteesta <https://www.stat.fi/julkaisu/cl10m8tq104mz0cw3rrplsxf>
- Tolvanen, T. (2022). *Mitä ovat kierrätyslannoitteet ja mitä on saatavilla Itä-Suomesta*. (ProAgria) Noudettu osoitteesta https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/mita_on_kierratyslannoitteet.pdf
- Valtioneuvosto. (2022). *Luonnos Valtioneuvoston asetus fosforin käytöstä maa- ja puutarhataloudessa sekä viher- ja ympäristörakentamisessa*. Noudettu osoitteesta https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/1d1d1fb7-d24c-49da-8fe9-ea12a316c25b/7a6b7d9b-4837-421e-9cbe-285ddb19fd04/LIITE_20220707130907.pdf
- Vesilaitosyhdistys. (2013). *Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa*. Noudettu osoitteesta https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/puhdistamolieteopas_201320032014s.pdf
- Viljakainen, J. (12. 1 2023). *Kierrätyslannoitteista apua sadon turvaamiseen*. Webinaari.
Noudettu osoitteesta <https://yriyssalo.fi/wp-content/uploads/2023/01/Gasum.pdf>

VSS Biopower. (n.d.). *Biojalostamo* . Noudettu osoitteesta Modernia teknologiaa:

<https://www.vssbiopower.fi/palvelut/biojalostamo/>

Vuorinen, K. (17. 11 2022). Tuotepäällikkö.

Yara. (2022). *Kierrätysravinteet*. Noudettu osoitteesta

<https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/karjanlanta-ja-kierratysravinteet/kierratysravinteet/>

Yara, a. (2023). *Fosfori*. Noudettu osoitteesta

<https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/fosfori/>

Yara, b. (2023). *Kalium*. Noudettu osoitteesta

<https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/kalium/>

Yritys- ja yhteisötietojärjestelmä. (2022). *Kiertoravinne Oy*. Noudettu 22.11.2022 osoitteesta

<https://tietopalvelu.ytj.fi/yritystiedot.aspx?yavain=3013422&tarkiste=EBD54152C26253B6C2F9587DB3E9C5FACD1EFE47>

Äystö, L.;Högmander, P.;Fjäder, P.;& Salminen, J. (2022). *Haitalliset aineet*

kierrätyslannoitteissa ja niiden raaka-aineissa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 27 / 2022. Suomen ympäristökeskus. Noudettu osoitteesta

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/345153/SYKEra_27-2022_Haitalliset-aineet-kierratyslannoitteissa-ja-niiden-raaka-aineissa.pdf?sequence=1

Liite 1: Valtioneuvoston asetus fosforinkäytöstä maa- ja puutarhataloudessa 64/2023 mukaiset fosforilannoituksen viljavuusluokkiin perustuvat enimmäiskäyttömäärät. (Finlex, a, 2023)

Fosforilannoituksen enimmäismäärät (kilogrammaa hehtaarille vuodessa) viljavuusluokan perusteella

| Viljavuusluokka | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|
| Viljat, öljykasvit, palkokasvit | 34 | 26 | 16 | 10 | 5 | | |
| Viljat, öljykasvit, palkokasvit <i>lantapoikkeus</i> | 34 | 26 | 16 | 15 | 15 | | |
| Yksi- ja monivuotiset rehunurmet, rehmaissi | 46 | 38 | 30 | 20 | 11 | | |
| Yksi- ja monivuotiset rehunurmet, rehmaissi <i>lantapoikkeus</i> | 46 | 38 | 30 | 30 | 20 | | |
| Laidun | 24 | 16 | 8 | 5 | 5 | | |
| Peruna | 55 | 55 | 55 | 55 | 35 | 20 | 5 |
| Sokerijuurikas | 63 | 63 | 50 | 43 | 25 | 15 | 5 |
| Muut kasvit, peltoviljely | 30 | 20 | 15 | 10 | 5 | | |
| Taimitarhakasvit | 60 | 60 | 40 | 30 | 20 | 10 | |
| Mansikka, vadelma, herukat | 35 | 35 | 30 | 20 | 10 | 5 | |
| Muut marjat | 63 | 63 | 60 | 43 | 25 | 15 | 5 |
| Hedelmät | 40 | 40 | 35 | 30 | 20 | 10 | |
| Kaalit ja sipulit | 60 | 60 | 50 | 40 | 30 | 15 | 5 |
| Juurekset | 60 | 60 | 50 | 40 | 25 | 15 | 5 |
| Palkokasvit, tuorekorjuu | 50 | 50 | 35 | 20 | 10 | 5 | |
| Muut vihannekset | 60 | 60 | 50 | 40 | 30 | 15 | 5 |
| Yrtit ja siemenmausteet, muut puutarhakasvit | 30 | 30 | 15 | 10 | 5 | | |

Liite 2: Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 18. 12.2014/1250 11§ mukaiset liukoisen typen enimmäislisäysmäärät vuodessa hehtaaria kohden. (Finlex, 2014)

| Kasvi | Kivennäismaat | Eloperäiset maat |
|-------------------------------------------------|---------------|------------------|
| Ohra, kaura ja seosviljat | 160 | 120 |
| Kevätvehnä | 170 | 130 |
| Syysruis | | |
| - syksyllä | 30 | 30 |
| - keväällä | 150 | 120 |
| Kevätruis | 160 | 120 |
| Syysvehnä, ruisvehnä ja spelttivehnä | | |
| - syksyllä | 30 | 30 |
| - keväällä | 170 | 140 |
| Muut viljat, niiden seokset ja muut peltokasvit | 160 | 120 |
| Nurmet | 250 | 210 |
| Laitumet | 210 | 170 |
| Syysrypsi ja syysrapsi* | 200 | 160 |
| Kevätrypsi ja kevätropsi | 170 | 130 |
| Pellavat, maissi, öljyhamppu ja auringonkukka | 150 | 110 |
| Palkokasvit | 60 | 40 |
| Sokerijuurikas | 170 | 130 |
| Varhaisperuna | 100 | 80 |
| Tärkkelysperuna | 130 | 90 |
| Muu peruna | 120 | 80 |
| Kaalikasvit ja purjo | 250 | 210 |
| Muut sipulikasvit | 160 | 120 |
| Juurekset | 200 | 170 |
| Mauste- ja yrttikasvit | 120 | 80 |
| Muut vihannes- ja puutarhakasvit | 210 | 170 |
| Marja- ja hedelmäkasvit | 140 | 100 |
| Taimitarhatuotanto | 200 | 160 |

Liite 3: Saatekirje kyselytutkimukseen**Arvoisa Viljelijä!**

Olen agrologiopiskelija Telle-Mari Eerola Hämeen Ammattikorkeakoulusta. Teen opinnäytetyötäni Kierrätysravinteiden käytöstä ja käytön esteistä peltoviljelyssä. Työni toimeksiantajana toimii Kiertoravinne Oy. Ohessa oleva kyselytutkimus kartoittaa viljelijöiden näkemyksiä suurten biokaasulaitosten mädätteiden soveltuvuudesta ja käytöstä lannoitteina peltoviljelyssä. Kyseisissä laitoksissa saatetaan käyttää osin raaka-aineena yhdyskuntapuhdistamolietettä.

Kysely toteutetaan tässä sähköpostissa olevan linkin kautta. Kysely on täysin anonymi, eikä vastaajia voida sen perusteella tunnistaa. Vastauksista tehdään erilaisia yhteenvetoja opinnäytetyöhöni. Kysely on täysin vapaaehtoinen ja sen voi keskeyttää milloin tahansa. MTK toimii kyselyn mahdollistajana. Osoitelähde on MTK:n jäsenrekisteri ja kysely on lähtenyt MTK:sta ilman, että opinnäytetyöntekijälle on toimitettu vastaanottajien sähköpostiosoitteita. Kyselyyn vastaamiseen menee noin 5-10minuuttia. Kysely on avoinna 30.1.2023 asti.

Saan työni valmiiksi kevään 2023 aikana, jonka jälkeen se on luettavissa osoitteessa www.theseus.fi.

Kiitos avustasi, jokainen vastaus on tärkeä!

Terveisin: Telle-Mari Eerola

Mikäli sinulla on kysyttävää kyselyyn liittyen, ota yhteyttä: telle-mari.eerola@student.hamk.fi

Liite 4: Tietosuojailmoitus

**Tietosuojailmoitus Kierrätysravinteiden käyttö ja käytön esteet
peltoviljelyssä opinnäytetyön viljelijäkysely**

Henkilötietojen käsittelyn tarkoitus

Tutkimus tehdään opinnäytetyönä.

Tässä kyselytutkimuksessa kerätään tietoa ja mielipiteitä alueellisesti viljelijöiltä.

Tutkimuksella halutaan selvittää, millaisena viljelijät näkevät biokaasulaitosten mädätteiden käytön mahdollisuudet peltoviljelyssä lannoitteina. Tutkimuksen aineistonkeruu toteutetaan Webropol-kyselyllä. Vastaajien henkilötiedot ei tule kyselyssä eikä sen analysoinnissa julki millään tavoin. Kysely on täysin anonyymi ja sen vastauksista tehdään yhteenvetoja.

Kyselytutkimus liittyy opinnäytetyöhön, jonka toimeksiantajana on Kiertoravinne Oy. Kyselyn jakelun hoitaa MTK ja saa siitä hyötynä itselleen kyselyn tulokset tarvittaessa käyttöönsä.

Lisäksi linkki kyselyyn vastaamiseksi on lisätty Maajussit Facebook-ryhmään. Opinnäytetyötä ohjaa Heikki Pietilä.

Tutkimuksen kesto: kyselyn linkki on avoinna 2 viikkoa 16.1.-30.1.2023

Kyseessä on kertatutkimus.

Yhteyshenkilö tutkimusta koskevissa asioissa

Telle-Mari Eerola

Tutkimuksen suorittajat

Telle-Mari Eerola

Käsittelyn oikeusperuste

Henkilötietojen käsittely perustuu suostumukseen.

Henkilötietosisältö ja säilytysajat

Tutkimuksessa kerätään seuraavat tiedot:

- Vastaajan ikäryhmä
- Vastaajan tilan sijainti (Ely-keskus)
- Vastaajan avoimiin kysymyksiin mahdollisesti kertomat henkilötiedot.

Tutkimuksessa ei kysytä tutkittavilta (rekisteröity) asioita, joista rekisteröity on suoraan tunnistettavissa, mutta vastauksista rekisteröity voi silti olla pääteltävissä. Aineistokeruun jälkeen aineisto anonymisoidaan.

Tutkimuksen jälkeen:

Tutkimusaineisto hävitetään []

Tutkimusaineisto arkistoidaan ilman tunnistetietoja [x]

Tutkimusaineisto arkistoidaan tunnistetietojen kanssa []

Tutkimusaineisto avataan []

Tutkimuksen jälkeen anonymisoitu aineisto toimitetaan MTK:lle jatkotutkimuksia ja arkistointia varten.

Rekisteröidyt

Rekisteröityinä ovat:

- Tutkimukseen osallistuvat MTK:n jäsenrekisterissä olevat viljelijät
- Tutkimukseen osallistuvat Facebookin maajussit-ryhmässä olevat jäsenet.

Rekisterin tietolähteet

Vastaajien osoitelähde on MTK:n jäsenrekisteri ja kysely on lähtenyt MTK:sta ilman, että opinnäytetyöntekijälle on toimitettu vastaanottajien sähköpostiosoitteita. Muut tiedot saadaan vastaajilta.

Henkilötietojen vastaanottajat

Henkilötietojen vastaanottajia ovat:

- Aineiston keräämisen palvelun toteuttaa Webropol Oy
- Aineiston tallennuspaikkana on HAMK Oy:n verkkolevy.

Rekisterin suojauksen periaatteet

A Manuaalinen aineisto

Tutkimuksessa ei ole manuaalista aineistoa.

B ATK:lla käsiteltävät tiedot

Tiedot kerätään Webropolilla ja tallennetaan HAMKin verkkolevyille. Näihin ratkaisuihin käyttäjillä on henkilökohtaiset käyttäjätunnukset. Järjestelmä automaattisesti varmuuskopioi tiedot. Muu mahdollisesti tarvittava käsittely tehdään HAMKin tietojen luokitteluohjeen mukaisilla välineillä.

Kerätty aineisto anonymisoidaan ennen analysointia.

Rekisterinpitäjä

Telle-Mari Eerola

Tietosuojavastaava

Tutkimuksella ei ole tietosuojavastaavaa.

Automaattinen päätöksenteko

Rekisterissä ei tehdä automaattista päätöksentekoa

Tietojen siirto EU:n tai ETA:n ulkopuolelle

Tietoja ei siirretä EU:n tai ETA:n ulkopuolelle.

Rekisteröidyn oikeudet ja niiden rajoittaminen

EU:n yleinen tietosuoja-asetus (2016/679) antaa rekisteröidylle seuraavat oikeudet:

Oikeus peruuttaa suostumuksen

Rekisteröidyllä on milloin tahansa oikeus peruuttaa suostumuksensa. (artikla 7)

Oikeus saada pääsy tietoihinsa

Rekisteröidyllä on oikeus saada rekisterinpitäjältä vahvistus siitä, käsitelläänkö häntä koskevia henkilötietoja. Rekisteröidyllä on oikeus saada pääsy tietoihinsa.

Tarkastusoikeudesta voidaan periä maksu tai siitä voidaan kieltäytyä, jos pyynnöt ovat ilmeisen perusteettomia tai kohtuuttomia, erityisesti jos niitä esitetään toistuvasti. (artikla 12 ja artikla 15)

Oikeus tietojen oikaisemiseen

Rekisteröidyllä on oikeus vaatia rekisterissä olevan virheellisen tiedon oikaisemista (artikla 16). Korjaamispyyntö tehdään kirjallisesti. Joissain tietojärjestelmissä henkilö pystyy myös itse korjaamaan omat tietonsa.

Oikeus tietojen poistamiseen

Rekisteröidyllä on oikeus vaatia henkilötietojensa poistamista, jos yksi seuraavista toteutuu (artikla 17):

- Henkilötietoja ei enää tarvita niihin tarkoituksiin, joita varten ne kerättiin tai joita varten niitä muutoin käsiteltiin.
- Rekisteröity peruuttaa suostumuksen, eikä käsittelyyn ole muuta laillista perustetta.
- Rekisteröity vastustaa käsittelyä eikä käsittelyyn ole olemassa perusteltua syytä (artikla 21).
- Henkilötietoja on käsitelty lainvastaisesti.
- Henkilötiedot on poistettava unionin oikeuteen tai jäsenvaltion lainsäädäntöön perustuvan rekisterinpitäjään sovellettavan lakisääteisen velvoitteen noudattamiseksi.

Rekisteröidyllä kuitenkin ei ole oikeutta tietojen poistamiseen tutkimuksissa, mikäli tietojen poistaminen todennäköisesti estää kyseisen käsittelyn tai vaikeuttaa sitä suuresti.

Oikeus käsittelyn rajoittamiseen

Rekisteröidyllä on oikeus käsittelyn rajoittamiseen, jos yksi seuraavista toteutuu (artikla 18):

- Rekisteröity kiistää henkilötietojen paikkansapitävyyden, jolloin käsittelyä rajoitetaan ajaksi, jonka kuluessa rekisterinpitäjä voi varmistaa niiden paikkansapitävyyden.
- Käsittely on lainvastaista ja rekisteröity vastustaa henkilötietojen poistamista ja vaatii sen sijaan niiden käytön rajoittamista.
- Rekisterinpitäjä ei enää tarvitse kyseisiä henkilötietoja käsittelyn tarkoituksiin, mutta rekisteröity tarvitsee niitä oikeudellisen vaateen laatimiseksi, esittämiseksi tai puolustamiseksi.
- Rekisteröity on vastustanut henkilötietojen käsittelyä artikla 21 kohdan nojalla odotettaessa sen todentamista, syrjäyttävätkö rekisterinpitäjän oikeutetut perusteet rekisteröidyn perusteet.

Oikeus siirtää tiedot järjestelmästä toiseen

Rekisteröidyllä on oikeus saada koneluettavassa muodossa häntä koskevat henkilötiedot, jotka hän on rekisterinpitäjälle toimittanut, mikäli käsittely perustuu suostumukseen ja käsittely tapahtuu automaattisesti. (artikla 20)

Pyynnöt näiden oikeuksien käyttämiseen osoitetaan:

Telle-Mari Eerola

Oikeus tehdä valitus

Rekisteröidyllä on oikeus tehdä valitus tietosuojavalvutetun toimistolle. Lisätietoja <https://tietosuoja.fi/>.