Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 107/2023

Ravinteiden kierrätyksen tilastointi ja seuranta

Ensimmäinen indikaattori ja kehittämisehdotukset

Sari Luostarinen, Johanna Laakso, Elina Tampio, Annaliina Skyttä ja Eeva Lehtonen

Luke
LUONNONVARAKESKUS

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 107/2023

Ravinteiden kierrätyksen tilastointi ja seuranta

Ensimmäinen indikaattori ja kehittämisehdotukset

Sari Luostarinen, Johanna Laakso, Elina Tampio, Annaliina Skyttä ja Eeva Lehtonen

Luonnonvarakeskus 2023

Viittausohje:

Luostarinen, S., Laakso, J., Tampio, E., Skyttä, A. & Lehtonen, E. 2023. Ravinteiden kierrätyksen tilastointi ja seuranta : Ensimmäinen indikaattori ja kehittämisehdotukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 107/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 49 s.

Sari Luostarinen ORCID ID, https://orcid.org/0000-0002-0800-1652

ISBN 978-952-380-822-5 (Painettu)
ISBN 978-952-380-823-2 (Verkkojulkaisu)
ISSN 2342-7647 (Painettu)
ISSN 2342-7639 (Verkkojulkaisu)
URN http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-823-2
Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)
Kirjoittajat: Sari Luostarinen, Johanna Laakso, Elina Tampio, Annaliina Skyttä ja Eeva Lehtonen
Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2023
Julkaisuvuosi: 2023
Kannen kuva: Sari Luostarinen, Luke

Tiivistelmä

Sari Luostarinen[1], Johanna Laakso[1], Elina Tampio[2], Eeva Lehtonen[3] ja Annaliina Skyttä[4]

[1] Luonnonvarakeskus, Tietotie 4, 31600 Jokioinen
[2] Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki
[3] Luonnonvarakeskus, Halolantie 31 A, 71750 Maaninka
[4] Raporttia valmisteltaessa Luonnonvarakeskus, julkaisuhetkellä Suomen ympäristökeskus, Latokartanonkaari 7, 00790 Helsinki

Suomessa ja kansainvälisesti tavoitellaan ravinteiden kierrätyksen tehostamista ja ravinteiden käyttöön liittyvien ympäristövaikutusten vähentämistä. Lannoitteiden hintojen voimakas heilahtelu ja riippuvuus tuontipanoksista on nostanut myös huoltovarmuuden ja ruuantuotannon omavaraisuuden esille osana ravinteiden kierrätyksen tarvetta.

Jotta Suomen pitkäaikainen tavoite tehostaa ravinteiden kierrätystä ja olla näin kansainvälisestikin kierrätyksen mallimaa voisi toteutua, on pystyttävä seuraamaan ravinteiden kierrätyksen toteutumista. Tarvitaan tietoa sekä ravinteiden kierrätykseen soveltuvista biomassoista ja niiden ravinnesisällöstä että niiden käsittelyn ja hyödyntämisen ratkaisuista kullakin tarkasteluhetkellä. Kehityksen osoittamiseksi seuranta on aika-ajoin toistettava, jotta muutos – tai sen puute – voidaan tehdä näkyväksi. Näin tieto voidaan hyödyntää ravinteiden kierrätystä edistävien toimenpiteiden toteuttamisessa etenkin päätöksenteossa, mutta myös muiden kierrätykseen liittyvien toiminnanharjoittajien ja viranomaisten käytännön työssä.

Tässä raportissa kuvataan menetelmä Suomen ensimmäisen ravinteiden kierrätyksen indikaattorin toteutukselle ja kehittämistarpeita sen täsmentämiseksi jatkossa. Menetelmä on toistettavissa, jotta indikaattori mahdollistaa ravinteiden kierrätyksen tilan ja kehityksen seurannan. Indikaattori on saatavilla Luonnonvarakeskuksen Tilastopalveluiden internetsivuilla:

https://www.luke.fi/fi/tilastot/indikaattorit/ravinteiden-kierratyksen-indikaattori

Asiasanat: biojäte, biomassa, fosfori, indikaattori, lanta, puhdistamoliete, ravinne, ravinteiden kierrätys, sivutuote, typpi

Abstract

Sari Luostarinen[1], Johanna Laakso[1], Elina Tampio[2], Eeva Lehtonen[3] and Annaliina Skyttä[4]

[1] Natural Resources Institute Finland, Tietotie 4, FI-31600 Jokioinen
[2] Natural Resources Institute Finland, Latokartanonkaari 9, FI-00790 Helsinki
[3] Natural Resources Institute Finland, Halolantie 31 A, FI-71750 Maaninka
[4] Natural Resources Institute Finland at the time of reporting, currently Finnish Environment Institute, Latokartanonkaari 7, FI-00790 Helsinki

Enhancement of nutrient recycling and reduction of environmental impacts of nutrient use are being pursued in Finland and internationally. Fluctuation of fertilizer prices and dependence on imported goods have also raised awareness on security of supply and self-sufficiency of food production as part of the need for nutrient recycling.

So that the Finnish long-term goal on enhancing nutrient recycling and being its model country could be fulfilled, it is necessary to be able to monitor the execution of nutrient recycling. Data on recyclable biomasses and their nutrient content, and solutions for handling and using them are needed. To make progress - or lack thereof - visible, the monitoring must be repeated at chosen intervals. This allows the information to be used in support of especially policy making, but also other measures promoting nutrient recycling in practice.

This report describes the method in which the first Finnish indicator for nutrient recycling was made. It also identifies development needs to improve the indicator in the future. The method is repeatable, allowing the monitoring of the progress in nutrient recycling in Finland. The indicator is available at the website of Natural Resources Institute Finland (in Finnish):

https://www.luke.fi/fi/tilastot/indikaattorit/ravinteiden-kierratyksen-indikaattori

Keywords: biomass, biowaste, by-product, indicator, manure, nitrogen, nutrient, nutrient recycling, phosphorus, sewage sludge

Sisällys

1. Johdanto 3

2. Ravinteiden kierrätyksen aiempi seuranta 5

3. Ravinteiden kierrätyksen tietolähteitä 7

3.1. Lannoitevalmistajien vuosi-ilmoitukset 7

3.2. YLVA-tietojärjestelmä 8

3.3. Biokaasukysely 9

3.4. Lannankäsittelykysely ja muut maatalouden kyselyt 10

4. Ravinteiden kierrätyksen indikaattorin toteutus 11

4.1. Ravinteiden kierrätyksen potentiaali 11

4.2. Biomassojen prosessointi ja maatalouskäyttö 13

4.2.1. Biomassojen prosessointien osuudet 14

4.2.2. Prosessoinnin vaikutus biomassan ominaisuuksiin 15

4.2.3. Lannoituskäytön osuus 16

4.3. Kierrätyslannoitevalmisteiden tuotanto 16

5. Ravinteiden kierrätyksen indikaattorin tulokset 17

5.1. Alueellinen ravinteiden kierrätyksen potentiaali 17

5.2. Ravinteiden prosessointi ja kierto maatalouden käyttöön 20

5.3. Kierrätyslannoitevalmisteiden tuotanto alueellisesti 22

6. Tiedonkeruun puutteet ja kehitystarpeet 26

6.1. Lannoitevalmistajien vuosi-ilmoitusten kehitystarpeet 26

6.2. YLVA-järjestelmän kehitystarpeet 27

6.3. Biokaasukysely 28

6.4. Lannankäsittelykysely ja muut maatalouden kyselyt 29

7. Suositukset ravinteiden kierrätyksen tiedonkeruun ja indikaattorityön kehittämiseksi 30

Viitteet 31

Liitteet 33

1. Johdanto

Suomi on tavoitellut ravinteiden kierrätyksen tehostamista pääministeri Matti Vanhasen II hallituksen ajasta (2007–2010) lähtien. Vuonna 2011 julkaistu ”Suomesta ravinteiden kierrätyksen mallimaa” -työryhmämuistio (MMM 2011) kokosi senhetkisen tilannetiedon ravinteiden kierrätyksestä ja loi ensimmäiset askelmerkit kierrätyksen parantamiseen. Pääministeri Juha Sipilän hallitusohjelman (2015) yhdessä kärkihankkeessa tavoiteltiin ravinteiden kierrätyksen voimakkaampaa käyttöönottoa ja samalla etenkin positiivisia vesistövaikutuksia. Ravinteiden kierrätyksen tavoitteet jatkuivat myös pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelmaan (2019), jossa korostettiin kierrätystoimenpiteiden ilmastovaikutuksia ja pyrittiin Saaristomeren tilan parantamiseen tiekartalla pois Itämeren suojelukomission (HELCOM) hotspot -listalta. Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelmassa (2023) korostuu ravinteiden kierrätys erityisesti huoltovarmuuden näkökulmasta ja Saaristomeren alueelle toteuttavassa ravinteiden kierrätyksen pilotissa.

Ravinteiden kierrätys on noussut myös kansainvälisesti yhä tärkeämmäksi. Se on voimakkaasti esillä HELCOMin tavoitteissa vähentää ihmistoiminnasta aiheutuvaa ravinnekuormitusta Itämereen. Vuoden 2021 lopulla hyväksytyssä Itämeren suojelun toimenpideohjelmassa (Baltic Sea Action Plan, HELCOM 2021a) on runsaasti rehevöitymisen vähentämiseen tarkoitettuja toimenpiteitä, joita Itämeren alueen maiden tulee ottaa käyttöön. Lukuisat näistä toimenpiteistä koskevat maataloutta ja sen ravinteiden käyttöä, joiden osaksi on nostettu ensimmäistä kertaa ravinteiden kierrätys. Osana toimenpideohjelmaa luotiin Suomen johtamana myös erillinen Itämeren alueen ravinteiden kierrätyksen strategia (HELCOM 2021b).

Myös EU-tasolla tavoitellaan ravinteiden käytön tehostamista osana Pellolta pöytään- (EU 2020) ja Biodiversiteettistrategioita (EU 2021). Molemmat strategiat sisältävät saman tavoitteen ravinnehävikin vähentämisestä puolella ja samalla lannoitteiden käytön vähenemisen viidenneksellä vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteen saavuttamista Suomessa on arvioitu ja toimenpiteissä yhdeksi olennaiseksi on huomioitu ravinteiden kierrätys (Luostarinen ym. 2021).

Lannoitteiden hintojen nousu, joka alkoi jo vuonna 2021 ja kiihtyi Venäjän helmikuussa 2022 aloittaman hyökkäyssodan myötä, sekä saatavuuden voimakas vaihtelu, ovat entisestään lisänneet kiinnostusta ravinteiden kierrätykselle. Ravinteiden käytön tehostamisen tarve on kasvanut niin maataloudessa kuin muualla ruokajärjestelmässä. Kyse on sekä huoltovarmuudesta että ympäristötekijöistä. Lannoitusta on täsmennettävä ja jo käytössä olevien ravinteiden kierrätystä tehostettava, jotta uusiutumattomista luonnonvaroista (fosfori) ja/tai korkealla energiankulutuksella (typpi) tuotettavia mineraalilannoitteita tarvitaan vähemmän. Samalla vähennetään riippuvuutta muissa maissa tapahtuvasta tuotannosta. Suomelle olennaista on ollut vähentää aiempaa riippuvuutta Venäjällä tuotetuista lannoitteiden raaka-aineista ja energiasta, mihin ravinteiden kierrätys osaltaan vastaa (typpi: Järvenranta ym. 2022; fosfori: Lemola ym. 2023). Samalla voidaan vähentää ruuantuotannon ympäristövaikutuksia erityisesti vesistöjen, mutta myös ilmaston kannalta. Olennainen osa hyvää ravinnekiertoa on myös kierrätysravinteiden mukana kiertävä orgaaninen aines, jonka ylläpito peltomaassa on välttämätöntä niiden hyvän rakenteen, ravinteiden ja veden pidätyskyvyn ja hyvien satojen kannalta. Samalla se vaikuttaa maankäyttösektorin ilmastovaikutukseen.

Jotta Suomen pitkäaikainen tavoite tehostaa ravinteiden kierrätystä ja olla näin kansainvälisestikin kierrätyksen mallimaa voisi toteutua, on pystyttävä seuraamaan ravinteiden

kierrätyksen toteutumista. Tarvitaan tietoa sekä ravinteiden kierrätykseen soveltuvista biomassoista ja niiden ravinnesisällöstä että niiden käsittelyn ja hyödyntämisen ratkaisuista kullakin tarkasteluhetkellä. Kehityksen osoittamiseksi seuranta on aika-ajoin toistettava, jotta muutos – tai sen puute – voidaan tehdä näkyväksi. Näin tieto voidaan hyödyntää ravinteiden kierrätystä edistävien toimenpiteiden toteuttamisessa etenkin päätöksenteossa, mutta myös muiden kierrätykseen liittyvien toiminnanharjoittajien ja viranomaisten käytännön työssä.

Tässä raportissa kuvataan menetelmä Suomen ensimmäisen ravinteiden kierrätyksen indikaattorin toteutukselle ja kehittämistarpeita sen täsmentämiseksi jatkossa. Menetelmä on toistettavissa, jotta indikaattori mahdollistaa ravinteiden kierrätyksen tilan ja kehityksen seurannan. Indikaattori on saatavilla Luonnonvarakeskuksen Tilastopalveluiden internetsivuilla:

https://www.luke.fi/fi/tilastot/indikaattorit/ravinteiden-kierratyksen-indikaattori

Työssä on hyödynnetty pääasiassa olemassa olevia tiedonkeruita ja tilastoja, joita on täydennetty erilaisin kirjallisuudesta koostetuin tiedoin ja asiantuntija-arvioin. Indikaattorissa keskitytään erilaisiin kierrätettävissä oleviin, ravinnepitoisiin biomassoihin ja niistä valmistettuihin, maatalouden käyttöön päätyviin kierrätyslannoitevalmisteisiin. Se sisältää tietoa biomassojen vuotuisesta määrästä, ravinteiden (typpi, fosfori) ja orgaanisen aineksen sisällöstä, nykyisestä prosessoinnista sekä käytöstä lannoituksessa tai jossain muussa käytössä. Indikaattori huomioi myös sekä biomassojen muodostumisen että lannoitustarpeen alueellisen jakautumisen, jotta tarvetta kuljettaa kierrätysravinteita alueelta toiselle sekä kuljetuksen toteutumisen tilannetta voidaan seurata.

2. Ravinteiden kierrätyksen aiempi seuranta

Ensimmäinen laajempi arvio ravinteiden kierrätyksen tilasta Suomessa julkaistiin vuonna 2017 tutkimuslaitosten laajana yhteistyönä (Marttinen ym. 2017). Raportti keskittyi tärkeimpien kasvinravinteiden, typen ja fosforin kierrätyksen senhetkiseen toteutukseen ja kehitystarpeisiin. Raportti kuvaa kierrätettävissä olevien, ravinnepitoisten biomassojen muodostumista erilaisessa toiminnassa ml. maatalous, yhdyskunnat ja teollisuus, niiden alueellista keskittymistä ja siten kuljetustarvetta verrattaessa kunkin alueen kasvintuotannon lannoitustarvetta ja saatavilla olevia biomassoja, ja biomassojen prosessoinnin mahdollisuuksia kuljettavuuden lisäämiseksi. Raportti antaa myös suosituksia ohjauskeinoiksi ravinteiden kierrätyksen tehostamiseksi. Biomassojen määrille ja ravinnesisällölle esitettiin tuolloin jo karkeita arvioita.

Vuosien 2016–2019 aikana rakennettiin Luonnonvarakeskuksen johdolla kahta työkalua, joissa kootaan tietoa ravinnepitoisista biomassoista. *Biomassa-atlas* on avoin sähköinen työkalu, jossa kierrätettävien biomassojen määriä esitetään paikkatietona ja joka tukee niiden tehokkaamman käytön suunnittelua. Hallinnon ja tutkimuksen käyttöön luotu *Ravinnelaskuri* puolestaan mahdollistaa ravinnepitoisten biomassojen prosessoinnin ja lannoituskäytön suunnittelua aluetasolla. Se sisältää paitsi arvion erilaisten maatalouden, yhdyskuntien ja teollisuuden biomassojen alueelliset määrät ja ominaisuudet (yli 20 erilaista biomassatyyppiä ja jalostavan teollisuuden sivuvirtaa kotieläintuotannon lannasta leipomojätteisiin), myös mahdollisuuksia luoda niille vaihtoehtoisia prosessointiketjuja ja loppukäyttöjä, ja verrata tuloksia kunkin alueen kasvintuotannon lannoitustarpeeseen. Ravinnelaskuri luotiin alkuaan viranomaistyökaluksi alueellisen ravinteiden kierrätyksen suunnitteluun. Sittemmin Luonnonvarakeskus on kehittänyt ja päivittänyt sitä edelleen tutkimuskäyttöön (tarkempi kuvaus: Lemola ym. 2023).

Em. tehtävien yhteydessä on koottu olemassa olevista tilastoista, tietojärjestelmistä ja muista tietoaineistoista mahdollisimman ajantasainen tieto kierrätettävistä biomassoista sekä niiden senhetkisistä prosessoinneista ja loppukäytöistä. Tietojen kokoaminen havaittiin haastavaksi, sillä olemassa olevat tilastot ja tiedonkeruut eivät useinkaan mahdollista biomassojen seurantaa syntypaikoiltaan loppukäyttöön tai tiedot puuttuvat kokonaan.

Kerättyä tietoa on käytetty hyväksi erilaisissa hankkeissa, joilla ravinteiden kierrätyksen tilannetta ja sen edistämiseksi tarvittuja toimenpiteitä on pyritty seuraamaan ja kehittämään. Seuraavassa esitellään muutamia esimerkkejä, joista on saatavissa julkaistua tietoa erilaisten kierrätettävien biomassojen muodostumisesta, prosessoinnista ja ohjautumisesta maatalouden lannoituskäyttöön.

Keinoja kierrätyslannoitevalmisteiden tuotannon ja käyttöönoton tueksi haettiin esimerkiksi Luonnonvarakeskuksen, Ruokaviraston ja Suomen ympäristökeskuksen yhteistyönä vuonna 2019 (Luostarinen ym. 2019a). Raportissa keskityttiin etenkin lannan ravinteiden kierrätykseen ja todettiin tehokkaan lantaravinteiden kierrätyksen olevan edelleen lähtökuopissaan. Lannan prosessointi oli hyvin vähäistä eikä sitä liikkunut kovin kauas syntysijoiltaan siitä huolimatta, että alueellista ylijäämää etenkin lannan fosforille tunnistettiin useissa kotieläintuotannon keskittymissä. Silloisen lainsäädännön, kannustinten ja maatalouden tuki-instrumenttien havaittiin tukevan heikosti ravinteiden kierrätyksen toteutusta asetetuista tavoitteista huolimatta. Seurannan kehittäminen muutoksen todentamiseksi nähtiin yhtenä tärkeänä toimenpiteenä.

Tietoaineistoja hyödynnettiin myös Luonnonvarakeskuksen toteuttamassa lantabiokaasutuotannon tukimahdollisuuksia kartoittaneessa hankkeessa (Luostarinen ym. 2019b). Raportissa esitellään tietoa kotieläintuotannon lannan muodostumisesta (määrä, ravinteet, sijainti), biokaasun tuotantopotentiaalista ja silloisesta käytöstä biokaasutuotannossa. Raportissa hahmotellaan myös erilaisten biokaasulaitosten mahdollisuuksia lannan prosessoinnille ja etenkin suurten, lantaravinteiden alueellista uusjakoa mahdollistavien biokaasulaitosten toteuttamiseen vaikuttavia tekijöitä. Täsmällisempiä arvioita erikokoisten maatilojen biokaasulaitosten määristä ja teknistaloudellisesta lantabiokaasun tuotantopotentiaalista on maatalouden ilmastotiekartassa (Lehtonen ym. 2020) ja HIISI-hankkeen maatalouden toimenpiteiden ilmastovaikutusten jatkotarkastelussa (Miettinen ym. 2022).

Ravinteiden käytön vaikutuksia biodiversiteettiin tarkasteltiin myös Luonnonvarakeskuksen kokoamien tietojen pohjalta osana arvioitaessa EU:n biodiversiteettistrategian vaikutuksia Suomessa (Luostarinen ym. 2021). Tuolloin arvioitiin, että pääosa Suomen kasvintuotannon tarvitsemasta fosforista on katettavissa kierrättämällä olemassa olevia biomassoja ja myös typen käytön tehostamisessa kierrätys on yksi olennaisista toimenpiteistä. Tulosten mukaan ravinteiden kierrätys on biodiversiteettistrategiassa esitetyn tavoitteen – ravinnehävikkiä vähennetään 50 % siten, että samalla ravinteiden käyttö vähenee 20 % – toteutumisen kannalta avainasemassa.

Luonnonvarakeskus on myös koonnut yhteen tietoa typen ja fosforin tarpeesta, käytöstä, kierrätysmahdollisuuksista ja ympäristövaikutusten vähentämisen keinoista kahteen synteesiraporttiin. Typpisynteesissä (Järvenranta ym. 2022) esitetään tietoa kierrätettävissä olevista, typpipitoisista biomassoista ja niiden prosessoinnin ja lannoituskäytön mahdollisuuksista Suomessa. Fosforisynteesissä (Lemola ym. 2023) päivitettiin kierrätettävissä olevan fosforin määrät ja lähteet, peltomaan fosforitilan tieto sekä vertailut kasvintuotannon fosforitarpeeseen, mikä samalla kertoo myös kierrätystoimenpiteiden alueellisen tarpeen.

3. Ravinteiden kierrätyksen tietolähteitä

Tässä luvussa kuvataan ravinteiden kierrätyksen ensimmäistä indikaattoria varten käytettyjä tietolähteitä, joista saadaan tietoja kierrätettävien biomassojen muodostumisesta, nykyisistä käsittelymenetelmistä sekä loppukäyttökohteista. Mainittujen tietolähteiden lisäksi käytettiin tarpeen mukaan suoria kontakteja toiminnanharjoittajiin sekä kirjallisuudesta löytyvää tietoa (tarkempi kuvaus toteutuksesta kappaleessa 4).

3.1. Lannoitevalmistajien vuosi-ilmoitukset

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 11/12 lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta säädetään toiminnanharjoittajan ilmoitusvelvollisuudesta lannoitevalmisteiden jäljitettävyyden varmistamiseksi. Toiminnanharjoittajan on vuosittain tammikuussa ilmoitettava Ruokavirastolle edellisen vuoden tiedot myydyistä tai luovutetuista lannoitevalmisteista. Tiedot on kerätty vuoteen 2022 saakka Excel-pohjaisella, lannoitevalmisteen tyyppinimen mukaisella vuosi-ilmoituslomakkeella, jonka toiminnanharjoittaja palauttaa sähköpostitse. Vuoden 2023 aikana ilmoitusjärjestelmää muutetaan. Tämä osio perustuu pääosin vuoteen 2022 saakka käytössä olleeseen Excel-lomakkeeseen.

Vuosi-ilmoituksessa pyydetyt tiedot tulee antaa jokaiselle toiminnanharjoittajan tuottamalle lannoitevalmisteelle erikseen. Lomakkeella ilmoitetaan lannoitevalmistajan nimi ja asiakasnumero sekä ilmoituksen antajan nimi ja yhteystiedot. Kullekin lannoitevalmisteelle ilmoitetaan valmisteen kauppanimi, valmistuspaikka sekä mahdollinen urakoitsija yhteystietoineen. Lisäksi kirjataan ilmoitusvuoden alussa olleen valmiin tuotteen varastoitu määrä, vuoden aikana valmistuneen luovutusvalmiin lannoitevalmisteen määrä sekä vuoden lopussa olevan keskeneräisen ja valmiin lannoitevalmisteen varastoidut määrät (kaikki tonneina). Lannoitevalmisteen raaka-aineet sekä muut lisätyt aineet pyydetään ilmoittamaan tonneina ja lisäämään tieto raaka-aineen tai muun aineen alkuperästä, tai jos kyse on eläinperäisestä raaka-aineesta, pyydetään mainitsemaan myös tuotantolaitoksen hyväksyntänumero. Valmiin lannoitevalmisteen myyty tai luovutettu määrä ilmoitusvuoden aikana ilmoitetaan tonneina mukaan lukien myös varastosta luovutetut, jo aiemmin valmistuneet valmisteet. Valmisteiden luovutus ilmoitetaan tonneina käyttökohteittain vaihtoehtoina i) peltoviljely ja/tai avomaan ammattimainen puutarhaviljely kotimaassa, ii) metsälannoitus/-käyttö kotimaassa, iii) yksityisten kotitalouksien käyttö, iv) käyttö ammattimaisessa kasvihuoneviljelyssä, v) käyttö viherrakentamisessa tai viheralueiden lannoitteena, vi) jatkojalostus kotimaassa (lannoitevalmisteen raaka-aineeksi), vii) vienti EU-alueelle tai alueen ulkopuolelle, viii) muu käyttö lannoitevalmisteena tai ix) muu kuin lannoitevalmistekäyttö. Pelto- tai puutarhaviljelyyn käytettävä tuote eritellään lisäksi sen mukaan, sisältääkö tuote puhdistamolietettä vai ei. Uuden lannoitelain (711/2022) myötä vuosi-ilmoituksiin lisätään myös kaikille tuoteryhmille kirjaus tuotteiden ravinnepitoisuuksista (N, P).

Lannoitevalmistajien vuosi-ilmoituksissa ilmoitetaan valmisteiden kauppanimet, joiden avulla voidaan erikseen selvittää lannoitevalmisteiden tuoteselosteet. Tuoteselosteita ei siis ole osana vuosi-ilmoitusten aineistoa, mutta toiminnanharjoittajan tulee toimittaa ne saataville valmisteiden käyttäjille. Tuoteseloste tai lannoitevalmisteen ravinneanalyysitulos löytyy yleensä toiminnanharjoittajan internetsivulta tai sen voi pyytää heiltä erikseen. Tuoteseloste tai analyysitulos sisältää erittäin tärkeää tietoa lannoitevalmisteiden käyttöä varten. Tuoteselosteessa on ilmoitettu tuotteen tilavuuspaino, kuiva-ainepitoisuus tai kosteus, orgaanisen

aineksen pitoisuus ja pääravinteet (N, P, K) kokonaispitoisuutena sekä usein myös liukoisten ravinteiden pitoisuudet. Myös muita kemiallisia ja fysikaalisia parametrejä voi olla sisällytetty tuoteselosteeseen.

3.2. YLVA-tietojärjestelmä

YLVA-tietojärjestelmä on ELY-keskusten ylläpitämä ympäristönsuojelun raportointipalvelu, johon ympäristönsuojelulain (527/2014) nojalla lupa- ja ilmoitusvelvolliset toiminnanharjoittajat ilmoittavat lähtökohtaisesti toiminnastaan sähköisesti. YLVAssa toiminnanharjoittaja raportoi vuosittain vastaanottamansa ja tuottamansa jätteet, muualle toimitetut ja luovutetut jätteet sekä varastoidut jätteet. Ravinteiden kierrätyksen kannalta oleellisia YLVAssa raportoivia toiminnanharjoittajia ovat mm. biokaasulaitokset, eläinsuojat, turkistarhat, jätevedenpuhdistamot, elintarviketeollisuuden toimijat ja kalankasvattamot. Ilmoitusvelvollisia eläinsuojia ja turkistarhoja ei tosin velvoiteta kirjaamaan jätetietojaan YLVAan, mutta niiden on ylläpidettävä vuosittain seurantatietoja toiminnastaan ja esitettävä ne pyynnöstä viranomaiselle (138/2019). Käytännössä eläinsuojista ja turkistarhoista YLVAan ovat raportoineet lähinnä AVIen luvittamat ja täten ELY-keskusten valvomat toiminnanharjoittajat. Kuntien valvomista eläinsuojista ja maatilatason lannan prosessoinneista ei välttämättä raportoida YLVAan, vaan ainoastaan ympäristöluvan myöntäneelle kunnan viranomaiselle.

Eläinsuojan toiminnasta tulee vuosittain ilmoittaa (tai pitää kirjaa) eläinmäärä tuotantomuodon mukaan (esim. lypsylehmät, hiehot, lihanaudat, vasikat jne.) ja käytettävissä olevan, lannanlevitykseen soveltuvan peltoalan määrä. Soveltuvalla peltoalalla tarkoitetaan peltoalaa, jonka viljavuusanalyysillä tutkittu fosforiluku ei ole viljavuusluokassa 6 tai 7. Syntyvä lantamäärä ilmoitetaan lantalajin (lietelanta, kuivalanta, virtsa, kuivikelanta jne.) jätekoodin mukaan ja lisätään sanallinen kuvaus jätelajista. Myös kasvijätteet (esim. pilaantunut rehu) ilmoitetaan. Määrät ilmoitetaan kokonaispainona, mutta myös kuiva-ainepitoisuus pyydetään ilmoittamaan. Lannan käsittelymenetelmä kuvataan sanallisesti esim. ”Lannan luovutus yritykselle X” tai ”Levitys omalle pellolle”. Lisäksi annetaan R/D-koodi kunkin käsittelytavan mukaan, kuten esimerkiksi ”Lannan levittäminen omaan, vuokra- tai sopimuspeltoon”, ”Jätteen toimittaminen mädätettäväksi biokaasulaitokseen” tai ”Jätteen toimittaminen kompostoitavaksi kompostointilaitokseen”. Mikäli lantaa luovutetaan tilan ulkopuolelle, ilmoitetaan vastaanottajan nimi ja kunta. Lannanluovutussopimukset ladataan liitteeksi järjestelmään. Ohjeessa korostetaan, että lannanluovutus tulisi raportoida erikseen jokaiselle kunnalle, johon lantaa luovutetaan, koska lantavirtoja eri kuntien välillä pyritään seuraamaan muuan muassa vuosiraporttien avulla. Myös raportointivuonna tehdyt viljavuus- tai lanta-analyysien tulokset sekä listaus pellonvuokrasopimuksista pyydetään liittämään YLVA-järjestelmään.

Turkistarhan toiminnasta ilmoitetaan samoin kuin eläinsuojan toiminnasta. Turkistarhaajat täyttävät lisäksi käyttötarkkailuilmoituksen, jossa raportoidaan lannanpoiston, kuivikkeiden levityksen ja säiliöiden (tiivisalustavedet, virtsa) tyhjennyksen ajankohdat.

Biokaasulaitokset ovat ympäristöluvanvaraisia, mikäli ne käsittelevät jätteeksi luokiteltuja syötteitä. Myös maatilamittakaavan biokaasulaitoksilla eläinsuojien yhteydessä on oltava joko ympäristölupa tai ympäristönsuojelulain 115 d §:ssä tarkoitettu päätös ilmoitusasiassa (YM 2023). Raportin kirjoitushetkellä biokaasulaitosten jätelomakkeet ovat uudistettavina, joten tässä esitetään aiempien lomakkeiden vaatimat tiedot. Laitokset ilmoittavat YLVAssa toiminnassaan vuosittain vastaanotetut jätteet valitsemalla sopivimman jätekoodin (EWC-koodi) ja antamalla sanallisen kuvauksen kustakin jätteestä, niiden kokonaispainot, kuiva-

ainepitoisuudet (%) sekä sen, mistä toiminnasta kukin jäte on syntynyt (jätteen alkuperä, esim. oma toiminta, maa-, metsä- tai kalatalous, teollisuus, rakentaminen, yhdyskunnat). Jätteen käsittelymenetelmä kuvataan jätteen hyödyntämis- ja loppukäsittelymenetelmiä koskevilla R/D-koodeilla sekä sanallisella kuvauksella. Myös vastaanotetun jätteen toimittajan sijaintikunta ilmoitetaan. Laitokselta muualle toimitetut jätteet ilmoitetaan samalla tavalla mukaan lukien ko. jätteen vastaanottavan toiminnanharjoittajan nimi ja kunta. Myös laitoksella varastoidut jätteet ilmoitetaan osana raporttia (jätekoodi, jätelaji, kokonaispaino, jätetyyppi).

Elintarviketeollisuuden toimijat ja kalankasvatuksen toiminnanharjoittajat ilmoittavat syntyvän jätteen (EWC-koodi) määrän ja toimituspaikat samoin kuin edellä on kuvattu.

Jätevedenpuhdistamot raportoivat vuosittain käsittelyyn vastaanotetuista jätteistä ja puhdistamon yhteydessä olevaan toimintaan (biokaasulaitos, kompostointilaitos) vastaanotetuista jätteistä sekä jätevedenpuhdistamolla syntyneistä jätteistä (esim. kuivattu ylijäämäliete), jotka on toimitettu mädätykseen, kompostointiin tai muuhun jätteenkäsittelyyn. Mikäli jätevedenpuhdistamo käsittelee lietettä edelleen laitoksella tapahtuvana omana toimintana, käsiteltävä liete raportoidaan myös lähtevänä jätteenä. Puhdistamon yhteydessä olevan biokaasulaitoksen mädäte tai kompostointilaitoksen komposti, joka luovutetaan laitoksen ulkopuolelle, ilmoitetaan kokonaispainona (ml. kuiva-ainepitoisuus, %). Lisäksi käsittelymenetelmä kuvataan sanallisesti ja R/D-koodein. Koodeina ovat esimerkiksi ”Jätteen toimittaminen hyödynnettäväksi esim. lannoitevalmisteiden raaka-aineena, kaatopaikan maisemoinnissa tai viherrakentamisessa” tai ”Hyödyntäminen maanviljelyksessä”. Jätteen vastaanottajan nimi ja kunta ilmoitetaan. Lisäksi jätevedenpuhdistamot raportoivat kompostointilaitoksen jätteiden (kompostin) varastotilanteen vuoden lopussa. Puhdistamot toimittavat valvontaviranomaiselle puhdistamolietteen tuottajana vuosittain tiedot lietteestä ja sen käytöstä, kuten tuotetun lietteen määrän, tiedot lietteen esikäsittelystä taudinaiheuttajien ja kasvintuhoojien vähentämiseksi, kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet, raskasmetallipitoisuudet, hyödynnetyn tai loppukäsitellyn lietteen määrä ja käsittelytapa ml. maanviljelykäyttöön toimitetun lietteen määrä. Tietoja esimerkiksi ravinnepitoisuuksista ei kuitenkaan ilmoiteta YLVA-järjestelmän kautta.

3.3. Biokaasukysely

Tilastokeskus kerää vuosittain tietoja tuotetun biokaasun määrästä, käytöstä ja myynnistä. Lisäksi kyselyssä pyydetään tiedot biokaasulaitosten syötemateriaaleista sekä mädätteen mahdollisesta jatkojalostamisesta ja loppukäytön kohteista. Kysely toteutetaan yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen kanssa. Tietoja käytetään energiatilastojen ja kasvihuonekaasuinventaarion laadintaan sekä kansainvälisten tilastoraporttien tuottamiseen.

Kyselyyn osallistuvat biokaasun tuotantolaitokset (kaatopaikat, teollisuuden ja kuntien jäteveden puhdistamot, yhteismädätyslaitokset sekä maatilat) ja liikennebiokaasun jakelijat. Kyselyssä oli vuonna 2022 mukana noin 130 toiminnanharjoittajaa ja se kattaa tiettävästi kaikki Suomen biokaasulaitokset.

Ravinteiden kierrätyksen tarpeisiin kyselyssä pyydetään ilmoittamaan tiedot biokaasulaitosten sijainnista, syötemateriaaleista ja mädätteestä. Syötemateriaaleista kysytään vuosittain käytetyn lannan määrä (eläinlajin ja lantatyypin mukaan), saostus- ja umpikaivolietteen määrä, yhdyskuntien tai teollisuuden puhdistamolietteen määrä, yhdyskuntien tai teollisuuden biojätteen määrä ja kasvibiomassan määrä. Syntyvästä mädätteestä ilmoitetaan määrän lisäksi sen

typpipitoisuus sekä mahdollinen jatkoprosessointimenetelmä. Kyselyssä pyydetään ilmoittamaan myös lannoittamiseen, viherrakentamiseen tai muuhun käyttöön päätyvän mädätteen määrä.

3.4. Lannankäsittelykysely ja muut maatalouden kyselyt

Lannankäsittelystä kotieläintiloilla on kysytty tietoja osana maatalouden rakennetutkimusta (pakollinen kysely) ja erillisessä, vapaaehtoisessa lannankäsittelykyselyssä, jonka Suomen ympäristökeskus ja Luonnonvarakeskus toteuttivat vuonna 2012 (talleille 2013) ja Luonnonvarakeskus vuonna 2022. Vapaaehtoinen kysely toimitettiin vuonna 2022 kaikille niille kotieläintiloille, joille on tiedossa sähköpostiosoite ja joilla on vähintään 10 eläintä tuotannossaan. Kyselyssä tiedustellaan tilan eläinsuojien tekniikoista, jotka vaikuttavat lantaan, eläinten ulkoilusta, lannan varastoinnista ja levityksestä sekä tilojen omasta lannan prosessoinnista ja lantojen ohjaamisesta muille tiloille tai jonkun muun toimijan toteuttamaan lannan prosessointiin (tilojen yhteiset tai keskitetyt prosessointilaitokset).

4. Ravinteiden kierrätyksen indikaattorin toteutus

Ravinteiden kierrätyksen indikaattoriin toivottiin alun perin tietoa ravinnepitoisten biomassojen ohjautumisesta maatalouden käyttöön siten, että kunkin biomassan käsittelyä voitaisiin seurata syntypaikaltaan käsittelyn kautta loppukäyttöönsä myös alueellinen siirtymä huomioiden. Biomassojen typen, fosforin ja orgaanisen aineksen kierrätys olisi indikaattorin keskiössä, ja ravinteiden alueellista potentiaalia ja käyttöä verrattaisiin saman alueen kasvintuotannon lannoitustarpeeseen. Indikaattorin lopullinen toteutus kuitenkin ohjautui saatavilla olevan tiedon mukaan.

Ravinteiden kierrätyksen potentiaalin kuvaaminen katsottiin olennaiseksi osaksi indikaattoria, jotta voidaan verrata kiertoon päätyvien ravinteiden määrää ja kierrätyspotentiaalia toisiinsa. Myös syntypaikkatarkastelu oli mahdollista aluetasolla: indikaattorissa se esitetään valtakunnallisena ja ELY-keskuksittain. Sen sijaan biomassojen käsittelyn ja loppukäytön seuranta osoittautui saatavilla olevien tietojen pohjalta hyvin työlääksi ja käytännössä mahdottomaksi. Lisäksi eri biomassoille toteutuvista prosessoinneista päädyttiin esittämään suuntaa antavaa valtakunnallista tietoa käytettävissä olevien tietojen epätarkkuuden vuoksi. Myös kierrätyslannoitevalmisteiden valmistuksen tiedot sijainteineen koottiin osaksi indikaattoria osoittamaan niiden alueellista tuotantoa vertailunaan saman alueen ravinteiden kierrätyksen potentiaali. Alueellisia siirtymiä syntypaikoilta käsittelyyn ja edelleen loppukäyttöön ei nykyisellään kuitenkaan pystytä tässä esitettyä tarkemmin seuraamaan.

Ravinteiden kierrätyksen indikaattori jaettiin näin ollen kolmeen osaan:

1. ravinteiden kierrätyksen potentiaali (kpl 4.1.),
2. kierrätettävissä olevien biomassojen prosessointi ja maatalouskäyttö (kpl 4.2.), ja
3. kierrätyslannoitevalmisteiden tuotanto (kpl 4.3.).

Pääasiassa indikaattorin laadinnassa käytettiin Luken hallinnoimaa Ravinnelaskuri -työkalua, johon oli muussa yhteydessä juuri päivitetty uusin arvio ravinnepitoisten biomassojen sijainnista, määrästä sekä ravinteiden ja orgaanisen aineksen sisällöstä. Seuraavassa tietojen alkuperää kuvataan täsmällisemmin.

4.1. Ravinteiden kierrätyksen potentiaali

Ravinteiden kierrätyksen indikaattorissa kierrätyksen potentiaalia tarkastellaan alueellisesti koko valtakunnan tasolla ja ELY-keskuksittain. Potentiaalin laskennassa maatalouden, yhdyskuntien ja elintarviketeollisuuden biomassojen määrä- ja ominaisuustiedot on koottu Ravinnelaskuri -työkaluun toteutetun tiedonkeruun avulla, jonka pääkohdat on esitetty seuraavassa.

Kotieläintuotannon lannan määrä- ja ominaisuustiedot perustuvat Suomen normilanta -järjestelmään (Luostarinen ym. 2017a, Luostarinen ym. 2017b), joka on yhdistetty tietoon tilojen sijaintikunnasta ja eläinmääristä (vuoden 2020 eläinmäärät naudoille, sioille, siipikarjalle, lampaille ja vuohille Ruokavirastolta, vuoden 2018 hevosten määrä Hippokselta, vuoden 2021 turkiseläinten määrä Suomen turkiseläinten kasvattajain liitosta). Lantatieto esitetään eläinsuojasta kerätylle lannalle (ex housing), josta on vähennetty laiduntavien eläinten keskimääräinen laitumelle jäävä lanta.

Puhdistamolietteen määrä perustuu vuoden 2020 kuntakohtaiseen väkilukuun ja Vesilaitosyhdistyksen vuodelle 2020 raportoimasta lietemäärästä johdettuun asukaskohtaiseen kertoimeen (66,8 g kuiva-ainetta/as/vrk, VVY 2021). Puhdistamolietteen määrä indikaattorissa kuvaa

tilannetta jätevedenpuhdistamolla ennen lietteen tiivistystä ja jatkokäsittelyä, jolloin lietteen kuiva-ainepitoisuudeksi on oletettu 3,2 %. Puhdistamolietteen ominaisuustiedot (Taulukko 1) perustuvat Ravinnelaskuri-työkalussa toteutettuun kirjallisuuskatsaukseen kotimaisista lietteistä (Liite 1).

Taulukko 1. Yhdyskuntien ja teollisuuden jäte- ja sivuvirtojen ominaisuudet.

	ka (%)	VS (%)	Ntot (%ka)	Ptot (%ka)
Yhdyskuntien biohajoavat jätteet				
Yhdyskuntien biojäte	28	25,5	2,2	0,4
Puhdistamoliete	3,2	1,9	5,5	3,0
Teollisuuden ravinnepitoiset sivutuotteet				
Eläinperäiset sivuvirrat	35	31,5	9,0	0,7
Eläinperäiset lietteet	20	14	4,0	2,0
Rasvajäte	40	36	0,3	0,2
Kasvijätteet	27	23,9	2,0	0,2
Maito- ja meijerijätteet	6	5,4	5,0	1,0
Leipomojätteet	75	69	2,2	0,3
Juomien valmistuksen jätteet	11	10	6,0	1,2

Yhdyskuntien biojätteen määrä on tuotettu laskennallisesti Tilastokeskuksen laatimien valtakunnallisten yhdyskuntajätetilastojen avulla. Erilliskerättyä yhdyskuntien biojätettä ovat biohajoavat keittiö- ja ruokalajätteet sekä puutarha- ja puistojätteet, joita muodostui vuonna 2020 noin 89 kg asukasta kohden vuodessa. Biojätteen määrä on laskettu kuntatasolle vuoden 2020 kuntakohtaisen väkiluvun mukaan. Laskenta vastaa Biomassa-atlaksen (2022) biojätteen määrän laskentaa. Biojätteiden ominaisuustiedot (Taulukko 1) perustuvat Ravinnelaskuri-työkalussa toteutettuun laajaan kirjallisuuskatsaukseen kotimaisista biojätteistä (Liite 1).

Elintarviketeollisuuden ravinnepitoisten sivutuotteiden määrä perustuu Biomassa-atlakseen (2022) koottuun tietoon ympäristöhallinnon YLVA-järjestelmästä vuodelta 2020 ja koskevat ympäristölupavelvollisissa yrityksissä muodostuvan biohajoavan jätteen määrää. Yritysten biohajoavat jätteet kattavat vain ympäristöluvitettujen ja YLVA-raportointivelvollisten yritysten biohajoavan jätteen määrän. YLVA-aineistossa jäteluokat esiintyvät EWC-koodeittain, joiden perusteella muodostettiin seitsemän jäteluokkaa tyypillisimmille elintarviketeollisuuden sivuvirroille (Taulukko 2). Kullekin luokalle muodostettiin keskimääräiset ominaisuudet (Taulukko 1) laajan Ravinnelaskuri-työkalun yhteydessä toteutetun kirjallisuuskatsauksen avulla (Liite 1).

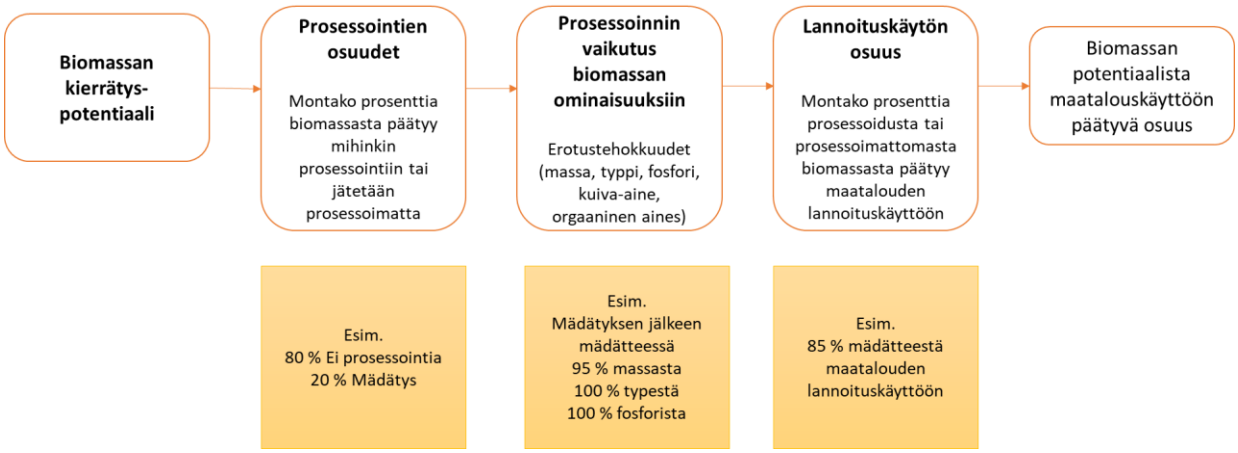
Taulukko 2. Teollisuuden ravinnepitoisten sivutuotteiden luokittelu EWC-koodien mukaan.

Luokka	EWC-koodi	Kuvaus
Eläinperäiset sivuvirrat	020102	Alkutuotannon eläinkudosjätteet
	020202	Liha- ja kalatuotteiden tuotannon eläinkudosjätteet
	020203	Liha- ja kalatuotteiden tuotannon käyttöön soveltumattomat aineet
Eläinperäiset lietteet	020101	Alkutuotannon pesu- ja puhdistuslietteet
	020201	Lihatuotteiden tuotannon pesu- ja puhdistuslietteet
	020204	Lihatuotteiden tuotannon jätevesilietteet
Kasvijätteet	020301	Kasvistuotteiden valmistuksen erilaiset lietteet
	020303	Kasvistuotteiden valmistuksen liuotinuuton jätteet
	020304	Kasvistuotteiden valmistuksen käyttöön soveltumattomat aineet
	020399	Kasvistuotteiden valmistuksen muut jätteet
	200302	Torikaupan jätteet
	020103	Alkutuotannon kasvijätteet
	020499	Sokerinjalostuksen muut jätteet
	020305	Kasvistuotteiden valmistuksen jätevesilietteet
	020403	Sokerinjalostuksen jätevesilietteet
Muu rasvajäte	200125	Ruokaöljyt ja ravintorasvat
Meijeri- ja maitojätteet	020501	Meijerituotteiden valmistuksen käyttöön soveltumattomat aineet
	020599	Maidonjalostuksen muut jätteet
	020502	Maidonjalostusteollisuuden jätevesilietteet
Leipomojätteet	020601	Leipomotuotteiden ja makeisten valmistuksen käyttöön soveltumattomat aineet
	020602	Leipomotuotteiden ja makeisten valmistuksen säilöntäainejätteet
	020603	Leipomotuotteiden ja makeisten valmistuksen jätevesilietteet
Juomien valmistuksen jätteet	020701	Juomien valmistuksen raaka-aineiden käsittelyn jätteet
	020702	Juomien valmistuksen tislausjätteet
	020704	Juomien valmistuksen käyttöön soveltumattomat aineet
	020705	Juomien valmistuksen jätevesilietteet

4.2. Biomassojen prosessointi ja maatalouskäyttö

Ravinnepitoisten biomassojen prosessoinnin ja kierrätysravinteiden maatalouskäytön arvioinnissa hyödynnettiin aiempaa Ravinnelaskurissa toteutettua laskentatapaa, jota täydennettiin ja päivitettiin. Laskennassa huomioidaan biomassasta eri prosessointitekniikoilla prosessoitava osuus sekä prosessointitekniikoiden vaikutus biomassan ominaisuuksiin (esim. vedenerotus ja typenhävikki haihduntana). Sen sijaan mahdollisia biomassojen tai niistä prosessoitujen jakeiden varastoinnin aikaisia muutoksia ennen loppukäyttöä laskennassa ei huomioitu, vaan ravinteiden on esitetty päätyvän suoraan loppukäyttöön. Tämä vaikuttaa pääasiassa typen kierron arviointiin aliarvioiden sen hävikkiä käsittelyketjujen aikana. Loppukäytössä arvioitiin maatalouden lannoituskäyttöön päätyvät osuudet, kun luokkaan 'muu käyttö' kuuluu mm. käyttö viherrakentamisessa ja puutarhaviljelyssä, energiana tai rehuna.

Laskennan kulku on esitetty kuvassa 1. Laskennan lähtökohtana oli koko Suomen yhteenlasketut massan, orgaanisen aineksen ja ravinteiden määrät eri biomassoissa. Tarkastelua ei ulotettu alueelliselle tasolle, koska riittävän tarkkaa tietoa prosessointitekniikoiden hyödyntämisestä alueittain ei ole saatavilla tai sen selvittäminen toimijakohtaisesti on liian työlästä.



Kuva 1. Laskennan kulku ravinnepitoisten biomassojen prosessoinnin ja kierrätysravinteiden maatalouskäytön arvioinnissa. Biomassojen kierrätyspotentiaali arvioitiin kappaleessa 4.1. kuvatun mukaisesti.

4.2.1. Biomassojen prosessointien osuudet

Biomassojen prosessoinnin arviointiin vaadittiin tietoa siitä, miten eri biomassoja keskimäärin Suomessa tarkasteluhetkellä prosessoidaan. Tieto koottiin useista eri lähteistä (Taulukko 3).

Lannan prosessoinnin pääasiallisina tietolähteinä toimivat lannankäsittelykysely (tilatason prosessoinnit), Ruokaviraston toiminnanharjoittajilta keräämät vuosi-ilmoitukset ja osin biokaasukysely (laitosmainen prosessointi). Koska näiden kautta ei saatu tietoa kaikista lantaa prosessoivista laitoksista, otettiin toiminnanharjoittajiin yhteyttä myös suoraan. Suoria yhteydenottoja tehtiin tarvittaessa myös eri lähteistä koottujen tietojen tarkentamista varten.

Yhdyskuntien biojätteen prosessointia arvioitiin perustuen pääasiassa vuoden 2019 YLVA-tietoihin (käsittelylaitoksiin tuleva keittiö- ja ruokalajätteiden määrä). Lisäksi arvioinnissa hyödynnettiin Tilastokeskuksen tilastointia jätteiden käsittelystä (mm. Syken ja Circwaste-hankkeen toteuttama koonti; Syke 2022). Tilastokeskuksen jätetilastoinnissa (esim. Yhdyskuntajätteet Suomessa käsittelytavoittain, 2018–2021; SVT 2022) on mädätys ja kompostointi luokiteltu yhdeksi käsittelytekniikaksi, mikä rajoittaa tilastotiedon käyttökelpoisuutta tässä tarkastelussa. Biojätteiden prosessoinnin arvioon sisällytettiin myös tiedossa olevat vuosina 2020 ja 2021 aloittaneet biojätettä prosessoivat laitokset.

Puhdistamolietteiden prosessointien osuudet perustuivat VVY:n raportoimiin lietteenkäsittelytekniikoihin vuodelta 2020 (VVY 2021).

Elintarviketeollisuuden ravinnepitoisten sivutuotteiden keskimääräiset prosessointitekniikat arvioitiin hyödyntäen kullekin tarkemmalle sivutuoteluokalle (Taulukko 2) ilmoitettuja prosessointitekniikoita. Tieto otettiin YLVA-tietojärjestelmän 2019 aineistosta toiminnanharjoittajien itsensä järjestelmään kirjaamista käsittelytavoista sekä järjestelmän käsittelykoodiaineistosta.

Taulukko 3. Prosessointitietojen lähteitä eri biomassoille.

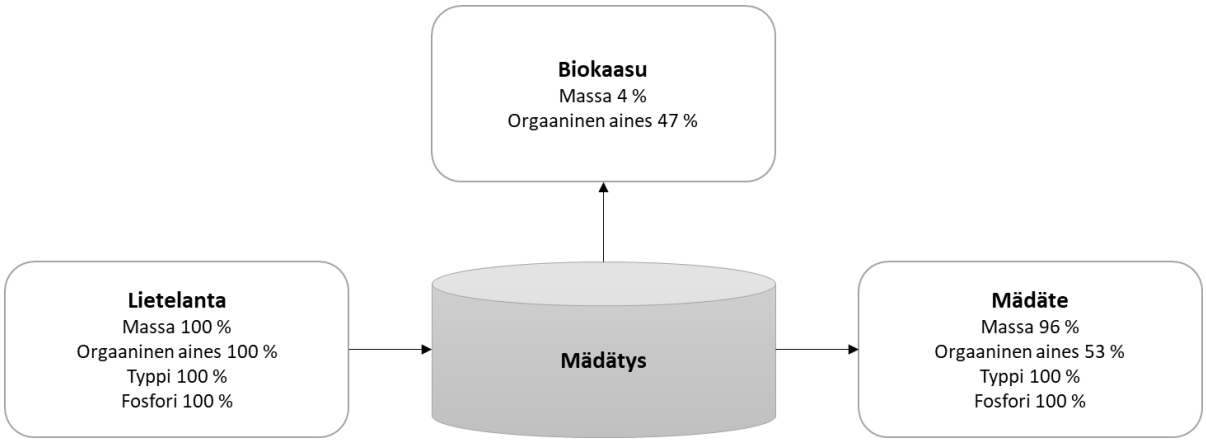
	Lannoite-valmistajien vuosi-ilmoitukset	YLVA-tietojärjes-telmä	Biokaasu-kysely	Lannan-käsittelykysely	VVY:n raportit	Muut
Kotieläintuotannon lanta	x		x	x		x
Yhdyskuntien biojäte		x				x
Puhdistamolietteet					x	
Elintarviketeollisuuden ravinnepitoiset sivutuotteet		x				

Todellisuudessa biomassojen prosessointi voidaan toteuttaa prosessiketjuina, joissa käytetään erilaisia tekniikoita toisensa perään. Prosessiketjujen esittäminen indikaattorissa katsottiin liian monimutkaiseksi, sillä ne vaihtelevat laitoksittain. Sen sijaan päätettiin esittää arviot ns. pääprosessien osuuksista kullekin biomassalle. Käytännössä tämä tarkoittaa, että jos esimerkiksi biojätettä prosessoidaan laitoskohtaisesti prosessiketjussa, jossa se ensin mädätetään, mädäte separoidaan, separoitu kuivajae kompostoidaan ja separoitu nestejae käytetään sellaisenaan, huomioitiin indikaattorissa mädätys biojätteen pääasiallisena tekniikkana. Pääprosesseiksi valikoituivat Suomessa käytetyimmät prosessointitekniikat, joita ovat mädätys, kompostointi, separointi, kuivaus, kemiallinen käsittely, renderöinti ja poltto. Lisäksi huomioitiin luokitus 'muu käsittely' harvinaisemmille tekniikoille. Indikaattorityössä arvioidut prosessoinnin osuudet eri biomassoille ovat liitteessä 2.

4.2.2. Prosessoinnin vaikutus biomassan ominaisuuksiin

Prosessointitekniikat muokkaavat biomassojen ominaisuuksia ja/tai erottavat käsiteltävän biomassan erilaisiin jakeisiin, mikä vaikuttaa mm. ravinteiden ja orgaanisen aineksen jakaantumiseen eri lopputuotteisiin. Prosessoinnin aikana voi tapahtua myös hävikkiä esimerkiksi typen haihtuessa.

Kullekin huomioidulle prosessointitekniikalle arvioitiin tämän vuoksi kertoimet, joiden mukaisesti prosessointi vaikutti muodostuvien jakeiden massamäärään sekä orgaanisen aineksen, typen ja fosforin määrään. Kuvan 2 esimerkissä biokaasulaitoksen mädätysprosessissa muodostuvan biokaasun massa ja orgaanisen aineksen määrä vähennettiin alkuperäisestä massasta ja orgaanisesta aineksesta, jolloin loput massasta ja orgaanisesta aineksesta päätyivät mädätteeseen. Prosessoinnin aikaisten muutosten kertoimet perustuivat Ravinnelaskuri-työkalussa toteutettuun kirjallisuuskatsaukseen eri tekniikoiden vaikutuksesta käsiteltävään biomassaan (Liite 3).



Kuva 2. Esimerkki prosessoinnin vaikutuksesta käsiteltävän biomassan massamäärään sekä orgaanisen aineksen, typen ja fosforin määrään.

4.2.3. Lannoituskäytön osuus

Ravinteiden kierrätyksen indikaattoriin sisällytettiin arvio siitä, miten suuri osuus prosessoiduista tai prosessoimattomista biomassoista päätyy maatalouden lannoituskäyttöön. Lannoituskäytön osuus on mukana myös Ravinnelaskurissa, ja indikaattorityössä hyödynnettiin pääosin samoja kertoimia, joita soveltuvin osin päivitettiin.

Suurin osa lannasta hyödynnetään maataloudessa, mutta yhdyskuntien ja elintarviketeollisuuden sivutuotteilla maatalouden hyödyntämisen osuus voi jäädä selvästi alhaisemmaksi muiden käyttökohteiden takia (esim. viherrakentaminen, teollisuus, energiantuotanto). Käytetyt loppukäyttökohteiden kertoimet ovat arvioita, joiden tukena on hyödynnetty mm. lannankäsittelykyselyjen tietoja sekä VVY:n puhdistamolietteille raportoimaa tietoa. Koska biomassojen koko prosessointiketjua ei ole ravinteiden kierrätyksen indikaattorissa huomioitu, voi käytetty laskentatapa lisätä tulosten epävarmuutta. Tulos antaakin lähinnä karkean arvion lannoituskäytön osuudesta valtakunnallisesti. Käytetyt kertoimet biomassoittain on koottu liitteeseen 4.

4.3. Kierrätyslannoitevalmisteiden tuotanto

Kierrätyslannoitevalmisteiden (maanparannusaineet ja orgaaniset lannoitteet) tuotantoa arvioitiin Ruokaviraston vuosi-ilmoitusten (2020) perusteella. Vuosi-ilmoituksista koottiin pelto- tai puutarhaviljelyyn tuotettujen lannoitevalmisteiden massamäärät sekä laitosten sijaintitieto (kuntataso). Vuosi-ilmoituksissa ei kuitenkaan raportoida tietoa lannoitevalmisteiden kuiva-aineesta, ravinteista ja orgaanisesta aineksesta, vaan ne jouduttiin kokoamaan erikseen valmisteittain erikseen haettujen tuoteselosteiden avulla. Näin saatiin laskettua vuosi-ilmoituksissa raportoitujen kierrätyslannoitevalmisteiden määrät sekä niiden orgaanisen aineksen, typen ja fosforin määrät.

Vuosi-ilmoitusten mukaista kierrätyslannoitevalmisteiden tuotantoa verrattiin lisäksi alueelliseen biomassojen potentiaaliin (ks. kpl 4.1). Indikaattoriin luotiin kartat, joilla on kuvattu alueellista kierrätyslannoitevalmisteiden tuotantoa taustatietonaan kierrätettävien biomassojen potentiaali.

5. Ravinteiden kierrätyksen indikaattorin tulokset

Ravinteiden kierrätyksen indikaattori koostuu kolmesta osasta, jotka kuvaavat tarkasteluajankohdan alueellisen ravinnekierrätyksen potentiaalin, biomassojen prosessoinnin ja kierrätyksen maatalouden käyttöön sekä kierrätyslannoitevalmisteiden tuotannon alueellisesti. Indikaattori julkaistiin joulukuussa 2022 Luken tilastotietokannassa ja internetsivuilla: https://www.luke.fi/fi/tilastot/indikaattorit/ravinteiden-kierratyksen-indikaattori

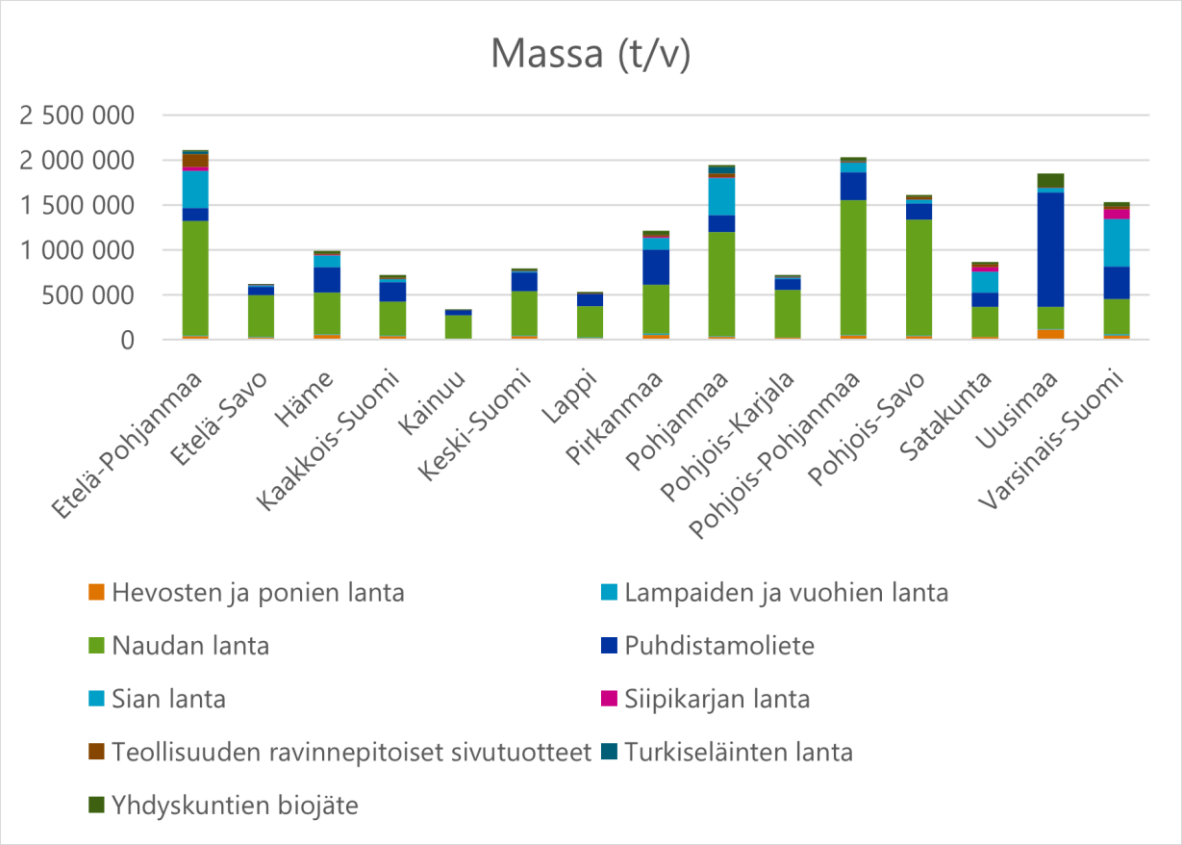
5.1. Alueellinen ravinteiden kierrätyksen potentiaali

Kokonaisuudessaan Suomessa muodostui tarkasteluhetkellä käytettävissä olevien tietojen mukaan noin 18 miljoonaa tonnia ravinnepitoisia biomassoja (Taulukko 4). Potentiaalia ravinteiden ja orgaanisen aineksen kierrätykseen biomassoissa on runsaasti. Merkittävin biomassoista on kotieläintuotannon lanta, jota muodostuu vuosittain noin 13 miljoonaa tonnia (ex housing). Typen kierrätyksen potentiaalista 80 % ja fosforin 73 % on lannassa.

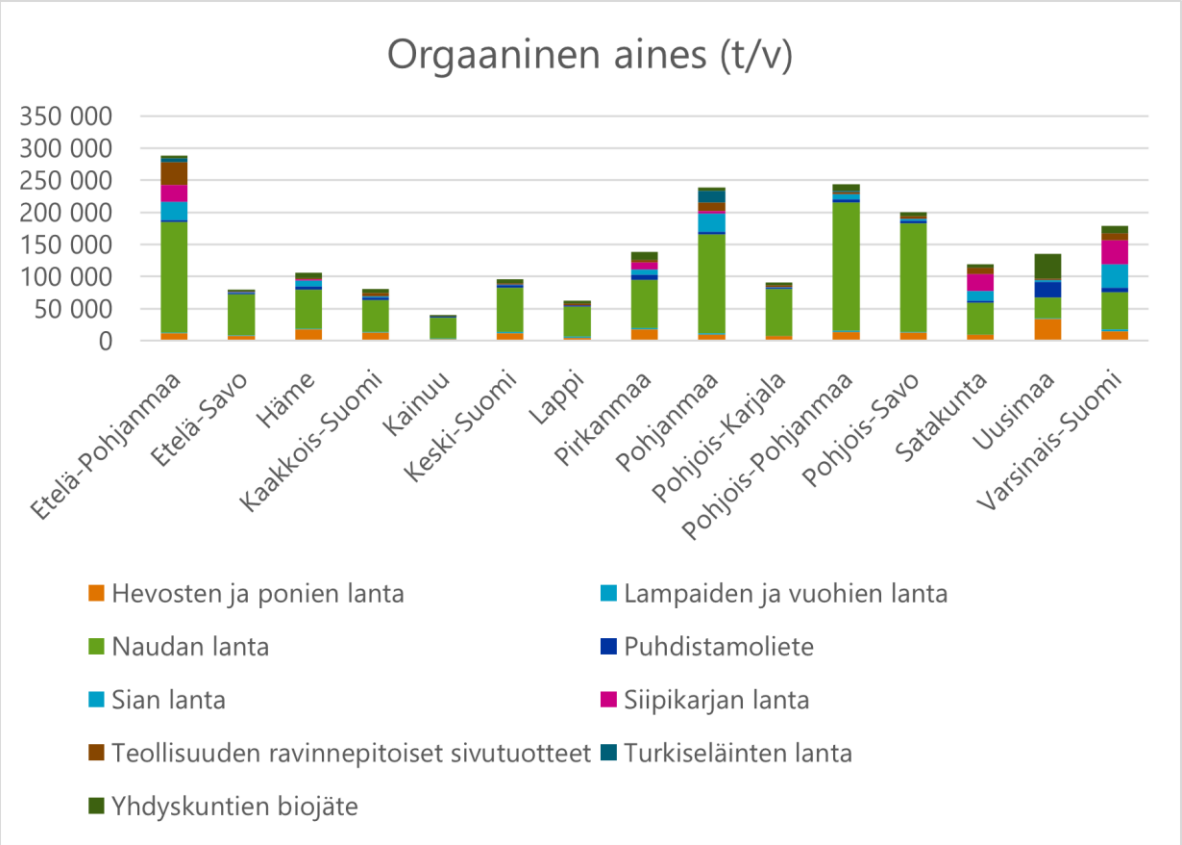
Taulukko 4. Biomassojen vuosittainen potentiaali ravinteiden kierrätyksessä Suomessa.

	Määrä (t/v)	Orgaaninen aines (t/v)	N (t/v)	P (t/v)
Kotieläintuotannon lanta yhteensä	12 959 083	1 815 877	73 011	15 189
Hevosten ja ponien lanta	643 840	192 235	2 718	484
Lampaiden ja vuohien lanta	109 734	22 334	781	156
Siipikarjanlanta	241 860	108 699	5 748	2 319
Naudanlanta	9 752 247	1 318 024	50 565	8 629
Sianlanta	2 099 851	146 370	9 898	2 108
Turkiseläinten lanta	111 551	28 215	3 301	1 493
Elintarviketeollisuuden sivutuotteet	393 818	96 906	7 185	772
Puhdistamoliete	4 158 155	79 005	7 318	3 992
Yhdyskuntien biojäte	483 655	123 332	2 979	542
Kaikki biomassat yhteensä	**17 994 711**	**21 151 20**	**90 493**	**20 495**

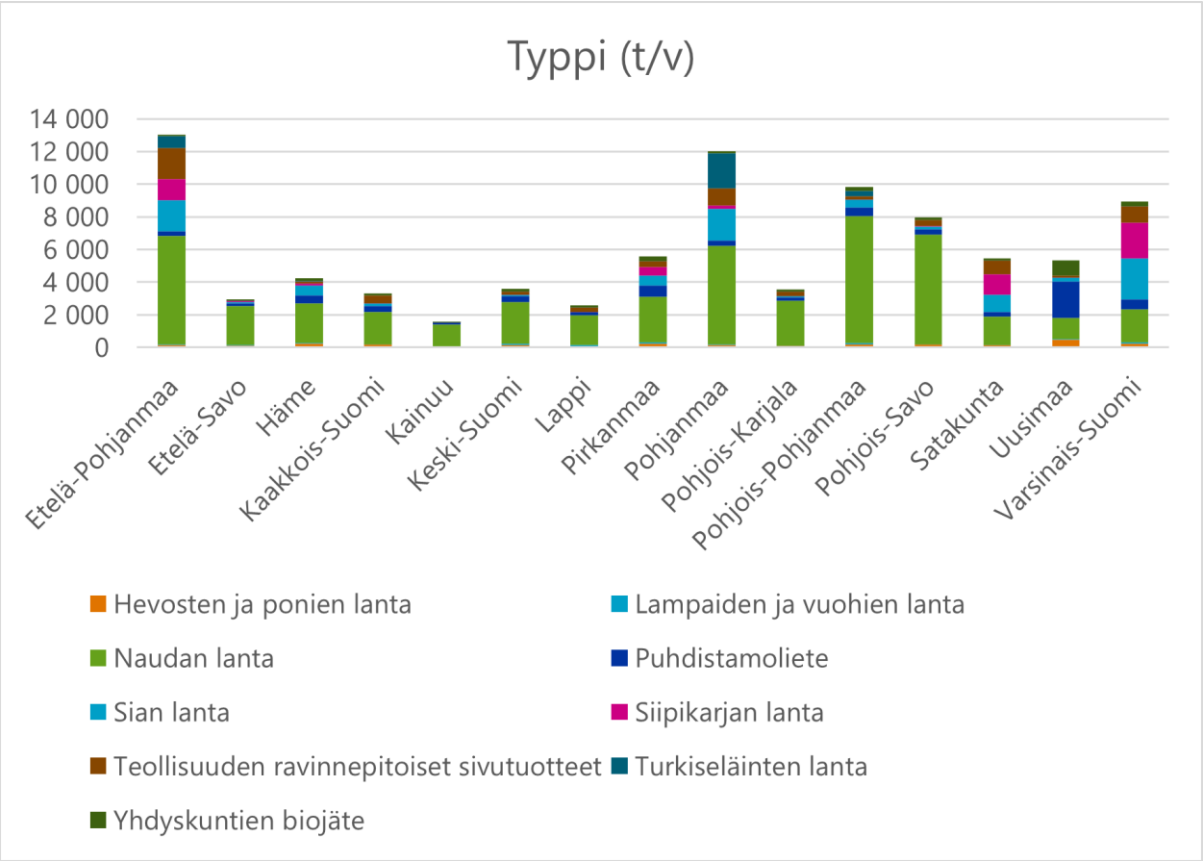
Ravinteiden kierrätyksen potentiaali on kuitenkin jakautunut alueellisesti epätasaisesti johtuen kotieläintuotannon keskittymisestä, väestön maantieteellisestä jakautumisesta sekä elintarviketeollisuuden tuotantolaitosten sijainnista, jotka vaikuttavat kullakin alueella muodostuvien ravinnepitoisten biomassojen määrään (Kuva 3).



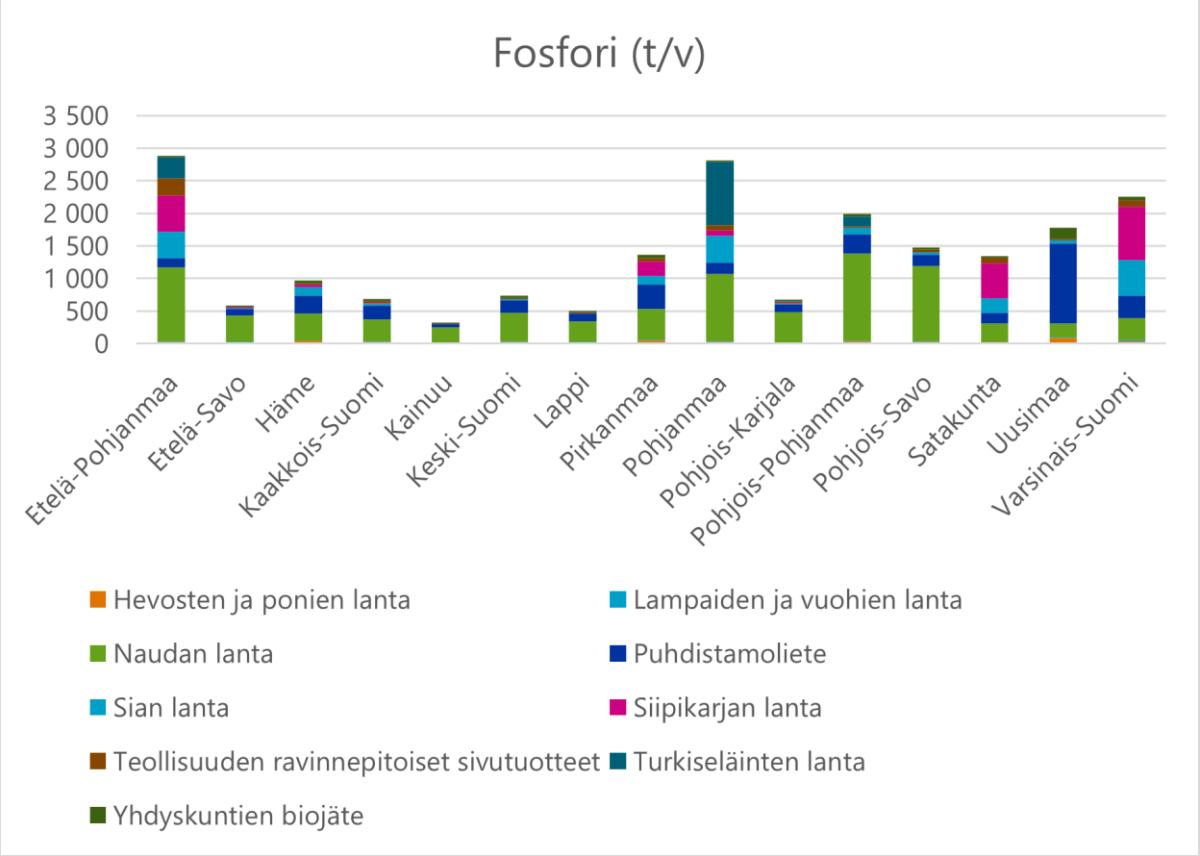
Kuva 3. Ravinnepitoisten biomassojen vuotuiset määrät ELY-alueittain.



Kuva 4. Orgaanisen aineksen kierrätyksen potentiaali eri biomassoissa ELY-alueittain.



Kuva 5. Typen kierrätyksen potentiaali eri biomassoissa ELY-alueittain.



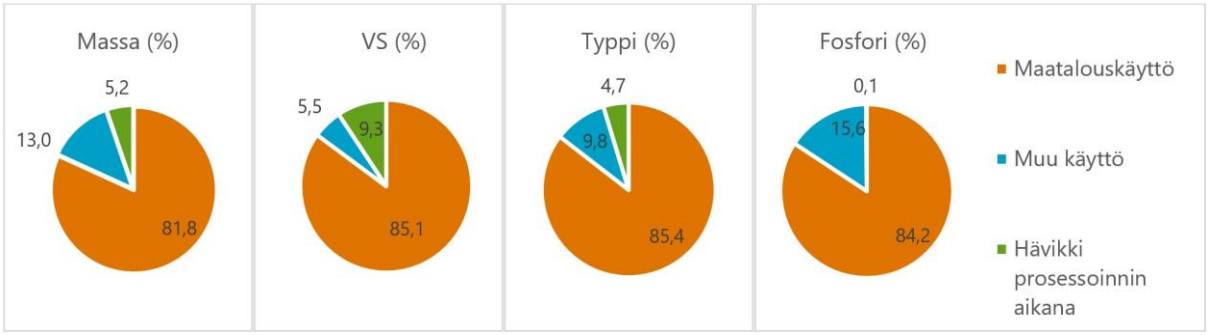
Kuva 6. Fosforin kierrätyksen potentiaali eri biomassoissa ELY-alueittain.

5.2. Ravinteiden prosessointi ja kierto maatalouden käyttöön

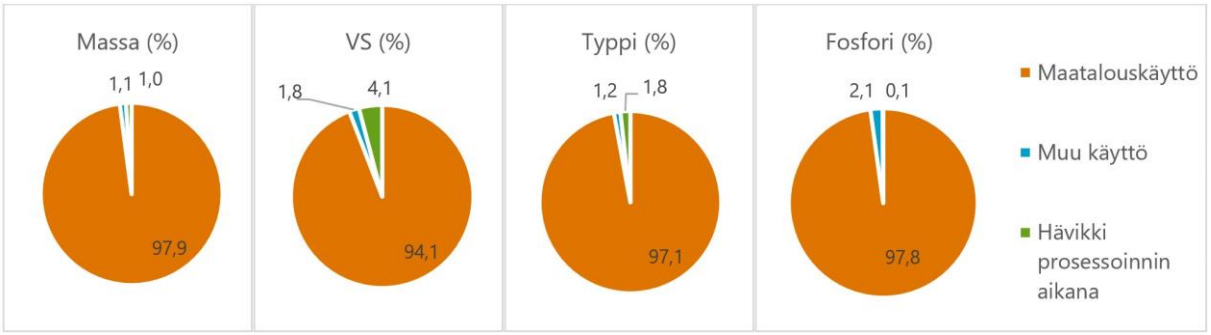
Ravinteiden kierrätyksen indikaattorissa tehdyn laskelman mukaan noin 82 % (massa) tarkastelluista biomassoista tai niistä prosessoiduista lannoitevalmisteista hyödynnetään maataloudessa (Kuva 4). Biomassoista 13 % päätyy hyödynnettäväksi muissa käyttökohteissa ja noin 5 % laskettiin hävikiksi prosessointien aikana. Myös ravinteille ja orgaaniselle ainekselle tarkastelu antaa samantyyppiset arvot, tosin fosforille hävikkiä ei juuri tapahdu.

Typen kierrätystä tarkastellessa on olennaista huomata, että riippuen biomassojen ja niistä prosessoitujen tuotteiden ominaisuuksista ja varastointiratkaisuista merkittäväkin osa typestä voi haihtua ennen päätymistään loppukäyttöön. Tässä tarkastelussa on huomioitu vain prosessointien aikainen typpihävikki.

Kotieläintuotannon lanta on massamäärältään merkittävin ravinnepitoinen biomassa, joten sillä on myös suuri vaikutus biomassojen yhteenlaskettuun loppukäytön jakautumiseen maatalouden ja muiden käyttökohteiden välillä. Lannasta hyödynnetään maataloudessa jopa 98 % (Kuva 5). Koska lannasta kuitenkin prosessoidaan vain 7,2 %, suurin osa lannasta hyödynnetään maataloudessa suoraan, ilman mitään prosessointia. Myös suurin osa prosessoidusta lannasta hyödynnetään lannoitevalmisteina maataloudessa, mutta noin 30 % siitä päätyy muuhun käyttöön, pääasiassa puutarhaviljelyyn. Typen hävikki ennen loppukäyttöä tulee tässä tarkastelussa lannalle aliarvioitua, sillä tarkastelu ei huomioi lannan varastoinnin aikaisia typpihävikkejä. Todellisuudessa maatalouden käyttöön päätyy siis tässä esitettyä vähemmän typpeä.



Kuva 7. Kaikkien tarkasteltujen biomassojen (yhteenlaskettuna) hyödyntäminen maataloudessa lannoitevalmisteina, muissa käyttökohteissa tai hävikkinä prosessoinnin aikana (% alkuperäisestä).

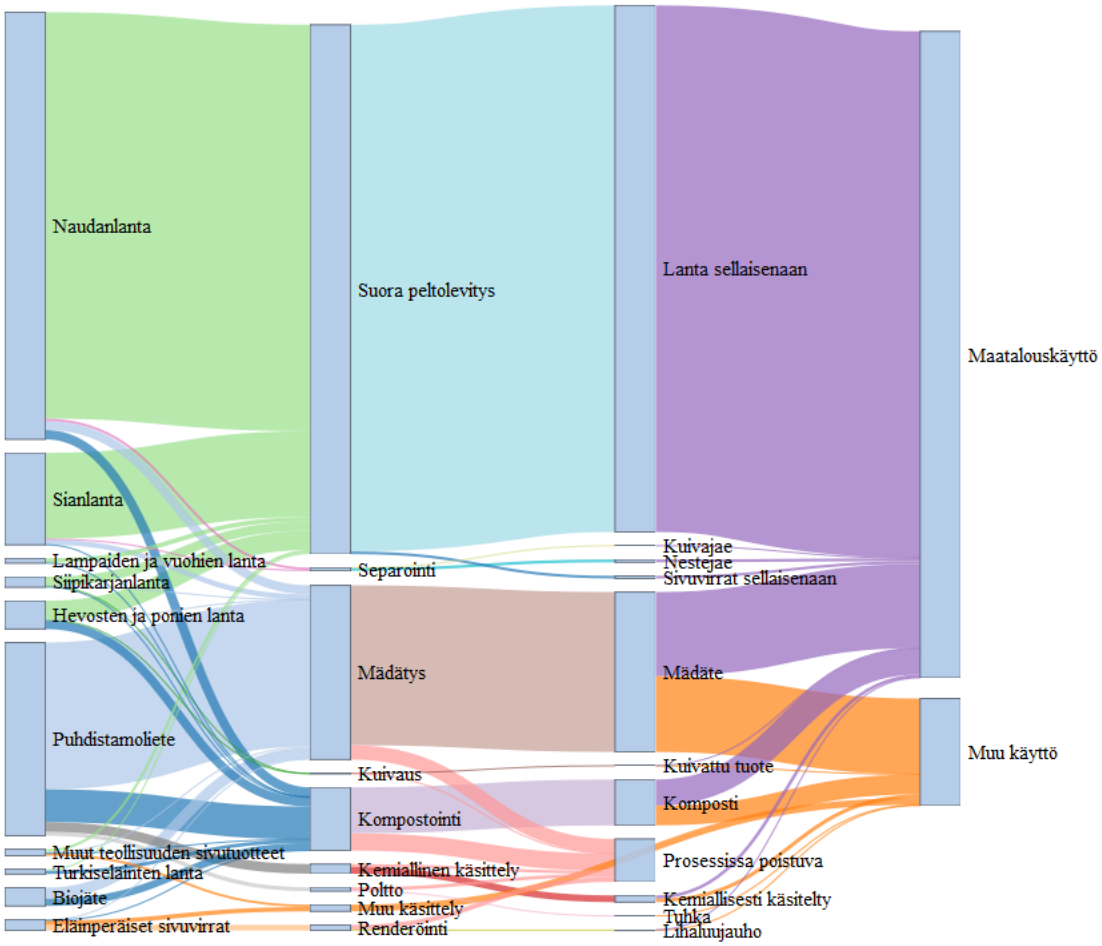


Kuva 8. Kotieläintuotannon lannan hyödyntäminen maataloudessa lannoitevalmisteina, muissa käyttökohteissa tai hävikkinä prosessoinnin aikana (% alkuperäisestä).

Muiden biomassojen (puhdistamoliete, kotitalouksien biojäte, elintarviketeollisuuden sivutuotteet) prosessointi on usein lainsäädännön asettama vaade sivutuotteiden aiheuttamien ympäristövaikutusten vähentämiseksi sekä lopputuotteiden turvallisen käytön takaamiseksi, joten suurin osa, yli 95 % muista biomassoista prosessoidaan. Toteutetun arvion mukaan lannoitevalmisteeksi maatalouteen päätyy noin puolet prosessoiduista muista biomassoista ja puolet hyödynnetään muissa käyttökohteissa (Kuva 6). Koska muita biomassoja prosessoidaan paljon, tapahtuu niille myös enemmän massan ja esimerkiksi typen hävikkiä prosessointien aikana. Massan hävikki on usein veden erottumista prosessoinnin aikana.

Kuva 9. Kotitalouksien biojätteen, puhdistamolietteen ja elintarviketeollisuuden ravinnepitoisten sivutuotteiden hyödyntäminen maataloudessa lannoitevalmisteina, muissa käyttökohteissa ja hävikkinä prosessoinnin aikana (% alkuperäisestä).

Biomassojen hyödyntämistä kuvattiin myös virtoja kuvaavana Sankey-kaavioina. Kaaviot selkeyttävät yksittäisten biomassojen potentiaalin, prosessoinnin ja loppukäytön virtoja. Erityisesti jätebiomassoissa ja sivuvirroissa on paljon sellaisia jakeita, joita prosessoidaan paljon ja joista merkittävä osuus ohjautuu muualle kuin lannoitevalmisteeksi maatalouteen (Kuva 7). Indikaattorissa kaavioita on saatavilla erikseen kaikille biomassoille sekä pelkälle lannalle jaettuna massaan, orgaaniseen ainekseen, typpeen ja fosforiin erikseen.



Kuva 10. Sankey-kaavio biomassojen potentiaalin (vasemmalla), prosessoinnin ja suoran peltokäytön (keskellä) sekä loppukäytön jakautumisesta. Tässä kaaviossa esitetään kaikkien biomassojen massamäärä (kpl 5.1.), mutta indikaattorissa on saatavilla kaaviot myös niiden orgaaniselle ainekselle, typelle ja fosforille sekä vastaavat kaaviot pelkälle lannalle.

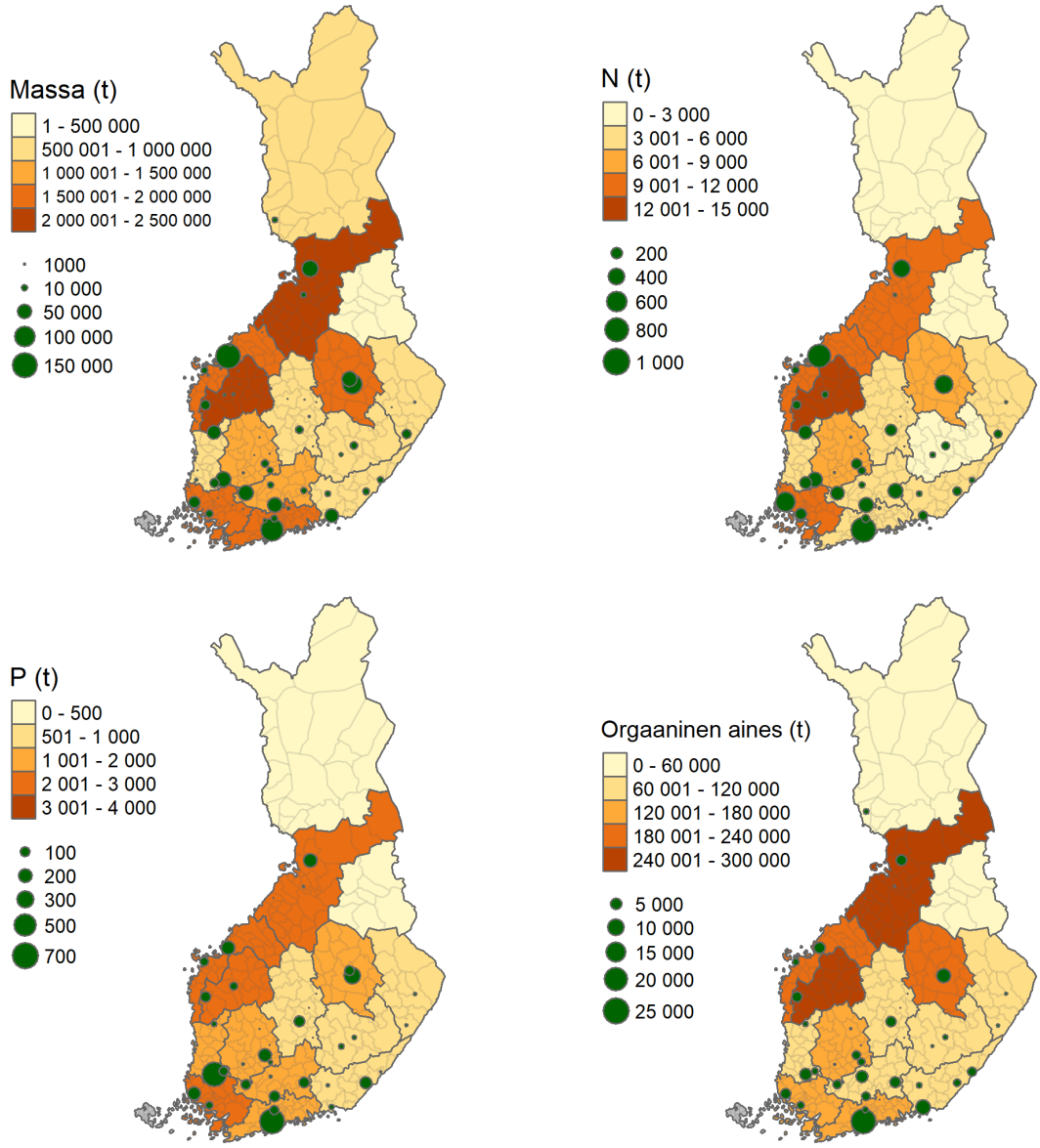
5.3. Kierrätyslannoitevalmisteiden tuotanto alueellisesti

Kierrätyslannoitevalmisteilla tarkoitetaan maanparannusaineita tai orgaanisia lannoitteita, jotka on saatatettu markkinoille ja raportoitu osana toiminnanharjoittajien vuosi-ilmoituksia Ruokavirastolle. Maanparannusaineiden vaikutus perustuu maan kasvukunnon parantamiseen, mutta ne voivat myös sisältää kasvinravinteita, ja orgaanisten lannoitteiden vaikutus ensisijaisesti kasvinravinteisiin.

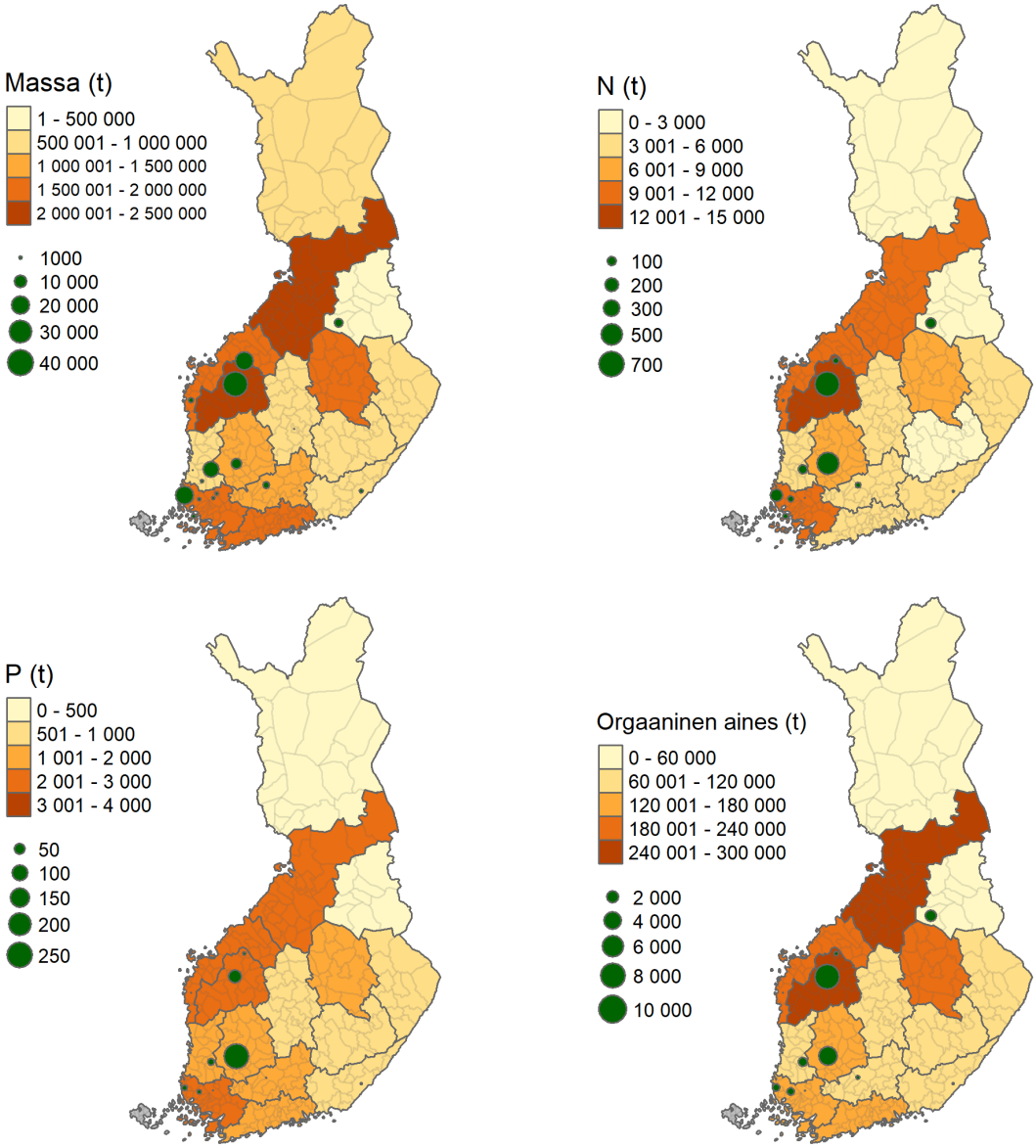
Maatalouteen ja puutarhaviljelyyn päätyvien kierrätyslannoitevalmisteiden tuotanto asetettiin taustakartalle, joka kuvaa kaikkien tarkasteltujen biomassojen alueellista ravinteiden kierrätyksen potentiaalia ELY-keskuksittain (Kappale 5.1). Karttatarkastelussa vihreät pallot kuvaavat erilaisten maanparannusaineiden (Kuva 8) ja orgaanisten lannoitteiden (Kuva 9) tuotannon sijaintia sekä volyymiä (tonnia/vuosi) kunnittain erikseen massalle, orgaaniselle ainekselle, typelle ja fosforille.

Vuoden 2020 vuosi-ilmoitusten mukaan maatalous- ja puutarhakäyttöön päätyviä maanparannusaineita tuotetaan vuositasolla noin 1,06 miljoonaa tonnia, kun taas orgaanisten

lannoitteiden tuotantomäärä on tämän laskennan mukaan vain hieman yli 0,11 miljoonaa tonnia. Tässä on huomioitava, että monet maanparannusaineet sisältävät runsaasti ravinteita, sillä niitä tuotetaan eniten erilaisina komposteina tai mädätteinä (sellaisenaan tai jälkikompostoituna; Taulukko 5). Kierrätyslannoitevalmisteiden tuotanto painottuu alueille, joilla myös potentiaali on suurin (Kuvat 8 ja 9). Silti esimerkiksi massamääräisestä ravinteiden kierrätyksen potentiaalista maanparannusaineina hyödynnettiin vain vajaa 6 %. Myös orgaanisten lannoitteiden tuotannossa hyödynnettiin vain alle 2 % massa- ja ravinnepotentiaalista. Orgaanisia lannoitteita tuotettiin eniten tyyppinimillä perunan soluneste, orgaaninen lannoiteliuos, orgaaninen eläinperäinen lannoite ja rejektivesi (Taulukko 5).



Kuva 11. Maanparannusaineiden tuotantomäärät tarkastelluille parametreille toiminnanharjoittajien vuosi-ilmoitusten perusteella (pallot) verrattuna taustakartassa esitettyyn tuotantopotentiaaliin ELY-alueittain muodostuvien biomassojen perusteella.



Kuva 12. Orgaanisten lannoitteiden tuotantomäärät tarkastelluille parametreille toiminnanharjoittajien vuosi-ilmoitusten perusteella (pallot) verrattuna taustakartassa esitettyyn tuotantopotentiaaliin ELY-alueittain muodostuvien biomassojen perusteella.

Maanparannusaineista suurin tuotantomäärä on lietemäisellä mädätysjäännöksellä, jonka kuiva-ainepitoisuus on alle 15 % (Taulukko 5). Lietemäinen mädäte sisältää suuren määrän vettä ja suhteellisen vähän ravinteita, mikä tekee sen kuljettamisesta kauemmas tuotantopaikastaan yleensä kannattamatonta. Lannoitevalmisteissa, joissa on korkeampi kuiva-aine- ja ravinnepitoisuus, ovat ravinteiden ja orgaanisen aineksen alueellisen liikkuvuuden kannalta edullisempia. Myös orgaanisissa lannoitteissa suurimmat tuotantomäärät olivat nestemäisillä lannoitteilla. Tämä tieto vahvistaa käsitystä siitä, etteivät kierrätyslannoitevalmisteet tällä hetkellä liiku kovin kauas ravinnepitoisten biomassojen tuotanto- ja prosessointipaikoilta eivätkä olemassa olevat kierrätystoimet juuri muuta tilannetta fosforiylijäämän alueilla (kierrätettävää fosforia enemmän kuin samalla alueella fosforilannoitukselle tarvetta).

Taulukko 5. Yleisimmin tuotettujen, pelto- tai puutarhaviljelyyn päätyvien kierrätyslannoitevalmisteiden tyypit, tuotantomäärät sekä orgaanisen aineksen ja ravinteiden pitoisuudet perustuen lannoitevalmistajien vuosi-ilmoituksiin Ruokavirastolle (2020).

	Tuotanto-määrä (t/v)	Orgaaninen aines (t/v)	N (t/v)	P (t/v)
Maanparannusaine				
Mädätysjäännös, kuiva-aine <15 %	510 000	16 750	2 700	670
Mädätysjäännös, kuiva-aine >15 %	75 000	12 000	1 000	540
Maanparannuskomposti, ei sisällä jätevesilietettä	50 000	11 000	500	700
Maanparannuskomposti, sisältää jätevesilietettä	185 000	37 000	1 400	1 300
Orgaaninen lannoite				
Orgaaninen eläinperäinen lannoite	9 100	5 300	600	260
Perunan soluneste	73 200	9 600	800	100
Orgaaninen lannoiteliuos	24 500	2 500	290	15
Rejektivesi	4 100	320	50	3

6. Tiedonkeruun puutteet ja kehitystarpeet

Kirjoitushetkellä ravinteiden kierrätykseen liittyviä tietoja kerätään Suomessa edelleen pirstaloituneesti ja hajanaisesti pääasiassa osana erilaisia, toisistaan erillisiä hallinnollisia toimenpiteitä. Systemaattista tiedonkeruuta, joka kattaisi koko toimintaketjun erilaisten kierrätettävissä olevien, ravinnepitoisten biomassojen synnyn, prosessoinnin ja loppukäytön tiedot eri toimintojen sijainteineen, ei ole olemassa.

Ravinteiden kierrätyksen indikaattoria varten kerätyt tiedot ovat näin ollen hajallaan eri hallinnonalojen järjestelmissä ja niiden keruu on suunniteltu muista lähtökohdista kuin ravinteiden kierrätystä ja sen seurantaa ajatellen. Tietoja kysytään yleensä suoraan toiminnanharjoittajilta, kuten maanviljelijöiltä, teollisuuden yrityksiltä, vesihuoltolaitoksilta ja yhdyskuntien muilta toimijoilta, ilmoitusvelvollisesti ja/tai vapaaehtoisesti. Tietojen täsmällisyys ja ajantasaisuus on siten riippuvainen paitsi kyselyjen/ilmoitusjärjestelmien onnistuneesta toteutuksesta, myös kunkin toiminnanharjoittajan motivaatiosta vastata huolellisesti ja täysimääräisesti.

Tietojen pirstaleisuuden ja epäyhtenäisyyden vuoksi ravinteiden kierrätyksen toimintaketjuihin liittyvien tietojen keruu on paljolti käsityötä, jossa yhdistellään erilaisia viranomaisjärjestelmien tietoja, tilastoja, tieteellisen kirjallisuuden tietoja, asiantuntija-arvioita sekä suoria yhteydenottoja käytännön toimijoihin. Lisäksi monia tietoja ei ole lainkaan saatavilla tai niitä ei voi liittää toisiinsa.

6.1. Lannoitevalmistajien vuosi-ilmoitusten kehitystarpeet

Vuoden 2020 lannoitevalmistajien vuosi-ilmoituksista saatu tieto kierrätyslannoitevalmisteista jäi hyvin karkealle tasolle, sillä raaka-aineista ja valmiista lannoitevalmisteista saatiin vain tieto biomassan tyypistä ja kokonaismassasta (tuorepaino) sekä luovutetun lannoitevalmisteen käyttökohteesta yleisellä tasolla. Ilmoituksissa annettu paikkatieto kohdistui vain laitoksen ja urakoitsijan osoitetietoon sekä raaka-aineista mahdollisesti annettuun alkuperätietoon, mikä sekin pääsääntöisesti puuttui ilmoituksista. Vuosi-ilmoituksissa ei myöskään yksilöity selkeästi kierrätyslannoitevalmisteiden tuotannossa käytettyjä prosessointeja kaikki osaprosessit huomioiden (vain pääprosessi), vaan tämä tieto pitää tarvittaessa hakea muualta.

Koska vuosi-ilmoitusten aineisto ei myöskään sisältänyt tietoa kierrätyslannoitevalmisteiden ominaisuuksista, selvitettiin niitä (kuiva-aine, orgaaninen aine, ravinteet) valmistajan internetsivuilta tai pyytämällä tietoja suoraan toiminnanharjoittajalta sähköpostitse. Lähes kaikilla toiminnanharjoittajilla oli tuotteen tuoteseloste tai ravinneanalyysitulos saatavilla ja niistä löytyi hyvin yksityiskohtaista tietoa valmisteiden ominaisuuksista. Indikaattorinkin tarvitsema tieto on siten toiminnan harjoittajilla olemassa, mutta sitä ei tällä hetkellä kysytä eikä siten myöskään ilmoiteta vuosi-ilmoituksissa. Tärkeimmät tuoteselosteista löytyvät tiedot ravinteiden kierrätyksen kannalta ovat kuiva-ainepitoisuus (tai kosteus), orgaanisen aineksen tai hiilen pitoisuus sekä ravinnepitoisuudet (N, P, K). Nämä tiedot mahdollistavat myös tuotettujen valmisteiden kuljetettavuuden arvioinnin, sillä niiden kuiva-aine- ja ravinnepitoisuuden tiedot yhdessä kertovat valmisteiden olomuodosta (lietemäinen, neste, kiinteä) ja väkevöinnin asteesta (mitä kuivempi ja väkevämpi valmiste, sitä suuremmat edellytykset kuljettaa pitempiä matkoja). Ravinteiden kierrätyksen seurannan kannalta on hyvä tieto, että tulevaan sähköiseen ilmoitusjärjestelmään TOUKO on tiettävästi lisätty typen ja fosforin määrien kysymykset, mutta ne yksistään eivät riitä. Myös kuiva-aineen ja orgaanisen aineksen tiedot tarvitaan.

Ruokaviraston keräämät lannoitevalmistajien vuosi-ilmoitukset ovat tärkeä kanava ravinteiden kierrätyksen tiedon tilastoinnin ja seurannan kannalta, mutta ilmoituslomake ei vielä palvele kaikkea tarvittua tietoa riittävästi. Ilmoitusjärjestelmään tulisi sisällyttää mahdollisimman kattavasti seuraavat kysymykset: i) kierrätyslannoitevalmisteiden raaka-ainetiedot syntypaikkoineen, ii) valmisteiden tuotannon (prosessiketjun) kuvaus, iii) tuotettujen valmisteiden tarkat määrä- ja ominaisuustiedot sekä iv) valmisteiden käyttökohteet osuuksina koko tuotannosta (erityisesti maatalous eritellen) ja käyttö-/myyntipaikat (vähintään kuntatasolla), mikäli nämä ovat tiedossa ilmoitettaessa. Ravinnetiedon yhdistäminen paikkatietoon parantaisi huomattavasti edellytyksiä seurata ravinteiden alueellista liikkuvuutta. Lisäksi ilmoitusvelvollisten toiminnanharjoittajien vastausten kattavuutta tulisi parantaa esimerkiksi tiedottamalla koottujen tietojen käyttökohteista ja siten vaikutuksista toimintaympäristöön, jotta motivaatio täsmälliseen vastaamiseen kasvaisi.

Maa- ja metsätalousministeriön alaisen Ruokaviraston lannoitevalmisteiden vuosi-ilmoitusten tiedot liittyvät jätteiksi luokiteltavien biomassojen hyödyntämisen yhteydessä olennaisesti ympäristöhallinnon YLVA-järjestelmän ilmoituksiin. Tämän vuoksi olisi tärkeää, että ko. hallinnonalat kehittäisivät tiedonkeruita yhteistyössä, yhteiset tavoitteet ravinteiden kierrätyksen edistämiseksi huomioiden.

6.2. YLVA-järjestelmän kehitystarpeet

YLVA-järjestelmässä raportoidaan toiminnanharjoittajien käsittelemien jätteiden (biomassojen) määrä ja kuiva-ainepitoisuudet, tiedot jätteen alkuperästä ja pääasiallisesta käsittelymenetelmistä sekä edelleen luovutuksesta jatkokäsittelyyn/loppukäyttöön. Raportoitavien jätevirtojen luovuttajien ja vastaanottajien sijaintitiedot sekä loppukäytön kuntatieto mahdollistavat jossain määrin jätevirtojen kuljetusten ja siten alueellisten siirtymien seurantaa, joskin nykyisellään kuljetustietojen poimiminen yksittäin kultakin toiminnanharjoittajalta on hyvin työlästä ja hidasta kokonaistilanteen kartoittamiseksi. Lisäksi jätevirtojen tunnistetietojen puuttuminen tekee biomassojen siirtymisen toiminnanharjoittajalta toiselle hyvin hankalaksi seurata. YLVA-aineiston sisältämien lähtevien ja tulevien jätevirtojen läpikäyminen ja yhdistäminen voisi periaatteessa olla mahdollista, mutta käytännössä toimintaketjut eivät välttämättä ole kokonaisia ja helposti tunnistettavia. Esimerkiksi jätemassojen siirtyminen toiminnanharjoittajalta toiselle saman lähtevien jätevirtojen aineiston sisällä, voi aiheuttaa tuplalaskentaa (jätevirrat huomioidaan virheellisesti kahdesti). Ravinteiden kierrätyksen indikaattorissa tätä riskiä on pyritty estämään erottamalla jätteenkäsittelylaitosten jätevirrat muusta datasta. Jää myös epäselväksi, ovatko aineistot varmasti niin kattavia ja yhtenäisiä, ettei tuloksiin jää merkittäviä tietopuutoksia. Tiedon kattavuus on muutoinkin haaste. Osa pienemmistä, kuntien luvittamista toiminnanharjoittajista jää YLVA-järjestelmän ulkopuolelle, sillä lupavelvolliset raportoivat toiminnastaan ainoastaan suoraan kuntaan.

YLVA-järjestelmän tietojen käsittelyssä toiminnanharjoittajien itsensä kirjaamat tiedot vapaissa sanakentissä tulee aina käydä manuaalisesti läpi eikä automaattinen tiedonhaku onnistu. Sinänsä vapaat sanakentät voivat tuottaa tärkeää tietoa, mutta niiden käyttö ravinteiden kierrätyksen seurannan apuna lisää työmäärää. YLVA-järjestelmän sallimat käsittelykoodit (käytetyt prosessitekniikat) eivät myöskään suoraan palvele ravinteiden kierrätyksen indikaattorin tarpeita, koska toiminnanharjoittajien sanallinen kuvaus käyttämästään käsittelystä ja järjestelmään syöttämä käsittelykoodi eivät useinkaan ole samat. Käsittelykoodit perustuvat EU-lainsäädäntöön, eivätkä palvele todellisen prosessiketjun kuvaamista kunnolla. YLVA-järjestelmän tietojen perusteella kaikille jätejakeille ei aina pystytä osoittamaan

prosessointitekniikkaa puutteellisten tai epäselvien tietojen vuoksi. Lisäksi biomassoja saatetaan ohjata varastointiin tai kuljetukseen eikä aineistosta enää saa selville niiden lopullista käsittelyä ja käyttöä.

Jätetiedon jäljitettävyyttä voisi olla mahdollista parantaa liittämällä jokaiselle jätelajille oma yksilöllinen tunnistetieto. Tieto jätelajista tunnisteineen kulkisi eri toiminnanharjoittajalta toiselle, jolloin tunnistetieto kulkisi läpi aineiston, aina jätteiden syntypaikalta niiden käsittelyyn ja, mikäli ainakin käyttökohde ilmoitetaan, myös loppukäyttöön. Lisäksi tietojen hyödyntämisen helpottamiseksi YLVA-järjestelmässä tulisi suosia mahdollisimman paljon valmiiksi luotuja luokitteluja, joiden avulla aineiston käsittely nopeutuu. Toiminnanharjoittajien lisäämät sanalliset kuvailut sekä jätteestä että sen käsittelymenetelmistä ovat kuitenkin arvokas työkalu tarkentamaan ja syventämään annettua tietoa (ja korjaamaan mahdolliset virheet luokkien valinnoissa).

YLVA-järjestelmää tulisi kehittää vastaamaan nykyistä paremmin myös ravinteiden kierrätyksen seurannan tarpeisiin. Tätä varten tulisi erityistä huomiota kiinnittää seuraavien tietojen keruuseen: i) käsiteltävien jätevirtojen jäljitettävyys samalla tunnistetiedolla syntypaikoilla, käsittelylaitoksissa ja loppukäytön kohteissa, mikä mahdollistaisi tietojen systemaattisen koonnin ilman tietojen tapauskohtaista käsin poimintaa ja yhdistämistä, ii) käsittelyssä käytettyjen prosessointiketjujen täsmällisempi kuvaus (käsittelykoodien käytön lisäksi), iii) jätevirtojen ominaisuuksien täsmällisempi kuvaus (kuiva-ainepitoisuuden lisäksi typen, fosforin ja orgaanisen aineksen pitoisuus), iv) täsmällisempi tieto käsiteltyjen jätevirtojen loppukäytön kohteista (päätyykö lopputuote lannoitevalmisteena maatalouteen vai muuhun käyttöön). Lisäksi ilmoitusvelvollisten toiminnanharjoittajien vastausten kattavuutta ja täsmällisyyttä tulisi parantaa esimerkiksi tiedottamalla koottujen tietojen käyttökohteista ja siten vaikutuksista toimintaympäristöön, jotta motivaatio täsmälliseen vastaamiseen kasvaisi.

Ympäristöhallinnon YLVA-järjestelmän ilmoitukset liittyvät maa- ja metsätalousministeriön alaisen Ruokaviraston lannoitevalmisteiden vuosi-ilmoitusten tietoihin erityisesti jätteiksi luokiteltavien biomassojen hyödyntämisen yhteydessä. Tämän vuoksi olisi tärkeää, että ko. hallinnonalat kehittäisivät tiedonkeruita yhteistyössä, yhteiset tavoitteet ravinteiden kierrätyksen edistämiseksi huomioiden.

6.3. Biokaasukysely

Tilastokeskuksen toteuttama biokaasukysely sisältää kaikki biokaasulaitokset kokoluokasta riippumatta, minkä vuoksi se voi olennaisesti lisätä biokaasutuotantoon liittyvien ravinteiden kierrätyksen toimenpiteiden tilastointia ja sisällyttämistä osaksi ravinteiden kierrätyksen seurantaa. Kyselyssä pyydetään ilmoittamaan syötemateriaalit ja niiden vuosittaiset määrät sekä mädätteen käsittelyn ja käytön tiedot.

Kyselyn sisältöä pohditaan sen päätoteuttajan Tilastokeskuksen ja toteutukseen osallistuvien Luonnonvarakeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen kesken vuosittain. Muutoksia tehdään tarvittaessa. Kyselyn sisältö vastaa varsin hyvin tietotarpeita. Suurempi haaste onkin kyselyyn vastaamisessa täsmällisesti. Toistaiseksi vastauksien kattavuudessa on suurta vaihtelua, minkä vuoksi se ei täytä tiedonkeruun tarpeita riittävän hyvin. Biokaasulaitosten toiminnanharjoittajien motivaatiota vastata kattavasti tulisi siten pystyä nostamaan. Saatekirjeessä tietojen käytöstä ja niiden vaikutuksesta toimialan sääntelyyn mm. päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi tiedotetaan.

6.4. Lannankäsittelykysely ja muut maatalouden kyselyt

Maatalouden kyselyiden haasteena on usein se, ettei niitä toteuteta kovin säännöllisesti tai kyselyjen sisällöt vaihtelevat. Täsmällistä ja jatkuvaa tietoaineistoa ei tällöin välttämättä muodostu. Esimerkiksi maatalouden rakennetutkimukseen sisällytetyt lanta-aiheiset kysymykset vaihtelevat eri kyselyiden välillä, jolloin kattavampaa aikasarjaa ei välttämättä muodostu. Lisäksi tuloksia ei yleensä esitetä ravinteiden kierrätyksen seurannan ja päästöarviointien tarvitsemassa yksikössä (esim. % per tonni lietelantaa/kiinteää lantaa eri eläinluokissa), jolloin tieto ei ole ravinteiden kierrätyksen kannalta (ainakaan suoraan) käyttökelpoinen. Esimerkiksi tulos yksikössä '% tiloista' ei kerro lantamäärästä, joka prosessointiin ohjautuu.

Kattavampaan, mutta vapaaehtoiseen lannankäsittelykyselyyn puolestaan on vaikeaa saada riittävästi vastauksia. Kysely on pitkä ja laaja, kun kysytään koko lannankäsittelyketjusta eläinsuojasta ja eläinten ulkoilusta lannan prosessointiin, varastointiin ja levitykseen saakka. Siitä tulee raskas vastattava tuottajalle ja aineistosta haastava käsitellä tutkijoille. Kyselyn kehittäminen on välttämätöntä, jotta se tuottaa mahdollisimman helposti vastattavan ja kuitenkin kaikki välttämättömät tiedot tuottavan kyselyn. Kysely tulee toteuttaa tietojen pääkäyttäjien, Luonnonvarakeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen, yhteistyönä ja sen säännölliselle toteutukselle tarvitaan riittävät resurssit. Tietoja tarvitaan sekä maatalous- että ympäristöhallinnossa, joiden tulisi resurssit toteutukselle varmistaa.

7. Suositukset ravinteiden kierrätyksen tiedonkeruun ja indikaattorityön kehittämiseksi

Tiedonkeruun kehittämiskohteet:

- Ravinteiden kierrätykseen liittyvää tietoa keräävät paitsi ravinnepitoisia biomassoja tuottavat ja/tai prosessoivat toiminnanharjoittajat, myös eri hallinnon alojen viranomaiset. Yhteistä näkemystä tiedonkeruusta ja sen tarpeellisuudesta tulisi lisätä, jotta jokainen toimija olisi valmis kehittämään omaa osuuttaan tiedonkeruussa.
- Maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön hallinnonalojen tiedonkeruita tulisi kehittää yhteistyössä, jotta ravinnepitoisten biomassojen seuranta syntypaikoiltaan erilaisten käsittelyjen ja prosessointien kautta käyttökohteisiinsa olisi tulevaisuudessa toteutettavissa. Nykyiset tiedonkeruut, kuten YLVA-järjestelmä ja lannoitevalmisteiden vuosi-ilmoitukset, eivät palvele ravinteiden kierrätyksen edistämistä ja seurantaa riittävästi. Myös virallisten tilastojen tiedonkeruu on tärkeää kehittämistyössä huomioida.
- Ravinteiden kierrätykseen liittyvät toiminnanharjoittajat keräävät osana omaa toimintaansa lukuisia seurannan vaatimia tietoja, mutta motivaatiota vastata raportointeihin ja kyselyihin täsmällisesti ja täysimääräisesti tulisi lisätä. Mahdollinen kanava tähän on ravinteiden kierrätyksen tarpeellisuuden, mahdollisuuksien ja vaikutusten parempi ymmärtäminen sekä lisätiedon jakaminen siitä, miten seurantatietoa käytetään ja kuinka se vaikuttaa yritysten omaan toimintaympäristöön mm. ohjauskeinojen kautta. Mitä täsmällisempää tietoa on käytettävissä, sitä paremmin ohjauskeinot kohdentuvat oikeisiin, ravinteiden kierrätystä tehokkaasti edistäviin toimenpiteisiin.

Indikaattorin kehittämiskohteet:

- Indikaattori päivitetään kolmen vuoden välein (seuraava päivitys 2025), missä yhteydessä sitä on mahdollista kehittää. Mikäli tiedonkeruut kehittyvät, otetaan lisätietoa päivitysten yhteydessä mukaan.
- Jo tässä ensimmäisen indikaattorin julkaisun yhteydessä on havaittu seuraavat mahdollisuudet kehittää indikaattoria riippumatta tiedonkeruun kehittämisestä:
    - Prosessointiketjujen huomioinnin lisääminen (pelkän pääprosessin sijaan) täsmentää tietoa maatalouden ja muuhun käyttöön päätyvistä ravinteista ja orgaanisesta aineksesta.
    - Typpihävikin arvioinnin täsmentäminen lisäämällä mukaan karkea arvio biomassojen suoran varastoinnin sekä prosessoitujen valmisteiden varastoinnin aikaisista typpihävikeistä (pelkän prosessointivaiheen hävikkien lisäksi) täsmentää arviota maatalouden ja muuhun käyttöön päätyvän typen todellisesta määrästä.

Viitteet

Biomassa-atlas 2022. https://biomassa-atlas.luke.fi/

EU 2020. Farm to fork strategy : For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. European Union. 22 p. https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf

EU 2021. EU biodiversity strategy for 2030 : Bringing nature back into our lives. European Union. 36 p. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/31e4609f-b91e-11eb-8aca-01aa75ed71a1

HELCOM 2021a. Baltic Sea Action Plan. 2021 update. Baltic Marine Environment Protection Commision. 58 p. https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/10/Baltic-Sea-Action-Plan-2021-update.pdf

HELCOM 2021b. Baltic Sea Regional Nutrient Recycling Strategy. Baltic Marine Environment Protection Commision. 10 p. https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/10/Baltic-Sea-Regional-Nutrient-Recycling-Strategy.pdf

Järvenranta, K., Kapuinen, P., Keskitalo, M., Kykkänen, S., Känkänen, H., Luostarinen, S., Mattila, P., Niskanen, O., Palojärvi, A., Pennanen, T., Pesonen, L., Pussi, K., Pyykkönen, V., Rasa, K., Salo, T., Schulman, A., Seppänen, A.-M., Suokannas, A., Tampio, E., Tanhuanpää, P., Termonen, M., Viitala, S., Virkajärvi, P., Winquist, E. & Lehto, J. 2022. Maatalouden typpihaaste – vaihtoehtoja ja ratkaisuja : Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 53/2022. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-458-6

Lehtonen, H., Saarnio, S., Rantala, J., Luostarinen, S., Maanavilja, L., Heikkinen, J., Soini, K., Aakkula, J., Jallinoja, M., Rasi, S. & Niemi, J. 2020. Maatalouden ilmastotiekartta – Tiekartta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen Suomen maataloudessa. 131 s. MTK ry.

Lemola, R., Uusitalo, R., Luostarinen, S., Tampio, E., Laakso, J., Lehtonen, E., Skyttä, A. & Turtola, E. 2023. Fosforin kierrätyksen tarve ja potentiaali kasvintuotannossa : Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 10/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. http://urn.fi/URN:ISBN: 978-952-380-612-2

Luostarinen, S., Grönroos, J., Hellstedt, M., Nousiainen, J. & Munther, J. 2017a. Suomen normilanta -laskentajärjestelmän kuvaus ja ensimmäiset tulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 47/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-441-0

Luostarinen, S., Perttilä, S., Nousiainen, J., Hellstedt, M., Joki-Tokola, E. & Grönroos, J. 2017b. Turkiseläinten lannan määrä ja ominaisuudet. Tilaseurannan ja lantalaskennan tulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-439-7

Luostarinen, S., Tampio, E., Berlin, T., Grönroos, J., Kauppila, J., Koikkalainen, K., Niskanen, O., Rasa, K., Salo, S., Turtola, E., Valve, H. & Ylivainio, K. 2019a. Keinoja orgaanisten lannoitevalmisteiden käytön edistämiseen. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2019:5. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-941-8

Luostarinen, S., Tampio, E., Niskanen, O., Koikkalainen, K., Kauppila, J., Valve, H., Salo, T. & Ylivainio, K. 2019b. Lantabiokaasutuen toteutusvaihtoehdot. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2019. Luonnonvarakeskus, Helsinki. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-777-0

Luostarinen, S., Lemola, R., Miettinen, A., Rautio, P., Salo, T., Turtola, E., Uusitalo, R., Viitala, E.-J. & Ylivainio, K. 2021. Tavoite 10: Lannoitteiden käyttö ja lannoitteiden aiheuttama ravinnehävikki. Teoksessa: Kärkkäinen, L. & Koljonen, S. (toim.). Arvio EU:n biodiversiteettistrategian vaikutuksista Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 75/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 211–232. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-298-8

Marttinen, S., Venelampi, O., Iho, A., Koikkalainen, K., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E., Ylivainio, K., Grönroos, J., Kauppila, J., Koskiaho, J., Valve, H., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Oasmaa, A. & zu Castell-Rüdenhausen, M. 2017. Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa. Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 45 s. ISBN 978-952-326-437-3 (Verkkojulkaisu). http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-437-3

Miettinen, A., Aakkula, J., Koikkalainen, K., Lehtonen, H., Luostarinen, S., Myllykangas, J.-P., Sairanen, A. & Silfver, T. 2022. Hiilineutraali Suomi 2035: Maatalouden lisätoimenpiteiden ja ruokavaliomuutoksen päästövähennysvaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 73/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 69 s.

MMM 2011. Suomesta ravinteiden kierrätyksen mallimaa. Työryhmämuistio MMM 2011:5. Helsinki. 58 s. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-649-3

SVT 2022. Suomen virallinen tilasto (SVT), Jätetilasto [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-3339. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 16.12.2022]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/jate/meta.html

Syke 2022. Suomen jätealan kehitys lukuina. https://issuu.com/suomenymparistokeskus/docs/valtsu-4.3-d/1

VVY 2021. Yhdyskuntalietteen käsittelyn ja hyödyntämisen nykytilannekatsaus vuosilta 2019–2020. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 71. Vesilaitosyhdistys, Helsinki. https://www.vvy.fi/site/assets/files/4691/yhdyskuntalietteen_kasittelyn_ja_hyodyntamisen_nykytilannekatsaus_2021.pdf

YM 2023. Ympäristöministeriön vastaus ELY-keskusten valvontapäälliköiden tulkintapyyntöön maatalouden yhteydessä toimivien biokaasulaitosten luvanvaraisuudesta. Muistio 26.4.2023. VN/25766/2022-YM-5.

Liitteet

Liite 1. Kirjallisuuskatsaus ravinteiden kierrätyksen indikaattoriin sisällytettyjen biomassojen ominaisuuksista.

Kirjallisuuskatsaus elintarviketeollisuuden kasvijätteiden ominaisuuksista. Kuiva-aine (DM, dry matter), orgaaninen aine (OM, organic matter), kokonaistyppi (Ntot, total nitrogen), liukoinen ammoniumtyppi (NH_4^+-N, soluble ammonium nitrogen), kokonaisfosfori (Ptot, total phosphorus). M=mitattu arvo (measured value), E=arvio (estimated value).

Wastes and by-products of plant origin from food processing		DM (%)	OM (%DM)	Ntot (%DM)	NH_4^+-N (%DM)	Ptot (%DM)	M/E	Ref.
Wastes from fruit, vegetables, cereals, edible oils, cocoa, coffee, tea and tobacco preparation and processing; conserve production; yeast and yeast extract production, molasses preparation and fermentation	Vegetable waste	10	70	1,6		0,2	E	[3]
	Vegetable waste	11	92	1,6	0,8	0,2	E	[8]
	Vegetable waste	27	90	1,6		0,2	E	[9]
	Vegetable waste			2,5			-	[2]
	Vegetable waste			4			-	
	Tomato	10	76	3,25	0,03		M	[10]
	Tomato	22	40,9	2,3		0,18	M	[11]
	Tomato pressing waste			2,25			M	[4]
	Cucumber	6,8	66,2	2,73	0,02		M	[10]
	Cucumber	9	94,4	2,18		0,18	E	[11]
	Turnip	9	89			0,43	M	[12]
	Carrot	12	92			0,24	M	
	Sugar beet	13	80,5			0,24	M	
	Potato	22	90	1,5		0,2	E	[3]
	Potato stalks			1,5			-	[2]
	Potato peels	22,6	94,7	0,75			M	[13]
	Potato pulp	16	90	1		0,1	E	[3]
	Potato cell juice	5	90	6		0,6	E	
	Potato	19,9	94,5	1,2			M	[13]
	Potato mass	48,5	96,1	0,1			M	
	Potato	18,5	94,1				M	[14]
	Potato washing water	4,6	89,1				M	
	Potato	17,7	94	2,3		0,2	M	[15]
	Onion	10,7	93	2,7		0,3	M	
	Onion, peels and tops	15,2	94	1,91	0,2	0,26	M	[14]
	Vegetable oil	100					M	[12]
	Sunflower stalks	94					M	[16]
	Grains screening waste	87	90	0,5	0,25	0,1	E	[8]
	Average	*25,5*	*86,4*	*2,1*	*0,3*	*0,2*		
	Median	*15,6*	*90,0*	*1,9*	*0,2*	*0,2*		
	Selected value for use	20,0	90,0	2,0	0,2	0,2		

Wastes and by-products of plant origin from food processing		DM (%)	OM (%DM)	Ntot (%DM)	NH_4^+-N (%DM)	Ptot (%DM)	M/E	Ref.
Wastes from agriculture, horticulture, aquaculture, forestry, hunting and fishing	Alfalfa			3,94			M	[4]
	Fallow biomass	20	86	3,4		0,6	E	[3]
	Harvest waste, silage	26	86	3,4		0,6	E	
	Green plant-based biomass	11	85	2,2		0,2	E	
	Rye-wheat	25,1	90	1,7		0,14	M	[15]
	Maize silage	34,7	96	1,3		0,25	M	
	Reed canary grass	34,9	92	1,3	0,1	0,26	M	[14]
	Grass silage	25,7					M	
	Straw	80	95	0,5		0,07	-	[1]
	Rye straw		96,5				-	
	Wheat straw		93,5	0,59		0,08	-	
	Barley straw		94,8	0,52		0,09	-	
	Oat straw		95,1				-	
	Wheat straw			0,3			-	[2]
	Wheat straw			0,5			-	
	Oat straw			1,1			-	
	Straw	85	91	0,5		0,1	E	[3]
	Rice straw	92,12	79,5	0,46		0,09	M	[17]
	Wheat straw			0,38			M	[4]
	Barley straw	93,3	78,5	0,3			M	
	Rice straw	93,9	79,1	0,39			M	
	Straw	90,54	95,9	0,59	0		M	[5]
	Wheat straw	93,9	91,6	1			M	[6]
	Grain straw	93,7	93,6	1,1			M	
	Maize straw	93,99		0,65			M	[18]
	Average	*59,8*	*90,0*	*1,2*	*0,3*	*0,2*		
	Median	*80,0*	*91,8*	*0,7*	*0,1*	*0,2*		
	Selected value for use	60,0	91,7	1,2	0,2	0,2		
Wastes from sugar processing	Molasses (feed)	74	89				M	[12]
	Molasses waste	83,5		6,83	1,77		M	[19]
	Molasses	61,5		5,27	0,23	1,02	M	[20]
	Molasses	52,6		0,54	0,03		M	
	Average	*67,9*	*89,0*	*4,2*	*0,7*	*1,0*		
	Median	*67,8*	*89,0*	*5,3*	*0,2*	*1,0*		
	Selected value for use	65,0	89,2	5,0	0,5	1,0		

Kirjallisuuskatsaus elintarviketeollisuuden muiden jätebiomassojen (rasvajäte, maito- ja meijerijätteet, leipomojätteet, juomien valmistuksen jätteet, eläinperäiset lietteet, eläinperäiset sivuvirrat) ominaisuuksista. Kuiva-aine (DM, dry matter), orgaaninen aine (OM, organic matter), kokonaistyppi (Ntot, total nitrogen), liukoinen ammoniumtyppi (NH_4^+-N, soluble ammonium nitrogen), kokonaisfosfori (Ptot, total phosphorus). M=mitattu arvo (measured value), E=arvio (estimated value).

Other wastes and by-products from food processing		DM (%)	OM (%DM)	Ntot (%DM)	NH_4+-N (%DM)	Ptot (%DM)	M/E	Ref.
Fat and oil waste	Dewatered FOG	42,4	96,5				M	[21]
	Dewatered restaurant grease	97,2	100				M	
	Grease	1,8	88,9				M	
	Grease	21,9	98,6				M	
	Grease	20	90				M	
	FOG	3,2	93,9	3,125		0,09	M	[22]
	FOG	94,7	99,5				M	[23]
	Grease trap sludge	17,3	98,3				M	[24]
	Glycerol	95	79	0	0	0	E	[8]
	FOG	40	90	0,4		0	E	[9]
	Grease trap sludge	2	89	0,1		0,1	E	[3]
	FOG	100	89	0,1		0	E	
	FOG	40	90	0,4	0,2	0	E	[8]
	Average	*44,3*	*92,5*	*0,7*	*0,1*	*0,0*		
	Median	*40,0*	*90,0*	*0,3*	*0,1*	*0,0*		
	Selected value for use	40,0	90,0	0,3	0,1	0,1		
Waste from dairy products industry	Dairy waste (whey)	6	70	5		1	E	[9]
	Dairy waste (whey)	13	65	5		1	E	[3]
	Dairy waste (whey)	6	90	5	2,5	0,8	E	[8]
	Average	*8,3*	*75,0*	*5,0*	*2,5*	*0,9*		
	Median	*6,0*	*70,0*	*5,0*	*2,5*	*1,0*		
	Selected value for use	6,0		5,0	2,5	1,0		
Waste from baking and confectionery industry	Bakery waste	66	90	2,3	1,15	0,2	E	[8]
	Bakery waste	66	90	2,3		0,2	E	[9]
	Bakery waste	57	98	2,3		0,2	E	[3]
	Mill waste	88	95	2,5		1,1	E	
	Confectionery waste	90	95				E	[9]
	Confectionery waste	90	95	1,5	0,75	0,4	E	[8]
	Confectionery raw material	89,1	100				M	[13]
	Chocolate	97,5	96				M	
	Liquorice	84,6	93				M	
	Average	*80,9*	*94,7*	*2,2*	*1,0*	*0,4*		
	Median	*88,0*	*95,0*	*2,3*	*1,0*	*0,2*		
	Selected value for use	75,0	92,0	2,2	1,0	0,3		
	Spent grain	22	90	8,5		2,8	E	[3]

Other wastes and by-products from food processing		DM (%)	OM (%DM)	Ntot (%DM)	NH_4+-N (%DM)	Ptot (%DM)	M/E	Ref.
Waste from beverage processing	Spent grain, fresh (fodder)	22	94			0,35	M	[12]
	Yeast	10	80				E	[3]
	Spent yeast	10	85			0,72	M	[12]
	Distilling waste	10	88	4		0,9	E	[3]
	Spent wash (barley)	15	92,9			0,96	E	[25]
	Spent wash (whey), fresh, fodder	7					M	[12]
	Fresh spent wash fodder	11	92,3			1,54	M	
	Average	*13,4*	*88,9*	*6,3*		*1,2*		
	Median	*10,5*	*90,0*	*6,3*		*0,9*		
	Selected value for use	11,0		6,0	0,1	1,2		
Meat processing sludges	Sludge from food industry	20	70	4		2,5	E	[9]
	Sludge from food industry	20	70	4	1,6	2,5	E	[8]
	By-products from food industry	20	80	4	1,6	0,7	E	[26]
	Average	*20,0*	*73,3*	*4,0*	*1,6*	*1,9*		
	Median	*20,0*	*70,0*	*4,0*	*1,6*	*2,5*		
	Selected value for use	20,0	70,0	4,0	1,6	2,0		
Meat processing side-streams	Slaughterhouse waste, poultry	31,2	83,3	7,8	0,1		M	[27]
	Feathers	24,3	96,7	15			M	
	Blood	22	91	7,6			M	
	Intestines, feet, heads	39	95	5,3			M	
	Trimmings and bones	22,4	68	68,6			M	
	Slaughterhouse waste	28,3	91,9	21,9			M	[28]
	Raw slaughterhouse waste	37,6	64,4		0,5		M	[29]
	Mixed pork waste	23,2	119,8		0,2		M	
	Swine paunch wastes	49,1	74,5	6,3	0,8		M	
	Bone flour	95,7	75,4	11,3	0,7		M	
	Blood	17,9	93,9	15,1	0,9		M	
	Fat	99,4	99,8	0	0		M	
	Hair	39,7	90,2	14,6	2,7		M	
	Meat	28,6	89,5	14,3	5,5		M	
	Bones	58,9	70,6				M	
	Slaughterhouse waste, pig	32	87,5	5			M	[30]
	Slaughterhouse waste, pig	32	96,9	4,7			M	
	Slaughterhouse waste, cattle	53	100	1,1			M	
	Slaughterhouse waste, poultry	38	86,8	6,8			M	
	Slaughterhouse waste, poultry	33	90,9				M	
	Slaughterhouse waste	42	80	8		1	E	[3]
	Slaughterhouse waste	40	90	8	4	1	E	[8]
	Slaughterhouse waste	40	90	8		1	E	[9]
	Fish and trimming waste	27	85	10		0,2	E	
	Fish waste	21	55	10		0,2	E	[3]
	Fish and trimming waste	27	85	10	5	3,4	E	[8]
	Salmon trimmings	55,1	96,6				M	[31]

Other wastes and by-products from food processing		DM (%)	OM (%DM)	Ntot (%DM)	NH_4+-N (%DM)	Ptot (%DM)	M/E	Ref.
	Salmon trimmings	56,5	95,6				M	
	Fish (for fodder)	28					M	[12]
	Fish waste	30,4	92,8	6,3	0,2		M	[19]
	Cattle meat and fat	88,6	96,4	0,4	0,0		M	[32]
	Pig meat and fat	56,5	98,7	2,4	0,2		M	
	Confiscates (lungs, livers, kidneys)	24,5	89,7	10,7	0,6		M	
	Pig stomach	18,3	98,3	6,8	0,9		M	
	Rumen content	11,7	93,0	1,1	0,1		M	
	Waste blood	19,7	93,6	16,1	0,1		M	
	Screening waste	24,2	96,3	5,1	0,6		M	
	Cow rumen	14,9	89,4	2,2		0,7	M	[33]
	Swine paunch wastes	31,7	82,7	1,9		0,5	M	
	Cow blood	19,8	75	15		0,1	M	
	Swine blood	22,3	95,6	8,3		0,1	M	
	Digestive tract content	13	92,3				M	[34]
	Animal waste from farms	30	80	8		1	E	[3]
	Average	*36,0*	*88,5*	*9,8*	*1,2*	*0,8*		
	Median	*30,4*	*90,5*	*8,0*	*0,6*	*0,7*		
	Selected value for use	35,0	90,0	9,0	0,5	0,7		

Kirjallisuuskatsaus yhdyskuntien biojätteiden ominaisuuksista. Kuiva-aine (DM, dry matter), orgaaninen aine (OM, organic matter), kokonaistyppi (Ntot, total nitrogen), liukoinen ammoniumtyppi (NH_4^+-N, soluble ammonium nitrogen), kokonaisfosfori (Ptot, total phosphorus). M=mitattu arvo (measured value), E=arvio (estimated value).

Biowaste from municipalities	DM (%)	OM (%DM)	Ntot (%DM)	NH_4^+-N (%DM)	Ptot (%DM)	M/E	Ref.
Biowaste from industry	27	90	2		0,4	E	[9]
Biowaste from private services	27	90	2		0,4	E	
Biowaste from public services	27	90	2		0,4	E	
Biowaste from boats and ferries	27	90	2		0,4	E	
Biowaste from supermarkets (no class II material)	32,3	96	2,6	0,33		M	[35]
Biowaste from supermarkets	26	96,2				M	[36]
Biowaste from services	34	94,1				M	[37]
Biowaste from services	20					M	
Biowaste from services	23	87				M	
Biowaste from services	36	97,2				M	
Biowaste from services	43	95,3				M	
Biowaste from services	27	92,6				M	
Biowaste from industry and services	26,4		3,1		0,32	M	[38]
Biowaste from industry and services	27,3		2,9		0,31	M	
Biowaste	19		0,55		0,12	-	[39]

Biowaste from municipalities	DM (%)	OM (%DM)	Ntot (%DM)	NH_4^+-N (%DM)	Ptot (%DM)	M/E	Ref.
Biowaste from households	27	90	2	1	0,4	E	[9]
Municipal biowaste	27	90	2		0,4	E	[8]
Biowaste	32	75	2	0,13	0,4	E	[3]
Biowaste from residences, services and industry	30	90	2,2	0,04	0,3	E	[26]
Source-separated biowaste	27,02		2,39	0,26	0,27	M	[40]
Source-separated biowaste	28,7	89	2,33	0,1	0,36	M	[41]
Source-separated biowaste	29,1		2,23	0,17	0,32	M	[42]
Source-separated biowaste	27	90	2			E	[43]
Biowaste + garden waste	29		2,52		0,7	E	[44]
Biowaste from residences	30,9		2,15		0,26	M	[9]
Household waste	28,5	80,7		0,07		M	[36]
Source-separated biowaste	25	88	2,16	0,1		M	[45]
Source-separated biowaste	31	87,1	2,13			M	
Source-separated biowaste	25	88	2,8			M	[46]
Source-separated biowaste	26,73	79,9				M	[47]
Source-separated biowaste	30,6	82	2,3		1,4	M	[48]
Biowaste from households	34,7		1,4		0,18	M	[49]
Biowaste from households	36,6		1,7		0,28	M	
Biowaste from households	25,1		2,8		0,27	M	
Biowaste from households	28,3		2,2		0,27	M	
Biowaste from households	29,6		2,7		0,28	M	
Biowaste from households	30,9		2,1		0,27	M	
Biowaste from households	25,5		2,5		0,27	M	[38]
Biowaste from households	25,5		2,5		0,29	M	
Average	*28,6*	*89,0*	*2,2*	*0,2*	*0,4*		
Median	*27,2*	*90,0*	*2,2*	*0,1*	*0,3*		
Selected value for use	28,0	91,1	2,2	0,1	0,4		

Kirjallisuuskatsaus yhdyskuntien puhdistamolietteiden ominaisuuksista. Kuiva-aine (DM, dry matter), orgaaninen aine (OM, organic matter), kokonaistyppi (Ntot, total nitrogen), liukoinen ammoniumtyppi (NH_4^+-N, soluble ammonium nitrogen), kokonaisfosfori (Ptot, total phosphorus). M=mitattu arvo (measured value), E=arvio (estimated value).

Municipal sewage sludge	DM (%)	OM (%DM)	Ntot (%DM)	NH_4^+-N (%DM)	Ptot (%DM)	M/E	Ref.
Raw sludge	2,8	68				M	[50]
Raw sludge	12					M	
Unsettled sludge	0,4	64				M	
Unsettled sludge	2,6	73				M	
Sewage sludge	3,6	73,9				M	[47]

Municipal sewage sludge	DM (%)	OM (%DM)	Ntot (%DM)	NH_4^+-N (%DM)	Ptot (%DM)	M/E	Ref.
Raw sludge (prior to centrifugation)	3,5					M	[51]
Raw sludge	3,6	72,2				M	[52]
Raw sludge	1,3					M	[53]
Raw sludge	3,5					M	
Municipal sewage sludge	20	70	4		2,5	E	[9]
Municipal sewage sludge	12	69	4		2,5	E	[3]
Municipal sewage sludge	20	70	4	1,6	2,5	E	[8]
Sludge from residence and industry	16	70	3,5	0,6	2,7	E	[26]
Sewage sludge	13		4			E	[44]
Settled sludge	2,4					M	[53]
Settled sludge	8,5					M	
Centrifuged sludge	20	70	4,7	0,6		E	[43]
Activated sludge	4,1		4,9	0,5		M	[45]
Activated sludge	5,2		4,8	1,2		M	
Hygienised and settled sludge	12,1	73,2	5,1	0,9		M	[54]
Hygienised and settled sludge	11,8	70,6	4,6			M	
Centrifuged sludge	21,5		4,8	0,7	2,1	M	[55]
Centrifuged sludge	19,7		4,3	0,61	2	M	[56]
Centrifuged sludge	25					E	[51]
Sewage sludge	5		3,5		1,8	E	[35]
Sewage sludge	25		5		2,5	E	
Centrifuged sludge	30		3		3,5	M	[57]
Centrifuged sludge	29	54	3,2		2,9	M	[58]
Centrifuged sludge	28,63	56,6	4		3,05	M	
Centrifuged sludge	20	42	4,4		1,8	M	
Sewage sludge	14		5,9	0,4	4,8	M	[52]
Sewage sludge	21,4	73	4,5	0,7	2,1	M	[59]
Centrifuged sludge	24,7	77	3,6		2	M	[55]
Sewage sludge	5,5	47	2,9		3,6	M	[60]
Sewage sludge	18,1	69	4,35		1,85	M	
Sewage sludge	2,5	71	7,86		2,93	M	
Sewage sludge	2	56	2,7		1,7	M	
Sewage sludge	18,7	64	3,9		1,86	M	
Septic tank sludge	0,62		7,74		1,6	M	[61]
Septic and enclosed tank sludge	0,64		7,03		1,4	M	[55]
Septic and enclosed tank sludge	2					M	[62]

Municipal sewage sludge	DM (%)	OM (%DM)	Ntot (%DM)	NH_4^+-N (%DM)	Ptot (%DM)	M/E	Ref.
Septic and enclosed tank sludge	5					M	
Septic and enclosed tank sludge	1,9		4,8	1,4		M	[63]
Septic and enclosed tank sludge	0,4		20	14		M	
Septic and enclosed tank sludge	2,5		3,4	0,94		M	
Septic and enclosed tank sludge	0,4					M	
Septic and enclosed tank sludge	0,61					M	
Septic and enclosed tank sludge	0,22					M	
Septic and enclosed tank sludge	1	79	4,48		0,92	M	[60]
Septic tanks sludge, raw	0,35					M	[53]
Septic tank sludge, lime stabilised	0,97					M	
Enclosed tank sludge, raw	0,15					M	
Enclosed tank sludge, lime stabilised	1,3					M	
Sludge from rural areas	2	69	4		2,5	E	[3]
Enclosed tank sludge	3,1	67,7	1,7		0,19	E	[48]
Average	*9,3*	*66,8*	*4,8*	*1,9*	*2,3*		
Median	*4,1*	*70,0*	*4,3*	*0,7*	*2,1*		
Selected value for use (raw un-processed sludge)	3,2	70,0	5,5	1,2	3,0		

Liitteen 1 lähdeluettelo:

[1] Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Technology 258. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. [Online]. Saatavilla: https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf

[2] Mäkelä-Kurtto, R. & Tontti, T. 1999. Biojätekompostit kasvintuotannossa. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A. MTT. [Online]. Saatavilla: http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-553-7

[3] Kahiluoto, H. & Kuisma, M. 1020. Elintarvikeketjun jätteet ja sivuvirrat energiaksi ja lannoitteiksi. JaloJäte-tutkimushankkeen synteesiraportti. MTT Kasvu. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [Online]. Saatavilla: www.mtt.fi/mttkasvu/pdf/mttkasvu12b.pdf

[4] Hills, D.J. & Roberts, D.W. 1981. Anaerobic digestion of dairy manure & field crop residues. Agricultural Wastes 3(3): 179–189. Doi: 10.1016/0141-4607(81)90026-3.

[5] Møller, H.B., Sommer, S.G. & Ahring, B.K. 2004. Methane productivity of manure, straw & solid fractions of manure. Biomass & Bioenergy 26(5): 485–495. Doi: 10.1016/J.BIOMBIOE.2003.08.008.

[6] Cui, Z., Shi, J. & Li, Y. 2011. Solid-state anaerobic digestion of spent wheat straw from horse stall. Bioresource Technology 102(20): 9432–9437. Doi: 10.1016/J.BIORTECH.2011.07.062.

[7] Marttila, J., Vahtera, H., Granlund, K. & Lahti, K. 2005. Ravinnetase vesiensuojelun apuvälineenä. Monisteita 155. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. [Online]. Saatavilla: https://www.doria.fi/bitstream/h&le/10024/134745/UUSmo155.pdf?sequence=18

[8] Biokaasulaskuri 2014. Biokaasulaskuri - A biogas calculation tool. MTT Agrifood Research. 2014. Accessed: Nov. 01, 2018. [Online]. Saatavilla: http://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/gas_mtt.gas_mtt_laskuri

[9] Rasi, S. et al. 2012. From Waste to Traffic Fuel-projects. Final report. MTT Raportti 50. [Online]. Saatavilla: www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti50.pdf

[10] Jagadabhi, P.S. 2011. Methods to Enhance Hydrolysis During One & Two-stage Anaerobic Digestion of Energy Crops & Crop Residues. Jyväskylä studies in biological & environmental science 228. PhD Thesis. University of Jyväskylä. [Online]. Saatavilla: https://jyx.jyu.fi/bitstream/-h&le/123456789/36784/9789513944483.pdf?sequence=1

[11] Kinnunen, V., Särkilahti, M., Tampio, E., Rasi, S., Kettunen, R. & Rintala, J. 2016. Residential area circular economy concept. Task 1.1.3 Distributed biogas production. Best loppuraportti. Helsinki. 60 s.

[12] Luke 2015. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Märehtijät-Siat-Siipikarja-Hevoset. Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-054-2. [Online]. Saatavilla: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-054-2

[13] Kaparaju, P. 2003. Enhancing Methane Production in a Farm-scale Biogas Production System. Doctoral Thesis. Jyväskylä Studies in Biological & Environmental Science 124. University of Jyväskylä. [Online]. Saatavilla: https://jyx.jyu.fi/bitstream/h&le/123456789/13156/9513917-10X.pdf?sequence=1

[14] Luostarinen, S. 2013. Biokaasuteknologiaa maatiloilla I. Biokaasulaitoksen hankinta, käyttöönotto ja operointi - käytännön kokemuksia MTT:n maatilakohtaiselta laitokselta. MTT Raportti 113. Maa- ja elintarviketuotannon tutkimuskeskus. http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti113.pdf. 98 s.

[15] Giuliano, A., Bolzonella, D., Pavan, P., Cavinato, C. & Cecchi, F. 2013. Co-digestion of livestock effluents, energy crops & agro-waste: Feeding & process optimization in mesophilic & thermophilic conditions. Bioresource Technology 128: 612–618. Doi: 10.1016/J.BIORTECH.2012.11.002.

[16] Monlau, F., Latrille, E., Da Costa, A.C., Steyer, J.-P. & Carrère, H. 2013. Enhancement of methane production from sunflower oil cakes by dilute acid pretreatment. Special Issue on Advances in sustainable biofuel production & use - XIX International Symposium on Alcohol Fuels – ISAF 102: 1105–1113. Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.06.042.

[17] Zhang, R., & Zhang, Z. Biogasification of rice straw with an anaerobic-phased solids digester system. Bioresource Technology 68(3): 235–245. Doi: 10.1016/S0960-8524(98)00154-0.

[18] Zhong, W., Zhang, Z., Luo, Y., Sun, S., Qiao, W. & Xiao, M. 2011. Effect of biological pretreatments in enhancing corn straw biogas production. Bioresource Technology 102(24): 11177–11182. Doi: 10.1016/J.BIORTECH.2011.09.077.

[19] Rodriguez-Verde, I., Regueiro, L., Carballa, M., Hospido, A. & Lema, J.M. 2014. Assessing anaerobic co-digestion of pig manure with agroindustrial wastes: The link between environmental impacts & operational parameters. Science of The Total Environment 497–498: 475–483. Doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2014.07.127.

[20] De Vrieze, J., Plovie, K., Verstraete, W. & Boon, 2015. N. Co-digestion of molasses or kitchen waste with high-rate activated sludge results in a diverse microbial community with stable methane production. Journal of Environmental Management 52: 75–82. Doi: 10.1016/J.JENVMAN.2015.01.029.

[21] Long, J.H., Aziz, T.N., de los Reyes, F.L. & Ducoste, J.J. 2012. Anaerobic co-digestion of fat, oil, & grease (FOG): A review of gas production & process limitations. Process Safety & Environmental Protection 90(3): 231–245. Doi: 10.1016/J.PSEP.2011.10.001.

[22] Wan, C., Zhou, Q., Fu, G. & Li, Y. 2011. Semi-continuous anaerobic co-digestion of thickened waste activated sludge & fat, oil & grease. Waste Management 31(8): 1752–1758. Doi: 10.1016/J.WASMAN.2011.03.025.

[23] Li, C., Champagne, P. & Anderson, B.C. 2011. Evaluating & modeling biogas production from municipal fat, oil, & grease & synthetic kitchen waste in anaerobic co-digestions. Bioresource Technology 102(20): 9471–9480. Doi: 10.1016/J.BIORTECH.2011.07.103.

[24] Davidsson, A.A., Lövstedt, C., la Cour Jansen, J., Gruvberger, C. & Aspegren, H. 2008. Co-digestion of grease trap sludge & sewage sludge. Waste Management 28(6): 986–992. Doi: 10.1016/J.WASMAN.2007.03.024.

[25] Sten, V. 2007. Bioetanolitehtaasta syntyvät rehujakeet ja niiden markkinat. Selvitys liittyen Bioetanoli- ja biokaasutehdas Hämeeseen -hankkeeseen. Hämeen ammattikorkeakoulu HAMK. [Online]. Saatavilla: www.hamk.fi/julkaisut

[26] Marttinen, S. et al. 2017. Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2017. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 45 s. [Online]. Saatavilla: http://jukuri.luke.fi/bitstream/h&le/10024-/540214/luke-luobio_45_2017.pdf?sequence=10&isAllowed=y

[27] Salminen, E.A. & Rintala, J.A. 2002. Semi-continuous anaerobic digestion of solid poultry slaughterhouse waste: effect of hydraulic retention time & loading. Water Research 36: 3175–3182.

[28] Cuetos, M.J., Gómez, X., Otero, M. & Morán, A. 2008. Anaerobic digestion of solid slaughterhouse waste (SHW) at laboratory scale: Influence of co-digestion with the organic fraction of municipal solid waste (OFMSW). Biochemical Engineering Journal 40(1): 99–106. Doi: 10.1016/j.bej.2007.11.019.

[29] Hejnfelt, A. & Angelidaki, I. 2009. Anaerobic digestion of slaughterhouse by-products. Biomass & Bioenergy 33(8): 1046–1054. Doi: 10.1016/j.biombioe.2009.03.004.

[30] Bayr, S. 2014. Biogas production from meat & pulp & paper industry by-products. Jyväskylä studies in biological & environmental science 280. PhD thesis. University of Jyväskylä. 95 p.

[31] Möttönen, A. 2011. Biokaasuntuotanto kuivamädätysreaktorissa. Syötteinä naudan kuivikelanta ja lohenperkuujäte. Kandidaatintyö. Oulun yliopisto.

[32] Palatsi, J., Viñas, M., Guivernau, M., Fernandez, B. & Flotats, X. 2011. Anaerobic digestion of slaughterhouse waste: Main process limitations & microbial community interactions. Bioresource Technology 102(3): 2219–2227. Doi: 10.1016/j.biortech.2010.09.121.

[33] Alvarez, R. & Lidén, G. 2008. Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste, manure, & fruit & vegetable waste. Renewable Energy 33(4): 726–734, Doi: 10.1016/j.renene.-2007.05.001.

[34] Luste, S. & Luostarinen, S. 2010. Anaerobic co-digestion of meat-processing by-products & sewage sludge – Effect of hygienization & organic loading rate. Bioresource Technology 101: 2657–2664. Doi: 10.1016/j.biortech.2009.10.071.

[35] Mönkäre, T. et al. 2016. Ravinnevisio : Selvitys Pirkanmaan puhdistamolietteiden ja biojätteiden ravinteista ja niiden potentiaalisesta käytöstä. Pirkanmaan ELY-keskus 06 / 2016. http://www.doria.fi/h&le/10024/124381. [Online]. Saatavilla: http://www.doria.fi/h&le/10024/-124381

[36] Oulun Jätehuolto 2008. Erilliskerätyn biojätteen biokaasupotentiaali.

[37] Sura, J.-P. 2008. Erilliskerätyn biojätteen soveltuvuus biokaasun tuotantoon. Laitossuunniteluun tarvittavien ominaisuuksien määrittäminen Watrec Oy:n pilot-laitteistolla Lahden ammattikorkeakoulu, Ympäristötekniikan koulutusohjelma, Ympäristöbiotekniikan suuntautumisvaihtoehto. Opinnäytetyö. 2008. [Online]. Saatavilla: https://www.theseus.fi/bitstream/h&le/10024/-12092/2008-05-13-08.pdf

[38] HSY 2015. Pääkaupunkiseudun seka- ja biojätteen koostumus vuonna 2015. Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä, Helsinki. https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/Paakaupunkiseudun_seka-ja_biojatteen_koostumus_vuonna_2015.pdf. [Online]. Saatavilla: https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/Paakaupunkiseudun_seka-ja_biojatteen_koostumus_vuonna_2015.pdf

[39] Myllymaa, T. et al. 2008. Jätteiden kierrätyksen ja polton ympäristövaikutukset ja kustannukset-jätehuollon vaihtoehtojen tarkastelu alueellisesta näkökulmasta. Suomen ympäristö 39/2008.

Suomen ympäristökeskus SYKE. http://hdl.h&le.net/10138/38383. [Online]. Saatavilla: www.ymparisto.fi/julkaisut

[40] Tampio, E., 2016. Utilization of Food Waste via Anaerobic Digestion. Doctoral thesis. Tampere University of Technology, Tampere. [Online]. Saatavilla: http://www.tut.fi/tutcris

[41] Mönkäre, T.J., Kinnunen, H.V., Kainulainen, A., Gareis, C. & Rintala, J.A. 2015. Modelling reject water & nutrient flows from biowaste treatment in a partial flow digestion process. [Online]. Saatavilla: http://www.ym.fi/download/noname/%7BFE21102E-4766-48B2-8E41-32F181E-18076%7D/116547

[42] Virkkunen, E., Karjalainen, H., Hietaranta, M., Laajala, P. & Heikkinen, P. 2013. Erilliskerätyn biojätteen ja sekajätteestä saatavan seula-alitteen biokaasutus kuivamädätysreaktorissa. Biojäte ja hepolanta-hankkeen selvityksiä 1/4. MTT. http://jukuri.luke.fi/bitstream/h&le/10024/485501/-RAPORTTI ja LIITTEET biojäte%2Bseula-alite_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Online].

[43] Marttinen, S., Tampio, E., Sinkko, T., Timonen, K., Luostarinen, S. & Manninen, K. 2015. Biokaasulaitokset - syötteistä lopputuotteisiin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 14/2015. Luonnonvarakeskus. Helsinki. [Online]. Saatavilla: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-013-9

[44] Tampio, E. et al. 2017. A demand-based nutrient utilization approach to urban biogas plant investment based on regional crop fertilization. Journal of Cleaner Production 164: 19–29. Doi: 10.1016/j.jclepro.2017.06.172.

[45] Paavola, T. & Rintala, J. 2006. Effects of hygienisation (1 hour at 70°) on methane production of manure, biowaste & sewage sludge. Proceeding Venice 2006, Biomass & Waste to Energy Symposium Venice, Italy.

[46] Paavola, T., Syväsalo, E. & Rintala, J. 2006. Co-digestion of manure & biowaste according to the EC animal by-products regulation & Finnish national regulations. Water science & technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research 53(8): 223–231.

[47] Jääskeläinen, A. & Juvonen, M. 2010. Esiselvitys keskitetyn biokaasulaitoksen toteutettavuudesta Pieksämäelle. http://portal.savonia.fi/img/amk/sisalto/teknologia_ja_ymparisto/ymparistotekniikka/Pieksamaen_biokaasuesiselvitys_marraskuu_2010.pdf. [Online]. Saatavilla: http://portal.savonia.fi/img/amk/sisalto/teknologia_ja_ymparisto/ymparistotekniikka/Pieksamaen_biokaasuesiselvitys_marraskuu_2010.pdf

[48] Kehus, J. 2012. Lannoitevalmisteiden tuottaminen biojätteistä, puhdistamolietteistä, rejektivesistä sekä lentotuhkista – esimerkkinä Jyväskylän seutu. Pro gradu-tutkielma. Jyväskylän yliopisto. 2012. [Online]. Saatavilla: https://jyx.jyu.fi/bitstream/h&le/123456789/38302/-URN:NBN:fi:jyu-201208202173.pdf?sequence=1

[49] HSY 2011. Pääkaupunkiseudun biojätteen koostumus. Kotitalouksien ja palvelutoimialojen erilliskerätyn biojätteen lajittelututkimus. Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä, Helsinki. [Online]. Saatavilla: https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Julkaisusarja/-6_2011_Paakaupunkiseudun_biojatteen_koostumus.pdf

[50] Salmela, M. & Kymäläinen, M. 2014. Lietemädättämöselvitys. Suomen lietemädättämöjen kuormitustarkastelu. Hämeen ammattikorkeakoulu HAMK. [Online]. Saatavilla: https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2018/07/Suomen-lietemädättämöiden-kuormitustarkastelu.pdf

[51] Ramboll 2015. Pirkanmaan keskuspuhdistamo yleissuunnitelma. Ramboll. [Online]. Saatavilla: http://www.keskuspuhdistamo.fi/wp-content/uploads/2016/01/OT1_Yleissuunnitelma.pdf

[52] Poutiainen, H. & Heinonen-Tanski, H. 2012. Modernit menetelmät yhdyskuntien jätevedenkäsittelyn tehostamisessa Publication series of department of environmental science 1/2012. University of Eastern Finland. [Online]. Saatavilla: https://www2.uef.fi/documents/1110526/1357-930/MOME+Raportti+2012.pdf/4804394f-811a-413f-aa0f-4ec32c9c6904

[53] Vieno, N. 2015. Haitta-aineet puhdistamo- ja hajalietteissä. Julkaisu 73/2015. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. [Online]. Saatavilla: http://www.vhvsy.fi/files/-upload_pdf/5004/Julkaisu 73_2015.pdf

[54] Tampio, E., Ervasti, S., Paavola, T. & Rintala, J. 2016. Use of laboratory anaerobic digesters to simulate the increase of treatment rate in full-scale high nitrogen content sewage sludge & co-digestion biogas plants. Bioresource Technology 220: 47–54. Doi: 10.1016/j.biortech.2016.-08.058.

[55] Leino, N. 2016. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon tarkkailututkimus. Vuosiraportti 2015. Turun Seudun Puhdistamo Oy. https://www.turunseudunpuhdistamo.fi/wp-content/uploads/-2016/05/TSP_Vuosiraportti_2015.pdf. [Online]. Saatavilla: https://www.turunseudunpuhdistamo.fi/wp-content/uploads/2016/05/TSP_Vuosiraportti_2015.pdf

[56] Levomäki, M. 2010. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon tarkkailututkimus. Vuosiraportti 2010. Turun Seudun Puhdistamo Oy. 141 p.

[57] HSY 2013. Jätteiden määrät, varastointi ja hyödyntäminen Viikinmäen jätevedenpuhdistamon ympäristölupahakemus 2013. Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä, Helsinki. [Online]. Saatavilla: https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/vesihuolto/jatevedenpuhdistus/Viikinmaki/-Documents/Liite12_Jatteiden_maarat_varastointi_ja_hyodyntaminen.pdf

[58] Turunen, V. 2016. Lietteenkäsittelymenetelmän vaikutus lietteen hyötykäyttömahdollisuuksiin ja valinta arvopuuanalyysin avulla. Diplomityö. Aalto Yliopisto, Espoo. [Online]. Saatavilla: www.aalto.fi

[59] Ruuhela, S. 2016. Puhdistamolietteen käsittelyn hankinnan laatukriteerien kehittäminen. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere. [Online]. Saatavilla: https://dspace.cc.tut.fi/-dpub/bitstream/h&le/123456789/24498/Ruuhela.pdf?sequence=1

[60] Virtanen, J. & Aaltonen, E.-K. 2016. KOKKOLAN BIOKAASULAITOKSEN JA JÄTEVEDENPUHDISTAMON YHTEENVETORAPORTTI 2015. [Online]. Saatavilla: http://www.vesiensuojelu.fi/pohjanmaa/wp-content/uploads/2012/07/BKL-JVP-Vuosiraportti-2015-Final-26.2.2016.pdf

[61] Levomäki, M. 2009. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon tarkkailututkimus. Vuosiraportti 2009. Turun Seudun Puhdistamo Oy. [Online]. Saatavilla: https://www.turunseudunpuhdistamo.fi/wp-content/uploads/2016/05/TSP_Vuosiraportti_2009.pdf

[62] Jahotec 2015. Limingan biokaasulaitoksen laajennushanke. Ympäristövaikutusten arviointi. Jahotec Oy.

[63] Lampén, H. 2007. Haja-asutusalueiden sakokaivolietteiden kalkkistabilointi ja hyötykäyttö maataloudessa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Diplomityö.

Liite 2. Eri prosessointitekniikoiden osuuden laskentaan käytetyt kertoimet.

Biomassa	Prosessi	Kerroin
Naudanlanta	Suora peltolevitys	0,9515
	Separointi	0,0055
	Mädätys	0,0211
	Kompostointi	0,0219
	Kuivaus	0
Sianlanta	Suora peltolevitys	0,9325
	Separointi	0,0095
	Mädätys	0,0567
	Kompostointi	0,0013
	Kuivaus	0
Siipikarjanlanta	Suora peltolevitys	0,8718
	Mädätys	0,0093
	Kompostointi	0,06
	Kuivaus	0,0589
Hevosten ja ponien lanta	Suora peltolevitys	0,6838
	Mädätys	0,001
	Kompostointi	0,3113
	Kuivaus	0,0039
Lampaiden ja vuohien lanta	Suora peltolevitys	0,94
	Mädätys	0
	Kompostointi	0,06
	Kuivaus	0
Turkiseläinten lanta	Suora peltolevitys	0,2828
	Mädätys	0
	Kompostointi	0,7172
	Kuivaus	0
Puhdistamoliete	Mädätys	0,76
	Kompostointi	0,17
	Kemiallinen käsittely	0,05
	Poltto	0,02
Biojäte	Mädätys	0,6
	Kompostointi	0,4
Eläinperäiset sivuvirrat	Mädätys	0,07
	Kompostointi	0,02
	Renderöinti	0,51
	Muu käsittely	0,4
Muut teollisuuden sivutuotteet	Suora peltolevitys	0,42
	Mädätys	0,2
	Kompostointi	0,02
	Muu käsittely	0,36

Liite 3. Eri prosessointitekniikoiden vaikutus käsiteltävän biomassan ominaisuuksiin. Orgaaninen aines (VS), typpi (N) ja fosfori (P).

Biomassa	Prosessi	Prosessoitu jae	Massa	VS	N	P
Naudanlanta	Suora peltolevitys	Lanta sellaisenaan	1	1	1	1
	Separointi	Kuivajae	0,12	0,33	0,1	0,22
	Separointi	Nestejae	0,88	0,67	0,9	0,75
	Mädätys	Mädäte	0,96	0,53	1	1
	Mädätys	Prosessissa poistuva	0,04	0,47	0	0
	Kompostointi	Komposti	0,8	0,5	0,75	0,99
	Kompostointi	Prosessissa poistuva	0,2	0,5	0,25	0,01
	Kuivaus	Kuivattu tuote	0,7	1	0,95	1
	Kuivaus	Prosessissa poistuva	0,3	0	0,05	0
Sianlanta	Suora peltolevitys	Lanta sellaisenaan	1	1	1	1
	Separointi	Kuivajae	0,06	0,27	0,08	0,14
	Separointi	Nestejae	0,94	0,73	0,92	0,86
	Mädätys	Mädäte	0,93	0,45	1	1
	Mädätys	Prosessissa poistuva	0,07	0,55	0	0
	Kompostointi	Komposti	0,7	0,55	0,75	0,99
	Kompostointi	Prosessissa poistuva	0,3	0,45	0,25	0,01
	Kuivaus	Kuivattu tuote	0,7	1	0,95	1
	Kuivaus	Prosessissa poistuva	0,3	0	0,05	0
Siipikarjanlanta	Suora peltolevitys	Lanta sellaisenaan	1	1	1	1
	Mädätys	Mädäte	0,9	0,5	1	1
	Mädätys	Prosessissa poistuva	0,1	0,5	0	0
	Kompostointi	Komposti	0,5	0,8	0,5	1
	Kompostointi	Prosessissa poistuva	0,5	0,2	0,5	0
	Kuivaus	Kuivattu tuote	0,7	1	0,95	0,99
	Kuivaus	Prosessissa poistuva	0,3	0	0,05	0,01
Hevosten ja ponien lanta	Suora peltolevitys	Lanta sellaisenaan	1	1	1	1
	Mädätys	Mädäte	0,95	0,5	1	1
	Mädätys	Prosessissa poistuva	0,05	0,5	0	0
	Kompostointi	Komposti	0,8	0,5	0,75	0,99
	Kompostointi	Prosessissa poistuva	0,2	0,5	0,25	0,01
	Kuivaus	Kuivattu tuote	0,7	1	0,95	1
	Kuivaus	Prosessissa poistuva	0,3	0	0,05	0
Lampaiden ja vuohien lanta	Suora peltolevitys	Lanta sellaisenaan	1	1	1	1
	Mädätys	Mädäte	0,9	0,5	1	1
	Mädätys	Prosessissa poistuva	0,1	0,5	0	0
	Kompostointi	Komposti	0,8	0,5	0,75	0,99
	Kompostointi	Prosessissa poistuva	0,2	0,5	0,25	0,01
	Kuivaus	Kuivattu tuote	0,7	1	0,95	1
	Kuivaus	Prosessissa poistuva	0,3	0	0,05	0
Turkiseläinten lanta	Suora peltolevitys	Lanta sellaisenaan	1	1	1	1
	Mädätys	Mädäte	0,92	0,5	1	1
	Mädätys	Prosessissa poistuva	0,08	0,5	0	0

Biomassa	Prosessi	Prosessoitu jae	Massa	VS	N	P
	Kompostointi	Komposti	0,8	0,5	0,75	0,99
	Kompostointi	Prosessissa poistuva	0,2	0,5	0,25	0,01
	Kuivaus	Kuivattu tuote	0,7	1	0,95	1
	Kuivaus	Prosessissa poistuva	0,3	0	0,05	0
Puhdistamoliete	Mädätys	Mädäte	0,92	0,65	1	1
	Mädätys	Prosessissa poistuva	0,08	0,35	0	0
	Kompostointi	Komposti	0,7	0,65	0,75	0,99
	Kompostointi	Prosessissa poistuva	0,3	0,35	0,25	0,01
	Kemiallinen käsittely	Kemiallisesti käsitelty	0,7	0,4	0,7	1
	Kemiallinen käsittely	Prosessissa poistuva	0,3	0,6	0,3	0
	Poltto	Tuhka	0,12	0	0	1
	Poltto	Prosessissa poistuva	0,88	1	1	0
Biojäte	Mädätys	Mädäte	0,85	0,35	1	1
	Mädätys	Prosessissa poistuva	0,15	0,65	0	0
	Kompostointi	Komposti	0,65	0,6	0,75	0,99
	Kompostointi	Prosessissa poistuva	0,35	0,4	0,25	0,01
Eläinperäiset sivuvirrat	Mädätys	Mädäte	0,9	0,5	1	1
	Mädätys	Prosessissa poistuva	0,1	0,5	0	0
	Kompostointi	Komposti	0,7	0,65	0,75	0,99
	Kompostointi	Prosessissa poistuva	0,3	0,35	0,25	0,01
	Renderöinti	Lihaluujauho	0,14	0,22	0,36	1
	Renderöinti	Prosessissa poistuva	0,86	0,78	0,64	0
	Muu käsittely	Muu käyttö	1	1	1	1
Muut elintarviketeollisuu-den	Suora peltolevitys	Sivuvirrat sellaise-naan	1,00	1	1	1
	Mädätys	Mädäte	0,9	0,5	1	1
	Mädätys	Prosessissa poistuva	0,1	0,5	0	0
	Kompostointi	Komposti	0,7	0,65	0,75	0,99
	Kompostointi	Prosessissa poistuva	0,3	0,35	0,25	0,01
	Muu käsittely	Muu käyttö	1	1	1	1

Liite 4. Prosessoitujen ja prosessoimattomien tuotteiden maatalous /muun käytön osuuksien laskentaan käytetyt kertoimet.

Biomassa	Prosessoitu jae	Käyttökohde	Kerroin
Naudanlanta	Lanta sellaisenaan	Maatalouskäyttö	1
	Lanta sellaisenaan	Muu käyttö	0
	Kuivajae	Maatalouskäyttö	1
	Kuivajae	Muu käyttö	0
	Nestejae	Maatalouskäyttö	1
	Nestejae	Muu käyttö	0
	Mädäte	Maatalouskäyttö	1
	Mädäte	Muu käyttö	0
	Komposti	Maatalouskäyttö	1
	Komposti	Muu käyttö	0
	Kuivattu tuote	Maatalouskäyttö	1
	Kuivattu tuote	Muu käyttö	0
Sianlanta	Lanta sellaisenaan	Maatalouskäyttö	1
	Lanta sellaisenaan	Muu käyttö	0
	Kuivajae	Maatalouskäyttö	1
	Kuivajae	Muu käyttö	0
	Nestejae	Maatalouskäyttö	1
	Nestejae	Muu käyttö	0
	Mädäte	Maatalouskäyttö	1
	Mädäte	Muu käyttö	0
	Komposti	Maatalouskäyttö	1
	Komposti	Muu käyttö	0
	Kuivattu tuote	Maatalouskäyttö	1
	Kuivattu tuote	Muu käyttö	0
Siipikarjanlanta	Lanta sellaisenaan	Maatalouskäyttö	1
	Lanta sellaisenaan	Muu käyttö	0
	Mädäte	Maatalouskäyttö	1
	Mädäte	Muu käyttö	0
	Komposti	Maatalouskäyttö	0,2
	Komposti	Muu käyttö	0,8
	Kuivattu tuote	Maatalouskäyttö	0,37
	Kuivattu tuote	Muu käyttö	0,63
Hevosten ja ponien lanta	Lanta sellaisenaan	Maatalouskäyttö	1
	Lanta sellaisenaan	Muu käyttö	0
	Mädäte	Maatalouskäyttö	1
	Mädäte	Muu käyttö	0
	Komposti	Maatalouskäyttö	0,2
	Komposti	Muu käyttö	0,8
	Kuivattu tuote	Maatalouskäyttö	1
	Kuivattu tuote	Muu käyttö	0
Lampaiden ja vuohien lanta	Lanta sellaisenaan	Maatalouskäyttö	1
	Lanta sellaisenaan	Muu käyttö	0
	Mädäte	Maatalouskäyttö	1
	Mädäte	Muu käyttö	0
	Komposti	Maatalouskäyttö	1
	Komposti	Muu käyttö	0
	Kuivattu tuote	Maatalouskäyttö	1
	Kuivattu tuote	Muu käyttö	0
Turkiseläinten lanta	Lanta sellaisenaan	Maatalouskäyttö	1
	Lanta sellaisenaan	Muu käyttö	0
	Mädäte	Maatalouskäyttö	1
	Mädäte	Muu käyttö	0
	Komposti	Maatalouskäyttö	1

Biomassa	Prosessoitu jae	Käyttökohde	Kerroin
	Komposti	Muu käyttö	0
	Kuivattu tuote	Maatalouskäyttö	1
	Kuivattu tuote	Muu käyttö	0
Puhdistamoliete	Mädäte	Maatalouskäyttö	0,46
	Mädäte	Muu käyttö	0,54
	Komposti	Maatalouskäyttö	0,46
	Komposti	Muu käyttö	0,54
	Kemiallisesti käsitelty	Maatalouskäyttö	0,46
	Kemiallisesti käsitelty	Muu käyttö	0,54
	Tuhka	Maatalouskäyttö	0
	Tuhka	Muu käyttö	1
Biojäte	Mädäte	Maatalouskäyttö	0,7
	Mädäte	Muu käyttö	0,3
	Komposti	Maatalouskäyttö	0,7
	Komposti	Muu käyttö	0,3
Eläinperäiset sivuvirrat	Mädäte	Maatalouskäyttö	1
	Mädäte	Muu käyttö	0
	Komposti	Maatalouskäyttö	1
	Komposti	Muu käyttö	0
	Lihaluujauho	Maatalouskäyttö	0,3
	Lihaluujauho	Muu käyttö	0,7
Muut teollisuuden sivutuotteet	Sivuvirrat sellaisenaan	Maatalouskäyttö	1
	Sivuvirrat sellaisenaan	Muu käyttö	0
	Mädäte	Maatalouskäyttö	1
	Mädäte	Muu käyttö	0
	Komposti	Maatalouskäyttö	0,5
	Komposti	Muu käyttö	0,5

Luke
LUONNONVARAKESKUS

Löydät meidät verkosta

luke.fi

Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki