Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JUHA KARINEN

Jätevesiperäisen nitraattiliuoksen tuotteistaminen lannoitteeksi

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2022

Tekijä Karinen, Juha	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä huhtikuu 2022
	Sivumäärä 60 + 6	Julkaisun kieli suomi

Julkaisun nimi
Jätevesiperäisen nitraattiliuoksen tuotteistaminen lannoitteeksi

Tutkinto-ohjelma
Energia- ja ympäristötekniikka

Tiivistelmä
Tässä työssä selvitettiin Kaiku Ympäristö Oy:n MobiN-laitoksella jätevedestä talteen otetun ammoniumtypen tuotteistamista. MobiN on 2020-2021 ympäristöministeriö Raki-ohjelman tukema pilottihanke, jossa kehitetään typen talteenottoon kehitettyä Envistone-prosessia hyödyntävää mobiililaitteistoa.

Projektin toisessa vaiheessa on tarkoitus tuotteistaa laitoksen valmistama nitraattiliuos. Tämän tutkimuksen tulokset luovat pohjaa toisen vaiheen projektisuunnitelmalle. Tutkimuksen kohteena oli tuotetun nitraattiliuoksen käyttömahdollisuudet, konsentrointimenetelmät sekä liuoksen hyödyntämiseen liittyvä lainsäädäntö, keskittyen näistä jälkimmäiseen. Tutkimus tehtiin kokonaisuudessaan kirjallisuusselvityksenä.

Nitraattiliuos soveltuu lannoitukseen erityisesti kasvihuoneviljelyssä. Nitraatista voidaan valmistaa erilaisia yhdisteitä liittämällä se metallien kanssa. Esimerkiksi ferronitraattia voidaan käyttää jätevedenpuhdistuksessa. Erilaisia käyttökohteita tulisi kartoittaa enemmän yhdessä kemianteollisuuden kanssa.

Tutkimuksen käsittelemistä konsentrointimenetelmistä kryokonsentroinnille ei tällä hetkellä ole saatavilla MobiN-nitraattiliuokselle toivottuja pienen mittakaavan laitteistoja. Käänteisosmoosilaitteistoja on tarjolla runsaasti ja suositeltavaa konsentroinnin kannalta tällä hetkellä olisi jatkaa selvityksiä näiden soveltumisesta nitraattiliuoksen konsentroimiseen.

Lannoitelainsäädäntö aiheuttaa jätevesiperäisen nitraattiliuoksen hyödyntämiselle haasteita, sillä sellaisenaan tuote ei sovi yhteen nykyisten lannoitevalmisteluokituksiin. Keskustelu Ruokaviraston kanssa kannattaisi aloittaa mahdollisimman pian, jotta vaadittavat lupaprosessit saataisiin käynnistettyä. Ennen uuden lainsäädännön voimaanastumista uusia lupia ei myönnetä, mutta lupaprosessin valmistelu on mahdollista ja kannattavaa aloittaa. Lannoitelainsäädännön haasteiden vuoksi laajempi kartoitus erilaisista nitraattiliuoksen tuotteistamisvaihtoehdoista on suositeltavaa.

Asiasanat
Kiertotalous, lainsäädäntö, lannoiteteollisuus, nitraatit, vedenpuhdistus

Author
Karinen, Juha

Type of Publication
Bachelor's thesis

Date
April 2022

Number of pages
60 + 6

Language of publication:
finnish

Title of publication
Productization of wastewater-based nitrate solution

Degree program
Energy- and environmental engineering

Abstract
The subject of this thesis was to investigate the productization of a wastewater-based nitrate solution produced in MobiN plant of Kaiku Ympäristö Oy. Partly funded by Raki-program, MobiN is a pilot project of a mobile plant that utilizes nitrogen capturing Envistone process.

At the second phase of MobiN project it is planned to productize the nitrate solution. The results of this thesis are the base to the project plan for the second phase. The three subjects of this thesis were to survey the usage possibilities and concentration methods for the nitrate solution and to clarify the legislation considering the fertilizing production, mainly focusing on the latest. The thesis was entirely made as a literature survey.

Nitrate solution is suitable specially for fertilizing in greenhouse cultivation. Different kinds of nitrates can be produced by connecting the compound with metals. For example, ferric nitrate is used in water purification. Different kind of nitrate usage should be researched with further investigation in co-operation with chemical industry.

As concentration methods, cryoconcentration does not yet offer suitable small-scale machinery. Reverse osmosis is widely used method and offers variable machinery. Based on this study it is recommended that concentration of nitrate solution should be researched with equipment providers.

Fertilizing legislation causes issues to productization of wastewater-based nitrate solution since the solution is not directly suitable for current classification. Collaboration with Ruokavirasto should began as soon as possible to further the permitting process. New permissions are not offered before the upcoming national fertilizing legislation, but the process is possible and advisable to begin beforehand. Specially because of the legislation issues the further investigation of other productization options should be covered.

Keywords
Circular economy, fertilizer industry, legislation, nitrates, water purification

SISÄLLYS

1 JOHDANTO 5
2 TYPEN TALTEENOTTO 8
2.1 Kierrätyslannoitevalmisteiden tuotantotekniikat 8
2.2 MobiN 10
2.2.1 Prosessi 11
2.2.2 Lopputuote 12
3 NITRAATTILIUOKSEN TUOTEKEHITYSMAHDOLLISUUDET 14
3.1 Yleisesti 14
3.2 Lannoitteet 16
3.2.1 Lannoituksen periaate 16
3.2.2 Kierrätysravinteisiin perustuvat lannoitteet 17
3.3 Yhteenveto tuotekehitysmahdollisuuksista 19
4 NITRAATTILIUOKSEN RIKASTAMINEN 21
4.1 Käänteisosmoosi 21
4.2 Kryokonsentrointi 22
4.2.1 Periaate ja laitteistot 23
4.2.2 Suomalaiset tutkimushankkeet 24
4.3 Yhteenveto konsentrointimenetelmistä 26
5 LANNOITEVALMISTEITA JA JÄTEVETTÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ 28
5.1 Lannoitelainsäädäntö 28
5.1.1 Lannoitevalmisteasetus 29
5.1.2 Lannoitelaki-esitys 34
5.1.3 Käytöstä poistuva lannoitevalmistelaki 35
5.1.4 Maa- ja metsätalousministeriön päätös lannoitteista 37
5.2 Luonnonmukaista tuotantoa koskeva lainsäädäntö 37
5.2.1 Luomuasetus 39
5.2.2 Asetus luonnonmukaisessa tuotannossa käytettävistä tuotteista 40
5.2.3 Laki luonnonmukaisesta tuotannosta 40
5.3 Nitraattiliuoksen alkuperää koskeva lainsäädäntö 40
5.4 Virastojen ohjeistukset 43
5.5 Muu nitraatin käyttöä koskeva lainsäädäntö 45
5.6 Yhteenveto nitraattiliuoksen lannoitekäyttöön liittyvästä lainsäädännöstä 46
6 YHTEENVETO 48
LÄHTEET
LIITTEET

1 JOHDANTO

MobiN on Kaiku Ympäristö Oy:n siirrettävä typentalteenottolaitos. Laitoksen kehitys on 1.1.2021-31.12.2022 pilottivaiheessa, jota rahoitetaan osin ympäristöministeriön kiertotalouden periaatteita ajavalla Ravinteiden kierrätyksen edistämistä ja Saaristomeren tilan parantamista koskevalla Raki-ohjelmalla. Ensimmäisessä 1,5 vuotta kestävässä vaiheessa MobiN-laitteistosta on tarkoitus kehittää toimiva systeemi, jota voidaan monistaa erilaisiin kohteisiin. Käyttökohteina ovat varsinkin kunnalliset ja teollisuuden jätevedenpuhdistamot. Lisäksi testausta on tarkoitus kokeilla ainakin maatalouden hajakuormituksessa. Toisessa vaiheessa etsitään talteen kerätylle nitraatille käyttömahdollisuuksia.

Tämä selvitys tehdään Kaiku Ympäristö Oy:n toimeksiannosta ja se avaa MobiN-projektin toiseen vaiheeseen liittyvää lainsäädäntöä sekä jatkokäyttöä ja sopivia konsentrointimenetelmiä MobiN-laitoksesta saatavan nitraattiliuoksen pitoisuuden rikastamiseksi. Selvitys luo pohjan projektin tulevaisuudelle, sillä MobiN ei ole tarkoitettu vain vesienpuhdistukseen vaan myös kiertotaloustuotteen tuotantoon. Työn on tarkoitus asettaa raamit sekä kartoittaa vaihtoehtoja, joiden mukaan Kaiku Ympäristö Oy kannattaa edetä projektissa. Taustaselvityksenä tutkimus toteutetaan kokonaisuudessaan kirjallisuusselvityksenä ja sillä pyritään luomaan pohjaa myös mahdollisille tulevaisuuden kokeellisten tutkimusten tarpeelle. Kirjallisuuslähteistä suurin osa on alustavasti suunniteltuihin nitraattiliuoksen käyttömahdollisuuksiin liittyvää lainsäädäntöä. Käyttömahdollisuuksiin ja konsentrointimenetelmiin perehdytään pääosin tieteellisten julkaisujen kautta, sekä osin haastattelemalla näihin liittyviä sidosryhmiä, kuten tuottajia, tekniikoiden kehittäjiä sekä loppukäyttäjiä. Koska työn on tarkoitus määrittää koko projektin etenemistä tulevaisuudessa, erityisesti lainsäädäntöselvityksen on oltava huolellisesti ja kattavasti tehty, huomioiden erilaiset mahdollisuudet ja rajoitukset. Selvitys tehdään mahdollisimman tiiviiksi, jotta se on yleisesti ymmärrettävä ja helposti hyödynnettävissä lupien hakuprosessien tukena.

Raki-ohjelma perustuu vuonna 2010 hallituksen antamaan Itämerisitoumukseen, jonka mukaan Suomi pyrkii ravinteiden kierrättämisen mallimaaksi ja saamaan tehotoimilla Saaristomeren hyvään tilaan 2020. Tätä on sittemmin edistetty vuonna 2011 tehdyllä tiekartalla sekä tästä eteenpäin toimenpideohjelman kolmella vaiheella (2012-2015, 2016-2019 ja 2019-2030). Toimenpideohjelma toimii maa- ja metsätalous-, työ- ja elinkeino- ja ympäristöministeriön vastaamana rahoitusinstrumenttina sekä yhteisen tulevaisuuden vision muotoilijana. Rahoitus hankkeisiin koostuu toimenpideohjelman myöntämän rahoituksen lisäksi toimijoiden omista sekä kolmannen sektorin panoksesta. (YM, n.d.) Raki-ohjelman vision päätavoitteet ovat:

1. “Biomassojen ravinteet hyödynnetään tehokkaasti
2. Ravinnepäästöjä vesistöihin ja ilmaan vähennetään
3. Uutta liiketoimintaa syntyy [ravinteiden kierrätykseen] ja
4. Ohjauskeinot edistävät ravinteiden kierrätystä. Viestinnällä varmistetaan, että ravinnekierrätys on yleisesti tunnettua ja hyväksyttyä.”

(YM, 2019, s. 4.)

Maatalous on suurin fosforin ja typen käyttäjä ja kierrättäjä sekä aiheuttaa myös näiden suurimmat päästöt vesistöihin. Erityisesti orgaanisten lannoitevalmisteiden kierrätystä pyritään edistämään niin EU:n ehdotuksilla ja asetuksilla, kuin kansallisilla ohjauskeinoilla. Kierrätysravinteiden edistämistä haastaa epäorgaanisten lannoitteiden edullisuus, kun kiertotalouden edistämisen tavoitteena on saada aikaan tuotteita, joissa ei tingitä laadusta tai kannattavuudesta. Raki-hankkeessa puhdistamolietteiden ravinteiden kierrättäminen on asetettu ympäristöministeriön vastuualueisiin. Puhdistamolietteen valmistusprosessien ja tuotteiden kehityksen rahoittamiseen Raki-hankkeessa osallistuvat myös työ- ja elinkeinoministeriö ja Business Finland. Rahoitusta ja muuta tukea pitäisi olla saatavissa hankkeelta myös viestintään, koulutukseen ja neuvontaan. (YM, 2019, s. 2-8.) Kaiku Ympäristö Oy:n mobiilille typenpoistopalvelulle MobiN:lle Raki-hankkeessa myönnettiin 290 000 € rahoitus, joka toteutuu hankkeen raportoitujen kulujen mukaan (YM, 2020, s. 1).

Typen talteenottoon kehitettävänä uutena tekniikkana MobiN palvelee Raki-ohjelma tavoitteita vesistöjen ravinnepäästöjen vähentäjänä ja ravinteiden kierrättäjänä. Prosessi edustaa uuden sukupolven tekniikkaa, joten tämän tyyppisiä epäorgaanisia

kierrätystuotteita ei ole yleisesti huomioitu lainsäädännössä tai hankkeissa muuten kuin sisällytettynä uusien tekniikoiden kehittämiseen. Tämän vuoksi MobiN-nitraattiliuoksen hyödyntäminen vaatii käyttötavan mukaan tavanomaisia tuotteita enemmän selvityksiä markkinoille kelpuuttamista varten.

Tätä selvitystä lukiessa on syytä huomata, että vuoden 2019 alussa suomalaiset Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira), Maaseutuvirasto sekä osa Maanmittauslaitoksen tietotekniikkapalvelukeskuksesta yhdistettiin Ruokavirastoksi (Ruokavirasto, n.d.-a). Täten esimerkiksi vanhan lainsäädännön viitatessa edellä mainittuihin virastoihin, tarkoittavat ne nykyisin useimmiten Ruokavirastoa. Merkittävää on myös huomata ero nitraatin ja nitraattitypen välillä. Nitraatilla tarkoitetaan nitraatti-ionia (NO_3^-) ja nitraattitypellä nitraatissa olevaa typpeä (NO_3-N), jota nitraatista on noin 22,6 % (Anderson, 2018). Jos siis nitraattia on 1 kg, on tästä nitraattityppeä 226 g (1 kg x 0,226).

2 TYPEN TALTEENOTTO

2.1 Kierrätyslannoitevalmisteiden tuotantotekniikat

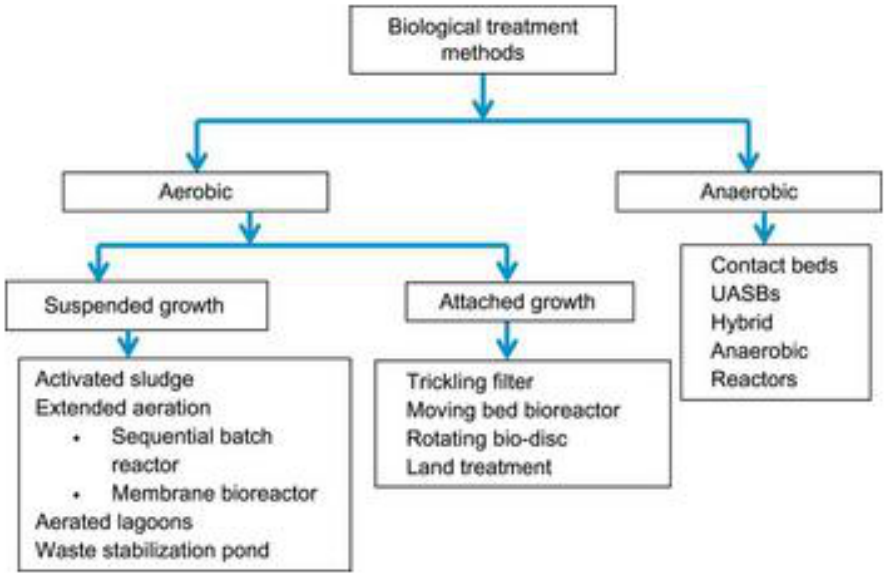
Kierrätyslannoitevalmisteiden raaka-aineina käytettäviä biomassoja ovat esimerkiksi tuotantoeläinten lannat, maatalouden hyödyntämättömät ylijäämänurmet sekä yhdyskuntien ja teollisuuden lietteet, jätteet ja sivuvirrat. Merkittävin osa kierrätyslannoitevalmisteiden raaka-aineista tulee nykyisin jätevesilietteistä ja biojätteistä. Lantaa käytetään tavallisesti sellaisenaan pelloille, joten siitä ei juurikaan valmisteta lannoitteita, vaikka materiaalista on usein liikatarjontaa. (Tampio ym., 2018, s. 11).

Biomassasta valmistettaviin lannoitevalmisteisiin käytetyt käsittelytekniikat jaetaan esikäsittelyyn, varsinaiseen prosessointiin ja jatkojalostukseen. Prosessivaiheiden sisältö riippuu käsiteltävästä raaka-aineesta. Esikäsittelytekniikoita ovat tyypillisesti murskaus ja seulonta, joilla saadaan raaka-aineen partikkelikoko sopivaksi ja poistettua epäpuhtauksia. Myös kuumentamalla tapahtuva hygienisointi voidaan tehdä esikäsittelyvaiheessa tai myöhemmin pääprosessin osana tai jatkojalostusvaiheessa. Muita tavallisia esikäsittelyprosesseja ovat esimerkiksi separointi, pakkausten poisto ja kuivaus. Tavanomaisimpia kierrätyslannoitteiden valmistuksen pääprosesseja ovat erilaiset mädätys- ja kompostointitekniikat sekä harvinaisempia esimerkiksi terminen kuivaus ja jätevesien käsittelyssä erilaiset kemialliset menetelmät, kuten kemiallinen hydrolyysi ja kalkkistabilointi. Lannoitelainsäädännön asettamat laatu- ja turvallisuusvaatimukset ja ravinnepitoisuudet saavutetaan usein vasta jatkojalostusvaiheessa. Tavanomaisesti käytettyjä jatkojalostusprosesseja ovat hygienisointi, separointi, seosten valmistus, kuivaus, rakeistus, strippaus, kalvosuodatus ja jälkikompostointi. (Tampio ym., 2018, s. 15-20).

Lannoitevalmistuksen nestejakeiden jatkojalostuksessa nykyisin yleisesti käytettyjä tekniikoita ovat kalvotekniikat, haihdutus, strippaus ja struviittikiteytys. Nestejakeiden käsittelyyn on lisäksi kehitteillä useita uusia tekniikoita. Näitä ovat lietemäisten massojen terminen käsittely ja separoitujen nestejakeiden käsittelyssä mm. edistyneet kalvotekniikat, mirobipolttokennot ja ioninvaihto. Kehitteillä olevia edistyneitä

kalvotekniikoita ovat mm. suora osmoosi, membraanitislaus ja elektrodialyysi. (Tampio ym., 2018, s. 21-23.)

Biologisessa vedenpuhdistuksessa (Kuvio 1) bakteerit ja muut pieneliöt syövät jäteveden eloperäisiä aineita. Bakteerit jaotellaan aerobisiin ja anaerobisiin niiden hapentarpeen mukaan. Tavallisesti käytettäessä aerobisia pieneliöitä syötetään käsiteltävään veteen lisähappea, jolla saadaan samalla vesi jatkuvaan liikkeeseen reaktion tehostamiseksi. (Ranade & Bhandari, 2014, 9.2)



Kuvio 1. Biologinen vedenpuhdistus. (Ranade & Bhandari, 2014, 9.2.)

Biologista typenpoistoa jätevesistä toteutetaan nitrifikaation ja tämän käänteisversion denitrifikaation kautta. Tutkimuksessa käsiteltävän Envistone-prosessinkin hyödyntämässä nitrifikaatiossa aerobiset bakteerit hapettavat ammoniumtypen nitriitiksi ja edelleen nitraatiksi. Nitrifikaatio kuluttaa happea 4,6 g ja 0,14 mol alkaliteettia eli ammoniumtyppigrammaa kohti. Nitrifikaatiobakteerien optimilämpötila on 30-35 °C. Yksinkertaistettu nitrifikaatioyhtälö on:

$$NH_4^+ + 2O_2 \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O$$

(Rantanen ym., 1999, s. 11.)

Alkaliteetti tarkoittaa veden puskurikapasiteettia eli sen pH-muutoksien vastustuskykyä. Se on veden emäksisesti käyttäytyvien yhdisteiden summa. (WatMan, n.d., s. 3.) Alkaliteettia voidaan siis kasvattaa esimerkiksi natriumhydroksidilla eli lipeällä.

Uusia kehitteillä olevia jätevesien ravinteiden talteenottotekniikoita on esimerkiksi Aalto-yliopiston NPHarvest-projekti. Projektissa kehitetään fosforin ja typen talteenottotekniikoita erilaisista jätevesistä sekä ravinteiden tuotteistamista kilpailukykyisiksi lannoitteiksi. NPHarvest-prosessi on kylmää sietävä ja ottaa typen talteen ammoniummuotoisena. (Aalto-yliopisto, 2020.)

2.2 MobiN

MobiN on Kaiku Ympäristö Oy:n kehitysvaiheessa oleva typen mobiili talteenottolaitteisto. Sen toiminta perustuu Envitop Oy:n kehittämään patentoituun fysikaalisbiologiseen Envistone-menetelmään. MobiN on suunniteltu käytettäväksi jätevedenpuhdistuksessa kunnallisilla ja teollisuuden jätevedenpuhdistamoilla sekä kaivostoiminnan yhteydessä.

Kuva 1. MobiN-laitos Riihimäen vedenpuhdistamolla.

2.2.1 Prosessi

Envistone-prosessi perustuu ioninvaihtoon ja se koostuu kahdesta vaiheesta. Näissä kuormitusvaiheessa jätevedestä kerätään suodattimissa olevaan klinoptioliittiin ammoniumtyppeä (NH_3-N), joka regenerointivaiheessa nitrifioidaan bakteereilla nitriitiksi (NO_2-N) ja edelleen nitraatiksi (NO_3-N). MobiN-laitos (Kuva 1) on suunniteltu pienikokoiseksi (prosessiin riittää kolme 20 jalan / 6 m merikonttia), jotta sen monistaminen ja siirtäminen erilaisiin kohteisiin olisi mahdollisimman helppoa ja taloudellista (kuvat 2 ja 3). Laitoksessa käsitellään vettä, josta kiintoaine on pääosin poistettu, koska liika kiintoaine vaikeuttaa prosessin jatkuvuutta. Tämän vuoksi prosessissa käytettävä vesi otetaan tavallisesti vedenpuhdistuksen loppupäästä esimerkiksi jälkiselkeytysaltaasta ennen normaaliolosuhteiden purkua. Envistoneprosessi on kemiallis-biologinen ja kemikaloimaton. Prosessissa käytetään ainoastaan pH:n säätöön pieniä määriä lipeää. (Palko, 2022.)

Kuvat 2 ja 3. MobiN-laitoksen siirto Korppoossa.

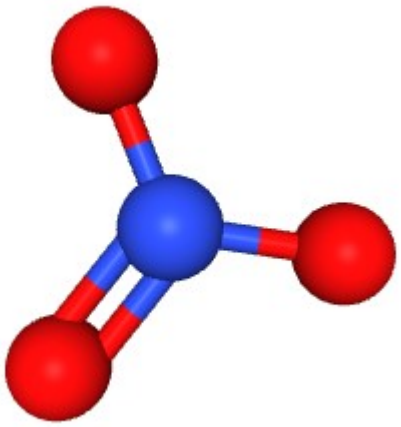
Envistone-menetelmän merkittävimpiä etuja ovat sen käsiteltävän veden lämpötilasta riippumaton toimintakyky. Menetelmä soveltuu vaihteleville vesimäärille ja ammoniumpitoisuuksille ja on kemikaloimaton. Envistone-menetelmän haasteita on sen lopputuotteen vähäinen pitoisuus ja todennäköinen konsentrointitarve sekä prosessin vaatima tarkka ohjaus. (Palko & Piirainen, 2019.) MobiN-laitoksen testiajoissa Korppoossa syksyllä 2021 on huomattu runsaan kiintoaineen aiheuttavan merkittäviä haasteita prosessin ylläpidolle. Envistone-menetelmä sai kehitykseen, testaukseen ja pilotointiin sekä Kajaanissa Majasaaren jätekeskuksessa olevan laitoksen rakentamiseen

rahoitusta maa- ja metsätalousministeriöltä Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelmasta (Vaikuta vesiin, n.d.).

2.2.2 Lopputuote

MobiN-laitoksesta lopputuotteena saatava nitraattiliuos on puhdas tuote, joka ei sisällä orgaanisia eläin- tai kasviperäisiä aineksia tai puhdistamolietettä. Tuote sisältää pääosin nitraattimuotoista typpeä ja sen ohella erittäin pieniä määriä ammoniumnitraattia ja nitriittiä sekä suodatuksesta riippuen mahdollisesti pieniä määriä kiintoainetta. Saatava tuote sellaisenaan on siis epäorgaaninen ja sisältää lannoitekäytön kannalta vain yhtä lannoituksessa käytettävää pääravinnetta eli typpeä. Toimintaperiaatteena Envistone-prosessi on selektiivinen molekyyliseula, joten se ei kerää jätevedestä talteen muuta kuin typpeä. Vähäisissä määrin epäpuhtauksia nitraattiliuokseen voi kuitenkin kertyä, koska saman zeoliittimassa läpi ajetaan sekä kuormituksen jätevesi, että regeneroinnin kiertovesi eli prosessin lopputuotteena syntyvä nitraattiliuos.

Testausvaiheen vuoksi vielä ei ole selvillä, kuinka suuriin pitoisuuksiin menetelmällä on mahdollista ja kannattavaa pyrkiä, mutta todennäköisesti pitoisuus lannoitekäyttöä ajatellen tulee pelkän Envistone-prosessin avulla olemaan liian pieni. Liuoksen valmistukseen käytetään vain puhdasta vesijohtovettä, natriumhydroksidia (lipeä) sekä bakteerikasvustoja. Nitraatti on hyödyntämisen suhteen ammoniumtyppeä monipuolisempi sillä se ei ole pH:n suhteen yhtä herkkä, ei haihdu eikä syö happea kuten ammonium. Envistone-menetelmällä odotetaan päästävän n. 10 % nitraattiliuokseen. (Palko, 2022.) Nitraatista NO_3 (kuva 4) n. 22,5 % on typpeä (N = 14,01 g/mol; O = 16,00 g/mol -> NO_3 62,01 g/mol), joten 10 % nitraattiliuoksen typpipitoisuus olisi n. 2 %. MobiN:n ensimmäisissä testiajoissa syksyllä 2021 Korppoon kunnallisella jätevedenpuhdistamolla näin suuriin pitoisuuksiin ei päästy, mihin vaikutti ajamista hidastaneet ensiajon huolto- ja kehitystoimet sekä puhdistamon veden alhainen ammoniumpitoisuus (3-20 mg/l). Syksyn ajoilla regenerointiveden pitoisuudeksi saatiin vain 629 mg (NO_3) /l. Testiajoja jatketaan keväällä 2022 Riihimäen kunnallisella jätevedenpuhdistamolla. Tehtyjen muutostöiden ja puhdistamosta saatavan veden suuremman ammoniumpitoisuuden (> 100 mg/l) perusteella tulevista ajoista odotetaan parempia tuloksia eli lopputuotteen korkeampaa nitraattipitoisuutta.



Kuva 4. Nitraatti-ioni NO_3^-. (National Library of Medicine, n.d.)

3 NITRAATTILIUOKSEN TUOTEKEHITYSMAHDOLLISUUDET

3.1 Yleisesti

Kiertotalouden periaatteiden mukaan talteen otettua nitraattia on tarkoitus päästä myös hyödyntämään. Nitraattia käytetään lannoitteena sekä teollisuuden sovelluksissa. Muokattavuutensa suhteen nitraatti on ammoniumnitraattia monipuolisempi, sillä se ei strippaannu eli haihdu ilmaan, ei reagoi pH-muutoksiin ja siitä voidaan valmistaa lukuisia erilaisia nitraatteja liittämällä se vastaionina alkuaineisiin tai muihin molekyyleihin. Erilaisia nitraatteja ovat mm. alumiini-, barium-, ferro-, kalium- ja natriumnitraatti. Typpilannoitteena sen hapen vuoksi se sopii hyvin mm. kasvihuoneviljelyyn. Sitä voidaan käyttää myös denitrifikaatiossa vähentämään happea kuluttavaa bakteerimassaa (BOD) jätevesistä tai käyttää esimerkiksi metsälannoituksessa käytettävien tuhkalannoitteiden valmistuksessa. (Palko, 2022 ja Palko & Piirainen, 2019, myös CAMEO Chemicals, n.d.)

Kaiku Ympäristö Oy:n ensisijaisena tälle selvitykselle asettamana tavoitteena on nitraattiliuoksen lannoitekäytön mahdollisuuksien selvittäminen, joten tässä selvityksessä keskitytään pääasiassa sekä yleisesti lannoitekäytön mahdollisuuksiin, että luonnonmukaisen tuotannon mahdollisuuksiin. Lannoitekäytön kannalta potentiaalia on myös golfviheriöiden jatkuvassa lannoitetarpeessa, johon nitraatti soveltuu hyvin. Nitraattia on testattu myös tuhkapohjaisten metsälannoitteiden valmistuksessa. (Palko, 2022.) Yara Suomi Oy:n ostama Ecolan Oy (nyk. Yara Eco Oy) valmistaa maa- ja metsätalouden kierrätyslannoitteita. Tällä hetkellä Yara Suomi Oy ei kuitenkaan käytä tai kehitä tuotteita, joissa hyödynnettäisiin nitraattiliuosta. (Tukiainen, 2022.) Ecolan Oy:llä testattiin tuhkalannoitteiden valmistamista nitraattiliuoksella labramittakaavassa, mutta tätä pidemmälle ei tuotekehitys edennyt. Tuolloin Envistone-prosessin nitraattiliuos ei matalan pitoisuuden vuoksi soveltunut valmistukseen. Kyseisen lannoitteen valmistuksessa liuoksen nitraattipitoisuuden tulisi olla yli 4 %. Mikäli tällaisiin pitoisuuksiin päästään, saattaisi lannoiterakeen tuotekehitys olla mahdollista. Nitraatin herkän huuhtoutumistaipumuksen vaikutusta lannoitekelpoisuuteen tulisi tutkia ennen tuotteen markkinointia. (Räisänen, 2022.)

Ferronitraattia ($Fe(NO_3)_3$) voidaan käyttää esimerkiksi sulfidien käsittelyyn jätevedessä ja lietteessä ja typen ja fosforin poistoon vedenpuhdistuslaitoksilla (Chemifloc, n.d.). Näissä käyttökohteissa hyvänä puolena on, ettei se tarvitse monimutkaisia lupaprosesseja, koska nitraattiliuosta käytettäisiin samassa kohteessa, mistä se on otettu. Tätä varten tulisi erikseen selvittää liuoksen käyttökelpoisuus ferronitraatin valmistuksessa.

Jätelain uudistuksen osana valtioneuvosto aloitti 1.5.2018 ympäristöministeriön Jätteiden ja sivuvirtojen sähköinen markkinapaikka –hankkeen, Materiaalitorin kehittämisen. Hankkeen valmisteluvaihe päättyi 30.4.2019. Tavoitteena oli rakentaa jätteille ja sivuvirroille valtakunnallinen markkinapaikka, jossa erilaiset toimijat voivat kohdata toisensa jätehuollon ja erityisesti kiertotalouden edistämiseksi. (Valtioneuvosto, 2018.) Materiaalitori on Motivan ylläpitämä palvelu, jossa yritykset ja organisaatiot voivat etsiä yhteistyökumppaneita jätteiden ja tuotannon sivuvirtojen vaihdantaa tai näihin etsiä ja tarjota esimerkiksi jätehuolto- ja asiantuntijapalveluita. (Materiaalitori, n.d.) Materiaalitori kannattaa MobiN-kokonaisuuden kannalta pitää mielessä vaihtoehtoisia käyttömuotoja harkitessa, mutta tämän suunnitelman mukaisen kaupallisen tuotteistamisen suhteen palvelu vaikuttaa hakuammunnalta.

Hyvänä ennakkotapauksena ja vertailukohtana jätevesiperäisen typen hyödyntämisestä lannoitteissa on myös Raki-ohjelmaan kuulunut vuonna 2015 käynnistynyt Gasum Biovakka Oy:n KiertoTyppi-hanke. Hankkeessa kehitettiin tekniikkaa jätevesitypen talteenottoon sekä kierrätystyppituotteen valmistukseen. KiertoTyppi-hankkeessa typpi kerättiin Gasum Oy:n Turun biokaasulaitoksella strippaamalla ammoniumtyppi (NH_4-N) ammoniakkina (NH_3) kaasufaasiin. Tuotteen ensisijainen käyttötarkoitus oli katalyyttinä teollisuuden savukaasujen pesussa tai kasvinravinteena maataloudessa, joista edellinen on erityisesti ammoniumtyppiliuokselle sopiva käyttötarkoitus. Strippaamalla saavutettu liuoksen typpipitoisuus oli 2,5–2,8 %, josta pitoisuutta voidaan tarpeen mukaan nostaa lisäämällä ammoniumveteen esimerkiksi ureaa. (Gasum Oy, 2016a, s. 3-6, myös Gasum Oy, 2016b ja Uusiouutiset, 2016.)

3.2 Lannoitteet

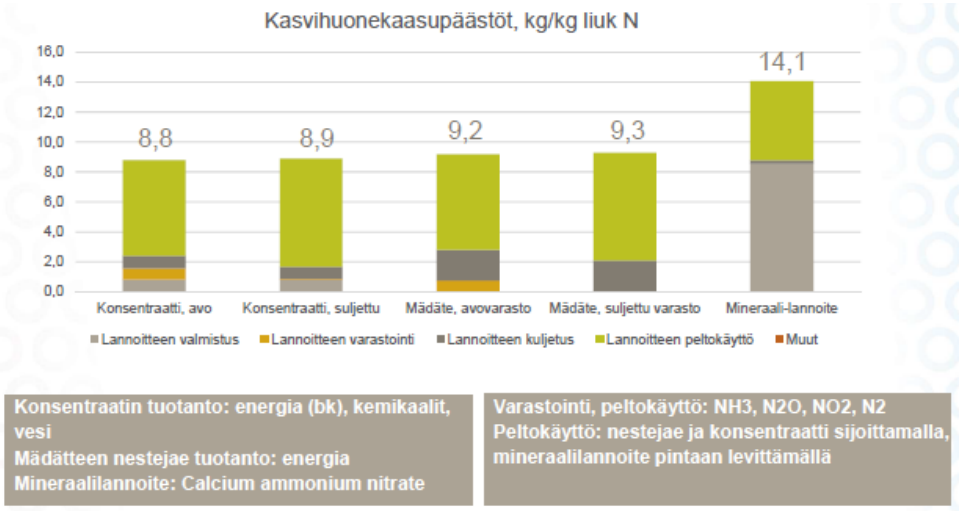
Lannoitevalmistuksen kannalta olennaista on lannoitteiden vaatimukset viljelijöiden ja lainsäädännön (kappale 5) näkökulmista. Soveltuvuus luomutuotantoon aiheuttaa merkittävästi lainsäädännön lisävaatimuksia tuotteistamiseen. Maatalouden kannalta merkityksellistä on tuotteen toimivuus, tasalaatuisuus ja taloudellisuus, joten laadun lisäksi itse tuotteen hinta sekä kuljetuskustannukset tulisi saada tarpeeksi mataliksi. Kuljetuskustannuksiin vaikuttavat paitsi välimatkat, myös tuotteen ravinnepitoisuus. Kaiku Ympäristö Oy pohtii lannoituksen suhteen vaihtoehtoina tavallista maatalouden lannoitusta, luonnonmukaista lannoitusta, tuhkapohjaista metsälannoitusta sekä golfkenttien lannoitusta (Palko, 2022).

3.2.1 Lannoituksen periaate

Kasvien tarvitsemia pääravinteita ovat typpi, fosfori ja kalium (N, P, K) ja sivuravinteita kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na) ja rikki (S). Hivenravinteiksi luokitellaan boori (B), koboltti (Co), kupari (Cu), rauta (Fe), sinkki (Zn), molybdeeni (Mo) ja magnaani (Mn). Lannoitteet jaotellaan maan rakennetta parantaviin orgaanisiin luonnonlannoitteisiin ja säädellyistä yhdisteistä koostuviin väki- eli epäorgaanisiin lannoitteisiin ja ravinteet taas vesi- ja hidasliukoisiin, joista vesiliukoisia käytetään vain kasvukaudella, jolloin kasvit käyttävät heti saamansa ravinteet. Hidasliukoisia ravinteita sen sijaan voidaan levittää kasvittomaankin maahan. (Berner Oy, n.d., Suomalainen taimi, n.d.)

Typpeä kasvit käyttävät nitraattityppenä (NO_3^-) ja ammoniumtyppenä (NH_4^+), joista edellinen on nopeasti käytettävässä liukoisessa muodossa ja jälkimmäinen hitaammin käytettävässä, mutta myös pidempään säilyvässä muodossa. Nitraattityppeä kasvit pystyvät varastoimaan paremmin, mutta sen muuntaminen käytettävään ammoniummuotoon kuluttaa kasveissa energiaa. Typpeä kasvit tarvitsevat useimpiin elintoimintoihinsa ja se on niiden tärkein rakennusaine. Typpeä levitetään paljon keväällä, mutta liiallinen typpi aiheuttaa haittaa vastaistutettujen kasvien juurille sekä kasvien talvehtimiselle, joten istutuksen aikaan ja syksyllä typpilannoitusta vältetään. (Ravinne-Renki, n.d., s. 2-3, Suomalainen taimi, n.d., Yara Suomi Oy, 2009.)

Nitraattimuotoista typpeä kasvit pystyvät käyttämään ammonium- tai ureatyppeä nopeammin. Tämän vuoksi esimerkiksi runsasrikkisessä YaraBela-lannoitteessa typpi on molemmissa muodoissa: ammoniumina ja nitraattina. (Ylhäinen, 2014 ja Yara, n.d.) Typpilannoitteiden tuotanto yleisesti käyttää runsaasti energiaa ja aiheuttaa myös kasvihuonekaasuja (Luke, n.d., s. 3). Ravinnekierrätyksen ohella myös energiataloudellisuuden ja kasvihuonepäästöjen kannalta kierrätyslannoitteet voivatkin olla merkittävästi mineraalilannoitteita parempia. Vaikutukset kuitenkin vaihtelevat mm. lannoitteiden tuotantotapojen, konsentroimistarpeiden ja pitoisuuksien sekä niistä seuraavien kuljetusvaikutusten mukaan (Kuvio 2.). (Horn, 2020, s. 6-9.)



Kuvio 2. Lannoitteiden kasvihuonekaasupäästöt, kg/kg liuk. N (Horn, 2020, s. 9).

3.2.2 Kierrätysravinteisiin perustuvat lannoitteet

Suomen ympäristökeskuksen Biokaasulaitoksesta ravinteita, energiaa ja elinkeinotoimintaa maaseudulle, BioRaEE-hankkeessa (2017-2020) tarkasteltiin BioKymppi Oy:n biokaasulaitoksen mädätysjäännöksestä jalostetun väkevöidyn kierrätysravinteen käyttöä kasvintuotannossa pelloilla ja kasvihuoneissa. Tutkittu konsentraatti valmistetaan biojätteestä saadusta rejektivedestä käyttäen kolmivaiheista suodatusta: esisuodatus, ultrasuodatus ja käänteisosmoosi. BioKympin lannoite on saanut hyväksynnän myös luomukäyttöön. Viljelijöille lannoitteiden suhteen tärkeitä tekijöitä ovat:

- kuljetettavuus
- varastoitavuus

- edullisuus
- kasvikohtaisesti optimoidut ravinnesuhteet.

Puolestaan epäilevästi viljelijät suhtautuvat ihmisperäisiin ja teollisuuden jätteisiin ja yhdyskuntien jätevesilietteisiin kierrätyslannoitteiden raaka-aineina. Haasteita BioKympin levittämisessä aiheutti sen korkea typpipitoisuus ja pieni viskositeetti, joiden vuoksi maatilojen nykyinen laitteisto ei täysin soveltunut lannoitteen levitykseen. Tämän takia hankkeessa todettiin, että levitystä varten tulisi rakentaa kyseiselle lannoitteelle optimoidut levityslaitteistot, mikä taas aiheuttaa kannattavuusvaikutuksia. Tuotannon suhteen haasteita aiheutti raaka-aineen suuren kiintoainemäärän aiheuttama suodattimien jatkuva tukkeutuminen. Tuotteena BioKymppi todettiin toimivaksi, mutta tuotanto ja levitys vaativat vielä kehitystä. (Huttunen ym., 2020, s. 5-7, 9-11, 19.) BioKymppi Oy valmistaa nykyisin kolmea kierrätyslannoitetta: LuomuKymppi A ja B, sekä PeltoKymppi A, joista ensimmäinen on luomuviljelyyn soveltuva nestemäinen ja B kiinteä lannoite ja PeltoKymppi A tavanomaiseen viljelyyn tarkoitettu nestemäinen lannoite (BioKymppi Oy, n.d.).

Tätä selvitystä varten tehtiin suppea soittokierros, jossa tavoitettiin sattumanvaraisesti valittuina viisi Terveydenjuuri www-sivuilla listattua luomutilaa. Soittokierroksella oli tarkoitus kartoittaa alustavasti luomuviljelijöiden asenteita jätevesiperäistä lannoitetta kohtaan, yleensä ottaen täydennyslannoitustottumuksia sekä saada muuten viljelijöiden näkökulmaa tutkimuksen tekemiseen. Kyselyssä saavutetuista vain yksi kasvihuoneviljelijä käytti muuta täydennyslannoitusta kuin lähitiloilta saatavaa lantaa. Muuten ravinteiden saanti hoidettiin oman tilan orgaanisella aineksella ja typensitojakasveilla. Tavoitetun kasvihuoneviljelijän mielestä nitraattiliuosta kannattaisi suunnata juuri kasvihuoneviljelyyn. Kaikki vastanneet suhtautuivat positiivisesti kuvailtuun nitraattiliuokseen ja turvallisuuden suhteen viljelijät suhtautuivat luottavaisesti viranomaisten lausuntoihin. Pientä varautuneisuutta jätevesiperäisyyteen keskusteluissa ilmeni, mutta sen ei koettu olevan ehdoton esto. Tärkeimmäksi tekijäksi viranomaishyväksynnän lisäksi viljelijät kokivat taloudellisuuden eli käytännössä konsentraatin suhteutetun hinnan ja kuljetuskustannukset. Yleisen kiinnostuksen lisäksi yksi viljelijä toivoi yhteydenottoa, kun tuote saadaan testausvaiheeseen.

Ruokaviraston luomulannoiteluettelossa ei epäorgaanisista lannoitteista löydy typpilannoitteita. Luonnonmukaisia typpeä sisältäviä lannoitevalmisteita löytyy orgaanisissa lannoitteissa, kuten Soilfood Oy:n Soilfood Boost NS tai maanparannusaineissa, kuten Biokymppi Oy:n Luomukymppi A ja B. Novarbo puolestaan valmistaa lannoitteita viljelyn ohella myös viheralueille, kuten golf-nurmille. (Ruokavirasto, 2021, Bio-Kymppi Oy, 2021, Novarbo Oy, n.d., Soilfood Oy, n.d.) Ravinnepitoisuuslähtökohtana kierrätyslannoitteista typpeen keskittyvistä lannoitteista Gasum Voimakas Vehmaa, biokaasulaitoksen rejektivedestä valmistetun sivutuotelannoitteen kokonaistyppipitoisuus on 2,55 %, mutta sisältää myös muita ravinteita. Pelkästään (ammonium)typpeä ja rikkiä sisältävän Envor Biotechin mädätysjäännöksestä stripatun ammoniumsulfaattiliuoksen kokonaistyppipitoisuus on 9,0 %. (Tampio ym., 2018, s. 32).

Baltic Sea Action Group:n (BSAG) johtaman Järki hankeperheen Järki Lannoite –hanke toteutettiin yhteistyössä Ammattiopisto Livian kanssa 1.7.2015-30.4.2018. Hankkeessa yhtenä osuutena kartoitettiin kotimaista kierrätyslannoitteiden kehitystä ja tilannetta. Hankkeen tavoitteena oli edistää kierrätysraaka-ainepitoisten lannoitteiden kehitystä. Järki Lannoite lähestyi asiaa alan markkinoiden, säädösten ja loppukäyttäjien näkemysten kartoittamisella. Hankkeen pääpaino oli orgaanisten ravinteiden kierrätyksessä. Yhdyskuntajätevesilietteiden hyödyntäminen kohtasi hankeaikana uusia käyttörajoituksia, jotka vaativat hyödyntämisen jatkamiseksi uusia ratkaisuja. Tuotteistamisella voitaisiin kattaa myös vedenpuhdistuksen kustannuksia. (BSAG, 2018, s. 3, 5-7, 25, 30-32.) Lainsäädännön tilan suhteen hankkeen tutkimustulokset ovat pääosin nykyään vanhentuneita, mutta aktiivisena Itämeren suojelun ja ravinnekierrätyksen edistäjänä sekä suurena ja vahvasti verkostoituneena toimijana BSAG on potentiaalinen yhteistyökumppani nitraattiliuoksen tuotteistamisessa. Selektiivinen Envistone-prosessi saattaisi osaltaan ratkaista Järki Lannoite –hankkeessa todettuja haasteita jätevesilietteen ravinteiden hyödyntämisessä.

3.3 Yhteenveto tuotekehitysmahdollisuuksista

Nitraattiliuokselle on monia potentiaalisia käyttökelpoisia tuotteistamismahdollisuuksia. Suora lannoitekäyttö vaatii todennäköisesti jonkin verran työtä lupaprosessien suhteen. Prosessin kustannustehokkuus laitteiston, ajon ja konsentroinnin suhteen

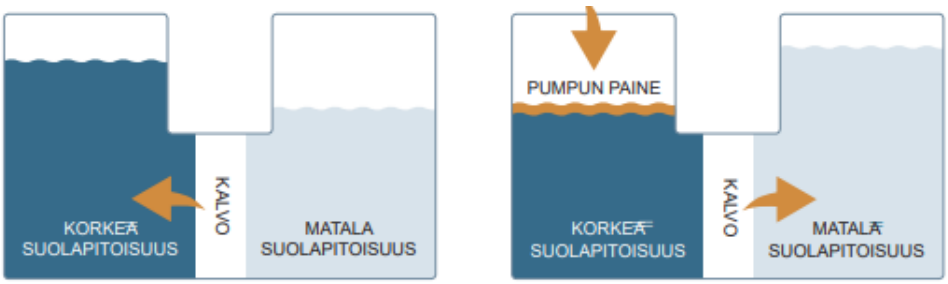
vaikuttaa merkittävästi lannoitekäytön onnistumiseen, sillä lannoitemarkkinoilla on kova kilpailu ja kasvintuotannon puolella kova paine kustannustehokkuuteen. Nitraattiliuoksen käyttöön muissa tarkoituksissa, kuten tuhkasta valmistetun metsälannoitteen osana tai ferronitraatin valmistuksessa vaatii yhteistyöselvitystä alan toimijoiden kanssa. Erityisesti lannoitekäytön suhteen tulee varautua myös MobiN-nitraattiliuoksen steriloimistarpeeseen jatkojalostuksessa.

4 NITRAATTILIUOKSEN RIKASTAMINEN

Nitraattiliuoksen nitraattipitoisuuden kasvattamiseksi on liuosta todennäköisesti konsentroitava. Valittuina konsentrointimenetelminä tässä tutkimuksessa selvitetään kryokonsentroinnin ja käänteisosmoosin toimintaperiaatteita ja käyttömahdollisuuksia konsentroinnin riittävyyden, toimintavarmuuden ja taloudellisuuden kannalta. Nitraatin konsentroiminen ei ole tavanomainen prosessi, joten eri konsentrointimenetelmien toimivuutta on joko testattava tai valmiiden tekniikoiden suhteen tiedusteltava laitetoimittajilta.

4.1 Käänteisosmoosi

Käänteisosmoosi (Reverse Osmosis / RO) on yleisesti teollisuudessa käytetty konsentraatio- ja suodatusmenetelmä. Luonnollisessa osmoosissa (Kuva 5) vesi kulkee matalamman pitoisuuden liuoksesta puoliläpäisevän kalvon läpi suuremman pitoisuuden liuokseen tasoittaakseen liuosten konsentraatioeron. Käänteisosmoosissa (Kuva 5) siirtymä saadaan päinvastaiseksi nostamalla korkean pitoisuuden puolelta painetta, jolloin vesi kulkeutuu kalvon läpi vastakkaiseen suuntaa ja painepuolella olevan liuoksen konsentraatio eli pitoisuus kasvaa. (Hyxo Oy, n.d., s. 3.) Käänteisosmoosia käytetään mm. teollisuudessa veden suolanpoistoon, jäähdytys- ja kattilaveden puhdistukseen, lääke- ja kosmetiikkateollisuudessa sekä elintarviketeollisuudessa. Jotta neste kulkee kalvon läpi pienemmän pitoisuuden puolelle, tulee suuremman pitoisuuden puolelle kohdistetun paineen ylittää nesteen luonnollisen osmoottisen paineen. Jotta osmoosilla pystytään rikastamaan painepuolen liuosta ei kalvo saa päästää läpi rikastettavan aineen partikkeleita. (AudLong, n.d.)



Kuva 5. Luonnollinen osmoosi ja käänteisosmoosi. (Hyxo Oy, n.d.)

Käänteisosmoosilaitevalmistajia ja välittäjiä on runsaasti. Laitevalmistajien palveluihin kuuluu tavanomaisesti laitteistojen kohdemukainen suunnittelu. Suomessa toimivia käänteisosmoosilaitevalmistajia ovat mm.:

- BWT Separtec Oy (BWT Separtec Oy, n.d.)
- Filterit Oy (Filterit Oy, n.d.)
- Hyxo Oy (Hyxo Oy, n.d.)
- Teollisuuden Vesi: (Teollisuuden Vesi, n.d.)

Käänteisosmoosilaitteistoa valitessa on varmistettava, että laite pystyy erottelemaan konsentroitavaa partikkelikokoa (Taulukko 1). Tämän vuoksi tarpeen tullen laitetoimittajat voivat omissa laboratorioissaan tutkia käsiteltävien liuosten konsentrointia laitteiston sopivuuden varmistamiseksi. Tällöin vältetään myös ostamasta tarpeettoman tiheää, hidasta, energiaa syövää tai muuten kallista suodatuslaitteistoa. Kaiku Ympäristö Oy:lle MobiN-laitteiston pääosin suunnitellut Engwater Oy:n vedenkäsittelyn asiantuntijalla on monipuolista kokemusta alan laitetoimittajista, joten hän hoitaa MobiN-laitokseen liittyvät kilpailutukset.

Taulukko 1. Suodatusmenetelmien partikkelikoot. (Prominent Finland Oy, n.d.)

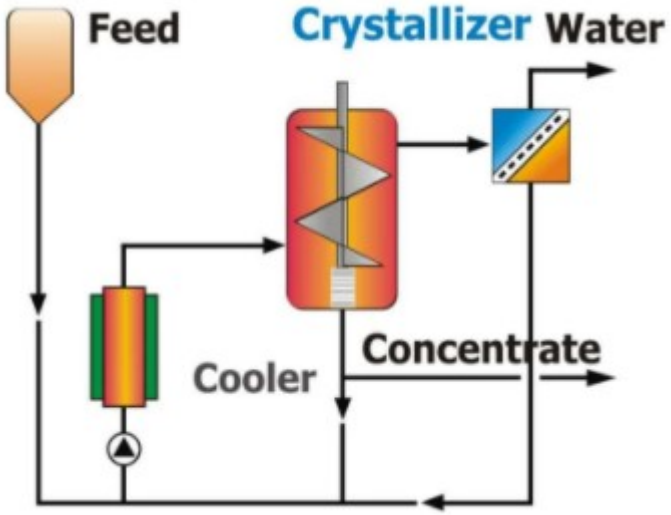
	Microfiltration	Ultrafiltration	Nanofiltration	Reverse Osmosis
Size of Particle	> 0,1 µm > 500 000 Da	0,1 - 0,01 µm 1 000 - 500 000 Da	0,01 - 0,001 µm 100 - 1 000 Da	< 0,001µm < 100 Da
Type of Particle	suspended particles, colloidal haze, oil emulsions	Macro molecules, bacteria, cells, viruses, proteins	Micro molecular organic compounds	Ions

4.2 Kryokonsentrointi

Kryokonsentrointia (myös pakkaskonsentrointi tai jäädytyskiteytys) on tutkittu 1950–luvulta asti, jolloin teknologiaa kehitettiin lähinnä elintarviketuotantoa varten, ensin mehujen ja myöhemmin myös esimerkiksi alkoholi- ja maitotuotteiden valmistamisessa. Metodin käyttöä jätevedenpuhdistuksessa on kehitetty ja toteutettu jo ainakin 70-luvulta asti. (Auleda ym., 2005, s. 1-2.)

4.2.1 Periaate ja laitteistot

Kryokonsentroinnissa (Kuvio 3) vesiliuoksen lämpötilaa lasketaan, jolloin ensin kiteytynyt puhdas vesi voidaan erottaa hitaammin jäätyvästä vesiliukoisia yhdisteitä sisältävästä sulasta vedestä. Näin saadaan sulaan osaan konsentroitua esimerkiksi suoloja, vitamiineja, proteiineja ja aromaattisia yhdisteitä. Tarpeen tullen konsentraattia voidaan kierrättää jäädytyksen kautta useamman kerran paremman konsentraation saavuttamiseksi. Kryokonsentraatio perustuu siis luonnolliseen prosessiin, eikä yksinkertaisena prosessina vaadi kuin lämmönsiirtoa ja karkeaa erottelua tai suodatusta. (Jaakkola & Mäki, 2020, s. 3)



Kuvio 3. Kryokonsentraation periaate (Gopi, 2017, s. 12).

Elintarviketeollisuudessa kryokonsentraation etu on aromien, vitamiinien ja terveysvaikutteisten yhdisteiden parempi säilyvyys verrattuna korkean lämpötilan ja alipaineen käyttöön konsentroinnissa. Jätevesien puhdistuksessa menetelmällä voidaan esimerkiksi vähentää suoloja, kuten sulfaattia vesimassasta ja rikastaa ravinteita esipuhdistetussa jätevedessä. (Jaakkola & Mäki, 2020, s. 3)

Kryokonsentraatiosovelluksia elintarviketuotantoon tarjoavat mm. GEA ja Sulzer Ltd. Yhtiöiden toimialaa on yleisesti vesienkäsittely ja ne tarjoavat kustomoituja ratkaisuja eri tarpeisiin. (GEA, n.d., Sulzer Ltd, n.d.) Haasteita krykonsentraatiolaitteiden hankkimiseen aiheuttaa niiden tavanomainen suunnittelu suuren mittakaavan laitoksiin sekä toimittajien suomalaisten laitetoimittajien puuttuminen.

4.2.2 Suomalaiset tutkimushankkeet

Jätevesien puhdistusta luonnollisella kryokonsentraatiolla on tutkittu viime vuosina esimerkiksi Lappeenrannan-Lahden teknillisen yliopisto (LUT) ja Aalto-yliopiston WINICE-projektissa. Projektissa selvitettiin talvisimulaattorin avulla luonnollisen jäätymisen toimivuutta puhdistettavan veden määrän vähentämiseen. Talvisimulaattorissa näyte on avonaisessa säiliössä kylmätilassa, jossa myös tuuliolosuhteet huomioidaan puhaltimella. Tutkimuksessa todettiin, että jäätyneessä osassa oli 65-90 % vähemmän epäpuhtauksia, kuin alkuperäisessä jätevedessä. Aloittamalla puhdistus hallitulla jääkiteiden poistolla pystytään vähentämään jatkopuhdistutettavan jäteveden määrää. Hankkeen olennainen osa on energiankulutuksen vähentäminen käyttämällä hyväksi talvisia luonnonolosuhteita. (LUT, 2015 ja 2019.)

Kryokonsentrointia ei ole Suomessa käytetty prosessiteollisuudessa. Osin kryokonsentraatiotekniikan kehittämiseksi Oulun yliopiston Kajaanin yliopistokeskuksen Mittaustekniikan yksikössä toteutettiin 1.8.2017-30.4.2020 Mikroaaltojen ja kryokonsentraation hyödynnettävyys teollisissa prosesseissa eli KryoMikro–hanke, jota rahoitti mm. Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR) (TEM, n.d.-a) Hankkeen yhtenä tutkimuskohteena oli tutkia kaatopaikan ravinnepitoisen suodosveden rikastamista ja hygienisointia mahdolliseen lannoitekäyttöön, joka suoritettiin MobiN-laitteiston isoveljen Envistone-puhdistuslaitoksen tuottamalla nitraattivedellä. Hankkeessa tutkittuja menetelmiä olivat:

1. Jäädytys:
    a. Jäätelökone
    b. Jäähilejuomalaite
    c. Umpipakastaminen

2. Sulatus ja jään erotus nesteosasta – rikasteen erottaminen jääosasta
    a. Sentrifuugaus
    b. Imusuodatus
    c. Fraktionkeräys sulatuksen aikana

Suodosvesien käsittelyssä testattu menetelmäyhdistelmänä käytettiin umpipakastus-sentrifuugaus-yhdistelmää. Menetelmällä saatiin nostettua nitraattiliuoksen pitoisuus 0,1 %:sta 2 %:iin. Konsentroitumista tutkittiin kapillaarielektroforeesimenetelmällä ja konsentroinnin edistymisen seurannassa liuskatestereillä. Bakteerianalytiikkaan elävien ja kuolleiden bakteerien määrän selvittämiseen käytettiin virtaussytometriä. Menetelmän todettiin vaativan lisäoptimointia tulosten varmistamiseksi sekä erityisesti elävien ja kuolleiden bakteerien erottamiseksi. Nitraattiliuoksen lanseeraamiseksi lannoitemarkkinoille tulisi pitoisuuden lisäksi myös bakteerien määrä olla hallittavissa. Tutkimusten tuloksia Kainuun jätehuollon kuntayhtymän Ekokympin ympäristöpäällikkö ja Kajaanin Envistone-laitoksen pääkäyttäjä kuvaili potentiaalisiksi. Hankkeessa käytetyt teknologiat kuitenkin vaativat vielä varsinkin energiatehokkuuden parantamista. Nykyisin teollisuuden käytössä olevat kryokonsentraatiolaitteistot ovat kalliita ja suunniteltu isojen yritysten tarpeisiin. (Jaakkola & Mäki, 2020, s. 4, 6-7, 11, 13, 16.)

LUT:lla ja Oulun yliopistolla on käynnissä 1.4.2020-31.3.2022 myös osin EAKR-rahoitettu Pakkaskonsentrointilaitteiden kehitys teollisiin elintarvikeprosesseihin sekä ympäristösovelluksiin -hanke (PATE). Hanke on jatkoa KryoMikro-hankkeen kryokonsentraatio-osuuden tuloksille, joissa todettiin, ettei kustannustehokkaita kryokonsentraatiolaitteistoja eritoten pienille ja keskisuurille prosesseille ole tarjolla. PATE-hankkeessa on erityisesti tarkoitus kehittää MikroKryo-hankeessa saatujen teknisten kokemusten perusteella uusia konsentrointilaitteistoja pienten yritysten tarpeisiin. Hankkeen tavoitteita on mm. luonnonvarojen tehokkaan käytön edistäminen ja Pohjois- ja Itä-Suomen yritysten tukeminen. (Etelä-Savon kuntaliitto, 2019, Suomen luontoyrittäjyysverkosto ry, n.d., TEM, n.d.-b.)

PATE-hankkeelle haetaan 4 kuukautta jatkoaikaa heinäkuun 2022 loppuun asti, jona aikana on tarkoitus jatkaa koeajoja erilaisilla näytteillä. Hankkeessa tutkimusta on suoritettu LUT:ssa kokonaan itse rakennetulla pakkaskonsentraatiolaitteella keskittyen pääosin epäpuhtauksiin eli ympäristösovelluksiin. Oulun yliopiston Kajaanin yksikkö puolestaan on kehittänyt pidemmälle KryoMikro-hankkeessa testattuja laitteistoja keskittyen elintarvikkeiden konsentroimiseen. Edellisen näkökulma on siis enemmän vedenpuhdistuksessa ja puhtaan veden poistossa ja jälkimmäisen konsentraatin valmistuksessa. Lopputulokseltaan molemmat kuitenkin suuntaavat samaan eli puhtaan veden poistoon ja pitoisuuden kasvuun, LUT:lla rejektin ollessa rikaste ja Oulun

yliopistolla taas puhdas vesi. LUT:n kehittämä jäädytyskonsentrointilaitteisto koostuu reaktorista ja kylmäkoneesta. Laitteiston käytössä jäätymisen hallinta ja jäänerotus ovat keskeisiä tutkimuskohteita. Laitteiston toiminta on panosmainen eli siihen ei voi ajaa konsentroitavaa nestettä jatkuvalla virtauksella. Hankkeen perusteella jatkuvatoiminen laitteisto on hankalasti toteutettava. Kiteytyksessä syntyy halkaisijaltaan n. 0,5 mm jääkiteitä, jotka muodostavat puhtaasta vedestä koostuvan loskakerroksen nesteen pinnalle. Aikaisempien koeajojen perusteella kryokonsentraatiolla pitäisi päästä helposti kaksinkertaisiin pitoisuuksiin. (John & Tolonen, 2022.)

LUT:n koeajoissa on huomattu erilaisten näytteiden käyttäytymisen vaihtelevuus kiteytysprosessissa. Erityisesti Ekokympin Envistone-laitokselta saadun nitraattiveden kiteytyksessä jäätä kertyi nopeasti jäädytyskammion seinille, jolloin seinien puhdistukseen käytetylle raapimelle kertyi vahvaa kuormitusta. Tämän syitä ja niiden kautta ongelman ratkaisemista on tarkoitus tutkia jatkoajoissa. Laitteiston kaupallistamisesta ei ole vielä hyödynnettäviä tuloksia. Tavanomaiseen tiukalla budjetilla (n. 50 senttiä/m^3) toimivaan kunnalliseen vedenpuhdistukseen laitteistoa ei todennäköisesti voi käyttää. LUT:lla valmistetun ja koeajetun laitteiston hinta on noin 60 000 €, mutta kyseessä on nollalähtökohdasta rakennettu pilottilaitteisto, joten hintaa ei voi pitää valmiin tuotannossa olevan laitteiston hintana. Laitteiston energiankulutus on noin 350 kJ/kg, joka sähkönkulutuksena vastaa 0,1 kWh/kg eli 100 kWh/ m^3. 10 snt/kWh sähkönhinnalla tämä tarkoittaisi 10 €/ m^3. Nämä ovat vasta koeajojen perusteella tehtyjä karkeita arvioita, ja energiankulutus todennäköisesti vaihtelee myös nestejakeittain. Suuremman viskositeetin omaavalle biokaasulaitoksen mädäterejektille on jatkettu testejä LUT:n talvisimulaattorilla. Talviolosuhteiden käyttö luonnollisesti vähentäisi merkittävästi energiakäyttöä, mutta on käytännön kannalta varsin rajoittunutta. (John & Tolonen, 2022.)

4.3 Yhteenveto konsentrointimenetelmistä

Tähän selvitykseen sisällytetyistä konsentraatiomenetelmistä käänteisosmoosi vaikuttaa tällä hetkellä selvityskelpoisemmalta. Käänteisosmoosista on vahvaa kokemusta monelta alalta ja laitetoimittajista on paljon tarjontaa. Laitetoimittajien kanssa täytyy

selvittää menetelmän toimintakyy nitraatin suodatuksessa sekä kilpailutettava oikean mittakaavan laitteistoja. Tätä ennen on suunniteltava tarkemmin haluttu mittakaava.

Kryokonsentrointi kiinnostaa Kaiku Ympäristö Oy:tä, mutta nykyisellään järkevän mittakaavan laitteistoja ei tunnu olevan tarjolla ja lupaavan PATE-hankkeen tuotekehitys on vielä keskeneräinen. Erityisesti luonnonolosuhteita hyödyntävällä kryokonsentroinnilla voitaisiin päästä kustannustehokkaisiin menetelmiin, mutta käytännön kannalta sääolosuhteisiin nojautuminen ei ole todennäköisesti kannattavaa. Kryokonsentroinnin tuotekehitystä esimerkiksi PATE-hankkeessa kannattaa jatkossa seurata tai ottaa siihen aktiivisemmin itse osaa.

5 LANNOITEVALMISTEITA JA JÄTEVETTÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Mobi-N:n nitraattiliuostuotteen lannoitteena hyödyntämistä koskevaa lainsäädäntöä on erittäin paljon uudistuvan lannoitelainsäädännön ja tuotteen jäteperäisyyden vuoksi. Lainsäädännössä erityisesti jätemääritelmien suhteen on päällekkäisyyttä tai tapauskohtaisia poikkeuksia, joten on tärkeä ottaa huomioon eri asetusten ja lakien näkökulmat nitraattiliuoksen hyödyntämiseen. Mahdollisimman tiiviin lopputuloksen saamiseksi aihetta lähestytään uuden lannoitelainsäädännön kautta ja muuta lainsäädäntöä selvitetään ensisijaisesti lannoitelainsäädännön käyttämien viittausten osalta. Selvityksessä käydään läpi yksittäiset lainkohdat sekä virastojen tms. ohjeistuksia lainsäädännön tulkintaan. Huomioon otetaan myös vaihtoehtoisia lannoitetyyppejä niiltä osin kuin nitraattiliuosta voisi käyttää yhdessä muiden valmisteiden kanssa lannoitevalmisteiden osana.

5.1 Lannoitelainsäädäntö

Nykyinen Suomessa voimassa oleva lannoitevalmistelaki (539/2006) on tarkoitus korvata 14.7.2019 voimaan astuneeseen lannoitevalmisteasetukseen (EU 2019/1009) perustuvalla uudella lannoitelailla 16.7.2022 alkaen. Uusi EU-asetus ottaa epäorgaanisten lannoitteiden ja kalkitusaineiden rinnalla huomioon aiempaa huomattavasti laajemmin koko lannoitevalmistealan. Tavoitteena on ennen kaikkea yhdenmukaistaa kokonaisuudessaan alan valmistus- ja laatuvaatimukset markkinoiden yhtenäistämiseksi. Uuden lain esittelyaika on varattu lausuntokierroksen jälkeen vuoden 2022 viikolle 10. (Valtioneuvosto, 2019, Viherympäristöliitto, 2021, Ruokavirasto, 2019b.) Lannoitevalmistelaki ohjaa lannoitevalmisteiden valmistamista, myyntiä, tuontia ja vientiä (Vilpanen, 2017, s. 3). Muutosvaiheen vuoksi tässä selvityksessä keskitytään tulevan lainsäädännön luonnoksiin, mutta otetaan huomioon myös nykyisen lainsäädännön mahdollisia vaikutuksia tulevaan lainsäädäntöön. Perusteellinen valmistautuminen tulevaan lainsäädäntöön helpottaa tulevaisuudessa asioimista Ruokaviraston kanssa MobiN:n nitraattiliuoksen markkinakelpoisuuden selvittämisessä. Jatkossa keskitytäänkin tulevan lainsäädännön osalta nimenomaan MobiN:n nitraattiliuokseen oletetusti liittyviin lainsäädännön kohtiin.

Uuden lannoitelain valmistelu alkoi 5.10.2020 ja luonnoksen (hanke MMM072:00/2020) lausuntoaika oli 30.11.2021-21.1.2022. Lausuntokierroksella luonnos on saanut 36 eri lausuntoa mm. ministeriöiltä, virastoilta, yhdistyksiltä ja yrityksiltä. Uuden lain merkittäviä muutoksia ovat tyyppinimistä ja kansallisesta laitoshyväksyntämenettelystä luopuminen. Näillä ja uudistuksen muulla sisällöllä pyritään helpottamaan innovaatioiden luomista ja markkinoille saattamista, turhan byrokratian vähentämistä sekä edistämään jätepohjaisten lannoitevalmisteiden käyttöä. (MMM, 2021a.) Annettua luonnosta todennäköisesti korjataan annettujen lausuntojen perusteella seuraavaan lain esittelyyn.

Tässä selvityksessä keskitytään nimenomaan lannoitetuotantoa koskevaan lainsäädäntöön. Lannoitteiden käyttöä koskevasta lainsäädännöstä käsitellään vain pääperiaatteita niiltä osin, kuin se katsotaan selvityksen kannalta olennaiseksi. Lainsäädännöstä käydään läpi sekä suomalaisen lainsäädännön taustalla olevia EU-asetuksia, että kansallisia lakeja. EU-asetusten läpikäyminen erikseen on merkittävää erityisesti, koska MobiN-prosessi on tarkoitus laajentaa vientituotteeksi.

5.1.1 Lannoitevalmisteasetus

EU:n lannoitevalmisteasetuksen (2019/1009/EU) keskeisiä tavoitteita on kierrätettyjen materiaalien lisääminen lannoituksessa kiertotalouden ja resurssitehokkuuden edistämiseksi ja kolmansista maista tuotavista ravinteista riippuvaisuuden vähentämiseksi (2019/1009/EU, s. 1, kohta 1).

Lannoitevalmisteiden tavanomaisen paikallisten tuotemarkkinoiden vuoksi asetuksella “ei estetä yhdenmukaistamattomien lannoitteiden asettamista saataville sisämarkkinoilla kansallisen lainsäädännön ja Euroopan unionin toiminnasta tehdyn sopimuksen (SEUT) yleisten vapaata liikkuvuutta koskevien sääntöjen mukaisesti” (2019/1009/EU, s. 2, kohta 5). Asetus ei siis itsessään estä kansallisten eri määritelmien ja vaatimusten käyttämistä sisämarkkinoilla vaan nämä riippuvat Suomen omasta lainsäädännöstä.

Lannoitevalmisteasetuksessa viitataan vanhaan jätedirektiiviin (2008/98/EY), joka on 2018 muutettu uudella jätedirektiivillä (2018/851/EU). Asetuksessa vahvistetaan jätedirektiivin kriteereistä materiaalin jätemääritelmän päättyminen, sen sisältyessä vaatimustenmukaiseen EU-lannoitevalmisteeseen. Myös arvovaltainen ympäristöviranomainen voi todeta, että aine tai esine on hyödyntämistoimen myötä lakannut olemasta jätettä. Tätä varten on suoritettava lannoitevalmisteasetuksen mukainen hyödyntämistoimi sekä todennettava jätedirektiivin 6 artiklan edellytyksien täyttäminen. (2019/1009/EU, 19 art.)

Seuraavassa käydään läpi lannoiteasetuksen luokittelut nostaen esille MobiN-nitraattiliuosta koskeva luokittelu:

EU-lannoitevalmisteen tulee täyttää asetuksen liitteiden I ja II osalta tuote- ja ainesosaluokkien vaatimukset sekä oltava merkitty liitteen III merkintävaatimusten mukaisesti (2019/1009/EU, 4 art.). Lannoiteasetuksen mukaisesti EU-lannoitevalmisteet jaetaan toimintoperusteisiin tuoteluokkiin (PFC):

1. Lannoite
2. Kalkitusaine
3. Maanparannusaine
4. Kasvualusta
5. Inhibiittori
6. Kasvibiostimulantti
7. Lannoitevalmisteiden mekaaninen seos

Asetuksen määritelmän mukaan “lannoite on EU-lannoite, jonka toiminto on antaa kasveille tai sienille ravinteita”. Lannoitteet jaetaan tyypin mukaan orgaanisiin ja epäorgaanisiin, kiinteisiin ja nestemäisiin sekä yksi- tai moniravinteisiin pääravinne- ja hivenravinnelannoitteisiin (2019/1009/EU, Liite 1, I osa). Pää- ja hivenravinteet on jaoteltu taulukossa 2. Orgaaniset lannoitteet sisältävät asetuksen määritelmän mukaan biologista alkuperää olevaa hiiltä ja ravinteita. Epäorgaaninen lannoite joko sisältää tai vapauttaa ravinteita kivennäismuodossa, eikä kuulu orgaanisiin lannoitteisiin. Pääravinnelannoitteesta kasvien tai sienien on tarkoitus saada yhtä tai useampaa primaaria tai sekundaaria pääravinnetta. (2019/1009/EU, liite 1, II osa.)

Taulukko 2. Lannoitevalmisteasetuksen mukaiset ravinnetyypit. (2019/1009/EU, s. 45 ja 49.)

Pääravinteet		
	primaarit	typpi (N), fosfori (P) ja kalium (K)
	sekundaarit	kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na) ja rikki (S)
Hivenravinteet		boori (B), koboltti (Co), kupari (Cu), rauta (Fe), mangaani (Mn), molybdeeni (Mo) ja sinkki (Zn)

Yksiravinteinen nestemäinen epäorgaaninen pääravinnelannoite voi sisältää vain yhtä ilmoitettavaa pääravinnetta tai yhtä ilmoitettavaa primaaria pääravinnetta ja yhtä tai useampaa ilmoitettavaa sekundaaria pääravinnetta. Mikäli lannoite sisältää vain yhtä pääravinnetta, on lannoitteen vähimmäispitoisuus ravinnekohtaisesti seuraava:

- 5 massaprosenttia kokonaistyppeä (N),
- 5 massaprosenttia kokonaisfosforipentoksidia (P2O5),
- 3 massaprosenttia kokonaiskaliumoksidia (K2O),
- 2 massaprosenttia kokonaismagnesiumoksidia (MgO),
- 6 massaprosenttia kokonaiskalsiumoksidia (CaO),
- 5 massaprosenttia kokonaisrikkitrioksidia (SO3), tai
- 1 massaprosentti kokonaisnatriumoksidia (Na2O).

Mikäli lannoite sisältää primaarin pääravinteen lisäksi sekundaareja pääravinteita, ovat primaarin pääravinteen vähimmäispitoisuus pääravinteittain:

- 1,5 massaprosenttia kokonaistyppeä (N),
- 1,5 massaprosenttia kokonaisfosforipentoksidia (P2O5), tai
- 1,5 massaprosenttia kokonaiskaliumoksidia (K2O)

ja yhden tai useamman sekundaarin pääravinteen vähimmäispitoisuudet:

- 0,75 massaprosenttia kokonaismagnesiumoksidia (MgO),
- 0,75 massaprosenttia kokonaiskalsiumoksidia (CaO),
- 0,75 massaprosenttia kokonaisrikkidioksidia (SO_3), tai
- 0,5 massaprosenttia kokonaisnatriumoksidia (Na_2O).

Sekundaareja pääravinteita sisältävien yksiravinteisten nestemäisten epäorgaanisten pääravinnelannoitteiden tapauksessa kokonaisnatriumoksidin pitoisuus ei saa nousta yli 20 massaprosentin ja ilmoitettavien pääravinteiden kokonaispitoisuuden on oltava vähintään 7 massaprosenttia. (2019/1009/EU, liite 1, II osa.)

Moniravinteinen nestemäinen epäorgaaninen pääravinnelannoite sisältää useampaa kuin yhtä ilmoitettavaa pääravinnetta tai yhtä tai useampaa ilmoitettavaa sekundaaria pääravinnetta, muttei yhtään primaaria pääravinnetta. Lannoitteen tulee sisältää useampaa kuin yhtä ravinnetta niin, että yksittäisten pääravinteiden vähimmäispitoisuudet ovat samat kuin yksiravinteisen nestemäisen epäorgaanisen pääravinnelannoitteen pitoisuudet ja kokonaisnatriumoksidin enimmäispitoisuus on 20 ja ilmoitettavien ravinteiden kokonaispitoisuus minimissään 7 massaprosenttia. (2019/1009/EU, liite 1, II osa.)

Epäorgaanisen pääravinnelannoitteen haitallisten aineiden raja-arvot kuiva-ainetta verrattuna:

- Kadmium (Cd):
    - Kokonaisfosforipitoisuus (P) < 5 massa-% fosforipentoksidi (P_2O_5) -ekvivalenttia: 3 mg/kg kuiva-ainetta, tai
    - Edellinen >5 massa-%: 60 mg/kg fosforipentoksidia
- Kuudenarvoinen kromi (Cr VI): 2 mg/kg
- Elohopea (Hg): 1 mg/kg
- Nikkeli (Ni): 100 mg/kg
- Lyijy (Pb): 120 mg/kg
- Arseeni (As): 40 mg/kg
- Biureetti ($C_2H_5N_3O_2$): 12 mg/kg
- Perkloraatti (ClO_4-): 50 mg/kg

- Kupari (Cu): 600 mg/kg, mikäli ei lisätty tarkoituksellisesti hivenravinnevajeen korjaamiseksi sekä ilmoitettu
- Sinkki (Zn): 1500 mg/kg, mikäli ei lisätty tarkoituksellisesti hivenravinnevajeen korjaamiseksi sekä ilmoitettu

(2019/1009/EU, liite 1, II osa.)

Asetuksessa määritellään ainesosaluokat (CMC), joista EU-lannoitevalmisteen tulee koostua. Kaikkien EU-lannoitevalmisteiden ainesosien tulee täyttää vähintään yhden seuraavien ainesosaluokkien vaatimuksista:

1: Ensiömateriaalista koostuvat aineet ja seokset
2: Kasvit, kasvien osat tai kasviuutteet
3: Komposti
4: Tuorekasvimädäte
5: Muu mädäte kuin tuorekasvimädäte
6: Elintarviketeollisuuden sivutuotteet
7: Mikro-organismit
8: Ravinnepolymeeri
9: Muut polymeerit kuin ravinnepolymeerit
10: Asetuksessa (EY) N:o 1069/2009 tarkoitetut johdetut sivutuotteet
11: Direktiivissä 2008/98/EY tarkoitetut sivutuotteet

(2019/1009/EU, liite 2, I osa.)

Ainesosaluokan (CMC) 1 mukaiset EU-lannoitevalmisteet saavat sisältää aineita ja seoksia, jotka eivät ole:

- Direktiivin 2008/98/EY mukaisesti jätettä tai sivutuotteita tai ovat lakanneet olemasta jätettä em. direktiivin 6 artiklan mukaisesti kansallisella lainsäädännöllä
- Asetuksen 1069/2009/EY mukaisesti eläimistä saatavia sivutuotteita tai niistä johdettuja tuotteita

- Polymeerejä
- Kompostia
- Mädätettä

(2019/1009/EU, liite 2, II osa.)

Ainesosaluokka (CMC) 11 mukaiset EU-lannoitevalmisteet saavat sisältää jätedirektiivin (008/98/EY) mukaisia sivutuotteita, jotka eivät ole:

- Asetuksen 1069/2009/EY mukaisesti eläimistä saatavia sivutuotteita tai niistä johdettuja tuotteita
- Polymeerejä
- Kompostia
- Mädätettä

(2019/1009/EU, liite 2, II osa.)

Kaikkien EU-lannoitevalmisteen komponenttien tulee sisältyä vähintään yhteen CMC-luokkaan ja toteuttaa myös luokissa tehdyt viittaukset muun lainsäädännön vaatimuksiin, kuten REACH-asetus, “End-Of-Waste"-kriteerit ja eläinperäisten sivutuotteiden käytön säätelyä koskeva lainsäädäntö. CMC-luokan ainesosa itsessään luokan mukaan saattaa sisältää aineosia, jotka eivät yksittäisinä kuuluisi mihinkään CMC-luokkaan. Uudella luokituksella on tarkoitus mahdollistaa väljemmällä säätelyllä monipuolisemmat lannoitevalmistemarkkinat ja helpottaa uusien innovaatioiden kehittämistä. (European Commission, 2019, s. 6-7.)

5.1.2 Lannoitelaki-esitys

Uuden lannoitelain esityksessä ehdotetaan nykyisistä lannoitevalmisteiden tyyppinimistä luopumista ja niiden korvaamista lannoitevalmisteasetuksen mukaisilla tuote- ja ainesosaluokilla sekä asetuksen mukaisten merkintävaatimuksien käyttöönotolla. Tällä päästäisiin eroon tyyppinimien kankeaksi koetusta järjestelmästä ja helpotettaisiin suomalaisten lannoitevalmisteiden markkinointia koko EU:n alueella.

Vaihtoehtoisina toteuttamisvaihtoehtoina esityksessä pidetään esillä joko nykyisten kansallisien tyyppinimien säilyttämistä tai siirtymistä vaatimusten asettamiseen vain lopputuotteille (HE 21657/2020, s. 13, 18). Muilta tätä tutkimusta koskevia poikkeuksia EU:n lannoitevalmisteasetuksesta lannoitelakiesitys ei sisällä.

5.1.3 Käytöstä poistuva lannoitevalmistelaki

Nykyisen voimassa olevan käytöstä poistuvan lannoitevalmistelain (539/2006) mukaan lannoitevalmisteilta vaaditaan tasalaatuisuutta, turvallisuutta ja käyttötarkoituksenmukaisuutta. Toiminnanharjoittajalta vaaditaan huolellisuutta kuljetuksessa, käytössä ja varastoinnissa. (539/2006, 5 §). Käytettävien ja markkinoille asetettavien lannoitevalmisteiden tulee kuulua kansalliseen lannoitevalmisteiden tyyppinimiluetteloon tai Euroopan unionin lannoitetyyppien luetteloon. Kansalliseen tyyppinimiluetteloon lisättävien tyyppinimien tulee olla perusteltuja käytön kannalta ja analysoitavissa hyväksytyllä standardimenetelmällä. (539/2006, 6 §). Tyyppinimihyväksyntää voi hakea Elintarviketurvallisuusvirastolta. Uuden tyyppinimen lisääminen luetteloon vaatii tarkat tiedot tuotteen valmistusprosessista sekä sen sisällöstä ja käyttötavasta viljely ja turvallisuusnäkökulmista. (539/2006, 7 §.)

Toiminnanharjoittajan on haettava Elintarviketurvallisuusvirastolta hyväksyntä toimintansa aloittamiseen, mikäli sen valmistamat lannoitevalmisteet tai niiden raaka-aineet eivät ole eläinperäisiä orgaanisia valmisteita. Hyväksytyn laitoksen tulee myös laatia vuosittain omavalvontaraportti. (539/2006, 14 §)

Markkinoille saa asettaa vain lannoitevalmisteita, joiden tyyppinimi löytyy kansallisesta tyyppinimiluettelosta tai EY-asetuksen lannoitetyyppien luettelosta. Kansalliseen tyyppinimiluetteloon voi hakea uutta tyyppinimeä, mikäli nykyisistä luetteloista ei löydy tuotetta vastaavaa nimeä. Tyyppinimihakemus tehdään Ruokavirastolle kattavin tiedoin valmisteen raaka-aineista, valmistusprosessista ja lopputuotteesta. Nopeimmillaan tyyppinimen läpivieminen kansalliseen luetteloon kestää noin 6 kuukautta. (Ruokavirasto, 2019a.) Nykytilanteessa, lainsäädännön ollessa muuttumassa, uutta tyyppinimeä kansalliseen luetteloon tuskin kannattaa hakea ennen kuin

varmistuu, yhtenäistetäänkö nykyinen kansallinen luettelo EU-asetuksen mukaiseksi. Tämän ja kansainvälisten markkinoiden suhteen kannattaa tuote joka tapauksessa yrittää saada EU-asetuksen mukaiseksi ja tämän suhteen Ruokavirastoa kannattaakin lähestyä mahdollisimman pian, sillä EU:n lannoitevalmisteasetus on jo muotoilultaan valmis ja tulkittavissa.

Voimassa olevassa lannoitelaissa lannoitevalmisteiden tyyppinimien pääluokat ovat:

- lannoitteet
- kalkitusaineet
- maanparannusaineet
- mikrobivalmisteet ja
- kasvualustat.

Nykyinen tyyppinimiluettelo (Ruokavirasto, n.d.-b) on määrätty maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 24/11 ja päivitetty asetuksissa 12/12, 7/13 ja 21/15. Nykylainsäädännön tyyppinimiä on siis päivitetty useaan kertaan, mutta tyyppinimet ovat tarkasti rajattuja, eikä niistä välttämättä löydy sopivaa tyyppinimeä uudenlaisille lannoitteille. Seuraavassa käydään läpi tyyppinimiä MobiN-nitraattiliuoksesta suunnitellun lannoitteen näkökulmasta.

Tyyppinimissä lannoitteet jaetaan epäorgaanisiin ja orgaanisiin lannoitteisiin sekä näiden alla pää-, sivu- ja hivenravinne- sekä yksi ja moniravinteisiin lannoitteisiin. Epäorgaanisten lannoitteiden luokan 1A1 eli epäorgaanisten yksiravinteisten pääravinnelannoitteiden tyyppinimet ovat:

- Typpilannoite
- Apatiittia sisältävä fosforilannoite
- Typpilannoite, nitraatiton

1A1-luokan tyyppinimen 1 määritelmän mukaan se sisältää ammoniumnitraattia ja/tai ammoniumsulfaattia, joista typpipitoisuus ammoniumnitraatista laskettuna saa olla enintään 27,9 painoprosenttia ja kokonaistyppipitoisuus vähintään 3 %. (Ruokavirasto, n.d.-b, s. 2-3.)

Epäorgaanisten lannoitteiden luokkaan 1A2 kuuluvat moniravinteiset pääravinnelannoitteet, joissa oletuksena on vähintään kahta NPK-ravinteista. Luokkaan 1A6 kuuluvat sellaisenaan käytettävät sivutuotteet. Tämän luokan alle kuuluu vain yksi tyyppinimi: viljaprosessoinnin sivujakeiden tuhka. (Ruokavirasto, n.d.-b, s. 8.)

5.1.4 Maa- ja metsätalousministeriön päätös lannoitteista

Nykylainsäädännön tyyppinimiluettelo perustuu maa- ja metsätalousministeriön päätökseen lannoitteista (45/1994), joka täydentää lannoitelaissa (232/93) asetettuja vaatimuksia. Tämä vanha luettelo sisältää typpilannoitteissa typpilannoiteliuoksen, joka määritelmän mukaan on “kemiallisesti tai veteen liuottamalla aikaansaatu valmiste, joka säilyy stabiilina ilmanpaineen muutoksista huolimatta ja johon ei ole lisätty eläin- tai kasviperäisiä orgaanisia ravinteita”. Tämä lannoitetyyppi sisältää myös nitraattimuodossa olevan typen. (MMM 45/1994, Liite 1)

5.2 Luonnonmukaista tuotantoa koskeva lainsäädäntö

Luomutuotannossa lannoittaminen toteutetaan ensisijaisesti sisäisellä viljelykierrolla sekä omasta ja tarvittaessa muista luomuyksiköistä hankitulla luonnonmukaisella eloperäisellä aineksella. Mikäli näillä ei saavuteta tarvittavaa ravinnemäärää, voidaan käyttää täydennyslannoitusta Eviran luomutuotantoon soveltuviksi hyväksymillä täydennyslannoitteilla. Suomen markkinoita varten lannoitevalmistajat voivat hyväksynnän lisäksi pyytää tuotteensa merkitsemistä Eviran luomulannoiteluetteloon, mikä vähentää epävarmuutta lannoitteiden käytössä. Tuottajan on perusteltava täydennyslannoittaminen kirjaamalla käyttötarve ja perustelut luomusuunnitelmaan tai lohkokohtaisiin muistiinpanoihin. Mineraalityppilannoitteiden käyttö on luomutuotannossa kielletty. Pelloille levitettävän lannoituksen kokonaistyppimäärä ei saa ylittää 170 kg N/ha vuodessa. (Evira, 2018, s.35-36.)

EU:n tai Suomen kansallisessa lainsäädännössä ei määritellä erikseen luonnonmukaiseen tuotantoon soveltuvia “luomulannoitteita”, eikä näille täten ole saatavissa erityistä luomuhyväksyntää. Lainsäädäntö kuitenkin määrittelee rajoituksia

luonnonmukaisessa tuotannossa käytettäville lannoitteille. Suomessa lannoitevalmisteiden käyttöä ohjaa Ruokavirasto, jonka kanssa suositellaan selvittämään uusien lannoitevalmisteiden käyttömahdollisuuksista tuotekehityksen alkuvaiheessa. Erityisesti kierrätyslannoitteiden ja luomutuotannon kannalta hyväksyntä voi olla haastavaa. (Tampio ym., 2018, s. 42).

Luonnonmukaisessa tuotannossa ei ole sallittua käyttää puhdistamolietettä sisältäviä lannoitevalmisteita tai mineraalityppilannoitteita. Vähäisissä määrin apuaineiden, kuten natriumhydroksidin (lipeä) käyttö ei estä lannoitevalmisteen käyttöä luonnonmukaisessa tuotannossa. Pääosin luonnonmukaisessa tuotannossa käytetyt täydennyslannoitteet ovat orgaanisia ja ovat peräisin orgaanisen aineksen tuotannosta tai luonnosta. (Evira, 2018, s. 35-36, 56)

Luonnonmukaisessa lannoituksessa käytettävien lannoitteiden valmistusmenetelmiä on osin rajoitettu. Keskeinen rajoitus on, että kemialliset aineet eivät itsessään rikasta lannoitetta. Esimerkiksi biokaasutuksesta saatava ammoniakki voidaan ottaa talteen strippaamalla se happoja apuna käyttäen ammoniumsulfaatiksi. Luomulannoitusta varten tämä tulee kuitenkin palauttaa biokaasumädätteeseen, ettei sitä lueta mineraalityppilannoitteeksi. (Juvonen, 2017, s. 42.)

BioRaEE-hankkeessa käytetty BioKympin valmistamalla kierrätyslannoitteella on hyväksyntä luonnonmukaiseen tuotantoon. Tämän perusteina ovat raaka-aineen laatu ja biologisfysikaalinen valmistusprosessi. Raaka-aineena näissä LuomuKymppi-lannoitteissa on kasvipohjaiset jätteet ja tähteet, lanta ja kotitalouksen biojäte. Tuotteet hygienisoidaan lämmittämällä ne yli 70°C:seen vähintään tunniksi, jolloin varmistetaan mm. salmonellan ja e-colin tuhoaminen. Nestemäisen LuomuKymppi A:n typpi on pääosin liukoista eli ammonium-muotoista. Tuotteen tuorepainossa vesiliukoista typpeä on 3,29 kg/tn (0,329 %) ja kokonaistyppeä 5,0 kg/tn (0,5 %). Lantaan verrattuna liukoisen typen määrä on nelinkertainen. Koska tuotantoprosessi ei ole täysin selektiivinen, sisältää tuote myös jonkin verran haitallisia metalleja, fosforia, kaliumia ja hivenravinteita. Lantaan verrattuna erityisesti fosforipitoisuus on kuitenkin merkittävän alhainen, joten tuota soveltuu erityisen hyvin muuten runsasfosforiseen maahan. (Huttunen ym., 2020, s. 6-7 ja BioKymppi Oy, n.d.)

Uudistuvan lannoitelainsäädännön ohella myös EU:n ja kansalliset uudet luomusäädökset ovat ajankohtaisia niiden astuttua voimaan 1.1.2022. Erityisesti luomuvalvontaa kehitetään. EU:n Vihreän kasvun Pellolta pöytään -strategian tavoitteena on kasvattaa luomupeltoala 25 %:iin vuoteen 2030 mennessä. Tämä vaatii niin tuotantomenetelmien parantamista, kuin luomulannoitteiden riittävyyden takaamista, vaikkakin luomutuotanto pyritään ensisijaisesti toteuttamaan ilman täydennyslannoitusta. Yhtenä toimenpiteenä tuotantomäärien kasvattamiseen Suomen kansallinen luomuohjelma, Luomu 2.0 esittää luomuun soveltuvien kierrätyslannoitteiden kehittämisen alan toimijoiden kanssa. Tutkimuksen ja osaamisen kehittämisen kannalta Luomu 2.0 ei kuitenkaan panosta erityisten luonnonmukaiseen tuotantoon sopivien lannoitteiden tuotannon puoleen. Ruokavirasto laatii luonnonmukaisessa tuotannossa käytettävät ehdot, vähimmäisvaatimukset, valvontamenettelyt ja ohjeistukset. (MMM, 2021b, s. 11-12, 21-23, 26-28.)

5.2.1 Luomuasetus

EU:n luomuasetus (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 2018/848/EU) mukaan luonnonmukaisessa tuotannon keskeisiä tekijöitä ovat muun muassa ympäristön ja ilmastotoimien kannalta parhaiden käytäntöjen suosiminen ja luonnonvarojen säästäminen (s. 1, kohta 1 ja s. 22, II luku, 4 artikla). Mikäli luonnonmukaisessa tuotannossa tarvitaan täydennyslannoitusta, rajoitetaan ulkopuoliset tuotantopanokset luonnonmukaisesta tuotannosta peräisin oleviin, luonnon- tai luonnollisesti johdettuihin aineksiin sekä heikosti liukeneviin kivennäislannoitteisiin (s. 23, 5 artikla). Lannoitteina, maanparannusaineina ja ravinteina käytettävät tuotteet ja aineet sisältyvät komission laatimiin luetteloihin (s. 31, 24 artikla, kohta 1).

Luomuasetuksen (2018/848/EU, s. 59, Liite II, 1.9.1, 1.9.2, 1.9.3 ja 1.9.8) yksityiskohtaisten tuotantosääntöjen yleisien vaatimuksien mukaan kasvintuotannossa tulee maaperän orgaanista ainesta, vakautta ja biologista monimuotoisuutta edistää ensisijaisesti maanmuokkaus- ja viljelykäytännöillä. Samoin maaperän hedelmällisyyden ja biologisen aktiivisuuden ylläpito tulee toteuttaa suunnitelmallisella monivuotisella viljelykierrolla ja käyttämällä luonnonmukaisesta tuotannosta saatua lantaa ja orgaanista ainesta. Lisälannoitusta luonnonmukaisessa tuotannossa voidaan käyttää vain, mikäli

edellä mainituilla keinoilla ei pystytä tyydyttämään kasvien ravinnetarpeita. Käytetystä lisälannoituksesta viljelijän tulee pitää kirjaa. Mineraalityppilannoitteita luonnonmukaisessa tuotannossa ei saa käyttää. Luomutuotantojärjestelmän ulkopuolisista täydennyslannoitteista on toimeenpanoasetuksen 889/2008 liitteenä 1 suljettu luettelo. (Tampio ym., 2018, s. 42.)

5.2.2 Asetus luonnonmukaisessa tuotannossa käytettävistä tuotteista

EU-asetuksessa 2021/1165 määritellään luonnonmukaiseen tuotantoon käytettäväksi hyväksytyt erilaiset valmisteet, joten se tarkentaa olennaisesti luomuasetusta. Asetuksen liite II (2021/1165, s. 25-29) sisältää ns. luomulannoiteaineluettelon, jossa on lueteltuna kaikki luonnonmukaiseen lisälannoitukseen kelpuutetut asetuksen (EU) 2018/848 24 artiklan 1 kohdan b alakohdan lannoitteet, maanparannusaineet ja ravinteet. Luettelosta ei löydy ihmisperäisiä lannoitevalmisteita, eikä mainintaa nitraattiliuoksesta.

5.2.3 Laki luonnonmukaisesta tuotannosta

Laki luonnonmukaisesta tuotannosta (1330/2021) asettaa voimaan uuden luomuasetuksen ja itsessään määrittelee lähinnä eri viranomaisten roolit luonnonmukaisen tuotannon valvonnasta. Ruokaviraston ja Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen lain alaan liittyviin tehtäviin kuuluu mm. luomuasetuksen liitteen 1 mukaisten maatalouteen liittyvien toimijoiden valvonta (1330/2021, 6 §, 7 §).

5.3 Nitraattiliuoksen alkuperää koskeva lainsäädäntö

Jätevesiperäisen typen käytön kannalta on merkityksellistä, tulkitaanko talteen kerätty typpi jätteeksi. Jätteeksi luokiteltuna typen käyttö lannoitevalmistuksessa vaatisi End-Of-Waste–menettelyn. Mikäli menettely koetaan liian vaativaksi, voidaan nitraatille harkita muita käyttökohteita. Tällainen on esimerkiksi käyttö jäteveden kuljetuksessa ehkäisemään hajuhaittoja. Jäteveden kuljetuksessa jätestatusta ei tarvitsisi poistaa, koska nitraattia käytettäisiin tällöin sen alkuperäisessä lähteessä.

Uusi jätedirektiivi (2018/851/EU, s. 1-2, 8, 11-12, 21) keskittyy merkittäviltä osin kiertotalouden kokonaisvaltaiseen edistämiseen, kun vanhassa direktiivissä (2008/98/EY) kiertotalous-termiä ei mainittu lainkaan. Uusi direktiivi pyrkii poistamaan kiertotaloutta lisääntymistä hidastavia rakenteita ja helpottamaan kokonaisvaltaisesti uusien käytäntöjen, menetelmien ja liiketoimintamallien käyttöönottoa.

Jätelaki (Jätelaki 646/2011, 1 luku 5 §) määrittelee jätteen aineeksi tai esineeksi, joka on poistettu, aiotaan poistaa tai ollaan velvollisia poistamaan käytöstä. Sivutuote puolestaan syntyy jonkin muun aineen tai esineen valmistamiseen suunnitellun tuotantoprosessin olennaisena osana, eikä sen hyödyntäminen vaadi tavanomaista teollista käytäntöä mittavampaa jalostamista. Lisäksi sivutuotteen jatkokäytöstä on oltava varmuus ja sen tulee täyttää tavanomaiset ympäristön- ja terveydensuojelun vaatimukset. Jätteeksi luokittelun päättyminen puolestaan vaatii, että kierrätetty tai muuten hyödynnetty jäte on määrä käyttää erityisiin tarkoituksiin, joilla on markkinat ja kysyntää. Tuotteen tulee myös täyttää käytön mukaiset tavanomaiset tekniset sekä ympäristö- ja terveysturvallisuusvaatimukset.

Puhdistamolietedirektiivin (86/278/ETY, 2 art.) mukaan liete on jätevesiä käsittelevissä puhdistamoissa tai muissa laitteistoissa syntyvää ylijäämälietettä ja käsitelty liete edellä mainittua, joka on biologisesti, kemiallisesti tai lämpökäsittelyllä tai pitkäaikaisella varastoinnilla tai muin keinoin käsitelty taudinaiheuttajien, hajuhaittojen ja terveysvaarojen merkittäväksi vähentämiseksi.

Jätevedenpuhdistamoliete sisältää laajan kirjon erilaisia haitta-aineita, jotka peilaavat viemäröintialueen asutusta, teollisuutta ja maankäyttöä. Erilaisia haitta-aineita ovat:

- Haitalliset metallit
- Orgaaniset haitta-aineet
- Taudinaiheuttajamikrobit
- Mikromuovit

Lisäksi on huomioitava mahdollisena haittavaikutuksena mahdollinen antibioottiresistenssivaikutus. Haitta-aineiden vaikutus tulee huomioida suhteessa maaperään, vesistöihin, kasveihin ja kasvien suhteen loppukäyttäjiin. LUKEn Puhdistamolietteiden

sisältämien haitta-aineiden aiheuttamat riskit –selvityksen perusteella suomalainen jätevedenpuhdistus on varsin hyvälaatuista ja puhdistamolietteen lannoitekäytössä haitta-aineista aiheutuvat riskit ovat varsin vähäisiä. Pääasiassa samoja haitta-aineita esiintyy myös muissa lannoitevalmisteissa. Antibioottiresistenssin osalta tutkimustietoa on yleisesti erittäin vähän. (Vieno ym., 2018, s. 10, 89-90.)

Haitallisten aineiden enimmäispitoisuudet lannoitevalmisteissa [mg/kg kuiva-ainetta]:

- Arseeni (As) 25
- Elohopea (Hg) 1,0
- Kadmium (Cd) 1,5
- Kromi (Cr) 300
- Kupari (Cu) 600
- Lyijy (Pb) 100
- Nikkeli (Ni) 100
- Sinkki (Zn) 1500

Haitallisten aineiden enimmäispitoisuudet metsätaloudessa käytettävissä tuhkalannoitteissa ja niiden raaka-aineissa [mg/kg ka]:

- Arseeni (As) 40
- Elohopea (Hg) 1,0
- Kadmium (Cd) 125
- Kromi (Cr) 300
- Kupari (Cu) 700
- Lyijy (Pb) 150
- Nikkeli (Ni) 150
- Sinkki (Zn) 4500

Taudinaiheuttajien ja indikaattorien enimmäisrajat lannoitevalmisteissa:

- Salmonella: ei todettavissa
- Escherichia coli 1000 pmy/g

    - < 100 pmy/g ammattimaiseen kasvihuonevijelyyn tarkoitetuissa kasvualustoissa, joissa syötävät kasvinosat ovat kosketuksissa kasvualustaan
- Juuripolte: ei todettavissa taimituotannossa käytettävissä kasvualustoissa

(Ruokavirasto, n.d.-c.)

5.4 Virastojen ohjeistukset

Vesilaitosyhdistyksen Puhdistamolieteoppaassa Vuorisen mukaan Eviran lannoitevalmisteiden kansallisessa tyyppinimiluettelossa puhdistamolietettä sisältävät tuotteet ovat joko "orgaanisten maanparannusaineiden", "orgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden" tai "maanparannusaineena sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden" tyypinimiryhmissä. Näiden tyypinimien tuotteita ei voi käyttää luonnonmukaisessa eli luomutuotannossa. (Vuorinen, 2013, s. 4-5)

Gasum Biovakka Oy:n Ekokem Oyj:n kanssa toteuttamassa KiertoTyppi-hankkeessa (2015–2016) talteen otettu ammoniumvesi luokiteltiin Eviran toimesta epäorgaaniseksi yksiravinteiseksi pääravinnelannoitteeksi (tyyppinimi 1A1). Tyyppinimen vaatimuksena on 3 % typpipitoisuus, joten KiertoTyppi-tuotteen osin tämän alle jäävän pitoisuuden vuoksi tuotteen typpipitoisuutta tulee kasvattaa muulla typpiravinteella, kuten urealla. Tyyppinimen käytön mahdollistamisen perusteluna käytettiin myös hankkeessa käytettyä haihdutusmenetelmää, jonka ansiosta tuote on erittäin puhdas ammoniumnitraattia sisältävä vesiseos. (Gasum Oy, 2016b, s. 6). 1A1-luokan tyyppilannoitteen toinen vaatimus on, että se sisältää ammoniumnitraattia tai –sulfaattia. Lähtökohtaisesti MobiN:n nitraattiliuokselle voisi hakea hyväksyntää samaan tyyppinimeen kuin Gasumin typpiliuoksella. Ongelmakohtia MobiN:n suhteen ovat prosessin poikkeavuus Gasumin strippauksen haihdutuksesta, nitraatin sopimattomuus nykyisiin tyyppinimien määritelmiin sekä nitraattiliuoksen pieni pitoisuus. Mikäli nitraattiliuoksen puhtaus puoltaa kuitenkin 1A1-tyyppinimen käyttöä ja pitoisuutta saadaan nostettua tarpeeksi, kannattaa tätä tyyppinimeä käyttää. Tyyppinimen 1A1 hyvä puoli on, että tällöin tuotetta ei katsota puhdistamolietteeksi eli sillä ei ole jätestatusta eikä tämän osalta estettä luomulannoitekäytölle ole. Lannoitevalmisteena jätevesiliitteestä separoinnilla tehtyä valmistetta ei saa käyttää, jos puhdistamolietettä on yli 10 %. (Tampio, Vainio, Virkkunen, Rahtola ja Heinonen, 2018, s. 29, 42.)

Ruokaviraston lomakkeet ja ohjeet mm. laitoshyväksyntää, lannoitevalmisteiden tyyppinimihyväksyntää, markkinoille asettamista ja soveltuvuutta luonnonmukaiseen tuotantoon löytyvät Ruokaviraston www-sivuilta, jossa on myös käytettävissä sähköinen asiointijärjestelmä, Touko (Ruokavirasto, n.d.-d ja n.d.-e).

Uutta lausuntokierroksen perusteella muotoiltua lannoitelakiesitystä odotetaan. Lain pitäisi tulla voimaan viimeistään 15.7.2022, kun EU:n lannoiteasetus astuu voimaan. Lakia tarkentavia maa- ja metsätalousministeriön asetuksia näiden sijaan saadaan odottaa vielä pidempään. Alustavaan keskusteluun Ruokaviraston kanssa voi ryhtyä jo ennen lainsäädännön voimaantuloa, mutta varsinaisen lupaprosessin voi aloittaa vasta lainsäädännön astuttua voimaan. Oletettavasti Suomen lainsäädäntö tulee noudattamaan EU-asetuksen mukaisia luokitteluja. Vaikkakin nitraattiliuos yleisesti on hyväksytty EU-lannoitevalmisteeksi, raaka-ainemateriaalien eli tuotteen alkuperän suhteen MobiN-nitraattiliuoksen mahtuminen EU:n lannoitevalmisteasetuksen vaatimuksiin todennäköisesti aiheuttaa lisäselvityksiä ja lupahakemuksia, mahdollisesti jopa uuden lannoiteaineen lisäämiseksi. Kansallisten rajoitteiden sisään se saadaan todennäköisesti mahtumaan. Ruokavirastolta voi hakea lisäyksiä kansalliseen ainesosaluetteloon ilmaiseksi 15.7.2023 asti. Lannoitevalmisteasetuksen mukaan tuotteen pitäisi mahtua johonkin asetuksen CMC-luokkaan. CMC 1 –luokkaan kuuluvien neitseellisten materiaalien suhteen raaka-aineen tulee täyttää REACH-asetuksen vaatimukset. Valmisteilla olevaan CMC 15 eli High purity materials –luokkaan nitraattiliuos voisi muuten sopia, mutta luonnoksessa huomioidaan typen osalta vain ammoniumtyppiliuos. Jotta jätevesiperäinen nitraattiliuos olisi markkinoitavissa koko Euroopan Unionin alueella, on varmistettava kelpoisuus johonkin CMC-luokkaan. Todennäköisesti paras etenemistapa on hakea laajennusta CMC 15 –luokkaan niin, että nitraattiliuos mahtuu sen määritelmiin. (Venelampi, 2022.)

MobiN-nitraattiliuoksen luomukäyttöön hyväksymistä varten tarvittaisiin EU-lainsäädännön muutoksia. Tällainen olisi uuden lannoiteaineen lisääminen komission täytäntöönpanoasetuksen 2021/1165 liitteen II asetuksen (EU) 2018/848 24 artiklan 1 kohdan b alakohdassa tarkoitettujen lannoitteiden, maanparannusaineiden ja ravinteiden luetteloon. Jäsenmaat voivat tehdä ehdotuksia uusien tuotteiden lisäämiseksi lannoiteaineiden luetteloon. Nämä hakemukset (Liite 1.) käsittelee Expert Group for Technical

Advice on Organic Production -työryhmä (EGTOP), joka käsittelyn perusteella antaa suositukset tuotteen soveltuvuudesta lannoiteluetteloon. Hyvässä hakemuksessa tulee olla laajat tutkimus- ja perusteluaineistot tuotteen laadusta ja valmistusprosessista. Vasta edellä mainittuun luetteloon lisäämisen jälkeen Ruokavirasto voi lisätä tuotteen kansalliseen ns. luomulannoiteluetteloon. EGTOP on käsitellyt mm. struviitin soveltumista luomulannoitukseen, mutta hakemusta ei toistaiseksi ole hyväksytty. Uusi lannoitelainsäädäntö panostaa kierrätyslannoitevalmisteiden tuotantoon, ja luomuviljelijät ovat niiden merkittävä käyttäjäryhmä, joten lainsäädännöllistä painetta ja tahtoa on kierrätyslannoitteiden ja luomulannoitteiden kirjon laajentamiselle. (Heinonen, 2022.)

Jätevesistä ihmisperäisten ravinteiden käytöllä voitaisiin edistää suljetun kierron toteutumista ja lisätä ravinteiden käytön kestävyyttä erityisesti fosforin kannalta. Ihmisjätteessä suurimmat huolenaiheet ovat patogeenit sekä kosmetiikasta, lääkkeistä ja muista kemikaaleista jätevesiin tulevat yhdisteet. Luomuasetus (No 848/2018, art. 4-5) ei sisällytä puhdistamoravinteiden käyttöä luonnonmukaiseen tuotantoon, muttei myöskään rajaa niitä sen ulkopuolelle. Mikäli patogeenejä ja kemikaalisia yhdisteitä saadaan tehokkaasti rajoitettua EGTOP-työryhmä ei näe estettä tällaisten tuotteiden sisällyttämistä luonnonmukaisten lannoitevalmisteiden luetteloon. (EGTOP, 2016, s. 17-18.)

5.5 Muu nitraatin käyttöä koskeva lainsäädäntö

Vesipuitedirektiivi (2000/60/EY, s. 3-4, 7, 9, 68) velvoittaa EU-jäsenmaat huolehtimaan vesien tilasta. Tätä tulee edistää erityisesti pilaavien aineiden seurannalla vesistöissä sekä niiden määrätietoisella vähentämisellä.

Nitraattidirektiivin (91/676/ETY, 1 artikla) tavoitteina on vähentää ja estää maatalousperäisen nitraatin aiheuttamaa vesien pilaantumista. Direktiivi ei ota kantaa ravinteiden kierrätykseen eli lannoitteiden alkuperään, joten tämän suhteen voi vain todeta, että talteen otetun typen kierrättäminen lannoitteeksi palvelee nitraattidirektiivin perimmäistä tarkoitusta eli vesistöjen pilaantumisen estämistä. Koska direktiivi keskittyy nimenomaan maatalousperäisen nitraattiin, ei se ole tämän selvityksen kannalta muuten kuin lain hengen suhteen olennainen.

Nitraattiasetuksen (1250/2014, 11§) mukaan tuotantoeläinten lannasta ja orgaanisista lannoitevalmisteista levityksessä saatava kokonaistypen määrä saa viljelyssä olla korkeintaan 170 kg/ha vuodessa. Tarkemmin rajattuihin liukoisen typen enimmäismääriin sisällytetään edellisten lisäksi myös epäorgaanisten lannoitteiden ja laidunnuksen lannasta saatava typpi.

5.6 Yhteenveto nitraattiliuoksen lannoitekäyttöön liittyvästä lainsäädännöstä

MobiN-nitraattiliuoksen hyödyntäminen kansallisilla markkinoilla on riippuvainen toteutuvasta lainsäädännöstä. Lannoitevalmisteasetus (2019/1009/EU) rajoittaa EU-lannoitevalmisteiden luokitusta, mutta antaa sijaa kansalliselle lainsäädännölle sisämarkkinoilla käytettävien lannoitevalmisteiden suhteen. Mikäli toteutuva uusi lannoitelaki käyttää asetuksen mukaisia luokitteluita, tulee nitraattiliuoksen täyttää joka tapauksessa nämä vaatimukset. Asetus kuitenkin velvoittaa asetuksen mukaisten lannoitteiden hyväksymisen jäsenmaissa, joten kansallinen lainsäädäntö voi antaa vain suurempia vapauksia sisämarkkinoihin. Toisaalta, koska MobiN-laitosta on tulevaisuudessa tarkoitus viedä kansainvälisille markkinoille, olisi kannattavaa saada myös nitraattiliuokselle EU-lannoitevalmisteen hyväksyntä. EU-hyväksyntä vaatisi PFC- ja CMC-luokitusta. CMC-luokituksen suhteen nitraattiliuoksen käyttö aiheuttanee nykymuotoisessa luokittelussa haasteita. Ruokaviraston kanssa tulee selvittää mahdollisuuksia ainakin nykyisten CMC 1 ja 11 vaatimuksista sekä tulevan CMC 15 sisällöstä. Hyvin todennäköistä on, että EU-hyväksyntä tarvitsisi laajennusta johonkin CMC-luokkaan, mikä taas on todennäköisesti pitkä ja vaivalloinen prosessi.

Nykyisessä lannoitteiden tyyppinimiluokituksessa ei ole suoraan MobiN-nitraattiliuokselle sopivaa alaluokkaa. Tuote sellaisenaan kuuluisi epäorgaanisiin yksiravinteisiin pääravinnelannoitteisiin, mutta tämän pääluokan alla olevien tyyppinimien määritelmät ja vaatimukset eivät sellaisenaan sovi nitraattiliuokselle. Täten tuotteelle voisi joutua hakemaan uutta tyyppinimeä, mikä taas todennäköisesti on vaivaa aiheuttava prosessi. Tällä hetkellä asian suhteen kannattaa odottaa lannoitelain voimaan tulevaa muotoa.

Luomulannoitteille ei ole olemassa luokittelua, mutta lainsäädäntö sisältää rajoitteita luomussa käytettäville lannoitteille. Viime kädessä Ruokavirasto arvioi lannoitteen kelpoisuuden käyttöön luonnonmukaisessa tuotannossa. Haitta-aineiden suhteen nitraattiliuoksessa pitoisuuksien pitäisi olla erittäin pieniä, koska prosessin toimivuuden vuoksi siinä puhdistetaan mahdollisimman vähän kiintoainetta sisältävää jätevesilietettä. Tämän vuoksi kiintoaineeseen sitoutuneet epäpuhtaudet eivät kulje prosessin läpi, eivätkä täten myöskään saastuta nitraattiliuosta.

Konsentraation tarve määrittyy sekä lainsäädännön, että viljelyn vaatimuksilla. Asetuksen mukaisesti yksiravinteisen nestemäisen epäorgaanisen pääravinnelannoitteen typpipitoisuuden tulee olla vähintään 5 massaprosenttia kokonaistyppeä (50 g/l). Nykyisen kansallisen tyyppinimi 1A1 minimivaatimus on 3 % typpeä (30 g/l).

MobiN-nitraattiliuos koostuu puhdistamolietteestä talteen otetusta typestä, mutta ei sisällä puhdistamolietettä, joten puhdistamolietteen hyödyntämistä koskeva lainsäädännön ei pitäisi koskea tutkinnan kohteena olevaa nitraattiliuosta. Talteen otettu typpi palvelee myös nykyistä kiertotalouteen ja vesistöjen kunnon ylläpitoon tähtäävää lainsäädäntöä. Puhdistamolietteiden haitta-aineiden kannalta nitraattiliuoksen haitta-ainepitoisuuden voi olettaa olevan täysin merkityksetön.

MobiN-prosessista ja nitraattiliuoksesta on tehtävä kattava selvitys Suomessa lannoitevalmisteista vastaavalle Ruokavirastolle. Virasto määrittelee lannoitteen kelpoisuuden niin yleisesti kuin luonnonmukaisessa tuotannossa. Ruokavirastoon kannattaisi olla yhteydessä mahdollisimman pian, mutta lainsäädännön murroksen vuoksi luokitushakemukset eivät tällä hetkellä etene. Alustavasti Ruokaviraston kanssa voi asiassa kuitenkin edetä, jotta lainsäädännön astuessa voimaan, hakemus olisi valmis käsiteltäväksi. Koska CMC-luokituksen eteenpäin vieminen vie luultavasti paljon aikaa ja vaivaa, olisi kannattavaa lähestyä Ruokavirasto ensisijaisesti kansallisen hyväksynnän tiimoilta ja samalla aloittaa prosessi CMC-luokitusten muuttamiseksi. Jälkimmäisessä on mahdollista, ettei luokitusta ole mahdollista saada, joten hakuprosessin aloittamista on syytä punnita huolella. Muunlaiset käyttötavat nitraattiliuoksella saattaisivat onnistua huomattavasti pienemmällä panoksella.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tarkasteltiin nitraattiliuoksen erilaisia käyttötapoja, konsentraatiomenetelmiä sekä käyttöön liittyvää lainsäädäntöä. Selvityksen tulosten perusteella voidaan suunnitella projektin suuntaa esiin nousseiden hyödyntämiskeinojen lisäselvitysten ja konsentraatiomenetelmien valinnan kannalta. Lainsäädännöllinen selvitys auttaa sekä tuotteistamisen suunnittelun, että lupien hakuprosessien toteuttamisessa.

Selvitykseen valituista konsentraatiomenetelmistä käänteisosmoosin hyviä puolia on tekniikan valmius ja varmuus, mutta huono puoli runsas energiankulutus. Kryokonsentraatio vaikuttaa menetelmänä potentiaaliselta, mutta sopivan mittakaavan tekniikka on vielä osin kehitys- ja testausvaiheessa, joten kiireiseen aikatauluun sen käyttöönotto ei ole mahdollista. Tämän vuoksi on suositeltavaa ottaa ensisijaisesti tarkasteluun käänteisosmoosilaitteiden toimintakyky.

Lainsäädännön suhteen Mobi-N-nitraattiliuos edistää nykyistä kiertotalouteen suuntaavaa kehitystä sekä vesistöjen suojelua ja näin ollen virastojen olettaisi lähtökohtaisesti olevan myötämielisiä tuotteen markkinoille saattamiselle. Lainsäädännön vaatimusten täyttäminen tulee kuitenkin todentaa. Lannoitteiden suhteen on varmistettava erityisesti, että tuote on turvallinen, tasalaatuinen ja tarpeenmukainen. Parhaillaan eletään uuden lannoitelainsäädännön valmisteluvaihetta, joten täyttä varmuutta tulevista kansallisista vaatimuksista ei ole. Suositeltavaa olisi kuitenkin pyrkiä täyttämään EU:n lannoitevalmisteen vaatimukset, jotta MobiN-prosessia ja nitraattiliuosta olisi helpompi markkinoida myös kansallisten rajojen ulkopuolelle. Lannoitevalmisteasetuksen CMC-luokat todennäköisesti aiheuttavat suuria haasteita EU-lannoitevalmistehyväksynnän saamiselle. Mikäli lannoitekäyttöä aiotaan edistää, kannattaa Ruokavirastoon olla mahdollisimman pian yhteydessä ainesosahyväkymisprosessin aloittamiseksi. Ensin yleisten lannoitevalmisteiden suhteen ja tämän jälkeen luonnonmukaiseen tuotantoon liittyen.

Tuotteistamisen kannalta erityisesti lannoitelainsäädännön suurien haasteiden vuoksi olisi kannattavaa tehdä laajempia selvityksiä nitraattiliuoksen käyttömahdollisuuksista. Tässä tutkimuksessa eri käyttötapoja on käsitelty erittäin pintapuolisesti. Myös

konsentraatiomenetelmien kannalta tämä selvitys on vain pohjustava. Työn pääpainopiste on lainsäädännössä, mutta tulevaisuudessa käyttölupia ajetaan yhteistyössä Ruokaviraston kanssa. Lainsäädännön monipuolisuus ja laajuus aiheuttaa väistämättä haasteita sen tulkinnalle, mutta tutkimus antaa kuitenkin pohjaa lupaprosessien aloittamiseen, Ruokaviraston kanssa käytävään keskusteluun ja luokitteluvaihtoehtojen punnitsemiseen. Luokittelu ja luvat ovat lopulta viranomaisten käsissä, joten lopulliset ratkaisut tehdään joka tapauksessa virastojen asiantuntijuuden mukaan.

Tämän tutkimuksen teon aikana 24.2.2022 Venäjä hyökkäsi Ukrainaan, jonka seurauksena erityisesti EU ja Yhdysvallat asettivat Venäjälle kovia talouspakotteita. Merkittävänä kauppakumppanina Venäjän pakotteilla eristäminen vaikuttaa suuresti molempiin osapuoliin. (Toivonen ym., 2022 ja UM, 2022, Romsi, 2022.) Pakotteet aiheuttavat mm. lannoitealalle murrosta, sillä Venäjä on ollut merkittävä lannoitteiden ja näiden raaka-aineiden toimittaja. Kemiallisten lannoitteiden hintojen nousu ja saatavuusongelmat ovat nostaneet kierrätyslannoitteiden kysyntää (Ekman, 2022). Myös kansallisen ja EU:n omavaraisuusasteen ja huoltovarmuuden kasvattaminen tulevaisuudessa lisää todennäköisesti kierrätyslannoitteiden kysyntää ja uudenlaista tahtotilaa muokata myös lainsäädäntöä entisestään kierrätyslannoitteita suosivammaksi. Nykyisen maailmantilanteen vuoksi kierrätyslannoitemarkkinat tulevat kasvamaan, joten ala vaikuttaa lupaavalta. Myös lainsäädännön kannalta tahtotila sallivampaan kierrätyslannoitteiden käyttöön näyttää todennäköiseltä.

LÄHTEET

Aalto-yliopisto. (1.7.2020). Project details. https://www.aalto.fi/en/npharvest/project-details

Anderson, B. (1.12.2018). Nitrate Nitrogen (NO3-N) or Nitrate (NO3-) - Know the difference! https://beef.unl.edu/beefwatch/nitrate-nitrogen-no3-n-or-nitrate-no3-%E2%80%93-know-difference

Auleda, J., Hernández, E., Ibarz, A. ja Raventós, M. (17.2.2006). Concentration of aqueous sugar solutions in multi-plate cryoconcentrator. https://www.researchgate.net/publication/246546012_Concentration_of_aqueous_sugar_solutions_in_a_multi-plate_cryoconcentrator;

AudLong. (n.d.). Reverse Osmosis Drinking Water. Haettu 22.2.2022 osoitteesta http://m.audlong-machine.com/water-treatment-system/reverse-osmosis-drinking-water.html

Berner Oy. (n.d.). Ravinteiden vaikutus kasveihin: pää-, sivu- ja hivenravinteet. Haettu 3.3.2022 osoitteesta https://www.greencare.fi/puutarha/ravinteiden-vaikutus-kasveihin/

BioKymppi Oy. (2021). LuomuKymppi A [tuoteseloste]. https://bio10.fi/wp-content/uploads/2021/03/LuomuKymppi-A-2021.pdf

BioKymppi Oy. (n.d.). Lannoitevalmisteet. Haettu 4.3.2022 osoitteesta https://bio10.fi/?page_id=137

BSAG. (2018). Järki Lannoite –hanke [loppuraportti]. https://www.bsag.fi/wp-content/uploads/2019/07/jarki_lannoite_loppuraportti.pdf

BWT Separtec Oy. (n.d.). Haettu 4.4.2022 osoitteesta https://www.vesisuodatinkauppa.fi/

CAMEO Chemicals (n. d.). Nitrate and Nitrate Compounds, Inorganic. Haettu 2.3.2022 osoitteesta https://cameochemicals.noaa.gov/react/69

Chemifloc. (n.d.). Ferric Nitrate – Iron Nitrate. Haettu 4.3.2022 osoitteesta https://www.chemifloc.com/ferric-nitrate

EGTOP. (2016). Final Report on Organic Fertilizers And Soil Conditioners (II). Expert Group for Technical Advice on Organic Production. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/farming/documents/final-report-egtop-fertilizers-ii_en.pdf

Ekman, M. (1.4.2022). Kierrätyslannoitteiden kysyntä ampaisi kasvuun – moni myy tällä hetkellä ei-oota ja etsii lisää raaka-aineita tuotantoon. https://yle.fi/uutiset/3-12379147

Etelä-Savon kuntaliitto. (16.12.2019). PATE – Pakkaskonsentrointilaitteiden kehitys teollisiin elintarvikeprosesseihin sekä ympäristösovelluksiin [Valintaesitys]. Haettu 7.3.2022 osoitteesta http://etelasavo.oncloudos.com/kokous/2019521-13-1.PDF

Evira. (2018). Luonnonmukainen tuotanto 1: Yleiset ja kasvintuotannon ehdot [Eviran ohje]. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/luomun-lomakkeet/luomutuotannon-ohjeet/eviran_ohje_18219_7_fi_050718.pdf

European Commission. (4.11.2019). Fertilizing Product Regulation implementation [dia-sarja]. https://www.fertilizerseurope.com/wp-content/uploads/2019/12/1_EU-Commission_-FPR-overview-and-implementation.pdf

Filterit Oy. (n.d.). Haettu 4.42022 osoitteesta https://filterit.fi/

Gasum Oy. (2016a). Jätevesitypen talteenotto ja hyödyntäminen kierrätysravinteena; KiertoTyppi-hanke [loppuraportti].

Gasum Oy. (13.9.2016b). Biokaasulaitoksen jätevesistä typpeä talteen 500 kiloa päivässä. https://www.gasum.com/gasum-yrityksena/medialle/uutiset/2016/biokaasulaitoksen-jatevesista-typpea-talteen-500-kiloa-paivassa/

GEA. (n.d.). Haettu 7.3.2022 osoitteesta https://www.gea.com

Gopi, G., K. (27.11.2017). Freeze concentration. https://www.slideshare.net/geekg/freeze-concentration-82825465

HE 21657/2020. (25.11.2021). Hallituksen esitys eduskunnalle lannoitelaiksi ja siihen liittyviksi laeiksi [luonnos]. https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/aaa76ff4-4788-46f8-a2f7-4ac41367f6a8/ada4149c-ba70-4041-9cea-9a17d3547d85/LIITE_20211130150125.pdf

Heinonen, S. (9.3.2022). Sähköpostikeskustelu Ruokaviraston luomuvalvonnan kasvintuotannon ylitarkastajan, Sampsa Heinosen, kanssa.

Horn, S. (7.1.2020). Lannoitteiden ympäristövaikutukset [dia-esitys]. Suomen ympäristökeskus SYKE.

Huttunen M., Kokkonen A. & Kilpeläinen J. (2020). Ohjeistus testattujen kierrätysravinteiden käsittelylle ja käytölle. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/336995/B64.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Hyxo Oy. (n.d.). Eurowater käänteisosmoosilaitteistot (RO). https://www.hyxo.fi/assets/files/2020/09/HYXO_eurowater_RO.pdf

Jaakkola, M. & Mäki, M. (2020). Mikroaaltojen ja kryokonsentraation hyödynnettävyys teollisissa prosesseissa, KryoMikro-hanke. [loppuraportti]

John, M. ja Tolonen, T. (14.3.2022). Teams-palaveri Lappeenrannan yliopiston tutkijatohtorin, Miia Johnin ja Oulun yliopiston projektitutkija Tiina Tolosen, kanssa.

Juvonen, E.-L. (6/2017). Hyvät sadot mahdollisia. Luomu-lehti. (s. 41-42) https://issuu.com/luomulehti/docs/luomulehti_6_2017_issuu

Jätedirektiivi 2018/851. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/851, annettu 30 päivänä toukokuuta 2018, jätteistä annetun direktiivin 2008/98/EY muuttamisesta (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). EUVL L 150 14.6.2018. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=fi

Jätelaki 646/2011. Haettu 12.1. osoitteesta https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646

Komission täytäntöönpanoasetus 2021/1165/EU, annettu 15 päivänä heinäkuuta 2021, tiettyjen luonnonmukaisessa tuotannossa käytettävien tuotteiden ja aineiden sallimisesta ja niiden luetteloiden laatimisesta (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti) EUVL L253/13 16.7.2021, s. 25-29. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1165&from=FI

Laki luonnonmukaisesta tuotannosta 1330/2021. Haettu 8.3.2022 osoitteesta https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20211330

Lannoitevalmisteasetus 2019/1009/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 2019/1009/EU, annettu 5 päivänä kesäkuuta 2019, EU-lannoitevalmisteiden asettamisesta saataville markkinoilla koskevien sääntöjen vahvistamisesta ja asetusten (EY) N:o 1069/2009 ja (EY) N:o 1107/2009 muuttamisesta sekä asetuksen (EY) N:o 2003/2003 kumoamisesta (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). EUVL L 170 25.6.2019. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1009&from=EN

Lannoitevalmistelaki 539/2006. Haettu 8.3.2022 osoitteesta https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060539

Luke. (n.d.). Kaikki irti lannasta. Opas hyvään lannankäsittelyyn. https://projects.luke.fi/manurestandards/wp-content/uploads/sites/25/2019/11/Kaikki-irti-lannasta-FINAL.pdf

Luomuasetus 2018/848/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2018/848, annettu 30. päivänä toukokuuta 2018, luonnonmukaisesta tuotannosta ja luonnonmukaisesti tuotettujen tuotteiden merkinnöistä ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 834/2007 kumoamisesta. EUVL L 150 14.6.2018. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0848

LUT. (8.1.2015). Jäteveden jäätyessään jätevesi puhdistuu – sovelluksia kaivannaisteollisuuteen. LUT-yliopisto. https://www.lut.fi/uutiset/-/asset_publisher/h33vOeufOQWn/content/jateveden-jaatyessa-jatevesi-puhdistuu-%E2%80%93-sovelluksia-kaivannaisteollisuuteen-

LUT. (25.2.2019). Tutkimus: Jäädytyskiteytys puhdistaa tehokkaasti jätevesiä. LUT-yliopisto. https://www.lut.fi/uutiset/-/asset_publisher/h33vOeufOQWn/content/tutkimus-jaadytyskiteytys-puhdistaa-tehokkaasti-jatevesia

Materiaalitori. (n.d.). Tietoa palvelusta. Haettu 22.2.2022 osoitteesta https://www.materiaalitori.fi/tietoa-palvelusta

MMM 45/1994. Maa- ja metsätalousministeriön päätös lannoitteista. Haettu 8.3.2022 osoitteesta https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940045

MMM. (2021a). Lannoitelaki MMM 072;00/2020 [säädösvalmistelu]. Maa- ja metsätalousministeriö. Haettu 27.1.2022 osoitteesta https://mmm.fi/hanke2?tunnus=MMM072:00/2020

MMM. (2021b). Luomu 2.0 - Suomen kansallinen luomuohjelma vuoteen 2030. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2021:13 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163286/MMM_2021_13.pdf?sequence=4&isAllowed=y

National Library of Medicine (n.d.). Nitrate. Haettu 3.3.2022 osoitteesta https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/nitrate

Nitraattiasetus 1250/2014. Valtioneuvoston asetus eräiden maa ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014. https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141250

Nitraattidirektiivi 91/676/ETY. Neuvoston direktiivi, annettu 12 päivänä joulukuuta 1991, vesien suojelemisesta maataloudesta peräisin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta 91/676/ETY. EUVL L 375 31.12.91 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0676&from=FI

Novarbo Oy. (n.d.) Lannoitteet viheralueille [esite]. Haettu 9.3.2022 osoitteesta https://www.novarbo.fi/media/novarbo/esitteet/viheraluelannoitteet_web.pdf

Palko, J. (23.2.2022). Henkilökohtainen keskustelu Envitop Oy:n toimitusjohtajan, Jukka Palkon kanssa.

Palko, J. ja Piirainen, E. (2019). Typen kierrätys jätevesistä Envistone-menetelmällä. Miten se tehdään. [dia-sarja].

ProMinent Finland Oy. Haettu 3.3. osoitteesta https://www.prominent.fi/fi/Tuotteet/Tuotteet/Kalvotekniikka-ja-kalvosuodatus/pg-membrane-technology-and-filtration.html

Jätevesilietedirektiivi 86/278/ETY. Euroopan neuvoston direktiivi 86/278/ETY, annettu 12 päivänä kesäkuuta 1986, ympäristön, erityisesti maaperän, suojelusta käytettäessä puhdistamolietettä maanviljelyssä. EUVL L 181 4.7.86. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986L0278&from=FI

Ranade, V. V. ja Bhandari, V. M. (2014). Industrial Wastewater Treatment, Recycling and Reuse. Butterworth-Heinemann.

Rantanen, P., Aurola, A.-M., Hakkila, K., Hernesmaa, A., Jorgensen, K., Laukkanen, R., Melasniemi, H., Meriluoto, J., Nikandeer, S., Pelkonen, M., Renko, E., Valve, M. ja Pauli, A. (2019). Biologisen fosforin- ja typenpoiston tehokkuus, prosessiohjaus ja mikrobiologia. Suomen ympäristökeskus. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40575/SY_318.pdf?sequence=1

RavinneRenki. (n.d.). Typpi ja typpilannoitemäärät. Haettu 7.3.2022 osoitteesta https://ravinnerenki.savonia.fi/images/Typpi_ja_typpilannoitem%C3%A4%C3%A4r%C3%A4t.pdf

Romsi, V. (11.3.2022). EU:n huippukokous päättyi Versailles'ssa - Venäjäle tulossa neljäs pakotepaketti, Marin: Talouspakotteet kovia ja Eurooppakin kärsii niistä. https://yle.fi/uutiset/3-12353848

Ruokavirasto. (31.12.2021). Luonnonmukaiseen tuotantoon soveltuvat lannoitevalmisteet, "Luomulannoiteluettelo". https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/luomutilat/lannoite-ja-torjunta-aine/luomulannoiteluettelo-2022-1a.pdf

Ruokavirasto. (6.3.2019a). Tyyppinimi. https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/lannoitelan-toiminta/lainsaadanto/tyyppinimi/

Ruokavirasto. (3.7.2019b). Uusi asetus tuo markkinoille CE-merkityt EU-lannoitevalmisteet. https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/uutiset/eun-lannoitevalmisteasetus-julkaistu/

Ruokavirasto. (n.d.-a). Ruokavirasto. Haettu 22.2.2022 osoitteesta https://mmm.fi/ruokavirasto

Ruokavirasto. (n.d.-b). Kansallinen lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelo. Haettu 8.3.2022 osoitteesta https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yritykset/lannoiteala/tiedostot/tyyppinimiluettelo_konsolidoitu_22_11_2019.pdf

Ruokavirasto. (n.d.-c). Haitalliset aineet. Haettu 7.3.2022 osoitteesta https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/haitalliset-aineet-ja-hygienia/

Ruokavirasto. (n.d.-d). Lannoitevalmisteisiin liittyvät lomakkeet ja ohjeet. Haettu 4.3.2022 osoitteesta https://www.ruokavirasto.fi/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/lannoitevalmisteet/

Ruokavirasto. (n.d.-e) Luomun lomakkeet ja ohjeet. Haettu 4.3.2022 osoitteesta https://www.ruokavirasto.fi/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/luomun-lomakkeet-ja-ohjeet/

Räisänen, M. (14.3.2022). Sähköpostikeskustelu Sotkuman tutkimusasema Oy:n Mikko Räisäsen kanssa.

Soilfood Oy. (n.d.). Lannoitteet. Haettu 9.3.2022 osoitteesta https://soilfood.fi/tuotekategoria/lannoitteet/

Sulzer Ltd. (n.d.). Haettu 7.3.2022 osoitteesta https://www.sulzer.com/

Suomalainen taimi. (n.d.). Lannoitus. Haettu 2.3.2022 osoitteesta https://www.suomalainentaimi.fi/content/fi/1/20133/Lannoitus.html

Suomen luontoyrittäjyysverkosto ry. (n.d.). PATE – Pakkaskonsentrointilaitteiden kehitys teollisiin elintarvikeprosesseihin sekä ympäristösovelluksiin. Haettu 7.3.2022 osoitteesta https://www.aitoluonto.fi/tutkimus-ja-kehittaminen/hankerekisteri/hankerekisteri/pate---pakkaskonsentrointilaitteiden-kehitys-teollisiin-elintarvikeprosesseihin-seka-ymparistosovelluksiin/

Tampio, E., Vainio, M., Virkkunen, E., Rahtola, M. ja Heinonen, S. (2018). Opas kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille. Luonnonvarakeskus, Helsinki, 2018. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/542240/luke-luobio_37_2018_2X.pdf?sequence=8&isAllowed=y

TEM. (n.d.-a). Mikroaaltojen ja kryokonsentraation hyödynnettävyys teollisissa prosesseissa [Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittaman hankkeen kuvaus].

Työ- ja elinkeinoministeriö. Haettu 7.3.2022 osoitteesta https://www.eura2014.fi/rrtiepa/projekti.php?projektikoodi=A72894

TEM. (n.d.-b). PATE - Pakkaskonsentrointilaitteiden kehitys teollisiin elintarvikeprosesseihin sekä ympäristösovelluksiin [Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittaman hankkeen kuvaus]. Työ- ja elinkeinoministeriö. Haettu 7.3.2022 osoitteesta https://www.eura2014.fi/rrtiepa/projekti.php?projektikoodi=A76049

Teollisuuden Vesi. (n.d.). Haettu 4.4.2022 osoitteesta https://www.teollisuudenvesi.fi/

Toivonen, J., Parviala, A & Muilu, H. (22.2.2022). EU päätti Venäjä-pakotteista: Listalla 27 tahoa sekä separatistialueiden tunnustamisen puolesta äänestäneet duuman jäsenet, ei Putinia. https://yle.fi/uutiset/3-12329171

Tukiainen, H. (9.3.2022). Henkilökohtainen keskustelu Yara Suomi Oy:n Hannu Tukiaisen kanssa.

Ulkoministeriö. (16.3.2022). Venäjä: pakotteet. https://um.fi/ajankohtaista/-/asset_publisher/gc654PySnjTX/content/ukrainan-tilanne-pakotteet/385142

Uusiouutiset. (14.9.2016). Jätevedestä epäorgaanista typpilannoitetta. https://www.uusiouutiset.fi/jatevedesta-epaorgaanista-typpilannoitetta/

Vaikuta vesiin. (n.d.). Ravinteiden kierrätyksen tehostaminen. Maa- ja metsätaloudessa sekä yhdyskunnisssa muodostuvien nestemäisten rejektien sisältämän typen talteenotto ja tuotteistaminen ravinneliuokseksi Envistone-menetelmällä. Haettu 3.3.2022 osoitteesta https://seuranta.vaikutavesiin.fi/merenhoidon-toimenpiteet/ravinteiden-kierratyksen-tehostaminen/

Valtioneuvosto. (2018). Materiaalitori. Jätteiden ja sivuvirtojen sähköinen markkinapaikka –hanke. https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM016:00/2018

Valtioneuvosto. (3.7.2019). Uusi EU-lannoitevalmisteasetus vauhdittaa orgaanisten ja jätepohjaisten lannoitevalmisteiden käyttöä [tiedote]. https://valtioneuvosto.fi/-

/1410837/uusi-eu-lannoitevalmisteasetus-vauhdittaa-orgaanisten-ja-jatepohjaisten-lannoitevalmisteiden-kayttoa

Venelampi, O. (9.3.2022). Henkilökohtainen keskustelu Ruokaviraston kasvien tuonti- ja lannoitejaoston päällikön, Olli Venelammen, kanssa.

Vesipuitedirektiivi 2000/60/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY, annettu 23 lokakuuta 2000, yhteisön vesipolitiikan puitteista. EUVL L 327 22.12.2000. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0010.02/DOC_1&format=PDF

Vieno, N., Sarvi, M., Salo, T., Rämö, S., Ylivainio, K., Pitkänen, T. ja Kusnetsov, J. (2018). Puhdistamolietteiden sisältämien haitta-aineiden aiheuttamat riskit lannoite-käytössä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 58/2018. Luonnonvarakeskus. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/543281/luke-luobio_58_2018.pdf?se-quence=1&isAllowed=y

Viherympäristöliitto. (2021). Ajankohtaista lainsäädännöstä: Lannoitevalmistelain uudistus etenee. VY-lehti 6/2021. https://www.vyl.fi/viherymparisto/lehdet/jutut/vy-6-2021/lannoitevalmistelain-uudistus-etenee/

Vilpanen, M. (2017). Kansallinen laatujärjestelmä kierrätyslannoitevalmisteille [taus-taraportti]. Vesilaitosyhdistys. https://www.vvy.fi/site/assets/files/1600/kansalli-nen_laatujarjestelma_kierratyslannoitevalmisteille_taustaraportti_23112017.pdf

Vuorinen, A. (2013). Mitä puhdistamoliete on? Puhdistamolieteopas 4-5. https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas_2020_lin-kit_1.pdf

WatMan. (n.d.). Miten tulkita yleisimpien vesitutkimusten tuloksia? Haettu 25.3.2022 osoitteesta https://www.watman.fi/pdf/vedenlaatu.pdf

Yara. (n.d.). YaraBela-typpilannoitteet. Haettu 2.3.2022 osoitteesta https://www.yara.fi/lannoitus/lannoitteet/yarabela/

Yara Suomi Oy. (3.4.3009). Tunnista typen puutosoireet kasvustosta – typpi ravinteena. https://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/04/03/tunnista-typen-puutosoireet-kasvustosta-typpi-ravinteena

Ylhäinen, A. (22.1.2014). Suuri lannoitekatsaus. Käytännön Maamies. https://kaytannonmaamies.fi/suuri-lannoitekatsaus/

YM. (2019). Ravinteiden kierrätyksen toimenpideohjelma. 2019-2030. Ympäristöministeriö. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ravinteiden-kierratyksen-toimenpideohjelma-2019-2030-allekirjoitettu-D7F9043A_0090_4785_B029_9C119B566BDD-146284.pdf/3896ea79-abd4-8d86-7b1f-6e615e6fe054/Ravinteiden-kierratyksen-toimenpideohjelma-2019-2030-allekirjoitettu-D7F9043A_0090_4785_B029_9C119B566BDD-146284.pdf?t=1603260574640

YM. (2020). Ravinteiden kierrätyksen ja jätevesien käsittelyn energiatehokkuuden hankkeiden avustushaku 2020. Ympäristöministeriö. https://ym.fi/documents/1410903/33891761/Ravinteiden+kierr%C3%A4tyksen+ja+j%C3%A4tevesien+k%C3%A4sittelyn+energiatehokkuuden+hankkeiden+avustushaku+2020.+Rahoitetut+hankkeet.pdf/f01c9f15-7481-be0d-1866-926dcfd5b703/Ravinteiden+kierr%C3%A4tyksen+ja+j%C3%A4tevesien+k%C3%A4sittelyn+energiatehokkuuden+hankkeiden+avustushaku+2020.+Rahoitetut+hankkeet.pdf?t=1610005074486

YM. (n.d). Ympäristöministeriö. Ravinteiden kierrätyksen edistämistä ja Saaristomeren tilan parantamista koskeva ohjelma. Haettu 22.2.2022 osoitteesta https://ym.fi/ravinteidenkierratys

LIITE 1

DOSSIER CONCERNING THE REQUEST TO AMEND ANNEX II TO COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION 1165/2021[1]

Fertilisers, soil conditioners and nutrients referred to in Article 24 (1)(b) of Regulation (EU) No 848/2018[2] to be evaluated for use in EU organic production

Article 24 (7) of Regulation (EU) No 848/2018:

"Where a Member State considers that a product or substance should be added to or withdrawn from the lists of authorised products and substances referred to in paragraphs 1 and 2, or that the specifications of use referred to in the production rules should be amended, it shall ensure that a dossier giving the reasons for the inclusion, withdrawal or other amendments is officially sent to the Commission and to the other Member States and is made publicly available, subject to Union and national legislation on data protection. The Commission shall publish any requests referred to in this paragraph."

1 GENERAL INFORMATION ON THE REQUEST

Nature of the request	☐ Inclusion ☐ Deletion ☐ Change of disposition
Request introduced by	[Member State] Contact e-mail:
Date	

Please indicate if the material provided is confidential

1 Requested inclusion/deletion/amendment

Name of additive / substance	Primary use/conditions

2 Status

Authorization in general agriculture or food processing

Historic use

[1] EUR-Lex - 32021R1165 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

[2] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0848&from=EN

Regulatory status (EU, national, others) (including expiry dates of authorisation if applicable)

3 Identification[3]

Identification of substance, terminology, synonyms

Chemical name(s)
Other names
Trade name
CAS code (Chemical Abstracts Systematic Names)
Other code(s)

4 Aspects related to the relevance and priority of the request

Geographical relevance (Member States, regions, …)
Socio-economic relevance (acreage, turnover, number of stakeholders affected, …)
Sectors affected
Stakeholder engagement/consultation in dossier preparation
Market presence: availability (quantity / quality) and origin (local / imported)
Aspects of international harmonization / market distortion
A (possible) authorization leads to amendment(s) in the respective Annex[4]
Other aspects justifying high priority, such as • relevance for the development of a new organic production sector, • addressing of a newly upcoming problem in production or a quarantine organism, • addressing a recent development in agricultural policies, • addressing a new trend in consumer preferences/nutritional habits or new developments in food technology, • addressing a declared goal of organic farming.

[3] To be filled in only when applicable

[4] It should be carefully analysed whether the specific use of a substance is already (implicitly) authorized or not. This is to avoid the following conclusion: "The Group considers that the use of … is in line with the objectives, criteria and principles of the organic regulation. There is no need for amendment of the specific conditions of Annex …"

5 Characterisation

Raw materials, methods of manufacture

Composition/ingredients
Relevant nutrients and trace elements content
Basic physical properties
Solubility
Origin of raw materials, production methods

6 Specification of use

Agronomic use

Fertiliser or soil conditioner
Application method
Dosage
Stage of plant development
Physiological effect, mode of action

7 Reasons for the inclusion, withdrawal or amendments

Explain the need for the proposed fertilizer or soil conditioner or nutrient
What alternative solutions are currently authorised or possible?
Is there any traditional use or precedents in organic production?

8 Consistency with objectives and principles of organic production

Please use the checklist in Annex A to this dossier to indicate consistency with objectives and principles of organic production, as well as criteria and general rules, laid down in Council Regulation (EC) 834/2007 Title II and Title III as applicable.

9 Impact

Environment
Animal health and welfare
Human health
Food quality and authenticity

10 Other aspects

Various aspects, further remarks

11 References

12 Annexes

Annex A

CHECKLIST FOR CONSISTENCY
with objectives and principles of organic production with reference to specific articles in the organic regulation

Criteria	**Specific articles in Regulation (EU) 848/2018**	**Fulfilled? Yes / no / not applicable**	**Brief qualification**
Exclude the use of GMOs and products produced from or by GMOs	Art. 3(58)(59)(60); Art. 5(f)(3); Art. 11; Art. 30(4)		
Enhances the health of soil, water, plants and animals	Art. 4(b)		
High level of biodiversity	Art. 4(c) and (i); Art 6(a)		

Criteria	Specific articles in Regulation (EU) 848/2018	Fulfilled? Yes / no / not applicable	Brief qualification
Makes responsible use of energy and the natural resources, such as water, soil, organic matter and air	Art. 3(a)(iii)		
Aim at producing products of high quality	Art. 5(d)		
Aim at producing a wide variety of foods and other agricultural products……goods produced by the uses of processes that do not harm the environment, human health, plant health or animal health and welfare	Art. 5 (d)		
Use living organisms and mechanical production methods	Art. 5(f)(i)		
Limited to natural or naturally-derived substances	Art. 5(g)(ii)		
For chemically synthesized inputs: appropriate management practices do not exist	Art. 4(c)(i)		
For chemically synthesized inputs: organic, natural or naturally-derived alternative substances are not available on the market	Art. 24(5)		
For chemically synthesized inputs: use of organic, natural or naturally-derived alternative substances contributes to unacceptable environmental impacts	Art. 24(5)		
Maintenance of plant health primarily by preventative measures, such as resistant species/varieties, appropriate crop rotations, cultivation techniques, mechanical and physical methods, thermal processes and the protection of natural enemies of pests	Art. 3(4)		
All plant production techniques used shall prevent or minimise any contribution to the contamination of the environment	Art. 3(5)		

Criteria	Specific articles in Regulation (EU) 848/2018	Fulfilled? Yes / no / not applicable	Brief qualification
The corresponding use is authorised in general agriculture […]	Art. 9 (3)		
Their use is necessary for sustained production and essential for its intended use	Art. 24(3)(a)		
All products and substances shall be of plant, animal, microbial or mineral origin …	Art. 24(3)(b)		
… except where products or substances from such sources are not available in sufficient quantities or qualities or if alternatives are not available	Art. 24(3)(b)		
Their use is essential for the control of a harmful organism or a particular disease for which other biological, physical or breeding alternatives or cultivation practices or other effective management practices are not available	Art. 24(3)(c)(i)		
If products are not of plant, animal, microbial or mineral origin and are not identical to their natural form, they may be authorised only if their conditions for use preclude any direct contact with the edible parts of the crop	Art. 24(3)(c)(ii)		
Products and substances to be withdrawn or their use amended/ limited	Art. 24(7)		
Others: please specify			