



LIETELANNAN SEPAROINTI: KEMIALLISEN SEPAROINNIN PILOTOINTI KIPSIN JA MAG- NESIUMOKSIDIN AVULLA



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Heikki Ollikainen	
Työn nimi Lietelannan separointi: Kemiallisen separoinnin pilotointi kipsin ja magnesiumoksidin avulla	
Päiväys 14.4.2015	Sivumäärä/Liitteet 79/21
Ohjaaja(t) projekti-insinööri Arja Ruokojärvi, opettaja Teemu Räsänen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-amk, MTT, Pohjois-Savon sekä Pohjois-Karjalan ja Etelä-Savon ProAgriat, Suomen ympäristökeskus sekä Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry.	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö toteutettiin osana Ravinnehävikin euroiksi -hankkeen Uudet menetelmät ja niiden pilotointi -kokonaisuutta. Insinööritöiden tavoitteena oli tutkia lietelannan erilaisia separointikeinoja sekä kemiallisen separoinnin pilotointia kahdessa kokoluokassa kalsiumsulfaatin ja magnesiumoksidin avulla.</p> <p>Aluksi tehtiin pullokoesarja. Pullokoesarjasta suoritettiin SFS 3008 standardin mukaan TS/VS määrityksiä nestejakeesta, kuivajakeesta ja raakalietteestä ennen kokeiden aloitusta. Separoinnin jälkeen TS/VS määritykset tehtiin muodostuneesta nestefaasista ja pohjafaasista. Näytteistä analysoitiin liukoinen typpi ja -fosfori sekä kokonaistyyppi, -fosfori ja -kalium. Säiliömittakaavan koesarja toteutettiin kuudessa 1 m³ kokoluokan säiliössä. TS/VS-määritykset tehtiin neste-, kuivajakeesta ja raakalietteestä ennen kokeita sekä kokeiden jälkeen pinta- ja pohjafaaseista. Koesarjan näytteistä analysoitiin liukoinen typpi ja -fosfori sekä kokonaistyyppi ja -fosfori.</p> <p>Pullokoesarjassa kemiallinen separointi onnistui erittäin hyvin. Parhaimmillaan 83 % muodostuneen nestefaasin kokonaisfosforista saostui. Suurimmillaan 82 % liukoisesta fosforista oli saostunut. Raakalietteellä kemiallisen separoinnin tuloksena 73 % kokonaisfosforista saostui. Kaliumin määrissä ei tapahtunut merkittäviä muutoksia. Kokonaistyyppien osuus oli laskenut hieman muodostuneissa nestefaaseissa. Parhaimmat tulokset saatiin kemikaaliannoksilla 1 ja 3 g/kg*TS %. Säiliökoesarjan separointitulokset eivät yltäneet pullokoesarjan tasolle. Säiliöiden moottorisekoitin oli alimitoitettu, joten kemikaalit eivät sekoittuneet kunnolla. Kuivajakeen puuttuminen sekä korkea TS-pitoisuus vaikuttivat tuloksiin. Säiliökoe tulisi toistaa tehokkaamman moottorisekoittimen kanssa sekä usealla kemikaaliannoksella että pienemmällä TS-pitoisuudella separoinnin optimoimiseksi. Kootut separointimetodit sekä pullo- ja säiliökoesarjan tulokset toimivat hyvänä pohjana tulevaisuuden hankkeille.</p>	
Avainsanat separointi, kemiallinen separointi, kipsi, magnesiumoksidi, kokonaistyyppi, kokonaisfosfori, typpi, fosfori	



Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Heikki Ollikainen			
Title of Thesis Liquid Manure Separation Techniques: Piloting Chemical Separation with Calcium Sulfate and Magnesium Oxide			
Date	14 April 2015	Pages/Appendices	79/21
Supervisor(s) Ms Arja Ruokojärvi, Project Engineer, Mr Teemu Räsänen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences, MTT (Agrifood Research Finland), ProAgria Advisory Centres of North Savo, North Karelia and South Savo, Finnish Environment Institute and Water Protection Association of Savo-Karelia.			
Abstract <p>The thesis was done as part of the "RAE - Turning of Nutrient Losses into Profits Project": The new methods and their piloting. The main goal of the thesis was to examine a variety of liquid manure separation methods and a piloting of chemical separation in two sizes with calcium sulfate and magnesium oxide.</p> <p>Total solids/volatile solids (TS/VS) definitions from the bottle test series were made before the start of the test from liquid fraction, dry fraction and from raw manure and also after separation from the formed liquid phase and bottom phase according to the SFS 3008 standard. Soluble nitrogen and soluble phosphorus and total nitrogen, total phosphorus, total potassium were analysed from the samples. Tank scale test series were carried out in six 1 m³ containers. TS/VS definitions were made before tests from liquid fraction, dry fraction and from raw manure. After tests TS/VS definitions were made from the surface and from the bottom phases. Soluble nitrogen and soluble phosphorus and total nitrogen, total phosphorus were analysed from the samples.</p> <p>The chemical separation from the bottle test series was very successful. From the best test bottles 83 % of total phosphorus was precipitated from the liquid fraction and 82 % of the soluble phosphorus was precipitated. The results show that 73 % of total phosphorus is precipitated from raw manure. In the quantities of potassium there were no significant changes. Total nitrogen ratio had fallen slightly. The best results were obtained with chemical doses of 1 and 3 g/kg* TS %. The results of tank test series separation did not reach the level of bottle test series. The motor mixer of the tanks was underpowered, so the chemicals did not mix properly. The lack of dry fraction and high concentration of TS influenced to the results. Tank test series should be repeated with a more efficient motor mixer and with multiple chemical doses and with slurry that has a lower TS concentration. The collected separation methods as well as the results of bottle test series and tank test series are a good basis for future projects.</p>			
Keywords Separation, chemical separation, calcium sulfate, magnesium oxide, total nitrogen, total phosphorus, nitrogen, phosphorus			



SAVONIA

ESIPUHE

Haluaisin kiittää Savonia-ammattikorkeakoulua ja RAE -hankkeen eri toimijoita mahdollisuudesta tehdä tämä insinööriyö sekä projekti-insinööri Arja Ruokojärveä ja tuntiopettaja Teemu Räsästä tämän insinööriyön ohjauksesta. Suuret kiitokset kuuluvat myös projekti-insinööri Maarit Janhuselle käytännön työn ohjauksesta ja tuesta. Haluaisin kiittää myös vanhempiani Esa Ollikaista ja Tyyne Ollikaista sekä tyttöystävääni Katariina Makkosta suuresta tuesta opinnäytetyötä tehdessä.

Lopuksi haluaisin kiittää vielä kaikkia luokkatovereitani hienoista opiskeluvuosista ja toivottaa menestystä tulevaisuudessa.

Kuopiossa 7.4.2015

Heikki Ollikainen

SISÄLTÖ

JOHDANTO	7
1.1 Tausta ja tavoitteet	7
1.2 RAE -hanke	7
2 LIETELANNAN KÄYTTÖÄ KOSKEVAT RAJOITUKSET JA MÄÄRÄYKSET	10
2.1 Nitraattiasetus (Vna 2014/1250)	10
2.1.1 Lannan varastoinnin rajoitukset	10
2.1.2 Lannoitteiden käytön rajoitukset	11
2.1.3 Typpilannoitemäärät	11
2.2 Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta (Vna 2015/235)	13
2.2.1 Ympäristökorvauksen määrä	13
2.2.2 Ravinteiden käyttö	14
2.3 Lannoitevalmistelaki 539/2006	14
3 LIETELANNAN OMINAISUUDET	15
3.1 Ravinteet ja niiden kierto	15
4 LIETELANNAN SEPAROINTI	18
5 PASSIIVINEN SEPAROINTI	19
5.1 Laskeutusallas	19
5.2 Suotomuuri (Weeping walls)	19
5.3 Geotuubi	20
6 MEKAANINEN SEPAROINTI	21
6.1 Seulaseparaattorit	21
6.1.1 Vinoseula	21
6.1.2 Täryseula ja pyörivä seula	21
6.1.3 Porraskuljettimella varustettu kanavaseula	22
6.2 Separointi puristuksen avulla	23
6.2.1 Harjasseula/rullapuristin	23
6.2.2 Rei'itetty rullapuristin, vyöpuristin ja ruuvipuristin	23
6.2.3 Suodatinpuristin	24
6.3 Sykloni ja sentrifuugiseparaattorit	24
6.3.1 Hydrosykloni	24
6.3.2 Sentrifuugi	25

6.4	Kehittyneitä menetelmiä lietelannan separointiin	25
6.4.1	Käänteisosmoosi	25
6.4.2	Haihdotus.....	26
7	KEMIALLINEN SEPAROINTI	28
7.1	Fosforin ja kiintoaineen saostus ja kiteytys	28
7.2	Rauta ja kalkkisaostus	28
7.3	Fosforin kiteytys struviittina eli fosfaattina ja/tai apatiittina	29
8	PULLOKOESARJA.....	31
8.1	Koejärjestelyt	31
8.2	Tulokset	33
9	SÄILIÖMITTAKAAVAN KOESARJA.....	39
9.1	Koejärjestelyt	39
9.2	Tulokset	43
10	JOHTOPÄÄTÖKSET	52
10.1	Pullokokeen johtopäätökset	52
10.2	Säiliökoe johtopäätökset.....	52
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	55
	LIITE 1: PIENENMITTAKAAVAN KOKEEN TULOKSET.....	59
	LIITE 2: PULLOKOKEEN TULOKSET	64
	LIITE 3: SÄILIÖKOKEEN TULOKSET	69
	LIITE 4: MgO ANALYYSI 10.2.2015 YARA	79

JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyö on osa RAE -hankkeen "Uudet menetelmät ja niiden pilotointi" kokonaisuutta. Yhtenä osana toimenpidekokonaisuudessa on tutkia uusien menetelmien soveltuvuutta lannan prosessointiin Itä-Suomen tiloilla sekä edistää uusien menetelmien käyttöönottoa. Opinnäytetyössä on tarkoituksena tarkastella erilaisia lietalannan separointikeinoja sekä testata fosforin kemiallisen separoinnin toimivuutta kahdessa kokoluokassa. Kemikaaleina separoinnissa käytetään kalsiumsulfaattia (kipsiä) ja magnesiumoksidia.

Ensimmäinen koesarja toteutetaan 5 l (duran)pulloissa ruuvipuristimella separoidulle nestejakeen ja kuivajakeen seokselle. Ensimmäisen koesarjan tarkoitus on todentaa Maarit Janhusen tekemän pienen mittakaavan koesarjan koeparametrien oikeellisuutta suuremmassa mittakaavassa. Pullokoesarjassa tarkastellaan eri faasien muodostumista, fosforin saostuvuutta sekä typen ja kaliumin mahdollisia muutoksia kemiallisen separoinnin seurauksena. Toisen koesarjan tarkoitus on testata koeparametrien toimivuutta lähempänä maatilamittakaavaa, 1 m³ kokoisissa säiliöissä. Koesarja toteutettiin neljänä rinnakkaisena ruuvipuristimella separoidulle nestejakeelle. Lisäksi koesarjaan kuuluu kaksi rinnakkaista näytettä nestejakeen ja lietalannan seokselle. Koesarjassa tarkastellaan samoja parametreja kuin pullokoesarjassa.

1.2 RAE -hanke

RAE -hankkeen yhtenä tavoitteena oli edistää ravinteiden tehokkaampaa hyödyntämistä ja näin vähentää maataloudesta vesistöihin tulevaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Hankkeessa edistettiin tehokkaampien menetelmien käyttöönottoa ja testattiin uusien ja olemassa olevien menetelmien käytännöllisyyttä, arvioitiin vaikuttavuutta sekä kustannustehokkuutta Itä-Suomen alueella. Suurin painopiste hankkeella oli karjalannan energia- ja ravinnetehokas käyttö, sekä uusimman käsittely- ja levitysteknologian käytön edistäminen. Hankkeen avulla pyrittiin lisäämään maatalousyrittäjien ympäristötietoutta ja parantamaan myönteistä asennetta ympäristönhoitoon. Lisäksi tavoitteena oli edistää maatalousyrittäjien kilpailukykyä ja rahallista tuottoa ravinteiden paremman sekä tehokamman hyötykäytön avulla.

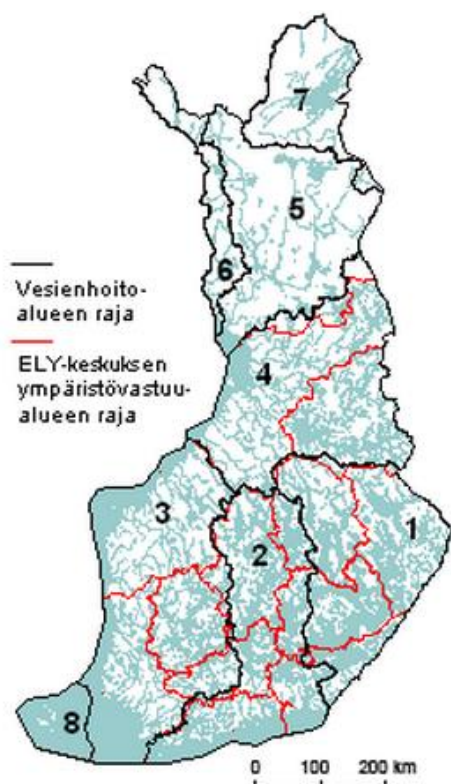
Suomen liittyessä Euroopan Unioniin maanviljelyn luonne muuttui pienimuotoisesta ja paikallisesta ravinteita kierrättävästä toiminnasta suuriin, keskittyneisiin/tehokkaisiin toimintayksiköihin. Tämän myötä maatalouden kuormittavuus ympäristöön on kasvanut ja maataloudesta on tullut Suomen vesistöjen suurin ravinnekuormittaja. Kuormituksen kasvu on heikentänyt vesistöjen kuntoa. Tekniikan kehittyminen ja ihmisten ympäristötietoisuuden lisääntyminen ovat edesauttaneet, että maatalouden ympäristövaikutuksiin on alettu kiinnittämään enemmän huomiota sekä on löydetty uusia keinoja ravinnepäästöjen vähentämiseksi.

Vuonna 2009 valmistuneessa vesienhoitosuunnitelmassa Suomi on jaettu kahdeksaan vesienhoito-alueeseen:

1. Vuoksen alue
2. Kymijoen-Suomenlahden alue
3. Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren alue
4. Oulujoen-Iijoen alue
5. Kemijoen alue
6. Torniojoen alue
7. Tenon, Näätämöjoen ja Paatsjoen alue (yhdessä Norjan kanssa)
8. Ahvenanmaa huolehtii itse vesiputedirektiivin toimeenpanosta ja muodostaa oman vesienhoito-alueen

Kuva 1 esittää vesienhoitoalueen rajoja (ymparisto.fi). Toimenpiteet on jaettu vesistöreiteittäin sekä aihealueittain eri toimintasektoreihin: maatalous, metsäteollisuus, turvetuotanto, vesistökuunnostus sekä yhdyskunnat ja haja-asutuksen jätevesikäsitely. Vanha vesienhoitosuunnitelma oli voimassa vuoteen 2015 asti ja uusi toimenpideohjelmasuunnitelman kuuleminen vesienhoidon, merenhoidon ja tulvavahinkojen ehkäisystä on käynnissä 31.3.2015 saakka. Päivitetyin vesienhoitosuunnitelman on tarkoitus valmistua vuoden 2015 aikana ja astua voimaan vuonna 2016 sekä jatkua vuoteen 2020 saakka. Uuden vesienhoitosuunnitelman yhtenä lähtökohtana on saavuttaa vesistöjen tilaksi vähintään hyvä vuoteen 2020 mennessä. (ely-keskus.fi).

Kuopio ja osa Pohjois-Savosta sekä Etelä-Savosta kuuluu Vuoksen vesistöhoitoalueeseen. Vuoksen vesistöreitien suurin ravinnekuormittaja on maatalous, erityisesti fosforin ja typen osalta. Huomattavaa on, että maatalouden pinta-ala Vuoksen vesistöreitien valuma-alueesta on vain ~6 %. Maatalouden suuri kuormittavuus vesistöihin koostuu pääasiassa pelloilta huuhtoutuvista ravinteista. Pienempiä ravinnepäästöjä syntyy myös navetoista, lantaloista ja rehusiloista tulevista ravinteista sekä ulosteperäisistä bakteereista. (RAE -Hankesuunnitelma, 3. Hankkeen tausta, tarve ja tarkoitus.)



Kuva 1. Vesienhoitoalueiden rajat
(Suomen ympäristökeskus SYKE 2014-09-09)

Hanketta koordinoi Savonia-ammattikorkeakoulu. Yhteistyökumppaneina hankkeessa olivat Luke Kotieläintutkimus Maaninka, Pohjois-Savon sekä Pohjois-Karjalan, Etelä-Savon ProAgriat, Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry että Suomen ympäristökeskus SYKE. Hanke sai rahoitusta Manner-Suomen maaseudun kehittämissohjelmasta 2007–2013. Opinnäytetyön tilaajan edustajana toimii Savonia-ammattikorkeakoulun projekti-insinööri Arja Ruokojärvi.

Hankkeen suurin kohderyhmä/hyötyjä on Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan ja Etelä-Savon maakuntien alueella olevat maatilat. Lannan kemiallisen separoinnin osoittaminen kipsillä ja magnesiumoksidilla taloudellisesti kannattavaksi mahdollistaisi maataloille tuntuvia säästöjä. Lietelannan hyötykäyttö kasvavasi ja lannan kuljetuksista aiheutuvat kustannukset pienentyisivät, koska fraktioitu lietalanta pystyttäisiin käyttämään tehokkaammin/suuremmissa määrin omalla tilalla. Typpirikas nestejäte voitaisiin käyttää fosforirikkailla mailla, joille muuten lantaa ei voitaisi lain puitteissa ajaa. Fosforirikas kiintoaines levitettäisiin pelloille, missä on vähän fosforia maaperässä. Kipsin ja magnesiumoksidin käyttäminen kemiallisessa separoinnissa olisi myös kasvien kannalta toimiva ratkaisu, sillä fosfori olisi kasvien kannalta helposti hyödynnettävissä muodossa. Rautayhdisteillä saostaessa ongelmaksi on muodostunut kiintoaineksen loppusijoitus, koska fosfori on sitoutunut kasveille heikosti hyödynnettävään muotoon. (Alasuutari, Palva, Ja Pietola. 2008. Lietelannan kemiallinen fraktiointi: fosforin saostaminen, Tiivistelmä.) Muita hyötyjiä ovat neuvontaorganisaatiot, separointilaittevalmistajat, teknologia-asiantuntijat, kuntien viranomaiset, tutkimuskeskukset, aluehallinnon asiantuntijat ja työssä käytettävien kemikaalien tuottajat/myyjät sekä alan opiskelijat.

2 LIETELANNAN KÄYTTÖÄ KOSKEVAT RAJOITUKSET JA MÄÄRÄYKSET

Lietelannan käyttöä lannoitteena rajoittavat useat asetukset ja määräykset. Ympäristötuen piiriin kuuluvan viljelijän on sitouduttava noudattamaan lannan käyttöä koskevia määräyksiä ja asetuksia. Tärkeimpiä näistä ovat valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta (nitraattiasetus) (Vna 2014/1250) Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta (2015/235) ja lannoitevalmistelaki (2006/539).

2.1 Nitraattiasetus (Vna 2014/1250)

2.1.1 Lannan varastoinnin rajoitukset

Uudistettu nitraattiasetus (Vna 2014/1250) astuu voimaan 1.4.2015 alkaen ja korvaa vanhan nitraattiasetuksen 2000/931. Tässä opinnäytetyössä käsitellään vain uudistettua nitraattiasetusta. (Vna 2014/1250.)

Asetuksen tavoitteena on ehkäistä ja vähentää lannan sekä 2 §:ssä tarkoitettujen muiden lannoitteiden käytöstä, varastoinnista ja käsittelystä sekä eläintuotannosta aiheutuvia päästöjä pintavesiin, pohjavesiin, maaperään ja ilmaan. Tätä asetusta sovelletaan lannan sekä lannoitevalmistelain (539/2006) ja sen nojalla annettujen säännösten mukaisten lannoitevalmisteiden, ei kuitenkaan kalkitusaineiden, käyttöön, varastointiin ja levittämiseen. Lisäksi asetusta sovelletaan muihin maatilalla syntyviin lannoitteena sellaisenaan tai käsiteltyinä käytettäviin orgaanisiin sivujakeisiin. (Vna 2014/1250, 1 - 2 §.)

Uudistetun nitraattiasetuksen (Vna 1250/2014) kohdassa 5 - 8 § säädetään lannanvarastointia koskevat asiat. Lannan varastoinnin rakenteellisena vaatimuksena on, että "varastointitilojen, lantakourujen ja muiden lannan johtamiseen tarkoitettujen rakenteiden tulee olla vesitiiviit". Kompostointi mainitaan poikkeuksena, että se voidaan tehdä tiivispohjaisella alustalla. (Vna 2014/1250, 7 §.)

Asetuksessa määritetään lantalan minimi kokoluokaksi 12 kuukauden aikana kertyvä lannan määrä.

Lantalan vähimmäistilavuuden laskemisessa voidaan ottaa huomioon viljelijöiden yhteiset lantalat ja pihattojen kuivikepohjat sekä samana laidunkautena laitumelle jäävä lanta. Naudoilla, lukuun ottamatta ympärivuotisesti ulkona kasvatettavia lajeja, huomioon voidaan ottaa enintään neljän kuukauden aikana laitumelle jäävä lanta". Lantalan vähimmäistilavuuden laskemisessa voidaan ottaa huomioon viljelijöiden yhteiset lantalat ja pihattojen kuivikepohjat. (Vna 2014/1250, 5 §.)

Kuivalantaa voidaan varastoida lantalan sijaan tiiviille siirtolavalle tai vastaavalle alustalle, kunhan se on katoksessa tai katettuna esimerkiksi peitteellä enintään 25 m³ kerrallaan tai 25 m³ vuodessa (Vna 2014/1250, 5 §). Mekaanisesti erotettu kuivajae luetaan orgaaniseksi lannoitevalmisteeksi. Asetuksessa on määritetty, että orgaaninen lannoitevalmiste, "jonka kuiva-ainepitoisuus on vähintään 30 %, voidaan varastoida myös aumassa". Tosin laissa on myös määritetty, että aumassa varastointi on kielletty marraskuun alusta tammikuun loppuun. (Vna 2014/1250, 6 §.)

2.1.2 Lannoitteiden käytön rajoitukset

Asetuksen kohdassa 10–11 § on määritetty rajoitteita lannoitteiden käytölle.

Lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteiden levittäminen pellolle on kielletty marraskuun alusta maaliskuun loppuun. Kasvipeitteisenä talven yli pidettäville peltolohkoille lantaa ja orgaanista lannoitevalmistetta saa syyskuun 15. päivästä eteenpäin levittää vain sijoittamalla, ellei kyseessä ole syksyllä kylvettävän kasvin kylvöä edeltävä lannan levitys. Lannoitteita ei saa levittää lumipeitteiseen tai routaantuneeseen eikä veden kyllästämään maahan. (Vna 2014/1250, 10 §.)

Pellon pintaan levitetty lanta ja orgaaniset lannoitevalmisteet on muokattava maahan vuorokauden sisällä levityksestä, lukuun ottamatta levitystä kasvustoon letkulevityksellä tai hajalevityksenä”. Kuivalantaa ja orgaanisia lannoitevalmisteita, joiden kuiva-ainepitoisuus on vähintään 30 prosenttia, voidaan levitysaikana säilyttää pellolla enintään neljä viikkoa levitystä odottamassa. Lantaa eikä orgaanisia lannoitteita ei saa levittää pellolle, jonka kaltevuus on vähintään 15 prosenttia. Lannoitus on kielletty viisi metriä lähempänä vesistöä. Seuraavan viiden metrin vyöhykkeellä vesistöä lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteiden pintalevitys on kielletty, ellei peltoa muokata vuorokauden kuluessa levityksestä. (Vna 2014/1250, 10 §.)

2.1.3 Typpilannoitemäärät

Tuotantoeläinten lannasta ja orgaanisista lannoitevalmisteissa, levitettävä vuosittainen kokonaistypen ja liukaisen typen määrä on säädetty astutuksen kohdassa 11 §. Taulukko 1 esittää vuotuiset liukaisen typen enimmäismäärät (kg/ha) eri kasveille. (Vna 2014/1250, 11 §.)

Tuotantoeläinten lannassa ja lantaa sisältävissä orgaanisissa lannoitevalmisteissa vuosittain levitettävä kokonaistypen määrä saa olla enintään 170 kg/ha. Liukaisen typen enimmäismääriin sisältyy epäorgaanisissa lannoiteissa, tuotantoeläinten lannassa, eläinten laiduntaessa syntyvä lanta mukaan lukien, ja orgaanisissa lannoitevalmisteissa annettava liukoinen typpi. Laidunnukseen käytettävillä peltolohkoilla laitumelle jäävän lannan sisältämä typpi on otettu huomioon typpilannoituksen enimmäismäärissä. Jos liukaisen typen lannoitusmäärä ylittää 150 kg/ha vuodessa, määrä on jaettava vähintään kahteen erään, joiden levittämisen välisen ajan on oltava vähintään kaksi viikkoa.

Taulukko 1. Liukoisen tynen vuotuiset enimmäismäärät (kg/ha) eri kasveille (Vna 2014/1250, 11 §)

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

*Lannoitusta ennen syyskuun alkua ei katsota syyslannoitukseksi, mutta se vähennetään enimmäismääristä.

2.2 Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta (Vna 2015/235)

Valtioneuvoston asetuksessa ympäristökorvauksesta tarkennetaan lakia eräistä ohjelmaperusteisista viljelijäkorvauksista (2014/1360) ja sen rajoituksista. Korvauksien saaminen edellyttää viljelijää sitoutumaan ympäristösitoumukseen koko kauden ajaksi. Kausi alkaa toukokuun 1 päivänä ja päättyy aina seuraavan vuoden huhtikuun 30 päivänä. (Vna 2015/235, 3 §.) Laki astui voimaan 24.3.2015, mutta lain kohtaa 6 § eli ”korvauskelvottoman peltoalan lisääminen korvauskelpoiseen peruslohkoon sovelletaan” vasta 1.1.2016 alkaen (Vna 2015/235, 58§).

2.2.1 Ympäristökorvauksen määrä

Asetuksen luvussa 8 Ympäristökorvauksen määrä (53 §) on esitetty tilakohtaisesta ja lohko-kohtaisista toimenpiteistä saatavat ympäristökorvauksen euromäärät hehtaarilta. Kyseiset euromäärät on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 2). (Vna 2015/235, 53 §.)

Taulukko 2. Ympäristökorvaus eur/ha (Vna 2015/235, 53 §)

	euroa vuodessa
ravinteiden tasapainoinen käyttö	
- peltoviljelykasvit	54
- puutarhakasvit ja kumina	200
lietelannan sijoittaminen peltoon	40
ravinteiden ja orgaanisten aineiden kierrättäminen	40
valumavesien hallinta	
- säätösaloitus	70
- säätökastelu tai kuivatusvesien kierrätys	250
ympäristönhoitonurmet	
- suojavyöhykenurmet kohdentamisalueella II	500
- suojavyöhykenurmet muulla alueella	450
- monivuotiset ympäristönurmet	50
- luonnonhoitopeltonurmet kohdentamisalueella II	120
- luonnonhoitopeltonurmet muulla alueella	100
orgaanisen katteen käyttö puutarhakasveilla ja siemenperunalla	
- yksivuotiset puutarhakasvit	300
- monivuotiset puutarhakasvit	500
peltoluonnon monimuotoisuus	
- viherlannoitusnurmet	54
- kerääjäkasvit	100
- saneerauskasvit	300
- monimuotoisuuspellot	300
puutarhakasvien vaihtoehtoinen kasvinsuojelu	
- menetelmäryhmä 1	500
- menetelmäryhmä 2	350

2.2.2 Ravinteiden käyttö

Valtioneuvoston asetuksessa ympäristökorvauksesta kohdassa 18 § sanotaan: *”Viljelijän on laadittava viisivuotinen viljelysuunnitelma ensimmäisenä sitoumusvuonna viimeistään 30 päivänä huhtikuuta ja tarkennettava sitä vuosittaisella viljelysuunnitelmalla ennen kasvukauden alkua”* (Vna 2015/235, 18 §).

Lietelanta, virtsa, lietelannasta erotettu nestejäte tai nestemäinen orgaaninen lannoitevalmiste tulee levittää lohkoille multaavilla tai sijoittavilla laitteilla. Lisäksi ainetta tulee levittää vähintään 20 m³/ha/v. Tosin toimenpidettä ei tarvitse toistaa jokaisena sitoumusvuotena. (Vna 2015/235, 19 §.) Kuivalantaa ja lannasta erotettua kuivajätettä voidaan käyttää täyttämään ravinteiden ja orgaanisten aineiden kierrätystä koskevat vaatimukset. Kuiva-ainepitoisuuden tulee olla vähintään 20 % ja korvauskelpoiselle lohkolle levitettävän määrän tulee olla vähintään 15 m³/ha/v. Maatiloilla ei tosin ole lupaa samanaikaisesti sekä vastaanottaa että luovuttaa asetuksessa tarkoitettua orgaanista materiaalia. Korvauksen saaminen ei edellytä vuosittaista levitystä. (Vna 2015/235, 20 §.) Puutarhakasvien, viljojen ja nurmien typpi- ja fosforilannoituksen enimmäismäärät on esitettyinä asetuksen liitteinä (Vna 2015/235, 24–30).

2.3 Lannoitevalmistelaki 539/2006

Lannoitevalmistelaisissa on vaatimuksia valmistajaa koskevista velvoitteista, valmistettavien tuotteiden laadusta ja ominaisuuksista, valmistuksen valvonnasta sekä valmistetun lannoitetuotteen käytöstä, tarjonnasta ja sellaisiksi soveltuvien sivutuotteiden hyötykäytöstä sekä riittävän tiedon antamisesta lannoitevalmisteista niiden käyttäjille. Lakia sovelletaan kun lannoitevalmistetta tuodaan markkinoille, käyttöön otetaan, kuljetetaan, maahantuodaan tai viedään. (539/2006, 1 - 2 §.) Lannoitevalmistelakia sovelletaan myös Euroopan parlamentin ja neuvoston EY-lannoiteasetusta 2003/2003 muun muassa valvontaan. Lisäksi Euroopan parlamentti ja neuvosto on eläimistä saatavia sivutuotteita koskevan EY-asetuksen 1774/2002. Tämän asetuksen tarkoituksena on eläintautien leviämisen estäminen EU-alueella. (539/2006, 2 §.)

3 LIETELANNAN OMINAISUUDET

Lannalla tarkoitetaan yleisesti sonnan, virtsan ja kuivikkeiden seosta, johon on usein sekoittuneena vettä sekä rehua. Lietelannassa lannan ainesosat ovat sekoittuneet juoksevaan muotoon. Lietelannan koostumus voi vaihdella hieman kosteasta täysin juoksevaan, riippuen siitä kuinka paljon sonnaan on sekoittuneena vettä, virtsaa, rehujämiä ja kuiviketta. (Rajala 2004, 149.) Suomessa karjatalous tuottaa vuosittain lantaa noin 18–20 miljoonaa tonnia, mikä tarkoittaa eläintä kohden 16–24 tonnia lantaa vuodessa. Jos lanta levitettäisiin Suomessa jokaiselle viljellylle peltohehtaarille, riittäisi siitä noin 8 tonnin suuruinen määrä hehtaaria kohden. Väkilannoitteiden hinnat ovat nousseet viimeisten vuosien aikana, joten lannan rahallinen arvo ja kiinnostus lannan parempaan hyödyntämiseen ovat kasvaneet. (Rajala 2004, 147.)

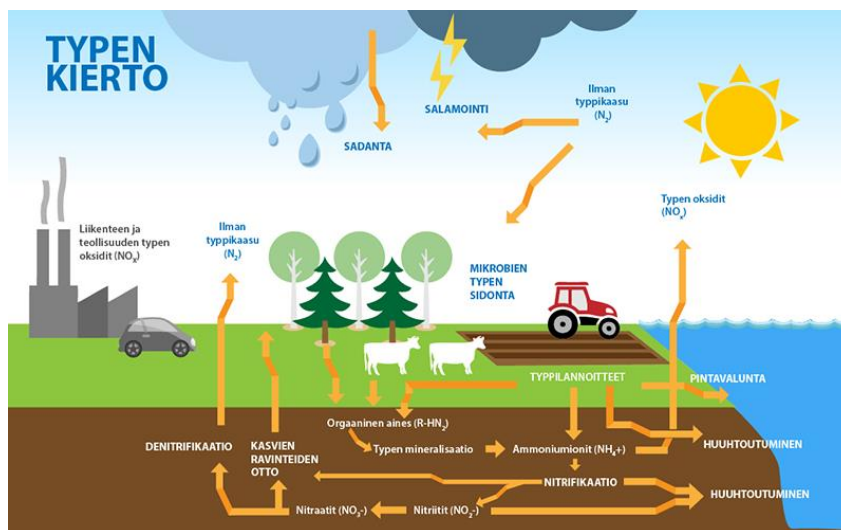
Käytettäessä lantaa lannoitteena, ravinteet pysyvät luonnollisessa ravinnekierrossa. Lannan pitkäaikainen käyttö lisää huomattavasti orgaanisen aineksen määrää ja näin parantaa selvästi maaperän mururakennetta ja vedenpidätyskykyä. (Suomalainen 2007.) Taulukko 1 esittää Viljavuuspalvelun teettämien tutkimusten pohjalta koottuja tuloksia lietelannan ominaisuuksista vuosilta 2005–2009. Lantaa on monen tyyppistä ja niiden kuiva-ainepitoisuuksissa on suuria vaihteluita. Lietelannan kuiva-ainepitoisuus on noin 5 - 10 %. Kuivikelantajärjestelmässä virtsa kerätään erilleen, jolloin lannan kuiva-ainepitoisuus on ~20 % tai hieman yli. Kuivikepohjan lannan kuiva-ainepitoisuus on $\leq 40\%$. (Karjanlannan levityksen teknologiat ja talous.)

Taulukko 3. Lannan ominaisuuksia Suomessa v. 2005–2009 (Viljavuuspalvelu.fi)

	N-liuk. (kg/t)	N-tot. (kg/t)	P (kg/t)	K (kg/t)	Mg (kg/t)	Ca (kg/t)	Na (kg/t)	Ka (%)	T-paino (kg/m ³)
Keskiarvo	1,7	3	0,5	2,9	0,5	0,8	0,3	5,5	994,7
Keskihajonta	0,6	1,1	0,2	1,3	0,2	0,4	0,1	2,9	40,4
Minimi	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	300,0
Maksimi	4,9	18,0	2,3	17,0	1,4	3,3	1,2	34,6	1900,0
Näytteiden lukumäärä	2922	2847	2664	2663	514	514	514	2931	2924

3.1 Ravinteet ja niiden kierto

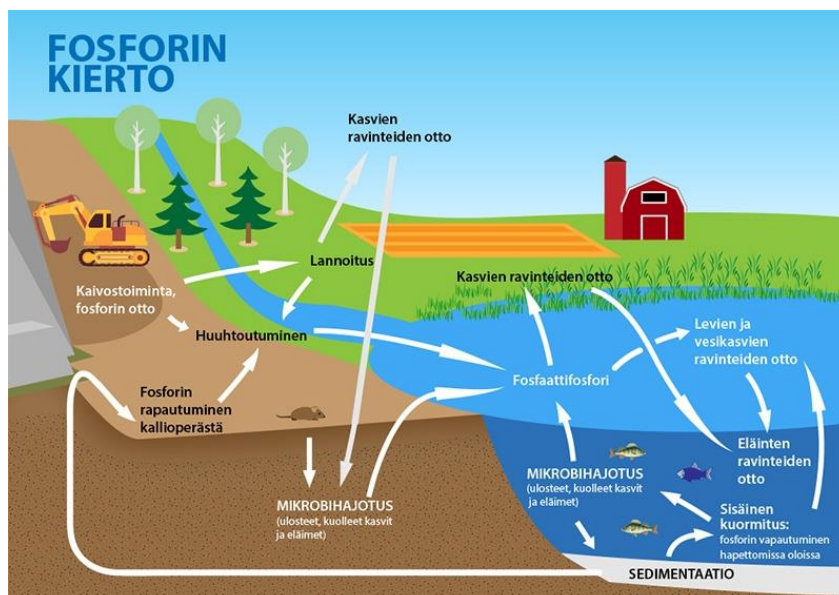
Lanta sisältää kasveille monia tärkeitä ravinteita. Lannan sisältämät tärkeimmät ravinteet kasveille ovat typpi, fosfori ja kalium. Usein typpi on viljelyskasvin kasvua rajoittavin ravinne. Lannassa on tyyppiä epäorgaanisessa, liukoisessa muodossa sekä sitoutuneena orgaaniseen ainekseen. Virtsan sisältämä typpi on kasville nopeasti käyttökelpoisessa ammonium- ja nitraattityppi muodossa, kun taas sonnan sisältämä typpi on sitoutuneena eloperäiseen ainekseen. Maassa vapaana oleva ammoniumtyppi (NH_4^+) hapettuu nitrifikaatiossa nitriitin (NO_2^-) kautta nitraatiksi (NO_3^-). (Suomalainen 2007.) Typen kiertokulku luonnossa on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 2).



Kuva 2. Typen kiertokulku luonnossa (pelastajarvi.fi)

Orgaaniseen ainekseen sitoutunut typpi muuttuu mikrobi toiminnan seurauksena liukoiseen muotoon. Tätä tapahtuu myös varastoinnin aikana tai maassa levityksen jälkeen. Typen muuttumiseen liukoiseen muotoon vaikuttaa myös lannan typpi- ja hiiliyhdisteiden välinen suhde. Mikrobit käyttävät soluhengitykseensä hiiliyhdisteitä. Samalla orgaaniseen ainekseen sitoutunut typpi vapautuu liukoiseen ja kasvien kannalta helposti hyödynnettävään muotoon. Hiiltä ja typpeä on oltava oikeassa suhteessa. Liian alhainen typpipitoisuus voi aiheuttaa typen sitoutumista orgaaniseen muotoon. (Mtt.fi.) Lietelannan sisältämää typpeä poistuu denitrifikaatiossa, haihtumalla ammoniakkinä ja huuhtoutumalla valunnan mukana. Haihduntaa tapahtuu sekä varastoinnin että levityksen yhteydessä. Nitraattia poistuu maasta veden mukana huuhtoumana, varsinkin keväisin ja syksyisin kasvaneen valunnan seurauksena. Denitrifikaatiossa anaerobiset bakteerit hajottavat nitraatteja ja nitriittejä typpikaasuiksi tai dityppioksidiksi. Typen hävikin määrä riippuu lannankäsittelyyn käytetyistä työtavoista ja vallitsevista ympäristöolosuhteista. (Suomalainen 2007.)

Lietelanta sisältää paljon fosforia ja kaliumia suhteessa typpeen. Tämän seurauksena sitä ei voi käyttää typpitarpeen täyttämiseen fosforirikkailla pelloilla, koska se voi johtaa liian suureen fosfori- ja kaliumlannoitukseen. Usein joudutaan käyttämään väkilannoitetyyppeä, jotta turvataan kasveille riittävä typensaanti. Kuva 3 esittää fosforin kiertokulkua luonnossa. Maaperä sisältää epäorgaanista ja orgaanista fosforia. Suurin osa molemmista on hitaassa kierrossa olevaa ja hyvin tiukasti maahan sitoutunutta fosforia. Näitä ovat esimerkiksi kivennäisainekseen apatiittimuodossa sekä kalsium-, rauta- ja alumiiniyhdisteinä pidättynyt fosfori. Osa puolestaan on nopeamassa kierrossa ja löyhemmin maaperään sitoutunutta. Tällaisia ovat esimerkiksi mikrobien fosfori ja maan liukoinen fosfori. Näistä molemmista vain pieni osa on suoraan kasville käyttökelpoisessa muodossa. Fosforin eri olemuotojen välillä on ympäröivien olosuhteiden hallitsema tasapainotila, missä fosforia pidättyy ja vapautuu oikeassa suhteessa. (Rajala 2004, 137–138.)



Kuva 3. Fosforin kiertokulku luonnossa (pelastajarvi.fi)

Lietelannan sisältämä fosfori on enimmäkseen epäorgaanisessa muodossa. Liukoisuus vaihtelee eläinlajin mukaan ja lietelannan käyttökelpoisuus vaihtelee kasville maan sisältämän fosforipitoisuuden mukaan. Maaperän fosforin konsentraation ollessa matala, maahan lisätty epäorgaaninen fosfori jää maahiukkasten pinnoille ja vain osa fosforista jää kasvien kannalta edulliseen nopeaan kiertoon. Maan fosforiluvun kasvaessa lannan sisältämästä fosforista suurempi osa jää kasveille käyttökelpoiseen helppoliukoiseen muotoon ja on herkästi huuhtoutuvissa. Kuten typpikin, lannan orgaaninen fosfori vapautuu orgaanisen aineksen hajotessa. Karjanlannassa orgaanisen fosforin osuus kokonaisfosforista on 15 %. (Palva ym. 2009, 14–15.)

Lannan käyttö maaperässä voi vaikuttaa ravinteiden käyttökelpoisuuteen maaperän happamuutta muuttamalla. Lanta sisältää pH:ta nostavaa neutraloivaa kalkkia, mutta nitrifikaatiossa ammoniumin muuttuminen nitraatiksi lisää happamuutta. Lannan lisäyksen seurauksena maaperän mikrobitoiminta kasvaa ja tuottaa hiilidioksidia sekä orgaanisia happoja, jotka liuottavat orgaaniseen ainekseen sitoutuneita ravinteita. (Palva ym. 2009, 16.)

4 LIETELANNAN SEPAROINTI

Kotieläintilojen yksikkökokojen kasvaessa myös lannan määrä on kasvanut. Lähialueen pelloilla on usein korkeat fosforiluvut, jonka takia lantaa joudutaan kuljettamaan yhä kauemmaksi. Kasvaneiden kuljetusmatkojen takia, valtaosa lannanlevityksen työajasta kuluu usein maantiellä. Lietelannan separoinnilla on tarkoitus tehdä lannan käsittelystä helpompaa sekä vähentää tilallisten työtaakkaa että saada suurin mahdollinen taloudellinen hyöty lannasta.

Separoinnilla tarkoitetaan lietelannan erotusta neste- ja kuiva-aineosaan. Lietteen sisältämä neste- ja kuiva-aine voidaan erotella toisistaan passiivisella- sekä mekaanisella ja kemiallisella separoinnilla tai niiden yhdistelmillä. Separoinnin onnistuessa suurin osa typestä jää syntyneeseen nestejakeeseen ja fosfori sitoutuu kiintoaineosaan. Typpirikas nestejake voidaan levittää lähipelloille, missä fosforipitoisuus on suuri, joko sadettimella tai sijoittamalla maaperään. Suurin hyöty separoinnilla saavutetaan kuivajakeen avulla. Eroteltu fosforirikas kuiva-aines voidaan kuljettaa kauemmas, missä maaperän fosforipitoisuus on matalampi. Tehokkaamman ravinteiden hyötykäytön ansiosta kuljetusmatkat/määrät pienentyvät ja kuljetuksesta aiheutuvat kustannukset laskevat.

5 PASSIIVINEN SEPAROINTI

5.1 Laskeutusallas

Laskeutusaltaan ideana on, että liete virtaa hiljaa selkeytysaltaan läpi, jonka aikana lietteen sisältämä kiintoaines sedimentoituu painovoiman vaikutuksesta laskeutusaltaan pohjalle. Selkeytynyt liete (nestejäte) ohjataan varastoitavaksi myöhempää käyttöä varten säiliöön tai lietelaguuniin. Laskeutusaltaan tulee olla 0,5 - 1,0 m syvä. Lisäksi altaan tulee toimiakseen olla riittävän pitkä ja leveä sekä vapaasti virtaava. Virtausnopeuden tulisi olla vähemmän kuin 30 cm/s. Lietteen sopiva viipymäaika laskeutusaltaassa on noin 20–30 min. (Mukhtar, Sweeten ja Auvermann 2006.) Kiintoaines jätetään kuivumaan ennen laskeutusaltaan tyhjennystä (afbini.gov.uk).

Laskeutusaltaan avulla voidaan yli 50 % kiintoaineksesta ja noin 40 % fosforista saada eroteltua altaan pohjalle kiintoainekseen. Worley (2005) on esittänyt tutkimuksessa "Manure Solids Separators", että lisäämällä alumiinisulfaattia separointiprosessiin, lietteen kiintoaineksesta 70 % ja 75 % fosforista sedimentoituu laskeutusaltaan pohjalle. Kaikki tutkimukset eivät pidä alumiinisulfaatin käyttöä sopivana, koska fosfori saostuu kiintoainekseen kasveille vaikeasti hyödynnettävään muotoon (Navaratasamy, Feddes ja Leonard 2004, 627–632). Laskeutusaltaan etuna on, että se pystyy separoimaan jopa enemmän kiintoainetta kuin mekaaniset laitteet pienemmillä kustannuksilla. Haittapuolena on, että laskeutusallas vaatii suuren tilan ja huoltovaatimukset. Allas tulee siivota usein ja märkä sedimentti voi olla hankalampi käyttää tehokkaasti. Tyhjennyksen laiminlyönti aiheuttaa hajuhaittoja ja laskeutusallas menee helposti tukkoon ja tehottomaksi. (afbini.gov.uk.)

5.2 Suotomuuuri (Weeping walls)

Suotomuuuri rakennetaan maan pinnalle. Maahan valetaan betonista pohja, minkä ympärille rakennetaan muuri, jonka korkeus on 2 - 3 metriä. Seinien alaosassa on reikiä, jotka voivat olla joko pystytai vaaka-asennossa. Lannan sisältämä neste valuu hiljaa seinämien rei'istä kanaalien kautta säiliöön, jonka seurauksena suotomuurin sisäpuolelle jäänyt lanta kuivuu. Kuivajäännös voidaan levittää esimerkiksi lautaslevittimellä pellolle. Suotautunut nestejäte voidaan taas levittää pelloille letkulevittimellä. Suotomuurin ongelmana on, että se ei sovellu märälle lietteelle ja kerää paljon sadevettä. Kuva 4 esittää suotomuuria. The Milk Lines tutkimuksessa (2004) Evaluation of the efficiency of weeping wall solid liquid separation, kiintoaineksesta 60 % on pidäytetty suotomuurin sisälle. (afbini.gov.uk.)



Kuva 4. Suotomuuri (afbini.gov.uk)

5.3 Geotuubi

Geotuubi on suuri, huokoinen putki, joka on valmistettu hyvin kestävästä kudotusta tekstiilistä. Geotuubia voidaan käyttää lannan separointiin. Geotuubi täytetään lietteellä ja neste suotautuu tekstiilin läpi, jonka jälkeen neste ohjataan säiliöön. Lietteen sekaan on mahdollista lisätä saotuskemikaaleja parantamaan fosforin ja kiintoaineksen saostumista geotuubin sisälle jäävään kiintoainekseen. Tuubi on valmistettu poltettavasta materiaalista, saastuttamattomasta polypropeenista (geotube.com). Yleensä geotuubi separointi toteutetaan panoserissä, mutta tuubia voidaan käyttää myös jatkuvatoimisena. Geotuubin etuna on kiintoaineksen suuri pidätyskyky. Kiintoaineksesta, jopa 93 % ja 75 % kokonaistypestä on mahdollista saada jäämään tuubin sisälle. (afbini.gov.uk.) Worley, Bass, ja Vendrell (2005) tutkimuksessa ~50 % fosforista oli onnistuttu separoitua geotuubin sisälle kiintoainekseen.



Kuva 5. Geotuubi (Worley ym. 2005)

6 MEKAANINEN SEPAROINTI

6.1 Seulaseparaattorit

Karjanlannan separoinnissa seulaseparaattorin seulan tulee olla huokoinen ja sopivalla silmäkoolla varustettu. Sopivan pieni silmäkoko estää kiintoainepartikkeleiden pääsemisen seulan läpi. Bicudo (2001) raportoi seulaseparaattorin toimivan parhaiten lietteellä, minkä kiintoainespitoisuus on vähemmän kuin 5 %. Seulaseparaattoreita on olemassa monenlaisia, kuten vinoseula, täryseula, pyöriväseula sekä porraskuljettimella varustettu kanavaseula. (afbini.gov.uk/.)

6.1.1 Vinoseula

Vinoseula on yleisin seulamalli, jota käytetään lannan separoinnissa (FSA Environmental, 2000). Liete pumpataan seulan yläreunaan ja liete valuu painovoiman ansiosta kohti seulan alareunaa. Kuva 6 esittää vinoseulaa toiminnassa. Suuret kiintoainepartikkelit eivät läpäise seulaa vaan tippuvat alareunasta varastointitilaan. Nestejäte ja pienet partikkelit menevät seulan läpi, jotka ohjataan omaan säiliöön. Vinoseulan ongelmana on liman kertyminen seulan pinnalle. Suosituksena on, että seula pestään säännöllisesti. (afbini.gov.uk/.)

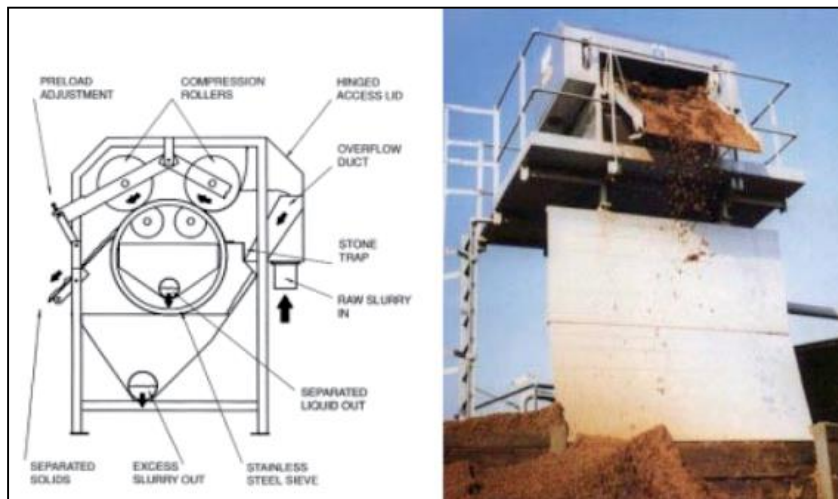


Kuva 6. Vinoseula (FSA Environmental, 2000)

6.1.2 Täryseula ja pyörivä seula

Täryseulassa liete kaadetaan vaakatasossa olevan seulan päälle, mikä tärisee voimakkaasti. Tärinän vaikutuksesta kiintoaines siirtyy seulan pinnalta sivuun ja neste sekä pienet kiintoainepartikkelit läpäisevät seulan. Kruger ym. (1995) tutkimuksen mukaan täryseula vaatii enemmän huoltoa ja energiaa kuin vinoseula, johtuen liikkuvien osien suuremmasta määrästä. Täryseulan etuna on, että tärinä vähentää liman muodostumista seulan pinnalle, mikä vähentää seulan pesun tarvetta. Täryseulassa ei voi käyttää lietettä, jonka kuiva-ainepitoisuus on yli 8 %, koska seula saattaa tukkeutua. (afbini.gov.uk/.)

Pyörivän seulan sisään syötetään lietettä, jossa sylinterin muotoinen seula pyörii jatkuvasti. Neste menee seulan läpi, mistä se kerätään erilliseen säiliöön. Kuiva-aine irrotetaan seulan pinnasta kaapimella. (Zhang ja Westerman, 1997.) Pyörivän seulan toimintaperiaate on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 7).



Kuva 7. Pyörivä lieteseula (lintonagindustrial.co.uk).

6.1.3 Porraskuljettimella varustettu kanavaseula

Toimintaperiaatteena on, että porraskuljetin nostaa lietteen seulalle (kanavaan). Neste valuu seulan läpi, mistä se kerätään talteen. Erotettu kuiva-aines putoaa kanavan päästä erilliseen keräysaltaaseen. Kanavaseulan etuna on, että se voidaan sijoittaa suoraan navetan lietekanavaan, jolloin erillistä lietepumppua ei tarvita. Seula sisältää paljon liikkuvia osia, joten käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat suuremmat kuin esimerkiksi vinoaseulalla. (Mukhtar ym. 2006.) Kuva 8 esittää porraskuljettimella varustettua kanavaseulaa.



Kuva 8. Porraskuljettimella varustettu kanavaseula (afbini.gov.uk)

6.2 Separointi puristuksen avulla

Mekaaninen separointi puristuksen avulla nostaa separoinnin hyötyjä. Nestejake saadaan erotettua paremmin kuivajakeesta. Kuivajakeen kosteuspitoisuus taas saadaan laskettua varsin alhaiseksi, jolloin kuivajake on helpommin siirrettävissä ja kasattavissa. On olemassa kolme erityyppistä puristinseparaattori tyyppiä: rulla-, vyö- ja ruuvipuristin. (afbini.gov.uk.)

6.2.1 Harjasseula/rullapuristin

Rullapuristimen toimintaperiaatteena on, että liete tippuu ensimmäiselle seulalle, josta se siirretään seuraavalle seulalle harjasten avulla. Toisella seulalla suurin osa lietteen nesteestä puristetaan rullien avulla pois. Harjakset pitävät seulan puhtaana. Puristettu kuivajake tippuu ulos separaattorin takaseinästä, josta se kerätään ja viedään varastoitavaksi. (afbini.gov.uk.)

6.2.2 Rei'itetty rullapuristin, vyöpuristin ja ruuvipuristin

Rei'itetty rullapuristin sisältää kaksi tasoa, joissa molemmissa on kaksoisrullapuristimet. Lieite ohjataan ensimmäisille rullille, josta kiintoaines jatkaa matkaansa toiselle rullapuristimelle. Tässä vaiheessa liete on jo varsin kuivaa. Toisen rullapuristinparin jälkeen jäännös eli kuivajake siirretään liukuhihnalla varastoitavaksi (afbini.gov.uk.)

Vyöpuristimen hihna on valmistettu vahvasta kudotusta kankaasta. Hihna kulkee vaakatasossa kahden rullan välistä kuljettaen mukanaan lietettä. Kulkiessaan rullien välistä lietteen sisältämä neste puristuu irti. Kuiva-aines kerätään hihnan päässä ja separoitu neste siirretään keräysaltaaseen. Yleensä vyöpuristin tarvitsee toimiakseen polymeerejä, että vyön pinnalle muodostuu tasainen kerros lietettä. (Watts, Tucker, Pittaway, ja McGahan 2002.) Kruger, Taylor, ja Ferrier (1995) esittävät raportissaan, että vyöpuristimella päästään 20–30 % kiintoainespitoisuuteen.

Ruuvipuristin koostuu sylinterin mallisesta seulasta ja ruuvin mallisesta kuljettimesta, mikä on sijoitettu sylinterin sisälle. Ruuviin syötetään lietettä, mikä siirtyy ruuvin pyöriessä eteenpäin. Lieite puristuu ruuvin päässä seinää vasten, jonka seurauksena neste irtoaa lietteestä. Ruuvipuristimen aiheuttamaa painetta voidaan säätää, jolloin jäännöksen eli kuivajakeen kosteutta voidaan säätää halutulle tasolle. Ruuvipuristimen tehokkuus riippuu seulan koosta, kiintoainepitoisuudesta ja lietteen syötön nopeudesta. (afbini.gov.uk.) Watts ym. (2002) mukaan lietteen kuiva-ainepitoisuus tulee olla ainakin 5 %, että separointi toimisi mahdollisimman hyvin. Kuva 9 esittää tämän opinnäytetyön kokeellisessa osassa käytettyä Luke Maaningan ruuvipuristinta.



Kuva 9. Ruuvipuristin (Ollikainen 2015-01-14).

6.2.3 Suodatinpuristin

Suodatinpuristimeen kuuluu tyhjiösuodatin ja kammiosuodatin, minkä yhteydessä on viira avustamassa kiintoaineen erotuksessa. Tyhjiösuodatin on hitaasti pyörivä rumpu, mikä on jaettu osiin joiden läpi liete kulkeutuu. Viira sijaitsee rumpun ympärillä ja pyörimisliike ja tyhjiöpaine pakottavat lietteen viiran läpi. Viiraan jäänyt kiintoaine kerätään myöhemmin pois. Tyhjiösuodattimesta viiran läpi mennyt osa kuljetetaan kammiosuodattimeen. Kammiosuodatin on varustettu levyillä jotka painetaan toisiaan vasten nesteen erottamiseksi. (afbini.gov.uk.)

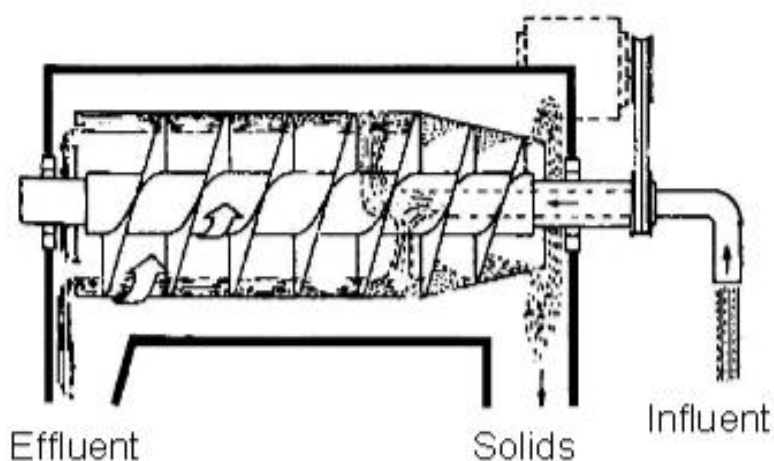
6.3 Sykloni ja sentrifuugiseparaattorit

6.3.1 Hydrosykloni

Hydrosykloni on pystyasennossa oleva kartiomainen laitteisto, missä ei ole liikkuvia osia. Liette syötetään syklonin yläosaan sopivassa kulmassa, että syntyy voimakas pyörre. Pyörteen ja painovoiman ansiosta kiintoaine painuu pohjalle. Syklonin avonaisesta pohjasta kiintoaine tippuu maahan. Neste ja hienot partikkelit poistuvat pyörimisliikkeen vaikutuksesta syklonin yläosassa sijaitsevan poistoputken kautta varastoitavaksi. (afbini.gov.uk.) Olson (2000) mukaan hydrosyklonin tehokkuus riippuu syöttökulmasta ja kartion pohjapinnan suuruudesta. Hänen mukaansa pienentämällä syklonin pohjan pinta-alaa syntyy suurempi keskipakovoima, minkä ansiosta enemmän pieniä partikkeleita saadaan eroteltua. Sykloneiden avulla voidaan erotella 80–90 % kiintoaineksesta ja niillä on kyky erotella sellaisia kiintoaineita, mitä muilla separointitekniikoilla ei voida erotella (Watts ym. 2002). Kruger ym. (1995) mukaan syklonit ovat halpoja ja monipuolisia, mutta ne tarvitsevat erillisen pumpun, joka pystyy synnyttämään minimissään noin 2 bar paineen.

6.3.2 Sentrifuugi

Sentrifugoinnin tarkoituksena on keskipakoisvoiman avulla saada neste ja kiintoaines erilleen sylinterin sisällä. Sheffield, Barker, ja Rashash, (2000) mukaan sentrifuugi toimii parhaiten lietteillä joiden kuiva-ainepitoisuus on 5 - 8 % eikä toimi yhtä hyvin, jos TS-pitoisuus on < 5 %. On olemassa kahdenlaisia sentrifuugiseparaattoreita: keskipakoisseula ja ruuviseula. Keskipakoisseulan suodatinkapselilla on vino kiertoasento. Vinossa olevien kapselien seinämät ovat suodatinkangasta. Säiliön pyöriessä suurella nopeudella, pidättyy kiintoaines suodatinkankaaseen, mutta neste pääsee läpi. Ruuvisentrifuugin sisällä on ruuvi, mikä pyörii suurella nopeudella sylinterin sisällä pakottaen kiintoaineksen kartiomaiseen päähän, mistä se poistuu ulos. Neste pääsee ruuvisentrifuugissa kulkeutumaan vastakkaiseen päähän. Kuva 10 selvittää ruuviseula sentrifuugin toimintaa (afbini.gov.uk.)



Kuva 10. Ruuviseula sentrifuugin toimintaperiaate (Watts ym. 2002)

6.4 Kehittyneitä menetelmiä liotelannan separointiin

6.4.1 Käänteisosmoosi

Käänteisosmoosia käytetään tunnetummin vedenpuhdistamoilla, mutta sitä voidaan hyödyntää myös veden erotteluun lietteestä, koska kalvosuodatus poistaa hyvin bakteerit ja ravinteet. Käänteisosmoosia käytetään esisuodatuksen ja ammoniakkin poiston jälkeen. Epäpuhtaudet suodattuvat nesteen mennessä suodatinkalvon läpi. Itse prosessi tapahtuu 35 - 40 °C lämpötilassa. Toisena variaationa perinteiselle käänteisosmoosille on aktiivinen kalvosuodatus, jossa sähkövarausta ja värinää käytetään tehostamaan käänteisosmoosin toimintaa. (afbini.gov.uk.)

Lietteen kiintoaines koostuu suspendoituneesta kiintoaineksesta ja liuenneesta kiintoaineksesta, jotka molemmat tulee poistaa, jotta eroteltua vettä voidaan käyttää karjan juomavetenä. Suurimmalla osalla käänteisosmoosilaitteista, jopa 90 % liuenneesta kiintoaineksesta on onnistuttu poistamaan. (Cheremisinoff 1995.) Menetelmän heikkoutena suodatinkalvot ovat alttiita yllikäantumiselle

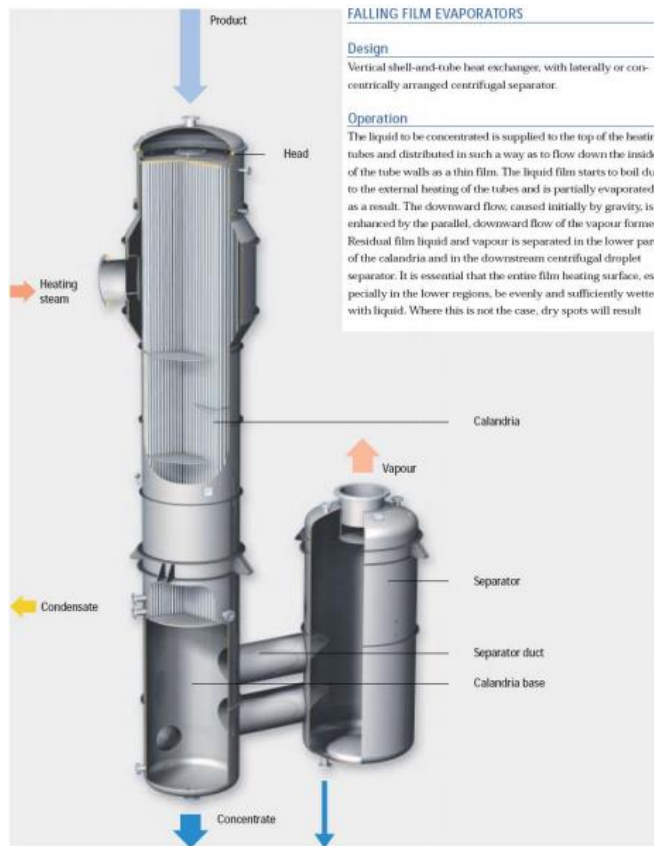
orgaanisesta aineksesta (Zhao, Wu, Wang, Zhao, ja Lee 2000). Lisäksi ongelmana on, vaikka eroteltu neste olisi standardien mukaisesti sopivaa karjan juomavedeksi, tuotanto volyyymi voi olla niinkin alhainen kuin 4 % 345 - 414 kPa syöttöpaineella (Navaratnasamy ym. 2004).

Kanadalaisessa Guelphin yliopistotutkimuksessa tutkittiin käänteisosmoosin potentiaalia puhtaan veden tuotannossa sian lietteestä. Vedenlaatua arvioitiin myös tarkkailemalla sikojen käyttäytymistä ja terveydentilaa. Saadun datan perusteella vedenlaatu oli sopivaa sikojen juotavaksi ja veden juomisella ei ollut vaikutusta sikojen käyttäytymiseen ja terveydentilaan. (Morris, Fleming, ja MacAlpine, 2003.) Käänteisosmoosia käytetään muun muassa Tanskassa Sandager Skovgaardissa, jossa 14 600 tonnia/vuodessa sianlietettä käsitellään. Käänteisosmoosi on käytössä myös Hollannissa, Saksassa ja Japanissa. (afbini.gov.uk/.)

6.4.2 Haihdutus

Haihdutus on terminen separointitapa, jonka avulla vesi voidaan erotella kokonaan lietteestä tai halutessa vain osittain vähentämään veden määrää lietteessä. Haihdutusta voidaan käyttää myös hehkutusjäännöksen saamiseksi nesteestä. Haihdutus yksinään ei pysty vähentämään ravinnekuormaa, mutta se parantaa erityisesti lietteen kuljetettavuutta. On olemassa monia erilaisia haihdutus separointilaitteistoja kuten laskevan kalvon-, nousevan kalvon-, pakkokierto-, lautas- ja leijukerroshaihdutin. (afbini.gov.uk.)

Laskevan kalvon haihduttimen pääosat ovat säiliön vaippa, keskipakoiseseparaattori ja säiliön sisällä olevat lamellipaketit, jotka toimivat lämmönsiirtimenä (Kuva 11). Liete syötetään säiliön yläosaan, josta se painovoiman vaikutuksesta alkaa laskeutumaan lamellipintoja pitkin ohuena/tasaisena virtana. Tässä vaiheessa lietteen sisältämä vesi höyrystyy lämmön vaikutuksesta. Syntynyt höyry johdetaan keskipakoiseseparaattoriin, jossa vesihöyry erotellaan epäpuhtauksista. Muut haihdutus menetelmät soveltavat laskevan kalvon haihduttimen toimintaperiaatetta. Haihdutin separointia käytetään yleensä biokaasulaitoksilla ylijäämä lämmön hyötykäytössä. (afbini.gov.uk.)



Kuva 11. Laskevan kalvon haihdutin (afbini.gov.uk)

7 KEMIALLINEN SEPAROINTI

7.1 Fosforin ja kiintoaineen saostus ja kiteytyminen

Kemiallista saostusta ja kiteytystä käytetään kiintoaineen ja/tai fosforin talteenottoon ja/tai poistoon erilaisista vesistä ja lietteistä. Saostuksessa käsiteltävä materiaali ja valittu saostuskemikaali reagoivat keskenään muodostaen erotettavia flokkeja (Kuva 12). Saostuskemikaaleja on useita ja niiden valinta sekä annostus määräytyvät tapauskohtaisesti. Yleensä pienetkin saostuskemikaalien pitoisuuksien muutokset vaikuttavat lopputulokseen. Saostuskemikaali vaikuttaa saostettujen ravinteiden käytettävyyteen. Esimerkiksi yleisesti jätevesien käsittelyssä käytetyt rauta- ja alumiinisulfaatit ovat tehokkaita fosforin saostajia ja sidos kestävä, mutta muodostavat fosforyhdisteet eivät ole kasveille käyttökelpoisia normaalissa peltomaan happamuudessa (pH > 5). Fosfori voidaan erottaa myös kiteyttämällä joko kalsiumfosfaattina eli apatiittina tai magnesiumammoniumfosfaattina. Molempia voidaan hyödyntää esimerkiksi hidasliukoisina lannoitteina. Kemiallisen saostuksen käyttö yksinomaan kiintoaineen erottamiseen jätevesistä on melko vähäistä. (Luostarinen, Paavola, Ervasti, ja Sipilä, 2011.) (Rae.savonia.fi.)

SAOSTUS FERRIKLORIDILLA	$\text{FeCl}_3 + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{FePO}_4 + 3\text{Cl}^-$
SAOSTUS FERROKLORIDILLA	$3\text{FeCl}_2 + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{Cl}^-$
SAOSTUS FERRISULFAATILLA	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow 2\text{FePO}_4 + 3\text{SO}_4^{2-}$
SAOSTUS FERROSULFAATILLA	$3\text{FeSO}_4 + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{SO}_4^{2-}$
SAOSTUS ALUMIINISULFAATILLA	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow 2\text{AlPO}_4 + 3\text{SO}_4^{2-}$
SAOSTUS KALKILLA/	$5\text{Ca}^{2+} + 3\text{PO}_4^{3-} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$
APATIITIN MUODOSTUS	$5\text{Ca}^{2+} + 3\text{H}_2\text{PO}_4^- + 7\text{OH}^- \rightarrow$ $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
STRUVIITIN MUODOSTUS	$\text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+ + \text{PO}_4^{3-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Kuva 12. Fosforin saostuksen kemialliset reaktiot rauta- ja alumiinisulatoilla ja kalkilla sekä fosfaattimineraalin muodostusreaktiot (Luostarinen ym. 2011) (Rae.savonia.fi.)

7.2 Rauta ja kalkisaostus

Fosforin kemiallisessa saostuksessa saostuskemikaaleina käytetään useimmiten rauta- ja alumiinisulatoja. Liuennut ortofosfaatti saostetaan tällöin partikkelimaiseen liukenemattomaan muotoon, joka voidaan erottaa eri menetelmillä sovelluskohteesta riippuen. Kuitenkin fosforin saostuksessa rauta- ja alumiinisulatoilla edellyttää pH:n säätöä esim. natriumhydroksidilla tai kalkilla. (Parsons ja Berry 2004; Luostarinen ym. 2011.) Kalkin käyttö on yleisempää jätevesien yhteydessä fosforin saostuksessa. Kalkin lisäys nostaa pH:ta, jolloin muodostuu kalsiumfosfaattia. Muodostuvat partikkelit ovat melko pieniä, ja niiden tehokas erottaminen vaatii yleensä mekaanista erotusta. Lisäksi pH:n nosto

saattaa lisätä ammoniakkin haihtumista. Kalkin käyttöä rajoittaa myös sen runsas tarve, mikä lisää lietteen määrää ja käsittelykustannuksia (Burton 2007; Parsons ja Berry 2004). (Rae.savonia.fi.)

Kiintoaineen kasautumista eli flokkulaatiota voidaan edistää lisäämällä käsiteltävään jätevetteen polymeerejä. Lietelannan flokkuloinnissa kohtuullisen voimakkaasti varautuneella, kationisella polyakryyliamidilla (PAM) on todettu olevan flokkautumista edistävää vaikutusta. (Pérez-Sangrador, León-Cófreces ja Acitores-Benavente, 2012.) Naudan liotelannalla on suhteellisen korkea kuiva-ainepitoisuus. PAM:n lisäys ruuvikuljettimella naudanlannasta erotettuun nestejakeeseen ei ole edistänyt merkittävästi kiintoaineen erottumista. Samassa tutkimuksessa on havaittu myös, etteivät lietteen mekaaninen jakeistus ja PAM:n käyttö lisänneet kasvihuonekaasupäästöjä käsittelemättömään lietelantaan verrattuna (Fangueiro, Senbayran, Trindade ja Chadwick, 2008.) Lisäksi akryyliamideista koostuvien polymeerien käyttö lannan ja muiden peltokäyttöön suunnattujen tuotteiden flokkautumisessa lienee suuressa mittakaavassa ympäristöystävällisesti kyseenalaista. (Luostarinen ym. 2011). (Rae.savonia.fi.)

7.3 Fosforin kiteytys struviittina eli fosfaattina ja/tai apatiittina

Struviitti, eli magnesiumammoniumfosfaatti ($\text{MgNH}_4\text{PO}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$), on valkoista, kovaa ja kiteistä ainetta, jonka rakenne ja ulkomuoto riippuvat muodostumisolosuhteista. Struviitin muodostuminen voidaan jakaa kahteen vaiheeseen eli kidealkioiden muodostumiseen ja niiden kasvuun. Kidealkioiden muodostuminen alkaa kun käsiteltävän veden tai lietteen magnesium-, typpi- ja fosforipitoisuudet ylittävät struviitin liukoisuuden. (Luostarinen ym. 2011.) (Rae.savonia.fi.)

Fosforia voidaan kiteyttää struviittina jätevesistä, joissa typpi on ammoniummuodossa. Kiteytyksen kannalta tärkeimmät parametrit ovat magnesiumin, typen ja fosforin pitoisuudet sekä lämpötila ja pH. Optimi pH riippuu jätevedestä, mutta on useimmiten 8 - 11. Struviitin liukoisuus laskee pH:n noustessa välille 8 - 10, mutta kun pH on yli 10, liukoisuus kasvaa. Optimi lämpötila saostukselle on 25–90 °C. Magnesiumin, typen ja fosforin optimaaliset moolisuhteet vaihtelevat käsiteltävästä materiaalista riippuen ja prosessiin mahdollisesti lisättävä magnesiumyhdiste voi vaikuttaa optimiolosuhteisiin ja fosforin erotukseen. Naudan lietteelle optimaalinen pH on 8,5 fosfaatin muodostumisen kannalta. (Luostarinen ym. 2011.) (Rae.savonia.fi.)

Fosforin kiteytys soveltuu parhaiten biokaasuprosessien ja biologisten ravinteiden poiston jätevesille, koska niissä orgaaninen typpi on muuttunut ammoniumtypeksi ja pH on korkeahko. Struviitin muodostusta voidaan myös tarkoituksellisesti stimuloida lisäämällä liuoksen fosforin ja magnesiumin pitoisuutta biologisen ja fosforinpoistonprosessin avulla. Monissa jätevesissä on ammoniumtyypeä useimmiten riittävästi struviitin muodostumiseen ja biokaasuprosessi puskuroi yleensä pH:n (7,3–7,5) struviitin muodostumiselle soveltuvaksi. Kiteytystä on sovellettu biokaasuprosessissa käsiteltävien yhdyskuntajätevesien ja –lietteiden sekä kaatopaikkojen suotovesien ja myös karjataloudesta jätevesille ja lannalle. Fosforia saadaan struviittina tehokkaasti talteen lannasta erotetusta nesteosasta, mutta tämä on vain 10–20 % lannan sisältämästä kokonaisfosforista. Noin 80 % erottuu jo

mekaanisessa erotuksessa kuivajakeeseen yhdessä orgaanisen aineen kanssa. Suurempi osa fosforista voidaan erottaa ja talteen ottaa puhtaana, jos sitä liukoistetaan ennen saostusta. (Luostarinen ym. 2011.) (Rae.savonia.fi.)

Naudan ja sian lietelannan fosforipitoisuuden alentamiseksi on Suomessa kehitetty menetelmä, jossa vesiliukoinen fosfori saadaan saostumaan amorfiseksi kalsiumfosfaatiksi ja struviitiksi (Yara Suomi). Menetelmässä lietesäiliöön sekoitetaan 5 - 8 kg kalsiumsulfaattia (kipsiä) ja magnesiumoksidia sisältävää valmistetta per tonni lietettä (Pietola ja Alasuutari 2008). Valmiste nostaa lietteen pH:n yli kahdeksan ja muuttaa Mg:P:N – moolisuhteita struviitin muodostumiselle paremmin soveltuviksi. Kyseessä olevalla menetelmällä on saatu kuiva-ainepitoisuudeltaan keskimääräisestä naudnan lietelannasta (5,6 % TS) muodostumaan nestefraktioita, jonka tilavuus ja kuiva-ainepitoisuus ovat noin puolet ja fosforipitoisuus noin 60 % alkuperäistä alhaisempia. Alkuperäiseen lantatilavuuteen nähden jäljelle jää vajaat 40 % hieman sakeampaa ja fosforipitoisempaa lietettä sekä noin 16 % selvästi sakeampaa (15 % TS) ja kaksi kertaa enemmän fosforia sisältävää lietettä. (Luostarinen ym. 2011.) (Rae.savonia.fi.)

8 PULLOKOESARJA

Opinnäytetyössä tarkoituksena oli todentaa Maarit Janhusen pienennittävien tulosten paikkansa pitävyys suuremmissa mittakaavassa (5 l duranpulosarja) ja tarkastella raakalietteen fosforin kemiallista saostuvuutta kipsillä ja magnesiumoksidilla. Fosforin kemiallisen saostuksen periaate on selitetty aiemmin kohdassa: Fosforin kiteytys struviittina eli fosfaattina ja/tai apatiittina (Luku 7.3). (Rae.savonia.fi.)

8.1 Koejärjestelyt

Pullokoesarjaan valittiin pienennittävien kokeessa parhaiten toteutuneiden koesarjojen pohjalta, toimivimmiksi osoittautuneet olosuhdetekijät (lämpötila, TS-pitoisuus ja kemikaaliannos). Kokeessa tarvittava raakaliete ja mekaanisesti ruuvipuristimella erotettu nestejake sekä kiintoaines haettiin Maaningan MTT:n tutkimusnavetalta (nykyinen Luonnonvarakeskus, Luke). Ennen kokeiden käynnistymistä raaka-aineiden TS/VS määritykset suoritettiin SFS 3008 standardin mukaisesti. Kokeiden optimoinnissa pyrittiin TS-pitoisuuteen 5 %. Nestejakeen ja kuivajakeen seokselle suoritettiin kaksi sarjaa kolmena rinnakkaisena 1 ja 3 g/kg*TS- % kemikaaliannoksella. Taulukko 4 esittää kuivalannan ja nestefraktion seoslaskelmat. Taulukko 5 puolestaan esittää samaisen koesarjan kemikaaliannoslaskelmat. (Rae.savonia.fi.)

Taulukko 4. Nestejakeen ja kuivalannan koeajon seoslaskelmat. (Rae.savonia.fi.)

		Kuivalanta	Nestejake	Seoksen TS- %
	TS- %	24,02	3,28	
Pullosarja nro.	VS- %	21,49	2,32	
1 - 3	määrä [g]	330	3 670	5,0

Taulukko 5. Nestejakeen ja kuivalannan koeajon kemikaaliannoslaskelmat. Koesarja on toteutettu kolmena rinnakkaisena. (Rae.savonia.fi.)

Kemikaaliannostus 1 g/kg*TS- %		Kemikaaliannostus 3 g/kg*TS- %	
Kalsiumsulfaatti (g)	Magnesiumoksidi (g)	Kalsiumsulfaatti (g)	Magnesiumoksidi (g)
7,79	23,38	23,38	70,14

Raakalietteelle tehtiin kaksi toisistaan erillistä koesarjaa kolmella eri kemikaaliannoksella. Ensimmäisessä raakalietteen koesarjassa laskettiin kemikaaliannos tarkoituksella hieman yli. Kemikaaliannoksiin (1, 3 ja 5 g/kg*TS- %) lisättiin ylimääräinen puolenkilon raakalietteen tarvitseman kemikaaliannoksen. Sarjan tarkoitus oli laajentaa käsitystä, miten tarkka kemikaalisuhde on lietteen määrään TS- % nähden. Toinen raakalietteen koesarja toteutettiin kemikaaliannoksilla 1, 3 ja 5 g/kg*TS- %

kohden. Taulukko 6 esittää raakalietteen koeajon tiedot ja Taulukko 7 sisältää raakalietteen koeajon kemikaaliannos laskelmat. (Rae.savonia.fi.)

Taulukko 6. Raakalietteen koeajon lähtötiedot (Rae.savonia.fi.)

Pullon nro	Raakalanta	
		TS- %
	VS- %	4,16
4-5	määrä [g]	4 000

Taulukko 7. Raakalietteen koeajon kemikaaliannos laskelmat (Rae.savonia.fi.)

Kemikaaliannostus 1 g/kg*TS- %		Kemikaaliannostus 3 g/kg*TS- %		Kemikaaliannostus 5 g/kg*TS- %	
Kalsiumsul- faatti (g)	Magnesium- oksidi (g)	Kalsiumsul- faatti (g)	Magnesium- oksidi (g)	Kalsiumsul- faatti (g)	Magnesium- oksidi (g)
5,93	17,79	17,79	53,36	29,64	88,93
5,27	15,81	15,81	47,43	26,35	79,05

Lietteiden kemikaaliannosten sekoitus tapahtui moottorisekoittimella nopeuden ollessa 100 rpm ja kemikaalien sekoitusaika oli kipsillä 60 s ja magnesiumoksidilla 180 s. Kuva 13 esittää kokeissa käytettyä moottorisekoitinta. Ensimmäisen kokeen perusteella kipsi/magnesiumoksidin suhteeksi (%) kaikkiin koesarjoihin valittiin 25/75. Näytteiden annettiin laskeutua 7 vrk ajan, jonka jälkeen nestefaaseista ja pohjan kiintoaineksesta otettiin näytteet pullokohtaisesti. Näytteenottimena toimi laboratorioruisku, jonka päähän oli kytketty noin 30 cm muoviletku. Ruiskulla imettiin näytteet pullojen nestefaasista ja kiintoaines osasta. (Rae.savonia.fi.)



Kuva 13. Moottorisekoitin Heidolph RZR 2041
(Ollikainen 2014-12-11) (Rae.savonia.fi.)

8.2 Tulokset

Raakalietteelle ja neste- sekä kuivajakeelle tehtiin TS/VS – määritykset. Taulukko 8 esittää näytteiden TS/VS-pitoisuudet ennen rikastuskokeita. Lisäksi kokeiden jälkeen tehtiin jokaiselle koepullon kiintoainekselle oma TS/VS analyysi standardin SFS 3008 mukaan. Taulukko 9 esittää rikastuskokeiden jälkeisiä TS/VS määrityksen tuloksia. (Rae.savonia.fi.)

Taulukko 8. Koe 2 näytteiden TS/VS -pitoisuudet ennen rikastuskokeita. (Rae.savonia.fi.)

Näyte	TS- %	VS- %
Nestefraktio	3,28	2,32
Kuivajae	24,04	21,49
Raakaliete	5,27	4,16

Taulukko 9. Koe 2 Lietteiden TS/VS -pitoisuudet pullokohtaisesti rikastuskokeiden jälkeen.
(Rae.savonia.fi.)

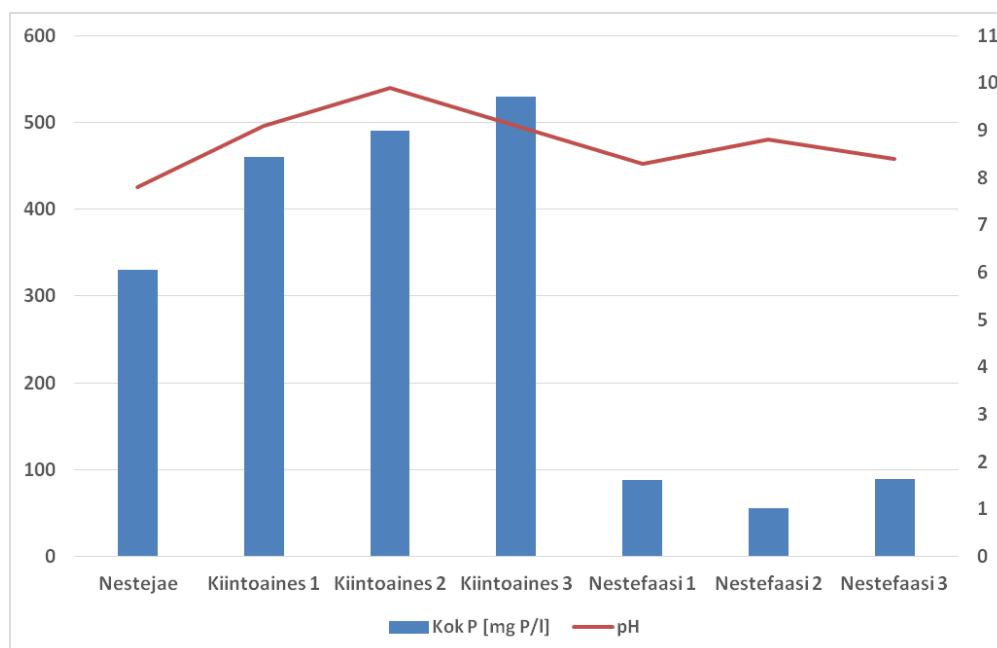
Näyte	TS- %	VS- %	Näyte	TS- %	VS- %
1.0	6,42	4,80	4.0	8,27	5,94
1.1	7,23	5,01	4.1	7,44	5,68
2.0	7,32	5,50	4.2	8,47	6,06
2.1	7,52	5,25	5.0	8,60	6,01
3.0	7,47	5,59	5.1	8,48	5,32
3.1	7,14	5,06	5.2	8,15	5,24

Koesarjan näytteiden analysointi toteutettiin ostopalveluna. Pullosarjoista lähetettiin kokoomanäytteet akkreditoidulle laboratoriolle Ahma Groupille. Ahma Groupin tulokset on esitetty liitteinä. LIITE 1: Pienenmittakaavan kokeen tulokset sisältävät pullokoesarjan ja säiliökoesarjan pohjana toimineen pienen mittakaavan koesarjan tulokset, LIITE 2: Pullokokeen Tulokset ja LIITE 3: Säiliökokeen tulokset. (Rae.savonia.fi.)

Tuloksia esittämissä diagrammeissa on eritelty koepullojen nestefaasit ja kiintoainekset omina pylväinä. Esimerkiksi Kiintoaines 1 ja Nestefaasi 1 ovat samasta pullosta otettuja näytteitä. Kiintoainenäyte on otettu koepullon pohjalta ja nestefaasi muodostuneesta nestefraktiosta. Kiintoaines/Nestefaasi 1 ja 3:n kemikaaliannoksena käytettiin 1 g/kg*TS- %. Kiintoaines/Nestefaasi 2 tapauksessa kemikaaliannoksena käytettiin 3 g/kg*TS- %. (Rae.savonia.fi.)

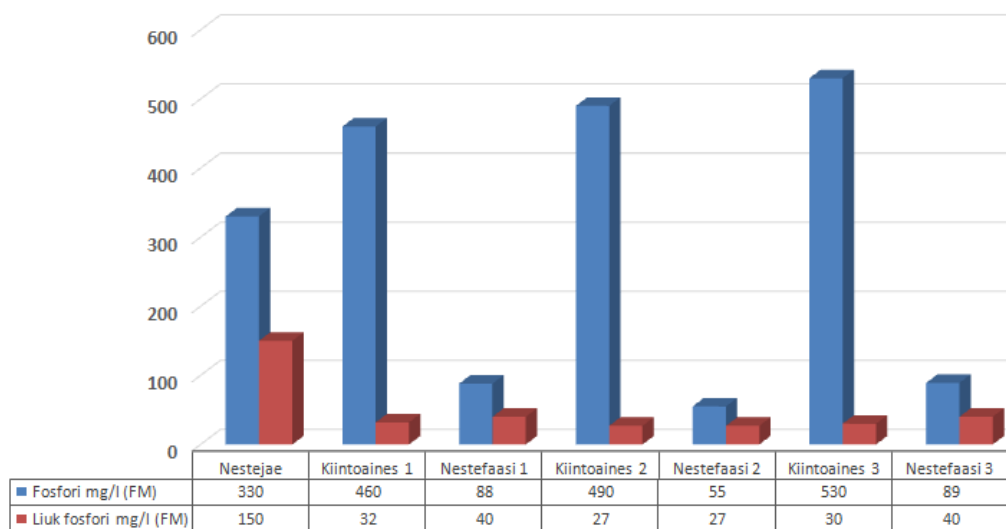
Kuvio 1 esittää toteutettujen koesarjojen kokonaisfosforin (mg/l (FM)) sekä pH:n pylväsdiagrammissa. Diagrammin vasemmassa laidassa on nestejake. Nestejakeen kokonaisfosforin määrä kuvastaa lähtötilannetta ennen kemiallista fosforinsaostusta. Nestejakeesta seuraavat kolme pylvästä oikealle esittävät kokoomanäytteiden kiintoaineksen kokonaisfosforin määrää. Kyseisten näytteiden arvot ovat huomattavasti suurempia kuin nestejakeen. Kiintoaineen jälkeen viimeiset kolme pylvästä diagrammissa kuvaavat kokoomanäytteiden nestefaasin kokonaisfosforipitoisuutta. Huomion arvoista on, että kemiallisesti käsittelyn läpi käyneen nestefaasin kokonaisfosforipitoisuus on selvästi pienempi kuin kokeiden alussa. Kuvaajasta huomaa fosforin saostuksen onnistuneen kokoomanäytteiden kohdalla, jopa 83 % on saostunut nestefraktiosta kiintoainekseen. Kuvaan liitetty punainen viiva esittää pH:n arvoja eri näytteiden välillä. pH vaihtelee kuvaajan mukaan välillä 7,8–9,9. Mekaanisesti

separoidun nestejakeen pH ennen kokeiden alkua oli 7,8. Nestefaasin pH vaihteli 8,3–8,8 ja kiintoainesten pH vaihteli välillä 9,1–9,9. Nestefaasin pH on pysynyt fosforinsaostuksen kannalta optimaalisen 8,5 lähetyvillä. (Rae.savonia.fi.)



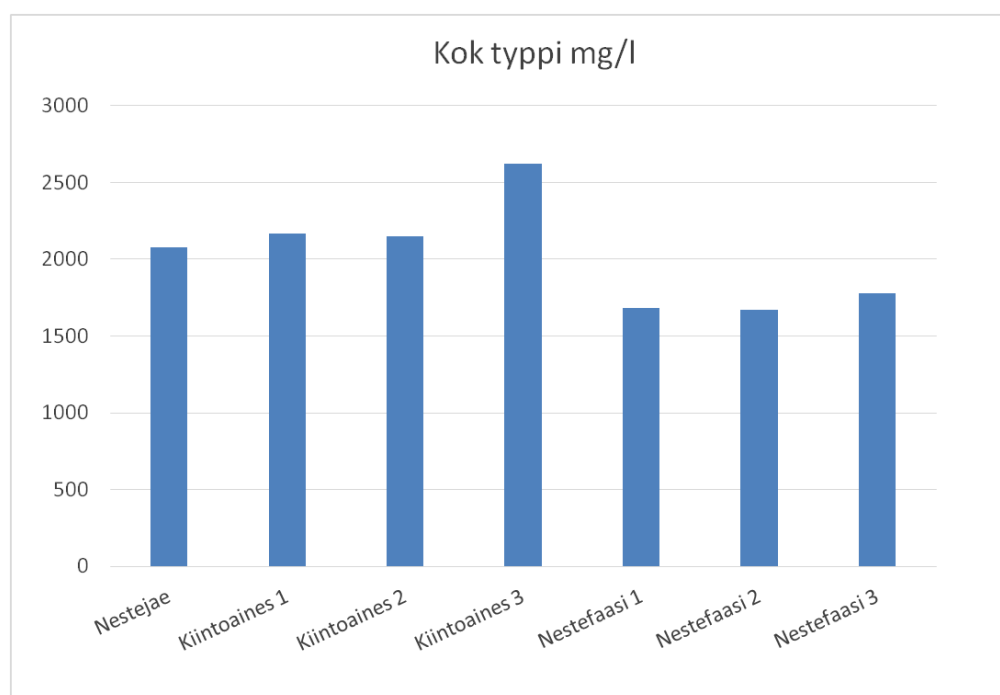
Kuvio 1. Pylväsdiagrammi parhaiten onnistuneiden kokoomanäytteiden sekä lähtöaineen (nestejake) kok. fosforista sekä näytteiden pH:sta (Ahma Group). (Rae.savonia.fi.)

Alla olevassa diagrammissa, Kuvio 2 on esitetty toteutettujen koesarjojen kokonaisfosfori sekä liukoisesta fosforin osuus mg/l (FM). Pylväsdiagrammissa on vertailun helpottamiseksi esitetty jokaisen näytteen kiintoaineksen ja nestefaasin tiedot vierekkäin. Diagrammi osoittaa, miten kokonaisfosforin ja liukoisesta fosforin osuus on laskenut alkuperäiseen nestejakeeseen verrattuna. Kuvaajasta nähdään kiintoaineksen kokonaisfosforin olevan huomattavasti suurempi nestefaasin kokonaisfosforiin verrattuna. Liukoinen fosfori on saostunut eri sarjojen välillä tasaisesti 27–40 mg/l pitoisuuksiin. Parhaimmillaan liukoisesta fosforin osuus on laskenut 82 % verrattuna alkuperäiseen nestejakeeseen (Kiintoaines 2 ja Nestefaasi 2). (Rae.savonia.fi.)



Kuvio 2. Kokoomanäytteiden ja lähtöaineen (nestejäte) kok. fosforin ja liukoisen fosforin pylväsdiagrammi (Ahma Group). (Rae.savonia.fi.)

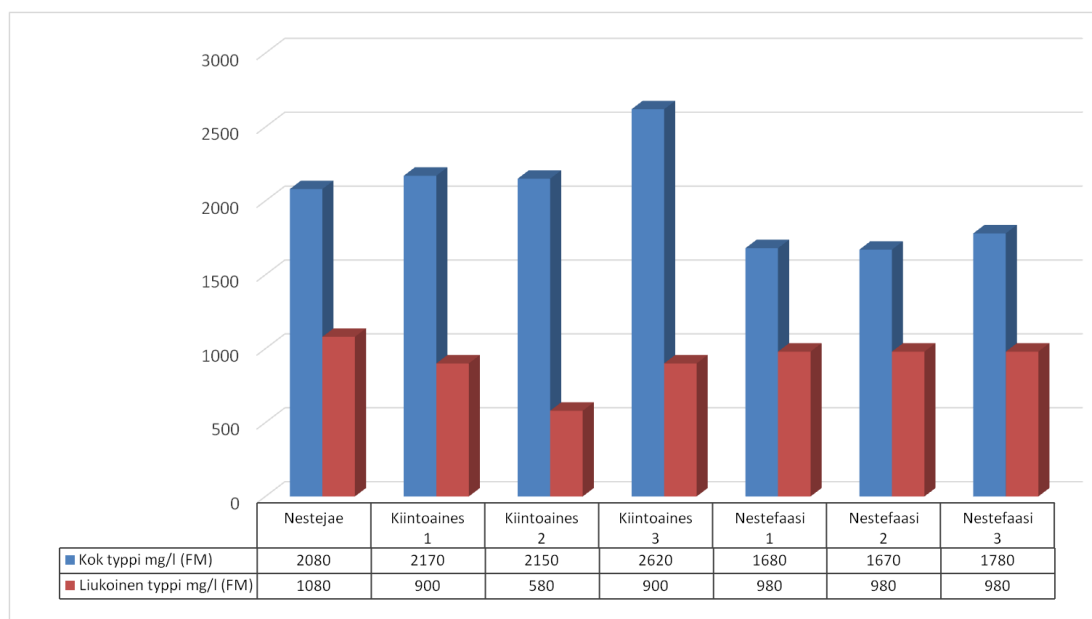
Kuvio 3 esittää Ahma Groupin mittaamia tuloksia kokonaistypen pitoisuuksista lähetetyistä näytteistä. Pystyakseli osoittaa kokonaistypen lukuarvon mg/l (FM) ja vaaka-akselissa on esitetty kokoomanäytteiden nimet. Kaikkien lähetettyjen näytteiden nestefaasien kokonaistypen pitoisuus on pienempi kuin alkuperäisellä nestejakeella. Kiintoainenäytteiden kokonaistypen pitoisuudet ovat taas suurempia verrattuna alkuperäiseen nestejakeeseen sekä nestefaasien kokonaistyppeen. Suurin kokonaistypen pitoisuus tulosten perusteella on näytteessä kiintoaines 3 ja pienin nestefaasi 2 näytteessä. (Rae.savonia.fi.)



Kuvio 3. Pullukoesarjan näytteiden kokonaistypipitoisuudet (Ahma Group) (Rae.savonia.fi.)

Kokonaistypen ja liukoisen typen pitoisuuksia näytteiden välillä esittää Kuvio 4. Näytteiden typen pitoisuuksien välisiä eroja selventää diagrammissa esitetyt lukuarvot (mg/l (FM)). Nestejakeen kokonaistypen pitoisuus ennen kokeiden alkua on ollut mittaustulosten perusteella 2 080 mg/l (FM) ja liukoisen typen pitoisuus 1 080 mg/l (FM). Nestefaasien kokonaistypen ja liukoisen typen pitoisuudet ovat laskeneet verrattuna alkuperäiseen nestejakeeseen. Kokonaistypen pitoisuus on laskenut nestefaaseilla 1 ja 2 melkein yhtä paljon. Nestefaasi 1 kokonaistypen pitoisuus on 1 680 mg/l (FM) ja nestefaasi 2 pitoisuus on 1 670 mg/l (FM). Nestefaasi 3 poikkeaa muista nestefaaseista hieman suuremmalla kokonaistypen määrällä 1 780 mg/l (FM). Kaikkien nestefaasien liukoisen typen pitoisuus on sama 980 mg/l (FM). (Rae.savonia.fi.)

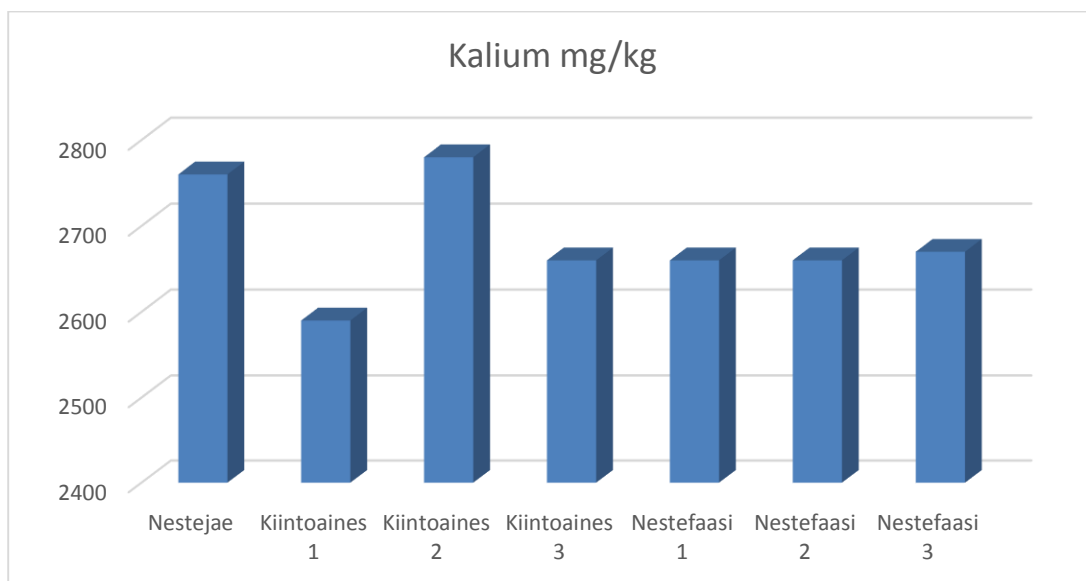
Diagrammin perusteella kiintoainenäytteet sisältävät enemmän kokonaistyppeä, mutta vähemmän liukoista typpeä kuin nestejake ja nestefaasit. Suurin kokonaistypen pitoisuus on näytteellä kiintoaines 3 (2 620 mg/l (FM)). Pienin kokonaistypen pitoisuus on kokoomanäytteellä kiintoaines 2, jonka kokonaistyyppi on 2 150 mg/l (FM). Kiintoaines 1 sisältää kokonaistyppeä 2 170 mg/l (FM), mikä ei eroa paljoa kokonaistypen määrässä verrattuna kiintoaines 2. Liukoisen typen osuus vaihtelee kiintoainesten välillä selvästi enemmän, mitä nestefaasien kohdalla. Kokoomanäytteet kiintoaines 1 ja 3 sisältävät molemmat 900 mg/l (FM) liukoista typpeä, mutta kiintoaines 2 sisältää 580 mg/l (FM). (Rae.savonia.fi.)



Kuvio 4. Pullokokeen pylväsdiagrammi kok. tyypestä ja liukoisesta tyypestä (Ahma Group). (Rae.savonia.fi.)

Lähetetyistä kokoomanäytteistä tehtiin myös kaliumanalyysit. Kuvio 5 esittää saatuja tuloksia. Pylväsdiagrammista huomaa, että mittaustuloksissa ei ole suurta eroa nestejake, kiintoaines ja nestefaasi näytteiden välillä. Nestejakeen kaliuminipitoisuus ennen koetta oli 2 760 mg/kg. Kokeiden jälkeen kaliumipitoisuus näytteillä nestefaasi 1 ja 2 on laskenut 2 660 mg/kg ja nestefaasi 3 pitoisuus on tippunut 2 670 mg/kg. Kiintoainenäytteiden kaliumipitoisuudet vaihtelevat enemmän kuin neste-

faasinäytteiden. Kiintoaines 1 kaliumpitoisuus on tulosten perusteella 2 590 mg/kg kun taas kiintoaines 2 kaliumpitoisuus on 2 780 mg/kg. Kiintoaines 3 kaliumpitoisuus on nestefaasinäytteiden kanssa samaa tasoa 2 660 mg/kg. (Rae.savonia.fi.)



Kuvio 5. Kalium tulokset pylväsiagrammissa (Ahma Group) (Rae.savonia.fi.)

9 SÄILIÖMITTAKAAVAN KOESARJA

9.1 Koejärjestelyt

Toinen koesarja toteutettiin kuudessa kuution kokoluokan säiliössä. Kokeen tarkoituksena oli todentaa aikaisempien koesarjojen toimiviksi osoittautuneiden saostusparametrien todenmukaisuus, lähempänä maatilamittakaavaa. Kokeessa tarkkailtiin lietteen laskeutuvuutta, fosforin saostuvuutta ja mahdollisia typpipitoisuuksien muutoksia. Lisäksi kokeiden päätyttyä säiliöitä tyhjentäessä kiinnitettiin huomiota, miten helposti liete irtoaa säiliön pohjalta. Alasuutarin ym. (2008) tutkimuksessa Lietelannan kemiallinen fraktiointi: käyttö ja kannattavuus, todettiin fraktioinnin seurauksena säiliön pohjalle muodostuvan korkean kuiva-ainepitoisuuden kerros, minkä irrotus on ollut haasteellista. Kokeet tehtiin Luken Maaningan tutkimusmaatilán vanhassa navettarakennuksessa. Navettarakennusta pidetään talvella puolilämpimänä tilana muun muassa koneiden korjauksia varten noin + 7 asteen lämpötilassa. Kuva 14 esittää navettarakennusta ulkopuolelta. (Rae.savonia.fi.)



Kuva 14. Luken tutkimusmaatilán vanha navettarakennus ulkoa
(Kuva: Ollikainen, 2015-01-14) (Rae.savonia.fi.)

Kokeessa tehtiin neljä rinnakkaista näytettä ruuvipuristimella mekaanisesti erotetulla nestejakeella, jonka kuiva-ainepitoisuus oli 5,5 % luokkaa. Lisäksi tehtiin kaksi rinnakkaista näytettä raakalietteen ja nestejakeen seokselle, jonka kuiva-ainepitoisuudeksi määritettiin 6,5 %. Kuva 15 esittää mekaanisessa separoinnissa käytettyä ruuvipuristinta. TS/VS määritykset tehtiin SFS 3008 standardin mukaisesti. Taulukko 10 ja Taulukko 11 esittävät koeajon nestejakeen ja raakalietteen TS/VS- pitoisuuksia sekä säiliöiden seoslaskelmat. (Rae.savonia.fi.)

Taulukko 10. Säiliöiden 1-4 TS/VS- määritykset ja seoslaskelmat (kg) (Rae.savonia.fi.)

Säiliöt 1-4	Raakaliete	Nestejäte
TS- %	9,72	5,52
VS- %	8,08	4,11
määrä [kg]	0	1000

Taulukko 11. Säiliöiden 5-6 TS/VS- määritykset ja seoslaskelmat (kg) (Rae.savonia.fi.)

Säiliöt 5-6	Raakaliete	Nestejäte
TS- %	9,72	5,52
VS- %	8,08	4,11
määrä [kg]	235	765



Kuva 15. Mekaanisessa separoinnissa käytetty ruuvipuristin (Ollikainen 2015-01-14) (Rae.savonia.fi.)

Kemikaaliannokseksi koesarjaan valittiin aikaisempien kokeiden perusteella 1 g/kg*TS- % sekä kalsiumsulfaatti/magnesiumoksidi suhteeksi 25/75 %. Säiliöiden 1 - 4 kemikaaliannoslaskelmat on esitetty alla olevassa taulukossa, Taulukko 12. Lisäksi Taulukko 13 esittää säiliöiden 5 - 6 kemikaaliannoslaskelmat. (Rae.savonia.fi.)

Taulukko 12. Säiliöiden 1 - 4 kemikaaliannoslaskelmat (kg). (Rae.savonia.fi.)

Kemikaaliannostus 1 g/kg*TS- %	
Kalsiumsulfaatti (kipsi)	Magnesiumoksidi
1,38 kg	4,14 kg

Taulukko 13. Säiliöiden 5 - 6 kemikaaliannoslaskelmat (kg). (Rae.savonia.fi.)

Kemikaaliannostus 1 g/kg*TS- %	
Kalsiumsulfaatti (kipsi)	Magnesiumoksidi
1,63 kg	4,88 kg

Kuva 16 esittää koesarjassa käytettyjä säiliöitä Luken tutkimusmaatilán vanhassa navettarakennuksessa. Koesarjan säiliöt ostettiin VIP Juicemaker Oy:ltä ja kemikaalit eli kalsiumsulfaatin ja magnesiumoksidin lahjoitti Yara Oy. Aikaisemmista kokeista poiketen magnesiumoksidi ei ollut täysin puhdasta ja hienojakoista, vaan kyseessä oli pitkälti käsittelemätön aines. Magnesiumoksidin kemikaali-analyysin suoritti Yara Oy, jonka tulokset on esitetty PDF tiedostona, LIITE 4: MGO ANALYYSI 10.2.2015 YARA. Karkean koostumuksen takia magnesiumoksidia hienonnettiin Savonia-amk:n leukamurskaimella. Kuva 17 esittää magnesiumoksidin hienontamisessa käytettyä leukamurskainta. Lopuksi kemikaali siivilöitiin 3 mm silmäkoon siivilän läpi, mahdollisimman suuren reaktiopinta-alan sekä hyvän sekoittuvuuden aikaan saamiseksi. (Rae.savonia.fi.)



Kuva 16. Koesarjan säiliöt (Ollikainen 2015-01-14). (Rae.savonia.fi.)



Kuva 17. Savonia-amk:n leukamurskain (Ollikainen 2015-01-14). (Rae.savonia.fi.)

Käsittlemätön magnesiumoksidi valittiin kokeisiin käyttötarkoituksen sekä kemikaalin hintavaihtelun vuoksi. VWR:n hintatiedustelun perusteella 25 kg puhdasta magnesiumoksidia maksaa 850 euroa, mikä tarkoittaisi kemiallisen separoinnin olevan maataloilla kannattamatonta. Salassa pidettävän yrityslähteen mukaan käsittlemättömän magnesiumoksidin hinta on 200–500 euroa/t (alv. 0 %). Kaliumsulfaatin hinta on noin 40 euroa/t (alv. 0 %). (Rae.savonia.fi.)

Lietteen sekoittamista varten rakennettiin moottorisekoittimelle erillinen teline. Kuva 18 esittää moottorisekoitinta kiinnitettynä telineeseen. Moottorisekoittimen nopeus pidettiin kaikissa näytteissä samana 1 000 rpm. Kemikaalien sekoitusajoja pidennettiin pullokokeeseen nähden mittakaavan

kasvamisen myötä, mutta sekoitusajat pidettiin samassa suhteessa aikaisempiin koesarjoihin. Kemikaalien lisäystä varten säiliöiden päälle leikattiin luukku, mistä kemikaalit annosteltiin. Kalsiumsulfaatti lisättiin vähitellen lietteeseen, jonka jälkeen moottorisekoittimen annettiin sekoittaa 5 min ajan. Tämän jälkeen magnesiumoksidi annosteltiin lietteen joukkoon. Magnesiumoksidia sekoitettiin 15 min ajan, minkä jälkeen moottorisekoitin siirrettiin seuraavaan säiliöön. Kun sekoittimen siirto oli suoritettu, valmiin säiliön kemikaalien annosteluluukku suljettiin ilmastointiteipillä ja kierrekorkki pyöritettiin puolittain kiinni, nesteen haihtumisen ehkäisemiseksi. (Rae.savonia.fi.)



Kuva 18. Moottorisekoitin MEZ kiinnitettyinä telineeseen (Ollikainen 2015-01-06). (Rae.savonia.fi.)

Lietenäytteiden annettiin laskeutua 8 vrk ajan, jonka jälkeen jokaisen säiliön pintakerroksesta sekä pohjakerroksesta otettiin näyte analysoitavaksi. Pintanäyte otettiin säiliön yläosasta ja pohjakerroksen näyte säiliön alalaidassa olleen hanan kautta. Näytteitä otettiin erilliset määrät ostopalveluun sekä omiin laboratorioanalyysiin. Ostopalveluna teetätettiin myös näytteet mekaanisesti erotetusta neste- ja kiintoainejakeesta sekä raakalietteestä. Lisäksi lähetettiin rinnakkaisnäytteet säiliöiden 3 ja 4 nestefaasista. Tämän tarkoituksena on saada tietoa, miten paljon vaihtelua näytteiden tulosten välillä voi olla. Näytteiden laskeutuvuutta tarkasteltiin myös silmämääräisesti ja säiliöiden tyhjennyksessä kiinnitettiin huomiota pohjalla olevan lietteen käsiteltävyyteen. (Rae.savonia.fi.)

9.2 Tulokset

Ennen kokeiden toteutusta, jokaisen säiliön nestejakeesta otettiin näyte ja tehtiin TS/VS – määritykset standardin SFS 3008 mukaisesti. Tällä tavalla pyrittiin varmistamaan, ettei suuria eroja nestejakeen TS-pitoisuudessa esiinny säiliöiden välillä. Lisäksi TS/VS analyysi suoritettiin raakalietteelle sekä mekaanisesti erotetulle kuivajakeelle. Taulukko 14 esittää standardin mukaan määritettyjä näytteiden TS/VS – pitoisuuksia ennen rikastuskokeita. Kokeiden jälkeen jokaisesta säiliöstä otettiin pinta- ja pohjanäyte, jotka analysoitiin standardin SFS 3008 mukaan TS/VS- pitoisuuksien selvittämiseksi.

Taulukko 15 esittää rikastuskokeiden jälkeisiä TS/VS- määrittelytuloksia pintanäytteistä. Vastavasti pohjanäytteiden TS/VS pitoisuuksia esittää Taulukko 16. (Rae.savonia.fi.)

Taulukko 14. Säiliöiden sekä raakalietteen ja kuivajakeen TS/VS -pitoisuudet ennen rikastuskokeita. (Rae.savonia.fi.)

Näyte	TS- %	VS- %
Säiliö 1	5,43	4,04
Säiliö 2	5,56	4,14
Säiliö 3	5,52	4,10
Säiliö 4	5,54	4,12
Säiliö 5	5,53	4,12
Säiliö 6	5,54	4,13
Raakaliete	9,72	8,08
Kuivajae	24,06	21,61

Taulukko 15. Pintanäytteiden TS/VS analyysin tulokset rikastuskokeiden jälkeen. (Rae.savonia.fi.)

Nimi	Näyte	TS- %	VS- %
Säiliö 1	Pinta	5,58	4,08
Säiliö 2	Pinta	5,60	4,10
Säiliö 3	Pinta	5,68	4,15
Säiliö 4	Pinta	5,60	4,09
Säiliö 5	Pinta	8,76	7,16
Säiliö 6	Pinta	9,17	7,52

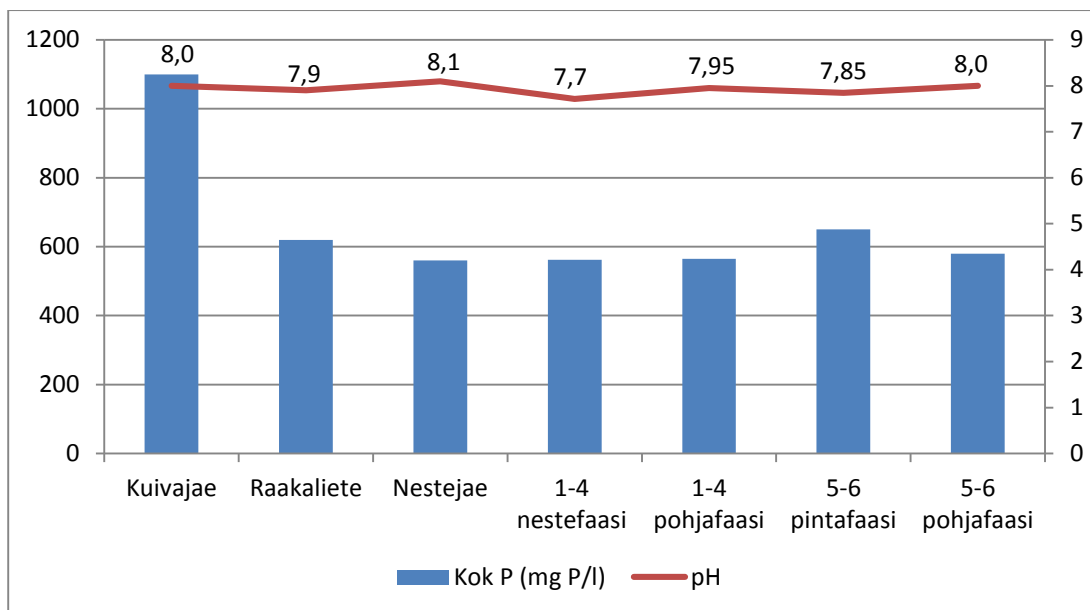
Taulukko 16. Pohjanäytteiden TS/VS analyysin tulokset rikastuskokeiden jälkeen. (Rae.savonia.fi.)

Nimi	Näyte	TS- %	VS- %
Säiliö 1	Pohja	5,65	4,12
Säiliö 2	Pohja	5,69	4,17
Säiliö 3	Pohja	5,68	4,15
Säiliö 4	Pohja	5,70	4,13
Säiliö 5	Pohja	6,14	4,49
Säiliö 6	Pohja	6,24	4,54

Säiliökoesarjan yhtenä tärkeimmistä tarkkailtavista muuttujista oli kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin saostuvuuden tarkastelu kemiallisen separoinnin seurauksena. Kuvio 6 esittää toteutettujen koesarjojen kokonaisfosforin (mg/l (FM)) lasketut keskiarvot pylvädiagrammissa. Keskiarvot on laskettu säiliöiden 1 - 4 kokonaisfosforipitoisuuksista neste- ja pohjafaasista sekä säiliöiden 5 - 6 pinta- ja pohjafaasista. Samassa kuvaajassa on esitetty pH:n vaihtelu eri jakeiden ja koesarjojen välillä. (Rae.savonia.fi.)

Kuivajae on ruuvipuristimen avulla mekaanisesti separoitu liete jäännös, jota ei käytetty koesarjan toteutuksessa hyödyksi. Kuvaajasta nähdään, että kuivajakeen fosforipitoisuus on kaikista suurin noin 1 100 mg/l (FM). Kokeessa käytetyn raakalietteen fosforipitoisuus on hieman yli 600 mg/l (FM) luokkaa. Mekaanisesti erotetun nestejakeen kokonaisfosforipitoisuus on puolestaan vähän alle 600 mg/l (FM). Mekaanisesti erotettu nestejake on kokeiden kannalta tärkein vertailunäyte, koska neljä koesäiliötä sisälsi ainoastaan nestejakeetta. (Rae.savonia.fi.)

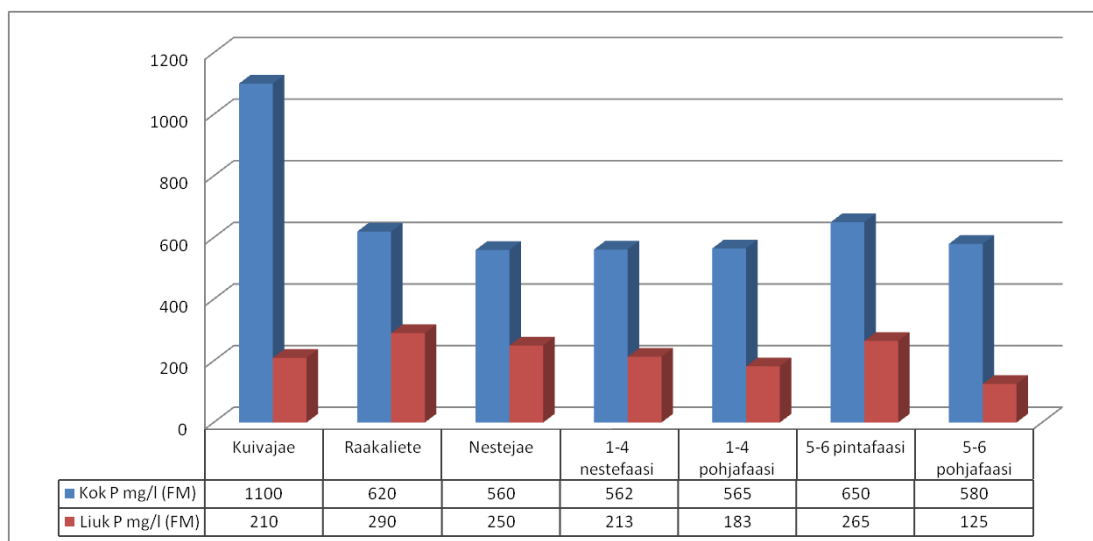
Nestejakeen jälkeen seuraavat kaksi pylvästä kuvastavat säiliöiden 1 - 4 kokonaisfosforin keskiarvoa neste- ja pohjafaasissa. Kuvaajasta huomaa kokonaisfosforin jakaantuvan näytteiden välillä melkein yhtä suuriin osiin. Kokonaisfosforin määrä ei myöskään ole merkittävän paljon pienempi sarjojen 1 - 4 pinta- ja pohjafaaseilla verrattuna mekaanisesti erotettuun nestejakeeseen. Kuvaajan viimeiset kaksi pylvästä oikealla esittävät sarjojen 5 - 6 pinta- ja pohjafaasien kokonaisfosforin keskiarvoja. Sarjojen 5 - 6 nestefaasista puhutaan pintafaasina, koska koesarjojen pintaan syntyi kerros paksua lietettä. Poikkeavat TS-pitoisuudet on esitetty aikaisemmin raportissa kohdassa: Tulokset 9.2; Taulukko 15 ja Taulukko 16. Pinta- ja pohjafaasien kokonaisfosforipitoisuudet ovat lähes samaa luokkaa raakalietteen kanssa. Kuvaajaan liitetty punainen viiva esittää pH:n vaihtelun keskiarvoja eri näytteiden välillä. pH:n vaihtelee kuvaajan mukaan 7,7–8,1. Mekaanisesti separoidun nestejakeen pH ennen kokeiden alkua oli 6,97. Neste/pintafaasin pH vaihteli 7,7–7,85 ja pohjafaasien pH vaihteli välillä 7,95–8,0. Nestefaasin pH ei ole noussut fosforinsaostuksen kannalta optimaalisen 8,5 lähetytyillä. (Rae.savonia.fi.)



Kuvio 6. Säiliökoesarjan kok. fosforipitoisuus ja pH:n vaihtelu näytteiden välillä. Selitteet 1 - 4 ja 5 - 6 tarkoittavat kyseisten näytteiden laskettuja keskiarvoja (Ahma Group). (Rae.savonia.fi.)

Kuvio 7 esittää koesarjojen kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin keskiarvot näytteiden välillä mg/l (FM). Diagrammissa on esitetty myös raakalietteen sekä mekaanisesti erotetun kuiva- ja nestejakeen kokonaisfosforipitoisuudet, että liukoisen fosforin osuudet. Näytteiden fosforipitoisuuksien välisiä eroja selventää diagrammissa esitetyt lukuarvot (mg/l (FM)) kuvaajan alaosassa. (Rae.savonia.fi.)

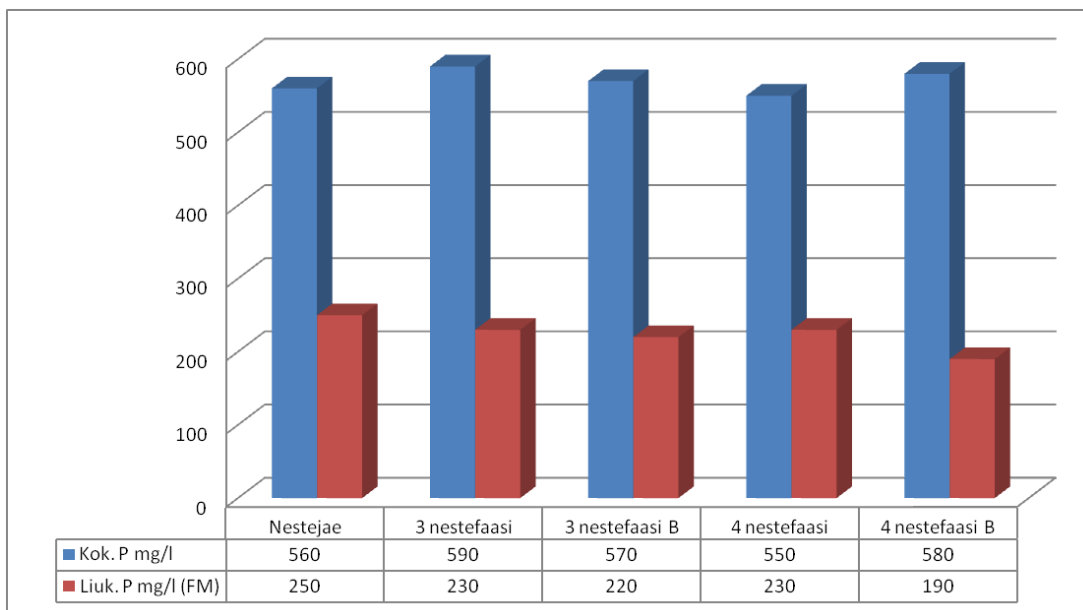
Kuvaajasta nähdään, että mekaaninen separointi ei ole erotellut merkittävästi liukoisen fosforin osuutta nestejakeen ja kuivajakeen välillä. Molempien jakeiden liukoisen fosforin pitoisuus on hieman pienempi mitä raakalietteellä. Nestejakeen liukoisen fosforin pitoisuus on laskenut 40 mg/l ja kuivajakeella 80 mg/l raakalietteeseen verrattuna. Kuvaajan perusteella liukoisen fosforin osuus on pääasiassa laskenut kokeen aikana. Eniten liukoisen fosforin pitoisuus on laskenut sarjalla 5 - 6 pohjafaasi (-125 mg/l). Sarjalla 5 - 6 pintafaasin liukoisen fosforin pitoisuus on noussut 15 mg/l nestejakeeseen verrattuna. (Rae.savonia.fi.)



Kuvio 7. Säiliökoesarjan kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin pitoisuudet mg/l (FM). Selitteet 1 - 4 ja 5 - 6 tarkoittavat kyseisten näytteiden laskettuja keskiarvoja (Ahma Group). (Rae.savonia.fi.)

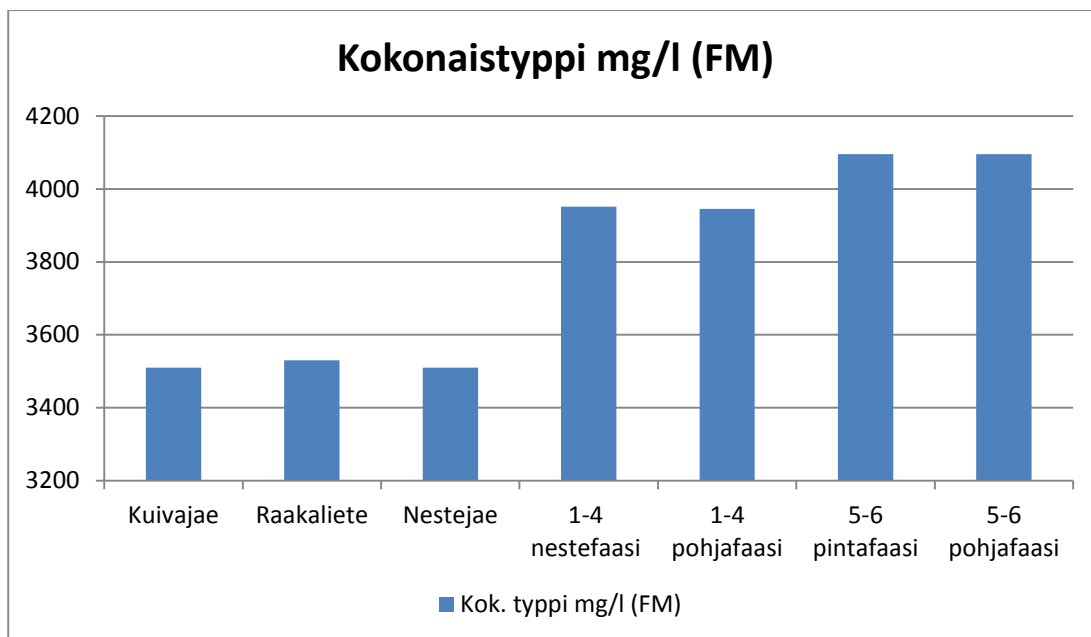
Säiliöiden 3 ja 4 nestefaasista teetätettiin rinnakkaisanalyysit, selvittääksemme mahdollista hajontaa fosforipitoisuuksissa. Kuvio 8 esittää rinnakkaisnäytteiden tuloksia kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin osalta, verrattuna mekaanisesti erotettuun nestejakeeseen eli alkutilanteeseen. Kuvaajasta nähdään, että suuria muutoksia kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin määrässä ei ole tapahtunut verrattuna nestejakeeseen. Alkuperäisen nestejakeen kokonaisfosforipitoisuus ennen kokeiden käynnistystä oli 560 mg/l (FM). Näytteen 3 nestefaasin ja rinnakkaisnäytteen 3 B nestefaasin kokonaisfosforipitoisuus on hieman suurempi nestejakeeseen verrattuna (570 - 590 mg/l (FM)). Näyte 4 nestefaasin kokonaisfosforipitoisuus on 10 mg/l (FM) pienempi verrattuna nestejakeeseen. Näyte 4 nestefaasin rinnakkaisnäyte 4 B nestefaasin kokonaisfosforipitoisuus on 580 mg/l (FM), joka on 30 mg/l (FM) suurempi kokonaisfosforipitoisuus nestejakeeseen verrattuna. (Rae.savonia.fi.)

Liukoisen fosforin kohdalla pitoisuusmuutokset ovat olleet pieniä. Nestejakeen liukoisen fosforin pitoisuus ennen kokeita oli 250 mg/l (FM). Näytteen 3 nestefaasin liukoisen fosforin pitoisuus on 20 mg/l (FM) pienempi kuin nestejakeella ja rinnakkaisnäytteen 3 B nestefaasin liukoisen fosforin pitoisuus on laskenut nestejakeeseen verrattuna 30 mg/l (FM). Näytteen 4 nestefaasin ja rinnakkaisnäytteen välillä on pientä eroavaisuutta. Liukoisen fosforin pitoisuus on laskenut näytteen 4 nestefaasilla 20 mg/l (FM) ja näytteen 4 B nestefaasilla 60 mg/l (FM) nestejakeeseen verrattuna. (Rae.savonia.fi.)



Kuvio 8. Rinnakkaisnäytteiden kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin pitoisuus verrattuna nestejakeeseen. Selitteet 1 - 4 ja 5 - 6 tarkoittavat kyseisten näytteiden laskettuja keskiarvoja (Ahma Group). (Rae.savonia.fi.)

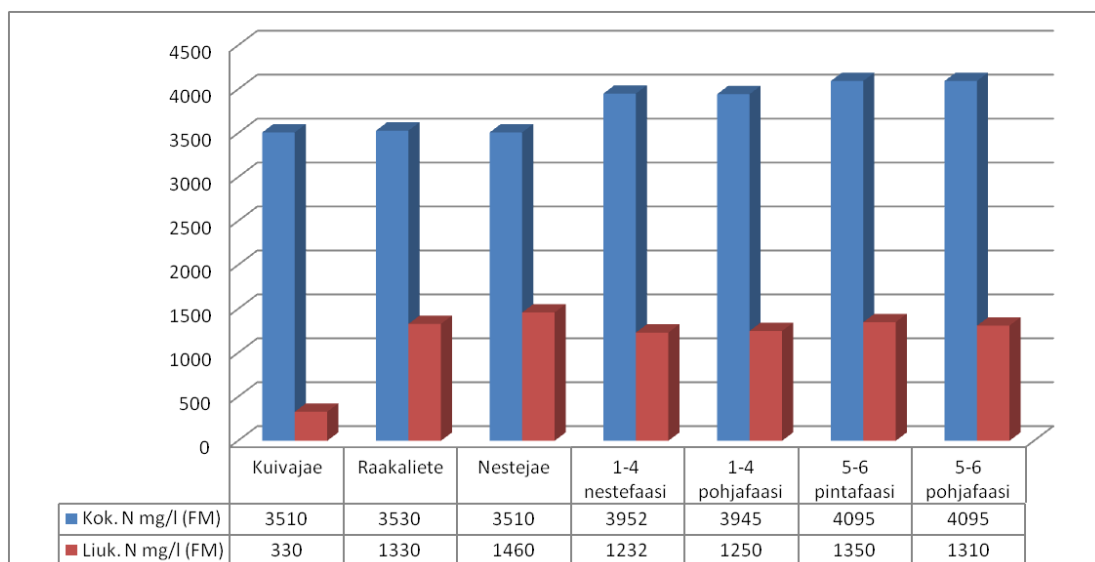
Säiliökoesarjassa tarkasteltiin typpipitoisuuden mahdollisia muutoksia kemiallisen separoinnin seurauksena. Kuvio 9 esittää tuloksia toteutuneiden koesarjojen näytteiden kokonaistyyppipitoisuuksien keskiarvoista. Mekaanisesti erotetun kuivajakeen kokonaistyyppipitoisuus kuvaajan perusteella on 3 500 mg/l (FM) luokkaa. Raakalangan ja mekaanisesti erotetun nestejakeen kokonaistyyppipitoisuus on kuvaajan perusteella lähes samaa luokkaa kuivajakeen kanssa. Näytteiden 1 - 4 nestefaasin ja pohjafaasin kokonaistyyppipitoisuus on lähes 4 000 mg/l (FM) luokkaa. 1 - 4 nestefaasin ja pohjafaasin välillä ei ole suurta eroavaisuutta kuvaajan perusteella. Viimeiset kaksi pylvästä kuvaajassa esittävät näytteiden 5 - 6 pinta- ja pohjafaasin kokonaistyyppipitoisuutta. Kokonaistyyppipitoisuus 5 - 6 pinta- ja pohjafaasilla on tulosten perusteella noin 100 mg/l (FM) suurempi kuin 1 - 4 neste- ja pohjafaaseilla ja sisältää yli 500 mg/l (FM) enemmän kokonaistyyppiä kuin raakaliete, neste- tai kuivajake. (Rae.savonia.fi.)



Kuvio 9. Säiliökoesarjan kokonaistyyppipitoisuus mg/l (FM). Selitteet 1 - 4 ja 5 - 6 tarkoittavat kyseisten näytteiden laskettuja keskiarvoja (Ahma Group). (Rae.savonia.fi.)

Kokonaistypen ja liukaisen typen pitoisuuksia säiliökoesarjan näytteiden välillä esittää Kuvio 10. Näytteiden typen eri pitoisuuksien välisiä eroja selvittää diagrammissa esitetyt lukuarvot (mg/l (FM)) kuvaajan alaosassa. Nestejakeen kokonaistypen pitoisuus ennen kokeiden alkua on tulosten perusteella ollut 3 510 mg/l (FM) ja liukaisen typen pitoisuus 1 460 mg/l (FM). Mekaanisesti erotetun kuivajakeen kokonaistyyppipitoisuus on ollut 3 510 mg/l (FM) eli saman verran kuin nestejakeella. Liukaisen typen pitoisuus on kuivajakeella pienempi nestejakeeseen verrattuna (330 mg/l FM)). Raakalietteen kokonaistyyppipitoisuus on samaa tasoa nestejakeen ja kuivajakeen kanssa 3 530 mg/l (FM). Liukaisen typen osuus on suurempi kuin kuivajakeella, mutta hieman pienempi kuin nestejakeella 1 330 mg/l (FM). (Rae.savonia.fi.)

Näytteiden 1 - 4 nestefaasin kokonaistyyppipitoisuus on 3 952 mg/l (FM) ja 1 - 4 pohjafaasin kokonaistyyppi on 3 945 mg/l (FM), mikä on 435–442 mg/l (FM) enemmän nestejakeeseen verrattuna. Näytteet 5 - 6 pinta- ja pohjafaasi sisältävät molemmat 4 095 mg/l (FM) kokonaistyyppiä. 5 - 6 pintafaasin liukaisen typen pitoisuus on 1 350 mg/l (FM) ja 5 - 6 pohjafaasi sisältää tulosten perusteella liukoista tyyppiä 1 310 mg/l (FM). Näytteet 5 - 6 pinta- ja pohjafaasi sisältävät saavutettujen tulosten perusteella 585 mg/l (FM) enemmän kokonaistyyppiä ja 110–150 mg/l (FM) vähemmän liukoista tyyppiä nestejakeeseen verrattuna. (Rae.savonia.fi.)

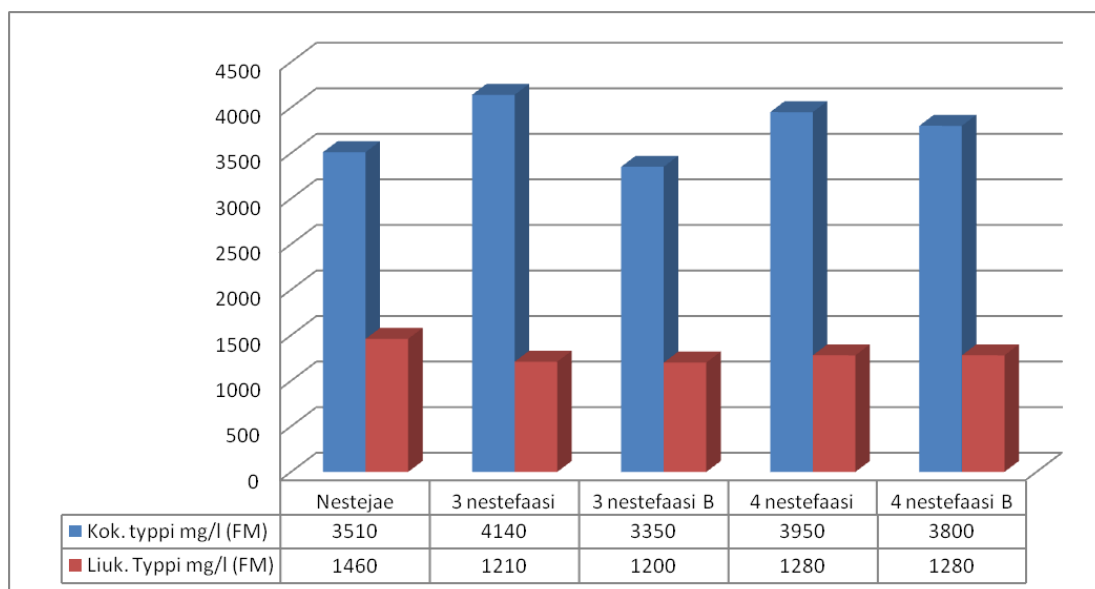


Kuvio 10. Säiliökoesarjan kokonaistypen ja liukoisen typen pitoisuudet mg/l (FM). Selitteet 1 - 4 ja 5 - 6 tarkoittavat kyseisten näytteiden laskettuja keskiarvoja (Ahma Group). (Rae.savonia.fi.)

Kokonaistypen ja liukoisen typen osalta teetimme kolmannen ja neljännen säiliön nestefaaseille rinnakkaisnäytteet. Rinnakkaisnäytteiden tarkoituksena oli selvittää, miten paljon hajontaa kokonaistypen ja liukoisen typen määrissä on saman näytteen sisällä. Kuvio 11 esittää toteutuneiden koesarjojen rinnakkaisnäytteitä suhteessa nestejakeeseen. (Rae.savonia.fi.)

Mekaanisesti erotetun nestejakeen kokonaistyyppipitoisuus on 3 510 mg/l. Näytteen 3 nestefaasin kokonaistyyppipitoisuus on 4 140 mg/l (FM), mikä on 630 mg/l (FM) suurempi nestejakeeseen verrattuna. Tulosten perusteella näyte 3 nestefaasin rinnakkaisnäyte 3 B nestefaasin kokonaistypen pitoisuus on 3 350 mg/l (FM). Tämä on pienin kokonaistypen arvo rinnakkaisnäytteistä. Sarjan 4 nestefaasin rinnakkaisnäytteiden kokonaistypen pitoisuuksissa ei ole samanlaista vaihtelua kuin sarjan 3 nestefaasin rinnakkaisnäytteissä. Näytteen 4 nestefaasi sisältää 3 950 mg/l (FM) kokonaistyyppiä ja rinnakkaisnäyte 3 800 mg/l (FM). Eli molempien näytteiden arvot ovat lähellä toisiaan. Huomattavaa on, että molemmat näytteet 4 ja 4 B nestefaasin kokonaistyyppipitoisuus on 290–440 mg/l suurempi verrattuna nestejakeeseen. (Rae.savonia.fi.)

Liukoisen typen pitoisuuksissa vaihtelu on pienempää näytteiden välillä kuin kokonaistypen kohdalla. Kokeissa lähtöaineena toiminut nestejae sisältää tulosten mukaan 1 460 mg/l (FM) liukoista tyyppiä. Näytteen 3 nestefaasin liukoisen typen pitoisuus on 1 210 mg/l (FM) ja rinnakkaisnäytteen 3 B nestefaasilla 1 200 mg/l (FM) eli liukoisen typen määrä on vähentynyt 250–260 mg/l (FM) verrattuna nestejakeeseen. Rinnakkaisnäytteiden 4 ja 4 B nestefaasien liukoisen typen pitoisuus on laskenut 1 280 mg/l (FM) tasolle lähtöaineen eli nestejakeen 1 460 mg/l (FM) tasosta. (Rae.savonia.fi.)



Kuvio 11. Rinnakkaisnäytteiden kokonaistypen ja liukoisen typen pitoisuudet verrattuna nestejakeeseen Selitteet 1 - 4 ja 5 - 6 tarkoittavat kyseisten näytteiden laskettuja keskiarvoja (Ahma Group). (Rae.savonia.fi.)

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

10.1 Pullokokeen johtopäätökset

Opinnäytetyön tavoitteena oli todentaa fosforin kemiallisen separoinnin toimivuus suuremmissa mittakaavassa, pienen mittakaavan koe parametreja noudattaen. Yleisesti voidaan todeta fosforin saostuskokeiden onnistuneen hyvin pullokoesarjassa. Pullokokeissa kokonaisfosfori saostui nestefaasista suurimmillaan 83 %, mikä on tuloksellisesti erinomainen. Pullokokeen analyysitulosten perusteella liukaisen fosforin osuus laski parhaimmillaan 82 %, mikä on myös mainio tulos. (Rae.savonia.fi.)

Laboratoriossa tehty pullokoe osoitti fosforin kemiallisen separoinnin onnistuvan myös raakalietteestä. Tulosten perusteella raakalietteen kokonaisfosfori saostui 73 % verrattuna mekaanisesti erotettuun nestejakeeseen. Koepullojen pH pysytteli nestefaaseissa 8,3–8,8 välillä, mikä on optimaalisen arvon (8,5) lähellä. Voidaan olettaa pH:n muutoksen optimaaliseksi olleen yksi avaintekijä pullokokeen onnistumiselle. Lisäksi pullokokeen tulokset tukevat aikaisemmin Maarit Janhusen suorittaman pienenmittakaavan kokeissa käytettyjen saostusparametrien oikeellisuutta. Pullokokeen analyysitulokset osoittavat, että kemikaaliannos - suhteessa lietteen TS- % on varsin liukuva. Parhaimmat fosforinsaostustulokset saatiin 1 ja 3 g/kg*TS- %. Lietteän laskeutuvuus alkaa kärsiä huomattavasti kemikaaliannoksen lähestyessä 5 g/kg*TS- %, joka on taloudelliselta kannalta ajateltuna hyvä asia. (Rae.savonia.fi.)

Kokonaistypen määrä laski kemiallisen käsittelyn seurauksena pullokokeen nestefaaseissa verrattuna kokeessa käytettyyn mekaanisesti erotettuun nestejakeeseen. Liukaisen typen osuus laski huomattavasti vähemmän suhteessa kokonaistyppeen. Tulosten perusteella lietteen sisältämä typpi reagoi hieman kemiallisen separoinnin seurauksena. Kuvio 4 havainnollistaa pullokokeen kokonaistypen muutosta eri näytteiden välillä. Analysoitujen pullokoekoiden kaliumpitoisuuksien perusteella voidaan todeta kaliumin reagoivan heikosti käytettyihin saostuskemikaaleihin. Kaliumtulokset on esitetty pylväsdiagrammissa, Kuvio 5. (Rae.savonia.fi.)

10.2 Säiliökokeen johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön toisen koesarjan tarkoituksena oli kemiallisen separoinnin pilotointi säiliömittakaavassa. Tavoitteena oli saada kemiallinen separointi toimimaan lähempänä maatilamittakaavaa, aikaisempien koesarjojen hyväksi todettujen koeparametrien avulla. Säiliökoesarjan tulokset eivät yltäneet pullokoesarjan tasolle. Säiliökoesarjan heikon fosforin saostuvuuden ja typenpitoisuuksien muutokset huomaa parhaiten laadituista pylväsdiagrammeista, Kuvio 6, Kuvio 7, Kuvio 8, Kuvio 9, Kuvio 10 ja Kuvio 11. (Rae.savonia.fi.)

Säiliökoesarjan lopputulosta ja fosforin vaatimatonta saostuneisuutta voidaan pitää monen eri tekijän yhteissummana. Koesarja toteutettiin ensimmäistä kertaa "suurena" mittakaavassa lähempänä maatilamittakaavaa. Säiliökokeessa oli alun perin tarkoituksena käyttää täysin samanlaista koejärjes-

telyä kuin pullokokeessa. Muun muassa separoidun nestejakeen TS-pitoisuus oli tarkoituksena nostaa kuivajakeen avulla optimaaliseen (5 %) kuiva-ainepitoisuuteen. Valitettavasti käytetty lietesäiliön raakaliete oli hyvin kuiva-ainepitoista (9,72 %), jonka seurauksena mekaaninen separointi ruuvipuristimella ei riittänyt laskemaan TS-pitoisuutta alle 5 %. Tämän seurauksena koejärjestelyitä jouduttiin muuttamaan. Kemiallinen separointi suoritettiin mekaanisen separoinnin ongelmien takia neljänä rinnakkaisena nestejakeelle, jonka TS-pitoisuus oli määrityksen perusteella 5,5 % sekä kahtena rinnakkaisena raakalietteen ja nestejakeen seokselle TS- 6,5 %. Säiliökokeessa toisin sanoen testattiin samalla kemiallisen separoinnin toimivuutta oletettua suuremmalla TS-pitoisuudella sekä raakalietteen käyttämistä TS-pitoisuuden nostamiseen säiliöissä 5 - 6. Säiliökoesarja suoritettiin lisäksi puoli-lämpimässä tilassa noin + 7 °C lämpötilassa, joten lämpötilan mahdollinen vaikutus kemikaalien reaktiivisuuteen ei ollut ennen kokeita tiedossa. (Rae.savonia.fi.)

Raakaliete osoittautui ongelmalliseksi, haastavan sekoittuvuuden johdosta. Raakalietteen sekoittuvuuteen vaikutti erityisesti tehoton moottorisekoitin. Sekoittimen kapasiteetti ei riittänyt saamaan nestejakeita ja raakalietettä sekaisin eikä pystynyt luomaan tarpeeksi voimakasta pyörrettä, kemikaalien optimaalisen sekoittuvuuden takaamiseksi. Tätä teoriaa tukee säiliöiden 5 - 6 pintaan muodostunut lähes raakalietteen TS-pitoisuudella oleva paksu lietekerros sekä saostuskemikaalien muodostuminen suuriksi partikkeleiksi säiliöiden pohjalle. (Rae.savonia.fi.)

Kokonaistypen muutoksen voidaan olettaa johtuvan lietteen paljon vaihtelevista ravinnepitoisuuksista. Nestejakeesta ei teetetty rinnakkaisnäytettä ostopalveluna, joten ravinnepitoisuuden vaihtelun suuruudesta ei tarkkaa tietoa ole saatavilla. Kuvio 9, Kuvio 10, Kuvio 11 esittävät säiliökoesarjan kokonaistypen ja liukaisen typen tuloksia. (Rae.savonia.fi.)

Säiliökokeessa käytetyn magnesiumoksidin puhtausasteen selvitti Yara Oy:n laboratorioanalyysillä. Analyysin perusteella magnesiumoksidi ei aiheuttanut kemiallisen separoinnin ongelmia. Yara Oy:n laboratorioanalyysin perusteella magnesiumoksidin puhtaus oli hyvää luokkaa, eikä se sisältänyt reaktiivisia ja puskuroivia ainesosia. Magnesiumoksidin kemikaalianalyysin tulokset on esitetty liitteenä, LIITE 4: MGO ANALYYSI 10.2.2015 YARA. (Rae.savonia.fi.)

Säiliökokeen tulosten vuoksi tehtiin kokeissa käytetylle nestejakeelle, koeparametrien eliminointia 2 l pullokokeina laboratorio-olosuhteissa. Kokeen tarkoituksena oli keskittyä lietteen laskeutuvuuden tarkasteluun. Lietteiden laskeutuvuutta tarkasteltiin, koska pullokokeessa huomattiin hyvän lietteiden laskeutuvuuden kertovan kemiallisen separoinnin onnistumisesta. Useista yrityksistä huolimatta ei selvää nestefaasia muodostunut, joten päädyttiin johtopäätökseen, että kemiallisen separoinnin ongelmat säiliökokeessa johtuivat kuivajakeen puuttumisesta. Oletettavasti kuivajakeen suuret, karkeat partikkelit toimivat kemiallisessa separoinnissa samoin kuin vedenpuhdistuksessa flokin muodostus ja sen laskeutus altaassa kemikaalien avulla. Flokkauksesta on kerrottu tarkemmin aiemmin raportissa, Luku 7.1, ja 7.2. Oletettavasti kemiallisessa separoinnissa kuivajakeen partikkelit painuvat nopeammin ja helpommin lietteiden pohjalle. Samalla kuivajakeen partikkelit sitovat/kokoavat laskeutuksessa itseensä ympäriltään fosforia, mikä on kalsiumsulfaatin ja magnesiumoksidin ansiosta saostunut struviitiksi ja/tai apatiitiksi. Teoriaa ei tämän opinnäytetyön puitteissa päästy todentamaan, mutta

saavutetut tutkimustulokset toimivat hyvänä pohjana tuleville hankkeille. Kehitysideana pitäisin tulevaisuuden hankkeelle varmentaa kuivajakeen vaikutus lietteen laskeutuvuuteen sekä tarkentaa tietoa TS-pitoisuuden optimaalisista raja-arvoista kemiallisessa separoinnissa. Sopivana toimena tähän, pitäisin muutaman pullokoesarjan järjestämistä. Tiedon karttumisen myötä olisi mahdollista päästä testaamaan teoriaa säiliökokeessa. Uutta säiliökoetta varten tulisi hankkia tehokkaampi moottorisekoitin sekä sen toimivuus pitäisi varmentaa ennen separointikokeiden aloitusta. Säiliökokeen onnistuessa maatilamittakaavan kokeen järjestäminen mahdollistuisi sekä kustannuslaskelmien laatiminen kemiallisen separoinnin taloudellisen kannattavuuden huomioimiseksi voitaisiin aloittaa. (Rae.savonia.fi.)

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Afbini.gov.uk. An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-02-19]. Saatavissa: <http://www.afbini.gov.uk/gru-report5-manure-treatment-systems.pdf>

ALASUUTARI, Sakari, PALVA, Reetta JA PIETOLA, Liisa. 2008. Lietelannan kemiallinen fraktiointi: käyttö ja kannattavuus. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-02-25]. Saatavissa: http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Esitelmat/es050.pdf

BICUDO, J.R. 2001. Frequently Asked Questions about Solid-Liquid Separation. University of Minnesota, Bio-systems and Agricultural Engineering Extension Program. Julkaisussa: An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. Agri-Food and Biosciences institute 2015.

BURTON, C. H. 2007. The potential contribution of separation technologies to the management of livestock manure. [Elsevier]. [viitattu 2015-02-26]. Saatavissa: http://ac.els-cdn.com/S1871141307004702/1-s2.0-S1871141307004702-main.pdf?_tid=9dab5364-e4b2-11e3-83d7-00000aab0f02&acdnat=1401094335_b6aa99ad3eb6e7e91615f4e4ceabecb7

CHEREMISINOFF, P.N. 1995. Handbook of water and wastewater treatment technology, New York, NY: M. Dekkar. Julkaisussa: An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. Agri-Food and Biosciences institute 2015.

Ely-keskus.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-01-12] Saatavissa: <http://www.ely-keskus.fi/> Polku: ely-keskus.fi. Aiheet. Ympäristö. Vesivarojen käyttö ja hoito- Pohjois-Savo.

Ely-keskus.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-03-22] Saatavissa: <http://www.ely-keskus.fi/> Polku: ely-keskus.fi. Ajankohtaista. Tiedotteet 2015. Ehdotukset vesienhoitosuunnitelmiksi kuultavana maaliskuun loppuun saakka (Pohjois-Savon Ely- keskus).

FANGUEIRO, D, SENBAYRAN, M, TRINDADE, H JA CHADWICK, D, (2008). Cattle slurry treatment by screw press separation and chemically enhanced settling. Effect on greenhouse gas emissions after land spreading and grass yield. [Elsevier]. [viitattu 2015-02-05]. Saatavissa: http://ac.els-cdn.com/S0960852408000035/1-s2.0-S0960852408000035-main.pdf?_tid=b35b7ad2-e4bb-11e3-8aa7-00000aab0f6c&acdnat=1401098237_4c17dc059166f603b61ffc9d64a7d211

FSA Environmental 2002. Low cost alternatives for reducing odour generation. Case study 10. Decanting Centrifuge. Australia Pork Limited, Canberra, Australia. Julkaisussa: An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. Agri-Food and Biosciences institute 2015.

LAKI ERÄISTÄ OHJELMAPERUSTEISISTA VIILJELIJÄKORVAUKSISTA 2014/1360, 2 §, 5 §, 6 §, 10 §, 11 §. [verkkoaineisto]. Saatavissa: <http://www.edilex.fi/lainsaadanto/20141360/p20>

LANNOITEVALMISTELAKI 539/2006, 1 §, 2 §. [verkkoaineisto]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajan-tasa/2006/20060539?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=2006%2F539>

LUOSTARINEN, S, PAAVOLA, T, ERVASTI, S, JA SIPILÄ, I. R. (2011). MTT Raportti27 Lannan ja muun eloperäisen materiaalin käsittelyteknologiat. [Luke]. [viitattu2015-02-26]. Saatavissa: MTT. <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti27.pdf>

Mtt.fi. Karjanlannan levityksen teknologiat ja talous. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-03-16] Saatavissa: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Naudanhantuotanto/Nivala_Kempele_TimoL.pdf

Mtt.fi. Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn vaikutukset maaperään. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-02-20] Saatavissa: <http://www.mtt.fi/met/pdf/met2.pdf>

MUKHTAR, Saqib, SWEETEN, John M. ja AUVERMANN, Brent W. (2006). Solid-liquid separation of animal manure and wastewater. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-02-20] Saatavissa: <http://www.p2pays.org/ref/12/11691.pdf>

NAVARATNASAMY, M, FEDDES, J.J.R. JA LEONARD, J.J. (2004). Reusing liquid manure as a possible source of drinking water for pigs. Julkaisussa: An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. Agri-Food and Biosciences institute 2015.

OLLIKAINEN, Heikki 2015-01-14. [Digitaaliset kuvat]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat. RAE -HANKESUUNNITELMA. 3 Hankkeen tausta, tarve ja tarkoitus. RAE -hanke.

PALVA, Reetta, VUORIO, Kari, VALAJA, Jarmo, TURTOLO, Eila, TUORI, Mikko, TORNIAINEN, Merja, TOLONEN, Kaisa, SALO, Tapio, RUOHO, Olli, PARTANEN, Kirsi, PALOJÄRVI, Ansa, MUSTONEN, Arja, MATTILA, Pasi, KARI, Maarit, HELLSTEDT, Maarit, ALASUUTARI, Sakari, ALAKUKKU, Laura, HARMONINEN, Taina. (2009). Lannan käsittely ja käyttö. 1. painos. ProAgraria Keskusten Liitto. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-02-20] Saatavissa: <http://www.ellibs.com.ezproxy.savonia-amk.fi/fi/book/9789518081855>

PARSONS, S, JA BERRY, T.A. (2004). Chemical phosphorus removal. Phosphorus in Environmental Technology: Principles and Application. [IWA Publishing]. [viitattu2015-02-26]. Saatavissa: http://www.google.fi/books?id=J7bwK8k3DOIC&printsec=frontcover&hl=fi&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true

PÉREZ-SANGRADOR, M, LEÓN-CÓFRECES, M.-C., JA ACÍTORES-BENAVENTE, M. (2012). Solids and nutrient removal from flushed swine manure using polyacrylamides. [Elsevier]. [viitattu 2015-02-28]. Saatavissa: http://ac.els-cdn.com/S0301479711002854/1-s2.0-S0301479711002854-main.pdf?_tid=60d12092-e4ba-11e3-b564-00000aab0f02&ac-dnat=1401097669_c1c9618a4cf3e26efcbcb87e8c9c3b79

PIETOLA, Liisa, JA ALASUUTARI, Sakari. (2008). Lietelannan kemiallinen fraktiointi: fosforin saostaminen. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-03-11] Saatavissa: <http://www.stms.fi>. Polku: Julkaisu. Maataloustieteen Päivät 2008. Esitelmät. Lietelanta maatalouden ympäristökuormituksen hallinnassa. Lietelannan kemiallinen fraktiointi: fosforin saostaminen.

Rae.savonia.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-02-27] Saatavissa: <https://rae.savonia.fi/> Polku: rae.savonia.fi. Tietopankki. Julkaisut. Selvitykset ja raportit. Lannan kemialinen ja mekaaninen separointi.

RAJALA, Jukka. 2004. Luonnonmukainen maatalous. Mikkeli: Helsingin yliopisto.

SHEFFIELD, R., BARKER, J. JA RASHASH, D. 2000. Solids separation of animal manure. Julkaisussa: An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. Agri-Food and Biosciences institute 2015.

SUOMALAINEN, Marcello 2007. Naudan lietalannan käsittelymenetelmien taloudellinen vertailu. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. [viitattu 2015-01-08] Saatavissa: <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/29758/Naudan%20lietalannan%20k%C3%A4sittelymenetelmien%20taloudellinen%20vertailu.pdf?sequence=1>

THE MILK LINES 2004. Evaluation of the efficiency of weeping wall solid liquid separation. Julkaisussa: An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. Agri-Food and Biosciences institute 2015.

VALTIONEUVOSTON ASETUS ERÄIDEN MAA- JA PUUTARHALOUEDESTA PERÄISIN OLEVIEN PÄÄSTÖJEN RAJOITTAMISESTA 2014/1250, 2 §, 5 §, 6 §, 7§, 8 §, 10§, 11 §. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-02-16]. Saatavissa: <http://www.edilex.fi/lainsaadanto/20141250?offset=1&perpage=20&phrase=1250%2F2014&sort=relevance&searchkey=635225>

VALTIONEUVOSTON ASETUS YMPÄRISTÖKORVAUKSESTA 2015/235, 3 §, 6 §, 53 §. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-02-16]. Saatavissa: <http://www.edilex.fi.ezproxy.savonia-amk.fi/lainsaadanto/20150235?offset=1&perpage=20&phrase=2015%2F235&sort=relevance&searchKey=639054>

VESIENHOITOSUUNNITELMAEHDOTUS 2016-2021 POHJOIS-SAVO. [kuulemisasiakirja]. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-01-08]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/> Polku: Ympäristö.fi. Vesi. Vesiensuojelu. Osallistu. Vuoksi. Kuulemisasiakirja.

Viljavuuspalvelu.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-02-16] Saatavissa: <http://viljavuuspalvelu.fi/>
Polku: Viljavuuspalvelu.fi. Tilastot. Lantatilastot vuosilta 2006–2009

WATTS, P.J., TUCKER, R.W., PITTAWAY, P. ja MCGAHAN, E.J. 2002. Low cost alternatives for reducing odour generation. Julkaisussa: An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. Agri-Food and Biosciences institute 2015.

WORLEY, J. 2005 Manure Solids Separators. Julkaisussa: An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. Agri-Food and Biosciences institute 2015.

WORLEY, J.W, BASS, T.M JA VENDRELL, P.F. 2005 Performance of Geotextile Tubes with and without chemical amendments to dewater dairy lagoon solids. Julkaisussa: An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. Agri-Food and Biosciences institute 2015.

Ympäristö.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-01-08]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/>
Polku: Ympäristö.fi. Vesi. Vesiensuojelu. Osallistu. Vuoksi. Pohjois-Savo

ZHANG, R.H. JA WESTERMAN, P.W. (1997). Solid-Liquid Separation of Annual Manure for odour. Control and Nutrient Management. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. Julkaisussa: An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. Agri-Food and Biosciences institute 2015.

ZHAO, Y.Y., WU, K.F., WANG, Z., ZHAO, L. JA LEE, S. 2000. Fouling and cleaning of membranes – A literature review. Julkaisussa: An evaluation of manure treatment systems designed to improve nutrient management. Agri-Food and Biosciences institute 2015.

LIITE 1: PIENENMITTAKAAVAN KOKEEN TULOKSET



Ahma ympäristö Oy

Sammokatu 8, Oulu p. 08-5145600 f. 08-3113029

Savonia-Amk Ky
Ymp.teknologian Tutkimus Ja Opetusyksikkö
Microkatu 1
70110 KUOPIO

TESTAUSSELOSTE

Pvm 18.09.2014
Työ nro 105919
As.nro 29407

Merkki Maarit Janhunen	Näytteiden lkm. 6	KOPIO 18.09.2014
Näyte saapui 19.08.2014	Tutk. aloitettu 19.08.2014	Tutkimusperuste Tutkimuspyyntö

Yhenveto tutkituista näytteistä				
näyte nro	tunnus/merkki	näytetyyppi	näytteenottopvm	näytteenottaja
001	Näyte 1	Liete	. .	Omistaja
002	Näyte 2	Liete	. .	Omistaja
003	Näyte 5, Rae	Liete	. .	Omistaja
004	Näyte 7 Rae	Liete	. .	Omistaja
005	Näyte 10 Rae	Liete	. .	Omistaja
006	Näyte 15 Rae	Liete	. .	Omistaja

Näytteen nro **001** Näytteen tunnus **Näyte 1**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	78,7
pH (1:5)	---	8,8
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	18700
Typpi, N	mg / kg (tuore)	3970
Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	13200
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2810
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	5020
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	1070
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	160
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	3060
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	1870
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	250
Tilavuuspaino	g/l	390

Näytteen nro **002** Näytteen tunnus **Näyte 2 24.9.2012**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	96,7
pH (1:5)	---	7,9
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	75400
Typpi, N	mg / kg (tuore)	2510
Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	85700
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2830
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	11300
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	380
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	120
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	28300
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	3510
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1010
Tilavuuspaino	g/l	1070

Näytteen nro **003** Näytteen tunnus **Näyte 5, Rae 4806 01/08/14, 4% 1g/kg**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	95,3
pH (1:5)	---	9,4
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	53000
Typpi, N	mg / kg (tuore)	2480

Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	62300
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2930
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	6920
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	320
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	26
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	16500
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	540
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	800
Tilavuuspaino	g/l	1040

Näytteen nro **004** Näytteen tunnus **Näyte 7 Rae 4806 01/08/14, 4% 3g/kg**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,1
pH (1:5)	---	10,2
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	40500
Typpi, N	mg / kg (tuore)	2390
Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	49900
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2940
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	6990
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	410
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	19
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	11200
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	310
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	700
Tilavuuspaino	g/l	1060

Näytteen nro **005** Näytteen tunnus **Näyte 10 Rae 4806 01/08/14, 4% 5g/kg**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	93,1
pH (1:5)	---	10,3
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	33900
Typpi, N	mg / kg (tuore)	2320
Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	38300
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2640
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	5450
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	370
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	12
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	10000
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	160
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	760
Tilavuuspaino	g/l	1120

Näytteen nro **006** Näytteen tunnus **Näyte 15 Rae 4906 01/08/14, 5% 5g/kg**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyytitulos
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	91,6
pH (1:5)	---	10,3
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	28300
Typpi, N	mg / kg (tuore)	2300
Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	33100
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2780
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	5260
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	440
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	10
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	8760
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	120
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	750
Tilavuuspaino	g/l	1060

Ahma ympäristö oy / Suomen Ympäristöpalvelu



Tomi Nevanperä, Kemisti FM

Selite

Tulokset pätevät ainoastaan tässä seksteessa mainituille näytteille. Tämän seksteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa on pyydettävä lupa Suomen Ympäristöpalvelulta.

Analysien menetelmäkuvaukset ja menetelmien mittausepävarmuudet saa pyydettäessä laboratoriosta.

LIITE 2: PULLOKOKEEN TULOKSET



Ahma ympäristö Oy

Sammonkatu 8, Oulu p. 08-5145600 f. 08-3113029

Savonia-Amk Ky
Ymp.teknologian Tutkimus Ja Opetusyksikkö
Microkatu 1
70110 KUOPIO

TESTAUSSELOSTE

Pvm 27.11.2014
Työ nro 106427
As.nro 29407

Merkki	Näytteiden lkm. 6	KOPIO 27.11.2014
Näyte saapui 20.11.2014	Tutk. aloitettu 20.11.2014	Tutkimusperuste Tutkimuspyyntö

Yhteenveto tutkituista näytteistä				
näyte nro	tunnus/merkki	näytetyyppi	näytteenottopvm	näytteenottaja
001	1 nestefaasi	Liete	. .	Omistaja
002	2 nestefaasi	Liete	. .	Omistaja
003	3 nestefaasi	Liete	. .	Omistaja
004	4 kiintoaine	Liete	. .	Omistaja
005	5 kiintoaine	Liete	. .	Omistaja
006	6 kiintoaine	Liete	. .	Omistaja
007	7 nestejää	Liete	. .	Omistaja

Näytteen nro **001** Näytteen tunnus **1 nestefaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	97,6
pH (1:5)	--	8,3
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	70600
Typpi, N	mg / kg (tuore)	1680
Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	112000
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2660
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	3710
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	88
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	40
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	41000
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	1680
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	980
Tilavuuspaino	g/l	1010

Näytteen nro **002** Näytteen tunnus **2 nestefaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	97,7
pH (1:5)	--	8,8
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	71600
Typpi, N	mg / kg (tuore)	1670
Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	114000
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2660
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	2350
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	55
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	27
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	41600
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	1140
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	980
Tilavuuspaino	g/l	1010

Näytteen nro **003** Näytteen tunnus **3 nestefaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	97,7
pH (1:5)	--	8,4
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	76000
Typpi, N	mg / kg (tuore)	1780

Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	114000
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2670
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	3810
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	89
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	40
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	41600
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	1680
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	980
Tilavuuspaino	g/l	1010

Näytteen nro **004** Näytteen tunnus **4 kiintoaines**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyytitulos
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	93,7
pH (1:5)	--	9,1
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	34200
Typpi, N	mg / kg (tuore)	2170
Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	40900
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2590
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	7300
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	460
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	32
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	14000
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	500
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	900
Tilavuuspaino	g/l	1020

Näytteen nro **005** Näytteen tunnus **5 kiintoaines**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyytitulos
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	92,6
pH (1:5)	--	9,9
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	29100
Typpi, N	mg / kg (tuore)	2150
Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	37600
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2780
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	6640
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	490
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	27
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	7680
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	350
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	580
Tilavuuspaino	g/l	1030

Näytteen nro **006** Näytteen tunnus **6 kiintoaines**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	92,7
pH (1:5)	--	9,1
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	35900
Typpi, N	mg / kg (tuore)	2620
Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	36400
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2660
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	7250
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	530
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	30
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	12000
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	400
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	900
Tilavuuspaino	g/l	1030

Näytteen nro **007** Näytteen tunnus **7 nestejäe**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	96,7
pH (1:5)	--	7,8
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	63300
Typpi, N	mg / kg (tuore)	2060
Kalium, K	mg / kg kuiva-ainetta	83800
Kalium, K	mg / kg (tuore)	2760
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	9940
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	330
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	150
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	32700
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	4670
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1080
Tilavuuspaino	g/l	1010

Ahma ympäristö oy / Suomen Ympäristöpalvelu



Tomi Nevanperä, Kemisti FM

Selite

Tulokset pätevät ainoastaan tässä selosteessa mainituille näytteille. Tämän selosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa on pyydettävä lupa Ahma ympäristö Oy:ltä / Suomen Ympäristöpalvelulta.

Analyyseiden menetelmäkuvaukset ja menetelmien mittausepävarmuudet saa pyydettäessä laboratoriosta.

LIITE 3: SÄILIÖKOKKEEN TULOKSET



Ahma ympäristö Oy

Sammonkatu 8, Oulu p. 08-5145600 f. 08-3113029

Savonia-Amk Ky
Ymp.teknologian Tutkimus Ja Opetusyksikk
Microkatu 1
70110 KUOPIO

TESTAUSSELOSTE

Pvm 10.02.2015
Työ nro 109557
As.nro 29407

Merkki	Näytteiden lkm. 17	KOPIO 10.02.2015
Näyte saapui 29.01.2015	Tutk. aloitettu 30.01.2015	Tutkimusperuste Tutkimuspyyntö

Yhteenveto tutkituista näytteistä				
näyte nro	tunnus/merkki	näytetyyppi	näytteenottopvm	näytteenottaja
001	1 nestefaasi	Liete	..	Omistaja
002	1 pohjafaasi	Liete	..	Omistaja
003	2 nestefaasi	Liete	..	Omistaja
004	2 pohjafaasi	Liete	..	Omistaja
005	3 nestefaasi	Liete	..	Omistaja
006	3 nestefaasi B	Liete	..	Omistaja
007	3 pohjafaasi	Liete	..	Omistaja
008	4 nestefaasi	Liete	..	Omistaja
009	4 nestefaasi B	Liete	..	Omistaja
010	4 pohjafaasi	Liete	..	Omistaja
011	5 pintafaasi	Liete	..	Omistaja
012	5 pohjafaasi	Liete	..	Omistaja
013	6 pintafaasi	Liete	..	Omistaja
014	6 pohjafaasi	Liete	..	Omistaja
015	7 raakalenta	Liete	..	Omistaja
016	7 kulvajää	Liete	..	Omistaja

Ympäristöanalyysi As.nro 29407 Työ nro 109557 Pvm 10.02.2015 Ahma ympäristö oy

017	7 nestejää	Liete	. .	Omistaja
-----	------------	-------	-----	----------

Näytteen nro **001** Näytteen tunnus **1 nestefaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,4
pH (1:5)	--	7,9
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	78800
Typpi, N	mg / kg (tuore)	4430
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	9890
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	560
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	200
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	21500
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	3650
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1170
Tilavuuspaino	g/l	960

Näytteen nro **002** Näytteen tunnus **1 pohjafaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,3
pH (1:5)	--	7,5
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	67300
Typpi, N	mg / kg (tuore)	3840
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	9900
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	570
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	160
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	21500
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	2780
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1220
Tilavuuspaino	g/l	980

Näytteen nro **003** Näytteen tunnus **2 nestefaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,5
pH (1:5)	--	7,4
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	73000
Typpi, N	mg / kg (tuore)	4040
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	9360
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	520
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	210
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	22900

Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	3810
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1250
Tilavuuspaino	g/l	990

Näytteen nro **004** Näytteen tunnus **2 pohjafaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,3
pH (1:5)	--	8,1
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	75000
Typpi, N	mg / kg (tuore)	4300
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	9350
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	540
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	200
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	20900
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	3550
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1180
Tilavuuspaino	g/l	980

Näytteen nro **005** Näytteen tunnus **3 nestefaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,3
pH (1:5)	--	7,4
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	72700
Typpi, N	mg / kg (tuore)	4140
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	10400
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	590
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	230
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	21600
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	4120
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1210
Tilavuuspaino	g/l	990

Näytteen nro **006** Näytteen tunnus **3 nestefaasi B**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,3
pH (1:5)	--	8,1
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	58800
Typpi, N	mg / kg (tuore)	3350
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	9960

Fosfori, P	mg / kg (tuore)	570
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	220
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	21400
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	3870
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1200
Tilavuuspaino	g/l	960

Näytteen nro **007** Näytteen tunnus **3 pohjafaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,3
pH (1:5)	--	8,0
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	70300
Typpi, N	mg / kg (tuore)	4010
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	10000
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	570
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	210
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	23000
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	3690
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1290
Tilavuuspaino	g/l	970

Näytteen nro **008** Näytteen tunnus **4 nestefaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	550
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	10000
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	4200
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	230
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	72300
Typpi, N	mg / kg (tuore)	3950
pH (1:5)	--	8,0
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	23500
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1280
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,5
Tilavuuspaino	g/l	960

Näytteen nro **009** Näytteen tunnus **4 nestefaasi B**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	580
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	10000

Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	3380
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	190
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	66200
Typpi, N	mg / kg (tuore)	3800
pH (1:5)	--	7,5
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	22700
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1280
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,3
Tilavuuspaino	g/l	980

Näytteen nro **010** Näytteen tunnus **4 pohjafäasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	580
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	10100
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	2900
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	160
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	63500
Typpi, N	mg / kg (tuore)	3630
pH (1:5)	--	8,2
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	23300
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1310
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,3
Tilavuuspaino	g/l	980

Näytteen nro **011** Näytteen tunnus **5 pintafäasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	630
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	7060
Vesiliukainen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	2560
Vesiliukainen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	260
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	56000
Typpi, N	mg / kg (tuore)	4970
pH (1:5)	--	8,1
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	13600
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1370
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	91,1
Tilavuuspaino	g/l	1140

Näytteen nro **012** Näytteen tunnus **5 pohjafaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	580
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	9220
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	2180
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	130
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	77500
Typpi, N	mg / kg (tuore)	4870
pH (1:5)	--	8,2
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	20700
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1280
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	93,7
Tilavuuspaino	g/l	970

Näytteen nro **013** Näytteen tunnus **6 pintafaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	670
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	7080
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	2500
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	270
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	33800
Typpi, N	mg / kg (tuore)	3220
pH (1:5)	--	7,6
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	12200
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1330
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	90,5
Tilavuuspaino	g/l	1140

Näytteen nro **014** Näytteen tunnus **6 pohjafaasi**
 Näytetyyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	580
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	9090
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	1930
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	120
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	52100
Typpi, N	mg / kg (tuore)	3320
pH (1:5)	--	7,8
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	21400

Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1340
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	93,6
Tilavuuspaino	g/l	980

Näytteen nro **015** Näytteen tunnus **7 raakalanta**
 Näytetyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	620
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	6840
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	2810
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	290
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	39100
Typpi, N	mg / kg (tuore)	3530
pH (1:5)	--	7,9
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	12800
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	1330
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	91,0
Tilavuuspaino	g/l	1150

Näytteen nro **016** Näytteen tunnus **7 kuvajae**
 Näytetyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	1100
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	4300
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	2150
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	210
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	13500
Typpi, N	mg / kg (tuore)	3510
pH (1:5)	--	8,0
Vesiliukoinen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	3350
Vesiliukoinen typpi, N	mg / l (myyntikostea)	330
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	74,1
Tilavuuspaino	g/l	380

Näytteen nro **017** Näytteen tunnus **7 nestejæ**
 Näytetyppi **Liete**

Mittaussuure	Yksikkö	Analyysitulokset
Fosfori, P	mg / kg (tuore)	560
Fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	9840
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / kg kuiva-ainetta	4410
Vesiliukoinen fosfori, P	mg / l (myyntikostea)	250
Typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	61900

Typpi, N	mg / kg (tuore)	3510
pH (1:5)	--	8,1
Vesiliukainen typpi, N	mg / kg kuiva-ainetta	25900
Vesiliukainen typpi, N	mg / l (myyntikosteaa)	1460
Kosteuspitoisuus (105 °C)	%	94,3
Tilavuuspaino	g/l	990

Ahma ympäristö oy / Suomen Ympäristöpalvelu



Tomi Nevanperä, Kemisti FM

Selite

Tulokset pätevät ainoastaan tässä selosteessa mainituille näytteille. Tämän selosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa on pyydettävä lupa Ahma ympäristö Oy:ltä/ Suomen Ympäristöpalvelulta.

Analyyseiden menetelmäkuvaukset ja menetelmien mittausepävarmuudet saa pyydettäessä laboratoriosta.

Lisätieto

Kaikki analyysit tehty saapumistilassa olevista (tuoreista) näytteistä. Tulokset mg/kg kuiva-ainetta ovat laslennalliset määrätetyn kuiva-ainepitoisuuden perusteella.

LIITE 4: MgO ANALYYSI 10.2.2015 YARA

XRF-analyysi

pvm

10.2.2015

Näyte:

MgO

Tilaaja:

Mikko Turunen/ Marko Toimela

Tekijä:

Hänninen Auli

	MgO	SiO ₂	CaO	K ₂ O	SO ₃	Cl	Fe ₂ O ₃	NiO	Ag ₂ O
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
10.2.2015 MgO	94,0	2,86	1,95	0,30	0,51	0,12	0,10	0,06	0,05

