



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

LIETELANNAN MEKAANI- NEN JA KEMIALLINEN SE- PAROINTI

TEKIJÄ

Janne Kukkonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Janne Kukkonen	
Työn nimi Lietelannan mekaaninen ja kemiallinen separointi	
Päiväys	8.11.16
Sivumäärä/Liitteet	36/4
Ohjaaja(t) Yliopettaja Merja Tolvanen ja projekti-insinööri Arja Ruokojärvi	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu, RAE-projekti	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Suurin osa maatalouden aiheuttamasta ravinnekuormituksesta vesistöihin on peräisin pelloilta huuhtoutuneista ravinteista. RAE-hankkeen (Ravinnehävikit euroiksi) tavoitteena on edistää ravinteiden tehokkaampaa hyödyntämistä ja vähentää maataloudesta vesistöihin aiheutuvaa ravinne- ja kiintoainekuormaa. Tämän hanke pyrkii edistämään tehokkaampien menetelmien käyttöönottoa tutkimalla uusien ja olemassa olevien menetelmien käytännöllisyyttä, vaikuttavuutta ja kustannustehokkuutta Itä-Suomen alueella. Tämän opinnäytetyön aiheena on lietelannan mekaaninen ja kemiallinen separointi. Työn tilaajana toimi RAE-hanke, jonka koordinoinnista vastaa Savonia-ammattikorkeakoulu. Työn tavoitteena oli selvittää kipsijohdannaisen soveltuvuutta lannan kemiallisessa separoinnissa ja lisäksi ravinteiden jakaantumista eri jakeisiin mekaanisessa separoinnissa. Separoinnilla tarkoitetaan lietelannan erittelyä typpirikkaaseen nesteosaan ja fosforirikkaaseen kuiva-aineosaan. Tämän tarkoituksena on helpottaa lannan käytettävyyttä sen sisältämän fosforin ja typen osalta.</p> <p>Tässä työssä separoitiin naudan- ja sianlietelantaa. Kemiallisia separointikokeita suoritettiin naudan- ja sianlietelannalla Savonia-ammattikorkeakoulun jätevesipuolen laboratorioissa. Mekaanisia separointikokeita suoritettiin naudanlietelannalla kahdella eri maatilalla ulkopuolisen toimijan toimesta. Separoitavasta lietelannasta otettiin näytteitä raakaliitteestä, nesteosasta ja kiintoaineosasta jotka lähetettiin analysoitavaksi akkreditoituun analyysilaboratorioon. Lantanäytteistä analysoitiin tärkeimmät ravinteet, kuiva-aineprosentti, lämpötila ja pH.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kokemuseräistä tietoa kemiallisen separoinnin toteutuksesta laboratorio-olosuhteissa ja siitä, kuinka lannan ravinteet jakaantuvat mekaanisessa separoinnissa fosforin ja typen osalta. Saatuja tuloksia voidaan käyttää lähtökohdaksi uusien lietelannan kemiallisen separointikokeiden toteutukselle sekä vertailukohdaksi uusille mekaanisille separointikokeille. Saaduista tuloksista hyötyvät neuvontaorganisaatiot, laitevalmistajat, teknologia-asiantuntijat, kuten viranomaiset, tutkimuskeskukset ja aluehallinnon asiantuntijat sekä alan opiskelijat.</p>	
Avainsanat Kipsi, kemiallinen, mekaaninen, separointi, lietelanta, typpi, fosfori, nauta, sika	
Julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Janne Kukkonen			
Title of Thesis Mechanical and Chemical Separation of Slurry			
Date	8 November 2016	Pages/Appendices	36/4
Supervisor(s) Ms Merja Tolvanen, Principal Lecturer, Ms Arja Ruokojärvi, Project Engineer			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences, RAE-project			
<p>Abstract</p> <p>Agriculture plays a major role in the nutrient load on water systems. The main objective of the RAE-project was to enhance the efficient use of nutrients in dairy farms and in that way reduce the amount of nutrient and solid matter flow to the water system. The topic of this thesis was mechanical and chemical separation of slurry. The thesis was commissioned by the RAE-project coordinated by Savonia University of Applied Sciences. The objective of this thesis was to find out if gypsum would be suitable to use in chemical separation applications. Another aim was to study how the different nutrients scatter in mechanically separated slurry. The purpose was to find the best possible benefits of the slurry and to ease the handling of nitrogen and phosphorus.</p> <p>In this thesis mechanical separation was carried out by an external party in two different dairy farms. The chemical separation tests were carried out with two types of cow slurry and with one type of pig slurry in the Savonia University of Applied Sciences waste water laboratory facilities.</p> <p>As a result was received information on how to do chemical separation exams in controlled laboratory environment and how phosphorus and nitrogen divide during the mechanical separation of slurry. In the future these results can be used as a starting point to carry out new mechanical and chemical separation of slurry. The received results of this study will benefit advisory organizations, device manufacturers, technology specialists, authorities, research centers, government specialists and students.</p>			
Keywords Slurry, gypsum, nutrient, mechanical, chemical, separation, phosphorus, nitrogen, cow, pig			
Public			

SISÄLTÖ

Keskeinen sanasto tässä työssä käytetyistä termeistä.....	5
1 JOHDANTO	6
1.1 Työtausta.....	6
1.2 Aiheen rajaus	7
2 LIETELANTAA KOSKEVAT RAJOITUKSET JA MÄÄRÄYKSET.....	8
2.1 Nitraattiasetus (Vna 931/2000)	8
2.2 Asetus maatalouden ympäristötuesta (MMMa 503/2007)	9
2.3 Lannoitevalmistelaki 539/2006	9
3 LIETELANNAN OMINAISUUDET	11
3.1 Ravinteet ja niiden kierto.....	11
3.1.1 Typpi.....	12
3.1.2 Fosfori	12
3.2 Levitystekniikat.....	13
3.2.1 Syöttöletkukuljetus ja -levitys.....	13
3.2.2 Hajalevitys	14
3.2.3 Letkulevitys.....	14
3.2.4 Sijoittaminen	14
4 LIETELANNAN SEPAROINTI	16
4.1 Mekaaninen separointi	16
4.1.1 Ruuviseparaattori.....	16
4.1.2 Suotonauhapuristin	17
4.1.3 Lietelinkous.....	17
4.2 Kemiallinen separointi	18
5 SEPAROINNIN TOTEUTUS	19
5.1 Kohdetilat	19
5.2 Separointi- ja multausnäytöksen toteutus	19
5.3 Kemiallisen separoinnin toteutus	19
5.4 Laboratoriokokeiden toteutus ja keskeiset tulokset	22
5.5 Separointi- ja multaustyönäytöksen tulokset	23
5.5.1 MN1	23
5.5.2 MN2	26
5.6 Tulokset ja tulosten tarkastelu	28
5.6.1 Mekaaninen separointi	28
5.6.2 Kemiallinen separointi	29
6 PILOT KOKEIDEN TULOSTEN JOHTOPÄÄTÖKSET	33
7 YHTEENVETO	34
LÄHTEET	35
LIITE 1 KOESUUNNITELMA LÄHTÖTILANTEESSA.....	37
LIITE 2 LABORATORIOKOKOKEIDEN AIKATAULU LÄHTÖTILANTEESSA.....	40

Keskeinen sanasto tässä työssä käytetyistä termeistä

Alite on separoidun lannan kiinteäosa.

Ammonifikaatio on osa typenkiertoa. Nitraatti pelkistyy siinä bakteeritoiminnan vaikutuksesta takaisin ammoniumtypeksi

Denitrifikaatio on hapettomissa olosuhteissa tapahtuva biologinen prosessi, missä nitraatti muodossa oleva typpi muuttuu typpikaasuksi.

Fraktiointi on lietteen separointia lannan kiinteään ja nestemäiseen osaan saostavalla kemikaalilla.

Jakeistaminen on nestemäisen ja kiinteän aineen erottaminen toisistaan.

Kuivajae eli jakeistamisesta saatu kuiva-aines.

Kuivalanta lantaa, josta virtsa on erotettu kouruilla virtsasäilöön.

Lanta sontaa ja/tai virtsaa, johon laitettu kuiviketta (olki, turve, sahanpuru) tai vettä.

Lietelanta on lantaa, jossa sonta ja virtsa ovat sekoittuneet juoksevaan muotoon.

Liukoinen eli **epäorgaaninen fosfori** on helposti veteen liukenevaa ravinnetta, joka on kasveille helposti käyttökelpoisessa muodossa.

Liukoinen eli **epäorgaaninen typpi** on helposti veteen liukenevaa ravinnetta, joka on kasveille helposti käyttökelpoisessa muodossa.

Nestejae eli jakeistamisesta saatu nestemäinen aines.

Nitrifikaatio on hapellisissa olosuhteissa tapahtuva mikrobiologinen reaktio, jossa ammoniumtyppi hapettuu nitriitin kautta nitraatiksi.

Orgaaninen fosfori on orgaaniseen ainekseen kiinnittynyttä ravinnetta. Muuttuu maassa mikrobitoiminnan avulla kasveille käyttökelpoisempaan muotoon.

Orgaaninen typpi on orgaaniseen ainekseen kiinnittynyttä ravinnetta. Muuttuu maassa mikrobitoiminnan avulla kasveille käyttökelpoiseen muotoon.

Rakeistus jakeistuksesta saadun kuiva-aineen jatkoprosessointi kuivaan ja rakeiseen muotoon.

Separointi on nestemäisen ja kiinteän aineen erottamista toisistaan mekaanisesti tai kemiallisesti.

Sonta eli eläimen kiinteä uloste ilman virtsaa.

Ylite on separoidun lannan nesteosa.

1 JOHDANTO

1.1 Työtausta

Suurin osa vesistöihin kohdistuvasta ravinnekuormituksesta on peräisin maataloudesta. Maanviljelyn luonteen muuttuessa pienimuotoisesta ja paikallisesta ravinteita kierrättävästä taloudesta suuriin teollisiin ja keskittyneisiin toimintayksiköihin on sen kuormittavuuskin sitä ympäröivään ympäristöön kasvanut. Ravinnepäästöt kohdistuvat erityisesti maatalousalueita ympäröiviin vesistöihin, mikä on heikentänyt niiden kuntoa normaaliin tilanteeseen verrattuna. Tekniikan kehittyminen ja huoli luonnon hyvinvoinnista ovat johtaneet siihen, että maatalouden ympäristövaikutuksiin on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota.

Suomi on jaettu alueellisesti kahdeksaan vesienhoitoalueeseen. Vuonna 2009 valmistuneen vesienhoitosuunnitelman mukaan vesistöjen tilan seuranta vaihtui suunniteltujen parantamistoimenpiteiden toteuttamiseen. Toimenpiteet on jaettu vesistöreiteittäin ja aihealueittain toimintasektoreihin, jotka ovat maatalous, metsätalous, turvetuotanto, vesistökunnostus sekä yhdyskunnat ja haja-asutuksen jätevesienkäsittely. RAE-hankkeen toiminta-alue sijaitsee pääosin Vuoksen vesistöreitillä, mutta osa Pohjois-Savosta ja Etelä-Savosta kuuluu myös Kymijoen vesistöreittiin. Vuoksen vesistöreitillä maatalous on ehdottomasti suurin ravinnekuormittaja etenkin fosforin sekä typen osalta ja taloudellisesti sen osuus toteutetuista vesistöjen hoitotoimenpiteistä on yli puolet. Huomattavaa on kuitenkin, pinta-alallisesti maatalouden osuus on vain 6 % Vuoksen vesistöreitillä. Tästä käy hyvin ilmi maatalouden ravinnepäästöjen suuruusluokka suhteutettuna sen pinta-alaan nähden. Maatalouden ravinnekuormitus vesistöihin koostuu pääasiassa pelloilta huuhtoutuvista ravinteista. Määrältään pienempiä päästöjä syntyy myös navetoista, lantaloista ja rehusiiloista tulevista ravinteista sekä ulosteperäisistä bakteereista. Vesienhoitosuunnitelman tavoitteena on saavuttaa vesistöjen tilaksi vähintään hyvä vuoteen 2015 mennessä. Kuitenkin niin, että jo aikaisemmin erinomaiseksi tai hyväksi arvioitujen järvien tilaa ei saa heikentää. (MÄENPÄÄ, Milla 2011. Kooste vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmista vuoteen 2015.)

RAE-hankkeen tavoitteena on edistää ravinteiden tehokkaampaa hyödyntämistä sekä edesauttaa vesienhoitosuunnitelman toteuttamista ja näin vähentää maataloudesta vesistöihin aiheutuvaa ravinne- ja kiintoainekuormaa. Hanke pyrkii edesauttamaan tehokkaampien menetelmien käyttöönottoa ja pilotoimaan jo olemassa olevien sekä uusien menetelmien käytännöllisyyttä, vaikuttavuutta ja kustannustehokkuutta Itä-Suomen alueella. Keskipisteenä tulee olemaan karjalannan energia- ja ravinnetehokas käyttö-, sekä uusin käsittely- ja levitysteknologia. Tämän lisäksi hankkeen pyrkimyksenä on kasvattaa maatalousyrittäjien ympäristötietoisuutta ja myönteistä asennetta ympäristönhoitoon ilman, että maatalojen taloudellinen kannattavuus joutuu uhanalaiseksi. Lannan tehokkaampi käyttö ei nähtäisi pelkästään uutena kulueränä, koska sillä on mahdollista päästä myös säästöihin.

Hanketta koordinoi Savonia-ammattikorkeakoulu, joka tulee tekemään yhteistyötä MTT Kotieläintutkimus Maaningan, ProAgria Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan ja Etelä-Savon, Savo-Karjalan vesien-suojeluyhdistys ry:n sekä Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) kanssa. Opinnäytetyön tilaajan edustajana tulee toimimaan Savonia-amk:n projekti-insinööri Arja Ruokojärvi.

Hankkeen pääsijaisena kohderyhmänä ovat Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan ja Etelä-Savon maakuntien alueella olevat maanviljelijät. Muita hankkeesta hyötyjiä ovat neuvontaorganisaatiot, laitevalmistajat, teknologia-asiantuntijat, kuntien viranomaiset, tutkimuskeskukset ja aluehallinnon asiantuntijat sekä alan opiskelijat.

1.2 Aiheen rajaus

Tämä opinnäytetyö on osa RAE-hankkeen Uudet menetelmät ja niiden pilotointi-toimenpidekokonaisuutta. Kokonaisuuden yhtenä osana on uusien separointimenetelmien käyttömahdollisuuksien selvittäminen, niiden tutkiminen käytännössä ja niiden käyttöönoton edistäminen kohdetiloilla. Työn tavoitteena on selvittää kipsijohdannaisen soveltuvuutta lannan kemiallisessa separoinnissa ja lisäksi ravinteiden jakautumista eri jakeisiin mekaanisessa separoinnissa. Separoinnin tarkoituksena on erottaa lietelanta typpirikkaaseen nesteosaan ja fosforirikkaaseen kiintoaineosaan. Tämä tehdään saostuskemikaalilla, jonka vaikutuksesta fosforin saostuminen kiintoainepartikkeleihin ja sitä kautta pohjaan vajoaminen tulee tapahtumaan. Saostusvalmisteiden oikea pitoisuussuhde tullaan ensin kokeilemaan laboratorio-olosuhteissa, ennen varsinaista täyden mittakaavan separointia. Näin tullaan varmistamaan toimenpiteen onnistuminen kohdetilalla.

2 LIETELANTAA KOSKEVAT RAJOITUKSET JA MÄÄRÄYKSET

2.1 Käyttöä koskevat määräykset

Lietelannan käyttöä lannoitteena rajoittaa sitä koskevat asetukset ja määräykset. Ympäristötuen piiriin kuuluvan viljelijän on sitouduttava noudattamaan lantaa koskevia ympäristötuen laatimia määräyksiä ja asetuksia. Näistä tärkeimpiä ovat nitraattiasetus (Vna 931/2000), asetus maatalouden ympäristötuesta (MMM 503/2007) ja lannoitevalmistelaki (539/2006). Niissä annetaan määräyksiä lannan käsittelystä, varastoinnista ja levitykseen liittyvistä toimenpiteistä sekä sen tuotteistamisesta.

2.2 Nitraattiasetus (Vna 931/2000)

Nitraattiasetuksessa (931/2000) säädetään, että lannan ja virtsan varastointitilan tulee olla niin suuri, että siihen voidaan varastoida 12 kuukauden aikana kertynyt lanta. Tähän ei kuitenkaan lueta saman laidunkauden aikana laidunnuksen aikana pelloille jäävän lannan määrää. Varastointitilan mitoituksessa tulee myös ottaa huomioon *”viljelijöiden yhteiset varastot, asianmukaiset suppeat jaloittelualueet ja pihattotyypiset kuivikepohjat.”*

Lannan varastointitiloista ja lantakouruista säädetään, että niiden tulee olla vesitiiviitä ja lisäksi, *”rakenteiden ja laitteiden tulee olla sellaisia, ettei lannan varastointitilan tyhjennyksen ja lannan siirron aikana tapahdu vuotoja.”* Lannan varastointiin voidaan käyttää myös lantapatteria, mutta sitä *”ei saa sijoittaa tulvanalaisille alueille eikä pohjavesialueille.”* Sen tekemisessä on myös noudatettava säännösten vaatimaa asianmukaista menettelyä ja mahdolliset päästöt vesiin tulisi estää (Vna 931/2000 4 §).

Lannan levitys on kiellettyä 15.10.–15.4. Kuitenkin lantaa voidaan levittää syksyllä enintään 15.11. asti ja aloittaa levitys aikaisintaan 1.4., mikäli maa on sula sekä tarpeeksi kuiva ja kantava, ettei siitä aiheudu tiivistymisen vaaraa tai valumia ympäristöön. Lantaa ei saa myöskään levittää lumipeitteeseen tai routaantuneeseen maahan, eikä maahan joka on veden kyllästämää. Lisäksi lantaa ei saa levittää nurmenpintaan 15.9. jälkeen. Syksyllä levitetty orgaaninen lannoite on aina mullattava tai pelto kynnettävä viimeistään vuorokauden kuluessa levityksestä. Lähitulevaisuudessa nitraattiasetus on muuttumassa. Muutokset tulevat koskemaan lannan levitysaikoja ja määriä.

Säännöllisesti kevättulvien alle jäävien peltoalueiden typpilannoitus on kielletty, lukuun ottamatta perustettavaa kasvustoa, 1.10.–15.4.

Typpilannoitus on kielletty viisi metriä lähempänä vesistöä. Seuraavan viiden metrin leveydellä typpilannoitteiden pintalevitys on kielletty, jos pellon kaltevuus ylittää kaksi prosenttia. (Vna 931/2000.)

Karjanlannan pintalevitys on kiellettyä peltoalueilla, missä maanpinnan kaltevuus ylittää 10 % (Vna 931/2000 5 §).

Nitraattiasetuksessa säädetään, että lannan typpianalyysi on tehtävä viiden vuoden välein ja lannan mukana kokonaistyppeä voidaan levittää pelloille kalenterivuoden aikana enintään 170 kg/ha. Tämä sisältää myös väkilannoitteen sisältävän typen määrän. Asetuksessa säädetään myös kasvikohtaiset typpirajat. Esimerkiksi heinä ja laidun sekä säilörehu ja puutarhakasveille typpeä saa levittää 250 kg/ha kalenterivuodessa. Syksyllä lantaa saa levittää pellolle enintään 30 tn/ha kuivikelantaa ja 20 tn/ha naudun lietelantaa.

2.3 Asetus maatalouden ympäristötuesta (MMMa 503/2007)

Maatalouden ympäristötuen piiriin kuuluvan viljelijän tulee laatia joka vuosi viljelysuunnitelma ennen kyseisen kasvukauden alkua. Tähän suunnitelmaan on merkittävä peruslohkojen eri kasvulohkoille suunnitellut viljeltävät kasvilajit ja niille käytettäväksi suunniteltu lannoitus. Viljelysuunnitelman tarkempi sisältö muotoutuu valmiiksi kylvöjen aikaan.

Viljavuustutkimus on teetettävä elintarviketurvallisuusviraston hyväksymässä laboratorioissa viiden vuoden välein niille peltoalueille, jotka ovat viljelyssä. Siitä tulee käydä ilmi analyysipäivämäärä ja viljellyn peltoalueen maalaji, multavuus, happamuus, johtokyky, vaihtuva kalsium, helppoliukoinen fosfori, vaihtuva kalium ja vaihtuva magnesium.

Lannan käyttöä fosforilannoitteena säännöstellään kasvikohtaisilla lannoitustaulukoilla. Jos pelkäs-tään lantaa käytetään fosforilannoitteena peltolohkolla, voidaan sitä käyttää lannoitukseen vuosittain 15 kg P/ha vastaava määrä kaikissa muissa viljavuusluokissa paitsi arveluttavan korkea. Monivuoti-sille nurmikasveille voidaan puolestaan käyttää 30 kg P/ha vastaava määrä viljavuusluokissa huono, huononlainen, välttävä ja tyydyttävä sekä viljavuusluokissa hyvä ja korkea 20 kg fosforia vastaavan määrän.

Lannan sisältämät ravinteet lasketaan lanta-analyysien tulosten tai taulukkoarvojen pohjalta. Mikäli kyseessä olevalla eläinlajille ei ole olemassa omaa taulukkoarvoa, lasketaan lannan ravinteet lanta-ana-lyysistä. Tämä on teetettävä vähintään viiden vuoden välein lannoitevalmistelain perusteella hyväk-sytyssä laboratorioissa. Lannan sisältämä liukoinen typpi huomioidaan kokonaan, paitsi silloin kun se levitetään syksyllä. Silloin tyyppistä otetaan huomioon 75 %. Lannan sisältämästä kokonaisfosforista huomioidaan lannoituksessa 85 %, kun taas turkiseläinten lannasta ja puhdistamolietepohjoisten lannoitevalmisteiden fosforista otetaan mukaan 40 %.

2.4 Lannoitevalmistelaki 539/2006

Lannoitevalmistelaissa on vaatimuksia valmistajaa koskevista velvoitteista, valmistettavien tuotteiden laadusta ja ominaisuuksista, valmistuksen valvonnasta sekä valmistetun lannoitetuotteen käytöstä, tarjonnasta ja sellaisiksi soveltuvien sivutuotteiden hyötykäytöstä ja riittävän tiedon antamisesta lan-noitevalmisteista niiden käyttäjille. Lakia sovelletaan silloin, kun lannoitevalmistetta tuodaan markki-noille, käyttöön otetaan, kuljetetaan, maahantuodaan tai maasta viedään.

Lannoitevalmistelakia täydennetään maa- ja metsätalousministeriön asetuksilla 12/07 ja 13/07.

Lisäksi Euroopan parlamentti ja neuvosto on eläimistä saatavia sivutuotteita koskevan EY-asetuksen 1774/2002. Tämän asetuksen tarkoituksena on eläintautien leviämisen estäminen EU-alueella.

3 LIETELANNAN OMINAISUUDET

3.1 Koostumus

Suomessa karjan tuottamaa lantaa syntyy vuosittain 20 miljoonaa tonnia. Eläintä kohden se tarkoittaa 16–24 tonnia lantaa vuodessa, josta riittää 10 tonnia viljeltävää hehtaaria kohden. Väkilannoitteiden hintojen noustessa lannan rahallinen arvo on kasvanut. Lantaa käytettäessä lannoitteena, sen sisältämät ravinteet pysyvät niille luonnollisessa kierrossa, eikä ravinteiden pidättäytymistä luontaisesta ravinnekierrosta pääse tapahdumaan. Lannan pitkäaikainen käyttö lisää maaperän orgaanisen aineksen määrää ja tätä kautta parantaa sen mururakennetta ja vedenpidätyskykyä. Taulukkoon 1. on koottu Viljavuuspalvelun teettämien tutkimusten mukaan lietelannan ominaisuuksia Suomesta vuosilta 2005–2009.

Lannalla tarkoitetaan sonnan, virtsan ja kuivikkeiden seosta, johon on myös usein myös sekoittuneena vettä ja rehua. Lietelannassa lannan ainesosat ovat sekoittuneet juoksevaan muotoon. Lietelannan koostumus voi vaihdella hieman kosteasta täysin juoksevaan, riippuen siitä kuinka paljon sontoaan on sekoittuneena vettä, virtsaa, rehujämiä ja kuiviketta. (RAJALA, Luonnonmukainen maatalous, 2006, 149.)

TAULUKKO 1. Lannan ominaisuuksia Suomessa v. 2005–2009 (T-paino lantakuution massa) (Viljavuuspalvelu naudän lietelannan lantatilasto)

	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
Maksimi	4,9	18	2,3	17	1,4	3,3	1,2	34,6	1900
Näytteiden lukumäärä	2922	2847	2664	2663	514	514	514	2931	2924

3.2 Ravinteet ja niiden kierto

Lanta sisältää kasveille monia tärkeitä kasvun kannalta tärkeitä ravinteita. Kuinka paljon ja mitä ravinteita lanta sisältää riippuu siitä, minkä eläimen lanta on kyseessä, miten niitä on ruokittu sekä miten lanta on otettu talteen ja varastoitu. Lannan sisältämät tärkeimmät ravinteet kasveille ovat typpi, fosfori ja kalium. Useimmiten typpi on näistä viljelyskasvin kasvua rajoittava ravinne, fosfori puolestaan on sisävesien hoidon kannalta keskeisin minimiravinne rehevöitymisessä. (Naudän lietelannan käsittelymenetelmien taloudellinen vertailu, 2007, 33).

3.2.1 Typpi

Lannassa on typpeä epäorgaanisessa, liukoisessa muodossa ja myös 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^-).

Orgaaniseen ainekseen sitoutunut typpi muuttuu mikrobitoiminnan seurauksena liukoiseen muotoon. Tätä voi tapahtua myös varastoinnin aikana tai maassa levityksen jälkeen. Typen vapautuminen liukoiseen muotoon vaikuttaa myös lannan typpi- ja hiiliyhdisteiden välinen suhde. Mikrobit käyttävät soluhengitykseensä hiiliyhdisteitä, minkä johdosta hiilen määrä vähenee. Tämän seurauksena typpeä vapautuu liukoiseen ja kasvien kannalta edulliseen muotoon. Hiiltä ja typpeä on oltava oikeassa suhteessa, sillä liian alhainen typpipitoisuus voi aiheuttaa typen sitoutumista eloperäistä ainetta hajottaviin mikrobeihin ja sitä kautta orgaaniseen muotoon. (Palva ym. 2009, 13.)

Lanta-analyyseissä määritetään yleensä kokonaistypen ja liukoisen typen pitoisuudet. Näiden erotus kuvaa lannan sisältämän orgaanisen typen määrää.

Lietelannan sisältämää typpeä poistuu denitrifikaatiossa, haihtumalla ammoniakkina ja huuhtoutumalla valunnan mukana. Haihduntaa tapahtuu varastoinnin ja levityksen yhteydessä. Nitraattia poistuu maasta veden mukana huuhtoumana, varsinkin keväisin ja syksyisin kasvaneen valunnan mukana. Nitrifikaation vastakohta on denitrifikaatio, missä anaerobiset bakteerit hajottavat nitraatteja ja nitriittejä kasveille epäedullisempaan muotoon typpikaasuiksi tai dityppioksidiksi. Typen hävikin määrä riippuu lannankäsittelyyn käytetyistä työtavoista ja vallitsevista ympäristöolosuhteista.

Annetut suositukset lannan käyttömäärästä tulevat siitä, että viljelykasvi saa siitä kaiken tarvitsemansa fosforin, mutta ei tarpeeksi typpeä. Lietelanta sisältää paljon fosforia ja kaliumia suhteessa typpeen, minkä seurauksena sitä ei voida käyttää typpitarpeen täyttämiseen pelloilla, sillä se voisi johtaa liian suureen fosfori- ja kaliumlannoitukseen. Tämän seurauksena joudutaan usein käyttämään väkilannoitetyyppeä, jotta turvataan kasveille riittävä typensaanti. (Palva ym. 2009, 25.)

3.2.2 Fosfori

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 pidähtynyt 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 olomuotojen välillä on ympäröivien olosuhteiden hallitsema tasapaino-tila, missä fosforia pidättyy ja vapautuu oikeassa suhteessa. (RAJALA, Luonnonmukainen maatalous, 2006, 137–138.)

Lietelannan sisältämä fosfori on enimmäkseen epäorgaanisessa muodossa. Liukoisuus vaihtelee eläinlajin mukaan ja sen käyttökelpoisuus vaihtelee kasville maan sisältämän fosforipitoisuuden mukaan. Konsentraation ollessa matala maahan lisätty epäorgaaninen fosfori jää maahiukkasten pinoille 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.)

3.3 Levitystekniikat

Lannan levitys pellolle koostuu kolmesta työvaiheesta, jotka ovat kuormaus, kuljetus ja levitys. Jokaiseen työvaiheeseen on nykyisin tarjolla useita erilaisia vaihtoehtoja joiden valintaan vaikuttaa lantatyypin, vuotuinen levitettävä lantamäärä ja kuljetusmatkojen pituus. Työvaiheiden keskinäinen yhteensopivuus vaikuttaa siihen, kuinka tehokkaasti ja kuinka suurella kapasiteetilla lannanlevitystä voidaan harjoittaa. Kokonaisuutena hyvin toimiva lannanlevitys on kustannustehokasta, jouhevaa eikä vahingoita pellon maarakennetta.

Lannan kuormaamiseen voidaan käyttää sähkö- tai traktorikäyttöistä pumppukuormaajaa, pyöräkuormaajaa, kaivinkonetta tai muuta kauhalla varustettua kuormaamiseen sopivaa työkonetta, jolla lanta lastataan levitysvaunuun. Lannan kuormauspaikan tulee olla niin tilava, että levitysvaunu mahtuu kääntymään siinä ympäri. Lisäksi kuormauspaikan pohjarakenne pitää olla tarpeeksi kantava, jotta lannan lastaaminen onnistuu silloinkin, kun maa on vettänyt ja kantokyky heikentynyt. Kuormaamisen tehostamiseksi voidaan käyttää kahta levitysvaunua, jolloin kuormauskoneen työaika pysyy optimoimaan. (Palva ym. 2009, 74)

Lannan kuljetukseen tarvittava aika voi viedä suuren osan lannanlevitykseen käytetystä ajasta. Lyhyillä kuljetusmatkoilla lanta voidaan kuormata suoraan levitysvaunuun. Kuljetusmatkojen pidentyessä lietelanta on kannattavampaa kuormata kuljetusvaunuun, joka kuljettaa lietteen lähemmäksi lietteen purkupaikkaa. Mitä tehokkaammin liete saadaan kuljetettua lietesäiliöstä peltoon, sitä enemmän syntyy säästöjä ajallisesti ja taloudellisesti.

3.3.1 Syöttöletkukuljetus ja -levitys

Lietelantaa voidaan kuljettaa pelloille myös putkien ja letkujen avulla. Siirtopumppausta varten liete-lanta imetään säiliöstä imupumpulla ja revitään, jonka jälkeen se siirretään kiinteää putkea pitkin

pellon reunaan. Sieltä se siirretään kelalta purettua letkua pitkin levityksessä käytettyyn työkoneeseen. Traktori vetää perässään paineistettua letkua, josta liete puretaan levittimen avulla pellolle. Levitysyksikön perässä vedettävä letkun pituus vaihtelee yleensä 200–300 metrin välillä. Lietelannan levitys voidaan suorittaa sijoitus-, haja- tai letkulevityksenä. Levityksen jälkeen syöttöletkut vedetään takaisin kelalle. Tässä menetelmässä levitykseen käytettävän aikaikkunan suuruus pellolla kasvaa, koska käytössä ei ole raskasta levitysvaunua. Kuljetukseen ja vaunun täyttöön ei kulu aikaa, tyhjällä kuormalla ajaminen vähenee ja levitysnopeus kasvaa. (Palva ym. 2009, 72–73.)

3.3.2 Hajalevitys

Hajalevityksessä lanta levitetään koko pellon pinta-alalle levitysvaunulla. Lietelanta levitetään enimmäkseen lautaslevittimellä. Niissä paineella pumpattu lanta osuu lautaseen, josta se leviää kaareissa vaunun taakse ja sivuille. Lautanen tulee olla suunnattu alaspäin ilmakosketuksen minimoimiseksi. Tämä levitystekniikka on luonteeltaan edullinen, luotettava ja siinä käytettävät laitteet ovat yksinkertaisia. Hajalevitysvaunujen työleveys on normaalisti noin 12 metrin luokkaa. Kaarimaisen lantasuihkun myötä levitystasaisuus ei ole täydellinen ja tuuli voi helposti vaikuttaa sen suuntaan. Lisäksi suihkun suuri pinta-ala edesauttaa typen haihtumista ammoniakkinä. Haihtumisen vähentämiseksi lanta tulee mullata nopeasti levityksen jälkeen. Tämän lisäksi haihtumista vähentävät viileät ja märät sääolot. Typen haihtumiseen ammoniakkinä vaikuttaa myös se, kuinka nopeasti imeytyminen maaperään tapahtuu. Lannan imeytymisnopeuteen vaikuttavat maalaji, maankosteus, kuiva-ainepitoisuus ja se mistä eläimestä lanta on peräisin. (Palva ym. 2009, 75–76.)

3.3.3 Letkulevitys

Letkulevityksessä lanta levitetään levitysvaunusta puomiin kiinnitettyjen letkujen avulla. Levitysvaunun perään kiinnitetyt puomit on asetettu siten, että letkunpäät kulkevat kevyesti maanpinnalla levittäen lietettä nauhamaisesti koko levitysmatkalta. Ammoniakin haihtuminen vähenee merkittävästi kasvustoon levitettyinä, sillä se antaa suojaan ilmavirtauksilta ja kasvuston lehdet voivat ottaa talteen osan haihtuneesta ammoniakista. Paljaalle maalle levitettäessä saatu hyöty voi pienentyä ammoniakin haihtumisen myötä ja kuten hajalevityksessä se täytyy mullata nopeasti levityksen jälkeen. Letkulevityksessä kasvit vahingoittuvat vähän, minkä ansiosta ne pystyvät hyödyntämään tehokkaasti lannasta saatuja ravinteita. (Palva ym. 2009, 76–77.)

3.3.4 Sijoittaminen

Lietelannan sijoittaminen on lannan upottamista maan sisään työkoneella. Siinä pellon pintaan leikataan joko vantaalla tai leikkaavalla terällä, jonka jälkeen lietelanta johdetaan letkua pitkin syntyneeseen rakoan. Sijoituslaitteissa käytetyt vantaat ovat yleensä kiekkovantaita, mutta tyypillisesti käytetään myös veto- ja jousipiikkivantaita, jotka ovat varustettu leikkaavalla kiekolla tai veitsellä. Syntyneisiin rakoihin lietelanta johdetaan letkuja pitkin maan sisään. Kuvassa 1 levitetään lantaa levitysvaunulla, jossa on pyöreät vantaat. (Palva ym. 2009, 77–78.)



KUVA 1. Lietelannan sijoituslevitystä (Kuva: MTT/Kirsi Järvenranta)

4 LIETELANNAN SEPAROINTI

4.1 Käsittelytavat

Kotieläintilojen yksikkökokojen kasvaessa myös lannan määrä on kasvanut. Kasvaneen fosforikuorman vaikutuksesta lantaa ei voida käyttää lannoitteena lähialueen pelloilla, minkä takia sitä joudutaan kuljettamaan yhä kauemmaksi. Lietelannan käsittelyllä on tarkoitus tehdä lannan käsittelystä helpompaa ja vähentää tilallisten työtaakkaa sekä saada suurin mahdollinen hyöty irti lannasta.

Separoinnilla tarkoitetaan lietelannan erittelyä neste- ja kuiva-aineosaan. Tämä voidaan toteuttaa mekaanisesti, kemiallisesti fraktioimalla tai niiden yhdistelmällä. Lisäksi yksi vaihtoehto on mekaanisen separoinnin ja elektroflotaation yhdistelmä. Mekaaninen separointi vaatii aina lietelannan siirtämistä separointiprosessiin, joka voidaan suorittaa seulalla, nauhakuljettimella, kuivauslingolla tai ruuvipuristimella.

Separoinnin tavoitteena on erotella lietteen sisältämä vesi ja kiintoaine erilleen, samalla myös lietelannan sisältämät ravinteet jakautuvat. Typestä suurin osa sitoutuu pinnalle syntyneeseen nesteosaan, kun taas suurin osa fosforista jää pohjalla sijaitsevaan kiintoaineosaan.

Separoinnin ja fraktioinnin tarkoituksena on helpottaa lietelannan käsittelyä ja parantaa sen käsiteltävyyttä sen sisältämän typen ja fosforin osalta. Jakeiden erottamisen jälkeen nestemäinen typpirikas pintaosa voidaan levittää fosforirikkaille lähipelloille sadettimella tai sijoittaa maaperän sisään siihen sopivalla kalustolla. Samalla väkilannoitetyypen käyttöä voidaan vähentää kyseisillä peltoalueilla. Tällöin kuljetusmatkat lyhentyvät ja kustannukset pienentyvät. Fosforipitoinen kiintoaines voidaan puolestaan esimerkiksi kompostoida, sekoittaa turpeeseen tai käyttää sellaisenaan niillä peltoalueilla, joilla on tarvetta fosforilannoitteelle (Palva ym. 2009, 61)

4.2 Mekaaninen separointi

Erilaisia mekaanisia separointimenetelmiä ovat ruuvikuivaimet, suotonauhapuristimet, lingot ja seulat. Toimintaperiaate on näissä kaikissa menetelmissä sama. Lietelannasta puristetaan tai erotellaan mekaanisen apulaitteen avulla nestettä. Lopputuloksena syntyy enemmän nestettä sisältävä nestejake ja enemmän kuiva-ainetta sisältävä kuiva-ainejake. Näiden jakeiden fosfori- ja typpimäärät vaihtelevat käytettävän menetelmän mukaan, mutta pääasiassa suurin osa lietteen sisältämästä typestä sijoittuu nesteosaan ja fosfori sitoutuu kuiva-ainejakeen kiintoaineeseen.

4.2.1 Ruuviseparaattori

Ruuviseparaattorissa pyörivä kuljetinruuvi puristaa lietettä sen ympärillä olevan seulaputken päässä sijaitsevaa päätykappaletta kohti. Neste puristautuu näin lietteestä ympäröivän seulan rei'istä läpi. Päätykappaleessa voi olla jousilla tai painoilla kuormattavat laipat, joiden avulla voidaan säädellä syntyvän kuiva-aineen kuiva-ainepitoisuutta. Ruuvien ympärillä olevan seulan reikäkoko voi vaihdella

esimerkiksi muutamasta millistä puoleen milliin. Kuvassa 2 on Rekitecin valmistama ruuviseparaattori, joka on kiinnitetty rekan lavalle helpon siirrettävyyden aikaansaamiseksi.

Ruuviseparaattori ei ole ravinteiden erottelukyvyltään parhainta tasoa, mutta sillä voidaan tuottaa korkea kuiva-ainepitoisuus kuivajakeeseen. Sillä ei ole myöskään mahdollista päästä kovin suureen fosforin poisto-osuuteen, mikäli käytettävän ruuviseparaattorin seulan reikäkoko on suurempi kuin millimetrin. Tämä johtuu siitä, että lietelannan fosforista 30 % on sitoutuneena hiukkasiin jotka ovat läpimitaltaan yli 0,01mm. (Teho-hankkeen raportteja 3, 45.)



KUVA 2. Rekitecin ruuviseparaattori (Kuva: Hannu Karppinen)

4.2.2 Suotonauhapuristin

Suotonauhapuristimen toimintaperiaate on yksinkertaisuudessaan kuljettaa lietettä kahden suotonauhan välissä, joiden välinen etäisyys pienenee jatkuvasti niiden pujotellessa lukuisien telojen ympäri luoden kasvavaa puristusta. Suotonauhat, eli viirakankaat, on kudottu mekaanisesta kestävästä polymeerilangasta. Tämän ansiosta ne muodostavat venymättömän ja taipuisan verkon, jolla on siivilämäinen rakenne. Lietteen sisältämä vesi puristuu prosessin aikana kankaiden läpi kovan puristuksen ansiosta. (Suotonauhapuristimen viiraradan uudelleen järjestely, Mikko Valliluoto, 17–18)

4.2.3 Lietelinkous

Linkouksessa liete kuivataan keskipakovoiman avulla. Korkealla kierrosnopeudella pyörivään rummuun syötetään separoitavaa lietettä, jossa se painautuu keskipakovoiman vaikutuksesta rummun ulkoseinää vasten. Rummun seinämät sisältävät pieniä reikiä, joista neste mahtuu valumaan läpi. Sisälle jäävä lietemassa kulkeutuu rummun ulkopuolelle laitteen sisällä olevan ruuvinlaippojen avustuksella. (Suotonauhapuristimen viiraradan uudelleen järjestely, Mikko Valliluoto, 16)

4.3 Kemiallinen separointi

Kemiallisessa separoinnissa, eli fraktioinnissa, lanta erotellaan nestemäiseen ja kiinteään osaan saostavan kemikaalin avulla. Tämän seurauksena nestemäinen osa kerrostuu pinnalle ja kiinteä osa saostuu pohjalle. Suurin osa lannan sisältämästä typestä on nestemäisessä osassa ja fosforista pohjalla olevassa kiinteämmässä osassa. Jätevedenkäsittelyssä käytettävä alumiini-, rauta- ja magnesiumyhdisteet eivät sovellu pellolla käytettäviksi, koska näihin metalleihin sitoutunut fosfori ei ole kasveille käyttökelpoisessa muodossa. Hapan viljelysmaa, pH alle 5, estää alumiini- ja rautafosfaattien sidosten aukeamisen, minkä johdosta niiden pitoisuudet maaperässä rikastuvat. Tämä eristää fosforin sen luontaisesta ravinnekierrosta. Kun separoinnissa käytetään kalsium- ja magnesiumyhdisteitä, fosfori säilyy pellolla kasveille käyttökelpoisessa muodossa. Näitä yhdisteitä ovat kloridit, sulfaatit ja oksidit. Saostaminen on myös mahdollista erilaisilla polymeereillä, mutta niiden tehokkuus lietelannassa on heikompi kuin jätevesissä, mikä johtuu lietelannan korkeammasta pH:sta.

Kemiallisessa separoinnissa kemikaalina voidaan käyttää kipsiä, eli dihydraatti kalsiumsulfaattia ($\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$) ja magnesiumoksidia (MgO). Lietelannan saostaminen on mahdollista, jos sen pH on yli 8. Lietelanta on luonnostaan hieman hapanta ja se sisältää paljon pH:ta puskuroivaa kuivaainetta, minkä seurauksena sen happamuutta joudutaan säätämään saostuskemikaalin avulla sopivaksi. Saostuksen optimaalisena pH:na on pidetty 8,5 sillä tätä korkeammassa pH:ssa typpihävikin määrä kasvaa haihduntana.

Lietelannan saostus voidaan suorittaa lietesäiliössä. Siihen vaadittavan kemikaalin määrä vaihtelee välillä 5–8 kg lietetonna kohden ja sen lisäyksen jälkeen lietelantaa tulee sekoittaa hyvin. Aluksi suoritettua sekoituksen jälkeen lietelantaa ei tule sekoittaa enää sekoittaa uudelleen. Saostumisen aikana lietelanta erottuu päällä olevaan nestejakeeseen ja säiliön pohjalla olevaan kiintoainejakeeseen. Näiden keskinäiset suhteet vaihtelevat välillä 1:1–2:1. Alkutilanteeseen verrattuna nestefaasin kuiva-ainepitoisuus pienenee ja pohjalla olevan sakan kuiva-ainepitoisuus kasvaa. Nesteosa voidaan poistaa lietesäiliöstä lietevaunun ja imukärsän avulla. Pohjalla olevan kiinteämmän aineksen poisto voi muodostua ongelmalliseksi, mikäli sen kuiva-ainepitoisuus on liian suuri. Mahdollista on myös, että fraktioinnin vaikutuksesta pohjalle muodostuu hyvin kiinteä sakka, jonka poistamiseen vaaditaan mekaanisen työkalun tai työkoneen avustusta.

Ravinnemäärät jakautuvat fraktioinnin jälkeen siten, että valtaosa lannan sisältämästä typestä jää nestemäiseen ja suurin osa fosforista jää kiinteään osaan. Imetty nesteosa voidaan levittää pelloille sadettimella, jos sen kuiva-ainepitoisuus on tarpeeksi pieni.

5 SEPAROINNIN TOTEUTUS

5.1 Menettelytavat

Tässä opinnäytetyössä lietelantaa separoitiin mekaanisesti ja kemiallisesti. Mekaaniset separointikokeet suoritettiin ulkopuolisen toimijan toimesta kahdella eri tilalla. Kemialliset separointikokeet tehtiin Savonia-ammattikorkeakoulun Microkadun kampuksella jätevesipuolen laboratoriossa ja kokeissa käytettiin kahden eri nautatilan ja yhden sikalan lietelantaa.

5.2 Kohdetilat

Laboratoriokokeisiin saatiin lantanäytteet Pohjois-Savossa sijaitsevilta tiloilta. Mekaanisen separoinnin kokeissa käytettiin kahden eri nautatilan lantaa (MN1 ja MN2). Kemiallisissa separointikokeissa käytettiin yhden sikalan lantaa (SP) ja kahden nautatilan lantaa (KN1 ja KN2). Lietelannoilla tehtiin kemiallisia separointikokeita laboratoriossa.

Eläinmäärä kohdetilana toimineessa sikalassa on 180 kpl. Ruokinnassa käytetään ohraa ja vehnää joiden lisäksi käytetään vielä valkuaistiivistettä. Lantavarasto on kattamaton ja sen koko on 560 m³. Kuivituamateriaaleina käytetään sahan- ja kutterinpurua

Vertailukohtana käytetyn toisen nautatilan, KN1, eläinmäärä on 110 kpl. Tämän lisäksi vasikoita on noin 20 kpl. Ruokinnassa käytetään väkirehuohraa, rypsiä ja näiden lisäksi rehuun lisätään lypsäville naudoille tarkoitettua kivennäisrävinnettä. Käytössä on vielä myös oljesta tuotettu ape, jossa väkirehun osuus on noin 40 %. Pihatossa on paikkoja 120 lehmälle, joiden lisäksi tilaa on varattu myös juottovasikoille. Tilalla on kolme 500 m³ kokoista lietesäiliötä ja yksi etäsäiliö jonka tilavuus on 1 100 m³.

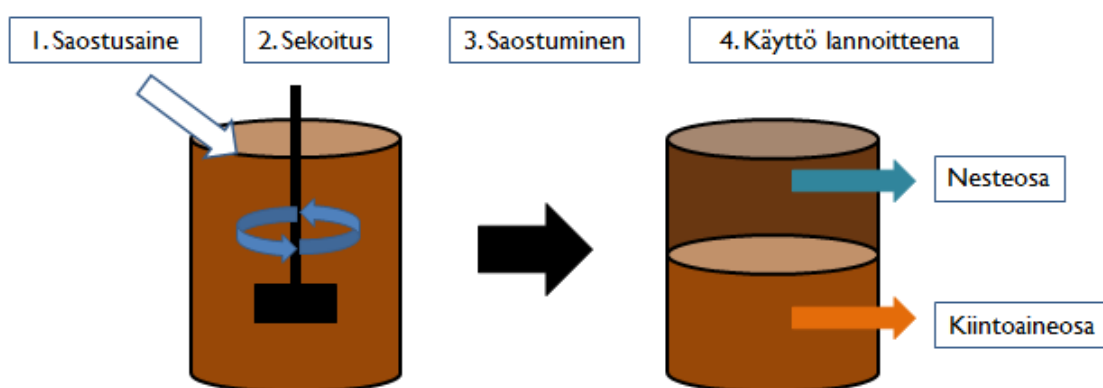
Alkuperäisenä kohdetilana toimineen nautatilan KN2 eläinmäärä on 1 100 kappaletta. Ruokinnassa käytetään säilörehua, kokoviljarehua, perunaa, oluenmäskiä ja heraa. Tilalla on kolme navettaa joiden yhteenlaskettu pinta-ala on 4 400 m². Lietelantasäiliöiden koko on yhteensä 14 000 m³ eikä lieteeseen lisätä kuiviketta.

5.3 Separointi- ja multausnäytöksen toteutus

RAE- ja REKKA-hanke järjestivät separointi- ja multausnäytökset Rantasalmella 24.9.2012 ja Korpjärvellä 25.9.2012. Työnäytösten tarkoituksena oli jakaa tietoa kuinka lietelannan sisältämät ravinteet saadaan paremmin hyötykäytettyä. Lietelantaa separoitiin molemmissa tilaisuuksissa Rekitecin toimesta siirrettävällä mekaanisella separaattorilla.

5.4 Kemiallisen separoinnin toteutus

Laboratoriokokeet suoritettiin Savonia-amk:n tiloissa Microkadulla. Lannan separointi tehtiin veto-kaapissa jätevesilaboratorion tiloissa, jotta mahdolliset hajuhaitat ja hygieniariskit pystyttäisiin minimoimaan. Separointikokeita varten vetokaappiin asennettiin portaattomasti säädettävä sekoituslaitteisto, joka on kuvattu kuvassa 3. Lietteiden pH-arvojen mittaamiseen käytettiin kannettavaa pH-mittaria, jonka anturiosa pidettiin kemikaalin lisäyksen ja sekoituksen aikana paikallaan statiivin avulla. Lietenäytteiden pH:ta tarkkailtiin myös tasaisin väliajoin sekoituksen jälkeen. Tämän tarkoituksena oli tarkkailla kuinka paljon tietyn suuruisen kemikaaliannostuksen lisäys vaikutti lietteen pH-lukuun. Lisäksi pH:n tarkkailu oli tärkeää sillä, kemiallisen separoinnin onnistumisen kannalta pH:lle oli annettu tavoitearvoksi 8,5. Tätä alhaisemmassa pH:ssa lietteen separoituminen ei olisi yhtä tehokasta ja tätä korkeammassa pH:ssa typpihävikkiä alkaisi muodostua liikaa ammoniakkin muodossa. Periaatekaavio kemiallisesta separoinnista on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Kemiaallinen separointi

Separointikokeet päätettiin suorittaa +4 °C ja +20 °C asteen lämpötiloissa. Tällä pyrittiin huomioimaan kesää kylmemmän kevään ja syksyn lämpötilaerojen vaikutukset separoinnin onnistumiseen.

Kemikaaliannostuksen lähtökohdaksi asetettiin 1 g/kg * ka %. Lisäksi kipsin ja magnesiumoksidin sekoitussuhteita päätettiin vaihdella välillä 25 % / 75 %, 50 % / 50 % ja 75 % / 25 %.

Separointiajaksi valikoitui 7 ja 14 vuorokautta, sillä lähdekirjallisuudessa näissä ajoissa oli saatu aikaan tuloksia. Tämän kestoisen separointiaika olisi myös realistisen pituinen, kun koetta suoritettaisiin maatilamittakaavassa.

Liitteessä 1 on kuvattu alkuperäinen laboratorioiden koesuunnitelma ja lisäksi liitteessä 2 on kuvattu separointikokeiden alkuperäinen suunniteltu aikataulu. Kokeiden suoritus ei kuitenkaan noudattanut näitä suunnitelmia, koska separointikokeet eivät tuottaneet toivottuja tuloksia. Kemikaalia lisäys aloitettiin hieman lähdekirjallisuutta pienemmällä määrällä, eli 0,8 g/kg*ka % kipsin ja magnesiumoksidin sekoitussuhteen ollessa 50 % / 50 %. Kokeen edetessä huomattiin kuitenkin, että tämän suuruisen kemikaalin lisäys ei ollut riittävä. Kemikaalien sekoitussuhteet jouduttiin myös harkitsemaan uudelleen koska huomattiin, että liiallinen magnesiuminoksidin lisäys nosti lannan pH:n reilusti yli suositellun 8,5. Tämän jälkeen kemikaalien lisäyssuhteet eroteltiin täysin toisistaan. Lisättävän kipsin määrää vaihdeltiin 0,7-2,5 g/kg*ka % välillä (kuva 4). Kipsin lisäyksen jälkeen magnesiumoksidia

lisättiin tarvittava määrä, 0,2-0,8 g/kg*ka % (kuva 5.), jotta lietteen pH saatiin nousemaan mahdollisimman lähelle tavoiteltua 8- 8,5.

Separointikokeet päätettiin suorittaa litran suuruisissa dekanterilaseissa, jotka voitaisiin päällystää foliolla haihtumisen hillitsemiseksi. Näytettä lisättiin 800 ml verran, jotta sekoitukselle jäisi tilaa ja mahdolliset roiskeet pysyisivät dekanterilasin sisäpuolella.

Lietteiden kuiva-ainepitoisuuksien määrittäminen oli tärkeää, koska kuiva-aineprosentilla ja lisättävän kemikaalin määrällä oli suora yhteys. Lietelannan kuiva-ainepitoisuus määritettiin käyttämällä SFS-standardia 3008, veden lietteen ja sedimentin kuiva-aineen ja hehkutusjäännöksen määrittäminen.

Lietteiden tarkemmasta analysoinnista vastasi akkreditoitu analyysilaboratorio. Analysoitavia liete-näytteitä oli suunnitelmassa ottaa raakalietteestä ja separoinnin tuloksena syntyvästä ylitteestä ja alitteesta. Näytteistä oli tarkoituksena analysoida

- kokonais- ja liukoinen fosfori
- kokonais- ja epäorgaaninen typpi
- kalium
- lämpötila
- pH
- kuiva-ainepitoisuus

Lisäksi muutamasta hyvin edustavasta näytteestä oli tarkoitus analysoida typpi-hiilisuhde ja redox-potentiaali.



KUVA 3. Sekoitus ja separointilaitteisto



KUVA 4. Kipsin lisäys



KUVA 5. Magnesiumoksidin lisäys

5.5 Laboratoriokokeiden toteutus ja keskeiset tulokset

Taulukossa 8. on esitetty ylitteen muodostuminen separointikokeiden aikana. Separointikokeissa lietteen alkuperäinen määrä oli 800 ml. Kemikaalin lisäys ja sekoitus suoritettiin dekantterilasissa, jonka jälkeen liete jaettiin neljään 200 ml suuruiseen annokseen ja siirrettiin neljään 250 ml suuruiseen suljettavaan näytepulloon, joiden kierrettävät korkit jätettiin hieman auki. Neljän viikon aikana yli-

tettä muodostui näissä näytepulloissa yhteensä naudanlietteellä 100 ml ja sianlietteellä 200 ml. Kahdeksannen viikon jälkeen ylitettä oli muodostunut näytepulloihin naudanlietteellä yhteensä 250 ml. Sianlietteellä koetta ei jatkettu neljännen viikon jälkeen, koska sen todettiin separoituvan lietelantaa paremmin jo neljännen viikon kohdalla.

TAULUKKO 2. Ylitteen muodostuminen kemiallisesti separoidussa lietteessä. Alkuperäinen lietemäärä 800 ml. SP1:llä koe lopetettiin viikon neljä jälkeen.

	4. vko	8. vko
KN1 800 ml	100 ml (13 %)	250 ml (31 %)
SP1 800 ml	200 ml (25 %)	n.a.

5.6 Separointi- ja multaustyönäytöksen tulokset

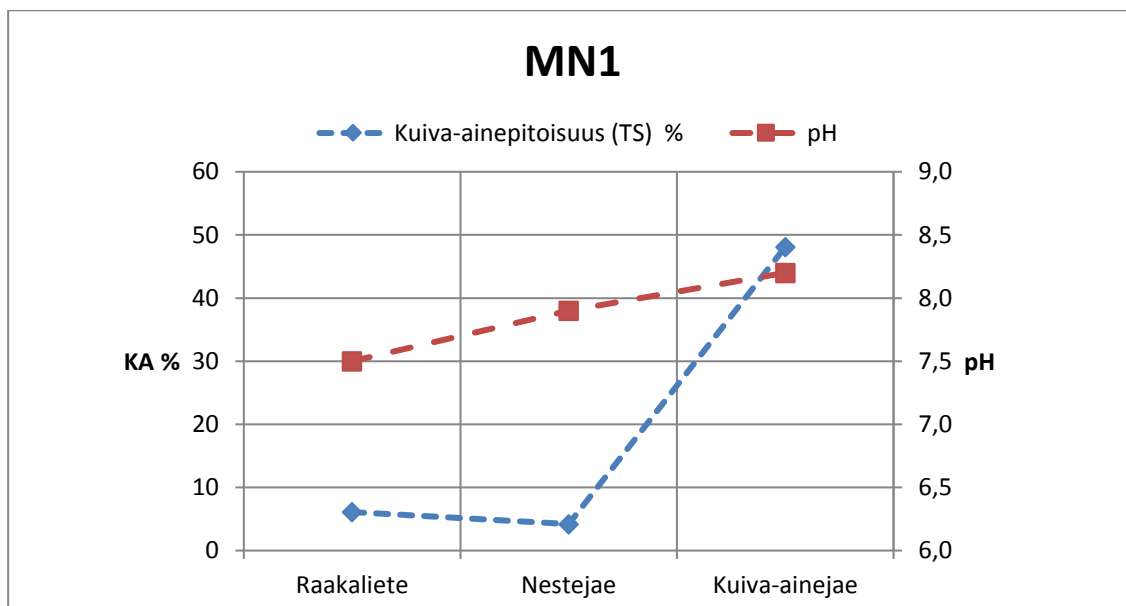
MN1 ja MN2 käytetystä raakalietteestä ja separoinnin tuloksena saaduista neste- ja kuiva-ainejakeesta otettiin näytteet analyysijä varten, jotka suoritti akkreditoitu analyysilaboratorio. Näytteistä analysoitiin kuiva-ainepitoisuus (TS), pH, kalium, fosfori, vesiliukoinen fosfori, liukoinen typpi eli ammonium- ja nitraattityppi sekä kokonaistyyppi. Analyysitulokset ovat ilmoitettuna tuoreesta näytteestä sekä erikseen kuiva-ainetta kohden.

5.6.1 MN1

MN1 raakalietteen kuiva-ainepitoisuus oli 6,1 % ja mekaanisen separoinnin jälkeen saadun nestejakeen ka oli 4,2 % ja kuiva-ainejakeen 48,1 %. Raakalietteen pH oli 7,5, nestejakeen 7,9 ja kuiva-ainejakeen 8,2 (taulukko 3 ja kuvio 2.). Työnäytöksen yhteydessä nestejakeeseen pääsi sekoittumaan ennen näytteenottoa raakaliettä. Tämän takia analyysitulokset eivät vastaa todellista kuvaa separoidun nestejakeen ominaisuuksista.

TAULUKKO 3. MN1, kuiva-ainepitoisuus ja pH

MN1	KA %	pH
Raakaliete	6,1	7,5
Nestejake	4,2	7,9
Kuiva-ainejake	48,1	8,2



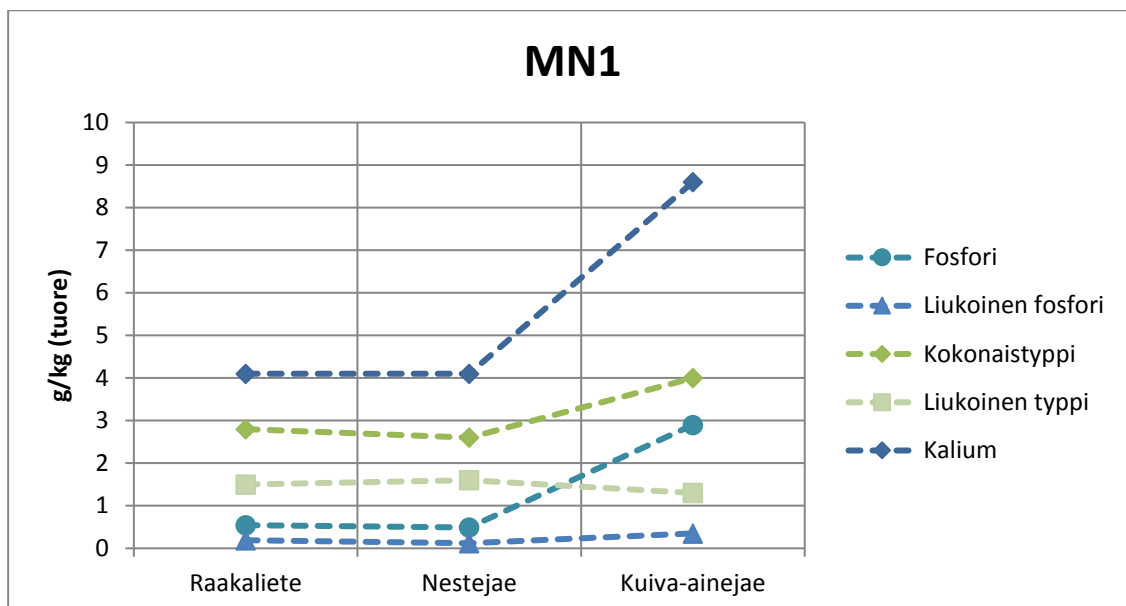
KUVIO 2. MN1 liete, kuiva-ainepitoisuus ja pH

Analyysitulosten perusteella kuiva-ainejakeessa fosforin määrä on kasvanut 2,3 g/kg verrattuna raakalietteeseen. Vesiliukaisen fosforin pitoisuus on kasvanut 0,19 g/kg verrattuna raakalietteeseen. Kokonaistypen pitoisuus on kasvanut 1,2 g/kg. Liukaisen typen osuus on laskenut 0,2 g/kg. Kaliumin pitoisuus on noussut 4,5 g/kg.

Tulosten perusteella separoinnin jälkeen fosfori on jäänyt kuiva-ainejakeeseen. Typen osalta liukaisen typen määrä vähenee kuiva-ainejakeessa verrattuna lähtötilanteeseen (taulukko 4 ja kuva 3).

TAULUKKO 4. MN1 lietteen ravinnepitoisuudet (tuore)

MN1	Fosfori (g/kg)	Liuk. Fosfori (g/kg)	Kok. Typpi (g/kg)	Liuk. Typpi (g/kg)	Kalium (g/kg)
Raakaliete	0,5	0,2	2,8	1,5	4,1
Nestejäte	0,5	0,1	2,6	1,6	4,1
Kuiva-ainejäte	2,9	0,4	4,0	1,3	8,6

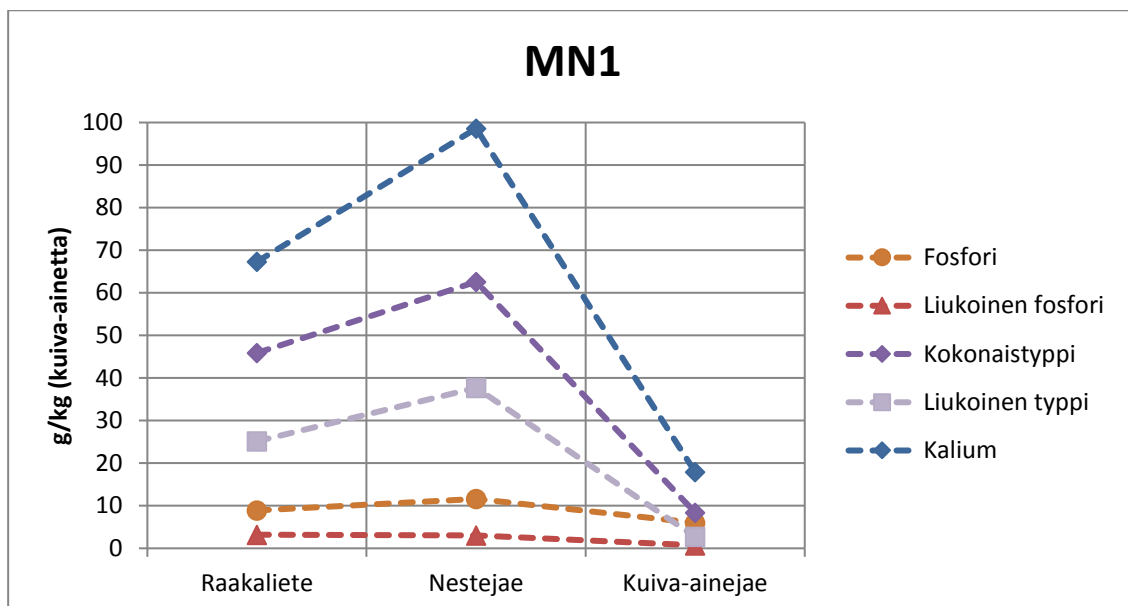


KUVIO 3. MN1 lietteen ravinnepitoisuudet (tuore)

Analyysitulosten pohjalta pitoisuudet kuiva-ainetta kohden fosforin osuus on vähentynyt kuiva-ainejakeessa 2,9 g/kg verrattuna raakalietteeeseen. Vesiliukoinen fosforin osuus on pienentynyt kuiva-ainejakeessa 2,48 g/kg. Kokonaistypen osuus on pienentynyt kuiva-ainejakeessa 37,5 g/kg lähtötalanteeseen verrattuna. Liukoistypen pitoisuus on pienentynyt kuiva-ainejakeessa 22,4 g/kg raakalietteeeseen verrattuna. Kaliumin osuus on pienentynyt 49,4 kuiva-ainejakeessa raakalietteeeseen verrattuna (taulukko 5 ja kuvio 4).

TAULUKKO 5. MN1 lietteen ravinnepitoisuudet (kuiva-ainetta)

MN1	Fosfori (g/kg)	Liuk. Fosfori (g/kg)	Kok. Typpi (g/kg)	Liuk. Typpi (g/kg)	Kalium (g/kg)
Raakaliete	8,9	3,2	45,9	25,1	67,3
Nestejäte	11,6	3,0	62,6	37,7	98,6
Kuiva-ainejäte	6,0	0,7	8,4	2,7	17,6



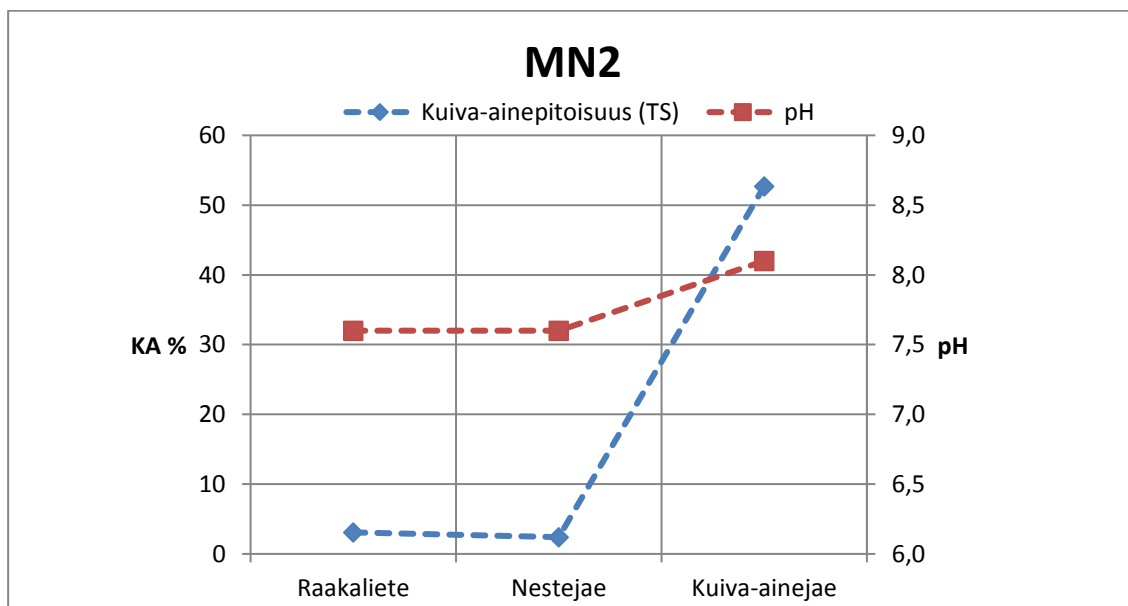
KUVIO 4. MN1 lietteen ravinnepitoisuudet (kuiva-ainetta)

5.6.2 MN2

MN2 raakalietteen kuiva-ainepitoisuus oli 3,1 % ja mekaanisen separoinnin jälkeen saadun nestejätteen ka oli 2,4 % ja kuiva-ainejakeen 52,7 %. Raakalietteen pH oli 7,6, nestejätteen 7,6 ja kuiva-ainejakeen 8,1 (taulukko 6 ja kuvio 5).

TAULUKKO 6. MN2 liete, kuiva-ainepitoisuus ja pH

MN2	KA %	pH
Raakaliete	3,1	7,6
Nestejäte	2,4	7,6
Kuiva-ainejäte	52,7	8,1



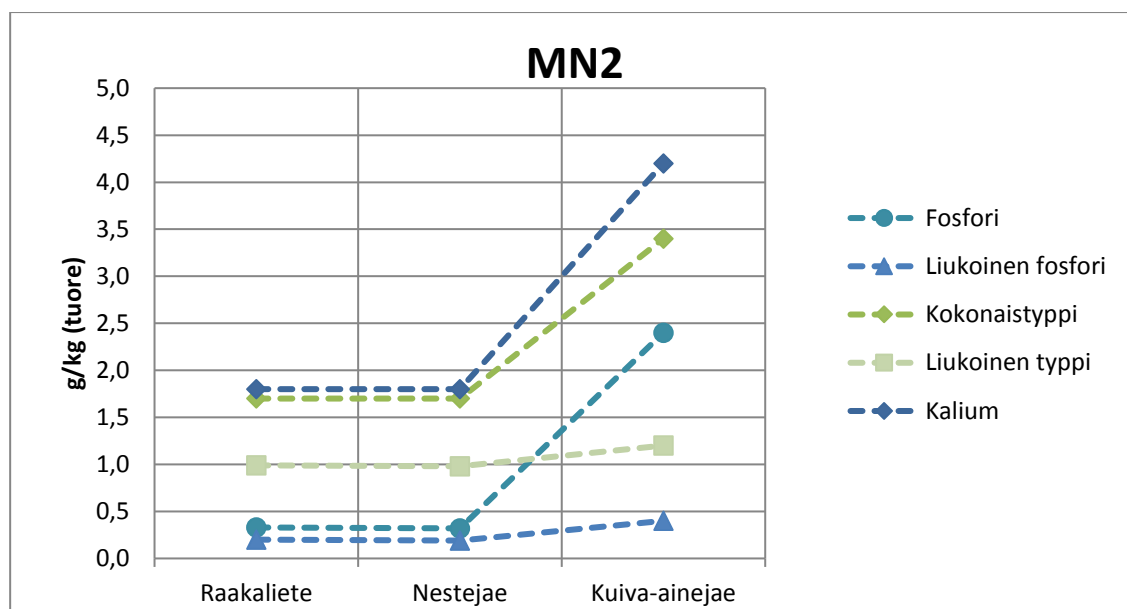
KUVIO 5. MN2 liete, kuiva-ainepitoisuus ja pH

Analyysitulosten pohjalta Fosforin pitoisuus on vähentynyt nestejakeessa verrattuna raakalietteeseen 0,1 g/kg. Kuiva-ainejakeessa pitoisuus on kasvanut 2,07 g/kg verrattuna raakalietteeseen. Vesiliukaisen fosforin pitoisuus on laskenut nestejakeessa 0,01 g/kg verrattuna lähtötilanteeseen. Kuiva-ainejakeessa vesiliukaisen fosforin osuus on kasvanut 0,2 g/kg raakalietteeseen verrattuna. Kokonaistypen pitoisuus ei ole muuttunut nestejakeessa mutta on kasvanut kuiva-ainejakeessa 1,7 g/kg. Liukoistypen osuus on pienentynyt nestejakeessa 0,01 g/kg lähtötilanteeseen verrattuna. Kuiva-ainejakeessa liukaisen typen osuus on kasvanut 0,21 g/kg. Kaliumin pitoisuus on pysynyt samana nestejakeessa mutta on kasvanut 2,4 g/kg kuiva-ainejakeessa verrattuna raakalietteeseen (taulukko 7 ja kuvio 6).

Analyysitulosten pohjalta Fosfori on jäänyt kuiva-ainejakeeseen niin kuin oli tarkoituskin. Samoin on tapahtunut myös typen ja kaliumin osalta. Separoinnin tavoitteena olisi saada nestejakeeseen suurempi osuus typpeä ja vähemmän fosforia, mutta näin ei ole tässä tapauksessa tapahtunut.

TAULUKKO 7. MN2 lietteen ravinnepitoisuudet (tuore)

MN2	Fosfori (g/kg)	Liuk. Fosfori (g/kg)	Kok. Typpi (g/kg)	Liuk. Typpi (g/kg)	Kalium (g/kg)
Raakaliete	0,3	0,2	1,7	1,0	1,8
Nestejae	0,3	0,2	1,7	1,0	1,8
Kuiva-ainejae	2,4	0,4	3,4	1,2	4,2



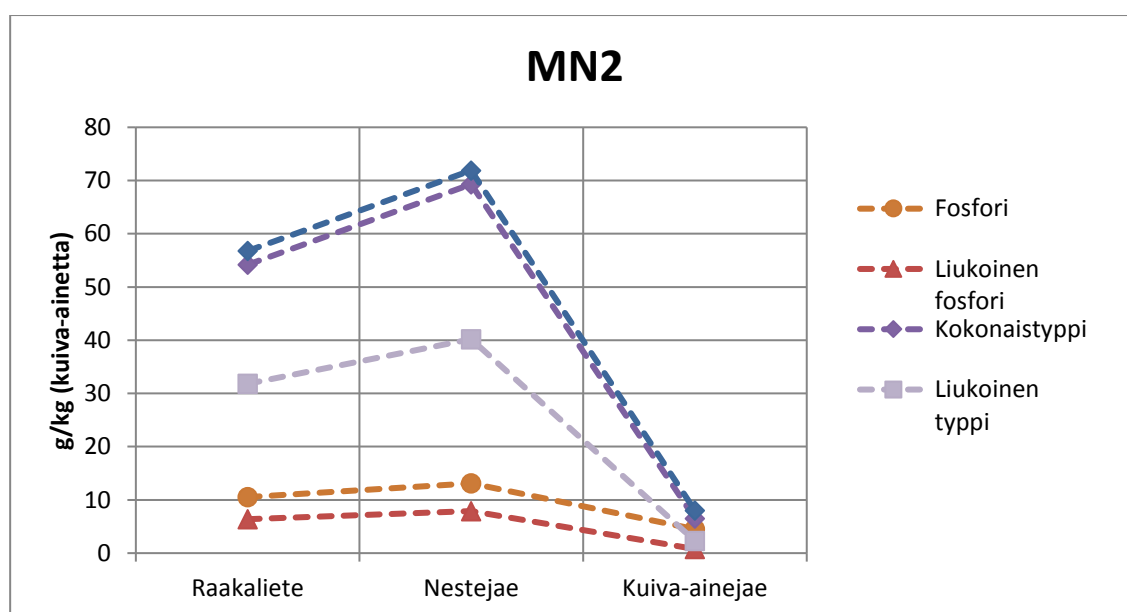
KUVIO 6. MN2 lietteen ravinnepitoisuudet (tuore)

Analyysitulosten pohjalta pitoisuudet kuiva-ainetta kohden fosforin osuus on kasvanut nestejakeessa 2,6 g/kg ja vähentynyt kuiva-ainejakeessa 6 g/kg verrattuna raakalietteeseen. Vesiliukoinen fosforin osuus on kasvanut nestejakeessa 1,5 g/kg ja pienentynyt kuiva-ainejakeessa 5,63 g/kg. Kokonaistypen osuus nestejakeessa on kasvanut 15,1 g/kg ja pienentynyt kuiva-ainejakeessa 47,7 g/kg lähtötilanteeseen verrattuna. Liukoistypen pitoisuus on kasvanut nestejakeessa 8,4 g/kg ja pienentynyt

kuiva-ainejakeessa 29,5 g/kg raakalietteeseen verrattuna. Kaliumin osuus on kasvanut nestejakeessa 15,1 g/kg ja pienentynyt 48,8 kuiva-ainejakeessa raakalietteeseen verrattuna (taulukko 8 ja kuvio 7).

TAULUKKO 8. MN2 lietteen ravinnepitoisuudet (kuiva-ainetta)

MN2	Fosfori (g/kg)	Liuk. Fosfori (g/kg)	Kok. Typpi (g/kg)	Liuk. Typpi (g/kg)	Kalium (g/kg)
Raakaliete	10,5	6,4	54,2	31,8	56,8
Nestejake	13,1	7,9	69,3	40,2	71,9
Kuiva-ainejake	4,5	0,8	6,5	2,3	8,0



KUVIO 7. MN2 lietteen ravinnepitoisuudet (kuiva-ainetta)

5.7 Tulokset ja tulosten tarkastelu

5.7.1 Mekaaninen separointi

Mekaaninen separointi suoritettiin kahdella eri paikkakunnalla peräkkäisinä päivinä. Ensimmäisellä kerralla (MN1) tapahtuiden eri jakaiden sekoittumista, jonka takia lietenäytteistä saatiin analysointituloksiin piti suhtautua suurella varauksella. Toisella kerralla (MN2) lietenäytteet eivät päässeet sekoittumaan keskenään. MN2 lietenäytteitä analysoitaessa huomataan, että fosfori on mennyt kuiva-jakeeseen aivan niin kuin oli tavoitteenakin. Myös typen määrä lisääntyi myös kuivajakeessa, mutta tällä ei niin paljon kuin suhteessa fosforiin. Ravinteiden levityksen kannalta fosforin rikastuminen kuiva-ainejakeessa oli tärkeämpää.

5.7.2 Kemiallinen separointi

Taulukossa 9. on esitetty kesän 2012 aikana käytettyjen naudanlietteiden analysointitulokset. Lietteet analysoitiin akkreditoitussa analyysilaboratoriossa. Tuloksista huomataan, että separointiko-keissa käytetyissä KN2-1, KN2-2 ja KN2-3 lietteissä on kuiva-ainepitoisuudeltaan ja fosforin määräl-tään korkeampi, kuin Viljavuuspalvelun lanta-analyysien keskiarvo. Lisäksi KN1 lietettä saatiin nau-dan lietelantaa vertailupohjaksi. Naudan lietelannalla todetun separoinnin vaikeuden vuoksi sepa-rintikokeita suoritettiin loppukesästä - alkusyksystä vertailun vuoksi myös sian lietelannalla. Sianlie-telantaa on pidetty yleisesti helpommin separoituvana, minkä vuoksi sillä tehtiin separointikokeita. Näin pystyttiin toteamaan, että saadaanko laboratoriossa tehdyissä separointikokeista tavoitteiden mukaisia toivottuja tuloksia. Kokeissa käytetyt kemikaalit olivat kipsi ja magnesiumoksidi, jotka saa-tiin Yara Siilinjärveltä.

TAULUKKO 9. Nautatilojen lanta-analysointitulokset

		KN1	KN2-1	KN2-2	KN2-3
Kuiva-ainepitoisuus (TS)	%	6,0	8,7	8,9	5,4
pH		7,3	7,6	7,6	7,6
Kalium	g / kg (tuore)	3,0	4,4	4,0	3,8
Kalium	g / kg (kuiva-ainetta)	50	50,6	44,9	71,2
Fosfori	g / kg (tuore)	0,5	0,9	1,0	0,6
Fosfori	g / kg (kuiva-ainetta)	8,8	10,5	10,7	10,4
Liukoinen fosfori	g / kg (tuore)	0,3	0,3	0,3	0,2
Liukoinen fosfori	g / kg (kuiva-ainetta)	4,2	2,9	2,9	3,1
Kokonaistyyppi	g / kg (tuore)	2,8	4,3	4,1	3,1
Kokonaistyyppi	g / kg (kuiva-ainetta)	46,7	49,4	46,1	57,9
Ammoniumtyppi, NH ₄ -N	g / kg (tuore)	1,4	2,4	2,3	1,8
Ammoniumtyppi, NH ₄ -N	g / kg (kuiva-ainetta)	23,3	27,6	25,8	34,4
Nitraattityppi, NO ₃ -N	g / kg (tuore)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitraattityppi, NO ₃ -N	g / kg (kuiva-ainetta)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Liukoinen typpi	g / kg (tuore)	1,4	2,4	2,3	1,8
Liukoinen typpi	g / kg (kuiva-ainetta)	23,3	27,6	25,8	34,4

Kemiallisen separoinnin toimivuutta oli aluksi tarkoitus tutkia eri muuttujien arvoja vaihtelemalla, jotka olivat

- lämpötila
- saostuskemikaalin määrä ja suhteet
- separointiaika

Lämpötiloiksi valittiin +4 °C ja +20 °C, separointiajaksi valittiin 7 ja 14 vuorokautta. Kemikaalin määräksi valittiin aikaisemman tutkimustuloksen pohjalta 1 g/kg * ka %, tällöin kipsin ja magne-siumoksidin suhteiden ollessa 25 % / 75 %, 50 % / 50 % ja 75 % / 25 %.

Separointikokeita suoritettiin lopuksi pelkästään huoneenlämmössä, joten separoitavan lietteen lämpötila pysyi +20 °C tuntumassa. Separoitaessa huomattiin myös, että 7 vrk on liian lyhyt aika kunnollisten tuloksien aikaansaamiseksi, joten separointiaikaa jatkettiin niin kauan kunnes lietteen separoitumista alkoi näkyä.

Kemikaalien määrät ja suhteet toimivat kokeiden alussa suuntaa antavana lähtötasona ja kokeiden edetessä ja havainnot tehdessä kemikaalien suhteisiin ei kiinnitetty enää näin isoa huomiota. Kipsiä lisättiin kokeiden aikana eri määriä välillä 0,7 - 2,5 g/kg * ka % jonka jälkeen pH:n nostettiin magnesiumoksidilla lähelle tavoitearvoa 8,5. Huomioitavaa oli, että pH:n nostaminen vaati eniten kemikaalia kohdetilan lietteellä ja vähiten sian lietelannalla. Magnesiumoksidia lisättiin 0,2 - 0,8 g/kg * ka %.

Separointikokeet suoritettiin vetokaapissa pääosin 1 000 ml:n dekantterilaseissa, joihin laitettiin 800 ml lietelantaa. Lisäksi muutama separointikoe suoritettiin isommalla 2 000 ml:n ja 3 000 ml:n lietemäärällä. Kemikaalin lisäys suoritettiin lietelantaa koko ajan sekoittaen sähkökäyttöisellä sekoittimella. Ensin lisättiin kipsi ja tämän jälkeen magnesiumoksidi, jonka jälkeen dekka päällystettiin foliolla ja jätettiin separoitumaan vetokaappiin.

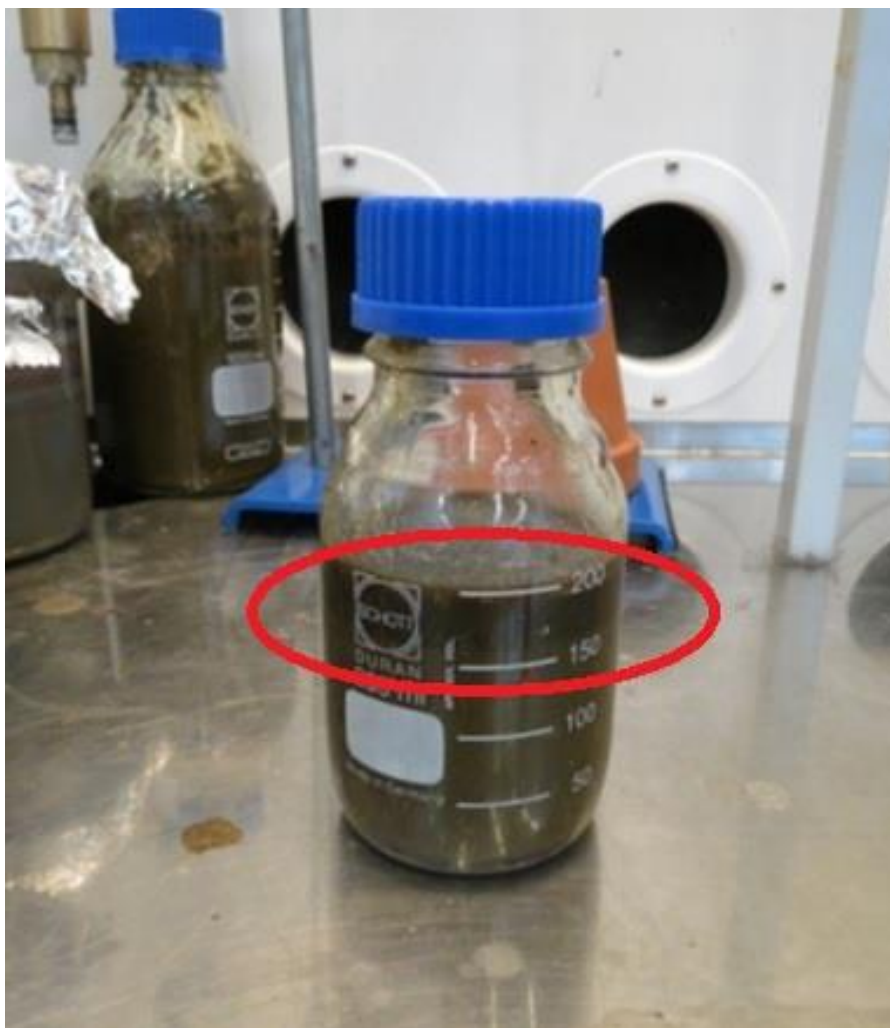
Kokeita suorittaessa kävi ilmi, että kohdetilalta tuotu lietelanta oli hyvin vaikeasti separoituva. Dekoissa ei saavutettu yrityksistä huolimatta silmin nähden erotettavaa ylitekerrosta. Kemikaalit kokeiltiin lisätä myös eri järjestyksessä kahdella 800 ml lieteannoksella. Pelkkä 3 g/kg * ka % suuruinen MgO:n lisäys aiheutti vuorokauden kuluessa ohuen 1 - 1,5 cm paksuisen nestekerroksen muodostumisen lietteen pinnalle ja pH:n nousun lähelle 9:ää. Tämän jälkeen kipsiä lisättiin reilusti, toiseen 15 g ja toiseen 20 g, jonka jälkeen pH putosi molemmissa alle 8. Tämän jälkeen lisäsin lisää MgO:ta, jotta pH saatiin lähelle arvoa 8,5. Kipsiä lisättiin lopulta tuplasti yli suosituksen ja separointiaikaa kasvatettiin yli kuukauteen. Tästä huolimatta liete ei separoitunut enempää, vaan lietteen väri vaalenii ja se kuivui lopulta kasaan.

KN2 liettä laimennettiin myös kraanavedellä suhteessa 1:1. Laimennettu liete erottui melkein heti nesteosaan ja kiinteämpään osaan. Tämä saattoi johtua veden lisäyksestä. Viikon jälkeen liete oli kerrostunut kolmeen eri kerrokseen. Pinnalla edelleen selkeä nestekerros ja pohjalla kiinteämpi aine, mutta niiden väliin on tullut näiden jakeiden välimuoto.

Separointikokeita jatkettiin 800 ml:n annoksissa KN1 lietteellä. Tämä liete separoitui paremmin, sillä lietteen päälle tuli parissa päivässä ohut nestekerros, joka oli paksuudeltaan noin 1 - 1,5 cm luokkaa. Tämän nestekerroksen paksuus ei kasvanut merkittävästi viikon pituisen tarkkailujakson aikana.

Suurimmaksi ongelmaksi dekoissa suoritettussa separointikokeessa muodostui nesteen aivan liian nopea haihtuminen lietteestä. Tämä saattoi osaltaan olla syy heikosti onnistuneisiin separointikokeisiin. Ongelmaa korjattiin vaihtamalla dekat lasisiin ja korkillisiin näytepulloihin, joista korkki jätettiin hieman raolleen. Separointikokeita jatkettiin KN1-lietteellä, koska sillä saadut separointitulokset oli-

vat paremmat kuin kohdetilan lietteellä. Jatkossa kemikaalit sekoitettiin 800 ml määrään lietettä normaalisti dekassa, jonka jälkeen liete jaettiin neljään näytepulloon. Separointikokeet onnistuivat niissä huomattavasti paremmin, kuin dekassa. Tämä johtui ilmeisesti siitä, että haihtumista ei päässyt tapahtumaan lietteestä niin paljoa. Ylitettä oli muodostunut neljässä viikossa kaikissa näytepulloissa yhteensä 100 ml ja kahdeksassa viikossa 250 ml. Ylitettä ei kuitenkaan muodostunut niin paljoa, että sitä olisi saanut lähetettyä analysoitavaksi. Kuvassa 6 on KN1 lietelantaa, joka on separoitunut näytepullossa kahdeksan viikon ajan. Syntynyt ylite erottuu pinnalla olevana tummempana kerroksena.



KUVA 6. Naudan lietelantaa. Yläosaan erottunut ylite näkyy tummempana.

SP lietettä (kuva 7) käytettiin vertailukohtana sen takia, koska kemiallinen separointi on kirjallisuuden perusteella onnistunut sillä naudan lietelantaa paremmin (Lietelannan kemiallinen fraktiointi: fosforin saostaminen, TTS tutkimus, Alasuutari, Pietola ja Palva). SP lietteellä suoritettiin samanlaisia separointikokeita ensin dekoissa, joissa saadut tulokset olivat hieman parempia kuin naudan lietteellä. Ylite jäi silti hyvin ohueksi kerrokseksi, minkä jälkeen separointi kokeet siirtyivät pulloon aivan kuten naudan lietteellä. Ylitettä muodostui 4 viikossa 200 ml. Sitä ei kuitenkaan muodostunut niin paljoa, että sitä olisi saanut lähetettyä analysoitavaksi.



KUVA 7. Sian separoitua lietelantaa. Yläosaan erottunut ylite näkyy vaaleampana.

6 PILOT KOKEIDEN TULOSTEN JOHTOPÄÄTÖKSET

Separointikokeiden tulosten perusteella on pääteltävissä, että kemiallisen separoinnin tekeminen naudanelielannalla on ainakin näillä kemikaaleilla ja kiintoainepitoisuuksilla hyvin vaikeaa jopa laboratorio-olosuhteissa. Lisäksi riittävien separointitulosten aikaansaaminen kesti liian kauan. Tästä johtuen elielannan fraktiointia ei kokeiltu täydessä mittakaavassa maatilan elielantasäiliössä.

Sielielannalla separointitulokset olivat samanlaiset kuin ennakkoon osattiin olettaa. Sielielanta fraktioiminen onnistui naudanelielantaa paremmin ja prosessi tapahtui nopeammin. Tulosten perusteella naudaneliete separoitui paremmin, kun lietteen kuiva-ainepitoisuus oli alhaisempi. Separointikokeita olisikin hyvä suorittaa jatkossa lietteellä jonka kuiva-aineprosentti on neljästä viiteen tai sen alle. Lietteessä tätä kuivempaa sitä olisi hyvä laimentaa vedellä tai yhdistää prosessiin mekaaninen separointi. Tämä kuitenkin lisäisi jälleen yhden työvaiheen muutenkin työlääseen elielannan käsittelyyn.

Nykytilassa kemiallinen separointi vie liian kauan aikaa. Sopiva aika, missä lietteen separoitumisen tulisi tapahtua, voisi olla korkeintaan kaksi viikkoa. Tätä pitempi aika ei käytännössä ole järkevää. Separoiminen vaatii kuitenkin itselleen oman lietesäiliön ja prosessin aikana tähän lietesäiliöön ei voisi johtaa lisää lietettä. Tilanteen korjaamiseksi tällä välin syntyvä liete tulisi johtaa muualle, mikä vaatisi myös lisää lietteen varastointitilaa.

Jatkossa naudanelietteen separointikokeita olisi hyvä kokeilla suuremmalla tilavuudella ja laimeammalla lietteellä. Lietemäärän voisi nostaa esimerkiksi 100–1000 litraan. Kokeet olisi myös hyvä suorittaa ulkona. Näin päästäisiin lähemmäksi niitä olosuhteita, jotka vallitsevat normaalitilanteessa elielantasäiliössä. Ajankohdaksi oli hyvä valita kesä-elokuu, sillä korkeampi lämpötila vaikuttaa separoitavuuteen positiivisesti. Separoitavaksi lietteeksi olisi myös hyvä valita sellainen liete, jonka kuiva-ainepitoisuus on 5 % tai sen alle. Mikäli se on tämän yli, voidaan lietteen kuiva-ainepitoisuutta pienentää mekaanisesti. Säiliön kattaminen voi myös tulla kysymykseen mikäli vaikuttaa siltä, että lietteen muodostuminen ei ole tarpeeksi suurta. Tällä tavoin vähennetään haihtuvan veden määrää. Lietteen kattamista kannattaa harkita myös typpihävikin pienentämisen takia.

7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä oli aluksi suunnitelmissa tehdä kemiallisia separointikokeita valitun kohdetilan naudan lietteellä. Tämän tavoitteena oli löytää separoinnin onnistumisen kannalta kemikaalin oikea lisäysmäärä ja kuinka kauan toivotun lopputuloksen aikaansaaminen vie aikaa. Tarkoituksena oli myös tarkkailla lämpötilan vaikutusta prosessin onnistumiseen, jolla olisi simuloitu vuodenaikojen lämpötilavaihtelua. Laboratoriokokeiden suorituksen jälkeen oli tarkoitus siirtyä suoraan kohdetilalle suorittamaan kemiallista separointia lietesäiliössä. Kokeen suorituspaikaksi olisi tällöin todennäköisesti valittu pienin 400 m³ kokoinen säiliö.

Kokeiden alkuvaiheessa osoittautui kuitenkin, että kemiallinen separointi oli hyvin vaikeaa käytettävissä olevalla lietteellä ja kemikaalilla. Kemikaalia lisättiin aluksi hieman vähemmän mitä lähdekirjallisuudessa oli suositeltu. Pian huomattiin kuitenkin, että tämän suuruisella kemikaalin lisäyksellä ei saatu aikaan silmin nähtäviä tuloksia. Tämän jälkeen kemikaalia lisättiin lähdekirjallisuudessa mainittu määrä ja pidettiin huolta, että pH nousisi oikealle tasolle. Silti näistä toimenpiteistä huolimatta toivottuja tuloksia ei alkanut syntyä ja laboratoriokokeiden suunnitelmaa jouduttiin tällöin muuttamaan alkuperäisestä suunnitelmasta. Lämpötilan vaihtelut jätettiin pois, sillä kokeet olisivat olleet vaikeampi suorittaa huonelämpöä viileämmässä lämpötilassa. Vertailukohtaksi saatiin myös sian ja naudan liete, jotta pystyttiin toteamaan, että onko kohdetilalta saatu liete erityisen huonosti separoituvaa. Tämän jälkeen separointikokeissa keskityttiin pelkästään saamaan aikaan ylitettä.

Ylitettä saatiin lopulta muodostettua näytepulloissa pieniä määriä. Tämä huomioon ottaen kokeet olisi voitu suorittaa huomattavasti isommassa mittakaavassa ja laittaa liete kemikaalin lisäyksen jälkeen isompiin mittapulloihin. Tällöin ylitettä olisi saatu varmasti muodostettua niin paljon, että siitä olisi voinut suorittaa tarvittavia analyysejä.

Opinnäytetyön tavoitteena ollut kipsijohdannaisen soveltuvuuden selvitys kemiallisessa separoinnissa maatilamittakaavassa ei toteutunut. Kemiallisen separoinnin suoritusta varten saatiin kuitenkin paljon arvokasta lisätietoa, joiden pohjalta on hyvä jatkaa kokeiden suorittamista.

LÄHTEET

Asetus maatalouden ympäristötuesta (MMMa 503/2007)

Kooste vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmista vuoteen 2015, MÄENPÄÄ. 2011, 7

Lannoitevalmistelaki (539/2006)

Naudan liettelannan käsittelymenetelmien taloudellinen vertailu. 2007. 33

Nitraattiasetus (Vna 931/2000)

PALVA ym. Lannan käsittely ja käyttö. 2009. 13.

PALVA ym. Lannan käsittely ja käyttö. 2009. 25.

PALVA ym. Lannan käsittely ja käyttö. 2009. 14–15.

PALVA ym. Lannan käsittely ja käyttö. 2009. 16.

PALVA ym. Lannan käsittely ja käyttö. 2009. 74.

PALVA ym. Lannan käsittely ja käyttö. 2009. 72–73.

PALVA ym. Lannan käsittely ja käyttö. 2009. 75–76.

PALVA ym. Lannan käsittely ja käyttö. 2009. 76–77.

PALVA ym. Lannan käsittely ja käyttö. 2009. 77–78.

PALVA ym. Lannan käsittely ja käyttö. 2009. 61.

RAJALA. Luonnonmukainen maatalous. 2006. 137–138.

RAJALA. Luonnonmukainen maatalous. 2006. 149.

VALLILUOTO. Suotonauhapuristimen viiraradan uudelleen järjestely. 16.

VALLILUOTO. Suotonauhapuristimen viiraradan uudelleen järjestely. 17–18.

Teho-hankkeen raportteja 3. 2011. 45. <http://www.doria.fi/handle/10024/94218>

Viljavuuspalvelu naudon lietelannan lantatilasto v. 2005–2009 <http://viljavuuspalvelu.fi/sites/default/files/sites/default/files/tilastot/Lantatilasto%202005%20-%202009.pdf>

LIITE 1 KOESUUNNITELMA LÄHTÖTILANTEESSA

Näytesarja 1

Näyte 1-1

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 1-5

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 1-9

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 1-2

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 1-6

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 1-10

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 1-3

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 1-7

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 1-11

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 1-4

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 1-8

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 1-12

Annosmäärä	3	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	14	pvä

Näytesarja 2

Näyte 2-1

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 2-5

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 2-9

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 2-2

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 2-6

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 2-10

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 2-3

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 2-7

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 2-11

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 2-4

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 2-8

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 2-12

Annosmäärä	6	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	14	pvä

Näytesarja 3

Näyte 3-1

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 3-5

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 3-9

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 3-2

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 3-6

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 3-10

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	5	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 3-3

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 3-7

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 3-11

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	7	pvä

Näyte 3-4

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	25%/75%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 3-8

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	50%/50%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	14	pvä

Näyte 3-12

Annosmäärä	7,5	$\frac{kg}{tn \times ka\%}$
MgO/Kipsi -suhde	75%/25%	MgO/Kipsi
Lämpötila	20	°C
Separointiaika	14	pvä

LIITE 2 LABORATORIOKOKKEIDEN AIKATAULU LÄHTÖTILANTEESSA

