

Mikko Sulkala

Lannankäsittelytekniikan kehittäminen Ilmajoen koulutilalla

Opinnäytetyö

Kevät 2015

Elintarvike ja maatalous

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Liiketoiminnan suuntautuminen

Tekijä: Mikko Sulkala

Työn nimi: Lannankäsittelytekniikan kehittäminen Ilmajoen koulutilalla

Ohjaaja: Jussi Esala

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 56

Liitteiden lukumäärä:0

Suomalainen maataloustuotanto keskittyy alueellisesti. Varsinkin kotieläintuotanto on entistä intensiivisempää, ja tilat ovat entistä suurempia. Kotieläinvaltaisilla alueille lantaa muodostuu paljon, ja lannan mukana kasviravinteet kertyvät paikallisesti. Maatilojen toimintaa ja lannanlevitystä säätelevät muun muassa ympäristönsuojelulaki ja -asetus, nitraattiasetus ja vapaaehtoisen ympäristökorvauksen sitoumusehdot. Suunnitelmallisesti käytettynä lanta toimii sekä maanparannusaineena että lannoitteena. Näin voidaan vähentää epäorgaanisten ostolannoitteiden käyttöä. Nykyisellään yleisen lietelannan suhteelliset ravinnepitoisuudet eivät kuitenkaan ole edullisia kasveille. Lannan hyödyntämismahdollisuudet paranevat huomattavasti mikäli lanta jaetaan erilaisia ravinnesuhteita sisältäviin jakeisiin.

Tutkimuksen tarkoituksena oli kehittää lannankäsittely- ja levitystekniikkaa Ilmajoen koulutilan tulevaa navettaa varten. Tutkimuksessa haetaan nykyaikaista, tehokasta, turvallista, taloudellista ja ympäristönäkökohdat huomioon ottavaa ratkaisua lannan ravinteiden hyödyntämiseen ja tilan sisäiseen ravinnekiertoon. Työssä tarkasteltiin lantajakeiden sopivuutta tilan käytettävissä olevaan viljelyalaan, separoinnin kustannuksia ja logistisia vaikutuksia. Tutkimusaineisto kerättiin osana Hydro-Pohjanmaa-hankkeen selvitystyötä. Aineisto koostui monipuolisesti aiheeseen liittyvistä julkaisuista.

Tutkimuksista selvisi että lietelannan jakaminen kahteen jakeeseen, runsasfosforiseen, orgaanista tyypeä sisältävään kuivajakeeseen ja vähäfosforiseen, pääasiassa liukoista tyypeä sisältävään nestejakeeseen tuo paljon etuja lannankäsittelyyn ja hyödyntämiseen. Aineiston perusteella kuitenkin separoinnin onnistuminen ja ravinnesuhteiden parantuminen on hyvin epävarmaa ja siihen vaikuttavat muutkin tekijät kuin separointitekniikka. Tilan kuivalannan levityskapasiteetti on myös lietteenlevitystä vaatimattomampi, joten syntyvän kuivajakeen levittäminen lisää lannanlevityksen kokonaistyöaikaa.

Avainsanat: naudat lietelanta, separointi, separointitekniikka, ravinnesuhteet, kustannukset

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture, Ilmajoki

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Business orientation

Author/s: Mikko Sulkala

Title of thesis: Manure and spreading technique developing process for Ilmajoki educational farm

Supervisor(s): Jussi Esala

Year: 2015

Number of pages: 56

Number of appendices: 0

Finnish agricultural production is concentrated regionally. Domestic animal production in particular is more intensive and has larger premises than before. A lot of manure forms in these livestock-intensive areas and with the manure the plant nutrients accumulate locally. The operations of livestock farming and manure spreading on farms are regulated by the environmental protection law, nitrate regulations and bond conditions of the voluntary environment compensation scheme. Manure serves both as a soil amendment and fertilizer. This way the use of inorganic buy-in fertilizers can be reduced. However, the relative nutrient concentration of common slurry is not advantageous for the plants. Manure utilization possibilities are improved considerably if the manure is divided into batches which contain different nutritive ratios.

The purpose of this study was to develop manure processing and spreading techniques for the new cow house at Ilmajoki educational farm. The study searched for a solution which takes into account the modern, efficient, safe, cost-effective and environmental aspects of the benefits of manure nutrients and the school farm's internal manure cycle.

In this study the suitability of manure batches for the school farm's crop area, the cost of separating the manure and the logistical costs were explored. The research material was collected partly with the project Hydro-Pohjanmaa investigation process. The material consists of publications which are related to the topic.

From the investigations it became clear that dividing the slurry into two batches: one rich in phosphorous and one of the dry solids, which consists of organic nitrogen and a low phosphorous fluid, would bring a lot of benefits to the manure handling process and its use. Nevertheless, based on the research material the success of separating and nutrient balance improvement is very uncertain. There are also other factors that have an influence other than just the separating technique. The capacity for dry manure spreading is more modest and as a result the spreading of the dry manure increases the total work time needed.

Keywords: cow slurry, separation, separation technology, nutritive ratio, annual costs

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Tausta.....	8
1.2 Tavoitteet.....	9
2 SEPAROINTITEKNIIKAT.....	10
2.1 Ruuvipuristin.....	10
2.1.1 Laitteen toimintaperiaate.....	10
2.1.2 Laitteen tarvitsema huolto.....	13
2.2 Seulaerottimet.....	13
2.2.1 Laitteen toimintaperiaate.....	13
2.2.2 Laitteen tarvitsema huolto.....	19
2.3 Suotonauha.....	20
2.3.1 Laitteen toimintaperiaate.....	20
2.4 Separoinnin vaatimukset tiloilla.....	21
2.4.1 Separoitavan lannan esikäsittely.....	21
2.4.2 Separointiprosessissa tarvittavat laitteet.....	21
2.4.3 Tarvittavat varastot.....	22
2.4.4 Menetelmien sovitettavuus erilaisiin kohteisiin.....	23
3 SEPAROINNIN ORGANISOINTI TILALLA.....	26
4 EROTTELUTEKNIKKOJEN KYKY EROTELLA RAVINTEET.....	29
5 KOULUTILA.....	31
5.1 Koulutilan pellot.....	31
5.2 Tuleva navetta.....	33
6 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO.....	34

7 TULOKSET, TULOSTEN TARKASTELU JA VAIHTOEHTOINEN RATKAISUEHDOTUS.....	37
7.1 Levitettävien jakeiden määrä ja ravinnepitoisuudet.....	37
7.2 Separointitulokset	37
7.3 Kuljetettava ja levitettävä määrä lantaa	38
7.4 Lannan levitystyössä käytettävä aika ja matka	39
7.5 Separoinnista aiheutuvat kustannukset	41
7.6 Vaihtoehtoisia ratkaisuehdotuksia.....	43
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	46
LÄHTEET	48

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1. Ruuvipuristimen rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat ..	10
Kuva 2. Ruuvipuristimen runko, lieriöseula ja puristuskaira	11
Kuva 3. Kaariseulan rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat	14
Kuva 4. Kiilajohteiden toimintaperiaate. Johteet on asetettu niin että kynnys leikkaa ohuimman jakeen	15
Kuva 5. Spiraalityyppisen rumpuseulan rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat.....	16
Kuva 6. Ulkopuolelta syötettävän rumpuseulan rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat.....	17
Kuva 7. Pyörivän seulan rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat...	18
Kuva 8. Täryseulan rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat	19
Kuva 9. Suotonauhapuristimen rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat.....	20
Kuva 10 Kaariseulaerotin asennettuna lantalan yläpuolelle	23
Kuva 11. Liettevarastojen sijoitusvaihtoehtoja kun huomioidaan vaatimukset rakennuspaikasta, lannankäsittelystä ja häiriintyvistä kohteista.....	28
Kuvio 1. Korven tilan peltomaan pinta-ala maalajien ja multavuuden mukaan jaoteltuna	31
Kuvio 2. Rahkakorven tilan peltomaan pinta-ala maalajien ja multavuuden mukaan jaoteltuna	32
Kuvio 3. Korven tilan peltomaan analysoidut fosforiluokat	33
Kuvio 4. Rahkakorven peltomaan analysoidut fosforiluokat.....	33

Taulukko 1. Poimittuja separointituloksia kirjallisuudesta. Jakeiden osuudet alkuperäisestä raakalietteen massasta, sekä liukoisen typen ja fosforin suhdeluku.	30
Taulukko 2. Laskelmaan valitut poiminnat separoititulosista	38
Taulukko 3. Kuljetettava lantamäärä raakalietteellä ja erilaisilla separointituloksilla	39
Taulukko 4. Kuljetettava määrä, kuormamäärä ja työaika	41
Taulukko 5. Hankinta- ja käyttökustannukset sekä vertailu urakoitsijan käyttöön .	43

Käytetyt termit ja lyhenteet

Ilmajoen koulutila	Koulutuskeskus Sedun omistama opetusmaatila Ilmajoen-tiellä Ilmajoella.
Korpi	Ilmajoen koulutilan osa, joka käsittää tilan tuotantoraken-nukset ja pellot niiden ympärillä. Tila sijaitsee kouluraken-nusten välittömässä läheisyydessä.
Rahkakorpi	Ilmajoen koulutilan osa, joka käsittää peltoa. Tila sijaitsee Ilmajoen ja Seinäjoen välisen tien varrella kymmenen ki-lometrin päässä opetusmaatilalta.
Suunniteltu navetta	Ilmajoen koulutilalle rakennettava navetta. Vaihtoehto 1: 130 lypsylehmää ja kaksi lypsyrobotia. Vaihtoehto 2: 65 lypsylehmää ja yksi lypsyroboti. Suunnitelmat ovat joh-tamassa vaihtoehdon 1 toteutumiseen.
Raakaliete	Raakaliete sisältää sontaa, virtsaa, pesuvettä, rehuntäh-teitä, kuivikkeita ja säilörehun puristenestettä.
Nestejae	Separoitaessa syntyvä tuote, mikä jää jäljelle kun raaka-lietteestä erotetaan kuiva-ainetta.
Kuivajae	Kuivajae on separoitaessa syntyvä käsiteltävyydeltään kuivalannan tapainen tuote.
Kuiva-aine	Lietteestä kaikki muu paitsi vesi on kuiva-ainetta. Sekä raakaliete että molemmat jakeet sisältävät sekä vettä että kuiva-ainetta.

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Maatalous keskittyy Suomessa alueellisesti, ja kotieläintilat ovat entistä suurempia. Alueilla, joilla on voimakasta kotieläintuotantoa, muodostuu lantaa paljon. Lanta on arvokas aine. Se sekä lisää maan humuspitoisuutta että toimii maanparannusaineena ja lannoitteena. Se sisältää kaikkia peltomaan toiminnalliselle kyvyille tarpeellisia pää- ja hivenravinteita. Lantaa levittämällä rehumassan mukana kerätyjä ravinteita palautuu peltomaahan, jolloin voidaan vähentää epäorgaanisten lannoitteiden käyttöä. Tehokas lannankäyttö yhdessä typensitojakasvien viljelyn kanssa tuo maatilalle hyvät mahdollisuudet kestäväan ja mahdollisimman suljettuun ravinnekiertoon. (Luostarinen ym. 2011b, 15; Maatilan ympäristökäsikirja 2013, 31–33.)

Lietelantajärjestelmä on yleisin lannankäsittelytapa. Se on helppohoitoinen ja hygieeninen. Lietteen käsittely on myös helppo koneellistaa. Sikojen liemiruokinta ja lehmien lisävalkuaisruokinta ovat edistäneet lietelantamenetelmien yleistymistä. Lietelantajärjestelmässä lanta, virtsa, rehuntähteet ja pesuvedet sekoittuvat samaan säiliöön. (Lehtinen 2011, 44.) Lietelannan ravinnesuhteet eivät kuitenkaan ole edullisia kasveille. Lannassa on vähän typpeä suhteessa fosforiin. Lisäksi lannan kuljetus- ja levitysmäärä hehtaarille on suuri. (Luostarinen ym. 2011b, 15.) Kasvin koko typpitarpeen kattaminen lannan liukoisella typpellä johtaa liian suureen fosforilannoitukseen (Lehtinen 2011, 43). Ongelma on pahin kotieläintiloilla, joiden lähipelloilla fosforilannoituksen tarve on pieni ja liete sisältää tarpeeseen nähden monin verroin fosforia (Luostarinen ym. 2011a, 3).

Nitraattiasetus määrittelee ehtoja kotieläintuotannolle. Asetuksessa muun muassa määritellään varastoinnista ja levityksestä. Tilalla tulee olla varastotilaa vähintään 12 kuukauden aikana kertyvälle lannalle. Lannan varastointiin ja johtamiseen käytettävien rakenteiden tulee olla vesitiiviitä. Vuosittain levitettävää kokonaistyppeä saa karjanlannasta kertyä 170 kilogrammaa hehtaarille. Separoiduille jakeille on oltava erilliset varastot. Määritettäessä varastotilojen kokoa jakeille lähtökohtana

ovat tilalla syntyvän lietelannan määrä ja ominaisuudet sekä separaattorin erotusteho. (1250/2014.)

Ympäristökorvaus ohjaa myös lannankäyttöä. Ympäristökorvauksen sitoumusehtojen noudattamiseen sitoudutaan viideksi vuodeksi kerrallaan. Ympäristökorvauksen vaatimuksena on suunnitelmallinen ja tasapainoinen ravinteiden käyttö maatilan kaikilla peltolohkoilla. Ympäristösitoumuksessa on asetettu typelle ja fosforille vuosittaiset lohko-kohtaiset enimmäiskäyttömäärät viljeltävään kasviin, maan viljavuuteen ja satotasoon perustuen. (Hakuopas 2015, 69–70.)

Ympäristökorvaukseen sisältyy karjanlantapoikkeus. Tällöin voi käyttää suurempaa fosforilannoitusta, mikäli kaikki käytettävä fosfori tulee karjanlannasta. Karjanlantapoikkeusta voi käyttää viljoilla ja öljy- sekä palkokasveilla viljavuusluokissa tyydyttävä ja hyvä, sekä rehunurmilla myös viljavuusluokassa välttävä. (Hakuopas 2015, 72.) Lietelannan, virtsan tai nestejakeen levittäminen pellolle sijoittavalla tai multaavalla laitteella mahdollistaa sitoutumisen ympäristötuen lietelannan sijoittaminen peltoon -toimenpiteeseen. Viljatila, joka ottaa vastaan lantaa tai muuta orgaanista ainesta, voi sitoutua toimenpiteeseen nimeltään ravinteiden ja orgaanisten aineiden kierrättäminen. (Ympäristökorvaus 2015.) Näistä molemmista lohko-kohtaisista toimenpiteistä saa korvauksen (Hakuopas 2015, 76).

1.2 Tavoitteet

Ilmajoen koulutilalle rakennetaan uusi opetusnavetta. Navetan myötä koulutilan tuotannonlaajuus kasvaa 130 lypsylehmään. Samalla lannankäsittely muuttuu nykyisen pihatön kuivalannasta lietelantajärjestelmään. Laajennuksen myötä myös lantamäärä kasvaa huomattavasti, ja lantalogistiikka on syytä suunnitella huolella.

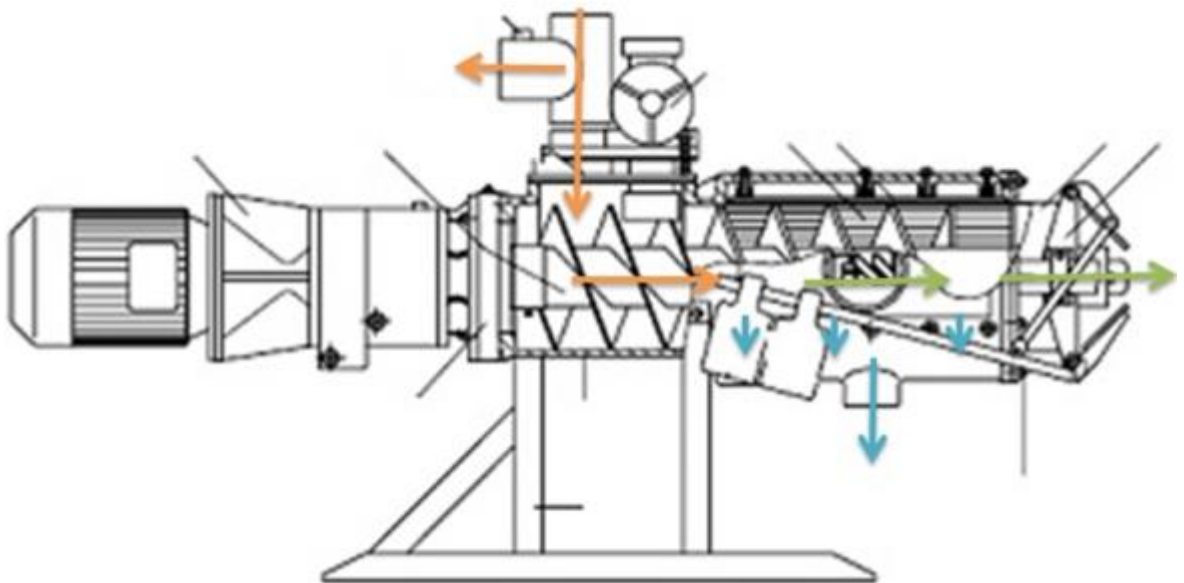
Tässä työssä etsitään ratkaisua lannankäsittely- ja levitystekniikkaan uudessa tilanteessa. Ensimmäinen tavoite on tutkia lannankäsittelyn vaatimuksia uudessa tilanteessa. Riittääkö Ilmajoen koulutilan viljelypinta-ala lannanlevitysalaksi? Onko lietelannan separoinnista hyötyä helppoon ja järkevään lantalogistiikan organisointiin? Toinen tavoite on määritellä lietelannan separoinnin alkuinvestoinnit ja käytöstä aiheutuvat kustannukset.

2 SEPAROINTITEKNIIKAT

2.1 RuuVIPuristin

2.1.1 Laitteen toimintaperiaate

RuuVIPuristimen toiminta perustuu pyörivän ruuvin muodostamaan nesteeseen paineeseen. Kuvassa 1 on esitetty ruuVIPuristimen halkileikkauskuva. Liete pumpataan puristuskairan alkupäähän. Hitaasti pyörivä kaira puristaa lantamassaa seulaputken sisällä kohti vastapainotettua poistopäätä. Paine pakottaa nestejakeen ulos seulaputken rei'istä ja se johdetaan ulos separaattorista. Kaira painaa seula-putkessa kertyvää kuivajaetta eteenpäin, ja kun paine ylittää vastapaineen, jae purkautuu ulos. (Betriebsanleitung für Separator-Solidry 2014; EYS Screw Press Separator.)



Kuva 1. RuuVIPuristimen rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat (Öövel 2012).

RuuVIPuristin koostuu rungosta, puristuskairasta, seula-putkesta ja vastapaineen luovasta päätylevyistä (Kuva 2). Separattorin runkoja valmistetaan useista materiaaleista. Esimerkiksi itävaltalaisia Fan separattoreita on saatavissa sekä valu-

rautaisina, ruostumattomasta teräksestä ja ruostumattomasta valuteräksestä valmistettuna (Pressschnecken-Separator PSS). Eko-Erotus separaattoreita valmistetaan ruostumattoman teräksen lisäksi myös kuumasinkittynä (Yli-Mannila 2014). Valuraudan ominaisuuksia ovat sen alhainen hinta, hankaavan kulutuksen kesto, muodon ja mittojen pysyvyys lämpötilan vaihteluissa, kyky vaimentaa värähtelyä sekä ontelorakenteen helppo valmistusprosessi. (Valurautojen ryhmittely 2005.)



Kuva 2. Ruuvipuristimen runko, lieriöseula ja puristuskaira (Moller & Moset)

Puristuskairat valmistetaan samoista materiaaleista runkojen kanssa, mutta esimerkiksi Bauer separaattorin kaira on pinnoitettu vielä kovametallilla. (Separator S 655 / S 855 2011.) Eys käyttää ruuvin päällysteenä volframikarbida (Separointilaitteet ja separaattorien komponentit 2013). Volframi on karbideja muodostava seosaine teräksessä. Sillä saadaan aikaan erkautuskarkaisuteräksissä kovuuden lisääntyminen. (Terästen ryhmittely 2005.) Volframikarbidi on yleinen kovametalli. Kovametallin tärkeimmät ominaisuudet ovat kulutuskesto ja puristusmurtolujuus, sekä korkea kimmomoduli, jäykkyys ja hyvä kiillotettavuus. Silti kovametallin hinta ei ole merkittävästi terästä korkeampi. (Kovametallin ominaisuudet.)

Eko-Erotus on ratkaissut kulumisen asentamalla separaattoriinsa kairan, joka on läpimitaltaan 5 mm pienempi kuin seula-putken sisähalkaisija. Kaira on valmistettu kuumasinkitystä teräksestä ja se on tiivistetty seula-putkeen, kairan ulkokehälle kahdelle ensimmäiselle kierrokselle kiinnitetyllä luonnonkumisella tiivisteellä. (Yli-Mannila 2014.) Kaira pyörii hitaasti, esimerkiksi AGM Screw Press SB 250 separaattorin kairan pyörimisnopeus on kaksitoista kierrosta minuutissa (Slurry separation 2013, 2).

Puristuskairan ympärillä on seulaputki. Seulaputki on Eko-Erotus laitteistossa reiitettyä ruostumatonta teräslevyä kahden millin rei'illä, tai se voi olla ruostumaton rautalankasiivilä. Rautalankasiivilöitä on useita erikokoisia 0,1–1 millimetrin raoilla. Eko-Erotus separaattorin seulaputki on 150 millimetriä pidempi kuin kaira. Valmistajan mukaan tässä tilassa kuivava massa pysähtyy, ja kairan paine nostaa kuiva-ainepitoisuutta. (Betriebsanleitung für Separator-Solidry 2014, 21; Screw press separators 2012, 2; Yli-Mannila 2014.)

Puristustapahtuma vaatii toimiakseen vastapaineen. Se muodostetaan kuormittamalla luukkuu kuivajakeen poistoreitillä. Luukkuu kuormitetaan joko kierrejousella tai vipuvarteen asennetuilla painoilla. Eko-Erotus separaattoreissa vastapaine saadaan aikaan luonnonkumista valmistetulla tulpalla. Tulppa on kiristetty ulkokehältä kiinni separaattorin runkoon, tulpan keskellä on reikä, josta tulee läpi kairakseli. Kuivajae pusertuu ulos akselin ympäriltä tulpan venyessä. Esimerkiksi SB 250 separaattorissa vastapaine on 22,5 baria (Bauer – slurry technology; Screw press separators 2012; Test report for SB Engineering Slurry Separator, model SB 250 2013, 9; Yli-Mannila 2014; Betriebsanleitung für Separator-Solidry 2014, 21; Fernandez 2014.)

Kairaa pyöritetään sähkömoottorilla. Erikokoiset separaattorit tarvitsevat käyttövoimukseen hyvin erikokoisia kolmivaihesähkömoottoreita. Esimerkiksi Fan separaattoreita on neljä mallisarjaa. Kolme suurinta mallisarjaa voidaan kukin varustaa usealla eri tehoisella kolmivaihemoottorilla. Vaihtoehtoja on neljästä yhteentoista kilowattiin. (Pressschnecken-Separator PSS.) Pienimmässä Fan separaattorissa 3,5 kilowatin ja pienimmässä Eys laitteistossa 2,2 kilowatin moottori (Betriebsanleitung für Separator-Solidry 2014; Rekitec Separaattori ratkaisut). Puristuskairan nopeus sovitetaan kairan ja sitä pyörittävän kolmivaihemoottorin välissä olevalla vaihdelaatikolla. Vaihteiston vähennyspyörästä sovittaa moottorin pyörimisnopeuden kairalle. (Kiljala 2014.)

Vaihdelaatikon ja puristuskairan yhdistävä akseli tarvitsee tiivisteiden. Esimerkiksi Eko-Erotus separaattorin esisäiliön ja vaihdelaatikon väli on tiivistetty nylon-tiivisteellä ja Eys-laitteessa on voideltava akselihiuulitiiviste ja reikä rungossa tiivisteiden jälkeen varmistamassa ettei, liete pääse vaihteistoon vaikka, akselihiuulitiiviste vioittuu. (Kiljala 2014; Yli-Mannila 2014.)

Separattoreita voidaan kytkeä kaksi sarjaan. Tuolloin ensimmäisen laitteen nestejäte ohjataan toiseen laitteeseen, jossa on tiheämpi seula ja suurempi vastapaine. (Betriebsanleitung für Separator-Solidry 2014, 23.) Jotkin ruuvipuristinmerkit varustetaan oskillaattorilla, joka paine-pulssien avulla pitää lietteen liikkeessä separaattorissa. (Pressschnecken-Separator PSS; Betriebsanleitung für Separator-Solidry 2014; EYS Screw Press Separator.)

Laitteiden ohjausvaihtoehdoissa on eroja. Laite kytketään käyntiin yleensä manuaalisesti ja se sammutetaan joko manuaalisesti tai laitteen sammuttaa alapinta-vahti, kun lietteen pinta on laskenut pumppauskaivossa. (Kiljala 2014.) Bauerissa ohjaus on mahdollista myös kellokäytöllä, ja siinä on ohjaustaulussa automaattinen takaisinpumppaus, joka puhdistaa seulan ja ruuvin (Tuominiemi 2014).

2.1.2 Laitteen tarvitsema huolto

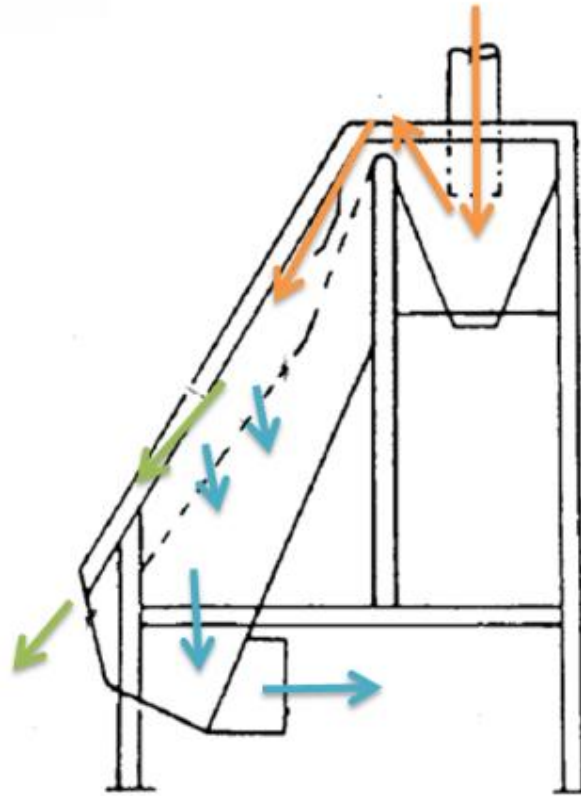
Laitteet tarvitsevat vain vähän huoltoa. Laitteiden rasvauskohteet liittyvät puristuskairan ja vaihdelaatikon välisen akselihuulitiivisteiden kunnossapitoon. Vaihteistoöljy vaihdetaan kahden vuoden välein. (Kiljala 2014.) Eko-Erotus separaattori voidaan purkaa tarpeen vaatiessa noin kymmenessä minuutissa, esimerkiksi puhdistusta varten. Laippa, jolla luonnonkuminen päätylevy on kiinnitetty, irrotetaan ja kaikki rungon sisällä olevat osat voidaan vetää ulos rungon päädystä. (Yli-Mannila 2014.)

2.2 Seulaerottimet

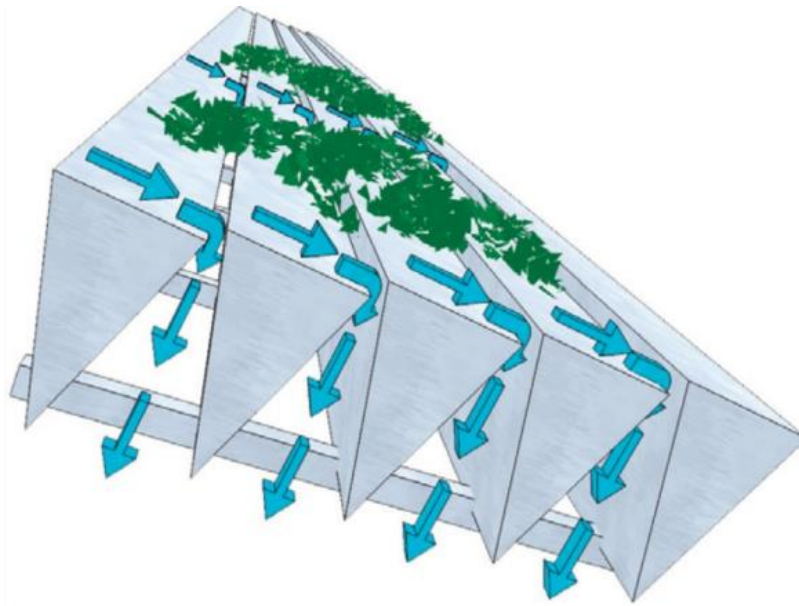
2.2.1 Laitteen toimintaperiaate

Kaariseula. Raakalietettä pumpataan seulan takana olevaan säiliöön. Kun lietteen pinta säiliössä nousee patoa korkeammaksi, valuu liete tasaisena virtana kaaren muotoista seulaa pitkin alas. (Kuva 3.) Seula koostuu vierekkäin asetetuista kiilajohtopaneeleista. Paneelit on kiinnitetty vierekkäin niin, että niiden väliin jää rako. (Kuva 4.) Rako on separoitavasta materiaalista riippuen 0,1 millimetristä kymme-

neen. Kuivajae valuu seulan pintaa pitkin pois seualta. Seulan raot pidetään puhtaina paineistetulla vesisuihkulla. (Q-Screen Unit 2014.)



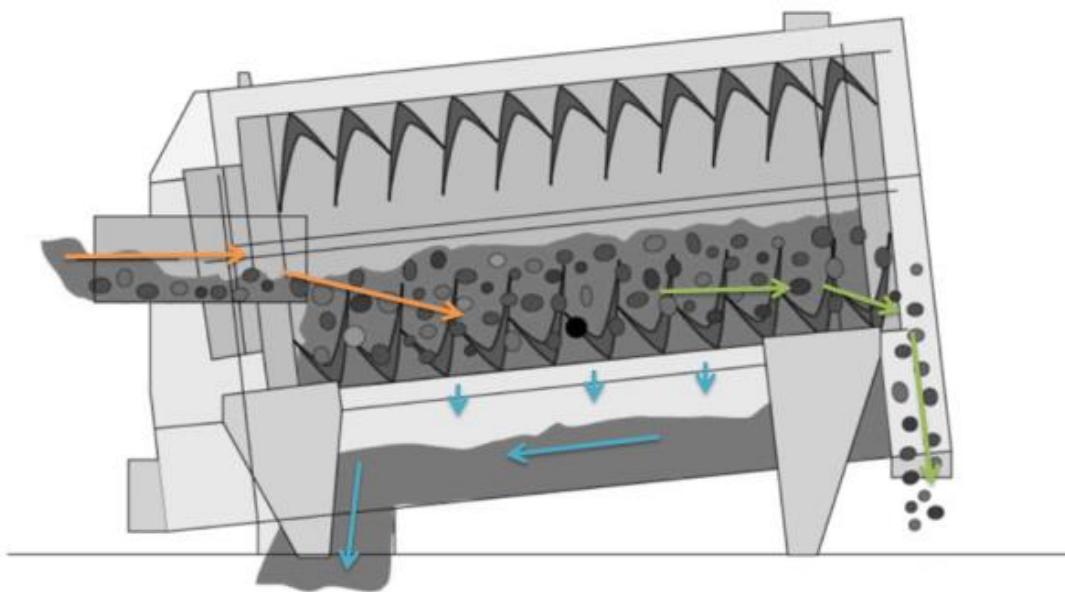
Kuva 3. Kaariseulan rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat (Shutt ym. 1975, Fordin & Flemingin 2002, 2 mukaan).



Kuva 4. Kiilajohteiden toimintaperiaate. Johteet on asetettu niin että kynnyks leikkaa ohuimman jakeen (UltraSieve Midi by AquaForte).

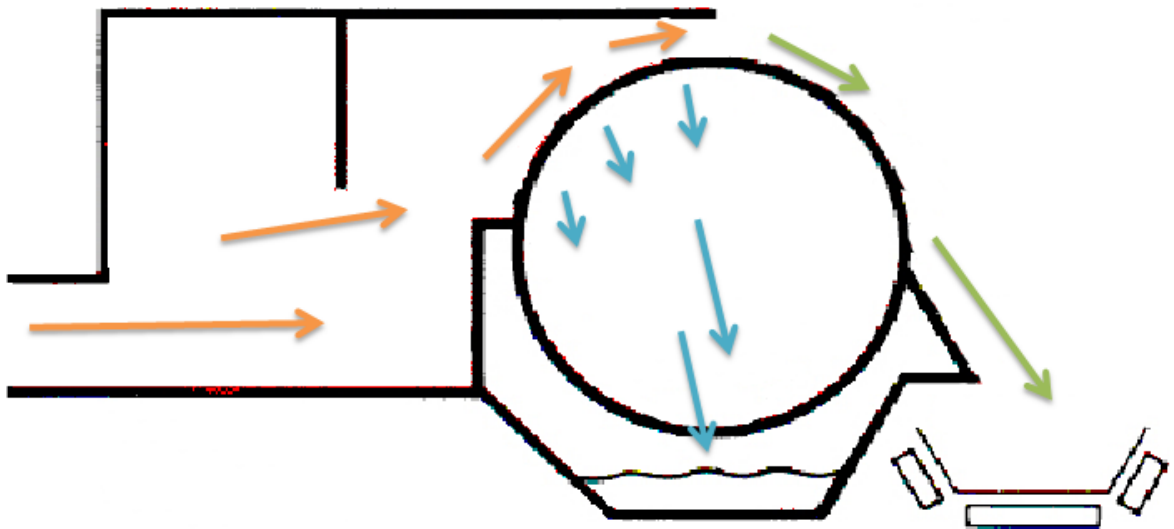
Nestejäte valuu paneelien raoista ja ohjataan altaaseen. Laitteet on valmistettu hiiliteräksestä tai ruostumattomasta teräksestä. Seulassa ei ole yhtään liikkuvaa osaa. Kuivajäte puolestaan voidaan varastoida joko kaariseulan alapuolelle sijoitettussa laakasiilossa tai kuljettaa hihnakuuljettimella. Nestejäte johdetaan joko sille rakennettuun varastoaltaaseen tai takaisin raakalietteen sekaan. (Bågsilar modell BG & modell BP; Q-Screen Unit 2014.)

Rumpuseula on teräksestä valmistettu seulaputki, jota pyöritetään vaakasuorassa. Raakaliete pumpataan seulaputken alkupäähän. Seulaputken sisäpinnassa on spiraali, joka siirtää lietemassaa eteenpäin seularummun sisällä. Nestejake valuu seulan rei'istä alas, ja kuivajake kulkeutuu rummun läpi pudoten ulos rummun päädyssä. (Kuva 5.) (Liquid-Solid Separators/Rotary Drum.) Seulan puhtaanapitoon laitteissa on puhdistusyksikkö, joka koostuu koko rummun pituisesta pyörivästä harjasta ja vettä sumuttavista suuttimista (Roto-Sieve Drum Screen 2015; Trumslar 2015).



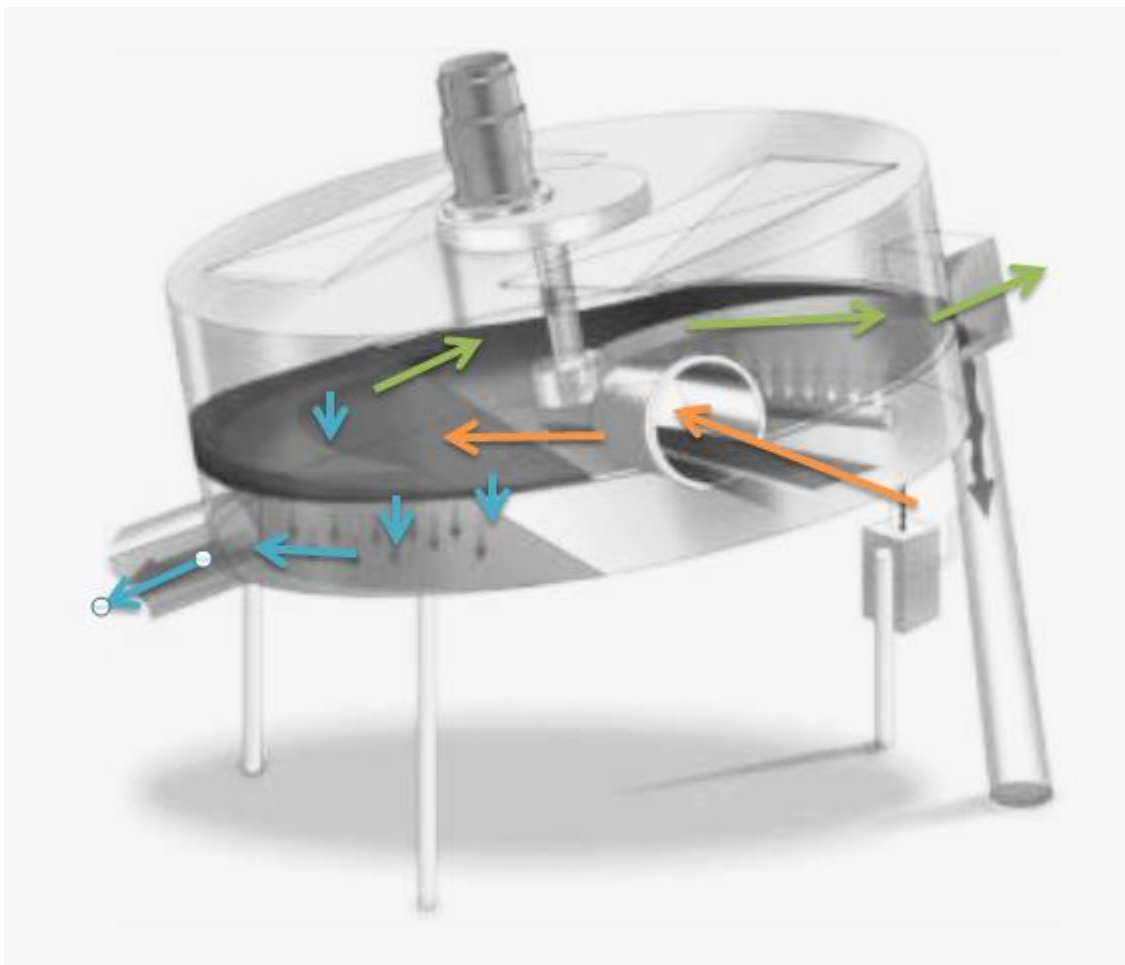
Kuva 5. Spiraalityyppisen rumpuseulan rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtausuunnat (Separators 2012)

On myös separaattoreita, joissa on pyörivä rumpu, ja raakaliete syötetään niihin rummun ulkopuolelta. Näissä seularumpu on sijoitettu altaaseen, johon liete pumpataan. Nesteosa valuu seularummun läpi. Yksisuuntainen nestevirta painaa kivi- ja hiekkajakeiden seulan pinnalle, josta se kaavitaan irti. (Kuva 6.) Seulareikien auki pysymisestä huolehditaan suihkuttamalla vettä rummun sisältä ulospäin. (Ausführung Separator 600/1000 2014; Rotary Drum Screen Removes Solids from Effluent Streams.)



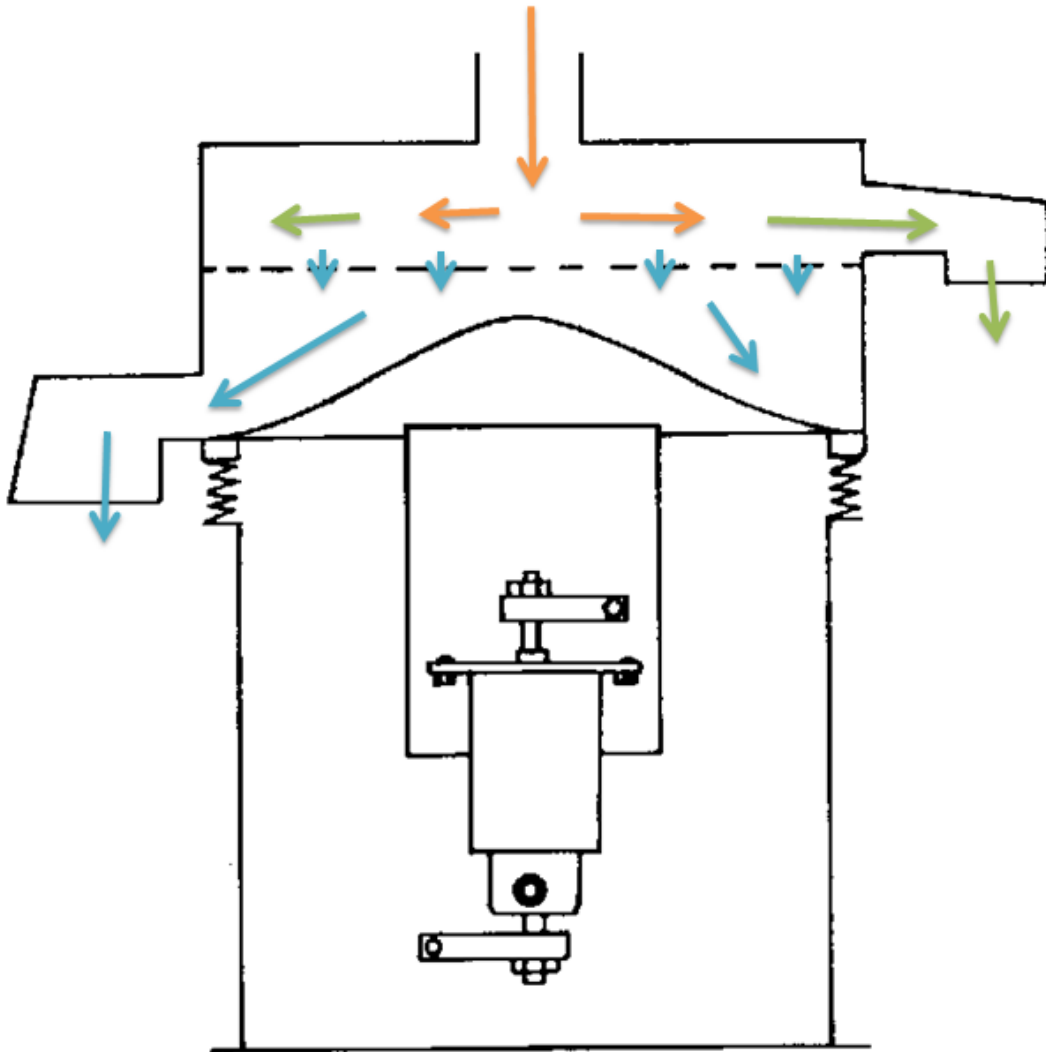
Kuva 6. Ulkopuolelta syötettävän rumpuseulan rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat (Bicudo 2001, Fordin & Flemingin 2002, 2 mukaan).

Pyörivä seula. Raakaliete syötetään seulalevyn päälle. Seulalevy on pyöreä, reiätetty ja ruostumattomasta teräksestä valmistettu laite. Seulalevy on hieman kaltevasti asennettuna lieriömäisen rungon sisään. Seula pyörii hitaasti, noin viisi kierrosta minuutissa. Seulan keskelle on akseloitu paikallaan pysyvät aurat, jotka kääntävät lietemassaa ja muodostavat vakoja, jotka tehostavat nesteen erottelua, sekä kaareva kaavin, joka levittää massan tasaisesti ja kaappii samalla kuivattua massaa pois levyltä. (Kuva 7.) Seulan reiät pysyvät auki alapuolelta suihkutettavan veden avulla. Levytiivistimen kapasiteetti on 20–40 kuutiometriä tunnissa. (Rotamat Levytiivistin RoS 2S.)



Kuva 7. Pyörivän seulan rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat (Rotamat Levytiivistin RoS 2S).

Täryseulan liike lisää seulontakapasiteettiä. Seulan liike nopeuttaa pienten ja tiheiden partikkeleiden valumista massassa alaspäin. Useita seulatyyppejä valmistetaan myös siten, että niiden seulaelementtiä voidaan täryttää (Kuva 8.) (Decentralised, mobile separation 2012, 5.)



Kuva 8. Täryseulan rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat (Shutt ym. 1975, Fordin & Flemingin 2002, 2 mukaan).

2.2.2 Laitteen tarvitsema huolto

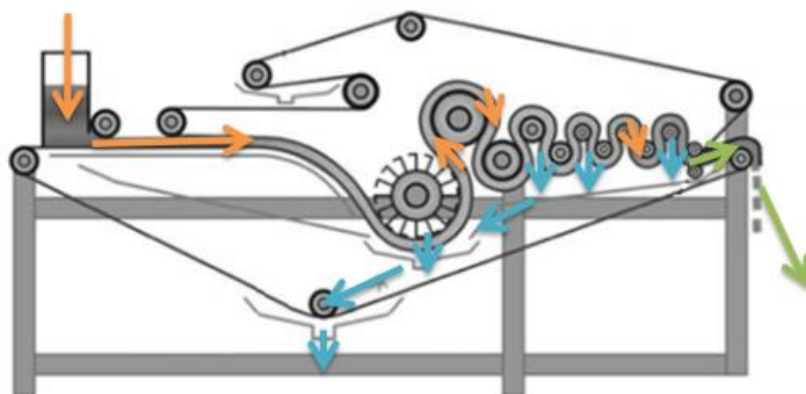
Valmistajien mukaan laitteet tarvitsevat vain vähän huoltoa. Esimerkiksi kaariseulassa ei ole siirtopumppujen lisäksi yhtään liikkuvaa osaa ja ne ovat itsepuhdistuvia. Useat seulat voidaan varustaa vesisuihkutuksella, joka varmistaa puhdistuvuutta osaltaan (Wedge Wire Sieve Screens 2011; Q-Screen Unit 2014)

2.3 Suotonauha

2.3.1 Laitteen toimintaperiaate

Suotonauhapuristin koostuu kahdesta osasta. Ne ovat esierotin ja suotonauhapuristin. Esierotin voi olla rumpuseula tai nauhatiivistin. Raakaliete pumpataan esierottimelle, jossa osa nesteestä erotellaan ja massa levitetään tasaisesti puristin-nauhalle.

Nauhojen väliin syötettyä lietettä puristetaan teloilla. Mattoja on kaksi, joiden välisä liete kulkee laitteen läpi. Nauhan alkupäässä puristuspaine on matala. Massan kuivuesssa voidaan puristuspainetta lisätä ilman että, massa pursuaa maton reunoilta ulos. Tämä tapahtuu nauhan edetessä telojen ja viirojen kosketuspintaa suurentamalla ja telavälejä pienentämällä. Paine pakottaa nestejakeen maton läpi, ja kuivajae kaavitaan pois matosta, sen kuljettua laitteen lävitse. Laitteessa on useita puristustelapareja, joiden välistä matto kiemurtelee (Kuva 9). Laitteessa on pesujärjestelmä, joka pesee viiramaton kuivajakeen irrottua. Suotonauhapuristin ylläpitokustannukset koostuvat ensisijaisesti viiran huollon ja vaihdon kustannuksista (Suotonauhapuristimet FBP-SNE; Suotonauhapuristin BS; Suotonauhat; Suotonauhapuristimet; Suvanto 2007, Vahanteen ym. 2007 mukaan; Flottweg centrifuges, belt presses and systems 2014; Hiula 2014, 5.)



Kuva 9. Suotonauhapuristimen rakenne sekä jakeiden erottuminen ja virtaussuunnat (Belt Presses 2011b).

2.4 Separoinnin vaatimukset tiloilla

2.4.1 Separoitavan lannan esikäsittely

Lietettä tulee sekoittaa, jotta se on tasalaatuista kun se pumpataan separaattorille. Tällä tavoin separaattorin toiminta on tehokkaampaa ja jakeet tasalaatuisempia. Raakaliete syötetään separaattorille tyypillisesti uppopumpulla. (EYS Screw Press Separator.)

Mikäli nestejäte päästetään takaisin raakalietteen joukkoon, on separoinnin aikainen sekoittaminen erityisen tärkeää. Separoitu nestejäte kulkeutuu raakalietettä helpommin uudelleen separaattoriin, jolloin separoinnin työsaavutus heikkenee. Tätä voidaan ehkäistä myös siirtämällä paikkaa, josta liete pumpataan separaattorille varastoaltaasta. (Kiljala 2014.) Lietekuiluun sijoitettuun separaattoriin lantaa ei esikäsitellä, lanta separoidaan pian sen synnyttyä (Riihimäki & Yli-Mannila 2013).

2.4.2 Separointiprosessissa tarvittavat laitteet

Laitteita tarvitaan raakalietteen sekoitukseen, siirtoon separaattorille sekä separoinnissa syntyvien jakeiden siirtoon. Se, mitä laitteita tarvitaan, riippuu separaattorin sijoituksesta lietevarastoon nähden.

Tiloilla, joilla on kiinteästi asennettu separaattori ja lantaa separoidaan jatkuvasti, pumppaussäiliöön asennetaan kiinteästi sekoitin. Yleensä se on sähkökäyttöinen potkurisekoitin. Raakalietteen siirtämiseen separaattorille tarvitaan pumppu. Yleensä se on sähkökäyttöinen uppopumppu. Pumpun siirtoteho mitoitetaan suuremmaksi kuin separaattorin läpäisykyky, ja ylimääräinen raakaliete palaa yli-voittoa pitkin takaisin raakalietesäiliöön. (EYS Screw Press Separator; Fernandez 2014; Kiljala 2014; Betriebsanleitung für Separator-Solidry 2014.) Suomen olosuhteissa separaattori sijoitetaan niin, että nestejäte valuu painovoimalla alas säiliöön. Tällöin purkuputki tyhjenee separoinnin päätyttyä eikä jäädy tukkoon. Myös kuivajakeen siirtoon tarvittavat laitteet riippuvat siitä, kuinka separaattori on

sijoitettu. Kuivajakeen siirtoon soveltuu parhaiten kolakuljetin. Yleensä separaattori sijoitetaan niin, että kuivajae tippuu alla olevaan varastoon. (Kiljala 2014.)

Kuiluun sijoitettavassa separaattorissa tarvitaan ainoastaan poistokuljetin kuivajakeelle. Tällaisiin kohteisiin soveltuu ruuvikuljetin. Kuljetin purkaa kuivajaeetta kaasaan alapuolelta, jolloin kuljetin ei jäädy pakkasella. (Riihimäki & Yli-Mannila 2013.) Urakoitsijaa käyttävät tilat ja tilat, jotka separoivat harvemmin ja pumppaavat separoitavan raakalietteen perinteisestä suuresta varastoaltaasta, sekoittavat raakalietteen samoilla laitteilla kuin että liete levitettäisiin sellaisenaan. (Kiljala 2014.)

2.4.3 Tarvittavat varastot

Kiinteästi sijoitetun separaattorin yhteydessä tarvitaan raakaliettele vain pienehkö pumppauskaivo. Kuivajakeelle tarvitaan kuivalantala ja nestejakeelle tavanomainen lietelantavarasto. (Betriebsanleitung für Separator-Solidry 2014; EYS Screw Press Separator.) Kuivajae on mahdollista purkaa separaattorilta siiloon tai perävaunuun. Nestejake on mahdollista laskea toiseen altaaseen tai takaisin raakalietteen joukkoon. (Screw press separators 2012; Separointilaitteet ja separaattorien komponentit 2013)

Laite toimii parhaiten kun nesteosa ohjataan eri säiliöön, mutta tilalla, jossa on olemassa lantavarastot, joiden rakennusvaiheessa ei separointia ole huomioitu, voidaan nestejake purkaa takaisin raakalietteen joukkoon eikä toista kaivoa välttämättä tarvita. Mikäli tilalla on tuotannon laajentamisen yhteydessä rakennettu erillinen toinen lietesäiliö, voidaan lanta separoida siirtopumppauksen yhteydessä. Nämäkin tilat tarvitsevat kuivalantalan. Jos liete separoidaan ajankohtana, jolloin kuivajae voidaan levittää saman tien, ei tarvita edes kuivalantalaa. Näin suuri separointiteho vaatii urakointipalvelun käyttöä. (Kiljala 2014.)

2.4.4 Menetelmien sovitettavuus erilaisiin kohteisiin

Separointilaitteet soveltuvat sekä yhden tilan käyttöön, usean tilan yhteisomistukseen että urakointiin. Niistä voi rakentaa laitoksen perävaunuun, ajoneuvon lavalle tai sen voi asentaa kiinteästi rakennukseen. Jokaisesta tutkitusta separaattori-tyypistä löytyy sekä kiinteästi että pyörillä varustetulle alustalle sopivia laitteita (Mobile slurry plant separation; The mobile sludge dewatering line; Mobile Dewatering 2009; Belt presses 2011a; Belt Press, Filter Press and Gravity Belt Thickeners For Rent 2011).



Kuva 10 Kaariseulaerotin asennettuna lantalan yläpuolelle (Wedge Wire Sieve Screens 2011).

Pienimmillä Suomen markkinoilla tarjolla olevien ruuvikuivaimien teho riittää yhden tilan käyttöön. (Betriebsanleitung für Separator-Solidry 2014; Rekitec Separaattori ratkaisut). Näiden laitteiden läpäisykyky on 10–15 m³/h (Separator Solidry 2011; Separointilaitteet ja separaattorien komponentit 2013). Eko-Erotus separaattori voidaan asentaa suoraan lietteen kokoojakuilun jatkeeksi, tai perinteisemmin sijoitettuna säiliön ulkopuolelle (Eko-Erotus lieteseperaattori).

Keskikokoisen ruuvipuristimen tuntisaavutus on 35–65 m³ (Separointilaitteet ja separaattorien komponentit 2013; Yli-Mannila 2014). Yhteiskäytössä olevat separaattorit on mahdollista asentaa monin tavoin. Laitteet voidaan sijoittaa perävauvuun tai siirrettävän kontin sisään. Molempia ratkaisuja on myös mahdollista hankkia valmiiksi koottuina. (Konttiruuvipuristin; Separointiratkaisut.) Tehokkaan ruuvipuristimen voi myös vuokrata (Separointilaitteen vuokraus 2013).

Separointitehoa voidaan kasvattaa lisäämällä useampia puristimia samalle alustalle. Esimerkiksi Reiskone Oy:n neljällä ruuvipuristimella varustettu kuorma-autoseparaattorin tuntisaavutus naudaneliitteellä on 60–120 kuutiometriä. (Naudan- ja sianlietteen separointi 2013.) Eko-erotus valmistaa ruuvikuivainta, jossa samassa rungossa yhteisellä esisäiliöllä on kolme kairaa. Laitteen työsaavutus on naudaneliitteellä noin 60–80 kuutiometriä raakalietettä tunnissa. (Riihimäki & Yli-Mannila 2013.)

Valutustyyppisesti toimivan seulaerottimen (Kuva 10.) avulla typpi ja fosfori erottuvat tehokkaammin kuin ruuvikuivaimella. Kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus on 10–15 %, joten varastoinnissa on huomioitava, ettei jae pysy kasalla. Muodostuva kuivajakeen määrä on noin neljännes raakalietteen massasta. (Møller, Lund & Sommer 2000, 226; Hjorth ym. 2010, 21.) Rumpuseulaa käytettäessä raakalietteen virtausnopeus on 8–20 m³/h (Christensen, Christensen & Sommer 2013, 114). Agpron valmistamien seulojen erottelukyky on pienimmissä noin 20 kuutiometriä tunnissa, suurimmissa kymmenkertaisesti enemmän (Manure Separators by Agpro 2011). Suotonahapuristimen kapasiteetti on 10–50 m³/h (Suvanto 2007, Vahanteen ym. 2007 mukaan). (Kuva 10.)

Tilalta toiselle siirryttäessä laitteen tyhjennys ja puhdistus on huomioitava. Esimerkiksi Eys-laitteiden maahantuojan mukaan separaattori tyhjenee kun sitä pyörite-

tään kolme minuuttia tyhjänä. (Kiljala 2014.) Bauer-laitteiston ominaisuuksiin kuuluu automaattinen takaisinpyöritys (Tuominiemi 2014). Eko-Erotus separaattori voidaan purkaa noin kymmenessä minuutissa puhdistusta varten (Yli-Mannila 2014).

Laitteiden käytössä talvella on eroja. Maahantuojaan mukaan EYS separaattorit on kehitetty kylmiin olosuhteisiin, ne ovat markkinajohtajia Pohjois-Amerikassa sekä Kanadan kylmissä olosuhteissa. Eys toimii ulkona ympäri vuoden eikä pakkasen haittaa käyttämistä. Laite sijoitetaan niin että kaikki putket ja letkut valuvat tyhjiksi. Laite käytetään tyhjäksi. Ruuvien päässä oleva lanta saa jäätyä, se irtoaa seuraavalla käynnistyksellä. (Kiljala 2014.)

Fan separaattori tulisi virheettömän toiminnan varmistamiseksi sijoittaa tilaan, jossa lämpötila ei laske pakkasasteille. Mikäli separaattori sijoitetaan ulos tai eristämättömään tilaan, tulee kylmänä vuodenaikana letkut ja separaattori tyhjentää ja puhdistaa kun separaattoria ei käytetä, lisäksi tulppaa painavat vastapainot tuolloin poistaa, ja käyttöä aloittaessa sulattaa tulppa kuumalla vedellä. (Betriebsanleitung für Separator-Solidry 2014, 21.)

3 SEPAROINNIN ORGANISOINTI TILALLA

Maatilan talouskeskuksen suunnittelulla haetaan rakennusten, liikenteen ja teknisen huollon yhteensovittamista. Maatilan talouskeskusta rakennetaan vaiheittain. Tilakoon kasvun myötä tiloilla on suuria rakennushankkeita. Tuotantorakennusten sijoittelussa tulee huomioida tulevat rakennukset ja tuotannon laajennus. Maastomuodot ovat merkittävä kustannustekijä, jos joudutaan tekemään maastoleikkauksia tai täyttöjä, lisäksi huonosti kantavalla maaperällä rakennukset joudutaan usein paaluttamaan. Uudet tuotantorakennukset vaativat ympärilleen selkeää ja toiminnallista piha-aluetta. Tilan tulee riittää pitkillekin rekoille ja tarvittaessa paloautoille. Hygienia on noussut merkittäväksi tekijäksi. Ihmisten, kotieläinten, lintujen tai rehun mukana tulevia saastuttavia aineita tulee hillitä rakenteellisin keinoin. Myös vallitsevat tuulet on otettava hajuhaittojen vuoksi huomioon. Maisemallinen sopivuus on hankala ja tulkinnanvarainen kysymys. Kaukomaisemassa näkymisen lisäksi on tärkeää huolehtia tilan oman pihapiirin maisemallisista tekijöistä. (Kivinen 2005, 3–10.)

Ympäristönsuojelulaki (527/2014) määrää, että kotieläintuotannolla, kuten muullakin ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavalla toiminnalla, on oltava ympäristölupa. Kotieläinsuojien ympäristöluvan tarpeesta säädetään ympäristönsuojeluasetuksessa (713/2014). Ympäristöluvan tarve perustuu lähinnä rehevöitymistä aiheuttavien aineiden, erityisesti varastoitavan lannan nitraattien ja fosfaattien aiheuttamiin haitallisiin vesistövaikutuksiin. Uusien rakennusten lisäksi ympäristölupa ottaa kantaa toiminnan olennaiseen muuttamiseen ja pohjavesialueella toimimiseen. Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen käsittelee lupa-asiat vähintään 30 mutta alle 75 lypsylehmälle rakennettaviin navettaan. Vähintään 75 lypsylehmälle rakennettavan eläinsuojan lupa-asian käsittelee Valtion ympäristölupaviranomainen. (527/2014; 713/2014.)

Hajuhaitta on merkittävä eläinsuojien sijoittamiseen liittyvä ongelma. Eniten valituksia ympäristölupaan tehdään hajuhaitoista. Se on merkittävä kotieläinrakennusten sijoittamiseen liittyvä ongelma. Kotieläinsuojan tai lantalan etäisyys häiriintyviin kohteisiin tulisi olla eläinmäärästä ja olosuhteista riippuen 200–400 metriä. (Ympäristölupa.)

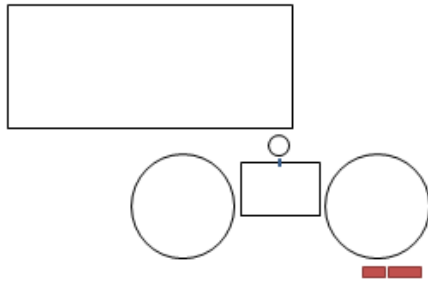
Kuvassa 11 esitetään erilaisia ratkaisuja lantavarastojen sijoittamisesta navetan yhteyteen. Piirroksilla 1,2 ja 4 ilmennetään lantavarastojen sijaintia kun separaattori on sijoitettu kuivalantalan yläpuolelle, ja liete pumpataan pumppukaivosta. Tällöin separoidaan lietettä, joka on valunut kuilusta pumppukaivoon. Varastosäiliöihin johdetaan vain syntyneitä jakeita. Piirroksessa 2 on esimerkki ratkaisusta, jossa nestejakeallas on sijoitettu siten, että navetan seinä jää vapaaksi hyödyntää rakennussuunnittelussa. Siinä laidunnusjärjestelylle jää enemmän tilaa tai seinälle voi sijoittaa ovia. Piirroksissa 3,4,5 ja 6 nestejakealtaat on sijoitettu niin, että lantavarastojen välistä, niiden ympäri ja navetan ympäri voidaan ajaa koneilla. Tämä helpottaa lantalogistiikkaa, kun vaunun täyttämään tullessa ja täydellä kuormalla lähdetessä voi ajaa aina eteenpäin eikä joudu peruuttamaan. Järjestely tuo myös turvallisuutta.

Piirroksessa 6 kuvassa 11 on vain yksi suuri allas nestejakeelle. Joissakin rakennusratkaisussa yksi säiliö on paremmin toteutettavissa kuin kaksi pienempää. Kuvassa on esitetty rakenteet kuiluseparaattoria käytettäessä. Myös kaikissa muissa kuvissa esitellyt ratkaisut voidaan toteuttaa kuiluseparaattorilla. Tällöin ei tarvita pumppauskaivoa.

Kuvan 11 piirroksissa 3 ja 5 on esimerkkejä rakenteista, joissa ei ole kiinteää separaattoria. Näissä tapauksissa käytetään mobiili- tai konttiseparaattoria, joka voi olla usean tilan yhteisomistuksessa tai urakoitsijan. Piirroksessa 3 on säiliö, johon liete valuu navetan lietekuilusta. Säiliössä on tilavuutta usean kuukauden lietemäärää vastaava tilavuus. Lietettä separoidaan säiliöstä toiseen. Piirroksessa 5 on vain yksi säiliö. Tällöin nestejake päästetään takaisin raakalietteen joukkoon. Tällaista ratkaisua voidaan soveltaa myös sellaisella tilalla, jossa ei ole huomioitu separointia rakennussuunnittelussa.

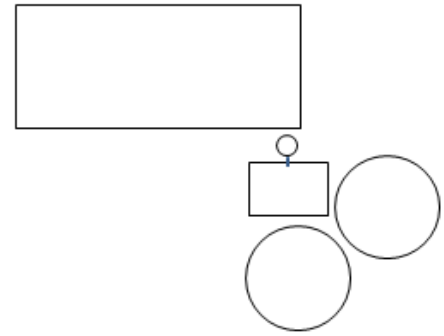
Tämän kaltaisissa laimennusperiaatteella toimivissa ratkaisuihin ongelmana on ohut, separaattorilta palannut nestejake. Se on notkeaa ja se väistää helposti kankaan raakalietteen pyrkiessään täyttämään vajeen, jonka pumppu muodostaa. Tästä aiheutuu se että, nestejaemassa kiertää separaattorin useita kertoja. (Kiljala, 2014.)

1.



Navetta 35x80m
 Pumppukaivo 80m³, D5,8m
 Nestejäte varasto 4000m³ D 29m, syvyys 3m kaksi säiliötä
 Kuivajäte varasto 22m x 15m x 3m
 Separaattori 0,7m x 2 m

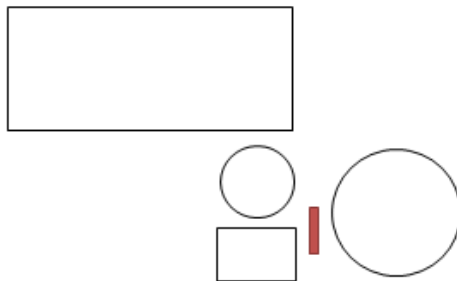
2.



Punaisella merkityt ajoneuvoja

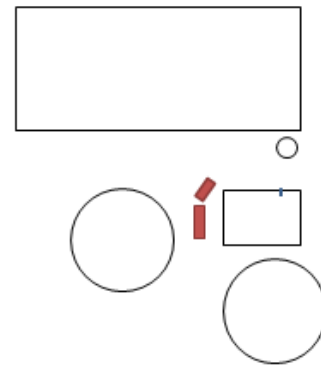
Trak 2,6m x 6m
 Peri 3m x 9m

3.

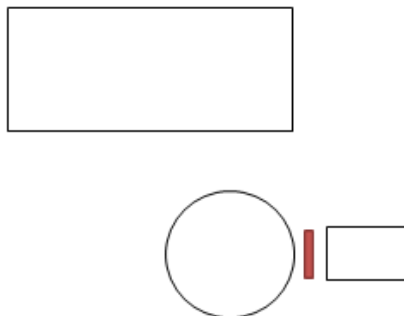


Allaat 1000m³ D 20m, 3000m³ D 36m syvyys 3m
 Urakoitsijan kuorma-autoseparaattori 2,6m x 13 m

4.



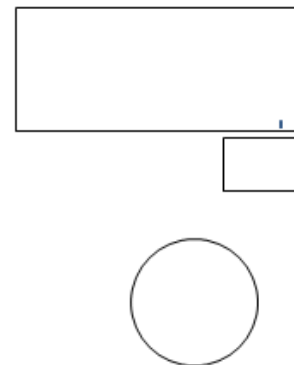
5.



Allas 4000m³ D 36m syvyys 4m

Urakoitsijan kuorma-autoseparaattori 2,6m x 13 m

6.



Kuuluseparaattori

Kuva 11. Liettevarastojen sijoitusvaihtoehtoja kun huomioidaan vaatimukset rakennuspaikasta, lannankäsittelystä ja häiriintyvistä kohteista

4 EROTTELUTEKNIKKOJEN KYKY EROTELLA RAVINTEET

Taulukossa 1 Numerot 1,2 ja 3 ovat Teho Plus –hankkeen separointikokeilun tuloksia lypsykarjatiloilta. Kokeilussa käytettiin Milston 50A ruuvikuivainta. Näytteet yksi ja kolme on separoitu katetusta lietealtaasta ja numero kaksi avoaltaasta. Naudanlietteillä käsittelyteho oli 30–35 kuutiometriä raakalietettä tunnissa, valmistajan ilmoittaman 50:n sijaan. Kuiva-aineen erotusteho oli noin 13 kuutiometriä tunnissa ja se säilyi varsin vakiona kohteesta riippumatta. Kokeilun tuloksissa jakeiden määrät on ilmoitettu tilavuuden mukaan. Koska kuivajakeen ominaispaino on alle puolet raakalietteen ominaispainosta, kasvoi lannan tilavuus 20 % separoitaessa. Kompostoinnin jälkeen levitettävä kuutiomäärä ei silti poikkea merkittävästi alkuperäisen lietteen määrästä. Kokeilussa ei toteutunut tavoite siitä, että fosfori kertyisi kuivajakeeseen ja liukoinen typpi nestejakeeseen. (Lehtinen 2011, 47–53.)

Numeron 4 tulos on poimittu Reiskone Oy:n markkinointimateriaalista. Liete on separoitu Eys –ruuvikuivaimella. Tulos on maitotilalta, joka käyttää jatkuvaa separointia. (Separoinnin hyödyt 2013; Savela 2015.)

Numero 5 on myös lypsykarjatilin lietteestä separoiduista jakeista. Tulokset ovat Eko-Erotus 360 mobiiliseparaattorin työnäytöksestä. Eko-Erotus 360 on ruuvikuivain. Separoitava liete oli varastoitu kiinteällä kannella olevasta varastoaltaassa, ja liete sekoitettiin huolellisesti ennen separointia, ja sitä sekoitettiin myös separoinnin aikana. Nestejake ohjattiin erilliseen säiliöön. (Riihimäki 2014; Lanta-analyysi 2015a; 2015b; 2015c.)

Numero 6 on näyte, jossa varastoaltaassa oli sekä lypsylehmien että lihanautojen lietelantaa. Separaattorina käytettiin Eko-Erotus 120 ruuvipuristinta. Liete oli varastoitu betonisella kannella olevaan säiliöön. Nestejake laskettiin takaisin raakalietteen joukkoon. (Lanta-analyysi 2014a; 2014b; 2014c.)

Numeron 7 tulos on poimittu työtehoseuran separaattorikokeilusta. Kokeilussa käytettiin Bauer S 655 –ruuvipuristinta. Nestejake ohjattiin erilliseen säiliöön. Raakalietteen kuiva-aine pitoisuus oli hyvin matala. Tekijä on kuitenkin käyttänyt tulos- ta useissa julkaisuissaan, joten se on arvioitu informatiiviseksi. (Alasuutari 2009a,

4.) Numeron 8 tulos on peräisin maskulaiselta nautatilalta. Heillä on myös käytössä Bauer S 655 – ruuvipuristin. (Ajosenpää 2013.)

Taulukko 1. Poimittuja separointituloksia kirjallisuudesta. Jakeiden osuudet alkuperäisestä raakalietteen massasta, sekä liukoisen typen ja fosforin suhdeluku.

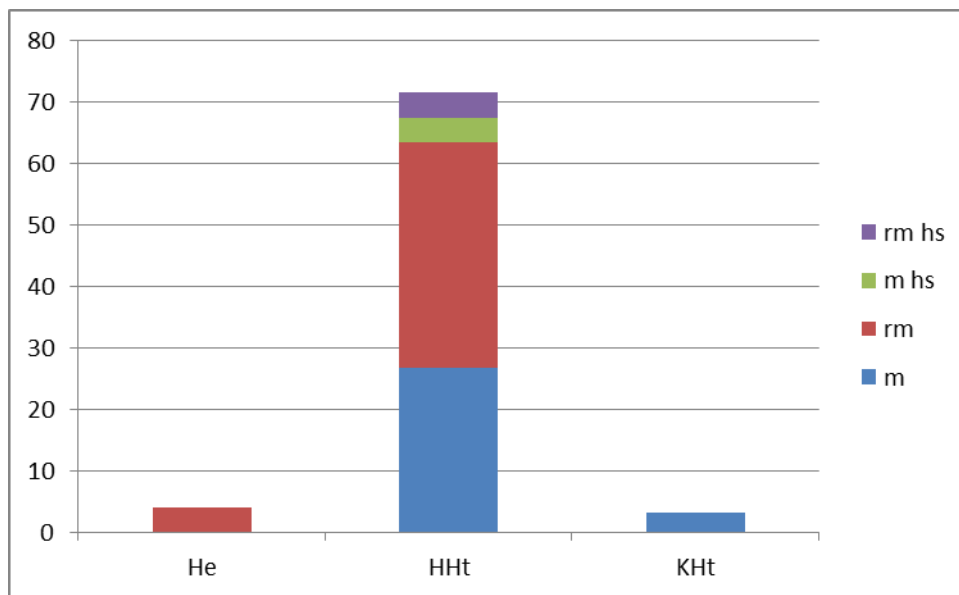
Nro	Nestejae			Kuivajae		
	Osuus alkup. massa	K-a pit.	N-liuk /P	Osuus alkup. massa	K-a pit.	N-liuk /P
1	78	6,6	4,7	22	21,9	2,1
2	80	6,1	2,3	20	18,9	1,4
3	82	4,4	3,5	18	21,1	1,6
4	83	4,1	3,6	17	30,0	0,5
5	85	4,0	2,4	15	24,5	0,9
6	91	5,8	3,7	9	24,5	1,1
7	96	2,7	6,3	4	27,0	2,7
8	82	2,8	4,6	18	24,8	0,3

5 KOULUTILA

Ilmajoen koulutila on opetusmaatila. Se sijaitsee Peuralan kylässä Ilmajoen kirkonkylän ja Koskenkorvan välisen tien varrella. Ilmajoen koulutilan omistaa Seinäjoen koulutuskuntayhtymän 18 kuntaa. Ilmajoen koulutila palvelee opetus- ja tutkimusmaatilana. Se on oppimisympäristö opetukselle ja tutkimustoiminnalle Koulutuskeskus Sedussa ja Seinäjoen ammattikorkeakoulussa. (Ilmajoki 2015.)

5.1 Koulutilan pellot

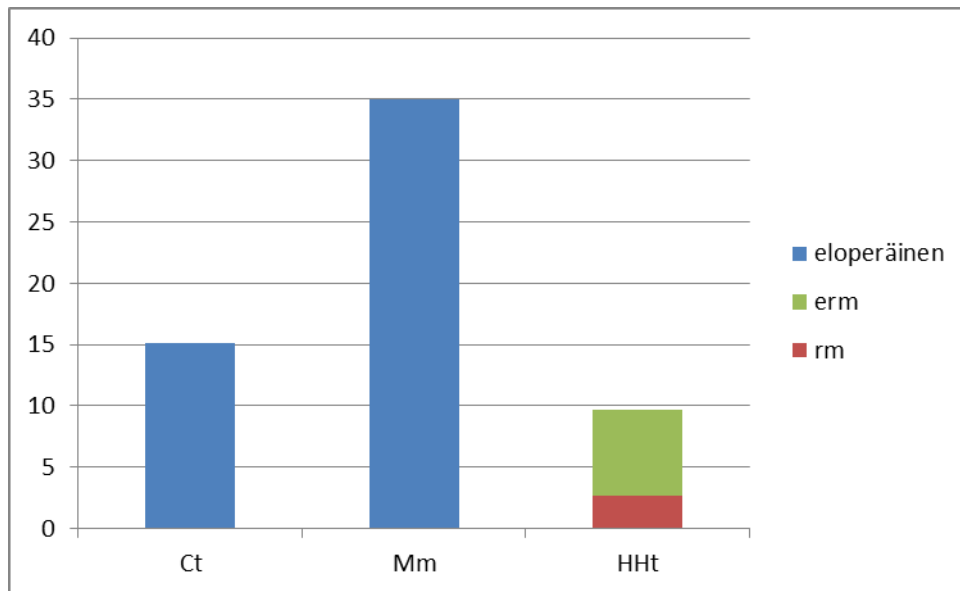
Ilmajoen koulutilan peltopinta-ala on 147,50 hehtaaria. Siitä aktiivisessa viljelykäytössä on 138,45 ha. Pellot jakautuvat kahteen kokonaisuuteen. Tilakeskuksen yhteydessä peltopinta-alaa on 78,58 ha. Nämä pellot ovat kaikki karkeita kivennäismaita, maalajiltaan valtaosin hienoahietaa. Peltomaa sisältää runsaasti humusta. Suurin osa pelloista on runsasmultaisia. (Kuvio 1.) (Viljavuustutkimus 2012.)



Kuvio 1. Korven tilan peltomaan pinta-ala maalajien ja multavuuden mukaan jaoteltuna

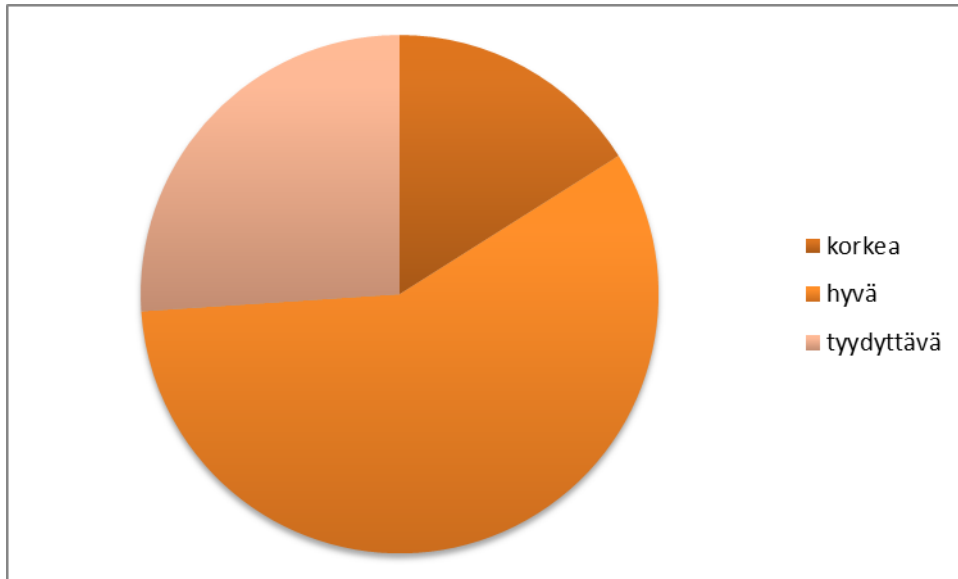
Toinen kokonaisuus on Rahkakorpi. Se sijaitsee 10 km:n etäisyydellä. Rahkakorvessa peltopinta-alaa on 59,87 ha. Rahkakorven olosuhteet ovat tyystin erilaiset. Siellä eloperäinen aines on valta-asemassa. Rahkakorven pelloista noin 50 heh-

taaria on maalajiltaan eloperäistä. Maasta 35 hehtaaria on multamaata ja loppuosa vähintään runsasmultaista hienoahietta tai saraturvetta. (Kuvio 2.) (Viljavuustutkimus 2012.)

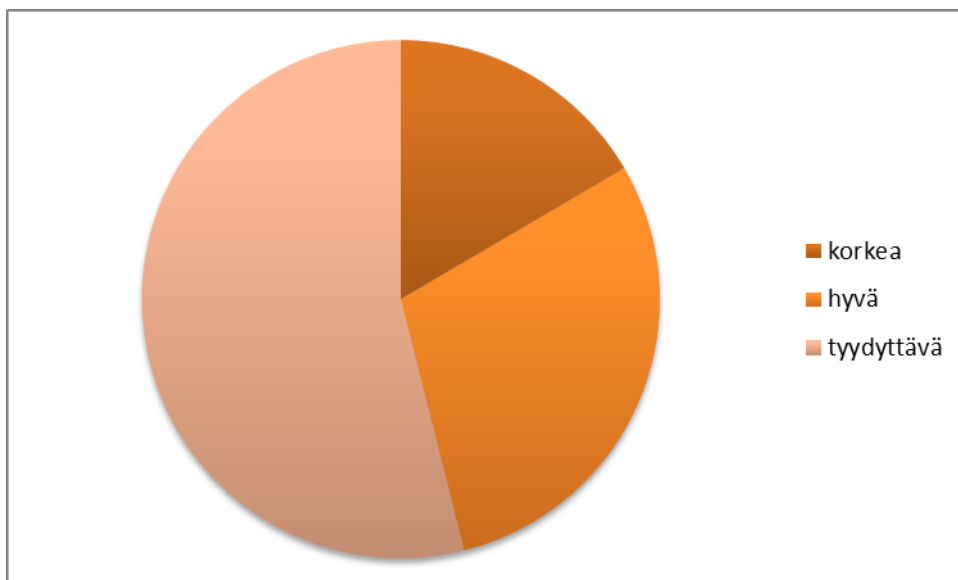


Kuvio 2. Rahkakorven tilan peltomaan pinta-ala maalajien ja multavuuden mukaan jaoteltuna

Lietelannan separoinnin mielekkyyttä arvioitaessa keskeistä on peltomaan sisältämät ravinteet, erityisesti fosfori. Tilakeskuksen yhteydessä olevilla pelloilla maahan on varastoitunut enemmän fosforia kuin rahkakorvessa. Viljavuustutkimuksen mukaan fosfori on korkeassa luokassa 12,60 hehtaarilla, hyvässä luokassa 45,51 hehtaarilla ja tyydyttävässä 20,47 hehtaarilla. (Kuvio 3.) Rahkakorvessa vastaavat pinta-alat samoissa luokissa ovat 9,92, 17,67 ja 32,28 hehtaaria (Kuvio 4). (Viljavuustutkimus 2012.)



Kuvio 3. Korven tilan peltomaan analysoidut fosforiluokat



Kuvio 4. Rahkakorven peltomaan analysoidut fosforiluokat

5.2 Tuleva navetta

Koulutilalle suunnitellaan uusia tuotantorakennuksia maidontuotantoa ja opetusta varten. Suunniteltu tuotannonlaajuus on 130 lypsylehmää. Suunnitelma pitää sisälleen kaksi erillistä ja lannankäsittelyn näkökulmasta erityyppistä rakennusta. Uudistukseen käytettävä nuorkarja sijoitetaan kiinteäpohjaiseen pihattoon, jossa syntyvä lanta käsitellään kuivalantana. Lypsylehmille tuotantotiloiksi on valittu lämmin pihattotyypinen rakennus. Lypsypihatossa lanta käsitellään lietelantana.

6 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

Tutkimuksen pohjaksi keräsin aineistoa ollessani mukana Hydro-Pohjanmaa-hankkeessa. Seinäjoen ammattikorkeakoulun elintarvike ja maatalous -yksikön hallinnoima Hydro-Pohjanmaa -hanke toimi vuoden 2012 marraskuusta vuoden 2014 loppuun. Hydro-Pohjanmaa hanke kehitti lannankäytön tehokkuutta, turve- maiden ja happamien sulfaattimaiden viljelyosaamista. Tällä tavoin edistettiin viljelyn taloudellisuutta ja vesien suojelua. (Hydro-Pohjanmaa.)

Tieteellinen tutkimus ryhmitellään empiiriseen ja teoreettiseen tutkimukseen. Teoreettiset tutkimukset kohdistuvat teorioihin liittyviin ongelmiin ja näkökulmiin. (Uusitalo 1991, 60.) Eräs empiirisen tutkimuksen lähestymistapa on selvittää jonkin ilmiön tai käyttäytymisen syy, ja se miten ratkaisu siihen tulisi toteuttaa. (Heikkilä 2008, 13).

Tutkimus on joko kvantitatiivinen tai kvalitatiivinen. Tämä on kvalitatiivinen tutkimus, jollainen sopii hyvin toiminnan kehittämiseen ja vaihtoehtojen etsimiseen, joka myös antaa virikkeitä jatkotutkimukselle. Kvalitatiiviseen tutkimukseen aineisto voidaan kerätä valmiista aineistoista ja dokumenteista. (Heikkilä 2008, 13–16). Tällaisia ovat aikaisemmat tutkimukset, tilastot, henkilökohtaiset dokumentit, erilaisten organisaatioiden tuottamat asiakirjat ja joukkotiedotustuotteet eli sanoma- ja aikakauslehdet (Uusitalo 1991, 94).

Aineistohankinnan aikana tutustuin monipuolisesti uusimpaan tietoon, systemaattisesti sekä kotimaiseen että kansainväliseen materiaaliin ja niin painettuun kuin sähköiseenkin. Dokumentteja etsin separointitutkimuksista ja kokeiluista ja tutustuin lehtiartikkeleihin ja laitevalmistajien tuottamaan materiaaliin. Poimin aiemmassa kirjallisuudessa esitetyt tulokset lannan separointikokeista. Kokeita on suoritettu useissa maissa useiden tekijöiden toimesta viime vuosina. Koostin tiedot yhteen.

Hankin tiedot Ilmajoen koulutilan pelloista, niiden etäisyydestä tilakeskukseen ja maanäytteiden tuloksista. Tilan peltolohko- ja satotiedot poimin lohkokorteista. Viljavuustiedot ovat peräisin vuoden 2012 viljavuustutkimuksesta. Tein Excel –taulukkolaskentaohjelmalla laskurin, jolla erilaisia separointituloksia voidaan vertailla. Kirjasin tilan peltolohkojen pinta-alat, maalajit ja viljavuustiedot. Määritin lannoituk-

seen käytettävät typpi- ja fosforimäärät kasvilajien toteutuneiden satotietojen, käytettyjen lannoitusmäärien ja ympäristökorvauksen sitoumusehtojen mukaa. Huomioin lannoitusmäärissä lantapoikkeuksen ja nitraattidirektiivin. Koulutilalla ei ole aikaisemmin käsitelty lietelantaa, joten poimin tiedon raakalietteen ravinnepitoisuudesta Eurofins Viljavuuspalvelun keräämästä tilastosta. Laskin lohko- ja tilakohtaiset ravinnetarpeet sekä monivuotiselle säilörehunurmelle että rehuohrille. Valitsin hankitusta materiaalista muutamia erilaisia tuloksia jakeiden separoinnin tuloksista. Tuloksissa oli vaihtelua sekä jakeiden suhteellisessa määrässä että ravinnepitoisuuksissa.

Loin laskelmapohjan, joka laskee suurimman levitysmäärän lohko- ja tilakohtaisesti. Pohjaan kuuluu neljä vaihtoehtoista laskelmaa, laskelmat säilörehunurmelle ja rehuviljalle lannoittaen sekä neste- että kuivajakeella. Tein laskelman levitettävästä lantamäärästä Korven ja Rahkakorven tiloille. Muodostin lausekkeen, joka laskee keskimääräisen vuosittaisen levitysmäärän, joka on mahdollista levittää, kun pinta-alasta 80 % on säilörehunurmella ja 20 % rehuviljalla. Organisoin lannanlevityksen niin, että ensin ohjelma laskee tuotantorakennusten ympärillä olevien Korven tilan peltujen lannoituksen nestejakeella. Seuraavaksi laskuri määrittää sopiiko lähipeleille nestejakeen lisäksi kuivajakeita. Jäljellä olevien jakeiden levityksen ohjelma laskee Rahkakorpeen, ensin kuivajakeita ja sen jälkeen nestejakeita. Lopuksi laskuri ilmoittaa varastossa olevan lannan ja levityspotentiaalierotuksen, jonka ollessa negatiivinen, ei lantamäärä kokonaisuudessaan mahdu käytettävissä olevalle pinta-alalle. Kopioin laskurin viidelle välilehdelle, joista yhden muokkasin laskemaan lannoitusta raakalietteen kanssa. Tein vielä koontitaulukon, jossa eri vaihtoehdot ovat vertailtavissa rinnakkain. Sijoitin laskuriin valitsemani separointitulokset, ja sain selville jakeiden sopivuuden tilan kasvintuotannon tarpeisiin, tilakohtaisesti kuljetettavan ja levitettävän lantamäärän. Määritin lastaukseen, kuljetukseen ja levitykseen kuluvan ajan. Käytin työajan laskemisen perustietona koulutilan nykyistä kalustoa, lietevaunua, kuivalannan levitintä ja kuivajakeen kuormaukseen etukuormaajalla varustettua traktoria. Laskin työajan TTS-Manager ohjelmalla.

Laskin viimeksi separoinnista aiheutuvat kustannukset. Perustiedot poimin tutkimusaineistosta, ja sovelsin niitä tilan olosuhteisiin. Laskin myös separointiurakointipalvelun kustannukset ja sijoitin laskelmat samaan taulukkoon.

Laskelmista saadut tulokset kirjasin ylös ja tein niistä päätelmiä. Tarkastelin tuloksia, kirjasin päätelmät ja muodostin niistä johtopäätökset. Lopuksi esittelin lähdemateriaalissa esiintyneitä vaihtoehtoja tutkimusongelman ratkaisemiseksi. Niistä kirjoitin lyhyen katsauksen ja haastoin seuraavat aihepiiristä innostuneet jatkaamaan tutkimusta seuraavalle tasolle.

7 TULOKSET, TULOSTEN TARKASTELU JA VAIHTOEHTOINEN RATKAISUEHDOTUS

7.1 Levitettävien jakeiden määrä ja ravinnepitoisuudet

Lypsylehmä tuottaa lietelantaa 24 kuutiometriä vuodessa (Kotieläinrakennusten ympäristöhuolto, 3). Kuten edellä mainittiin, koulutilan navettaa suunnitellaan 130 lehmälle, joten vuotuinen lantamäärä tulee olemaan tällöin 3120 m³. Viljavuuspalvelun mukaan naudän lietelanta sisältää keskimäärin liukoista typpeä 1,7 kilogrammaa tonnissa, kokonaistyppeä 3,0 kg/tn, fosforia 0,5 kg/tn ja kaliumia 2,9 kg/tn (nauta; lietelanta, 2).

Koulutilalla kertyvä kokonaislantamäärä sisältää tulevassa tuotannonlaajuudessa liukoista typpeä yhteensä 5300 kilogrammaa, viljelyalalle palautuu keskimäärin 38,3 kilogrammaa hehtaarille. Kokonaistypellä vastaavat luvut ovat 9360kg ja 67,6kg / ha, Fosforia lantamäärä sisältää 1560kg eli 11,3 kg tilan jokaiselle peltohehtaarille palautettuna. Kaliumin luvut ovat 9000 kg ja 65,4 kg/ha.

7.2 Separointitulokset

Erotusteho on separoinnin tavoitteiden keskeisin mittari. Sillä ratkaistaan teknologian käyttökelpoisuus tilalla. Separoinnin tuomat taloudelliset ja ajankäytölliset hyödyt tulee olla riittävät että siirtyminen separointiin on mielekästä. Taulukossa 2 on esitetty separointitulokset tarkempaa jatkotutkimusta varten. Ensimmäinen tulos on keskiarvo kaikista taulukossa 1 esiintyneistä luvuista. Näissä kaikissa on raaka-aineena naudän lietelanta. Niissä on mukana useita ruuviseparaattoreilla tehtyjä kokeita, jotka kuvaavat sitä kuin monin tavoin liete voi jakautua tavoitteista ja olosuhteista riippuen. Toinen tulos valittiin siten, että siinä on separoinnin tavoite täyttynyt parhaiten, eli nestejakeessa on eniten liukoista typpeä suhteessa fosforiin. Näin ollen tavoite fosforin lajittumisesta kiintojakeeseen on täyttynyt, ja jakeet ovat mainiota lannoitetta sekä viljelyteknisesti että ympäristön kannalta.

Kolmas tulos taulukossa 2 on toisen tuloksen vastakohta. Siinä typpi-fosfori suhde on listauksen heikoin. Se on huonompi kuin keskimääräisessä raakalietteessä. Tämä näyte otettiin laskelman pohjaksi, jotta voidaan tutkia, kuinka suuri vaikutus vaihteluvälillä on lannoituksen järkevään suunnitteluun ja lannan käsittelyprosesseihin. Neljänneksi on valittu tulos, jossa separoinnin tavoite on täyttynyt lähes yhtä hyvin kuin toisessa kokeessa. Se on toimivan tilan lanta-analyysitulosta suuresta lantaerästä. Separoidun raakalietteen kuiva-ainepitoisuus on tavanomainen toisin kuin 2. näytteessä. (Alasuutari 2009a, 4; Lehtinen 2011, 47–53; Ajosempää 2013.)

Taulukko 2. Laskelmaan valitut poiminat separoitutuloksista

Raakaliete			Nestejae					Kuivajae						
	Ka %		Ka %	N-liuk	N-kok	P	N-liuk / P	Määrä tn	Ka %	N-liuk	N-kok	P	N-liuk / P	Määrä tn
1.	6,9	keskiarvo	4,6	1,7	3,1	0,5	3,6	2631	24,1	1,3	4,2	0,9	1,4	489
2.	3,4	suurin N / P nestejakeessa	2,7	1,4		0,2	6,3	2980	27,0	1,3		0,5	2,7	140
3.	7,3	pienin N / P nestejakeessa	6,1	1,4	2,8	0,6	2,3	2496	18,9	1,2	4,0	0,9	1,4	624
4.	7,2	N-liuk. nestejakeeseen	2,8	1,6	2,5	0,4	4,6	2566	24,8	0,2	1,7	0,5	0,3	554

Taulukossa 2 on myös huomattavaa, että nestejakeen kuiva-ainepitoisuuden vaihteluväli 3,3 prosenttiyksikköä, ja sakeimman nestejakeen kuiva-ainepitoisuus on 2,2 kertaa suurempi ohuimpaan verrattuna. Huomattavaa on myös kuivajakeen fosforinmäärä, joka on suoraan verrannollinen kuiva-aineen määrään ja kokonaismäärä, joka on päinvastoin kääntäen verrannollinen.

Typen määrän vaihteluväli sen sijaan on melko vähäinen taulukossa 2. Kuivajakeen tuloksissa erottuu neljäs näyte. Se on tavoitteen mukainen. Liukoinen typpi on liuennut nestejakeeseen ja typpi-fosforisuhde on omaa luokkaansa. Lisäksi taulukosta erottuu 2. näyte. Kuiva-aineen vähäisyys näkyy selvästi kuivajakeen määrässä.

7.3 Kuljetettava ja levitettävä määrä lantaa

Separoinnin tavoitteisiin kuuluu myös lantalogistiikan järjeistäminen ja työn helpottaminen työhuippukausina. Nestejae on sijoitettuna hyvää lannoitetta säilörehunurmille. Se voidaan levittää ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen toiselle sadolle, tai soveltuvalla kalustolla hyvissä olosuhteissa myös keväällä. Kuivajakeesta

saadaan maahan muokattuna orgaanista ainesta ja varastoravinteita nurmen perustamisen yhteydessä.

Taulukossa 3 on esitetty saaduilla tuloksilla lannanlevitykseen tarvittava pinta-ala. Jakeiden lisäksi vertailuun on otettu raakaliete. Taulukossa ylimpänä on listattu vuosittain muodostuvat lantajakeiden määrät. Seuraavilla riveillä on summattu suurin potentiaalinen lannan levitysmäärä tilakohtaisesti. Näytteissä kaksi ja neljä kaikki nestejake sopii Korventilan pelloille, lisäksi on mahdollista levittää kuivajae. Seuraavaksi on summattu Rahkakorpeen kuljetettava lantamäärä, ensin kuivajae ja lisäksi nestejake.

Viimeiselle riville taulukossa 3 on laskettu viljelysuunnittelun jousto, eli fosforivaje nestejakeuutioiksi muutettuna. Luvun ollessa suuri on suunnittelu helpompaa, kun on pinta-alaa, jota ei ole pakko käyttää lannanlevitykseen. Silloin enemmän on mahdollista huomioida muita näkökohtia lannoitusta suunniteltaessa. Mikäli alimmainen luku on negatiivinen, se tarkoittaa, ettei lanta mahdu tilan pelloille vaan sitä täytyy luovuttaa tilan ulkopuolelle. (Ajosenpää 2013.)

Taulukko 3. Kuljetettava lantamäärä raakalietteellä ja erilaisilla separointituloksilla

	Raakaliete	1.	2.	3.	4.
Levitettävänä oleva lantamäärä					
Raakaliete m3	3120				
Nestejake m3		2631	2980	2496	2566
Kuivajae tn		489	140	624	554
Suurin mahdollinen levitysmäärä, 80 % nurmea ja 20 % viljaa					
Korpi, raakaliete	2521				
Korpi, nestejake		2580	3506	2044	3101
Korpi, määrä kuivajaeita joka voidaan nestejakeen lisäksi levittää		0	247	0	382
Kuljetettava Rahkakorpeen					
Raakaliete m3	599				
Nestejake m3		51	0	452	0
Kuivajae tn		489	0	624	172
Rahkakorpi, nestejake joka mahtuu kuivajakeen jälkeen		1725	3031	1278	2678
Rahkakorpi, raakaliete joka mahtuu	1332				
Viljelysuunnittelua mahdollistava jousto, m3 nestejaetta	733	1674	3557	826	3213

7.4 Lannan levitystyössä käytettävä aika ja matka

Taulukossa 4 on esitetty aikaisemmista tutkimustyön taulukoista johdetut laskelmat lantajakeiden ominaisuuksista ja kuljettamisesta. Taulukon yläosassa on lis-

tattu perustietona levitettävien jakeiden määrät. Seuraavaksi esitetään levitettävät määrät tiloittain. Korven tilalle on laskettu typen ja fosforin rajoittama suurin mahdollinen määrä nestejaetta. Seuraavalla rivillä on se määrä nestejaetta, joka on kuljetettava Rahkakorpeen. Laskelmissa 2 ja 4 kaikki syntyvä nestejake mahtuu tilakeskuksen ympärillä oleville Korven tilan pelloille.

Seuraavaksi taulukossa 4 on määritelty kuormamäärä, joka lantajakeita on kuljettava, matka, joka kuljettamisesta syntyy ja aika, joka lannan kuljettamiseen ja levitykseen kuluu. Kuormien määrä on laskettu nykyisin käytössä olevan neljän-toista kuutiometrin säiliöllä varustetun lietevaunun mukaan. Kuljetettava matka on laskettu olettaen, että pellot ovat keskimäärin 200 metrin etäisyydellä lantavarastosta. Kuljetukseen ja levitykseen kuluva aika on määritelty TTS-Manager ohjelmalla. Vaunun täyttöön aikaa kuluu seitsemän minuuttia ja purkuun yhdeksän ja puoli minuuttia apuaikoinen, ja siirtymillä keskinopeus on 10 kilometriä tunnissa.

Taulukossa 4 Rahkakorpeen levitettäessä siirtomatkaksi on määritelty kymmenen kilometriä ja keskinopeus 25 kilometriä tunnissa. Kuivajakeen levitys on laskettu vastaavalla tavalla. Kuivajakeen levitysprosessi eroaa nestejakeen levityksestä levitysvaunun kuljetuskapasiteetin ja täytön osalta. Tilalla käytössä olevan kuivalannan tarkkuuslevittimen kuormatilavuus on 8.6 kuutiometriä. Kuivajakeelle määritellyn tilavuuspainon 450 kiloa per kuutiometri mukaan kuivalantaa siirtyy 3,87 tonnia levitettyä kuormaa kohden. Lantavaunu täytetään etukuormajalla. Vaunun täyttöajaksi on ohjelma määritellyt 11 minuuttia ja levitysajaksi lohkokoko huomioiden kuusi minuuttia.

Lopuksi luvut on summattu ja kokonaismäärät on esitetty taulukon 4 viimeisillä riveillä. Eroavaisuudet laskelmien välillä ovat suuria. Erot johtuvat levitysvaunujen kuormatilavuuden ja erosta ja Rahkakorpeen kuljetettavasta jakeiden määrästä. Kuivajakeenlevittimen hyötykuorma on huomattavasti lietevaunua pienempi, joten ero matkassa ja ajassa kasvaa moninkertaiseksi. Käyttökelpoisimmassa vaihtoehdossa laskelmassa neljä työaika on 36 tuntia enemmän kuin raakalietettä käsitellessä.

Taulukko 4. Kuljetettava määrä, kuormamäärä ja työaika

		Raakaliete	Laskelma 1	Laskelma 2	Laskelma 3	Laskelma 4
Levitettävä määrä tn, nestejäte		3120	2631	2980	2496	2566
Levitettävä määrä tn, kuivajäte		0	489	140	624	554
Kuljetettava määrä nestejätettä, tn						
	matka km					
Korpi	0,2	2521	2631	2980	2044	2566
Rahkakorpi	10	599	51	0	1278	0
Kuljetettava muiden pelloille	10	0	0	0	0	0
Lietelannan levitysvaunu m3 ja tn		14				
Kuljetettava, Korpi						
kuormia kpl		181	188	213	147	184
matka km	täyttö- ja levitys tuntia	72	75	85	59	74
aika tuntia	0:16	10	10	10	10	10
		57:00	59:13	67:05	46:18	57:57
Kuljetettava, Rahkakorpi						
kuormia kpl		43	4		92	
matka km	täyttö- ja levitys tuntia	860	80		1840	
aika tuntia	0:16	25	25		25	25
		46:13	4:18		98:54	
Kuljetettava määrä kuivajätettä, tn						
	matka km					
Korpi	0,2		0	247	0	382
Rahkakorpi	10		489	0	624	172
Kuivalannan levitysvaunu tn		3,87				
Kuljetettava, Korpi						
kuormia kpl				64		99
matka km	täyttö- ja levitys tuntia			25,6		39,6
aika tuntia	0:17			10		10
				20:54		32:20
Kuljetettava, Rahkakorpi						
kuormia kpl			127		162	45
matka km			2540		3240	900
aika tuntia	0:17		25		25	25
			138:00		176:02	48:54
Yhteensä						
Kuljetettava määrä, kpl kuormia		224	319	277	401	328
Matka km		932	2695	111	5139	1013
Aika yhteensä tuntia		103:14	201:31	88:00	321:14	139:12

7.5 Separoinnista aiheutuvat kustannukset

Separoinnista aiheutuu sekä hankinta- että käyttökustannuksia. Separointilaitteiston hinta vaihtelee laitetyypin ja tarvittavien apulaitteiden mukaan. Ruuvipuristimien hinnat alkavat 16000 € alv 0 %. Käyttövalmiina toimitettavat paketit sisältävät separaattorin, pumpun, kuljettimen sekä telineen. Tällaiset paketit ovat hinnaltaan 19000–31500 € alv 0 % riippuen tarvittavasta tehosta. (Kiljala 2014.) Käyttövalmis konttiseparaattori maksaa 45000 € alv 0 % (Fernandez 2014). Seulaerottimen hinta on noin 25000 € (Paavola ym. 2011, 44). Maatilamittakaavan suotonauhapuristimen hinta on noin 40 000 € (Suvanto 2007, Vahanteen ym. 2007 mukaan).

Separointilaitteistoa käytettäessä muodostuu myös kunnossapitokustannuksia, ja laitteen toimintaa tulee jonkin verran valvoa navettatöiden ohessa. Taulukossa 5 esitetään separoinnista syntyvät hankinta- ja käyttökustannukset sekä vertaillaan niitä urakointipalvelun hintaan. Lähtökohtana on, että tilalle rakennetaan joka tapauksessa lietelantala ja kuivalantala. (1038/2013.) Lisäksi tilalla on hyväkuntoiset ja nykyaikaiset lietteen- ja kuivalannanlevitysvaunut.

Taulukossa 5 on esitetty investointikustannukset. Nestejakeelle tarvitaan pienempi varastoallas kuin raakalietteelle joten pienemmän altaan rakentamisesta syntyy säästöä. Tilavuus on määritelty 500 kuutiometriä eli 16 prosenttia raakalieteallasta pienemmäksi. Separaattori tarvitsee pumppauskaivon, ja kuivalantalan kapasiteettia kasvatetaan 560 tonnia eli 1244 kuutiometriä. Kaikki varastot ovat katettuja. Ruuvipuristimen hankintakustannus on 27 000 euroa kaikkine apulaitteineen asennettuna (Kiljala 2014). Investointien vuotuiset kustannukset on määritelty annuiteettimenetelmällä. Rakenteiden käyttöajaksi on määritelty 20 vuotta ja laskentakoroksi viisi prosenttia. Separaattorin annuiteetti on laskettu 15 vuoden käyttöajalle kuuden prosentin laskentakorolla. Kaikissa hinnoissa on huomioitu 35 prosentin investointiavustus.

Separoinnista syntyvät päivittäiset kustannukset ovat taulukossa 5 jaettu kunnossapitoon, sähkönkulutukseen ja työhön. Rakennusten kunnossapidon kustannuksiksi on määritelty 0,5 ja separaattorille kaksi prosenttia hankintahinnasta. Sähkönkulutukseksi on määritelty 0,4 kilowattituntia separoitavaa raakalietekuutiota kohden (Saarela 2014, 55). Separaattorin käytöstä on määritelty ihmistyötä keskimäärin yksi tunti viikossa, ja lisäksi kustannuksiksi on merkitty lisääntynyt työ lannanlevityksessä. Ihmistyön hinnaksi sivukuluineen on laskelmassa käytetty 25 euroa tunnissa.

Taulukossa 5 on myös määritelty kustannukset urakoitsijan käytöstä. Separoitaessa vain kerran vuodessa raakalieteallas tulee olla yhtä suuri kuin jos ei separoitaisi lainkaan. Kuivalantalan tulee kuitenkin olla yhtä suuri kuin separoitaessa omalla separaattorilla. Separointikustannukset ovat urakoitsijan mukaan noin 1,20 euroa raakalietekuutiolle ja lisäksi matkakustannus 0,98 euroa kilometrille. (Savela 2015.) Rakenteiden annuiteetti ja kunnossapito on laskettu vastaavasti kuin yllä. Matkakustannus on laskettu 190 kilometrin matkalle.

Lietteen separoinnin kustannus on itse kiinteällä separaattorilla toteutettuna 2,71 ja urakoitsijan hoitamana 2,85 euroa raakalietekuutiolle. Kustannukset on laskettu sillä oletuksella, että kuivajaetta syntyy molemmissa ratkaisuisa saman verran.

Taulukko 5. Hankinta- ja käyttökustannukset sekä vertailu urakoitsijan käyttöön

Ilman separointia			Kustannukset euroa per vuosi	Kustannukset euroa per kuutiometri raakalietettä
Lietelantala	Kuivalantala	Lietevaunu		
Kuivalantavaunu				
Separointiin tarvitaan				
Säästö lietelantalan pienenemisestä, m3	500	-10997		
Pumppauskaivo, m3	80	3093		
Kuivalantala m3	1244	56373		
Rakenteiden annuiteetti			2800	0,90
Separattori	27000		1300	0,42
Päivittäiset kustannukset				
Kunnossapito, euroa			800	0,26
Sähkö, kWh		0,4	112	0,04
Työ separaattorin käytöstä, tuntia			1300	0,42
Lisätyö levityksestä, tuntia		1,5	37	0,01
Yhteensä euroa			6350	2,04
Kustannukset urakoitsijan käytöstä				
Separointityö, euroa		1,2	3744	1,20
Matkakustannus Reisjärvi - Ilmajoki		0,98	186	0,06
Rakenteiden annuiteetti, euroa			3300	1,06
Rakenteiden kunnossapito, euroa			280	0,09
Lisätyö levityksestä, tuntia		1,5	37	0,01
Yhteensä euroa			7548	2,42

7.6 Vaihtoehtoisia ratkaisuehdotuksia

Lietelanta voidaan jakeistaa myös kemiallisesti lietesäiliössä. Huolellisesti sekoitetun lietteen joukkoon lisätään saostusjauhetta, ja jatketaan sekoitusta vielä useita tunteja. Saostusjauhe on kipsiä, johon on lisätty pH:ta nostavaa ainetta. Jauhetta käytetään 2-5 kiloa lietetonnin kohden, riippuen lietteen kuiva-ainepitoisuudesta. Saostusjauhe toimitetaan tiloille suursäkeissä. Sekoituksen jälkeen lietealtan annetaan olla rauhassa kaksi tai kolme viikkoa. Tänä aikana lannan kuituaines ja fosfori laskeutuvat altaan pohjalle. Tällä tavoin jakeet muodostuvat päällekkäin

samaan varastoon. Lanta jakautuu kahteen yhtä suureen osaan. Pohjasakan kuiva-ainepitoisuus on naudnan lietteellä kahdeksan tai yhdeksän prosenttia ja se sisältää 90–95 prosenttia alkuperäisen lietteen fosforista. Pintaan erottuvan nestejakeen kuiva-ainepitoisuus on kaksi tai kolme prosenttia. Molemmat jakeet on mahdollista levittää normaalilla, letkulevittimellä varustetulla lietevaunulla. (Alasuutari 2009b, 13–15.)

Lietteen lämpötilan tulee olla yli kymmenen celsiusastetta ja lietteen pH nostetaan lähelle kahdeksaa saostusvalmisteella (Pietola, Alasuutari & Palva 2008, 6). Kokeen tuloksen mukaan nestejake kertyi 45 prosenttia ja pohjasakkaa 55 prosenttia alkuperäisestä määrästä. Kokonaistypen ja kokonaisfosforin pitoisuudet olivat yhtä suuret mutta, fosfori laskeutui pohjasakkaan. Pohjasakassa oli 6,3 -kertainen määrä kokonaisfosforia nestejakeeseen verrattuna. Nestejakeen typpi-fosfori -suhde oli 14 kun pohjasakan vastaavasti 2,4. Liettevaunun täyttö onnistui ongelmitta, pohjasakan täyttönopeus oli vain 30 prosenttia huonompi kuin nestejakeen ja purkunopeus letkulevittimellä vain kymmenen prosenttia hitaampaa. (Alasuutari 2009a, 11–14.)

Lehmän ulosteessa kaikki fosfori on sonnassa. Tyypestä sonnassa on 52 prosenttia ja kaliumista 30 prosenttia. (Kempainen & Heimo, 11.) Tällaiseen erottelutulokseen ei päästä separoimalla. Lisäksi lanta sisältää *Micrococcus urea* -bakteerin. Lannan ja virtsan sekoituessa bakteerin entsyymit muuttavat virtsan ureaa ammoniakiksi. Tästä aiheutuu lannan typpitappioita, ja se huonontaa karjasuojan ilmanlaatua. (Lehtinen 2011, 44.) Käytännössä on hyvin vaikeaa pitää virtsaa ja sontaa täysin erillään, siihen on olemassa kuitenkin keinoja (Vaddella 2010, 6). Toisaalta virtsan ja lannan erillään pitäminenkin ei estä ammoniakin muodostumista (Vaddella ym. 2010, 1181–1182).

Avokouru jossa on 2-3 %:n kaltevuus pituussuunnassa valuttaa virtsaa pois lattialla olevan lannan ympäriltä. Avokourun keskellä oleva virtsakouru lyhentää matkaa ja aikaa kun virtsa ja sonta ovat kosketuksissa. (Turunen 2013, 84.) Lannan jäädyttäminen vähentää ammoniakin haihtumista. Lehmien juomavesi voidaan johtaa lantakäytävän alle sijoitettua juomavesilinjaa pitkin. Lannan lämpö siirtyy juomaveen ja lanta jäähtyy. (Reducing dairy ammonia emissions: A Swedish case study 2003.) Lannan ja virtsan voi erottaa toisistaan myös lattiaritilän alle sijoitettavalla

hinnakuljettimella, Hihna voi olla joko rei'itetty tai virtsa ohjataan pois kuperalla muotoilulla. Hihna liikkuu kaksi metriä sekunnissa kymmenen prosentin ylämäkeen. Hihna voi pyöriä jatkuvasti tai kahden tunnin välein. Virtsa valuu kuperalta hihnalta alla oleviin kouruihin ja sonta kaavitaan hihnalta. (Willers ym. 2000.)

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää naudun lietelannan separoinnin vaihtoehtoja ja kustannuksia sekä tutkia, sopiiko lietteen separointi Ilmajoen koulu-tilan kehittyvään toimintaan. Saatavilla olevaan aineistoon aikaisemmista tutkimuksista ja kokeiluista sekä separaattoreiden markkinointia varten tuotettuun materiaaliin tutustumalla haettiin laadullista tietoa separaattoreiden erottelutehosta sekä eri laitetyyppien ominaisuuksista.

Lähdeaineistoa on saatavilla runsaasti. Aineiston perusteella ravinteiden erottelutehossa oli yllättävän suuria eroja. Tutkimuksia oli toteutettu erilaisista lähtökohdista, ja tutkimuksen otannan laajuus oli joskus hyvin pieni. Eräs suomalainen tutkimus oli tehty olosuhteissa, joissa raakalietteen kuiva-ainepitoisuus ja sitä kautta ravinnesisältö oli huomattavasti tavanomaista alempi, kuitenkin tutkimukseen on viitattu useissa myöhemmin valmistuneissa raporteissa ja sitä on käytetty teoriana myöhemmissä tutkimuksissa.

Hyvin onnistunut ravinteiden erottelu on hyödyllistä ravinnekierron hallinnan kannalta. Keskenään erilaiset jakeet tuovat mahdollisuuksia viljelysuunnitteluun viljelykierron eri vaiheissa. Ravinnekierron paraneminen edistää tilan ravinnetasetta, vähentää ostolannoitteiden tarvetta ja pienentää ravinne huuhtoutumia. Niukka-fosforinen runsaasti liukoista tyyppiä sisältävä nestejake on hyvää lannoitetta nurmelle, sitä käyttämällä saadaan runsaasti liukoista tyyppiä nurmikasvustoon, kun fosfori ei ole rajoittava ravinne eikä kuiva-aine nouse rehu- ja rehukasvuston mukana säilörehuun. Tilalla on sen levittämiseen tehokas ja nykyaikainen kiekkomultaimella varustettu levitysvaunu. Kuivajakeeseen sitoutuneet orgaaniset ravinteet hyödynnetään maahan muokkaamalla, niillä saadaan muokkauskerrokseen orgaanista ainesta ja hitaasti liukenevia ravinteita. Koulutilan kuivalannanlevitin edustaa viimeisintä tekniikkaa, se on peltotyöskentelyyn sopivan kokoinen, mutta siirtoajoon liian pieni. Nykyisellä vaunulla levityksen yhteydessä tapahtuva kuivajakeen siirto kymmenen kilometrin päähän on liian tehotonta. Rahkakorpeen tulisi rakentaa etälantala, johon kuivajake siirrettäisiin työhuippujen ulkopuolella ja kuljetustyöhön käytettäisiin hyötykuormaltaan suurempaa vaunua.

Tutkimuksessa saatiin vastaukset tutkimusongelmiin. Tutkimus osoitti selvästi, että lannan jakaminen neste- ja kuivajakeeseen hyödyttää nurmivaltaisen karjatilän viljelysuunnittelua. Lanta voidaan levittää pienemmälle pinta-alalle tai lannanravinteet kohdistaa paremmin. Kuitenkin tuli myös selvästi esille se, että lannan ravinteiden jakaminen mekaanisilla separaattoreilla on epävarmaa, löytyi hyvä esimerkki maskulaiselta karjatilalta onnistuneesta separoinnista, mutta myös lukuisia tuloksia, joissa ravinteet eivät ole erottuneet. Tutkimus osoitti myös, että separaattorin hankintakustannusten lisäksi sen toimintaa pitää valvoa, vaikkakin muiden töiden ohessa. Tämä työpanos ei tule takaisin työhuippuajankohtana, mikäli kuivalantaa ei siirretä Rahkakorpeen työhuippujen ulkopuolella. Koulutilan erityispiirre on tuottaa ammattitaitoa. Tarkoituksenmukaisinta on, että opiskelijat hoitavat mahdollisimman suurelta osin ja monipuolisesti tilan työt ohjaajien valvonnassa. Tällöin suurten lantamassojen käsittelyssä ja kuljetuksessa kuluva aika on suurempi kuin tämän tutkimuksen tuloksissa on määritelty, ja turvallisuus nousee tavallistakin suurempaan merkitykseen.

Tutkimukseen on valittu aihe, jolla pyritään lisäämään tietoa vaihtoehtoista kehittyvien karjatilojen järkipäiseen lannankäsittelytekniikkaan. Aineistoa tutkimukseen on hankittu monipuolisesti, ja työ on pyritty tekemään huolellisesti, jotta tutkimuksen luotettavuus ja arvo ovat vertailukelpoisia muihin korkeanasteen opinäytetöihin ja tuloksista on hyötyä maaseudun elinkeinoelämälle.

Oma osaamiseni lannankäsittelytekniikasta kehittyi. Tutustuin ajankohtaisiin ratkaisuihin koskien karjavaltaisille alueille oleellista syntyvän lannan hyödyntämistä. Pohdin kotieläintuotannon merkittävää prosessia. Sain pohtia asiaa usealta kantilta ja sain jälleen harjaannusta projektityöstä, suunnittelusta ja Excel –ohjelmiston käytöstä.

Tutkimuksen valossa lannan hyödyntäminen jakeina kuuluu taloutta ja ympäristöä huomioivaan moderniin biotalouteen, jota koulutilan pitää olla etujoukossa kehittämässä ja esittelemässä, mutta sopivan erottelutekniikan kehittämiseen ja valitsemiseen tilakohtaiset olosuhteet ja lannan ominaisuudet huomioiden tarvitaan vielä lisää tutkimusta ja selkokielistä materiaalia.

LÄHTEET

- 1038/2013. Rakentamisinvestointien yksikkökustannukset. [Verkkosivusto]. [Viitattu 8.4.2015]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6304.pdf>
- 1250/2014. Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta. [Verkkosivusto]. [Viitattu 31.3.2015]. Saatavana: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141250>
- 527/2014. Ympäristönsuojelulaki. [Verkkosivusto]. [Viitattu 13.4.2015]. Saatavana: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>
- 713/2014. Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta. [Verkkosivusto]. [Viitattu 13.4.2015]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140713>
- Ajosenpää, H. 2013. Separoinnin kuivajakeen käyttö ja tilojen välinen yhteistyö. [Ppt-esitys]. Turku: ProAgraria Länsi-Suomi. [Viitattu 21.3.2015]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B903F2885-4BB1-4876-B27D-7D6BA5C25F77%7D/55855>
- Alasuutari, S. 2009a. Lannan käsittelyn uusia tapoja. [Ppt-esitys]. Nurmijärvi: Työteho-seura. [Viitattu 18.3.2015]. Saatavana: http://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Artturikirjasto/Artturikoulutus/Valion_navettaseminaari_2009/6227EB8C3C7666DBE040A8C0033C3C10
- Alasuutari, S. 2009b. Lannan käsittelyssä paljon vaihtoehtoja. Käytännön maamies 58 (6), 12–16.
- Ausführung Separator 600/1000. 2014. [Verkkosivusto]. Bad Schwartau: Euro-P Kleindienst. [Viitattu 8.11.2014]. Saatavana: <http://www.euro-p.de/separator-139.html>
- Bauer – slurry technology. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Voitsberg: Röhren- und Pumpenwerk Bauer. [Viitattu 17.9.2014]. Saatavana: <http://www.bauer-at.com/en/products/slurry-technology/separation-technology>
- Belt Press, Filter Press and Gravity Belt Thickeners For Rent. 2011. [Verkkosivusto]. Freeport: Aspen Rentals. [Viitattu 24.11.2014]. Saatavana: <http://www.aspen-rentals.com/#!/belt-press-equipment/mainPage>
- Belt presses. 2011a. [Verkkosivusto]. Virginia DC: Johnson Screens. [Viitattu 24.11.2014]. Saatavana: <http://www.johnsonscreens.com/sites/default/files/7/884/Belt%20Presses.pdf>

- Belt Presses. 2011b. [Verkkosivusto]. Gauteng: Schwarz Global Consulting. [Viitattu 9.12.2014]. Saatavana: <http://www.sgconsulting.co.za/industrial-equipment/flottweg/flottweg-belt-presses/>
- Betriebsanleitung für Separator-Solidry.2014. [Verkkosivusto]. Marktschorgast: FAN Separator. [Viitattu 17.9.2014]. Saatavana: http://www.fan-separator.de/upload/file/Betriebsanleitung_Solidry_Separator_deutsch_2014.pdf
- Bicudo, J. 2001. Frequently Asked Questions about Solid-Liquid Separation. St. Paul: University of Minnesota. Biosystems and Agricultural Engineering Extension Program.
- Bågsilar modell BG & modell BP. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Bromma: Filterteknik. [Viitattu 12.11.2014]. Saatavana: <http://www.filterteknikbw.se/bagsilar-modell-bg-modell-bp/>
- Christensen, M.L., Christensen, K.V. & Sommer, S.G. 2013. Solid-liquid separation of animal slurry. . Teoksessa: S. G. Sommer, M. L. Christensen, T. Schmidt & L. S. Jensen (toim.) Animal manure recycling: treatment and management. London : John Wiley & Sons, 105–130.
- Decentralised, mobile separation. 2012. [Verkkosivusto]. Tjele: Agro Business Park. [Viitattu 8.11.2014]. Saatavana: http://agro-technology-atlas.eu/docs/Decentralised_mobile_separation_EN.pdf
- Eko-Erotus lieteseparaattori. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Hämeenlinna: NHK-keskus. [Viitattu 18.9.2014]. Saatavana: <http://www.nhk.fi/eko-erotus-lieteseparaattori.html>
- EYS Screw Press Separator. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Aydin: EYS Metal Sanaayi ve Ticaret. [Viitattu 16.9.2014]. Saatavana: http://sajware.com/equip/cleaning/documents/separator/EYS_Brochure_A4.pdf
- Fernandez, G. 2014. Maahantuojia. Ulvilan Pumpupalvelu. Haastattelu 9.10.2014.
- Flottweg centrifuges, belt presses and systems. 2014. [Verkkosivusto]. Vilsbiburg: Flottweg. [Viitattu 8.11.2014]. Saatavana: https://www.flottweg.com/fileadmin/user_upload/data/pdf-downloads/Zentrifugen-Bandpressen-Systeme-EN.pdf
- Ford, M. & Fleming, R. 2002. Mechanical Solid-Liquid Separation of Livestock Manure Literature Review. [Verkkosivusto]. Ridgetown: University of Guelph. Ridgetown College. [Viitattu 8.12.2014]. Saatavana: www.balticdeal.eu/measure/slurry-separation/?aid=3965&sa=1
- Hakuopas 2015. 2015. [Verkkosivusto]. Seinäjoki: Maaseutuvirasto. [Viitattu 31.3.2015]. Saatavana: <http://maaseutuvirasto.mobiezine.fi/zine/70/pdf>

- Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. 7. uud. p. Helsinki: Edita Prima.
- Hiula, M. 2014. Oikeiden tuotevariaatoratkaisujen löytäminen olemassa olevan tuotekannan pohjalta. [Verkkójulkaisu]. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. [Viitattu 10.11.2014]. Saatavana: <http://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/22254>
- Hjorth, M., Christensen, K.V., Christensen, M.L. & Sommer, S.G. 2010. Solid-liquid separation of animal slurry in theory and practice. [Verkkolehtiartikkeli]. Agronomy for Sustainable Development 30, 153–180. [Viitattu 26.3.2015]. Saatavana: <https://hal.inria.fr/file/index/docid/886497/filename/hal-00886497.pdf>
- Hydro-Pohjanmaa - maatalouden vesiensuojelun parantaminen ravinteita tehokkaammin hyödyntäen. Ei julkaisuaikaa. Esite.
- Ilmajoki. 2015. [Verkkosivusto]. Virtuaalikyliä. [Viitattu 16.3.2015]. Saatavana: http://www.virtuaali.info/opetusmaatilat/index.php?tila_id=4&sivu_id=6
- Kempainen, E. & Heimo, M. 1981. Karjanlannan hyväksikäytön tehostaminen. [Verkkójulkaisu]. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen tiedote 14. [Viitattu 13.4.2015]. Saatavana: http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/440097/mvkl_tiedote14_81.pdf?sequence=1
- Kiljala, J. 2014. Toimitusjohtaja. Rekitec Oy. Haastattelu 9.10.2014.
- Kivinen, T. 2005. Maatilan talouskeskuksen toiminnallinen ja maisemallinen suunnittelu. [Verkkójulkaisu]. Vihti: MTT. MTT selvityksiä 87. [Viitattu 13.4.2015]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts87.pdf>
- Kontturuuvipuristin. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Ulvila: Ulvilan Pumppupalvelu. [Viitattu 27.10.2014]. Saatavana: <http://www.pumppupalvelu.fi/fi/tuotteet.html?id=89&group=1&category=40>
- Kotieläinrakennusten ympäristöhuolto. Ei päiväystä. [Verkkójulkaisu]. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. [Viitattu 10.1.2015]. Saatavana: <http://www.mmm.fi/attachments/maaseutu/rakentaminen/5g7GBLiUF/L12-rmoC4-01.pdf>
- Kovametallin ominaisuudet. . Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Masala: Kovametallin. [Viitattu 25.3.2015]. Saatavana: <http://www.kovametallin.fi/Pages/Kovametallinominaisuudet.aspx>
- Lanta-analyysi. 2014a. Seinäjoen elintarvike- ja ympäristölaboratorio. Laboratorioanalyysi LA14-00081-001. Seinäjoki.

- Lanta-analyysi. 2014b. Seinäjoen elintarvike- ja ympäristölaboratorio. Laboratorio-analyysi LA14-00081-002. Seinäjoki.
- Lanta-analyysi. 2014c. Seinäjoen elintarvike- ja ympäristölaboratorio. Laboratorio-analyysi LA14-00081-003. Seinäjoki.
- Lanta-analyysi. 2015a. Seinäjoen elintarvike- ja ympäristölaboratorio. Laboratorio-analyysi LA14-00347-001. Seinäjoki.
- Lanta-analyysi. 2015b. Seinäjoen elintarvike- ja ympäristölaboratorio. Laboratorio-analyysi LA14-00347-002. Seinäjoki.
- Lanta-analyysi. 2015c. Seinäjoen elintarvike- ja ympäristölaboratorio. Laboratorio-analyysi LA14-00347-003. Seinäjoki.
- Lehtinen, S. 2011. Lietelannan separointikokeilu TEHO-tiloilla. Teoksessa: A. Lil-lunen & M. Yli-Renko (toim.) TEHO-hankkeen raportteja, osa 3. Turku : Teho-hanke. Teho-hankkeen julkaisuja 6/2011. 40–63.
- Liquid-Solid Separators/Rotary Drum. 2014. [Verkkosivusto]. Hollidaysburg: Mc-Lanahan. [Viitattu 7.11.2014]. Saatavana: http://www.mclanahan.com/p/Liquid-Solid_Separators-Rotary_Drum/362/357
- Luostarinen, S., Logrén, J., Grönroos, J., Lehtonen, H., Paavola, T., Rankinen, K., Rintala, J., Salo, T., Ylivainio k. & Järvenpää, M. 2011a. Lannan kestävä hyödyntäminen. Teoksessa: S. Luostarinen, J. Logrén, J.Grönroos, H. Lehtonen, T. Paavola, K. Rankinen, J. Rintala, T. Salo, K. Ylivainio & M. Järvenpää (toim.) Lannan kestävä hyödyntäminen. Jokioinen: MTT. MTT raportti 21. 3.
- Luostarinen, S., Logrén, J., Grönroos, J., Lehtonen, H., Paavola, t., Rankinen, K., Rintala, J., Salo, T., Ylivainio k. & Järvenpää, M. 2011b. Johdanto. Teoksessa: S. Luostarinen, J. Logrén, J.Grönroos, H. Lehtonen, T. Paavola, K. Rankinen, J. Rintala, T. Salo, K. Ylivainio & M. Järvenpää (toim.) Lannan kestävä hyödyntäminen. Jokioinen: MTT. MTT raportti 21. 15–16.
- Maatilan ympäristökäsikirja. 2013. Turku: Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. TEHO Plus -hankkeen julkaisu 1/2013.
- Mobile Dewatering. 2009. [Verkkosivusto]. Sarasota: Delta Pioneer. [Viitattu 24.11.2014]. Saatavana: http://www.delta-pioneer.com/mobile_dewatering
- Mobile slurry plant separation. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Barcelona: Mecaniques Segales. [Viitattu 7.11.2014]. Saatavana: <http://www.segales.net/mobile-separator.html>
- Moller, H.B. & Moset, V. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Baltic manure. [Viitattu 27.3.2015]. Saatavana:

http://www.balticmanure.eu/en/news/acidification_of_slurry_and_biogas_can_go_hand_in_hand.htm

- Møller, H.B., Lund, I., & Sommer, S.G. 2000. Solid-liquid separation of livestock slurry: efficiency and cost. [Verkkojulkaisu]. Bioresource Technology 74 (1), 223–229 [Viitattu 26.3.2015]. Saatavana: <http://www.risoe.dk/rispubl/NEI/NEI-DK-4778.pdf#page=24>
- Naudan- ja sianlietteen separointi. 2013. [Verkkosivusto]. Reisjärvi: Reiskone. [Viitattu 27.10.2014]. Saatavana: <http://separointi.fi/separointiurakointi/>
- Nauta; lietelanta. Ei päiväystä. [Verkkojulkaisu]. Mikkeli: Eurofins Viljavuuspalvelu. [Viitattu 10.1.2015]. Saatavana: <http://viljavuuspalvelu.fi/sites/default/files/sites/default/files/tilastot/Lantatilasto%202005%20-%202009.pdf>
- Paavola, T., Sipilä, I., Luostarinen, S. & Rintala, J. 2011. Lannan ja muiden eloperäisten materiaalien prosessointi. Teoksessa: S. Luostarinen, J. Logren, J. Grönroos, H. Lehtonen, T. Paavola, K. Rankinen, J. Rintala, T. Salo, K. Ylivainio, M. Järvenpää (toim.) Lannan kestävä hyödyntäminen. Jokioinen: MTT. MTT raportti 21. 41–54.
- Pietola, L., Alasuutari, S. & Palva, R. 2008. Lietelannan kemiallinen fraktiointi: fosforin saostaminen. Teoksessa: A. Hopponen (toim.) Maataloustieteen Päivät 2008 [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Helsingin yliopisto. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedotteita no 23. [Viitattu 14.4. 2015]. Saatavana: http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Esitelmat/es049.pdf
- Pressschnecken-Separator PSS. Ei päiväystä. [Verkkojulkaisu]. Marktschorgast: FAN Separator. [Viitattu 17.9.2014]. Saatavana: [http://www.fan-separator.de/upload/file/FAN_Separator_PSS_d\[4\].pdf](http://www.fan-separator.de/upload/file/FAN_Separator_PSS_d[4].pdf)
- Q–Screen Unit. 2014. [Verkkosivusto]. Doncaster: Optima International. [Viitattu 6.11.2014]. Saatavana: <http://www.optima-international.co.uk/q-screens>
- Rekitech Separaattori ratkaisut. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Haapajärvi: Rekitech. [Viitattu 27.10.2014]. Saatavana: <http://rekitech.fi/wp-content/uploads/2012/06/separaattori-ratkaisut.pdf>
- Riihimäki, S. & Yli-Mannila, M. 2013. Eko-Erotus ja NHK-keskus yhteistyössä. [Verkkosivusto]. Kauhava: Eko-Erotus. [Viitattu 18.9.2014]. Saatavana: <http://www.ekoerotus.fi>
- Riihimäki, S. 2014. Eko-Erotus Oy. Haastattelu 30.10.2014.

- Rotamat Levytiivistin RoS 2S. Ei päiväystä. [Verkojulkaisu]. Helsinki: Hydropress Huber. [Viitattu 8.11.2014]. Saatavana: <http://www.huber.fi/res/Pdf/RoS2S-Fi-2011.pdf>
- Rotary Drum Screen Removes Solids from Effluent Streams. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Utica: Munson Machinery Company. [Viitattu 8.11.2014]. Saatavana: http://www.munsonmachinery.com/news/Y-0378_RotaryDrumScreen.asp
- Saarela, A. 2014. Lannan käsittely separoimalla. Teoksessa: S. Ventelä (toim.) Lannan ravinteet kiertoön Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla: Hydro-Pohjanmaa -hankkeen loppujulkaisu. [Verkojulkaisu]. Seinäjoki: Seinäjoen ammattikorkeakoulu. [Viitattu 14.4.2015]. Saatavana: <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87313/B102.pdf?sequence=1>
- Savela, T. 2015. Toimitusjohtaja. Reiskone Oy. Haastattelu 30.1.2015.
- Screw press separators. 2012. [Verkojulkaisu]. Aydin: EYS Metal Sanayi ve Ticaret. [Viitattu 16.9.2014]. Saatavana: <http://www.e-y-s.com/images/kataloglar/8da625d5-d.pdf>
- Separator S 655 / S 855. 2011. [Verkojulkaisu]. Voitsberg: Röhren- und Pumpenwerk Bauer. [Viitattu 17.9.2014]. Saatavana: [http://www.bauer-at.com/upload/file/Prospekt_Separator_e\[0\].pdf](http://www.bauer-at.com/upload/file/Prospekt_Separator_e[0].pdf)
- Separator Solidry. 2011. [Verkojulkaisu]. Marktschorgast: FAN Separator. [Viitattu 17.9.2014]. Saatavana: http://www.fan-separator.de/upload/file/FAN_Separator_Solidry_d.pdf
- Separators. 2012. [Verkkosivusto]. Hodonín: EK Hodonín. [Viitattu 9.12.2014]. Saatavana: <http://www.ekhodonin.cz/en/5.environmental-production/1.separators/>
- Separoinnin hyödyt. 2013. [Verkkosivusto]. Reisjärvi: Reiskone. [Viitattu 18.3.2015]. Saatavana: <http://separointi.fi/tietoa-separoinnista/separoinnin-hyodyt/>
- Separointilaitteen vuokraus. 2013. [Verkkosivusto]. Reisjärvi: Reiskone. [Viitattu 27.10.2014]. Saatavana: <http://separointi.fi/separointilaitteen-vuokraus/>
- Separointilaitteet ja separaattorien komponentit. 2013. [Verkkosivusto]. Haapajärvi: Rekitec. [Viitattu 15.9.2014]. Saatavana: <http://rekitec.fi>
- Separointiratkaisut. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Haapajärvi: Rekitec. [Viitattu 27.10.2014]. Saatavana: <http://www.rekitec.fi/rekitec-esite-2013.pdf>
- Shutt, J., White, R., Taiganides, E. & Mote, C. 1975. Evaluation of Solids Separation Devices. American Society of Agricultural Engineers. In Proc. 3rd Interna-

tional Symposium on Livestock Wastes, 463-467. Urbana-Champaign. 21-24.4.1975.

- Slurry separation. 2013. [Verkkójulkaisu]. Grindsted: Agrometer. [Viitattu 24.3.2015]. Saatavana: http://www.agrometer.dk/files/1114/2424/4501/Agrometer_Slurry_Separation.pdf
- Suotonauhapuristimet FBP-SNE. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Seinäjoki: Seikone International. [Viitattu 10.11.2014]. Saatavana: http://www.seikone.fi/laite/la_2.html
- Suotonauhapuristimet. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Helsinki: Dinworks. [Viitattu 8.11.2014]. Saatavana: http://www.dinworks.fi/suotonauha_LS10BT.html
- Suotonauhapuristin BS. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Helsinki: Hydropress Huber. [Viitattu 10.11.2014]. Saatavana: <http://www.huber.fi/Suotonauhapuristin-BS.htm>
- Suotonauhat. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Ilmajoki: Solid Water. [Viitattu 10.11.2014]. Saatavana: <http://www.solidwater.fi/tuotteet/lietteenkasittelylaitteet/suotonauhat/>
- Suvanto, J. Preseco Pomiltek Oy. Suullinen tiedonanto 3.1.2007.
- Terästen ryhmittely. 2005. [Verkkosivusto]. Tampereen teknillinen yliopisto Materiaaliopin laitos. [Viitattu 25.3.2015]. Saatavana: http://www.ims.tut.fi/vmv/2005/vmv_4_1_4.php
- Test report for SB Engineering Slurry Separator, model SB 250. 2010. [Verkkójulkaisu]. Aarhus N: AgroTech. [Viitattu 24.3.2015]. Saatavana: http://www.etv-denmark.com/files/energy/SBE_slurry_separator_Test_report.pdf
- The mobile sludge dewatering line. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Liptovský Hrádok: Vanex spol. [Viitattu 24.11.2014]. Saatavana: <http://www.vanex.sk/en/vyrobok/pasove-lisy/4-lisy-pojazdne>
- Trumsilar. 2015. [Verkkosivusto]. Kalmar: Läckeby products. [Viitattu 27.3.2015]. Saatavana: <http://www.lackebyproducts.se/trumsilar/>
- Tuominiemi, E. 2014. Aluemyyntipäällikkö. Pellon Group Oy. Haastattelu 9.10.2014.
- Turunen, M. 2013. Energian käyttö ja säästö maidontuotannossa. . Teoksessa: J. Ahokas (toim.) Energian kulutus ja säästö karjataloudessa. Helsinki: Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Maataloustieteiden laitoksen julkaisuja 27. 49–109.

- UltraSieve Midi by AquaForte. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. [Viitattu 27.3.2015]. Saatavana: http://www.thepondoutlet.com/home/tpo/page_7764_269/ultrasieve_midi_by_a_quaforte.html
- Uusitalo, H. 1991. Tiede, tutkimus ja tutkielma: johdatus tutkielman maailmaan. 7.p. Juva: WS Bookwell Oy.
- Vaddella, V. K. 2010. Ammonia emissions management and modeling from storages of dairy manure. [Verkojulkaisu]. Pullman: Washington State University. Department of Biological Systems Engineering. [Viitattu 14.4.2015]. Saatavana: http://www.dissertations.wsu.edu/Dissertations/Spring2010/V_Vaddella_1030810.pdf
- Vaddella, V. K., Ndegwa, P. M., Joo, H. S. & Ullman, J. L. 2010. Impact of Separating Dairy Cattle Excretions on Ammonia Emissions. Journal of Environmental Quality 39 (5), 1807-1812.
- Vahanne, P., Vestola, E., Mroueh, U., Wahlström, M., Laine-Ylijoki, J., Kaartinen, T., Eskola, P., Arnold, M., Huhta, H., Sassi, J., Holm, K., Nikulainen, V., Mäenpää, M., Kultamaa, A. & Marjamäki T. Organotinayhdisteillä pilaantuneiden sedimenttien ympäristövaikutukset ja niiden hallinta: Organotinayhdisteiden ympäristövaikutukset ja niiden hallinta hankkeen taustaraportti. [Verkojulkaisu]. Espoo: Valtion teknillisen tutkimuskeskus. VTT-R-00504-07. [Viitattu 26.3.2015]. Saatavana: http://www2.vtt.fi/liitetiedostot/muut/taustaraportti_batman.pdf
- Wedge Wire Sieve Screens. 2011. [Verkkosivusto]. Galesburg: B. Deo-Volente. [Viitattu 6.11.2014]. Saatavana: <http://www.bdiscreens.com/sievescreens.htm>
- Viljavuustutkimus. 2012. Viljavuuspalvelu. Laboratorio-analyysi 120108478. Mikkelä
- Willers, H.C., Aarnink, A.J.A., Ogink, N.W.M. & Hamelers, H.V.M. 2000. On-farm processing of urine and solid manure fractions of fattening pigs in the hercules system. . Teoksessa: F. Sangiorgi (toim.) Technology transfer. Proceedings of the 9th International Conference on the Fao escorena Network on recycling of agricultural, municipal and industrial residues in agriculture, 6–9.9 2000. Gargano, 313–318.
- Yli-Mannila, M. 2014. Eko-Erotus Oy. Haastattelu 27.10.2014.
- Ympäristökorvaus. 2015. [Verkkosivusto]. Seinäjoki: Maaseutuvirasto. [Viitattu 15.4.2015]. Saatavana: <http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/viljelijä/Sivut/ymparistokorvaus.aspx>

Ympäristölupa. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Nurmijärvi: Työtehoseura. [Viitattu 13.4.2015]. Saatavana: <http://www.tts.fi/rakentaminen/ymparistolupa.htm>

Öövel, H. 2012. Biogas from the separation of manure and slurry. [Verkkosivusto]. Viljandi: Rural Development Foundation. [Viitattu 8.12.2014]. Saatavana: <http://www.balticdeal.eu/measure/biogas-from-the-separation-of-manure-and-slurry/>