



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Santeri Mäkelä

Santeri Mäkelä

Biokaasulaitoksen hyödyt yksittäisen maatalan näkökulmasta

Opinnäytetyö

Kevät 2021

SeAMK Ruoka

Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Maatalouden yritystalous

Tekijä: Santeri Mäkelä

Työn nimi: Biokaasulaitoksen hyödyt yksittäisen maatilan näkökulmasta

Ohjaaja: Juha Tiainen

Vuosi:2021

Sivumäärä: 44

Liitteiden lukumäärä:

Tämä opinnäytetyö käsittelee hanketta, jossa Alavudelle rakennettaisiin biokaasulaitos ja hankkeen etuja yksittäiselle tilalle. Opinnäytetyö on toteutettu yhteistyössä paikallisen maatilan kanssa. Biokaasulaitoksen on tarkoitus kerätä alueen maatiloilta erilaisia syötteitä energiantuotantoon ja jatkojalostukseen. Opinnäytetyössä on käsitelty mahdollisia hyötyjä, mitä yksittäiselle tilalle tulisi varsinkin ajankäytön-, talouden-, ja varastoinnin näkökulmasta. Lisäksi opinnäytetyössä käsitellään ekologisia näkökulmia, mitkä olisivat mahdollisia, mikäli biokaasulaitos-hanke toteutuu.

Tila, jota käytetään opinnäytetyön esimerkkitalana, on lypsykarjatila keskeisellä sijainnilla, sekä hyvien kulkuyhteyksien varrella Alavudella. Tilalla on noin 125 lypsylehmää, sekä nuorkarjaa ja lietettä kertyy useita tuhansia kuutioita vuodessa. Opinnäytetyön aihe lähti liikkeelle siitä, jos edes osa vuosittain kertyvästä lietemäärästä voitaisiin toimittaa biokaasulaitokseen, niin minkälaisen säästön se toisi taloudellisesti, sekä työajan käytössä ja varastoinnin näkökulmasta. Lisäksi opinnäytetyössä on käsitelty mahdollisen jatkojalosteen merkitystä, jota biokaasulaitokselta voisi saada toimitettuja syötemääriä vastaan.

Tässä opinnäytetyössä on käsitelty yksittäisen maatilan näkökulmasta erilaisia vaihtoehtoja, mitkä toteutuessaan toisivat merkittävää helpotusta tilan työhuippuihin ja erilaisiin kustannuksiin.

Avainsanat: biokaasu, jatkojaloste, kannattavuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Farm Management

Author/s: Santeri Mäkelä

Title of thesis: Benefits of Biogas Plant for an Individual Farm

Supervisor(s): Juha Tiainen

Year: 2021

Number of pages: 44

Number of appendices:

This thesis concerns a project for a biogas plant construction in Alavus and the benefits of the project for an individual farm. The thesis was implemented in collaboration with a local farm. The purpose of the biogas plant is to collect various feeds from the farms in the area for energy production and further processing. The thesis discusses the possible benefits of a biogas plant for an individual farm, especially from the point of view of time use, economy and storage. In addition, the thesis covers ecological aspects that would be possible if the biogas plant project materialized.

The target farm of the study is a dairy farm in a central location and with good connections in Alavus. The farm has about 125 dairy cows and young cattle. Several thousand cubic meters of sludge is produced per year. If at least a part of the annual amount of sludge was delivered to the biogas plant, it could bring financial savings and savings in working time and storage. In addition, it was of importance to study the role of possible further processed products that could be obtained from the biogas plant against the feed stocks delivered from the farm.

The thesis discusses different alternatives from the perspective of an individual farm, which, if implemented, would bring significant relief to the work peaks and different costs of the farm.

1 Keywords: Biogas, processed product, viability

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Selvityksen tavoitteet.....	9
1.2 Tilan lähtötiedot.....	9
1.3 Biokaasulaitoksen toiminta.....	11
2 SYÖTEMÄÄRÄT	13
2.1 Naudan liettelanta	13
2.2 Olkijäte	16
2.3 Säilörehujäte	17
2.4 Merkitys varastoinnille	18
3 LOGISTIIKKA.....	20
3.1 Kuljetus omalla kalustolla	20
3.2 Kuljetus kuorma-autolla.....	24
3.3 Työaika- ja kustannusvertailu	28
3.4 Riskit	33
4 MAHDOLLISET JATKOJALOSTEET	35
4.1 Raelannoite.....	35
4.2 Kiinteä lannoite.....	37
4.3 Jatkojalosteiden käyttö	37
4.4 Logistiikka	38
4.5 Varastointi	39
5 POHDINTA.....	41

LÄHTEET 43

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Esimerkkitalan lietteenlevityskalusto.....	14
Kuva 2. Lietelantalaskuri.....	15
Kuva 3. Lietelannan työnmenekki laskuri.....	16
Kuva 4. Viiden kilometrin siirto nopeammalla reittivaihtoehdolla.....	29
Kuva 5. Viiden kilometrin siirto hitaammalla reittivaihtoehdolla.....	30
Kuva 6. Kahdenkymmenen kilometrin siirto nopeammalla reittivaihtoehdolla.....	31
Kuva 7. Kahdenkymmenen kilometrin siirto hitaammalla reittivaihtoehdolla.....	32
Kuva 8. Lannoitteiden kuormaus pintalevittimelle.	36
Kuva 9. Havainnekuva turvallisesta lannoitesäkkien varastoinnista.	39
Taulukko 1 Oman kaluston työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka viisi kilometriä nopeammalla keskinopeudella).	21
Taulukko 2. Oman kaluston työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka viisi kilometriä hitaammalla keskinopeudella).....	22
Taulukko 3. Oman kaluston työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka 20 kilometriä nopeammalla keskinopeudella).	23
Taulukko 4. Oman kaluston työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka 20 kilometriä hitaammalla keskinopeudella).....	24
Taulukko 5. Kuorma-auton työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka viisi kilometriä nopeammalla keskinopeudella).	25
Taulukko 6. Kuorma-auton työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka viisi kilometriä hitaammalla keskinopeudella).....	26

Taulukko 7. Kuorma-auton työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka 20 kilometriä nopeammalla keskinopeudella).	27
Taulukko 8. Kuorma-auton työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka 20 kilometriä hitaammalla keskinopeudella).....	28

Käytetyt termit ja lyhenteet

ALV Arvonlisävero.

MWh Megawattitunti.

1 JOHDANTO

Alavuden kaupunkiin on käynnistetty hanke 1.11.2019, missä on selvitetty, millä teknis-taloudellisilla edellytyksillä biokaasulaitos kannattaisi Alavudella ja Kuortaneen Virtalassa. Biokaasulaitoksen näkökulmasta paras mahdollinen sijainti laitokselle olisi Alavudella, mutta sen tarkempaa sijaintia laitokselle ei ole vielä määritelty. Hankkeen edetessä, on paikallisilta maanviljelijöiltä kysely Alavuden Kehitys Oy:n toimesta mahdollisia syötemääriä, mitä he voisivat toimittaa biokaasulaitokselle. Lisäksi samassa yhteydessä on pohdittu tilojen halukkuutta vastaanottaa biokaasulaitokselta tulevaa jatkojalostetta. Näiden kyselyiden tuloksena on havaittu, että alueella olisi noin 50 maatilaa, jotka olisivat halukkaita luovuttamaan erilaisia syötteitä laitokselle. Luovutettavat syötemäärät olisivat kyselyn perusteella noin 150 000 tonnia (Alavuden Kehitys Oy, Biokaasuhankkeet 2020).

Kyselyn tulosten perusteella, on hankkeen kannattavuuslaskelmat päätetty toteuttaa kahden kokoluokan laitoksesta. Pienempi laitos, joka olisi laitoskokoluokaltaan 35 000 tonnia syötteitä ja suurempi, joka olisi laitoskokoluokaltaan 80 000 tonnia syötteitä. Pienemmän hankkeen toteutuessa, molempien, Alavuden ja Kuortaneen Virtalan alueille tulisi omat biokaasulaitokset, kun taas suuremman biokaasulaitoksen toteutuessa alueille tulisi yksi laitos, johon syötteitä kerättäisiin molempien kuntien alueilta (Alavuden Kehitys Oy, Biokaasuhankkeet 2020).

Laitoksen tavoitteena olisi biometaanin tuotanto, eli ajoneuvoihin soveltuva kaasu. Pienempien laitosten toteutuessa tuotanto vastaisi noin 400 henkilöauton vuosittaista kaasun kulutuksen määrää, eli noin 5000 MWh:n edestä biometaania. Mikäli suuremman laitoskokoluokan investointi toteutuu, on tuotanto noin 10 000 MWh biometaania, joka vastaa hiukan alle 1000 henkilöauton vuotuista kaasun kulutusta (Alavuden Kehitys Oy, Biokaasuhankkeet 2020).

Biokaasulaitoksen toiminta perustuisi kyseisessä tapauksessa siihen, että laitos vastaanottaa tiloilta syötteitä ja tilat saisivat vastaanottaa jatkojalostetta takaisin lannoituskäyttöön. Lähtökohtaisesti tällä tavoin tilat hyötyisivät siten, että kotieläintilan ei tarvitsisi vastaanottaa jatkojalostetta yhtä paljon mitä se on luovuttanut laitokselle ja vastaanotettu jatkojaloste olisi tasalaatuista ja hajutonta. Lisäksi ravinteita kaipaavat

kasvinviljelytilat voisivat hyödyntää jatkojalostetta omilla pelloillaan. Näin alueen ravinnejakaumia voitaisiin tasoittaa maatilojen kesken.

1.1 Selvityksen tavoitteet

Tavoitteeni tälle opinnäytetyölle on havainnollistaa erilaisten esimerkkien kautta, minkälaisia käytännön tason hyötyjä mahdollinen biokaasulaitos toisi yksittäiselle maatilalle. Tähän saakka hankkeen yhteydessä on mietitty ainoastaan biokaasulaitoksen toimintaa koskevia mahdollisuuksia, mutta alueella sijaitsevien tilojen, joiden syötemäärien varassa mahdollinen biokaasulaitos tulisi toimimaan, ei ole sen suuremmin vielä mietitty.

Opinnäytetyössäni käsittelen yksittäiseltä tilalta tulevia syötteiden määriä ja niiden varastointiin liittyviä kysymyksiä, syötteiden logistiikkaan liittyviä kysymyksiä ja mahdollisen jatkojalosteen merkitystä kyseiselle tilalle. Kaikissa näissä kysymyksissä pyrin selvittämään mahdollisia hyötyjä ja haittoja mahdollisimman käytännön läheisesti, että tilalla voitaisiin mahdollisimman selkeästi havaita keskeiset kohdat, joissa tilalle olisi mahdollisuus säästää työaika ja kustannuksia.

1.2 Tilan lähtötiedot

Maatila on sijainniltaan erittäin hyvä, kun tarkastellaan mahdollisen biokaasulaitoksen hyötyjä yhden tilan näkökulmasta Alavudella. Sijainti on keskeinen, joka mahdollistaa hyvät lähtökohdat kustannusten tarkasteluun esimerkiksi kuljetettavien syötteiden rahtikustannuksia mietittäessä. Tila sijaitsee Alavuden keskustan tuntumassa hyvien tieyhteyksien varrella. Alavuden keskustaan matkaa on ainoastaan noin viisi kilometriä.

Tila on lypsykarjatila ja lypsylehmiä on vuonna 2020 ollut keskimäärin 125 kappaletta. Lypsy tapahtuu yhden lypsyrobotin, sekä asemalypsyn avulla. Lypsyrobotilla lypsetään tilan parhaiten tuottavat lehmät (noin 50 kappaletta) ja loput lehmät lypsetään kaksi kertaa päivässä asemalypsyllä. Muuta karjaa tilalla on 45 kappaletta, joista osa on vasikoita, ummessa olevia lypsylehmiä ja hiehoja. Vuosittainen lietteen määrä, mitä tilalle kertyy avonaisiin lietesäiliöihin, on noin 4000 kuutiota. Tähän, kun lisätään vielä vuotuinen sadanta

avonaisiin lietesäiliöihin, niin nykyinen 6000 kuution lietesäiliö kapasiteetti riittää toistaiseksi hyvin.

Tilan peltopinta-ala on 115 hehtaaria, joista valtaosa (80 hehtaaria) on nurmea. Viljaa viljellään 30 hehtaarin pinta-alalla viljelykierron tasapainottamiseksi. Viisi hehtaaria tilan peltopinta-alasta on kesantoja ja riistapeltoja. Nurmirehut korjataan kaksi kertaa vuodessa urakoitsijan toimesta ajosilppurilla. Rehut säilötään avonaisiin laakasiiloihin ja säilöntäaineena käytetään pääosin biologisia säilöntäaineita. Nurmet perustetaan suojaviljan avulla, jotka puidaan syksyllä oljet keräten. Viljoista tilalla viljellään pääosin kauraa, ohraa ja hieman vehnää. Oljet paalataan ilman säilöntäainetta ja käärätään muoviin säilymisen parantamiseksi.

Nurmien lannoitukseen käytetään kasvukauden alussa ainoastaan kemiallisia lannoitteita peltojen rakenteen säilymisen vuoksi. Lietettä ajetaan ainoastaan perustettaville nurmille kevättöiden yhteydessä. Ensimmäisen rehun korjuun jälkeen, tilalle kertyvää lietettä ajetaan nurmille tilan omalla kalustolla noin 30 m³ / ha, jonka lisäksi levitetään myös kemiallisia lannoitteita. Tilan pellot sijaitsevat pääosin noin kahden kilometrin säteellä tilakeskuksesta, mutta noin 40 hehtaaria sijaitsevat kauempana, jolloin lietekärryllä joudutaan ajamaan pisimmillään viisi kilometriä. Matka ei sinällään ole vielä mahdottoman pitkä, mutta ainoa reitti kauimmaisille pelloille kulkee Alavuden keskustaa jaman läpi, jolloin liikenteen takia yksittäisellä kuormalla saattaa aikaa kulua tuhattoman paljon. Lisäksi tilalle kertyvää lietettä ajetaan yhteistyötilojen pelloille omalla- tai urakoitsijan kalustolla.

Tilalla on käytössä aperuokinta, joka sisältää säilörehua, murskeviljaa, rypsiä, sekä vitamiineja ja kivennäisiä. Lisäksi tarvittaessa ruokintasuunnitelman mukaan suojaviljasta korjattuja olkipaaleja. Vaikka säilöntään on tilalla koitettu panostaa vuosien kuluessa, niin käynyttä jätereua syntyy kohtalaisia määriä kaikesta huolimatta. Lisäksi suojaviljasta korjattuja olkipaaleja jää vuosittain ylimääräiseksi, vaikka niitä on jonkin verran myyty yhteistyötiloille.

1.3 Biokaasulaitoksen toiminta

Biokaasu on arvokas uusiutuva biopolttoaine ja erittäin hyvä vaihtoehto mietittäessä korvaavia vaihtoehtoja fossiilisten polttoaineiden korvaajaksi. Biokaasu on kaasuseos, joka sisältää noin 40 – 70 prosenttia metaania ja 30 – 60 prosenttia hiilidioksidia. Biokaasun merkitys ympäristön kannalta on merkittävä ja se on hyvä tapa lisätä kiertotaloutta maataloilla (Suomen biokierto ja Biokaasu ry [Viitattu 30.3.2021]).

Biokaasun tuotantoprosessi toteutetaan tavallisesti kuivamädätystekniikkaa hyödyntäen ja maatalouden biomassat ja karjanlanta ovatkin erittäin hyviä syötteitä biokaasun tuotantoon kyseisessä prosessissa. Naudan lietelannan potentiaalinen kaasuntuotto on pienempi kuin sian lietelannalla, mutta ero kompensoituu naudan lietelannassa olevan kuiva-ainepitoisuuden ansiosta ja yhden lehmäpaikan tuotto on yli kymmenkertainen lihasikapaikkaan verrattuna (Maatalouden biomassat biokaasulaitoksessa [Viitattu 23.3.2021]). Peltobiomassojen tyypillinen kuiva-ainepitoisuus soveltuu myös hyvin kuivamädätykseen biokaasun tuotannossa ja peltobiomassojen kaasuntuotantopotentiaali onkin jopa korkeampi verrattuna karjan lantaan. Peltobiomassojen ja lannan yhdistäminen biokaasuprosessissa vähentää fosforin suhteellista pitoisuutta ja lisää typen suhteellista pitoisuutta prosessissa syntyvässä mädätteessä, jota voidaan myöhemmin käyttää tilojen kasviuotannon tarpeisiin. Kuitenkin peltobiomassojen käytön suurimpana haasteena ovat erilaiset kustannukset, jotka muodostuvat sadonkorjuusta, logistiikasta ja sadon laskennallisesta hinnasta. Lietelannan käyttö biokaasun tuotannossa on helpompaa, sillä lietelannan käytön kustannukset muodostuvat lähinnä logistiikasta aiheutuvista kysymyksistä, mikäli tilat voivat vastaanottaa biokaasulaitokselta jatkojalosteita kasviuotannon käyttöön.

Alavudelle sijoittuvan biokaasulaitoksen pääasiallisena tuotteena tulisi olemaan biometaanin tuotanto, jota suuremman laitospvaihtoehdon toteutuessa voitaisiin tuottaa noin 10 000 MWh:n verran energiaa, eli jopa tuhannen henkilöauton vuosikulutuksen verran. Lisäksi laitos voisi tuottaa lämpöä ja energiaa oman toimintansa ylläpitämiseksi. Sivutuotteena alueen maatilat saisivat käyttöönsä biokaasulaitokselta syntyvää mädätettä, jota voidaan myöhemmin käyttää tehokkaasti kasviuotannon tarpeisiin (Alavuden Kehitys Oy, biokaasuhankkeet 2020). Biometaanin voidaan hankkeen toteutuessa myydä erilliseltä jakeluasemalta siten, että varsinaisen biokaasulaitoksen ei tarvitse sijaita jakeluaseman

välittömässä läheisyydessä, vaan kaasu voidaan toimittaa esimerkiksi konttien avulla jakeluasemalle.

2 SYÖTEMÄÄRÄT

Maatalouden toiminnasta syntyvät biomassat ovat erittäin hyviä syötteitä biokaasulaitoksen käyttöön, sillä niiden käyttö on turvallista, kun biomassoista jalostetaan energiaa ja mädätettä. (Kari ym. 2014, 1–2.)

Biokaasun tuotantoon on mahdollista käyttää tiloilla tuotettavaa peltobiomassaa ja eläinten kuiva- tai lietelantaa. Lisäksi peltobiomassan korjuu biokaasulaitokselle toimitettavaksi mahdollistaisi monipuolisemman viljelykierron maataloille.

2.1 Naudan lietelanta

Esimerkkitalan lypsylehmien lukumäärä on vuonna 2020 ollut keskimäärin 125 kappaletta. Yhden lypsylehmän laskennallinen lannan varastointikapasiteetti vuotta kohden tulee olla 25,5 m³. (Ruokavirasto 2020.) Kun kerrotaan vuoden 2020 tilalla keskimäärin ollut lypsylehmämäärä vuotuisella yhden lehmän lannan varastointikapasiteetin kuutiomäärällä, saadaan 3187,5 m³ lietettä vuosittain. Tähän kun lisätään tilan muut eläimet, umpilehmät, hiehot ja vasikat, niin vuotuinen lietemäärä tilalla on noin 4000m³ ilman sade- ja pesuvesiä.

Maatilan kannattavuuden kannalta on suurta merkitystä, mihin, ja miten olemassa olevia työpanoksia käytetään. Maataloudessa työaika vaihtelee työhuippujen mukaan paljon. (Rikkonen ym. 2008. 53 – 54.) Tilalla käytetään lietettä pääosin nurmien lannoitukseen, joka suoritetaan omalla kalustolla, mutta ulkopuolisen yrittäjän toimesta. Käytössä on nykyaikainen traktori, jonka maantienopeus on parhaimmillaan 54 km/h. Lietekärryn tilavuus on 15m³. Liete sijoitetaan nurmikasvustoon Kuusi (6) metriä leveän kiekkomultaimen avulla. Tilalla on 80 hehtaaria nurmipinta-alaa, joihin lietettä levitetään ensimmäisen rehunkorjuun jälkeen noin 30m³/ha. Näin ollen nurmille levitettävä lietemäärä tilalla on 2400 kuutiota. Lisäksi lietettä levitetään keväisin suojaviljan avulla uusittaville nurmille noin 30 hehtaarin pinta-alalle 20m³/ha hajalevityksenä, eli yhteensä noin 600 kuutiota lietettä. Vuotuinen omille pelloille levitettävä lietemäärä on 3000 kuutiota. Tämän lisäksi vuosittain lietettä on jouduttu ajamaan ulkopuolisen yrittäjän toimesta tilan kalustolla yhteistyötilojen pelloille noin 500-1000 kuutiota hajalevityksenä olosuhteitten mukaan. Nämä on pääosin ajettu syksyisin, kun tilan muut työhuiput ovat helpottaneet.



Kuva 1. Esimerkkitalan lietteenlevityskalusto.

Tilalla kuluu huomattavan paljon työaika ja kustannuksia lietteen käsittelyyn vuosittain, kun lietettä joudutaan levittämään omakustanteisesti yhteistyötilojen pelloille vuotuisen varastokapasiteetin riittämiseksi. Lietteen levityksen levityskustannus per kuutio on Työtehoseuran Suomessa vuonna 2018 tilastoidun kyselyn mukaan 2,8 € / m³, jonka lisäksi siirtoajon kustannus on keskimäärin 0,41 € / m³ / kilometri. (Ajosenpää ym. 2020. 7 – 8.) Tilalle aiheutuu ylimääräisenä kustannuksena kyseistä kaavaa käyttäen noin 4500 euroa (ALV 0%), kun keskimäärin yhteistyötilojen pellot sijaitsevat neljän kilometrin säteellä tilakeskuksesta.

Mikäli biokaasulaitoksen rakentaminen toteutuu Alavudella, on tilan mahdollista luovuttaa yllä mainittu (1000 m³) lietemäärä biokaasulaitoksen käyttöön, jolloin tila säästää jo pelkästään levityskustannuksissa vuosittain 2800 euroa (ALV 0%). Lisäksi myös kuljetuskustannuksien säästö kyseistä lietemäärää kohti on mahdollista säästää vuosittain, mikäli biokaasulaitos hoitaa syötteiden rahtikustannukset. Rahtikustannusten muodostuminen on kuitenkin tätä opinnäytetyötä tehdessä ainoastaan spekulatiota, sillä tällä hetkellä tätä kysymystä ei ole vielä päätetty. Mikäli biokaasulaitos tuottaa tulevaisuudessa mädätteen lisäksi esimerkiksi raemuotoista lannoitetta, jonka käsittely ja

levitys tapahtuu huomattavasti lietteen levitystä tehokkaammin, voidaan tilalla tasoittaa myös nurmirehun korjuun jälkeistä lannoitteen levitystä hyvin merkittävästi. Tällöin vuosittaiset säästöt olisi mahdollista tuplata ja työajan säästö olisi hyvin merkittävä.

Laskennallisesti nurmien lannoitukseen kuluva aika nykyisellä lietteen levityskalustolla on noin 90 tuntia. Tämän lisäksi nurmille levitetään kemiallista raelannoitetta (Belor N27) noin 180 – 220 kiloa hehtaarille. Kemiallisen lannoitteen levitykseen kuluva työaika tilan nykyisellä kalustolla vie noin 16 tuntia, kun keskimäärin saadaan levitettyä 5 hehtaaria tunnissa. Mikäli lietteen levitys voitaisiin puolittaa, saataisiin kustannuksia ja työaika säästettyä huomattavasti.

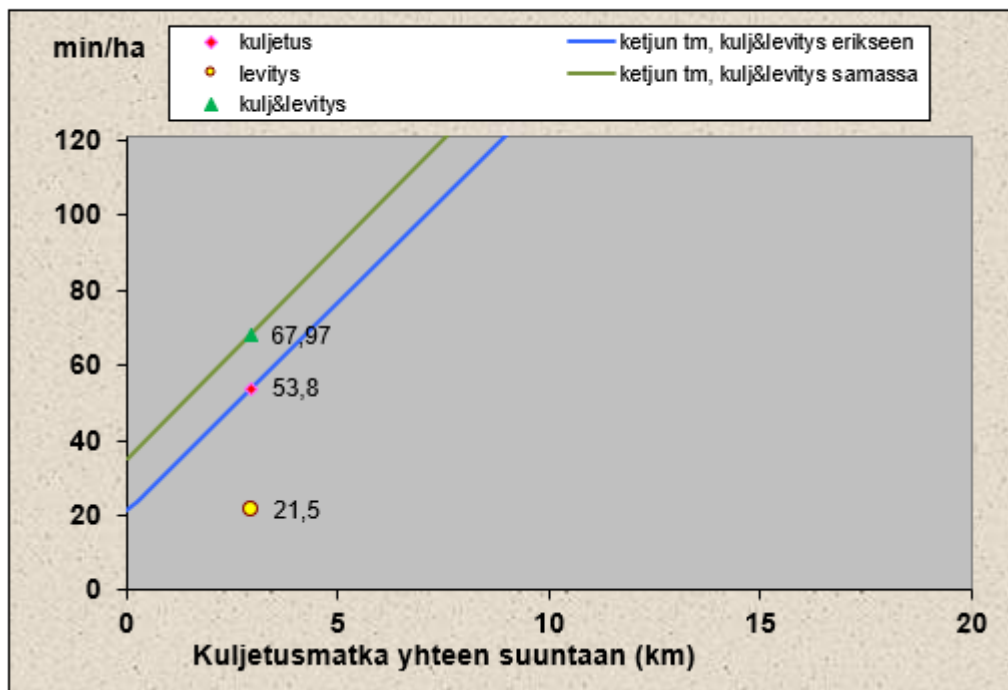
Lietelannan kuljetus&levitys samalla kalustolla		
<input checked="" type="checkbox"/> 1. vaunun tilavuus	15 m ³	< █ >
<input type="checkbox"/> 2. vaunun tilavuus	15 m ³	< █ >
Vaunujen tehollinen kap. teoreettisesta	95 %	< █ >
Kuljetusmatka yhteen suuntaan (lannoitussuunnitelmasta)	2,94 km	
Ajonopeus kuljetuksessa (laskettu ajomatkan mukaan)	22,5 km/h	
Lietteen lastauskapasiteetti	4000 l/min	< █ >
Lietteen levityskapasiteetti	3000 l/min	< █ >
Työn elpymis- & häiriölisä	2 %	< █ >
Työhön liittyvät apuajat	2 min/kuorma	
Lannan kuljetuksen ja levityksen työnmenekki	68,0 min/ha	
Lannan kuljetuksen ja levityksen työnmenekki	2,3 min/m³	
Lannan kuljetuksen ja levityksen työntuotos	0,4 m³/min	

Lannanlevityksen kokonaistyönmenekki	90,6 h
Lannanlevityksen kesto	90,6 h

Kuva 2. Lietelantalaskuri (TTS lietelantalaskuri versio 21.12.2018).

Biokaasulaitoksen olemassaolo mahdollistaisi tilan kannalta myös sen, että lietettä voitaisiin luovuttaa biokaasulaitokselle myös talvisaikaan. Näin ollen syksyn työhuippua voitaisiin tasoittaa ja kohdentaa resursseja muihin työpanoksiin.

Lietelannan levityksen työnmenekki (min/ha)



Kuva 3. Lietelannan työnmenekki laskuri (TTS lietelantalaskuri versio 21.12.2018).

2.2 Olkijäte

Peltobiomassat ovat agrobiomassojen osajakeita, joita ovat muun muassa lanta, olki, pilaantunut rehu ja naatit. Peltobiomassoilla tarkoitetaan yleensä maatalojen pelloilla kasvatettuja energiakasveja, kuten olki, ruokohelpi tai erilaiset öljykasvit. Näistä raaka-aineista on mahdollista jalostaa kiinteitä, tai nestemäisiä polttoaineita. (Energiaa pelloilta 2020.)

Olkea hyödynnetään energianlähteenä maataloilla pienissä määrin ja suurin osa oljesta silputaan puinnin yhteydessä peltoon, tai käytetään kuivikkeena tuotantorakennuksissa. Raaka-aineena oljen energiasisältö on keskimäärin 14,5 MWh/ha. (Kari. 2009, 26 – 27.)

Tilalla kerätään olkea vuosittain noin 30 hehtaarilta, joista osa käytetään eläimien ruokintaan. Tilalle kertyy vuosittain ylimääräisiä olkipaaleja runsaasti, joita on myyty

yhteistyötiloille. Tästä huolimatta olkipaaleja jää vuosittain käyttämättä ja ne joudutaan nurmien lopetuksen yhteydessä levittämään takaisin peltoon.

Yksittäiseltä tilalta kerättävän oljen energiakapasiteetti ei ole kovinkaan merkityksellinen, mutta kun mietitään alueen muita lypsykarjatiloja, joissa osalla nurmien uudistaminen tapahtuu samoja menetelmiä käyttäen, nousee energiapotentiaali huomattavasti korkeammaksi. Säästöä tilat voisivat lisäksi hankkia olkipaalien käärinästä, jota ei välttämättä tarvitse tehdä, mikäli korjatut olkipaalit voitaisiin toimittaa heti paalauksen jälkeen biokaasulaitoksen varastoihin. Tällöin myös pelloilla varastoitavat paalit saataisiin heti pois peltojen pientareilta.

2.3 Säilörehujäte

Säilörehujäte soveltuu tuoreutensa vuoksi hyvin biokaasulaitoksen mädätystuotteeksi, vaikka sen merkitys biokaasun tuotantoon on vähäinen lantaan verrattuna. Näiden merkitys on kuitenkin kasvamassa koko ajan, kun fossiilisille polttoaineille etsitään korvaajia. (Motiva 2020.)

Säilörehujätettä tilalla muodostuu vuosittain vaihtelevasti. Tilalla on panostettu merkittävästi säilörehun säilöntään ja nykyisillä biologisilla säilöntäaineilla on mädäntyneen säilörehun osuus saatu pienenemään. Rehun tiivistämiseen on myös panostettu raskaammalla levityskoneella. Lisäksi avonaisissa laakasiiloissa olevat säilörehut peitetään mahdollisimman nopeasti kaksinkertaisella muovilla.

Kaikesta rehun laatua koskevista panostuksista huolimatta säilörehujätettä muodostuu muutamia tuhansia kiloja vuodessa. Säilörehujätteet varastoidaan avonaiselle betonilaatalle, josta ne kuormataan keväällä ja syksyllä levitettäväksi takaisin pellolle. Biokaasulaitos mahdollistaisi rehujätteiden asiallisen hävittämisen olkijätteiden lisäksi ja kyseiset jätteet voitaisiin hyödyntää energiantuotantoon.

2.4 Merkitys varastoinnille

Valtioneuvoston asetus (1250/2014.) määrää, että jokaisella tilalla, jossa tuotantoeläimet tuottavat lantaa, on oltava lantaa varastoidessa sille asianmukainen varastointitila. Varastointitila tulee sijaita siten, ettei se sijaitse pohjavesialueella, tai tulvavesialueella. Lisäksi varastointitilan on oltava yli 50 metrin etäisyydellä vesistöistä, talousvesikäytössä olevasta kaivosta tai lähteestä, sekä yli 25 metrin etäisyydellä valtaojista tai noroista. Lähtökohta varastointitilalle siis on, että se ei aiheuttaisi ravinnepäästöjä ympäristölle.

Lietelannan varastointitilavuuden täytyy tilalla olla niin suuri, että sen tilavuus riittää kattamaan laskennallisesti vuoden kertyvän lantamäärän. Varastoinnin tarve lasketaan tilakohtaisesti käyttäen ohjetilavuuksia eläintä tai eläinpaikkaa kohti. Lisäksi laskennassa tulee huomioida laskennallinen sadeveden määrä, mikä varasto on avonainen. Myös muut varastoon johdettavat nesteet tulee huomioida laskennassa.

Esimerkkinä käytettävän tilan tapauksessa käytössä on nautojen lanta ja avonaiset lietesäiliöt. Koska kyseessä on naudat lanta, niin säiliöistä haihtuva kosteuden määrä on vähäisempi, kuin muilla karjanlannoilla. (Savonia-ammattikorkeakoulu, Ravinnerenki [Viitattu 9.3.2021].) Tilalla on kolme lietesäiliötä, jotka ovat tilavuuksiltaan 1000 m³, 1800m³ ja 3200 m³. Laskennallinen lietteen määrä mitä tilalla muodostuu, on noin 4000m³. Lisäksi säiliöihin johdetaan navetan pesuvedet. Varastoiden kapasiteetti riittää vuositason hyvin, mutta se edellyttää runsasta lietteen levitystä vuosittain tilan omille ja yhteistyötilojen pelloille. Vaihtelevat sääilmiöt ovatkin tuoneet viime vuosina haasteita levityksille ja biokaasulaitokselle luovutettavat lietemäärät voisivat tuoda helpotusta tilalle.

Laskennallisesti tila voisi luovuttaa vuosittain noin 1000 m³ lietettä biokaasulaitokselle, jolloin tilan käyttöön jäävä lietemäärä pystytään levittämään tilan omille pelloille. Tällöin levitykset yhteistyötiloille voitaisiin lopettaa, tai ainakin merkittävästi vähentää, jolloin työaika säästyisi merkittävästi ja taloudellisesti tulisi säästöä.

Varastointipaine helpottaisi myös siinä tapauksessa, mikäli sääilmiöt estävät lietteen levittämisen pelloille, niin tilan varastointikapasiteetissa olisi entistä enemmän varaa valita paremmat olosuhteet pellolle levittämiseen ja näin ollen peltojen rakenteet säilyvät parempana.

Olkipaalien varastointi tilan näkökulmasta helpottaisi merkittävästi, sillä tilan tontti on erittäin rajallinen ja paaleja onkin jouduttu varastoimaan vuosittain runsaasti peltojen reunoilla, missä ne aiheuttavat esteitä seuraavina satokausina. Lisäksi olkipaalien varastointi tilan pihapiirissä vie runsaasti jo muutenkin rajallista tilaa. Kuljetus mahdolliselle biokaasulaitokselle ratkaisisi tämän ongelman ja olkipaaleja voitaisiin kuljettaa myös kerralla suurempia määriä jo heti paalauksen jälkeen.

Säilörehujätettä tilalla varastoidaan vanhaan kuivalantalaan, jossa ne ehtivät useamman kuukauden kompostoitua ennen pellolle levittämistä. Säilörehujätteen määrä tilalla ei ole kovin suuri ja sen merkitys varastoinnin näkökulmasta ei ole niin merkittävä, kuin lannan ja oljen. Kuitenkin avonainen kuivalantala, johon säilörehujäte varastoidaan, houkuttelee runsaasti tuhoeläimiä, kuten rottia, koska säilörehujätettä joudutaan säilyttämään pitkiä aikoja ennen pellolle levittämistä. Säilörehujätteen kuljetus mahdolliselle biokaasulaitokselle olisi helppoa esimerkiksi traktori ja peräkäräkalustolla.

3 LOGISTIIKKA

Toimivan ja kannattavan logistiikkasuunnittelun tarkoituksena on varmistaa raaka-aineiden kustannustehokas, turvallinen ja ympäristöystävällinen tuotannon käyttöön. (Logistiikan maailma, Logistiikka 2021.)

Tilan näkökulmasta, kun mietitään syötteitä koskevaa logistiikkaa, niin biokaasulaitoksen sijainti vaikuttaa merkittävästi kuljetuskustannuksiin. Laitokselle ei ole vielä tätä opinnäytetyötä tehdessä määritelty tarkkaa sijaintia, mutta laitoksen mahdollinen sijainti tulisi todennäköisesti olemaan noin 5 – 20 kilometrin päässä Alavuden keskustasta.

Kustannusten ja ajankäytön tehokkaaseen hallintaan toimitusketjussa, voidaan toiminnan avuksi luoda tilan ja biokaasulaitoksen välinen logistiikkastrategia, jonka avulla tulevaa toimintaa suunnitellaan ja linjataan usean vuoden aikajänteellä. Strategian tarkoituksena on tavoitella mahdollisimman hyvää kustannustehokkuutta ja kannattavuutta. Logistiikkastrategia ottaa huomioon järjestelmien ja prosessin suunnittelua, toteutusta, toiminnan valvontaa ja ohjausta. Päämääränä logistiikkastrategian luontiin on kustannusten pienentäminen, palvelun parantaminen ja sitoutuneen pääoman pienentäminen. (Logistiikan maailma, Logistiikkastrategia 2021.) Logistiikkastrategiaa mietittäessä, olen tehnyt laskelmia erilaisia etäisyyksiä käyttäen. Laskelmissa on otettu huomioon nopeampi ja hitaampi vaihtoehto eri kuljetusetäisyyksillä, sekä tilan nykyinen kuljetuskalusto ja vaihtoehtoinen kuljetuskalusto.

3.1 Kuljetus omalla kalustolla

Tilan oman kaluston käyttö syötteiden kuljetukseen on mahdollista ja joiltain osin myös järkevää. Oman kaluston käyttöä mietittäessä, on huomioon otettava useita muuttujia, kuten laitoksen etäisyys, kaluston kapasiteetti, työvoiman käyttö ja työaika.

Oman traktori- ja käärykaluston kapasiteetin ollessa rajallinen, on kuljetusmäärien ja etäisyyksien merkitys hyvin suuri. Etäisyyden ollessa maltillinen, olisi oman kaluston käyttö laskennallisesti siedettävää, mutta etäisyyksien kasvaessa kustannusten nousu tekee toiminnasta tilalle kannattamatonta.

Laskelmissa olen käyttänyt Savonian Rekka-hankkeen lietteensiirtoa koskevia laskureita, jotka ottavat kattavasti erilaiset muuttujat huomioon lietteen kuljetusta tarkasteltaessa. Siirrettävän lietteen määrä kaikissa laskelmissa on 1000m³ havainnollistamisen helpottamiseksi ja kustannukset ovat ALV 0% hintoja.

Taulukko 1 Oman kaluston työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka viisi kilometriä nopeammalla keskinopeudella).

	Traktori + vaunu 15m³
Etäisyys	5 km
Siirtonopeus km/h (keskim.)	35 km/h
Kuormien lkm	67 kpl
Kuluva aika/kpl	26 min
Lastaus ja purku aika	9 min
Kokonaisaika	29 h
Kuljettajan palkka €/h	20 €/h
Kustannus ilman kuljettajaa	50 €/h
Kokonaiskustannus	2 033,33 €
Kokonaiskustannus €/m³	2,03 €/m ³

Ensimmäisessä laskelmassa käytin etäisyytenä tilakeskukselta biokaasulaitokselle viittä kilometriä, ja oletuksena tässä laskelmassa oli, että mahdollinen laitos sijaitsee hyvien kulkuyhteyksien päässä, jolloin traktorin siirtonopeus keskimäärin olisi 35 km/h. 1000 kuutiometrin kokonaissiirtoon tulisi käytössä olevalla kalustolla tehdä 67 siirtoa tilan ja biokaasulaitoksen välillä. Jokaisen lastaus- ja purkuajan ollessa yhteensä yhdeksän minuuttia, tulee yhden kuorman siirron kokonaisajaksi 26 minuuttia. Näin ollen koko 1000 kuution lietemäärän siirtoon kuluva aika on laskennallisesti tällä etäisyydellä 29 tuntia. Kuljettajan palkka on kaikissa laskelmissa 20 euroa per tunti. Traktorin ja lietekärryn kustannus tuntia kohden on 50 euroa. Kokonaiskustannukseksi kyseiselle määrälle tulee 2033,3 euroa ja jokainen siirretty lietekuutio maksaa tilalle 2,03 euroa.

Taulukko 2. Oman kaluston työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka viisi kilometriä hitaammalla keskinopeudella).

	Traktori + vaunu 15m³
Etäisyys	5 km
Siirtonopeus km/h (keskim.)	25 km/h
Kuormien lkm	67 kpl
Kuluva aika/kpl	33 min
Lastaus ja purkuaika	9 min
Kokonaisaika	38 h
Kuljettajan palkka €/h	20 €/h
Kustannus ilman kuljettajaa	50 €/h
Kokonaiskustannus	2 566,67 €
Kokonaiskustannus €/m³	2,57 €/m ³

Etäisyyden ollessa sama, mutta hitaampien kulkuyhteyksien varrella, kokonaiskustannukset nousevat. Keskimääräisen siirtonopeuden ollessa 25 km/h nousee yhden siirron kokonaisaika 33 minuuttiin. Tällöin tuhannen lietekuution siirtoon kuluu aikaa yhteensä 38 tuntia ja kokonaiskustannus nousee 2566,67 euroon. Yhden lietekuution siirtohinta näin ollen 2,57 euroa.

Taulukko 3. Oman kaluston työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka 20 kilometriä nopeammalla keskinopeudella).

	Traktori + vaunu 15m³
Etäisyys	20 km
Siirtonopeus km/h (keskim.)	35 km/h
Kuormien lkm	67 kpl
Kuluva aika/kpl	78 min
Lastaus ja purkuaika	9 min
Kokonaisaika	86 h
Kuljettajan palkka €/h	20 €/h
Kustannus ilman kuljettajaa	50 €/h
Kokonaiskustannus	6 033,33 €
Kokonaiskustannus €/m³	6,03 €/m ³

Etäisyyden kasvaessa nelinkertaiseksi aiempiin laskelmiin verrattuna (20 kilometriä) ja keskinopeuden ollessa 35 km/h, kasvaa yhteen siirtoon kuluva aika 78 minuuttiin ja kokonaisaika tuhannen lietekuution siirtoon tulee laskennallisesti 86 tuntia. Kokonaiskustannukseksi saadaan 6033,33 euroa ja yhden lietekuution siirto näin ollen on 6,03 euroa.

Taulukko 4. Oman kaluston työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka 20 kilometriä hitaammalla keskinopeudella).

	Traktori + vaunu 15m³
Etäisyys	20 km
Siirtonopeus km/h (keskim)	25 km/h
Kuormien lkm	67 kpl
Kuluva aika/kpl	105 min
Lastaus ja purkuaika	9 min
Kokonaisaika	117 h
Kuljettajan palkka €/h	20 €/h
Kustannus ilman kuljettaja	50 €/h
Kokonaiskustannus	8 166,67 €
Kokonaiskustannus €/m³	8,17 €/m ³

Etäisyyden ollessa sama, kuin edellisessä havainnekuvassa, mutta keskinopeuden ollessa 25 km/h, on yhden siirron kokonaisaika 105 minuuttia ja koko siirrettävään lietemäärään aika kuluu laskennallisesti 117 tuntia. Tuhannen lietekuution siirtohinnaksi tulee kokonaisuudessaan 8166,67 euroa ja yhden lietekuution siirtohinnaksi tulee 8,17 euroa.

Laskelmat havainnollistavat hyvin sen, että kun kuljetusmatka lisääntyy merkittävästi, siirtoon kuluva aika kasvaa hyvin merkittävästi ja kustannukset nousevat kannattamattomiin lukemiin. Lyhyellä etäisyydellä ja nopealla reittivalinnalla voidaan lietettä siirtää tilan ja biokaasulaitoksen välillä vielä kohtalaisin kustannuksin, mutta matkan kasvaessa kuljetuksesta tulee kannattamatonta.

3.2 Kuljetus kuorma-autolla

Logistiikkaratkaisujen pohdinnan tueksi, otin laskelmissa vertailuun kuorma-auton, jonka suuremman kuljetuskapasiteetin ja suuremman siirtonopeuden vuoksi saa hyvän

vertailupohjan laskelmille. Lisäksi biokaasulaitoksen valmistuessa on hankkeessa pohdittu ulkopuolisen kuljetusyrittäjän palkkaamista syötteiden siirtoon tiloilta biokaasulaitokselle. Laskelmista käy ilmi, että vaikka etäisyydet olisivat maltilliset, niin kuljetus kuorma-autolla on taloudellisesti kannattavampaa suuremman kuljetuskapasiteetin ja nopeamman keskinopeuden ansiosta. Lisäksi kuorma-autolla voidaan ylläpitää suurempaa keskinopeutta traktorikalustoon verrattuna myös hitaimmilla reittivaihtoehdoilla.

Laskelmat tein samaa laskuria käyttäen, kuin oman kaluston vertailussa. Kuorma-autokaluston siirtokapasiteetti on 32 m³ ja tuntikustannus kyseiselle kalustolle on 85 euroa per tunti (ALV 0%).

Taulukko 5. Kuorma-auton työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka viisi kilometriä nopeammalla keskinopeudella).

	Kuorma-auto 32m³
Etäisyys	5 km
Siirtonopeus km/h (keskim.)	60 km/h
Kuormien lkm	31 kpl
Kuluva aika/kpl	25 min
Lastaus ja purkuaika	15 min
Kokonaisaika	13 h
Kuljettajan palkka €/h	20 €/h
Kustannus ilman kuljettajaa	65 €/h
Kokonaiskustannus	1 106,77 €
Kokonaiskustannus €/m³	1,11 €/m ³

Etäisyyden ollessa viisi kilometriä ja laskennallisen keskinopeuden ollessa 60 km/h, yhteen siirtoon kuluva kokonaisaika olisi 25 minuuttia. Kuorman purkuaika on luonnollisesti suurempi traktorikalustoon verrattuna, mutta yhdellä siirrolla lietettä voidaan kuljettaa yli kaksi kertaa enemmän, kuin traktorilla ja lietekärryllä. Lastaus- ja purkuajan ollessa yhtä kuormaa kohden 15 minuuttia. Tuhannen lietekuution siirtoon kuormien lukumäärä on 31 kappaletta. Kuljettajan palkka laskelmissa on sama, kuin traktorikaluston käytössä, mutta kuorma-auton käyttökustannus ilman kuljettajaa on 65 euroa tunnissa, eli 15 euroa enemmän, kun traktorikalustolla. Siitä huolimatta tuhannen lietekuution siirtoon kuluva

kokonaiskustannus tällä laskelmalla on 1106,77 euroa ja yhden lietekuution siirron kustannus 1,11 euroa.

Taulukko 6. Kuorma-auton työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka viisi kilometriä hitaammalla keskinopeudella).

	Kuorma-auto 32m³
Etäisyys	5 km
Siirtonopeus km/h (keskim.)	50 km/h
Kuormien lkm	31 kpl
Kuluva aika/kpl	27 min
Lastaus ja purkuaika	15 min
Kokonaisaika	14 h
Kuljettajan palkka €/h	20 €/h
Kustannus ilman kuljettajaa	65 €/h
Kokonaiskustannus	1 195,31 €
Kokonaiskustannus €/m³	1,20 €/m ³

Etäisyyden ollessa sama, kuin edellisessä laskelmassa, mutta hitaammalla reitillä keskinopeuden ollessa 50 km/h yhden kuorman siirtoon kuluva aika on laskennallisesti 27 minuuttia. Näin ollen koko tuhannen lietekuution siirtoon vaadittava kokonaisaika on 14 tuntia. Palkka- ja konekustannuksen ollessa sama, saadaan tuhannen lietekuution siirrolle kokonaiskustannukseksi 1195,31 euroa, jolloin yhden siirretyn lietekuution hinta on 1,20 euroa.

Taulukko 7. Kuorma-auton työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka 20 kilometriä nopeammalla keskinopeudella).

	Kuorma-auto 32m3
Etäisyys	20 km
Siirtonopeus km/h (keskim.)	60 km/h
Kuormien lkm	31 kpl
Kuluva aika/kpl	55 min
Lastaus ja purkuaika	15 min
Kokonaisaika	28,5 h
Kuljettajan palkka €/h	20 €/h
Kustannus ilman kuljettajaa	65 €/h
Kokonaiskustannus	2 434,90 €
Kokonaiskustannus €/m3	2,43 €/m3

Etäisyyden kasvaessa nelinkertaiseksi (20 kilometriä) tulee yhden kuorman siirtoon kuluva aika nousemaan laskennallisesti 55 minuuttiin lastaus- ja purkuajan ollessa sama 15 minuuttia ja keskinopeuden ollessa 60 km/h. Tuhannen lietekuution siirtoon kokonaisuudessaan kuluva aika näin ollen on 28,5 tuntia. Kokonaiskustannus tuhannen lietekuution siirtoon on laskennallisesti 2434,90 euroa ja yhden siirretyn lietekuution hinnaksi tulee 2,43 euroa.

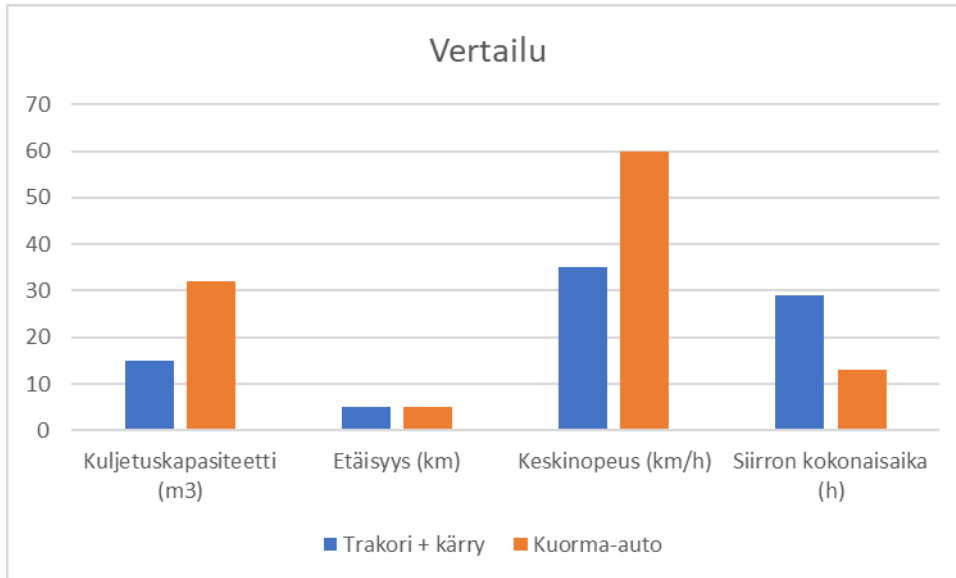
Taulukko 8. Kuorma-auton työaika- ja kustannuserittely (siirtomatka 20 kilometriä hitaammalla keskinopeudella).

	Kuorma-auto 32m3
Etäisyys	20 km
Siirtonopeus km/h (keskim)	50 km/h
Kuormien lkm	31 kpl
Kuluva aika/kpl	63 min
Lastaus ja purkuaika	15 min
Kokonaisaika	33 h
Kuljettajan palkka €/h	20 €/h
Kustannus ilman kuljettaja	65 €/h
Kokonaiskustannus	2 789,06 €
Kokonaiskustannus €/m3	2,79 €/m3

Etäisyyden ollessa sama kuin edellisessä laskelmassa, mutta hitaammalla keskinopeudella (50 km/h) yhden kuorman siirtoon kuluva aika on 63 minuuttia ja näin ollen koko tuhannen lietekuution siirtoon kuluva aika nousee 33 tuntiin. Kokonaiskustannus tuhannen lietekuution siirtoon on laskennallisesti 2789,06 euroa ja yhden siirretyn lietekuution hinta on 2,79 euroa.

3.3 Työaika- ja kustannusvertailu

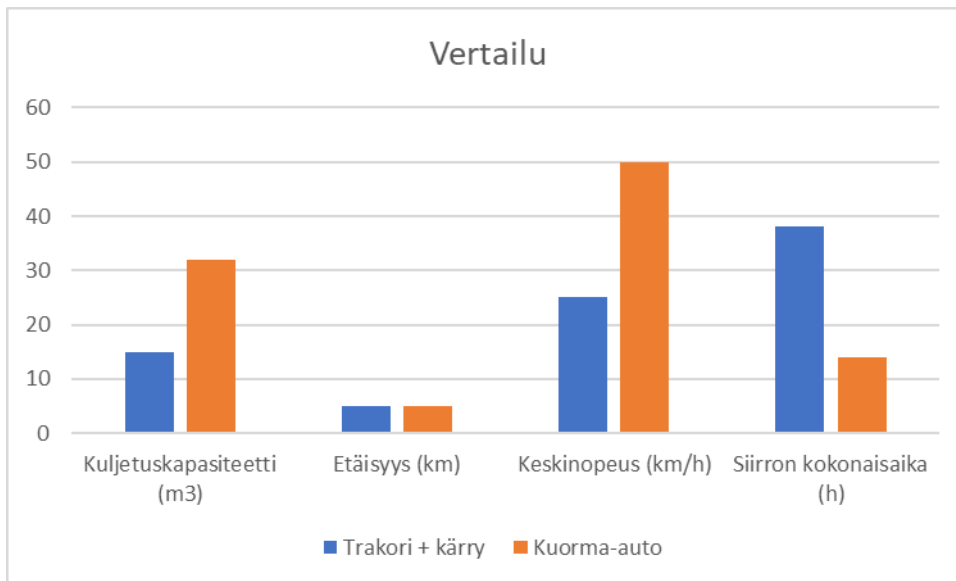
Vertailussa tilan oman kaluston ja vaihtoehtoisen kaluston välillä, kuorma-autolla tapahtuva siirto on jokaisella tarkastelussa olevalla etäisyydellä ja keskinopeudella nopein ja kustannustehokkain vaihtoehto lietteen siirrossa. Lyhyemmällä ja nopeammalla siirtomatalla oman kaluston käyttö on vielä ajallisesti ja kustannusten puitteissa mahdollista, mutta siirtomatkan kasvaessa, on kuorma-auton kuljetuskapasiteetti ja suurempi mahdollinen keskinopeus kasvattaa erotusta kuorma-auton käytölle merkittävästi. Mikäli siirrettävä lietemäärä olisi vielä suurempi, ero työajan säästössä nousee merkittävästi.



Kuva 4. Viiden kilometrin siirto nopeammalla reittivaihtoehdolla.

Siirtomatkan ollessa viisi kilometriä nopeammilla keskinopeuksilla tilan omalla kalustolla suoritettavan siirron kokonaisaika on 29 työtuntia ja kuorma-autolla suoritettavan siirron kokonaisaika 13 työtuntia. Työaika ero kuorma-autolla suoritettavan siirron eduksi laskennallisesti on 16 työtuntia.

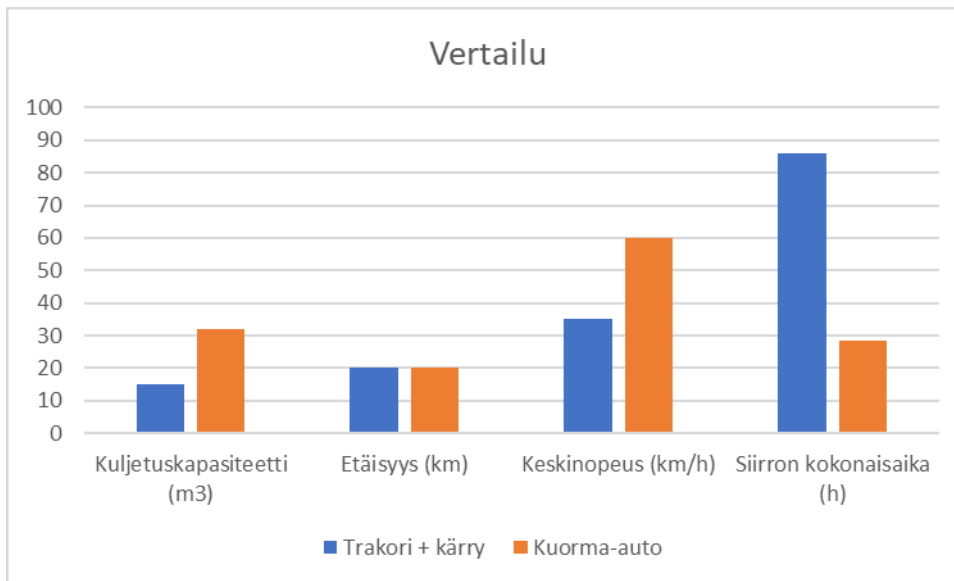
Kustannusero viiden kilometrin siirtoon nopeammalla keskinopeudella on suhteellisen maltillinen, mutta mikäli siirrettävä määrä olisi suurempi, erot kuorma-auton hyväksi kasvaisivat merkittävästi. Tilan omalla kalustolla suoritettavan siirron kokonaiskustannus on laskennallisesti 2033,33 euroa ja yhden lietekuution siirtohintaa 2,03 euroa. Kuorma-autolla suoritettavan siirron kokonaiskustannus olisi laskennallisesti 1106,77 euroa ja yhden lietekuution siirtohintaa 1,11 euroa. Näin ollen kuorma-auton käyttö lietteen siirrossa kyseisillä lähtökohdilla on 0,93 euroa edullisempi jokaista siirrettävää lietekuutiota kohden ja kokonaiskustannuksen ero kuorma-autolla suoritettavan siirron eduksi 926,56 euroa.



Kuva 5. Viiden kilometrin siirto hitaammalla reittivaihtoehdolla.

Siirtomatkan ollessa edelleen viisi kilometriä, mutta hitaammalla keskinopeudella, kuluu tilan omalla kalustolla siirtoon laskennallisesti 38 työtuntia. Kuorma-autolla tehtävään siirtoon samalla etäisyydellä, mutta hitaammalla keskinopeudella siirtoon kuluu laskennallisesti 14 työtuntia. Työaika ero kuorma-autolla suoritettavan siirron eduksi on laskennallisesti 24 työtuntia.

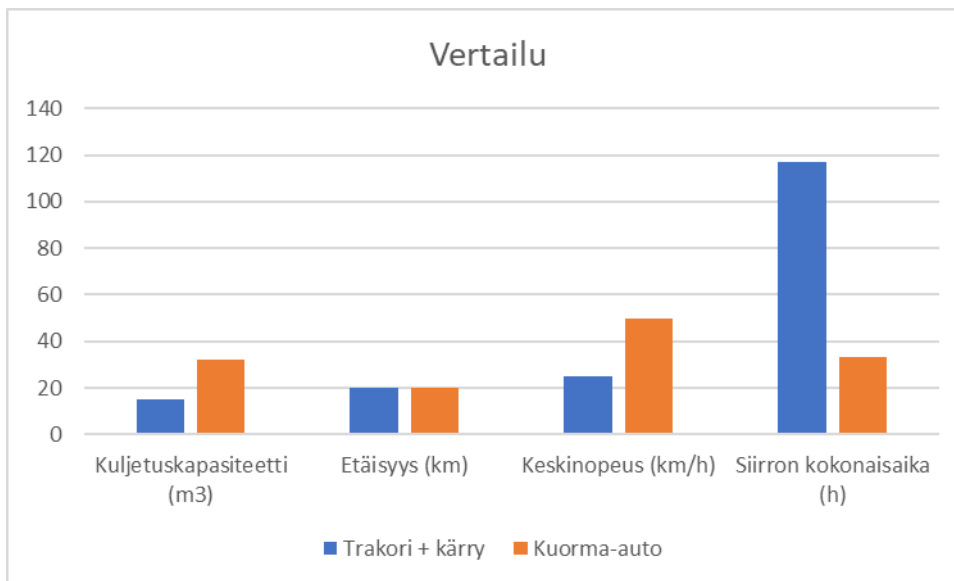
Kustannuserot etäisyyden säilyessä samana, mutta hitaammalla keskinopeudella, eivät merkittävästi kasva. Tilan omalla kalustolla suoritettavan siirron kokonaiskustannukseksi muodostuu 2566,67 euroa ja yhden siirrettävän lietekuution hinnaksi laskennallisesti tulee 2,57 euroa. Kuorma-autolla suoritettavan siirron kokonaiskustannus on laskennallisesti 1195,31 euroa ja yhden siirrettävän lietekuution hinnaksi tulee laskennallisesti 1,20 euroa. Kokonaiskustannusero kuorma-autolla suoritettavan siirron hyväksi on 1371,36 euroa ja yhden siirrettävän lietekuution kustannus kuorma-autolla suoritettavan siirron hyväksi on laskennallisesti 1,37 euroa vähemmän kuin tilan omalla kalustolla suoritettavan siirron.



Kuva 6. Kahdenkymmenen kilometrin siirto nopeammalla reittivaihtoehdolla.

Etäisyyden kasvaessa kahteenkymmeneen kilometriin, mutta nopeammalla keskinopeudella, kuluu tilan oman kaluston käytöllä tuhannen lietekuution siirtoon 86 työtuntia. Kuorma-autolla tehtävään siirtoon nopeammalla keskinopeudella siirtoon kuluu laskennallisesti 28,5 työtuntia. Työaika ero kuorma-autolla suoritettavan siirron hyväksi laskennallisesti on 57,5 työtuntia.

Pidemmällä siirtomatalla kustannuserot kuorma-autolla suoritettavan siirron eduksi kasvavat merkittävästi. Kahdenkymmenen kilometrin siirtomatalla tilan oman kaluston käyttö on huomattavan kallista ja kuluttaa paljon työaika. Kokonaiskustannus tuhannen lietekuution siirtoon tilan omalla kalustolla on laskennallisesti 6033,33 euroa ja yhden lietekuution siirtokustannus laskennallisesti on 6,03 euroa. Kuorma-autolla suoritettavan siirron kokonaiskustannus on laskennallisesti 2434,90 euroa ja yhden lietekuution siirtokustannus laskennallisesti 2,43 euroa. Kokonaiskustannusero kuorma-autolla suoritettavan siirron hyväksi on laskennallisesti 3598,43 euroa vähemmän kuin tilan omalla kalustolla suoritettavan siirron. Yhden siirrettävän lietekuution kustannus kuorma-autolla suoritettavan siirron hyväksi 3,60 euroa vähemmän kuin tilan omalla kalustolla suoritettavan siirron.



Kuva 7. Kahdenkymmenen kilometrin siirto hitaammalla reittivaihtoehdolla.

Etäisyyden ollessa edelleen kaksikymmentä kilometriä, mutta hitaammilla keskinopeuksilla, kuluu tilan omalla kalustolla tuhannen lietekuution siirtoon laskennallisesti 117 työtuntia. Kuorma-autolla saman lietemäärän siirtoon hitaammalla keskinopeudella kuluu 33 työtuntia. Työaika ero kuorma-autolla suoritettavan siirron hyväksi laskennallisesti on 84 työtuntia.

Kustannuserot kahdenkymmenen kilometrin siirtomatalla hitaammalla keskinopeudella kasvavat entisestään. Tilan omalla kalustolla tuhannen lietekuution siirron kokonaiskustannus laskennallisesti on 8166,67 euroa ja yhden siirrettävän lietekuution hinnaksi laskennallisesti tulee 8,17 euroa. Kuorma-autolla suoritettavan siirron kokonaiskustannus laskennallisesti on 2789,06 euroa ja yhden siirrettävän lietekuution hinnaksi laskennallisesti tulee 2,79 euroa. Kokonaiskustannusero kuorma-autolla suoritettavan siirron hyväksi on laskennallisesti 5377,61 vähemmän kuin tilan omalla kalustolla suoritettavan siirron kokonaiskustannus. Yhden siirrettävän lietekuution siirron laskennallinen kustannus on 5,38 vähemmän kuin tilan omalla kalustolla suoritettavan yhden lietekuution siirron.

3.4 Riskit

Riskejä mietittäessä suurin vakavin tilaan kohdistuva riski on varmasti tautiriski, jos käytössä on ulkopuolinen kuljetusliike, joka hoitaa syötteiden kuljetukset tiloilta biokaasulaitokselle. Reittisuunnittelun ja tautisulkujen varmistaminen ovat keinoja, joilla riskejä voidaan ehkäistä. Kuitenkin jokainen ulkopuolinen henkilö tilan tuotantotilojen läheisyydessä vieraileva aiheuttaa tilalle tautiriskin. (Maatilan Pellervo 2019.)

Logistiikasta aiheutuvia riskejä pohdittaessa oman kuljetuskaluston käyttö tilan oman työvoiman avulla on riskien kannalta maltillisinta. Kuitenkin kalustolla voidaan joutua olemaan kosketuksissa toisten tilojen syötteiden kanssa biokaasulaitoksen vastaanottopisteellä, mutta riskiä voidaan ehkäistä vastaanottopisteen hyvällä puhtaanapidolla. Kuitenkin hyvällä reittisuunnittelulla voidaan merkittävästi vähentää tilalle kohdistuvaa tautiriskiä, jos syötteiden siirtoon käytetään ulkopuolista urakoitsijaa tai yrittäjää.

Riskienhallinnasta johtuvat kustannukset saattavat myös nostaa ulkopuolisen kuljetusyrittäjän käytön kustannuksia, mikäli kalusto joudutaan puhdistamaan ja desinfioimaan tilalla käynnin jälkeen. Kuitenkin logistiikkaa suunniteltaessa riskienhallinnan kannalta järkevintä olisi suorittaa syötteiden siirto tilalta alusta loppuun yhtäjaksoisesti siten, ettei kuljetuskalusto käy saman päivän aikana toisilla tiloilla ja päivän jälkeen kalusto voitaisiin puhdistaa ja desinfioida seuraavan tilan siirtoja varten. Näin säästettäisiin myös huomattava määrä työaikaa ja kustannuksia.

Liikenneturvallisuuden kannalta kuorma-autolla suoritettava siirto on merkittävästi turvallisempaa, kuin tilojen omalla kalustolla. Riskienhallinnalla tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla riskejä ja niistä aiheutuvia vahinkoja vähennetään. Riskien tunnistaminen ja arviointi ovat riskienhallinnan lähtökohtia. Jokaisessa toimitusketjussa riskitekijät ovat kuitenkin erilaisia ja sen takia ne on arvioitava tapauskohtaisesti. Tunnistamattomia riskejä ei

tietenkään voi hallita. Lisäksi on tärkeää miettiä etukäteen mitä maksaa, jos vahinko tapahtuu. Riskienhallinnan vuoksi riskejä yleensä vakuutetaan. (Logistiikan maailma, Toimitusketjujen riskienhallinta 2021.) Vaikka kuormakoko kuorma-autossa on yli kaksinkertainen esimerkkitalan kalustoon verrattuna, niin liikenneturvallisuus kuorma-autossa on huomattavasti parempi, sillä kuorma-autojen määräaikaistakaukset takaavat sen, että kaluston on oltava tieliikennekelpoinen ja esimerkiksi jarrujen on oltava kunnossa.

4 MAHDOLLISET JATKOJALOSTEET

Biokaasulaitos-hankeen toteutuessa syötteitä luovuttavien tilojen on mahdollista vastaanottaa biokaasuprosessista syntyviä jatkojalosteita kasvituotannon käyttöön. Tätä opinnäytetyötä tehdessä ei ole vielä tiedossa minkälaisessa muodossa tilat voisivat vastaanottaa jatkojalostetta, mutta vertailun vuoksi käyn erilaisia mahdollisuuksia läpi.

Biokaasulaitokselta saatavien jatkojalosteiden hyödyt ovat yksittäisen tilan näkökulmasta merkittäviä. Jatkojaloste on tasalaatuisempaa, hygieenisempää ja sitä voidaan käyttää myös luomuviljelyssä. Lisäksi se on lannoitevaikutuksiltaan nopeatehoisempaa kuin alkuperäinen syöte. Lannan käyttöä kasvituotannossa rajoittaa fosforin runsas suhteellinen osuus ja typen heikko liukoisuus. Biokaasuprosessissa typen liukoisuus paranee, mutta prosessissa lisätty nurmimassa myös korjaa ravinnekoostumusta käyttökelpoisempaan muotoon. Muut jakeet, kuten biojätteet lisäävät mädätysjäännöksen arvoa entisestään (Kari ym. 3 – 4).

4.1 Raelannoite

Raemuotoinen lannoite olisi tilan näkökulmasta paras mahdollinen jatkojaloste, jota syötteitä luovuttava tila voisi vastaanottaa kasvituotannon käyttöön. Erityisesti raemuotoisen lannoitteen etuna kiinteään lannoitteeseen on sen käytettävyys ja varastointiominaisuudet. Raemuotoinen lannoite voidaan varastoida monella erilaisella tavalla ja sen levitysominaisuudet ovat tilan näkökulmasta nopeat ja edulliset. Raelannoite voidaan levittää normaalilla traktorin perässä vedettävällä tai nostolaitteessa kiinni olevalla lannoitteenlevittimellä, jolloin levitystarkkuus ja tehokkuus ovat huomattavasti parempia, kuin esimerkiksi lietevaunulla.

Esimerkkinä Lakeuden Etapin tuotevalikoimassa on raemuotoinen maanparannuslannoite Ranu, jonka valmistukseen on käytetty biojätettä ja puhdistamolietettä, joten se on täysin kierrätettyä. Ranun käyttökohteita ovat muun muassa maatalouden kasvituotanto, puutarhat ja pihat. Lannoite on rakenteeltaan hyvin tiivis, joten se on hitaasti liukeneva ja näin ollen

pitkävaikutteinen lannoite ja valvottu valmistusprosessi takaa lannoitteen hyvän hygieenisyyden, jolloin sitä voidaan käsitellä ilman suojarusteita. Ranu maanparannuslannoite itsessään sisältää runsaasti typpeä, fosforia ja kaliumia, jolloin rakenteesta johtuvan hitaan liukenemisen ansiosta se soveltuu esimerkiksi raivion lannoittamiseen erittäin hyvin. (Lakeuden Etappi, Ranu-maanparannusaine 2021.)

Raemuotoisesta lannoitteesta ei muodostu lainkaan hajuhaittoja, jotka ovat merkittävä etu, kun osa esimerkkitalan peltolohkoista sijaitsee taajama-alueen sisällä. Lisäksi raemuotoisen lannoitteen levitykseen kuluva työaika on minimaalinen verrattuna lietevaunulla tapahtuvaan lietteen levitykseen. Lannoittamiseen kuluvan työajan väheneminen vaikuttaa suoraan myös kustannusten merkittävään alenemiseen.



Kuva 8. Lannoitteiden kuormaus pintalevittimelle (Kirjoittajan oma albumi).

4.2 Kiinteä lannoite

Kiinteän lannoitteen ominaisuudet maanparannusaineena ovat myös hyviä, sillä typpi ja fosfori ovat liukoissa muodossa, jolloin ravinteet vaikuttavat nopeasti heti kasvukauden alussa, mikäli lannoite levitetään keväällä.

Kiinteä lannoite olisi käytännössä yhtä turvallista käyttää, kuin raemuotoinen lannoite, sillä biokaasuprosessissa valmistuvat lannoite-erät hygienisoituu korkean lämpötilan lämpökäsittelyssä. Näin ollen mahdolliset taudit kuolevat korkean lämpötilan (yli 70 astetta) ansiosta ja rikkakasvien leviäminen pysähtyy kyseisen käsittelyn ansiosta. Lisäksi biokaasulaitoksessa valmistuvaa lannoitetta voidaan käyttää myös luomutuotannon tarpeisiin.

Esimerkkitalan näkökulmasta kiinteän lannoitteen käyttö ei ole poissuljettua, mutta työajan ja kustannusten näkökulmasta raelannoite on huomattavasti parempi vaihtoehto. Kiinteän lannoitteen levitys täytyisi suorittaa traktorilla vedettävällä lietevaunulla. Vaikka levitysmäärät hehtaaria kohti olisivatkin pienemmät kuin tavallista lietalantaa levitettäessä, niin siitä huolimatta raemuotoinen lannoite olisi järkevin vaihtoehto tilan kannalta. Kiinteä lannoite ei myöskään olisi täysin hajuton vaihtoehto, jolloin taajama-alueella sijaitsevien peltolohkojen lannoittamisessa täytyisi ottaa myös mahdolliset hajuhaitat huomioon. Lisäksi kiinteän lannoitteen vastaanottaminen ei tuo tilalle varastointia koskevia etuja verraten raemuotoisen lannoitteen vastaanottoon. Vastaanotettava lannoite jouduttaisiin pumpaamaan takaisin lietesäiliöön, josta se taas levityksen yhteydessä pumpattaisiin takaisin levityskärryyn.

4.3 Jatkojalosteiden käyttö

Mikäli biokaasuhanke Alavudella toteutuu ja alueen maatilat saavat vastaanottaa, tai ostaa jatkojalostetta kasvituotantonsa käyttöön, niin vaikutukset tulevat olemaan joka tapauksessa positiiviset varsinkin ympäristön kannalta. Vaikka jatkojaloste olisi missä muodossa tahansa, niin sen ominaisuudet takaavat merkittävän hajuhaittojen vähenemisen alueella, jolloin mahdollinen vastakkainasettelu maanviljelijöiden ja muiden asukkaiden välillä

vähenee. Jatkojalosteet ovat prosessoinnin ansiosta tiiviimmässä muodossa, jolloin kasvituotannon lannoituksen levitysmäärät ovat huomattavasti pienemmät ja lisäksi huuhtoutumisen riski vähenee huomattavasti, jonka vuoksi alueen vesistöjen rehevöityminen hidastuu.

Jatkojalosteen käyttökohteita esimerkkitalalla olisivat keväällä suoritettava viljojen kylvölannoitus, joka voidaan suorittaa tilan omalla kalustolla, oli jatkojaloste kiinteässä- tai raemuodossa. Tulevien peltoraivioiden lannoittaminen olisi myös yksi käyttökohteista. Pääasiallinen käyttökohde tilalla olisi kuitenkin nurmien lannoittaminen, johon työaika kuluu nykyisellä menetelmällä huomattavan paljon.

4.4 Logistiikka

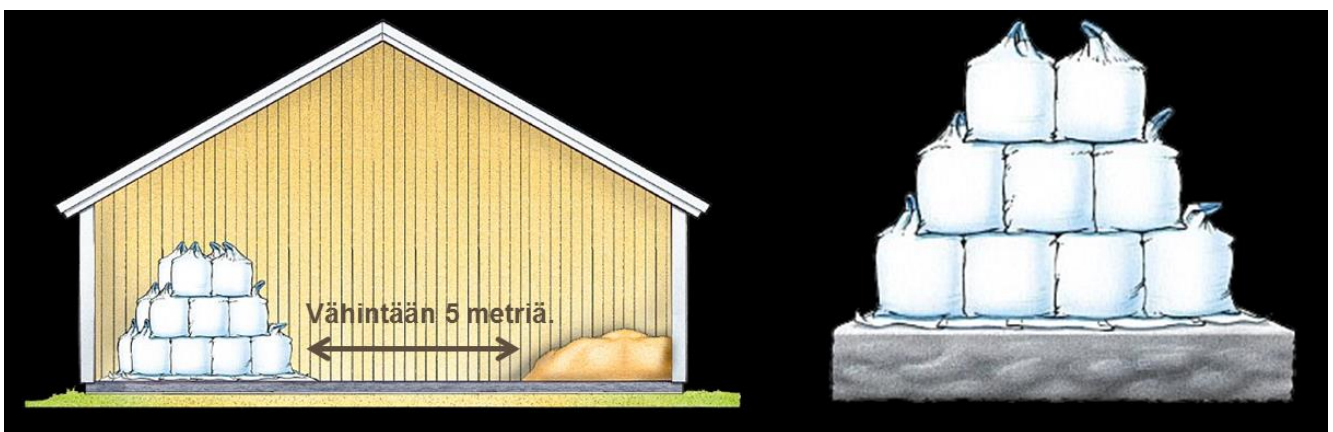
Logistisesti raemuotoinen lannoite on huomattavasti kustannustehokkaampaa kiinteään lannoitteeseen verrattuna. Raemuotoisen lannoitteen kuljettaminen voidaan hoitaa monella tavalla. Esimerkiksi pienempien määrien nouto biokaasulaitokselta voitaisiin hoitaa henkilöauton perässä olevalla peräkärryllä. Suurempien määrien kuljetus voidaan hoitaa traktorilla ja perävaunulla tai esimerkiksi kuorma-autolla. Raemuotoisen lannoitteen levitys kasvituotannon käyttöön tapahtuisi tilan omalla lannoitteen levittimellä, jonka kuljetuskapasiteetti on noin 2000 kiloa. Tällöin maantieajo nurmien lannoittamisessa vähenisi merkittävästi, sillä oletuksena on, että biokaasulaitoksella prosessoitu raelannoite olisi erittäin ravinteikasta, jolloin hehtaarikohtaiset levitysmäärät voisivat olla huomattavasti pienemmät ja yhdellä koneellisella voitaisiin lannoittaa useita hehtaareita.

Kiinteän lannoitteen järkevä kuljetus biokaasulaitokselta tilalle on kuorma-autolla, johon edellä mainittuja kustannus- ja työaikalaskelmia voidaan soveltaa. Lisäksi lannoitteen levitys kasvituotannon käyttöön tulisi tehdä lietevaunulla, jolloin traktorilla jouduttaisiin edelleen ajamaan runsaasti maantiellä.

4.5 Varastointi

Syötteiden luovutus biokaasulaitoksen käyttöön on usein keino saavuttaa tilalle lisää lietteen varastointitilaa. Mikäli biokaasulaitokselta vastaanotettava jatkojaloste olisi kiinteää mädätettä, niin varastointia varten tilalla tulisi olla katettu laakasiilo, johon mädäte voitaisiin sijoittaa varastoon. Hyvät varastointi- ja siivouskäytännöt ovat tärkeitä tilojen työturvallisuuden kannalta. Lannoitteet ovat suositeltavaa säilyttää suljetussa varastotilassa, joka suojaa tuotetta sään vaihteluilta (kuten auringolta ja sateelta) ja pienentää varkauksien mahdollisuutta. (Yara, lannoitteiden varastointi 2021.)

Mikäli jatkojaloste voitaisiin puristaa tiiviiseen raemuotoon, varastoinnin vaihtoehdot ovat huomattavasti monipuolisemmat. Raelannoite voidaan pakata joko säkkeihin tai se voidaan noutaa irtotavarana traktorilla ja peräkärriellä. Peräkärriellä noudettava lannoite tulisi kuitenkin varastoida niin, ettei lannoite pääse imemään kosteutta, jolloin se saattaisi paakkuuntua. Säkkeihin pakattu lannoite voidaan varastoida monella tapaa. Helpoin tapa varastoida säkeissä oleva lannoite on kuormalavojen päälle avonaiselle paikalle päällekkäin ja peittää päällimmäiset säkit kevytpeitteen avulla, niin että kevytpeitteen päälle tulee riittävästi painoja, ettei tuuli pääse säkkien ja peitteen väliin. Säkit tulee asetella lomittain pyramidimaiseen muotoon, siten, että pino ei kallistu tai muuten säkit on koottava pinon uudelleen. Peitettä poistaessa tulee noudattaa äärimmäistä varovaisuutta ja peitteen poistaminen kannattaa toteuttaa hyvissä sääolosuhteissa työturvallisuuden turvaamiseksi.



Kuva 9. Havainnekuva turvallisesta lannoitesäkkien varastoinnista (Yara, lannoiteturvallisuus).

Sisävarastointi on lannoitteille turvallinen ja hygieeninen tapa säilyttää lannoitteen paras mahdollinen laatu. Suljettu rakennus, joka suojaa lannoitteita erityisesti auringon valolta, kosteudelta ja jonka ympäristö on puhdas, takaa lannoitteen hyvät levitysominaisuudet, kun lannoitetta levitetään kasvituotannon käyttöön. Säkit tulee säilyttää lomittain, mikäli säkit säilytetään päällekkäin ja lattiapinnan tulee olla mahdollisimman tasainen. Säkkien ympärillä tulee olla riittävästi tilaa ja etäisyys katorakenteisiin on oltava riittävä, ettei kuormatessa rakennuksen katorakenteisiin koidu vaurioita. Lisäksi varastointitilan tulee olla erillään tulenaroista kohteista. (Yara, lannoitteiden varastointi 2021.)

Tilan kannalta paras mahdollinen jatkojaloste, kun mietitään varastointia, olisi raemuotoinen lannoite, jonka varastointiominaisuudet ovat huomattavasti helpommin toteuttaa verrattuna kiinteään mädätteeseen. Lisäksi raemuotoinen lannoite on huomattavasti helpompaa, turvallisempaa ja hygieenisempää käyttää kasvituotannon käyttöön.

5 POHDINTA

Yksittäisen maatilan näkökulmasta biokaasulaitoksen rakentaminen Alavudelle toisi uusia vaihtoehtoja peltobiomassojen ja karjanlannan käyttöön. Erityisesti karjanlannasta voi tiloille aiheutua ylimääräisiä huolia, mikäli kevät viivästyy ja peltolohkoille ei päästä levittämään karjanlanta. Biokaasulaitos toisi erittäin hyvän vaihtoehdon karjanlannan luovutukseen lannoitevaikutuksia unohtamatta, sillä luovutetun karjanlannan tilalle maatila saisi biokaasulaitokselta tuotantoprosessissa syntyvää jatkojalostetta, joka parhaassa tapauksessa voisi olla huomattavasti edullisempaa ja nopeampaa käyttää kasvituotannon tarpeisiin, kuin karjanlanta. Mikäli jatkojaloste tulisi olemaan raemuodossa, niin lannoitteen varastointikysymys olisi helposti ratkaistavissa ja lannoitteen levittämiskustannus kasvituotannon tarpeisiin hyvin maltillinen verrattuna kiinteän lannoitteen levitykseen. Myös ympäristön ja muiden asukkaiden kannalta jatkojalosteen käyttö kasvituotannon tarpeisiin on miellyttävämpää karjanlantaan verrattuna, sillä jatkojaloste, oli se missä muodossa tahansa, vähentää merkittävästi lannoituksesta aiheutuvia hajuhaittoja. Lisäksi ravinnerikkaamman jatkojalosteen vuoksi kuljetusmäärät tilan ja peltolohkojen välillä vähenevät merkittävästi.

Tätä opinnäytetyötä tehdessäni ei ollut vielä varmuudella selvää, miten hankkeen toteutuessa syötteiden kuljetus hoidetaan tiloilta biokaasulaitokselle. Kävin työssäni läpi erilaisia vaihtoehtoja kuljetusetäisyyksille ja erilaisilla keskinopeuksilla selvittääkseni logistiikasta aiheutuvia kustannuksia ja työajan määrää, mikä logistiikasta mahdollisesti laskennallisesti muodostuu. Vertasin laskelmissani tilan oman kaluston käyttöä ja kuorma-autolla suoritettavaa lietelannan siirtoa. Laskelmat osoittivat jokaisessa osiossa sen, että kuorma-autolla tehtävä siirto on joka kerta kustannustehokkaampaa ja työajan säästöä tapahtuu jo lyhyilläkin siirtoetäisyyksillä. Mitä suuremmiksi etäisyydet kasvavat, kuorma-autolla tehtävän siirron kustannustehokkuus oman kalustoon käyttöön verrattuna kasvaa merkittävästi. Lisäksi työajan säästö on hyvin huomattava, kun siirtoon käytetään kuorma-autoa.

Opinnäytetyötä aloittaessani suhtauduin biokaasulaitos-hankkeeseen hiukan skeptisesti, sillä en ollut ajatellut kaikkia mahdollisia hyötyjä mitä se toteutuessaan toisi lähialueen maataloille. Selvitystyötä tehdessäni biokaasulaitoksen hyödyt avautuivat tarkemmin ja

motivaatio työn läpi viemiseen kasvoi sen mukaan. Asettamani tavoite selvittää yksittäisen maatalan hyödyt biokaasulaitoksesta onnistui mielestäni hyvin, sillä onnistuin selvittämään erilaisia kysymyksiä, mitkä itseänikin mietitytti ennen selvityksen aloittamista. Pehdyin erityisesti logistiikasta aiheutuviin kustannuksiin ja niitä koskeviin säästöihin kustannuksissa ja työajassa, mitä yksittäinen maatila voi saavuttaa biokaasulaitos-hankkeen toteutuessa. Suurimpana haasteena työn läpi viemiseksi koitui mielestäni oma ajankäyttö ja kirjoittamisen aloittaminen. Kuitenkin aloittamisen jälkeen kirjoitustyön tekeminen sujui useimmiten hyvin. Yllätyin taustatyötä tehdessäni, miten hyvin materiaalia oli saatavilla aiheen tueksi, vaikka kyseisen kokoluokan hankkeita ei Suomessa kovin montaa ole.

Opinnäytetyöni lopputulokseen olen mielestäni tyytyväinen, mutta jatkotutkimuksena selvittäisin laajemmin biokaasulaitokselta saatavan jatkojalosteen merkitystä ja siitä saatavia hyötyjä kasvituotannossa verrattuna tiloilla käytössä olevaan karjanlantaan ja muihin markkinoilla oleviin kemiallisiin lannoitteisiin.

LÄHTEET

- Ajosenpää, H., Ajosenpää, T. & Paananen, S. 2020. ProAgria hankejulkaisut-sarja. Lanta tehokkaaseen käyttöön. [Verkkojulkaisu]. ProAgria Länsi-Suomi. [Viitattu 18.2.2021]. Saatavana: https://varsinais-suomi.mtk.fi/documents/197812/0/Maveka-Lantaopas-2020-FINAL_v.2-sivuittain.pdf/a3016623-6e9d-f3d4-370f-e2ceeab0746d?t=1599458508820
- Biokaasu. Ei Päiväystä. [Verkkojulkaisu]. Suomen biokierto ja Biokaasu ry. [Viitattu 30.3.2021]. Saatavana: <https://biokierto.fi/biokaasu/>
- Biokaasun mahdollisuudet Alavudella ja Kuortaneella näyttävät lupaavilta. 20.4.2020. [Verkkojulkaisu]. Alavus. [Viitattu 18.2.2021]. Saatavana: <https://www.fasadi.com/fi/kehittamishankkeet/biokaasuhankkeet.html>
- Biokaasun mahdollisuudet Alavudella ja Kuortaneella näyttävät lupaavilta. 20.4.2020. [Verkkojulkaisu]. Alavus. [Viitattu 5.3.2021]. Saatavana: <https://www.fasadi.com/fi/kehittamishankkeet/biokaasuhankkeet.html>
- Energiaa pelloilta. 6.8.2020. [Verkkoartikkeli]. Motiva. [Viitattu 9.3.2021]. Saatavana: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta
- Kari, M. & Häkkinen, P. Ei päiväystä. ProAgria hankejulkaisut-sarja. Maatalouden peltobiomassat biokaasulaitoksessa. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 18.2.2021]. Saatavana: https://energiatehokkaasti.fi/sites/energiatehokkaasti/files/maatalouden_biomassat_biokaasulaitoksessa_opas09s_korjattu_1.pdf
- Kari, M. & Häkkinen, P. Ei päiväystä. ProAgria hankejulkaisut-sarja. Maatalouden peltobiomassat biokaasulaitoksessa. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 23.3.2021]. Saatavana: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/maatalouden_biomassat_biokaasulaitoksessa_opas_s.pdf
- L 18.12.2014/1250. Ympäristönsuojelulaki.
- Lannoitteiden varastointi. Ei päiväystä. [Verkkojulkaisu]. Yara. 2021. [Viitattu 24.3.2021]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/lannoiteturvallisuus/lannoitteiden-varastointi/>
- Liespuu, S. 2019. Jokainen vieras kasvattaa tautiriskiä. [Verkkojulkaisu]. Maatilan Pellervo. 2019. [Viitattu 10.3.2021]. Saatavana: <https://maatilanpellervo.fi/2019/04/04/jokainen-vieras-kasvattaa-tautiriskia/>
- Logistiikan Maailma. Ei päiväystä. Logistiikka. [Verkkojulkaisu]. Reijo Rautauoman säätiö. 2021. [Viitattu 10.3.2021]. Saatavana: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>

Logistiikan Maailma. Toimitusketjujen riskienhallinta. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. Reijo Rautauoman säätiö. 2021. [Viitattu 25.3.2021]. Saatavana: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/toimitusketjun-riskienhallinta/>

Luonnonvarakeskus. Ei päiväystä. Biokaasulaskuri. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 5.3.2021]. Saatavana: <https://maatalousinfo.luke.fi/fi/laskurit/biogas>

Ranu-maanparannusrae. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. Lakeuden Etappi. 2021. [Viitattu 29.3.2021]. Saatavana: <https://www.etappi.com/palvelut/tilattavat-palvelut-ja-tuotteet/ranu-maanparannusrae/>

Ravinnerenki. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. Savonia-ammattikorkeakoulu. [Viitattu 9.3.2021]. Saatavana: https://ravinnerenki.savonia.fi/images/Lietelannan_varastointi_ja_levitt%C3%A4minen.pdf

Rikkonen, P., Harmoinen, T. & Teräväinen, H. 2008. Maatilayrityksen menestystekijät. Porvoo: WS Bookwell Oy.