



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Essi Korpela

MONILOKEROAUTON  
SOVELTAMINEN BIOJÄTTEEN  
KULJETUKSESSA

Ab Ekorosk Oy

Tekniikka ja liikenne  
2013

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Essi Korpela
Opinnäytetyön nimi	Monilokeroauton soveltaminen biojätteen kuljetuksessa
Vuosi	2013
Kieli	suomi
Sivumäärä	32 + 4 liitettä
Ohjaaja	Riitta Niemelä

---

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin mahdollisuutta soveltaa monilokeroautoa biojätteen ja energiajätteen kuljetukseen. Toimeksiantaja Ab Ekorosk Oy:n tulevaisuuden visiona on tehdä biojätteestä bioetanolia yhdessä yhteistyökumppanin kanssa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten haastavan biojätteen kuljetus monilokeroautolla käytännössä onnistuu. Työssä pyritään tuomaan esiin myös taloudellisia näkökulmia.

Opinnäytetyön teoriaosassa käsitellään Ab Ekorosk Oy:tä, biojätteen ominaisuuksia, bioetanolia ja sen valmistamista sekä jäteautotyyppjä ja erilaisia monilokeroautoja. Työn soveltavassa osiossa etsitään soveltuvaa monilokeroista jäteautoa biojätteen kuljetukseen. Osiossa on selvitetty auton rakenteen ja käytön kannalta olennaisia asioita. Myös monilokeroauton etuja ja haittoja on eritelty. Käytännön kokemusta aiheesta saatiin haastatteleamalla alan asiantuntijoita.

Aihetta tutkiessa havaittiin, että biojätettä pystytään kuljettamaan monilokeroautolla, kunhan auto on tarkoitusta varten rakennettu. Tällöin autossa on kiinnitetty huomiota erityisesti tiiveyteen ja painopisteen merkitykseen. Monilokeroauton käytön hyödyt vaihtelevat alueen asumistiheydestä riippuen. Bioetanolin tuotantoa varten biojäte tulisi kerätä viikoittain. Biojätettä ei kuitenkaan välttämättä synny tarpeeksi kuljetusmatkoihin nähden, joten visio biojätteen keräämisestä bioetanolin valmistusta varten ei taloudellisesti välttämättä kannata.

## ABSTRACT

Author	Essi Korpela
Title	Multi-Chamber-Loader Application of Organic Waste Transport
Year	2013
Language	Finnish
Pages	32 + 4 Appendices
Name of Supervisor	Riitta Niemelä

---

This thesis was made to find out the feasibility of multi-chamber-loader to transport both organic and energy waste. Vision for the future of Ab Ekorosk Oy is to produce bioethanol from organic waste in cooperation with partner. The purpose of this thesis was to find out how transport of organic waste can be done by multi-chamber-loader in practice. In this thesis it is tried to bring out also the economic perspective.

The theory section of this thesis includes information about Ab Ekorosk Oy, feature of organic waste, bioethanol and its production and different types of garbage trucks and multi-chamber-loaders. In the applied section of this thesis it is searched a multi-chamber-loader that could transport organic waste. Essential things for structure and operation of the garbage truck are found out in this section. Also the advantages and disadvantages of multi-chamber-loaders are specified. Practical experience of the topic was got by interviewing experts in the field.

It was found out that it is possible to transport organic waste by multi-chamber-loader as long as the truck is built for this purpose. In this case it is paid attention to trucks tightness and the center of gravity and its purpose. Advantages of using multi-chamber-loader varies depending how densely populated the area is. For bioethanol production organic waste should be picked up weekly. However, it is possible that organic waste is not formed enough comparing of transport distance and the expenses it causes. That is why the vision is not necessarily economically profitable.

## SISÄLLYS

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
2	AB EKOROSK OY .....	8
	2.1 Historia ja nykytila.....	8
	2.2 Järjestelmä.....	8
	2.3 Visio.....	9
3	JÄTEAUTOTYYPIT .....	11
	3.1 Pakkaajat .....	11
	3.1.1 Takalastaajat.....	11
	3.1.2 Sivulastaajat .....	12
	3.1.3 Etulastaajat .....	12
	3.2 Vaihtolava-auto.....	13
	3.3 Imuauto ja säiliöauto.....	13
4	MONILOKEROAUTOT.....	15
	4.1 2-lokerotakalastaaja .....	15
	4.2 2-lokerosivulastaaja .....	16
	4.3 Pakkaaja etulokerolla .....	16
	4.4 Nelilokeropakkaaja QUATRO.....	17
	BIOJÄTE .....	18
	4.5 Lainsäädäntö .....	18
	4.6 Biojätteen erilliskeräys.....	18
	4.7 Biojätteen hyödyntäminen .....	18
	4.7.1 Kompostointi.....	19
	4.7.2 Mädätys .....	19
	4.7.3 Poltto sekajätteen joukossa .....	19
	4.7.4 Bioetanolin valmistus.....	20
5	BIOETANOLI.....	21
	5.1 Raaka-aineet.....	21
	5.2 Valmistus .....	21
	5.3 Käyttö.....	22

	5
5.4 Edut.....	22
5.5 Haitat.....	23
6 MONILOKEROAUTON SOVELTAMINEN BIOJÄTTEEN AJOSSA .....	24
6.1 Auton rakenne ja ominaisuudet .....	24
6.2 Keräysalueen vaikutus .....	25
6.3 Kustannukset.....	25
6.4 Haasteet.....	26
7 TULOKSET .....	27
8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	29
LÄHTEET.....	30
LIITTEET	

**LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Kuva 2-lokerotakalastaajasta

**LIITE 2.** Kuva 2-lokerosivulastaajasta

**LIITE 3.** Kuva pakkaajasta etulokerolla

**LIITE 4.** Kuva nelilokeropakkaajasta

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on kunnallinen jäteyhtiö Ab Ekorosk Oy. Ohjaajana on toiminut jäteyhtiön toimitusjohtaja Olli Ahllund. Työn tarkoituksena oli selvittää mahdollisuutta käyttää monilokeroautoa biojätteen ja energiajätteen samanaikaiseen kuljetukseen. Tätä mahdollisuutta tutkitaan, koska toimivan ratkaisun löytyessä se säästäisi niin ympäristöä, aikaa kuin ajokilometrejäkin. Huomion arvoista on myös jätteenkäsittelyn vähenevä tarve, kun jätejakeita ei sekoiteta kuljetusvaiheessa. Jätejakeet pysyisivät erillään keräyksestä kuljetuksen kautta käsittelyyn asti.

Jäteyhtiön visiona on valmistaa erilliskerätystä biojätteestä bioetanolia yhteistyökumppanin kanssa. Tässä opinnäytetyössä on etsitty soveltuvaa monilokeroautoa, millä kuljetukset voitaisiin hoitaa. Lisäksi on pohdittu asioita, jotka saattavat vaikuttaa vision toteutuskelpoisuuteen.

Työn tärkein tarkoitus oli löytää jäteyhtiön tarpeisiin soveltuva jäteauto, jolla pystyttäisiin kuljettamaan kahta jätejakeita kerrallaan. Työssä on tutkittu erilaisia monilokeroautoja sekä niiden ominaisuuksia. Monilokeroautolla kuljetettaisiin energiajätteen lisäksi myös ominaisuuksiltaan haastavaa biojätettä. Märän ja painavan biojätteen kuljetukseen soveltuvan monilokeroauton etsinnässä kiinnitettiin huomiota auton tiiveyteen, rakenteeseen ja käyttöön. Alan asiantuntijoilta työhön saatiin arvokasta käytännön kokemuksen tuomaa tietoa.

## **2 AB EKOROSK OY**

### **2.1 Historia ja nykytila**

Ab Ekorosk Oy on kunnallinen jäteyhtiö, joka on perustettu vuonna 1990. Tuolloin osakkeenomistajia olivat perustajakunnat Pietarsaari, Pedersöre, Kruunupyy, Uusikaarlepyy ja Luoto. Vuoteen 1995 asti Ekorosk käsitti vain edellä mainitut kunnat. Alueella asukkaita oli tuolloin noin 45 000. Vuosien 1996 ja 2002 välisenä aikana Ekoroskiin liittyivät Kaustinen, Oravainen, Evijärvi, Veteli, Korttesjärvi, Alahärmä, Kokkola, Lohtaja ja Kälviä. Asukkaiden määrä laajentuneella toiminta-alueella on noussut jo 115 600 asukkaaseen. /3/

Vuonna 2013 toimialueeseen kuuluu 11 kuntaa. Alueella on 22 hyötykäyttöasemaa ja 271 ekopistettä. Jäteasemia on kaksi ja ne sijaitsevat Pirilössä ja Storkohmossa. Jätekuljetukset ostetaan aliurakoitsijoilta. Alueella on sopimusperusteinen järjestelmä, minkä mukaan jätteiden kuljetus on jokaisen kiinteistönomistajan itse järjestettävä. /1; 3/

### **2.2 Järjestelmä**

Ekorosk-malli on kolmitasoinen: jäte, jota tulee päivittäin eli kotitalousjäte kerätään kiinteistön jäteastiaan. Viikkojäte eli kierrätettävä jäte kuljetetaan ekopisteisiin. Vuosijäte, jota tulee enemmän ja harvoin, toimitetaan hyötyjäteasemalle. /20/

Ekoroskin toiminta-alueella kotitalousjätteen lajittelu perustuu jätteiden lajittelemiseen märkä- ja kuivajätteisiin. Kuivajäte eli energiajäte laitetaan vaaleisiin pusseihin ja märkäjäte mustiin pusseihin. Pussit kerätään kiinteistökohtaisista jäteasioista ja kuljetetaan perinteisillä jäteautoilla lajittelulaitokselle. Pietarsaareissa sijaitseva Pirilön lajittelulaitos otettiin käyttöön vuonna 1993. Laitos sijoitettiin Pietarsaaren kuljetustaloudellisten selvitysten perusteella. Lajittelulaitoksen tehtävänä on lajitella märkä- ja kuivajätteet. Lajittelulaitos perustuu Optibag-järjestelmään, joka toimii optisen erottelijan avulla. Järjestelmä erottelee mustat ja vaaleat pussit toisistaan niiden kulkiessa kuljetushihnalla. Energiajäte, joka on vaaleissa pusseissa, menee hihnaa pitkin



Ewapowerin pellettitehtaalle. Ab Ekorosk Oy, Ab Avfallservice Stormossen Jätehuolto Oy ja Wisapak Oy Ab perustivat Ewapower Ab Oy:n valmistamaan energiapellettejä lajitellusta kuivajätteestä vuonna 1995. Ewapower aloitti kokeilutuotannon syksyllä 1997. Laitos sijaitsee lajitteluhallin välittömässä läheisyydessä. Pelletit käytetään Alholmens Kraftin voimalaitoksessa sähkön ja kaukolämmön tuotantoon. Mustissa pusseissa oleva biojäte kuljetetaan Stormossenin biokaasulaitokselle Mustasaareen, missä kaasu muunnetaan sähköksi. /2; 20/

Aikoinaan lajittelu märkään ja kuivaan jätteeseen valittiin lajittelumenetelmäksi, koska sillä todettiin olevan monia etuja. Jätteenpolton todettiin olevan edullisempaa, kun mukana ei ole märkäjätettä. Lisäksi kuivajakeen käsittely on helpompaa ja aiheuttaa vähemmän ympäristöongelmia. Lajittelu mahdollistaa myös useita märkäjätteen käsittelymenetelmiä. Kuljetuskustannuksissa ja investoinneissa säästettiin merkittävästi, kun keräysjärjestelmä pysyi samankaltaisena kuin ennen ja kiinteistöllä kävi edelleen vain yksi jäteauto. Erityisesti haja-asutusalueella valitulla lajittelusysteemillä todettiin olevan iso merkitys kuljetuskustannusten minimoimisessa. /20/

Viikkojäte toimitetaan ekopisteille, joista löytyy astiat paperille, lasille, paristoille sekä metallille. Osassa ekopisteistä kerätään myös pahvia. Hyötykäyttöasemille voi tuoda metallia, lasia, paperia, pahvia, sähkö- ja elektroniikkaromua, energiajätettä, puujätettä, vaarallista jätettä ja hyötykäyttöön kelpaamatonta jätettä. Vaarallinen toimitetaan Ekokemille erikoiskäsittelyyn ja hyötykäyttöön kelpaamaton jäte loppusijoitetaan. Muu jäte hyötykäytetään usein teollisuuden raaka-aineena. /20/

### **2.3 Visio**

Tulevaisuuden visiona on, että nykyinen kaksipussi-järjestelmä korvattaisiin niin, että valkoiset ja mustat pussit eli energia- ja biojäte eivät menisi enää jäteauton yhteen ja samaan lokeroon vaan ne lajiteltaisiin heti omiin lokeroihinsa jäteautossa. Opinnäytetyön tavoitteena on pohtia sopivien monilokeroautojen soveltumista tähän tarkoitukseen. Lähtökohtana muutokselle on Ekoroskin

halukkuus valmistaa bioetanolia biojätteestä yhdessä yhteistyökumppanin kanssa. Tarkoituksena on selvittää, millaisia muutoksia vision toteuttamisesta aiheutuisi.

/9/

### 3 JÄTEAUTOTYYPIT

Jätehuollon olennaisena osana on jätteiden kuljetus keräämisen ja jatkokäsittelyn välissä. Jäteauton tyyppi riippuu olennaisesti siitä, mitä jätejätettä ajetaan. Käytettävä jäteautotyyppi ja sen koko vaikuttavat muun muassa siihen millaisia astioita sillä voidaan tyhjentää. /13/

#### 3.1 Pakkaajat

Pakkaava jäteauto on varustettu puristusyksiköllä. Siinä on erilaisia kuormauslaitteita käyttötarkoituksen ja ajoneuvon tyyppin mukaan. Pakkaavalla jäteautolla tyhjenetään jäteastioita, -säkkejä ja pikakontteja. Jäte kuormataan kuormauskaukaloon jäteauton tyyppin mukaan vaihtelevalla kippauslaitteella. Kuormakaukalosta jäte puristetaan pakkaajan kuormatilaan levypuristinlaitteella, joka toimii hydraulikalla. Pakkaavan jäteauton etu muihin jäteautoihin verrattuna on jätteen tiivistyminen, jolloin jätettä mahtuu autoon enemmän. Kuormatilan suuri koko vähentää jätteenkäsittelypaikan sijainnin merkitystä jätehuoltokustannuksissa. Pakkaava jäteauto voidaan varustaa puominosturilla, jolla voidaan tyhjentää esimerkiksi Molok-syväkeräyssäiliöitä. Kuljettajan ergonomiaa voidaan lisätä matalan ohjaamon avulla etenkin taajama-alueilla, joissa astiaväli on tiheä. /13/

##### 3.1.1 Takalastaajat

Takalastaaja on Suomen yleisin jäteautotyyppi. Astiahissi sijaitsee auton takaosassa. Astia tyhjenetään kuormauskaukaloon ja auton puristinlaite pakkaa jätteen kuormatilaan. Pakkaajaa tyhjennettäessä avataan kuormatilan peräportti ja jäte työnnetään ulos hydraulisesti toimivan tyhjennyslevyn avulla. Takalastaajan huono puoli on suuri perälylytys, minkä vuoksi auto tarvitsee paljon tilaa kääntyessään. /7/

Takalastaajia on saatavana erikokoisia ja ne voivat olla rakennettu tietynlaisen jätejakeen keräämistä silmälläpitäen. Pienet takalastaajat, joiden kokonaismassa on 6–16 tonnia, rakennetaan kaksiakseliselle alustalle. Pakkaajan tilavuus vaihtelee 4 m<sup>3</sup> ja 15 m<sup>3</sup> välillä ja paino 2 700 kg ja 5 000 kg välillä.

Kokonaismassa syntyy auton alustan, pakkaajan ja kuorman painosta. Pienet takalastaajat ovat hyviä kevyen jätteen keräämiseen ahtaissa paikoissa. Keskikokoiset takalastaajat, joiden kokonaismassa on 18–26 tonnia, rakennetaan joko kaksi- tai kolmeakseliselle alustalle. Pakkaajan tilavuus on noin 12–19 m<sup>3</sup> ja paino 5 000–6 000 kg. Suuret takalastaajat, joiden kokonaismassa on 26 tonnia, rakennetaan aina kolmeakseliselle alustalle. Pakkaaja painaa noin 5 800–6 300 kg ja sen tilavuus on 18–24 m<sup>3</sup>. Suuria takalastaajia käytetään työtehtävissä, joissa autoon ja pakkaajaan kohdistuu suurta rasitusta. /7/

Takalastaajat voidaan varustaa erilaisilla lisävarusteilla, kuten tuulisuojujalla, joka lisää työmukavuutta tuulelle alttiiden jätteiden tyhjentämisessä. Biojätteen keräämiseen on olemassa oma mallistonsa, jossa hajuhaittoja ja roiskeita pyritään ehkäisemään suljetulla ja hyvin ilmastoidulla peräportilla. Myös kuormauskaukalon syvyyttä lisäämällä voidaan tehokkaasti parantaa työolosuhteita biojätettä kerätessä. /7; 13/

### **3.1.2 Sivulastaajat**

Sivulastaaja on tehokas jäteauto, koska kuljettajan ei tarvitse poistua autosta astioiden tyhjennystä varten. Tyhjennys tapahtuu robottikäsivarren avulla, jota ohjataan ohjaussauvalla ohjaamosta käsin. Robottikäden ulottuvuus on noin 2,5 metriä. Sivulastaajalla pystytään tyhjentämään jopa 660 litran jäteastioita. Pakkaaja tyhjennetään kippaamalla. /6; 13/

Sivulastaajan etuna on lyhyt peräylitys, mikä tekee autosta ketterämmän ahtaissa paikoissa. Sivulastaajan huono puoli on se, että se saattaa aiheuttaa muulle liikenteelle haittaa. /6; 13/

### **3.1.3 Etulastaajat**

Etulastaajalla voidaan tyhjentää ainoastaan kontteja, jotka ovat yhteensopivia etulastaajan kanssa. Kontti tyhjennetään nostohaarukoiden avulla. Kontti nostetaan auton edestä ohjaamon yli kuormaustilaan. Jäteauton kuljettajan ei tarvitse nousta autosta vaan hän voi hoitaa tyhjennyksen ohjaamosta käsin. Näin

nopeutetaan työskentelyä ja lisätään työturvallisuutta. Auto tyhjenetään kippaamalla. /4; 13/

E erityisen hyvä etulastaaja on siellä, missä korkeussuunnassa on runsaasti tilaa, ja jätettä syntyy paljon. Suuren painonsa takia etulastaajat on usein rakennettu neliakseliselle alustalle, joten ne vaativat paljon tilaa kääntymiseen ja työn suorittamiseen. Usein etulastaajia käytetäänkin esimerkiksi teollisuuskiinteistöillä. Pakkaaja on tilavuudeltaan noin 30–36 m<sup>3</sup> ja se painaa noin 9 200–9 600 kg. /4; 13/

### **3.2 Vaihtolava-auto**

Vaihtolava-auto on kuorma-auto, joka on varustettu vaihtolavalaittein. Lava voi olla avonainen tai umpinainen käyttötarkoituksesta riippuen. Vaihtolava-auton säiliössä voi olla puristusyksikkö, mutta on myös autoja, joissa puristusyksikköä ei ole. Vaihtolava-autoon kuuluu kuorma-auton alustan lisäksi vaihtolavalaitteisto ja vaihtolava. Laitteisto voi olla koukku- tai vaijeritoiminen, ja sen avulla vaihtolava saadaan vedettyä alustan päälle ja laskettua takaisin maahan. Vaihtolavalaitteita on markkinoilla useita erikokoisia erilaisiin käyttötarkoituksiin. Laitteiden skaala ulottuu muutamasta tonnista aina 35 tonniin asti. /8; 13/

Kuorma voidaan purkaa kippaamalla tai purkauslevyn avulla. Keräysväline eli vaihtolava palautetaan kiinteistölle tyhjennyksen jälkeen. Vaihtolava voidaan myös viedä seuraavaan keräyspisteeseen, mikäli sitä ei enää edellisessä paikassa tarvita. Vaihtolavan huono puoli on se, että se vie kiinteistöllä paljon tilaa. Lisäksi vaihtolava joudutaan joka tyhjäskerralla kuljettamaan jätteiden vastaanottoipaikkaan. /8; 13/

### **3.3 Imuauto ja säiliöauto**

Imuauto on tarkoitettu putki- ja syväkeräysjärjestelmän säiliöiden tyhjennykseen. Imuautoja on sekä kuivan että nestemäisen jätteen keräykseen. Nestemäisille jätteille tarkoitettulla imuautolla voidaan tyhjentää esimerkiksi sakokaivoja. /13/

Säiliöauto varustetaan käyttötarkoituksen mukaan. Säiliöautolla voidaan kerätä nestemäisiä jätteitä ja ongelmajätettä. Autossa voi olla useampia lohkoja eri aineille. Säiliöauto voidaan varustaa imu-paineyhdistelmälaitteistolla, jolloin säiliön tyhjennys ja pesu voidaan suorittaa samalla kertaa. /13/

## 4 MONILOKEROAUTOT

Monilokeroauton idea perustuu siihen, että sillä voidaan kuljettaa kahta tai useampaa jätejakeetta. Monilokeroautojen rakenne pyritään pitämään mahdollisimman yksinkertaisena, jotta huollon tarve vähenisi. Monilokeroauton kestävyyttä voidaan parantaa käyttämällä vahvaa erikoisterästä paikoissa, joihin kohdistuu kova rasitus. Vuoto- ja syöpymisriskiä pyritään ehkäisemään hyvillä hitsauksilla ja sisäpuolen kaarevalla lattialla. Vuotojen ehkäisemiseksi on tärkeää, että monilokeroautossa on kunnollinen eristysjärjestelmä. Tiivisteiden ja rungon ja peräportin lukituslaitteiston tulee olla mahdollisimman tiiviitä, jotta vuodoilta vältyttäisiin. Tämä on erityisen tärkeää biojätettä ajaessa. /12; 13/

Käytön ergonomiaan ja helppokäyttöisyyteen on panostettu muun muassa peräportin ja astiahissin hallintalaitteiden oikealla sijoittelulla. Ohjauspaneeleita on hyvä olla auton molemmilla puolilla. Lisäksi järjestelmien on oltava lakisääteisten turvallisuusvaatimusten mukaisia. /12; 13/

### 4.1 2-lokerotakalastaaja

2-lokeropakkaaja on jaettu pituussuunnassa kahtia ja se on tarkoitettu kahdelle eri jätejakeelle. Yleensä pakkaajan vasen puoli on isompi ja se kattaa noin 2/3 tilavuudesta. Oikealla puolella on pieni puoli ja se kattaa tilavuudesta noin 1/3. /5/. Liitteessä 1 on kuva 2-lokerotakalastaajasta.

Pienen takalastaajan pakkaaja painaa noin 3 700–4 500 kg. Tilavuus vaihtelee 8 m<sup>3</sup> ja 13 m<sup>3</sup> välillä. Keskikokoisten takalastaajien pakkaajat ovat tilavuudeltaan noin 12–17 m<sup>3</sup> ja painavat noin 5 800–6 300 kg. Kaikista suurimpien takalastaajien pakkaajat painavat noin 5 900–7 000 kg ja niiden tilavuus on noin 12–19 m<sup>3</sup>. /5/

Kahdella erillisellä peräportilla varustettua lokeroautoa voidaan käyttää, jos kuljetettavien jätejakeiden on pysyttävä tarkasti erillään. Tällöin lokeroauton kummassakin lokerossa on oma puristusyksikkö ja tyhjennyslevy. Niinpä sekä lastaus että purku voidaan suorittaa toisesta lokerosta riippumattomasti. Peräporttien työkierto kestää noin 10–13 sekuntia. /5; 12/

Osa 2-lokeropakkaajista on suunniteltu erityisesti haastavan biojätteen kuljetukseen. Suljetulla ja hyvin ilmastoidulla takaportilla pyritään vähentämään hajuhaittoja. Korkean taskun avulla pyritään helpottamaan käyttäjän työtä ja parantamaan työympäristöä. /5/

#### **4.2 2-lokerosivulastaaja**

2-lokerosivulastaajassa on samanlaiset toisistaan eristetyt lokerot kuin 2-lokerotakalastaajassa. Näin ollen jätejakeet eivät pääse sekoittumaan keskenään. Sivulastaaja rakennetaan kaksi- tai kolmeakseliselle alustalle. Kokonaiskantavuuden on oltava vähintään 18 tonnia. Pakkaaja painaa noin 5 000–6 000 kg ja tilavuudeltaan se on noin 12–17 m<sup>3</sup>. /5/. Liitteessä 2 on kuva 2-lokerosivulastaajasta.

Sivulastaaja eroaa takalastaajasta siten, että sivulastaajaa käytetään robottikäsivarren avulla. Kuljettajan ei tarvitse nousta autosta, vaan hän voi hoitaa tyhjennyksen ohjaamosta käsin ohjaussauvalla. Robottikäsivarrella pystytään tarttumaan jopa 660 litran astioihin. Robottikäsivarren ulottuvuus on noin 2,5 metriä. Astiahissin työjakso kestää enimmillään 25 sekuntia. Ohjauspyörä sijaitsee autossa oikealla puolella. Kuorman tyhjentäminen tapahtuu kippaamalla. Peräportteja voidaan ohjata erikseen, jotta jätejakeet eivät pääse tyhjennyksen aikana sekoittumaan. /5/

Sivulastaaja on pitkäikäinen ja käyttövarma, koska siinä on vain vähän liikkuvia osia. Näin ollen se on edullinen huoltokustannuksiltaan. /5/

#### **4.3 Pakkaaja etulokerolla**

Etulokeromoduuli yhdistetään takalastaajan kanssa, jolloin etulokero sijoitetaan hytin ja pakkaajan väliin. Toisin kuin takalastaajassa, etulokeron astiahissi sijaitsee auton sivulla, missä kuormaaminen siis tapahtuu. Toiselta sivulta etulokeroa kippaamalla auto saadaan tyhjennettyä. Jätejakeiden sekoittumista ei voi tapahtua, koska etulokero on täysin eristetty muusta kuormaustilasta ja se on vesitiivis. Mikäli etulokero asennetaan 2-lokerotakalastaajaan, voidaan autolla kerätä kolmea eri jätejakeetta. /5; 12/



Etulokeromoduulin tilavuus vaihtelee 2,6 m<sup>3</sup> ja 6 m<sup>3</sup> välillä. Etulokero painaa noin 1 150–1 250 kg. Pienempiin etulokeroihin voidaan tyhjentää maksimissaan 360 litran jäteastia, mutta suurimpiin voidaan tyhjentää 660 l astia. /5, 12/. Liitteessä 3 on kuva pakkaajasta etulokerolla.

#### **4.4 Nelilokeropakkaaja QUATRO**

Nelilokeropakkaajalla voidaan kerätä neljää eri jätejätettä. Nelilokeroauton pakkaaja painaa noin 8 500 kg. Pakkaajan neljä lokeroa on voitu jakaa esim. seuraavasti: 9,4 m<sup>3</sup> + 4,8 m<sup>3</sup> + 4,4 m<sup>3</sup> + 2,1 m<sup>3</sup>. /5/. Liitteessä 4 on kuva nelilokeropakkaajasta.

Tavallisen jäteastian sijaan käytetään varta vasten kehitettyä 4-lokeroastiaa. Astioita on erilaisia, mutta kaikissa niissä on neljä lokeroa, joista kaksi on pienempää astiaa, tilavuudeltaan noin 30–45 litraa. Isommat kaksi lokeroa ovat tilavuudeltaan 118–192 litraa. Astiahissejä on kaksi, joista toinen hoitaa pienten astioiden tyhjennyksen ylälokeroihin ja toinen kaksi isompaa alempiin lokeroihin. Astian kaikkien lokeroiden tyhjentäminen kestää 15–20 sekuntia. Tarvittaessa nelilokeropakkaajalla voidaan tyhjentää myös jätösäkkejä erillisen säkkikärryn avulla. Nelilokeroauton tyhjennys tapahtuu yksi lokero kerrallaan. /5; 26/

## **BIOJÄTE**

Biojätteeksi luetaan kaikki eloperäinen ja maatuva aines, esimerkiksi ruuantähteet, kasvien ja kanamunien kuoret, talouspaperi, kahvin ja teen porot ja suodatinpussit sekä puutarhajätteet. Biojäte suositellaan pakattavan, jotta jätteistä ei likaannu. Talvisin biojätteen pakkaaminen ehkäisee myös biojätteen jäätymisen jätteistään kiinni. Kotitalouksien lisäksi biojätettä syntyy elintarviketeollisuudessa, suurkeittiössä, ravintoloissa ja kauppoissa. /14; 25/

### **4.5 Lainsäädäntö**

Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista (861/1997) annettiin 4.9.1997. Päätöksen mukaan ”kaatopaikalle ei saa sijoittaa sellaista asumisessa syntynyttä jätettä sekä ominaisuudeltaan ja koostumukseltaan siihen rinnastettavaa teollisuus-, palvelutai muussa toiminnassa syntynyttä jätettä, josta suurinta osaa biohajoavasta jätteestä ei ole kerätty talteen erillään muusta jätteestä hyödyntämistä varten”. Päätös biojätteen erilliskeräämisen järjestämisestä tuli voimaan 1.1.2005. /36/

### **4.6 Biojätteen erilliskeräys**

Biojätteen lajitteluelvoitteet vaihtelevat riippuen kunnasta ja jätehuoltoyhtiöstä. Lajitteluelvoite löytyy kunnan jätehuoltomääräyksistä. Biojätteen erilliskeräyksen avulla pyritään vähentämään kasvihuonekaasujen muodostumista kaatopaikalla. Biohajoava jäte muodostaa hajotessaan metaania, joka on voimakas kasvihuonekaasu. Biojätteen erilliskeräys säästää kaatopaikkatilaa ja helpottaa jäljelle jäävän kuivajätteen käsittelyä. Lisäksi haittaeläimet vähentyvät jätekeskuksen alueella. /16/

### **4.7 Biojätteen hyödyntäminen**

Erilliskerätty biojäte voidaan hyödyntää monin tavoin. EU:n jätehierarkian mukaan jäte tulisi pyrkiä hyödyntämään mieluummin materiaalina kuin energiana. /33/

### **4.7.1 Kompostointi**

Biojätteen kompostoinnin voi järjestää joko kiinteistökohtaisesti tai keskitetysti laitosmaisesti. Kompostoinnissa biojäte hajoaa hapellisissa olosuhteissa. Ennen kompostointia biojäte esikäsitellään hienontamalla ja murskaamalla biojäte tasalaatuiseksi massaksi. Kompostointi suoritetaan tunnelissa tai aumassa. Aumakompostoinnissa biojäte sijoitetaan aumoihin ja tarvittaessa joukkoon sekoitetaan turvetta tai haketta. Kompostoinnin ajan huolehditaan riittävästä lämpötilasta, kosteudesta ja hapensaannista. Tunnelikompostointi on nopea menetelmä, jossa biojäte käsitellään reaktoreissa. Molempien menetelmien lopussa saatu aines seulotaan ja tarvittaessa erotellaan mahdolliset epäpuhtaudet magneettisesti. Kompostoinnin lopputuotteena saadaan multaa. Kompostoinnissa ei hyödynnetä biojätteen sisältämää energiaa. /14; 37/

### **4.7.2 Mädätys**

Biojäte voidaan myös käsitellä mädättämällä hapettomissa olosuhteissa. Mädätyksen avulla biojätteestä saadaan muodostettua biokaasua. Biokaasu hyödynnetään esimerkiksi liikennepolttoaineena ja sähkön tuotantoon. Biokaasun talteenoton jälkeen jäljelle jäänyt aines voidaan käyttää viherrakentamisessa tai lannoitteena. /37/

### **4.7.3 Poltto sekajätteen joukossa**

Biojäte voidaan hyödyntää energiana polttamalla se muun poltettavan jätteen joukossa. Biojätteen suuren kosteuspitoisuuden takia sen merkitys energiantuotannossa on kuitenkin vähäinen. Biojätteen kosteuspitoisuus on noin 50–75 massaprosentti /17/. Poltossa biojätteestä saadaan ainoastaan energiaa, toisin kuin mädätyksessä, jossa saadaan myös hyödyntämiskelpoista lopputuotetta. /38/

#### **4.7.4 Bioetanolin valmistus**

Harvinaisempi vaihtoehto on valmistaa biojätteestä bioetanolia. Bioetanoli valmistus on kuvattu seuraavassa luvussa. Jäteperäisen bioetanolin avulla voidaan korvata fossiilisia nesteitä. Etanolia käytetään yleisesti liikennepolttoaineena. /28/

## 5 BIOETANOLI

Bioetanoli on maailman yleisimmin käytetty biopolttoaine, jota voidaan valmistaa monista eri raaka-aineista. Etanolia käytetään liikennepolttoaineena. /21, 126–129/

### 5.1 Raaka-aineet

Bioetanoli on alkoholipohjainen polttoaine. Sitä voidaan valmistaa tärkkelys- ja sokeripitoisista kasveista, selluloosapitoisista raaka-aineista sekä biojätteestä. Tärkkelys- ja sokeripitoisten kasvien, kuten viljojen sekä sokeriruohon ja -juurikkaan käyttäminen bioetanolin raaka-aineena on eettisesti arveluttavaa, koska raaka-ainetta voitaisiin käyttää myös ravintona. Tästä huolimatta ne ovat yleisimpiä etanolin raaka-aineita. /11; 29; 31/

Selluloosapitoisiin raaka-aineisiin, kuten puuhun ja olkeen liittyy toisenlaisia ongelmia. Niiden hyödyntämistä bioetanolin valmistamisessa on tutkittu jo vuosia. Edelleen on kuitenkin epäselvää, onko selluloosapitoisten raaka-aineiden hyödyntäminen bioetanolin valmistuksessa kannattavaa. /11; 29; 31/

Bioetanolia voidaan valmistaa myös biojätteestä. Valmistusteknologia on jo olemassa eikä biojätteen käyttämiseen liity eettistä ongelmaa. Bioetanolin tuotannossa hyödynnetään kotitalouksien erilliskerätty biojäte, kauppojen ylijääneet leivät ja erilliskerätty biojäte, elintarviketeollisuuden jätteet ja prosessitähteet sekä muut tärkkelys- ja sokeripitoiset massat ja liemet. Tässä opinnäytetyössä keskitytään bioetanolin valmistamiseen biojätteestä. /11; 29; 31/

### 5.2 Valmistus

Bioetanolin valmistaminen biojätteestä aloitetaan esikäsittelyllä. Esikäsittelyssä on kolme vaihetta. Ensin biojäte murskataan. Murskauksen yhteydessä poistetaan pakkausmateriaalit. Esikäsittely päätetään lisäämällä vettä ja hiivaa. Hiivan entsyymit käynnistävät käymisprosessin. Hapettomissa oloissa hiiva alkaa hajottaa orgaanista ainesta eli jätettä. Sivutuotteina syntyy hiilidioksidia ja kiinteää massaa, jota kutsutaan rankiksi tai mäskiksi. Lopputuotteena saadaan

haluttua etanolia. Prosessista jäljelle jäävä kiinteä aines mädätetään. Mädätysprosessin tuloksena syntyvä metaani voidaan hyödyntää sähkön ja kaukolämmön tuottamiseen. /11; 18/

### 5.3 Käyttö

Etanolia voidaan käyttää liikennepolttoaineena bensiinin seoskomponenttina. Tavallisten bensiinikäyttöisten autojen bensiiniin voidaan lisätä 10 % etanolia ilman, että autoja joudutaan muuttamaan etanolille sopivaksi. Suomessa on käytössä E5-polttoaine, joka sisältää 5 % etanolia, E10-polttoaine, joka sisältää 10 % etanolia sekä RE85-polttoaine, joka sisältää 80–85 % etanolia. RE85 ei sovellu tavallisiin bensiinikäyttöisiin autoihin vaan ainoastaan flexfuel-malleihin. Flexfuel-malleihin voi tankata myös tavallista 5-10 % etanolia sisältävää polttoainetta. /27; 30/

### 5.4 Edut

Bioetanolin etuna on, että se aiheuttaa vähemmän hiilidioksidipäästöjä kuin maaöljystä valmistettu bensiini. Raaka-aineeseen sitoutunut hiilidioksidi palautuu kiertoon bioetanolin palaessa. Fossiilisten polttoaineiden palaminen sen sijaan tuo uutta hiilidioksidia ilmakehään. Lisäksi etanoli-bensiiniseos sisältää enemmän happea kuin tavallinen bensiini. Lisähappi aiheuttaa hiilimonoksidi- ja hiilivetypäästöjen pienentymisen ja tehostaa palamistapahtumaa. Etanolin käyttö myös nostaa oktaanilukua eli polttoaineen puhdistuskestävyyttä. /21; 27/

Kun bioetanoli valmistetaan biojätteestä, saadaan jätteen sisältämä energia hyödynnettyä polttoaineena. Etanolin valmistaminen biojätteestä ei aiheuta eettistä ongelmaa, koska raaka-aineen tuottaminen ei kuluta viljelyalaa ja näin kilpaile ruuan tuotannon kanssa. Bioetanolin tuotanto myös parantaa energiansaantivarmuutta kriisiaikoina. Lisäksi kotimainen bioetanolin tuotanto vähentää energian tuontia ja näin ollen vähentää riippuvuutta öljypolttoaineista. /22; 27; 32/

## 5.5 Haitat

Bioetanolin käyttämisellä liikennepolttoaineena on myös haittoja. Verrattaessa E10-polttoainetta ja bensiiniä on havaittu, että NO<sub>x</sub>- ja asetaldehydipäästöt lisääntyvät etanolipitoisuuden kasvaessa. Aldehydit ovat karsinogeenisiä eli syöpää aiheuttavia yhdisteitä ja lisäksi ne lisäävät haitallisen otsonin muodostumista. Aldehydit voidaan kuitenkin poistaa tehokkaasti autojen katalysaattorien avulla. Etanoli-bensiiniseoksen jakelussa ja varastoinnissa on kiinnitettävä huomiota siihen, että polttoaine ei pääse reagoimaan kosteuden kanssa. Kylmissä olosuhteissa vähäinenkin määrä vettä voi aiheuttaa polttoaineen faasierottumisen. Erityisesti vanhoissa autoissa etanolin käyttö voi aiheuttaa korroosio-ongelmia. Etanolin on todettu haurastuttavan joitakin kumi- ja muovilaatuja. Voi myös syntyä vuotoriskin, koska etanoli polaarisenä yhdisteenä aiheuttaa korroosiota myös kevytmetalleille polttoainejärjestelmässä. Etenkin kylmissä olosuhteissa E10-polttoaineen käyttö voi aiheuttaa ongelmia laihasta polttoaineseoksesta johtuen. /21, 127–129/

## **6 MONILOKEROAUTON SOVELTAMINEN BIOJÄTTEEN AJOSSA**

Biojätteen ajaminen monilokeroautolla sisältää muutamia haasteita. Autolta vaaditaan erityisiä ominaisuuksia, että työtehtävä saadaan suoritettua tehokkaasti. Eri vaihtoehtojen käytännöllisyys ja kustannukset saattavat vaihdella suurestikin keräysalueesta riippuen.

### **6.1 Auton rakenne ja ominaisuudet**

Auton rakenne riippuu aina auton käyttötarkoituksesta. Kaksiakseliset lokeroautot ovat pienempiä ja ketterämpiä kuin kolmiakseliset, joten niitä voidaan käyttää erittäin ahtaissa paikoissa. Niiden kuormatilavuus on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin kolmiakselisten, jolloin ongelmaksi muodostuu paino. Kolmiakselinen on parempi monilokeroauton alustana, koska sen hyötykuorman kantavuus on suurempi. Yksilokeroiseen pakkaajaan verrattuna monilokeroauton pakkaaja painaa enemmän monimutkaisemman rakenteensa vuoksi. Kolmiakselisten autojen isomman koon aiheuttamia ongelmia on pyritty vähentämään esimerkiksi kääntyvän telin avulla. Kääntyvän telin ansiosta auto saadaan kääntymään helpommin ahtaissa tiloissa. /10; 19; 24; 34; 35/

Mikäli monilokeroautolla tulee pystyä kuljettamaan biojätettä, vaaditaan autolta lisää ominaisuuksia. Auton tulee olla ehdottoman tiivis, jotta biojätteestä valuva neste ei vuoda ulos autosta. Biojätteen oikea lajittelu vähentää biojätteen märkyyttä, kun jäte valutetaan ennen jäteastiaan viemistä. Tiivistuspintoja voidaan parantaa asentamalla tuplatiivisteet. Myös pakkaajan muotoilulla on merkitystä. Pakkaajan kuormakaukalon syvyyttä lisäämällä voidaan ehkäistä roiskeita. /10; 15; 19; 35/

Monilokeroautojen kuljettajaystävällisyyttä pystytään lisäämään monin tavoin. Jäteauton on hyvä olla automaattivaihteinen ja matalalla ohjaamalla. Autoissa on ilmajouset, mikä on mukavuustekijä, mutta ne myös vähentävät auton toispuoleisesta kuormauksesta johtuvan painoeron aiheuttamia ongelmia. /10/



## 6.2 Keräysalueen vaikutus

Keräysalueen vaikutusta monilokeroauton kannattavuudelle ei voida vähätellä. Taajamassa monilokeroauton käyttö on perusteltua, koska jätepestetyhjennyksiä on enemmän ja ne ovat tiheämmässä. Monilokeroauton todettiin olevan sitä tehokkaampi, mitä enemmän kerättävää ja jakeita on. Monilokeroauton todettiin olevan hyvä omakotitaloalueilla, missä biojätettä ei synny paljoa. Näin biojäteastia voidaan tyhjentää vain tarvittaessa. Tyhjää biojäteastiaa ei siis lähdetä tyhjentämään erikseen erillisellä autolla vaan astia todetaan tyhjäksi energijakeen tyhjennyksen yhteydessä. Biojäteastia on kuitenkin tyhjennettävä vähintään joka toinen viikko /23/. /10; 15; 24/

Harvaan asutulla seudulla jätteiden ajaminen monilokeroautolla tuottaa kilometrisäästön. Monien kuntien jätehuoltomääräysten mukaan biojäte voidaan kompostoida omalla tontilla, jolloin tontilta haetaan vain yhtä jätejätettä. Tällöin monilokeroauton käytöllä ei saavuteta hyötyä. /19; 34/

## 6.3 Kustannukset

Monilokeroauton ostohinta on yleensä kalliimpi kuin yksilokeroisen jäteauton. Kolmiakselinen 2-lokeroinen pakkaaja alustoineen on noin 20 % kalliimpi kuin vastaava 1-lokeroinen. Pelkkä monilokero pakkaaja maksaa noin 40 % enemmän kuin 1-lokeroinen pakkaaja. Monilokeroauton isommat hankintakustannukset johtuvat monimutkaisemmasta rakenteesta, esimerkiksi takalastaajaan tarvitaan kalliimpi peräportti tai kaksi, jos jätteen on pysyttävä tarkasti omissa lokerossaan. /10; 34/

Huoltoväli monilokeroautoissa on sama kuin muissakin jäteautoissa. Huoltokustannukset voivat olla korkeammat, koska tyhjennyssysteemi on monimutkaisempi ja pakkaaja sisältää enemmän liikkuvia osia, jotka ovat alttiita rikkoutumiselle ja kulumiselle. /10; 15; 19; 35/

## 6.4 Haasteet

Suurimmat haasteet liittyvät monilokeroauton monimutkaisempaan rakenteeseen ja biojätteen kuljetukseen. Monilokeroautoissa on luonnollisesti enemmän tekniikkaa, koska peräportteja, tyhjennyslevyjä ja lokeroita on enemmän. Näin ollen rikkoutuvaa ja kuluva on enemmän. /35/

Monilokeroauto soveltuu erinomaisesti kuivan jätteen kuljetukseen. Biojätteen ajaminen monilokeroautolla sisältää kuitenkin muutamia ongelmakohtia. 2-lokerotakalastaajien ongelmana on ollut erityisesti isojen astioiden tyhjentäminen auton pienempään lokeroon. Biojätettä tyhjennettäessä on astioiden painon kanssa ollut ongelmia. Tyhjennettäessä isoa astiaa pienempään lokeroon, ohjauslevyt pyrkivät varmistamaan, että jäte menee oikeaan lokeroon. Ohjauslevyjen kestävyudessa on havaittu puutteita. Ongelma on korjattu korvaamalla isot astiat pienemmillä. /15/

Auton eri puolien suuri painoero on toisinaan koettu ongelmaksi ajo-ominaisuuksien heikentyessä. Tätä ongelmaa on pyritty korjaamaan auton kallistumista ehkäisevän ilma-alustan avulla. Lisäksi on kiinnitettävä huomiota ajoreitin suunnitteluun, jotta auton molemmat lokerot täyttyisivät tasaisesti, jolloin painoerot pysyisivät mahdollisimman pieninä ja lokeroitten tyhjennystarve olisi samanaikainen. /10/

## 7 TULOKSET

Selvityksessä kävi ilmi, että kuljettaessa biojätettä monilokeroautolla on otettava huomioon muutamia erityisvaatimuksia. Biojätteen suuri paino ja nestepitoisuus on otettu huomioon suunniteltaessa varta vasten biojätteen kuljetukseen tarkoitettuja monilokeroautoja. Jätettä kuljettaessa monilokeroautolla tulee reitityksissä ottaa huomioon, että monilokeroauto täyttyy nopeammin, joten se joudutaan käymään tyhjentämässä useammin kuin 1-lokerojäteauto.

Vaihtoehtoisia sovelluksia Ekoroskin tapauksessa biojätteen ja poltettavan jätteen samanaikaiseen ajamiseen löydettiin kaksi. Vaihtoehdot ovat 2-lokerotakalastaaja ja 1-lokerotakalastaaja erillisellä etulokerolla.

2-lokerotakalastaajan lokerot on syytä jakaa niin, että pienempään lokeroon ajetaan biojätettä ja isompaan poltettavaa jätettä. Pienempi lokero tulisi sijoittaa auton vasemmalle eli keskietien puolelle, jolloin auton painopiste on tien korkeammalla ja kantavammalla osalla. Kyseinen ratkaisu vaikuttaa positiivisesti auton ajo-ominaisuuksiin vähentämällä biojätteen suuren painon aiheuttaman painoeron vaikutuksia. Poltettavan jätteen keräystä isompaan lokeroon tukee se, että jaetta tulee enemmän ja se vaatii enemmän tilaa. Optimaalista olisi, jos auton molemmat lokerot täyttyisivät samaan aikaan. Takalastaajan hyvä puoli on se, että molempien jäteastioiden tyhjennykset voidaan hoitaa auton takaosassa. Huonona puolena todetaan, että pakkaajan rakenne on monimutkaisempi ja tarvittava tiiveys vaikeammin saavutettavissa. Kuormatilojen pitkittäissuuntaisesta jakamisesta johtuva auton puolien painoero voi koitua ongelmaksi. /10; 15/

Biojätteen ja poltettavan jätteen kuljettamiseen voidaan käyttää myös 1-lokeroista takalastaajaa, johon yhdistetään erillinen etulokero. Etulokero sijoitetaan auton ohjaamon ja pakkaajan väliin. Etulokeroon kerätään biojäte ja taakse poltettava jäte. Etulokero on helppo rakentaa ja tehdä tiiviiksi. Etulokeron ansiosta auton painojakauma säilyy tasaisena kuormatilojen täyttöasteesta riippumatta. Etulokeron huono puoli on pieni kuormatila, jonka vuoksi tyhjennysväli on tiheämpi. Astiahissit sijaitsevat sekä kyljessä että perässä, jolloin molempien astioiden tyhjennyksiä ei voida suorittaa samanaikaisesti. Kerätessä painavaa

biojätettä auton etuosassa sijaitsevaan lokeroon, kohdistuu auton etuosaan suuri painorasitus. Tämän vuoksi auto tulee varustaa vahvistetulla etuakselistolla. /10; 35/

Monilokeroautoja tutkittaessa selvitettiin myös mahdollisuutta rakentaa biojätteen ajoon soveltuva monilokeroauto vanhan 1-lokeropakkaajan pohjalta. Selvityksessä todettiin, että yksinkertaisinta ja helpointa on hankkia kokonaan uusi monilokerojäteauto. Uuden auton hankkiminen saattaa tulla jopa halvemmaksi johtuen muun muassa erilaisista auton rakenteen muutoksia koskevista säädöksistä. Tapauksessa, jossa uudehko alusta käy uuteen kokoonpanoon sellaisenaan, voidaan harkita myös pelkän pakkaajan vaihtoa.

Lopputuloksena monilokeroauton osalta todetaan, että biojätteen kuljetukseen on olemassa soveltuvia vaihtoehtoja. Selvityksessä suurin ongelma muodostui siitä, että biojäteastiat pitäisi tyhjentää kerran viikossa, jotta biojäte soveltuu bioetanolin raaka-aineeksi. Ekoroskin toiminta-alueella on paljon harvaan asuttua maaseutua, missä biojätteen kompostointi on yleistä. Taajama-alueiden ulkopuolella kiinteistöiltä syntyy vain vähän biojätettä, joten sen kerääminen viikoittain ei todennäköisesti kannata pitkien siirtomatkojen vuoksi.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön lopputuloksena löydettiin toimivia ratkaisuja biojätteen kuljetukseen monilokeroautolla. Soveltuvia vaihtoehtoja ovat tarkoitusta varten rakennetut 2-lokerotakalastaaja ja 1-lokerotakalastaaja erillisellä etulokerolla. Työssä saatiin selville myös auton rakenteeseen liittyviä vaatimuksia niin alustan kuin pakkaajan kohdalla. Tehdyn selvitystyön tuloksista voi olla Ab Ekorosk Oy:lle hyötyä siinä vaiheessa, kun monilokeroautojen hankinta on ajankohtaista. Tutkimusongelmaan löydettiin soveltuvan jäteauton osalta ratkaisu, mutta kannattavuuteen ja taksarakenteeseen aiheutuvan muutoksen arvioimiseen olisi tarvittu moninkertainen määrä materiaalia ja resursseja.

Opinnäytetyön aihe oli haastava, koska monilokeroautoista ei ole paljoa kirjallista tietoa saatavilla. Asiantuntijoiden käyttökokemukset olivat ensiarvoisen tärkeitä tämän työn kannalta. Asiantuntijoita haastateltiin puhelimitse. Lisäksi tietoa saatiin jäteautoja rakentavien yritysten verkkosivuilta.

Asiantuntijoiden antamat tiedot olivat osittain ristiriitaisia esimerkiksi sen suhteen, millaisella alueella monilokerauton käyttö on kannattavinta. Ristiriitaisiin tietoihin vaikutti osaltaan asiantuntijoiden erilaiset työtehtävät sekä eri paikkakunnilta saadut kokemukset. Osa haastatelluista oli perehtynyt syvällisesti aiheeseen erityisesti auton rakenteen osalta. Sen sijaan osalla tietämys aiheesta oli enemmänkin olemassa olevan kaluston käyttökokemuksia. Osalla haastatelluista henkilöistä ei ollut kokemusta biojätteen kuljetuksesta monilokeroautolla vaan kokemukset perustuivat lähinnä kuivien jätejakeiden kuljetukseen.

Opinnäytetyöstä saatava tieto voidaan hyödyntää tehtäessä tarkempia laskelmia kuljetuksiin ja kannattavuuteen liittyen. Laskelmien suorittamiseksi tulisi tietää tarkasti kerättävän jätteen määrä, auton ajamat kilometrit, auton kuormatilavuus, jätepestetyhjennyksien määrä ja sijainti sekä se, kuinka usein auto pitää tyhjentää.

## LÄHTEET

- /1/ Ab Ekorosk Oy verkkosivut. 2013a. Kotitalousjätteiden kuljetus. Viitattu 5.3.2013.  
<http://www.ekorosk.fi/index.asp?m=5&kilei=fi&sivu=entreprenorer%5Favfallstransportprer>
- /2/ Ab Ekorosk Oy verkkosivut. 2013b. Pirilön jäteasema. Viitattu 2.8.2012.  
[http://www.ekorosk.fi/index.asp?m=3&sivu=insamling\\_pirilo](http://www.ekorosk.fi/index.asp?m=3&sivu=insamling_pirilo)
- /3/ Ab Ekorosk Oy verkkosivut. 2013c. Yleistä Ekoroskista. Viitattu 2.8.2012.  
<http://www.ekorosk.fi/index.asp?m=0&kieli=fi&sivu=yhtio>
- /4/ Ab NÄRPES TRÄ & METALL verkkosivut. 2013a. Etulastaajat. Viitattu 28.3.2013.  
<http://www.ntm.fi/document.aspx?DocID=306&MenuID=87&TocID=20>
- /5/ Ab NÄRPES TRÄ & METALL verkkosivut. 2013b. Monilokeropakkaajat. Viitattu 26.3.2013.  
<http://www.ntm.fi/document.aspx?DocID=307&MenuID=87&TocID=22>
- /6/ Ab NÄRPES TRÄ & METALL verkkosivut. 2013c. Sivulastaajat. Viitattu 28.3.2013.  
<http://www.ntm.fi/document.aspx?DocID=305&MenuID=87&TocID=18>
- /7/ Ab NÄRPES TRÄ & METALL verkkosivut. 2013d. Takalastaajat. Viitattu 29.3.2013.  
<http://www.ntm.fi/document.aspx?DocID=301&MenuID=87&TocID=13>
- /8/ Ab NÄRPES TRÄ & METALL verkkosivut. 2013e. Vaihtolavalaitteet. Viitattu 28.3.2013. <http://www.ntm.fi/document.aspx?docID=448&tocid=81>
- /9/ Ahllund, O. 2012. Toimitusjohtaja. Ab Ekorosk Ab. Haastattelu 22.3.2012.
- /10/ Antila, J. 2012. Kalustovastaava. Lassila & Tikanoja. Haastattelu 12.12.2012.
- /11/ Bioste Oy verkkosivut. 2013 Bioetanoli. Viitattu 6.3.2013.  
[http://www.bioste.fi/index.php?option=com\\_content&task=view&id=11&Itemid=12](http://www.bioste.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=11&Itemid=12)
- /12/ Flaaming Oy. 2013. Geesinknorba MF-sarja –esite. Viitattu 26.3.2013.  
[http://www.flaaming.fi/cms/images/stories/docs/mf-series\\_a4.pdf](http://www.flaaming.fi/cms/images/stories/docs/mf-series_a4.pdf)
- /13/ GarbageX verkkosivut. 2013a. Jätteiden kuljetus. Viitattu 27.3.2013.  
[http://www.garbagex.net/03\\_kiinteistojen\\_jatehuolto/03\\_00\\_kuljetus.html](http://www.garbagex.net/03_kiinteistojen_jatehuolto/03_00_kuljetus.html)
- /14/ GarbageX verkkosivut. 2013b. Biojäte. Viitattu 20.3.2013  
[http://www.garbagex.net/02\\_jatejakeet\\_hyotykaytto/01\\_02\\_hyotyjatteet.html](http://www.garbagex.net/02_jatejakeet_hyotykaytto/01_02_hyotyjatteet.html)

- /15/ Hanka, E. 2012. Yksikönpäällikkö. Sita. Haastattelu 3.4.2012.
- /16/ Kallunki, H., Björk, P., Forsman, T. & Ryhänen, A. 2004. Biojätteen erilliskeräilyyn käynnistäminen. Jätekuukko Oy. Viitattu 25.3.2013.  
[http://www.jatekuukko.fi/www/fi/liitetiedostot/ohjeet\\_esitteet/raportit/raportti\\_biojate\\_kerayksen\\_kaynnistaminen.pdf](http://www.jatekuukko.fi/www/fi/liitetiedostot/ohjeet_esitteet/raportit/raportti_biojate_kerayksen_kaynnistaminen.pdf)
- /17/ Kallunki, H. & Koskenmäki, T. 2004. Kotitalouksissa syntyvän biojätteen keräilymenetelmän vaikutus biojätteen ominaisuuksiin. Jätekuukko Oy. Viitattu 20.3.2013.  
[http://www.jatekuukko.fi/www/fi/liitetiedostot/ohjeet\\_esitteet/raportit/raportti\\_biojätteen\\_keraysmenetelman\\_vaikutus.pdf](http://www.jatekuukko.fi/www/fi/liitetiedostot/ohjeet_esitteet/raportit/raportti_biojätteen_keraysmenetelman_vaikutus.pdf)
- /18/ Kiertokapula. 2012. Biojäte. Taustamateriaali Jäteselviytyjät 2012 –kilpailuun. Viitattu 6.3.2013.  
[http://www.kiertokapula.fi/wpcontent/uploads/2013/02/Biojäte\\_tautamateriaali.pdf](http://www.kiertokapula.fi/wpcontent/uploads/2013/02/Biojäte_tautamateriaali.pdf)
- /19/ Mäntynen, P. 2012. Tuotantopäällikkö. Lassila & Tikanoja. Haastattelu 12.12.2012.
- /20/ Nygård, H. 2001. Jäte ja lähiympäristö. Seudullinen näkökulma jätehuoltoon. Pietarsaari. Scriptum.
- /21/ Nylund, N-O., Sipilä, K., Mäkinen, T. & Aakko-Saksa, P. 2010. Polttoaineiden laatuporttujen kehittäminen. Espoo. VTT. Viitattu 18.3.2013.  
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2528.pdf>
- /22/ Pirhonen, A-L. 2008. Tutkittu juttu: Puusta biopolttoainetta. Lappeenranta University of Technology verkkosivut. Viitattu 18.3.2013.  
<http://developmentcentre.lut.fi/artikkelit.asp?id=14>
- /23/ Pohjanmaan jätelautakunta. 2013. Jätehuoltomääräykset. Viitattu 29.3.2013. <http://www.ekoso.fi/docs/maaraykset2013.pdf>
- /24/ Räsänen, A. 2012. Kuljetusesimies. EnviroNet Oy. Haastattelu 27.11.2012.
- /25/ Sita verkkosivut. 2013a. Biojäte. Viitattu 20.3.2013  
<http://www.sita.fi/biojate1>
- /26/ Sita verkkosivut. 2013b. QuattroSelect-palvelualueet. Viitattu 26.3.2013  
<http://www.sita.fi/quattroselect-palvelualueet>
- /27/ St1 verkkosivut. 2010a. Etanoli liikenteen polttoaineena. Viitattu 18.3.2013. <http://www.st1.fi/index.php?id=5828>
- /28/ St1 verkkosivut. 2010b. Jäteperäinen etanoli – maailman fiksuin polttoaine. Viitattu 25.3.2013. <http://www.st1.fi/index.php?id=5815>

- /29/ St1 verkkosivut. 2010c. Jätteet ja tähteet tehokäyttöön. Viitattu 6.3.2013.  
<http://www.st1.fi/index.php?id=5817>
- /30/ St1 verkkosivut. 2010d. RE85. Viitattu 18.3.2013.  
<http://www.st1.fi/index.php?id=2798>
- /31/ Suomen Bioetanoli Oy verkkosivut. 2012a. Bioetanolin käyttö. Viitattu 1.3.2013. [http://sbe.fi/Bioetanolin\\_kaytto.html](http://sbe.fi/Bioetanolin_kaytto.html)
- /32/ Suomen Bioetanoli Oy verkkosivut. 2012b. Hyödyt. Viitattu 18.3.2013.  
<http://sbe.fi/Hyodyt.html>
- /33/ Teknologiateollisuus ry verkkosivut. 2013. Jätelainsäädäntö muutoksessa. Viitattu 25.3.2013  
[http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/a/jatelainsaadanto\\_muutoksessa.html](http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/a/jatelainsaadanto_muutoksessa.html)
- /34/ Vehmaa, J. 2012. Aluejohtaja. Sita. Haastattelu 2.4.2012.
- /35/ Visuri, M. 2012. Työnjohtaja. Sita. Haastattelu 17.10.2012.
- /36/ Vnp 4.9.1997/861. Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista. Säädös säädös-tietopankki Finlexin sivuilla. Viitattu 25.3.2013.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/19970861>
- /37/ Ympäristöyritysten Liitto ry verkkosivut. 2013 Hyötykäyttö ja lopputuotteet. Viitattu 25.3.2013. <http://www.ymparistoyritykset.fi/hytykyttjaloppu-5>
- /38/ YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta. 2009. Biojätteen käsittelyvaihtoehdot pääkaupunkiseudulla. Viitattu 25.3.2013.  
[http://www.hsy.fi/jatehuolto/Documents/Julkaisut/biojätteen\\_kasittelyvaihtoehdot\\_paakaupunkiseudulla\\_2009.pdf](http://www.hsy.fi/jatehuolto/Documents/Julkaisut/biojätteen_kasittelyvaihtoehdot_paakaupunkiseudulla_2009.pdf)



**KUVA 2-LOKEROTAKALASTAJASTA**



**KUVA 2-LOKEROSIVULASTAAJASTA**



**KUVA PAKKAAJASTA ETULOKEROLLA**



**KUVA NELILOKEROPAKKAAJASTA**

