

# Maatalousmuovien materiaalihyödyntämisen edistäminen

Case: Envor Group Oy

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Ympäristötekniikan  
koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Kevät 2016  
Mia Alenius

Lahden ammattikorkeakoulu  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

ALENIUS, MIA:

Maatalousmuovien  
materiaalihyödyntämisen edistäminen  
Case: Envor Group Oy

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 46 sivua, 3 liitesivua

Kevät 2016

TIIVISTELMÄ

---

Maataloudessa syntyy vuosittain merkittävä määrä sekalaista muovijätettä, jonka kierrättäminen on puutteellista ja kerääminen hankalaa. Pitkäaikainen ulkovalaistus sekä epäpuhtaudet heikentävät materiaalin laatua ja vaikeuttavat muovijätteen materiaalihyödyntämistä, mikä johtaa muovijätteen pääasiassa energiahyötykäyttöön tai kaatopaikkasijoittamiseen. Osa muovista myös poltetaan maataloilla lämmityskattilassa tai avotulella. Opinnäytetyön toimeksiantaja on forssalainen Envor Group Oy, joka on yksi paikallisen jätehuollon toimijoista ja kiinnostunut keräämään myös maatalousmuovien muodostaman jätevirran ja toimittamaan sen materiaalihyötykäyttöön.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää maatalousmuovien muovi- ja erilaisten muovijätteen syntymäärät sekä tutkia käytettyjä ja käytössä olevia maatalousmuovien keräysmenetelmiä. Teoriaosuudessa perehdyttiin muoveja käsittelevän kirjallisuuden ja sähköisten lähteiden avulla erilaisiin muovilaatuihin, muovin käsittelymenetelmiin sekä jätemuoveja koskevaan lainsäädäntöön. Tiedot maatalousmuovien syntymääriä ja muovilaatuja koskien saatiin aikaisemmista tutkimuksista sekä alueen maatalouskaupoilta ja 4H-yhdistyksiltä.

Kerättyjen tietojen perusteella muodostettiin kokonaiskuva alueella syntyvästä maatalousmuovijätteestä, ja tämän perusteella suunniteltiin taloudellisesti kannattava ja ympäristöystävällinen keräysjärjestelmä. Kustannuslaskelmapohja tehtiin Envor Group Oy:n työntekijöiden haastattelujen perusteella hyödyntäen myös yrityksen punnitustapahtumatietoja, ajon seurantajärjestelmää sekä kuljettajien ajopäiväkirjoja. Keräysjärjestelmän valinnassa päädyttiin muovijätteen keräämiseen lajittelemattomana suoraan maanviljelijöiden pihoilta, jotta palvelu olisi viljelijälle mahdollisimman helppo. Maatalousmuovien keräily pienellä säteellä todettiin jäteyhtiön näkökulmasta kannattavaksi liiketoiminnaksi.

Asiasanat: maatalousmuovi, muovijäte, kierrätys, materiaalihyödyntäminen, jätehuolto

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Environmental Technology

ALENIUS, MIA:

Advancing the recycling of  
agricultural plastics  
Case: Envor Group Oy

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering 46 pages, 3 pages of  
appendices

Spring 2016

ABSTRACT

---

A significant amount of mixed plastic waste is produced annually in Finnish agriculture. Agricultural plastic waste is difficult to both collect and recycle, and only a small part of this waste is recycled as material. Outdoor storing and impurities weaken the quality of the material, and lead to energy recovery and landfilling instead of material recycling. Some of the plastic is even burned on the farms. This bachelor's thesis was commissioned by Envor Group Oy, which provides environmental management services in the Forssa region and is interested in collecting and recycling the agricultural plastic waste in addition to its own service supply.

The first objective of this thesis was to study the quality and quantity of agricultural waste, and to research the collection systems that were used in the past, or are in current use. The theoretical part was carried out by studying different plastic qualities, the options of plastic processing, and the legislation on plastic waste using both printed and electronic sources. The information concerning the quantities and qualities of the agricultural plastic waste was gained from earlier studies and from the 4H associations as well as from agricultural trade operators located in the region.

The second objective of the study was to design an economical and environmentally friendly waste collection system based on the gathered information. Envor Group Oy's database was used and employees were interviewed to gather the needed information to calculate the costs concerning collection and handling of the waste. To minimize the effort needed from the farmers, the plastic waste was chosen to be collected directly from the farms without sorting. As a result of the study, collecting and recycling agricultural plastics in a small radius collection area was found to be profitable business.

Key words: agricultural plastic, plastic waste, recycling, material recycling, waste management

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	JÄTEMUOVIEN KÄSITTELY	3
2.1	Yleistä jätemuoveista	3
2.2	Mekaaninen kierrätys	4
2.3	Kemiallinen kierrätys	5
2.4	Energiahyötykäyttö	6
3	JÄTEPOLITIIKKA JA -SÄÄDÖKSET	7
3.1	Jätepolitiikan periaatteet	7
3.2	Resurssitehokkuus	8
3.3	Tuottajavastuu	9
4	MAATALOUDESSA SYNTYVÄ MUOVIJÄTE	11
4.1	Yleistä maatalousmuoveista	11
4.1.1	Pyöröpaalimuovi	13
4.1.2	Aumakalvo	14
4.1.3	Lannoite- ja siemensäkit	15
4.1.4	Kanisterit	16
4.1.5	Kasvinviljelymuovit	17
4.2	Muovilaatujen tarkastelu	18
5	KOHDEALUEEN MAATILOJEN TARKASTELU	21
5.1	Maatilojen jätehuolto	21
5.2	Maatalous kohdealueella	22
5.3	Forssan alueella syntyvät muovit	24
6	MAATALOUSMUOVIEN KERÄYSMENETELMÄT	26
6.1	Toiminnassa olevat keräyspalvelut	27
6.2	Envor Group Oy	29
6.3	Keräysmenetelmän valinta	31
7	KUSTANNUSLASKELMAT	33
8	YHTEENVETO	37
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	47

# 1 JOHDANTO

Suomen maataloudessa syntyy vuosittain noin 12 000 tonnia sekalaista jätemuovia, joka on maataloille kasvava ongelma. Muovijäte koostuu mm. pyöröpaali- ja aumamuoveista, lannoite- ja siemensäkeistä sekä erilaisista kanistereista, jotka kaikki on valmistettu eri muoveista. Muovi sisältää myös paljon käytöstä ja ulkovarastoinnista johtuvia epäpuhtauksia, jotka heikentävät muovin arvoa materiaalina ja ovat tähän asti johtaneet muovin pääasialliseen energiahyötykäyttöön tai kaatopaikkasijoittamiseen.

Suomen jätelain (646/2011) 8 §:ssä määritellyn jätteen etusijajärjestyksen mukaan syntyvä jäte tulisi kuitenkin ensisijaisesti hyödyntää materiaalina ja vasta toissijaisesti energiana. Loppusijoittaminen kaatopaikalle on vasta jätehierarkian viimeinen vaihtoehto, jonka useimpia muoveja koskeva orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto tulee vuoden 2016 alusta poistamaan. Yhä suurempi osa jätemuoveista tulee siis kerätä tavalla tai toisella ja ohjata kierrätykseen.

Energiana hyödynnettävästä muovijätteestä poistetaan vain vaaralliset ja palamattomat aineet, mutta materiaalina hyödynnettävän jätteen tulee olla muovilaaduittain lajiteltua ja suhteellisen puhdasta. Epäpuhtaudet aiheuttavat materiaalihyödynnettävälle muoville kalliit pesukustannukset. Energiana hyödynnettäessä jätekuormien kuljetusmatkat ovat yleensä lyhyempiä, sillä polttolaitoksia on tiheämmin kuin uusiomuovin käsittelijöitä. Materiaalihyödyntämistä varten muovia saatetaan joutua kuljettamaan jopa ulkomaille. Muovin energiahyödyntäminen vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttötarvetta, mutta hukkaa samalla materiaalia. Materiaalihyödyntäminen säästää materiaalia ja on tästä syystä jätehierarkiassa korkeammalla. (Friari, Horttanainen, Honkanen, Luoranen & Marttila 2007.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää maataloudessa syntyvän muovijätteen muovilaadut ja syntymäärät, joiden perusteella oli mahdollista arvioida keräyksen järjestämisen tarpeellisuutta ja kannattavuutta. Tutkimuksen taustalle tehtiin kirjallisuusselvitys, jossa

selvitettiin eri muovilaatujen kelpoisuus materiaalihyötykäyttöön ja kerrattiin muovijätteen käsittelyä ja kierrätystä koskevaa lainsäädäntöä. Selvityksessä perehdyttiin myös aiheesta aikaisemmin toteutettuihin hankkeisiin, joista saatiin paljon apua maatalousmuovien muovilaatuja ja keräysjärjestelyitä koskien. Arviot Forssan alueella syntyvän maatalousmuovijätteen määrästä saatiin paikallisilta 4H- yhdistyksiltä ja maatalouskaupoilta, kustannusaskelmiin tarvittavat tiedot Envor Group Oy:n työntekijöiltä ja tietokannasta.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on forssalainen Envor Group Oy, jonka toiminta-alueelle mahdollinen keräysjärjestelmä tulee sijoittumaan. Alueella syntyy kohtalainen määrä maatalousmuovijätettä, mutta syntypisteet ovat hajallaan ympäri maaseutua eikä niiden keräilylle ja käsittelylle ole vakiintunutta menettelyä. Opinnäytetyön tavoitteena oli osoittaa alueelle parhaiten soveltuva keräysjärjestely, jonka avulla mahdollisimman suuri osa maatalousmuoveista saataisiin kerättyä materiaalihyötykäyttöön.

## 2 JÄTEMUOVIEIN KÄSITTELY

### 2.1 Yleistä jätemuoveista

Suomessa syntyy vuosittain arviolta 200 000 tonnia muovijätettä. Muovijätteestä hieman alle puolet hyödynnetään energiana, suunnilleen viidesosa materiaalina ja loput päättyy tällä hetkellä loppusijoitukseen kaatopaikalle. Suomessa on vain vähän yhtenäisiä muovijätevirtoja, joten tyypillinen muovijäte sisältää kymmeniä kemiallisesti erilaisia muoveja, jotka ovat yleensä sekoittuneena muuhun jätteeseen. Kiinnostus muovin hyötykäyttöä kohtaan on lisääntynyt vasta viime vuosina johtuen kasvavasta ympäristötietoisuudesta sekä nousevista raaka-ainehinnoista ja kaatopaikkamaksuista. (Järvinen 2008, 158; PlasticsEurope 2015.)

Muovien käsittelylle on neljä eri prosessointivaihtoehtoa: primäärinen, sekundäärinen, tertiäärinen ja kvartäärinen kierrätys. Primäärisesti kierrätetyt materiaalit ja tuotteet sisältävät samanlaisia ominaisuuksia kuin alkuperäinen tuote, ja niiden kierrätystä kutsutaan suljetuksi kierrätykseksi. Sekundäärisen kierrätyksen lopputuote on puolestaan kierrätetty avoimen kierrätyksen periaatteella, ja se on mekaanisilta ominaisuuksiltaan heikompi. Se korvaa käyttötarkoituksessaan yleensä puuta, sementtiä tai metallia. Tertiäärisessä kierrätyksessä muovista tuotetaan kemiallisin prosessein kemikaaleja ja polttoaineita, kvartäärisessä prosessissa puolestaan polttamalla energiaa. (Lotfi 2009; Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2010, 285.)

Muovin polttamista kotona ei suositella, sillä palamisen tulisi olla mahdollisimman puhdasta savukaasujen muodostumisen ehkäisemiseksi. Kodin polttolaitteissa ei saada aikaan tarpeeksi korkeaa (850–900 °C) ja tasaista lämpötilaa, minkä lisäksi niistä puuttuu savukaasuja mittaava laitteisto. Yleisimpiä muoveja kuten polyeteeniä (PE) ja polypropeenia (PP) voi polttaa, mutta sekalaisen muovien ja polystyreenin (PS) polttoa ei suositella. PVC-muovin polttaminen kotona on muovilaadun klooripitoisuuden vuoksi kokonaan kiellettyä, sillä kloorin palaessa

huonoissa olosuhteissa muodostuu erittäin myrkyllisiä furaaneja ja dioksiineja, sekä syövyttävää suolahappoa. (Suomen Uusiomuovi 2014.)

## 2.2 Mekaaninen kierrätys

Muovijätteen mekaaninen kierrätys on ympäristöystävällinen ja taloudellisesti järkevä kierrätystapa, kun saatavilla on suuri määrä samanlaatuista, helposti kerättävää muovia (Muoviteollisuus 2013). Mekaaninen kierrätys käsittää mekaaniset käsittelyprosessit alkaen muovijätteen haketuksesta ja päättyen pesun ja kuivauksen kautta uudelleengranulointiin. Tällä tavoin jätemuovi saatetaan muotoon, jota voidaan hyödyntää uusien muovituotteiden valmistuksessa neitseellisen muovin sijaan. (European Plastics Recyclers Association 2012.)

Yli 90 % Suomessa käytetyistä muoveista on kestumuoveja, jotka kestävät sulattamisen ja muovaamisen ilman kemiallista hajoamista. Uusiomuovin prosessointikustannukset kuitenkin ylittävät yleensä neitseellisen muovin hinnan, ja jätemuovin mukana tulevat epäpuhtaudet lisäävät työmäärää sekä kustannuksia. (Järvinen 2000, 102; Järvinen 2008, 18.) Jätteen käsittelystä ja kierrättämisestä on viime aikoina kuitenkin tullut kannattavaa liiketoimintaa, sillä luonnonvarojen hinnat nousevat jatkuvasti ja raaka-aineiden saatavuus on rajallista sekä tuonnista riippuvaista (Ympäristöministeriö 2008; Euroopan Komissio 2013). Öljyn jatkuva kallistuminen motivoi osaltaan muovin kierrätyksen tehostamiseen, sillä raakaöljyn hinta heijastuu varsinkin valtamuovien hintakäyriin (Järvinen 2008, 17).

Muovin mekaanisen kierrätyksen suurin ongelma on muovijätteen epäpuhtaus, joka vaikuttaa oleellisesti lopputuotteen laatuun. Laatuun vaikuttavat myös materiaalin kosteus sekä muovin vaihteleva koostumus. Muovijätteessä eri muovilaadut voivat olla sekoittuneina, tai jäte voi sisältää saman muovin eri kauppanimiä, joiden ominaisuudet vaihtelevat. Materiaalin hyödyntämislaitoksilla on ollut ongelmia myös joustavien muovilaatujen käsittelyssä; kuitenkin esimerkiksi maatalouskalvojen ja kutistemuovin kierrättäminen muovikalvoiksi on oikeissa olosuhteissa



onnistunut. Kierrätysmuovien laatuongelmat ovat heijastuneet negatiivisesti kierrätystuotteiden imagoon aiheuttaen mielikuvan lopputuotteen heikosta laadusta. Nykyisin kierrätysmuovin imagovaikutus voi kuitenkin olla jopa positiivinen. (Hopewell, Dvorak & Kosior 2009; Muovipoli 2014.)

Pääosa materiaalina kierrätettävästä muovijätteestä tulee kaupan alalta, teollisuudesta sekä PET-muovipullojen palautusjärjestelmästä. Suomen uusiomuoviteollisuus pystyy käsittelemään muovia raaka-aineeksi noin 30 000 tonnia vuodessa. Uusiomuovin markkinat ovat kuitenkin rajalliset. Osa muoveista jalostetaan käytettäväksi esimerkiksi Aasian markkinoilla, jos Suomesta tai Euroopasta ei löydy sopivaa uusiokäyttötarkoitusta. Uusiomuovista valmistetaan esimerkiksi kyllästettyä puuta korvaavaa muovilankkua, uusiomuovikalvoja ja -putkia ja sitä käytetään Aasian tekstiiliteollisuuden raaka-aineena. (Järvinen 2008, 161; Wiik 2014.) Mekaanisen kierrätyksen lopputuotteet, jotka vastaavat laadultaan ja käyttötarkoitukseltaan alkuperäisiä, ovat primäärisesti kierrätettyjä. Laadultaan alkuperäisiä tuotteita alhaisemmat tuotteet on puolestaan kierrätetty sekundäärisesti.

### 2.3 Kemiallinen kierrätys

Muovin kemiallinen kierrätys on yhteisnimitys erilaisille raskaille kemiallisille prosesseille, joilla muovi kierrätetään takaisin alkuperäisiksi muoveiksi tai petrokemian tuotteiden lähtöaineiksi. Kierrätysteknologia on suhteellisen uutta ja sen kannattavuutta sekä mahdollisuuksia muovin kierrätyksen lisäämiseksi vielä tutkitaan. Kemiallisen kierrätyksen keinoja ovat pyrolyysi, hydrogenointi, kemolyysi ja kaasutus. (Muoviteollisuus 2013; Suomen Uusiomuovi 2015.)

Kemiallinen kierrätys tapahtuu suurissa, öljynjalostamoja vastaavissa laitoksissa tai terästeollisuuden masuuneissa. Laitosinvestoinnit ovat suuria, ja kierrätysmuoto vaatii toimiakseen jatkuvia jätevirtoja. Kemiallisia kierrätyslaitoksia on mm. Saksassa, Kiinassa, Japanissa ja USA:ssa. (Friari, Horttanainen & Marttila 2005, 24.)

Muovin kemiallinen hajottaminen on kallista ja kuluttaa valtavan määrän energiaa, jopa enemmän kuin mitä se säästää. Kemiallisen kierrätyksen avulla valmistetun uusiomuovin etuna on kuitenkin se, ettei se eroa ominaisuuksiltaan tai laadultaan mitenkään neitseellisesti valmistetusta muovista. (Järvinen 2000, 101; Suomen Uusiomuovi 2015.) Muovin kemiallinen kierrätys on tertiäristä kierrätystä.

## 2.4 Energiahyötykäyttö

Muovilaatuja on paljon, ja kuluttajan on vaikea erottaa niitä toisistaan. Tämä tekee muovijätteen materiaalihyödyntämisestä hankalaa. Muovilla on kuitenkin korkea lämpöarvo, joten lajittelematonta ja epäpuhdasta muovia voidaan hyödyntää polttoaineena korvaamassa ulkomaisia fossiilisia polttoaineita, kuten kivihiihtä ja öljyä. Suurissa lämpövoimaloissa palaminen on hallittua ja tapahtuu täydellisemmin kuin kotiloissa. Voimaloissa on lisäksi myös tarvittavat savukaasujen puhdistimet. (Järvinen 2000, 103; Symbioosi 2015.)

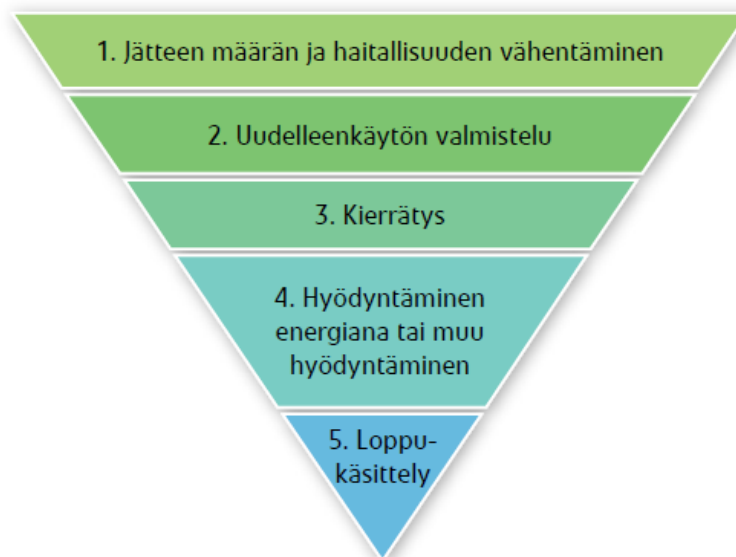
Muovia voidaan polttaa yhdyskuntajätteen seassa jätteenpolttolaitoksessa tai sitä voidaan käyttää polttoaineen tavoin fossiilisten polttoaineiden rinnalla. Jätteen muokkaaminen polttoaineeksi vaatii alkulajittelun ja rouhinnan. Tämän jälkeen muovijäte sekoitetaan voimalan pääsääntöisesti käyttämään polttoaineeseen. (Järvinen 2000, 103; Muoviteollisuus 2013.) Yhdyskuntajätettä polttavilla voimaloilla on yleensä huonompi hyötysuhde kuin tavallisilla voimaloilla, mutta ne toimivat sekalaisemmalla jätesyötöllä eivätkä vaadi niin tarkkaa esikäsittelyä ja lajittelua. Pelkän muovin polttaminen ei ole kuitenkaan jätevoimalan kannalta paras mahdollinen ratkaisu. (Järvinen 2008, 162.) Muovin käsittely polttamalla ei ole varsinaisesti kierrätystä, mutta sitä kutsutaan kvartäariseksi kierrätykseksi.

### 3 JÄTEPOLITIIKKA JA -SÄÄDÖKSET

#### 3.1 Jätepolitiikan periaatteet

Euroopan Unionin jätepolitiikan tavoitteena on edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä ehkäistä jätteen aiheuttamia ympäristö- ja terveishaittoja. Poliittisia periaatteita jätehuollossa ja jätteen käsittelyssä ovat ehkäisyn, varovaisuuden, läheisyyden ja omavaraisuuden periaatteet, pilaaaja maksaa -periaate sekä tuottajavastuu. Periaatteet on siirretty Suomen lainsäädäntöön, jota on joiltain osin säädetty vielä EU:n lainsäädäntöä kattavammaksi ja tiukemmaksi. (Ympäristöhallinto 2013a; Ympäristöministeriö 2015.)

Euroopan unionin jätedirektiivissä (2008/98/EY) on määritelty jätehierarchy (KUVIO 1), joka ohjaa jäsenvaltioiden jätepolitiikkaa. Jätehierarkiaa sovellettaessa otetaan huomioon jätteen koko elinkaari ja erilaisilla toimenpiteillä pyritään ympäristön kannalta parhaaseen mahdolliseen kokonaistulokseen.



KUVIO 1. Jätteen etusijajärjestys (Ympäristöministeriö 2012)

Jätteen etusijajärjestyksen tavoite on vähentää syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta. Syntyvä jäte käsitellään ensisijaisesti valmistelemalla se uudelleenkäyttöön ja toissijaisesti kierrättämällä. Jos materiaalin hyötykäyttö ei ole mahdollista, hyödynnetään jäte muulla tavoin, esimerkiksi energiana. Jätteen loppukäsittely on jätehierarkian mukaan vasta viimeinen vaihtoehto. (Jätelaki 646/2011, 8 §.) Muovin kaatopaikkasijoittamista tulee tulevaisuudessa kuitenkin ehkäisemään valtioneuvoston säätämä asetus kaatopaikoista (331/2013), jonka 28 § kieltää yli 10 % orgaanista hiiltä sisältävien jätteiden sijoittamisen kaatopaikoille. Asetus tulee voimaan 1. tammikuuta 2016.

Orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto tulee koskemaan suurinta osaa muoveista ja siirtämään painon muovijätteen hyödyntämiselle joko materiaalina tai energiana. Vuonna 2012 Suomessa syntyvästä niin sanotusta post-consumer -muovijätteestä, eli kuluttajilta peräisin olevasta muovijätteestä, yli kolmasosa päätyi edelleen loppukäsittelyyn, mikä aiheuttaa paineita energia- ja materiaalihyödyntämisen nopealle lisäämiselle. Tilannetta tulevat kuitenkin tasapainottamaan vuoteen 2016 mennessä valmistuvat uudet jätevoimalat, minkä vuoksi Suomen jätteenpolttokapasiteetti saattaa nousta yli 1,5 miljoonaan tonniin jätettä vuodessa. (Lamminen 2013; PlasticsEurope 2015.)

### 3.2 Resurssitehokkuus

Tuhlaileva luonnonvarojen käyttö on nykypäivän länsimaiselle ihmiselle lähes elämäntapa, joka vaarantaa sekä ihmisten että eläinkunnan hyvinvoinnin. Resurssitehokkuudesta on muodostunut kestävän kehityksen edistämisen keskeinen strategia, jonka lähtökohtana on maapallon resurssien kestävä käyttö ja niiden ympäristövaikutusten vähentäminen. Jättemateriaalin uudelleenkäyttö ja kierrättäminen ovat keskeisessä osassa resurssitehokkuutta, sillä ne vähentävät raaka-aineiden ja energian käyttötarvetta ja säästävät näin ympäristöä. (Ympäristöhallinto 2013b.)

Resurssitehokkuuden parantamiseksi on tehty useita suunnitelmia ja asetettu erilaisia tavoitteita niin kansallisessa kuin kansainvälisessäkin jätepolitiikassa. Euroopan unionin jätedirektiivissä (2008/98/EY) asetetaan jättemateriaalin kierrätykseen ja uusiokäyttöön liittyvä tavoite, jonka mukaan ainakin paperin, lasin, metallin ja muovin kotitalousjätettä vastaavien jätevirtojen kierrätysasteen tulisi olla 50 % vuoteen 2020 mennessä. Muovipakkauksille on asetettu 22,5 painoprosentin kierrätystavoite (Valtioneuvoston asetus pakkauksia ja pakkausjätettä koskevan päätöksen muuttamisesta 817/2005, 6 §). 1. tammikuuta 2016 muovipakkausten kierrätysprosentin laskennasta jätetään pois panttipullojen määrä ja uudeksi kierrätystavoitteeksi asetetaan 16 painoprosenttia. Kierrätystavoite nostetaan 1. tammikuuta 2020 lähtien 22 painoprosenttiin, lähes takaisin tämänhetkiseen tavoitteeseen. (Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteestä 518/2014, 8 §)

Euroopan komission seitsemäs ympäristöä koskeva toimintaohjelma korostaa jätteen merkitystä resurssina, joka voidaan uusiokäyttää tai kierrättää kaatopaikkasijoittamisen sijaan. Toimintaohjelman yhtenä tavoitteena on muuttaa Unioni resurssitehokkaaksi, vihreäksi ja vähähiiliseksi taloudeksi. (Euroopan komissio 2013.) Myös Suomen valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa kierrätyksen tehostaminen on asetettu yhdeksi tavoitteeksi. Tarkoituksena on edistää uusiomateriaalien laatua parantavaa tutkimusta ja tukea uusiomuovin sekä jäteperäisten muovikomposiittien käyttöönottoa. (Ympäristöministeriö 2008.)

### 3.3 Tuottajavastuu

Yksi keino ohjata suurempi osa muoveista kierrätykseen on laajentaa pakkauksia koskeva tuottajavastuu koskemaan kokonaisuudessaan myös maatalousmuoveja. Tavoite on asetettu Itä-Suomen, Oulun läänin sekä Lapin alueellisissa jätesuunnitelmissa, koskien maatalouden ja haja-asutusten jätteiden keräystä ja hyötykäyttöä. Tarkoituksena on tätä kautta tehostaa maatalousmuovien keräystä, edistää usio- ja energiakäyttöä sekä lopettaa muovien avopoltto. (Kainuun ympäristökeskus ja Pohjois-

Pohjanmaan ympäristökeskus 2008; Etelä-Savon ympäristökeskus, Pohjois-Savon ympäristökeskus, Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009, 39, 31; Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2012.)

Tällä hetkellä tuottajavastuu koskee mm. henkilöautoja, ajoneuvojen renkaita, sähkö- ja elektroniikkalaitteita, paristoja ja akkuja, mutta myös pakkauksia, joiden tuottajina pidetään tuotteen pakkaajaa tai maahantuojaa. Pakkausten tuottajavastuu koskee vain tuottajia, joiden liikevaihto on yli miljoona euroa. (Jätelaki 646/2011, 48 §.)

Jätelain mukaan tuottajan on järjestettävä markkinoille saattamansa tuotteen jätehuolto ja vastattava sen aiheuttamista kustannuksista (Jätelaki 646/2011, 46 §). Valtioneuvoston asetuksen pakkauksista ja pakkausjätteestä (518/2014) 9 §:ssä vaaditaan, että pakkausjätteen vastaanottoverkosto kattaa koko maan ja luetellaan kunkin materiaalin vastaanottopisteiden vähimmäismäärä. Muovipakkauksille vaaditaan vähintään 500 vastaanottoaikkaa niin, että jokaisessa yli 10 000 asukkaan kunnassa on ainakin yksi keräyspiste. Tuottajien vastuu kuluttajapakkausten keräysverkoston järjestämiseen alkaa 1. tammikuuta 2016 (Laki jätelain 127 ja 152 § muuttamisesta 25/2014, 152 §).

Pakkausalan Ympäristörekisteri PYR Oy:n (2015) mukaan muovipakkauksiin kuuluvat esimerkiksi kiriste- ja käärintäkalvot, kanisterit, korkit, muovisäkit ja suursäkit. Maatalousmuoveista tuottajavastuun piiriin kuuluvat tämänhetkisen tulkinnan mukaan kuitenkin vain pien- ja suursäkit, lavahuput ja erilaiset liuoskanisterit (Lindfors 2000, 14–15).

Maatalousmuovien tuottajavastuujärjestelmän kehittäminen kuitenkin johtaisi käytännössä kierrätysasteen parantumisen lisäksi myös hintojen nousuun, sillä valmistajat tai maahantuojat lisäävät kierrätysmaksun yleensä tuotteen myyntihintaan (Hokkanen ym. 2010, 280).

## 4 MAATALOUDESSA SYNTYVÄ MUOVIJÄTE

### 4.1 Yleistä maatalousmuoveista

Oli kyse sitten muutaman hehtaarin luomutilasta tai suuremman mittakaavan viljelystoiminnasta, muovi on nykypäivän maataloudessa aina merkittävässä roolissa. Muoveja käytetään tarpeen mukaan ja alueesta riippuen sekä lämmön nostamiseen että maaperän ja kasvien viilentämiseen. Sillä ehkäistään myös lannoitteiden valuminen sateen mukana sekä estetään rikkaruohojen kasvaminen, ja sitä käyttämällä säästetään paljon vettä. Muovien valmistus maatalouden käyttöön on suuren mittakaavan teollisuutta, joka tuottaa vuosittain maailmanlaajuisesti miljoonia tonneja yhden kasvukauden käyttöön suunniteltua muovia. (Grossman 2015.)

Suomessa on arvioitu syntyvän vuosittain noin 12 000 tonnia maataloudesta peräisin olevaa muovijätettä, joka koostuu muun muassa auma- ja pyöröpaalimuoveista sekä lannoitesäkeistä. Euroopan tasolla kyseinen jätejake edustaa noin viittä prosenttia kuluttajilta peräisin olevasta muovijätteestä. Muovien käyttö maatalouden apuvälineenä lisääntyi voimakkaasti 1990-luvulla, erityisesti säilörehun käsittelymenetelmien kehittymisen myötä. Rehun käsittelyn ja säilömisen helpottamiseksi viljelijät siirtyivät käyttämään pyöröpaaleja, jotka kuluttavat viisinkertaisen määrän muovia aiemmin käytössä olleiden aumaan tai siiloon säilömiseen verrattuna. (Lindfors 2000, 46; Etelä-Savon ympäristökeskus ym. 2009, 82; European Plastics Recyclers Association 2012.)

European Plastic Recyclers Associationin (2012) mukaan maatalousmuovien kierrätysaste on Euroopan tasolla paljon muuta post-consumer -muovijätettä heikompi, sillä edelleen lähes puolet maatalouden muovijätteestä päättyy loppusijoitukseen. Muovijätteen päätyminen asianmukaiseen käsittelyyn on viljelijöiden vastuulla. Jäte tulisi toimittaa paikalliseen jätekeskukseen, mutta edelleen osa viljelijöistä polttaa muovin kotona avotulella tai lämmityskattilassa. Maanviljelijöiden ja muiden maatalousyhteisöiden keskuudessa tunnustetaan yhä laajemmin, että tälle

materiaalivirralla tarvitaan kestävä järjestely. Ongelmana on muovin kestävyys – materiaali on suunniteltu niin, että se ei hajoa sateessa, auringossa tai lämmössä. (Etelä-Savon ympäristökeskus ym. 2009, 81-82; Grossman 2015.)

Maatalousmuovien kohdalla jätteen etusijajärjestyksen ensimmäisen kohdan toteuttaminen on monimutkaista, sillä syntyvän jätteen määrän vähentäminen vaatii joko muovituotteen keventämistä tai sen käyttöiän pidentämistä. Maataloudessa käytettävät muovit on suunniteltu kertakäyttöisiksi, mutta esimerkiksi kasvinviljelykalvoja pystytään hyödyntämään kahdellakin kasvukaudella käyttämällä sitä uudelleen eri kasvilla. Jätteen määrän vähentäminen muovituotteita keventämällä ja ohentamalla on ongelmallista, sillä se heikentää kierrätyksen hyötysuhdetta. Muovin ohetessa pois pestäviä epäpuhtauksia on yhtä paljon kuin ennenkin, mutta saatavaa kierrätysmateriaalia aiempaa vähemmän. (Friari ym. 2005, 25; Grossman 2015.)

Maatalousmuovien ohjaaminen materiaalikierrätykseen on useista muovilaaduista ja muovin epäpuhtauksista johtuen hankalaa, mutta suurten ja homogeenisten jäte-erien, kuten pyöröpaalien kiristekalvojen kohdalla, toteutettavissa. Maatalousmuovien mekaanista kierrätystä on selvitetty muun muassa Ekokemillä, jossa kerätyt auma- ja kiristekalvot pestiin, kuivattiin ja suulakepuristettiin neutraaliseen muovigranulaattiin sekoitettuna. Koesauvoja testattiin isku- ja vetokokein, ja ne todettiin lähes samanlaatuisiksi vertailuna käytettyjen neutraalisesti valmistettujen muovien kanssa. Maatalousmuovit soveltuvat siis hyvin raaka-aineeksi uusiomuoviteollisuudelle. (Friari ym. 2005, 25; Wiik 2014.)

Muovissa olevien epäpuhtauksien määrä riippuu paitsi muoviin jääneistä rehu- tai multajäämistä, myös käytössä olevasta varastotilasta. Jos paaleja säilytetään ulkona, ne pääsevät likaantumaan ja multaantumaan ja ne jäätyvät talvella maata vasten. Epäpuhtauksien välttämiseksi muovit tulisi säilyttää paikassa, jossa ne eivät ole alttiina sateelle ja lumelle ja johon jyrsijät ja linnut eivät pääse. (Rantala & Viljakainen 2010.)



Muovin käsittelyohjeet vaihtelevat alueittain ja moni maanviljelijä myöntää, ettei tiedä, mitä muoveille pitäisi tai edes saisi tehdä. Muoveihin kuitenkin suhtaudutaan lähtökohtaisesti eri tavalla, mikäli ne mielletään kaatopaikkajätteen sijasta hyödyntämiskelpoiseksi materiaaliksi. (Friari ym. 2005, 44, 77.) Kokeiluluontoiset keräilyt ovat saaneet positiivista palautetta, eikä muovijätteen kierrätykselle ole teknisiä eikä ympäristönsuojelullisia esteitä. Ainoa hidaste tällä hetkellä on toimivan keräysjärjestelmän puuttuminen. (Etelä-Savon ympäristökeskus ym. 2009, 82.)

#### 4.1.1 Pyöröpaalimuovi

Pyöröpaalien kiristekalvot muodostavat suurimman yksittäisen osuuden maatalousmuovien kokonaiskertymästä, noin 7 000 tonnia vuodessa. Pyöröpaalimenetelmässä niitetty ja murskattu nurmirehu paalataan pyöröpaaleiksi, ja nurmisilpun joukkoon ruiskutetaan säilöntäainetta. Säilöntäaineet eivät ole haitallisia materiaalikierrätyksen kannalta. (Friari ym. 2005, 38; Furu, H 2015.)

Kiristekalvot myydään 21,5 kg:n rullissa, ja yhteen pyöröpaaliin kuluu keskimäärin 1,2 kg muovia. Suomessa käytettävät kalvot ovat pääosin valkoisia, sillä valkoinen väri ei absorboi auringon valoa juuri ollenkaan ja parantaa näin rehun säilyvyyttä. Kalvot on UV-suojattu. Kiristekalvo valmistetaan lineaarisesta pientiheyspolymeeristä eli PE-LLD:stä, ja sen paksuus on 0,025 mm. (Friari ym. 2005, 38.)

Käytetty pyöröpaalimuovi on poimumaista kalvomassaa, joka kelpaa kierrätykseen kuivana ja suhteellisen puhtaana. Muovijäte ei saa sisältää suuria määriä multaa, jyräjoiden jätöksiä tai säilörehun jäämiä. Epäpuhtaudet heikentävät maatalousmuovien kilpailukykyä kierrätysmuovimarkkinoilla, sillä ne vaativat pesuprosessin ennen käsittelyä, toisin kuin puhtaammat muovijätteet. Kiristekalvojen kierrätyksen kannalta olisi kannattavinta pystyä jalostamaan muovi uusiomuovituotteiksi ilman erillistä pesua. (Lindfors 2000, 5, 24; Rantala & Viljakainen 2010.)

Kiristekalvojen käsittely uusiomuovin raaka-aineeksi on Suomen teknologiassa vaikeaa epäpuhtauksien vuoksi. Muovia on kuitenkin lähetetty analysoitavaksi materiaalihyötykäyttäjälle Kaukoitään, jossa se todettiin materiaalihyötykäyttöön soveltuvaksi. Muovin sisältämistä epäpuhtauksista kuitenkin huomautettiin. (Lindfors 2000, 20; Friari ym. 2005, 70–71.)

Säilörehun pyöröpaalaamisesta syntyy kiristekalvojen lisäksi muutakin muovijätettä. Kiristekalvo on pakattuna muovisen hylsyn ympärille, joka on materiaaliltaan joko polypropeenaa (PP), polyvinyylikloridia (PVC) tai suurtiheyspolyeteeniä (PE-HD). Hylsyjä syntyy arviolta 40–50 tonnia vuodessa. PVC-hylsyty ovat perinteisesti päätyneet kaatopaikalle, PE-HD-hylsyty energiahyötykäyttöön ja Rani Plastin PP-hylsyty kerätään uusioraaka-aineeksi uusille hylsulle. (Friari ym. 2005, 38, 45, Maatilan Pirkka 2014.)

Heinä-, säilörehu- ja olkipaalien sidontaan käytetään joko paalilankaa tai sidontaverkkoa. Kumpikin on materiaaliltaan polypropeenaa (PP) ja käytön jälkeen varsin likaista. Tilakohtaiset kertymät ovat pieniä, suurimmillaankin vain kymmeniä kiloja tilaa kohti. Materiaalikierrätystä heikentää muoviin tarttunut kuiva kasvijäte, jota on vaikea poistaa pesuprosessissa. Paalinaruja on lisäksi vaikea murskata. (Lindfors 2000, 12, 23, 45.)

#### 4.1.2 Aumakalvo

Toiseksi suurin yksittäinen muovilaatu maatalousmuovien keskuudessa on aumakalvot, joita syntyy vuosittain noin 2 000 tonnia. Aumamenetelmässä pellolle levitetään kalvo, jonka päälle kasataan pitkänomaisesti rehua. Keko peitetään toisella kalvolla ja reunat käännetään, jolloin saadaan aikaan säilymisen kannalta oleellinen ilmatiiveys. Siilo tai kiinteä auma puolestaan on betoninen säiliö, joka rehun tiivistämisen jälkeen peitetään aumakalvolla ja verkkopeitteellä. (Friari ym. 2005, 39.)

Aumakalvo valmistetaan PE-polyeteenistä ja se on paksuudeltaan 0,15 mm. Kalvo on UV-suojattu, ja osa kalvoista sisältää myös EVA-lisäainetta,

joka parantaa kylmänkestävyyttä ja sitkeyttä. Monikerroskalvojen keskimäinen kerros voi olla myös LLD-polyeteeniä. (Lindfors 2000, 5.)

Käytöstä poistettu kalvo on yleensä repaleista, ja siihen on tarttunut epäpuhtauksia, kuten roskaa ja maa-ainesta. Likaisen aumakalvon käsittely onnistui Rani Plastin suorittamassa kokeilussa kuitenkin teknisesti hyvin, ja saatu granulaatti oli laadukasta. Granulaatista valmistettu kalvo toimitettiin Ranskan markkinoille, josta ilmaistiin halukkuus hyödyntää jatkossakin vastaavan laatuista jätettä. (Lindfors 2000, 5, 19-20.)

#### 4.1.3 Lannoite- ja siemensäkit

Maanviljelyksessä syntyy viljelykausina paljon muovijätettä eri kokoisista lannoite- ja siemensäkeistä. Nykyisin yli 90 % säkeistä on suursäkkejä, vaikka vielä 2000-luvun alussa vastaava osuus oli 70 %. (Friari ym. 2005, 40; Tonttila 2015.) Suursäkki koostuu erillisestä sisä- ja ulkosäkistä, joissa kummassakin on 600 grammaa muovia. Sisäsäkki on materiaaliltaan LD-polyeteeniä, johon on lisätty säkin täyttöä helpottavaa liukastetta. Ulkosäkki on polypropeenikuitua, joka on venytetty lähes katkeamispisteeseen ja kudottu verkkomaiseksi kankaaksi. Ulkosäkistä lähtee myös polypropeenista kudottu nostolenkki, josta täysinäistä säkkiä liikutellaan. (Lindfors 2000, 8.)

Suursäkkien LD-polyeteenisen sisäsäkin materiaalihyödyntäminen alkoi lupaavasti mutta katkesi 1980-luvulla suursäkkien suosion kasvaessa. Samaa muovilaatua olevia sisäsäkkejä ja piensäkkejä käsiteltiin aluksi yhdessä, mutta sisäsäkkien sisältämän liukasteen suhteellinen osuus uusiopolyeteenissä kasvoi suursäkkien suosion myötä niin suureksi, ettei materiaalia enää pystytty jalostavassa teollisuudessa hyödyntämään. Pelkästä sisäsäkistä saatava uusiomuovigranulaatti on kuitenkin melko laadukasta, joten sitä voidaan yksinään hyödyntää erikoistuotteiden valmistuksessa. Samantyyppistä raaka-ainetta on kuitenkin runsaasti tarjolla. (Lindfors 2000, 9, 33.)

Polypropeenisen ulkosäkin hyödyntämistä kokeiltiin naruteollisuudessa, mutta maanviljelijät eivät innostuneet uusiolangan mustasta väristä. Hyödyntäminen katkesi neitseellisen polypropeenin hinnan laskettua, sillä uusiokäytöstä tuli taloudellisesti kannattamatonta. Ulkosäkin hyödyntämisen ongelmana on myös materiaalin sitkeys ja kovuus, jotka vaikeuttaa materiaalin rouhimista. (Lindfors 2000, 9, 31–32.)

Piensäkit ovat materiaaliltaan LD-polyeteeniä, ja yhdessä säkissä on muovia 170 grammaa. Säkit toimitetaan tilalle puisella kuormalavalla, johon mahtuu 30 sakkia. Säkit on sidottu kuormalavaan ja suojattu lavahupulla, joka on valmistettu LD-polyeteenimuovista ja painaa 840 grammaa. (Lindfors 2000, 10.)

Lannoite- ja siemensäkkejä kerää 4H-järjestö, joka pystyttää vuosittain keräyspisteitä ympäri Suomea. Järjestö vastaanottaa ja lajittelee muovit ja lähettää ne eteenpäin hyötykäyttöön. Tänä vuonna kerättiin 530 tonnia suursäkkejä, 36 tonnia piensäkkejä ja 10 tonnia lavahuppuja. Kerätty määrä vastaa arviolta noin puolta maa- ja metsätiloille toimitetuista säkeistä. Keräys toteutetaan yhteistyössä maatalouskauppojen, siementuottajien ja päärahoittaja Yara Suomi Oy:n kanssa; maanviljelijöille keräys on ilmainen. Kerätyt piensäkit ja lavahuput kuljetetaan pestäväksi ja uudelleengranuloitavaksi, minkä jälkeen ne pääsevät takaisin kiertoon. Keräykseen käyvät vain yhteistyötahojen lannoite- ja siemensäkit. (Suomen 4H-liitto 2015b, c; Tonttila 2015.)

#### 4.1.4 Kanisterit

Maatiloille kertyy vuodessa noin 1 000 tonnia erilaisia kanistereita, joissa tiloille toimitetaan esimerkiksi torjunta- ja säilöntäaineita, hivenlannoitteita, voiteluaineita sekä erilaisia liuoksia. Yhdelle tilalle on arvioitu vuoden aikana syntyvän joitakin kymmeniä kiloja kanisterijätettä. Kanisterit on pääasiassa valmistettu HD-polyeteenistä, mutta liuoksia pakataan myös sekalaisista muoveista sekä PET- ja monikerrosmuoveista valmistettuihin kanistereihin. Korkki on yleensä polypropeenia. (Lindfors 2000, 9; Friari ym. 2005, 42.)

Yli puolet kanistereiden kokonaismäärästä on Kemiran AIV-liuoskanistereita, joiden keräys on aikaisemmin järjestetty AIV-tuotteita myyvien maatalouskauppojen kautta. Kierrätyksen kautta on vuosittain palautunut 300–400 000 kannua tai tynnyriä uudelleen täytettäväksi; vuotavat, vieraita aineita sisältävät ja yli viisi vuotta vanhat pakkaukset on poistettu kierrosta. Kierrätys on toiminut panttijärjestelmällä, mutta pakkaus- ja kierrätyskonseptin muuttumisen myötä pantti poistuu. Tällä hetkellä kanistereita keräilee kokeilumielessä 4H-järjestö yhdeksällä paikkakunnalla UUTUUS-konseptin alla. (Lindfors 2000,9; Farmit 2007; Suomen 4H-liitto 2015a.)

Teollisuuden arvioiden mukaan liuoskanistereiden uusiokäyttö on kannattavaa vasta, kun alueellinen kertymä samaa muovia on 30–40 tonnia. Maatalouskanisterit ovat kuitenkin sekalaisia ja sisältävät monenlaisia kemikaaleja, eikä kaikkiin ole merkitty muovilaatua. Tunnettuja muovilaatuja olevien kanisterien hyödyntäminen muoviteollisuudessa on kuitenkin mahdollista jopa ilman erillistä pesua, mikäli viljelijä huuhtelee ne huolellisesti. (Lindfors 2000, 36, 38, 44.)

#### 4.1.5 Kasvinviljelymuovit

Avomaan vihannestuotannossa ja marjanviljelyssä käytetään katemuovina mustaa tai kirkasta LD-polyeteenikalvoa. Kalvoa käytetään viljelyn kiertoaika eli 4–5 vuotta, minkä jälkeen kalvo on likaista ja repaleista. Muoviselle viljelykatteelle on kuitenkin kehitelty myös biohajoavia korvikkeita, muun muassa puukuidusta valmistettuina. Paperinen kate on muovia parempi paitsi ekologisuuden, myös kasvien kaasuaineenvaihdunnan kannalta. (Lindfors 2000, 11–12; MTT 2014.)

Avomaaviljelyssä käytetään lisäksi kateharsoja suojaamassa kasveja tuholaisilta ja hallalta. Kateharso on materiaaliltaan polypropeenipohjaista kuitua ja sen käyttöaika on 2–3 kasvukautta. Kasvihuoneissa käytetään katteena kirkasta LD-polyeteenimuovikalvoa, jonka käyttöikä on 3–4 vuotta. (Lindfors 2000, 12.)

Kasvinviljelymuovit ovat vuosia altistettuna auringonvalolle ja ovat käytöstä poistettaessa varsin repaleisia ja hajonneita. Käytössä niihin myös tarttuu paljon hiekkaa ja multaa. Kasvinviljelymuovien kierrättäminen uusiomuovin raaka-aineeksi onkin teknisesti mahdotonta, joten ne on järkevintä hyödyntää energiakäytössä mahdollisimman lähellä syntypaikkaa. (Lindfors 2000, 45.)

#### 4.2 Muovilaatujen tarkastelu

Edellisen luvun yhteenvedona voidaan todeta, että maatalouden muovijätejakeet koostuvat useista muovilaaduista, jotka vaativat lajittelua ennen hyödyntämistä materiaalina. Tähänastiset hyötykäyttökokeilut ovat kohdistuneet lähinnä polyeteenille, ja osa kokeiluista on jäänyt pysyvästi käyttöön. Polypropeenin kohdalla kokeilut ovat kohdanneet vaikeuksia, ja PVC on päätynyt aina suoraan loppusijoitukseen. Maatalouden muovijätteet on koottu muovilaaduittain taulukkoon 1.

TAULUKKO 1. Tiloilla syntyvät muovijätteet muovilaaduittain

<b>Muovilaatu</b>	<b>Muovijäte</b>
<b>PE-LLD</b>	Pyöröpaalimuovi
<b>PE-LD</b>	Aumamuovi Suursäkkien sisäsäkit Piensäkit Kasvinviljelykalvot Lavahuput
<b>PE-HD</b>	Kanisterit Kiristekalvohylsyt
<b>PP</b>	Paalinaru Suursäkkien ulkosäkit Sidontaverkko Kiristekalvohylsyt Kateharsot Kanisterien korkit
<b>PVC</b>	Kiristekalvohylsyt

Taulukosta 1 nähdään, että tiloilla syntyy pääasiassa kolmea muovilaatua: polyeteeniä, polypropeenä ja polyvinyylidikloridia. Kaikki kolme muovilaatua ovat valtamuoveja, joiden käyttömäärät ovat suuria ja markkinahinnat lähes poikkeuksetta muita muoveja edullisempia. Lähes 80 % Suomen muovimarkkinoilla olevista muoveista on valtamuoveja, ja näistä noin 80 % on polyeteeniä ja polypropeenä. (Järvinen 2008, 26.)

Pientiheyspolyeteenin eli PE-LD:n ja PE-LLD:n osuus Suomessa käytetyistä valtamuoveista on selvästi suurin, lähes puolet valtamuovien kokonaiskäytöstä. PE-LD on sitkeää ja kemiallisesti kestävä kalvo, joka on joustavaa myös pakkasessa. Ruoka- ja tuotepakkauksissa käytettävä kirkas ja venyvä kalvo on lähes poikkeuksetta PE-LD:tä, kiristekalvot puolestaan PE-LLD:tä. Lineaarinen pientiheyspolymeeri PE-LLD muistuttaa ominaisuuksiltaan paljon PE-LD:tä, mutta sen sitkeys ja lujuus ovat kuitenkin hieman PE-LD:tä parempia, eikä se ole yhtä altis jännityssäröilyyn. PE-LD ja PE-LLD eroavat toisistaan myös polymeroinnin osalta: PE-LD:tä valmistettaessa eteeni polymeroidaan korkeassa paineessa, mutta PE-LLD polymeroidaan suuritiheyspolyeteeni PE-HD:n tapaan matalapainereaktorissa. (Järvinen 2008, 27, 30–31, 36.)

Pien- ja suuritiheyspolyeteenin erottaa toisistaan polymerointimenetelmän lisäksi muovin tiheys eli ominaispaino, joka on PE-LD:llä 0,91–0,93 g/cm<sup>3</sup> ja PE-HD:llä tyypillisesti 0,94–0,97 g/cm<sup>3</sup>. PE-HD:sta valmistetut tuotteet ovat suuremman tiheydensä vuoksi jäykempiä kuin PE-LD:stä valmistetut, ja sitä käytetään pääasiassa putkissa, puhallusmuovatuissa tuotteissa, kalvoissa ja ruiskuvalutuotteissa. PE-HD:tä kutsutaan myös ”ämpärimuoviksi”, sillä siitä tehdään paljon vateja, ämpäreitä ja pesuainepulloja. (Järvinen 2008, 29, 36–37.)

Polypropeeni kilpaili pitkään PE-HD:n kanssa Suomen toiseksi käytetyimmän muovin asemasta, ja vasta 2000-luvulla se on noussut kyseiseen asemaan monipuolisempien työstömahdollisuuksiensa ansiosta. Polypropeeni on käyttömahdollisuuksiltaan ehkä kaikkein monipuolisin muovi: sitä käytetään auton osissa, kalvoissa, levyissä, putkissa ja pakkauksissa, ja se on narujen, nauhojen ja täytekuitujen

materiaalina noussut myös merkittäväksi kuitumuoviksi. Polypropeenilla on PE-HD:tä huonompi pakkasenkestävyys, mutta se kestää paremmin lämpöä, soveltuu paremmin kuitujen valmistukseen eikä ole pinnaltaan niin liukas. (Järvinen 2008, 26–27, 40–41.)

Polyvinyylidikloridi eli PVC on vanhin ja aikanaan käytetyin kestopuovi, mutta nykyisin sen käyttö Suomessa on alle kymmenen prosentin luokkaa. PVC:llä on kuitenkin edelleen omat suuret käyttökohteensa rakennusteollisuudessa, ja siitä valmistetaan myös esimerkiksi letkuja, profiileita ja muovitaskuja. PVC:n työstöä ja ominaisuuksia parantavat lisäaineet ovat nykymittapuun mukaan kuitenkin terveydelle haitallisia, eivätkä turvallisemmat lisäaineet poista palamisessa syntyvän suolahapon aiheuttamaa ongelmaa. (Järvinen 2008, 26–27, 30, 49, 51.)

Kaikki mainitut maataloudessa käytetyt muovilaadut ovat luokitukseltaan kestopuoveja, eli ne voidaan sulattaa ja jäähdyttää uuteen muotoon useita kertoja ilman muovin rakenteen hajoamista (Järvinen 2008, 22). Kaikki maataloudessa syntyvät muovit ovat siis teoriassa hyödynnettävissä materiaalina, mutta käytännössä epäpuhtaudet estävät materiaalikierrätyksen joiltain jätelajeilta kokonaan.



## 5 KOHDEALUEEN MAATILOJEN TARKASTELO

### 5.1 Maatilojen jätehuolto

Suomen maatalous on jo pitkään muuttunut tasaisesti samaan suuntaan: rakennemuutoksen seurauksena pienet tilat katoavat ja jäljelle jäävät vain suuret tuotantoyksiköt. Suomessa oli vuonna 2014 noin 56 000 maatilaa, mikä on 41 % vähemmän kuin Suomen liittyessä 19 vuotta sitten Euroopan Unioniin. Tilamäärän pienenytessä tilojen keskikoko on puolestaan kasvanut 25 hehtaarista 40 hehtaariin. Tilakoon kasvusta noin puolet on tapahtunut peltoa vuokraamalla. (Friari ym. 2005, 79; Luonnonvarakeskus 2015.)

Rakennemuutos helpottaa osaltaan maatilojen jätteenkeräystä. Yksiköitä on harvemmassa, ja jokainen yksikkö tuottaa aiempaa enemmän jätettä. Keräilyn kannalta tämä tarkoittaa tietyn jätemäärän keräämistä vähemmillä pysähdyksillä, jolloin aikaa kuluu vähemmän. Suurta maatalousyksikköä voi verrata teollisuuslaitokseen, joka tarvitsee parhaan mahdollisen teknologian ja laadukkaiden tuotantomenetelmien ohella myös tehokkaat jätehuoltopalvelut. (Friari ym. 2005, 79.)

Suurin osa maataloudessa syntyvästä jätteestä on eläinten tuottamaa lantaa, jota syntyy koko Suomen tasolla jopa 20 miljoonaa tonnia vuodessa. Eläintalouksissa syntyy jätteenä myös jonkin verran eläinten raatoja. Kaikilla tiloilla syntyy lisäksi myös kunnan järjestämän jätehuollon piiriin kuulumatonta muovijätettä, joka viljelijöiden tulee itse toimittaa kierrätykseen. (Etelä-Savon ympäristökeskus ym. 2009, 81.)

Eri tuotantosuuntia harjoittavat tilat käyttävät toiminnassaan erilaisia muoveja, jotka saattavat vielä vaihtaa omistajaa ennen luokituksen muuttumista jätteeksi. Esimerkiksi pyöröpaalit paalataan viljelytiloilla, mutta jäte syntyy vasta eläintiloilla. Merkittävimmät muovijätteet tuotantosuunnittain on koottu taulukkoon 2.

TAULUKKO 2. Tiloilla syntyvät muovijätejakeet (Friari ym. 2005, 44)

Tuotantosuunta	Maitotila ja nautakarjatila	Sikatila	Viljatila	Kasvinviljely
Syntyvät muovijätteet	Pyöröpaalikalvot	Suursäkit	Suursäkit	Katemuovit
	Aumakalvot	Kanisterit	Kanisterit	Kasvihuonemuovit
	Suursäkit			Kateharsot
	Kanisterit			Pienlannoitesäkit

Eniten muovijätettä syntyy maidontuotantotiloilla, sillä ne kuluttavat paljon pyöröpaalattua säilörehua eläinten ravintona. Myös hevosheinän käyttö muoviin käärittynä on viime aikoina yleistynyt. Rehuheinää käyttävät lypsy- ja nautakarja- sekä hevostilat tarvitsevat keräyspalvelua tasaisin väliajoin ympäri vuoden, kun taas viljailoille, kasvinviljelijöille ja sikatiloille riittää nouto harvemmin. (Friari ym. 2005, 37, 71; Etelä-Savon ympäristökeskus ym. 2009, 82.)

Taulukoita 1 ja 2 vertailemalla voidaan todeta, että miltään maatalouden tuotantosuunnalta ei synny yhdenlaatuista muovijätettä. Tästä johtuen keräily vaatii jätemuovien lajittelua joko syntypaikalla tai käsittelypisteessä. Myös maatilojen eriävät keräyspalvelutarpeet hankaloittavat osaltaan yhtenäisen keräilyjärjestelmän kehittämistä.

## 5.2 Maatalous kohdealueella

Kanta-Hämeen alue on keskittynyt viljan- ja kasvinviljelyyn, joiden osuus tilamääräisesti laskettuna on lähes kolme neljäsosaa. Muovijätteen synnyn kannalta merkittäviä lypsy- ja nautakarjatiltoja on Itä- ja Pohjois-Suomeen verrattuna hyvin vähän. (Luke tilastotietokanta 2014b.) Kohdealueen maatalous ei ole maatalousmuovien keräilyn kannalta kaikkein ihanteellisinta, mutta keräilylle kuitenkin löytyy tarvetta.

Envor Group Oy:n toimipiste sijaitsee Forssassa, jonka ympäristöön tuleva keräysjärjestelmä tulee sijoittumaan. Lähimpänä Forssan kaupunkia sijaitsevat Tammela ja Jokioinen noin 10 kilometrin etäisyydellä ja Humppila, Ypäjä sekä Somero yli 20 km etäisyydellä. Matkat on laskettu Envorin toimipisteeltä kunnan keskustaan, joten alueen maatalous sijoittuu todellisuudessa vielä suuremmalle alueelle. Potentiaalista maatalousmuovin keräysaluetta ovat myös yli 30 kilometrin etäisyydellä sijaitsevat Loimaa ja Urjala. Tuleva keräysjärjestelmä on lähtökohtaisesti suunniteltu ulottuvan noin 30 kilometrin säteelle Envor Groupin toimipisteestä. Kohdealueen maataloustietoja on koottu taulukkoon 3.

TAULUKKO 3. Forssan alueen ja lähipaikkakuntien maatalous vuonna 2014 (Luke tilastotietokanta 2014a ja c; Luke tilastotietokanta 2015)

Kunta	Maatalous- ja puutarhayritykset	Maitotilat	Naudanlihan tuotanto (t)
Forssa	135	9	66
Jokioinen	153	15	95
Tammela	216	15	316
Humppila	117	9	78
Ypäjä	146	7	52
Somero	459	25	267
Urjala	231	16	220
Loimaa	680	21	522

Taulukon 3 perusteella kohdealueen suurimmat maatalouskeskittymät sekä tilojen kokonaislukumäärän, maitotilojen että lihantuotannonkin osalta sijaitsevat 30–40 km etäisyydellä Forssasta ja ovat tästä syystä potentiaalisia keräilypaikkakuntia. Kerättävien muovimäärien tulee kuitenkin olla huomattavia, jotta keräilyn järjestäminen näin laajalle alueelle on kannattavaa. Forssassa ja sen välittömässä läheisyydessä sijaitsee kuitenkin riittävät määrät paljon muovia tuottavia maitotiloja ja lihantuotantoa, jotta keräyksen järjestämistä on syytä harkita.

### 5.3 Forssan alueella syntyvät muovit

Forssan alueella syntyvää, maataloudesta peräisin olevaa muovijättemäärää lähdettiin kartoittamaan ottamalla yhteyttä paikallisiin maatalouskauppoihin ja 4H-yhdistyksiin. Sähköpostitse lähetetyissä tiedusteluissa maatalouskaupoilta kysyttiin Forssan seudulla myytävien maatalousmuovien arvioituja tonnimääriä ja 4H-yhdistyksiltä alueella kerättyjen siemen- ja lannoitesäkkien määriä. Forssan seudulla arvioitiin syntyvään yhteensä 100 tonnia maatalousmuoveja, mikä on pieni osa koko Suomen muovimäärästä, mutta paikallisesti keräämisen arvoinen jätevirta.

Alueella toimivat maatalouskaupat ovat Rautia K-Maatalous ja Agrimarket. Kauppojen arvioiden perusteella Forssan seudulla myydään vuosittain noin 70 tonnia pyöröpaalimuovia ja kahdeksan tonnia aumamuovia. Pyöröpaalihylsyjä tästä muovimäärästä syntyy noin 2–3 tonnia. Erilaisia kanistereita Forssan alueella arvioitiin syntyvän pari tonnia. Naapurikuntien lähimmät maatalouskaupat sijaitsevat Loimaalla ja Somerolla, joten muovimarkkinoita vastaavan jätteen voidaan olettaa syntyvän Forssan, Tammelan ja Jokioisten sekä mahdollisesti Ypäjän, Humppilan ja Urjalan maatiloilla. (Polo 2015; Tuusa 2015.)

Tutkimukseen haluttiin sisällyttää myös hevostalouksissa syntyvät muovin määrä ja laatu, josta aiemmissa tutkimuksissa oli vain mainintoja. Selvitys toteutettiin vierailemalla Forssan Pilvenmäen valmennuskeskuksessa ja haastatteleamalla alueella työskenteleviä ihmisiä. Hevosille käytetään pyöröpaalien sijaan samasta muovista valmistettuja kanttipaaleja, josta syntyvä muovijäte on talleilla ongelma. Kanttipaaliin kuluu suhteessa enemmän muovia kuin pyöröpaaliin. Arvioiden mukaan alueella syntyy vuosittain jopa 5 000 – 6 000 tonnia muovijätettä, ja keräilyratkaisuksi ehdotettiin alueelle sijoitettavaa jätelavaa, johon muovin voisi tuoda. Lavan arvioitiin täyttyvän kuukauden aikana syntyvästä muovijätteestä.

Lannoitesäkkejä arvioitiin maahantuojan puolesta toimitettavan Forssan seudulle vuodessa noin 20 tonnia. Tammelan ja Jokioisten-Ypäjän 4H-

yhdistysten mukaan säkkejä kerättiin tänä vuonna arviolta 12 tonnia, joten noin kahdeksan tonnia alueelle toimitetuista säkeistä on keräykseen kelpaamattomia tai ei muista syistä päädy keräykseen. Piensäkkejä tai lavahappuja ei tuotu tänä vuonna keräykseen juuri lainkaan, edellisenä vuonna piensäkkejä tuli vielä noin 500 kappaletta ja lavahappujakin joitakin yksittäisiä. 4H-yhdistysten mukaan viljelijät tuovat säkit mieluummin keräykseen kuin polttavat, joten viljelijät toivovat keräystä myös tällä hetkellä keräykseen kelpaamattomille säkeille. Palvelua olisi siis tarpeen laajentaa kattamaan kaikkien valmistajien lannoitesäkit. (Jokinen 2015a ja b; Polo 2015; Suonpää 2015.)

Maatalousmuoveista suurimmat kertymät Forssan seudulla saadaan pyöröpaalien kiristekalvoista, hevostaloudessa käytettävistä kanttipaalien käärintämuoveista ja suursäkeistä. Keräyksen kannalta kannattavimmat muovilaadut ovat siis pyörö- ja kanttipaalien PE-LLD ja suursäkkien PE-LD ja PP. Suursäkkien kierrätys kannattaa tosin tulevaisuudessakin jättää 4H-kerhojen järjestettäväksi ja keskittyä keräilemään maatalousmuoveista joko PE-LLD-laatua tai sekakuormia.

## 6 MAATALOUSMUOVIEIN KERÄYSMENETELMÄT

Suomi on harvaan asuttu maa, jossa erilaisten muovijätteiden tuotantotiheydet ovat niin matalia, ettei muovien keräily ja esikäsittely ole taloudellisesti kovin kannattavaa. Neitseellisten raaka-aineiden käyttö on lisäksi ollut suhteessa edullisempaa kuin kierrätysmateriaalinen hyödyntäminen. Pieniä osuuksia maatalouden muovijätteistä on kerätty materiaali- tai energiahyötykäyttöön, mutta pääasiassa jäte on kuljetettu kaatopaikalle. (Friari ym. 2007.)

Maatalousmuovien keräily aloitti Suomen 4H-liitto jo vuonna 1975, ja erilaisia keräilyhankkeita on järjestetty 90-luvulta lähtien. Hankkeissa on kokeiltu muovien hyödyntämistä energiana, materiaalina ja esimerkiksi muoviasvaltin raaka-aineena, ja jokaiseen hankkeeseen on kehitelty tarpeisiin sopiva keräysjärjestely. Muoveja on kerätty käyttäen kuntakohtaisia ja alueellisia keräyspisteitä, joita on pystytetty mm. kylätalojen romunkeräyspaikoille ja maatalouskauppojen pihuille. Lisäksi Kuusakoski Oy:llä oli yhteistyössä MTK:n kanssa vuosia toiminnassa palvelupaketti, jossa paalien kiristekalvot kerättiin metallin, renkaiden, akkujen ja SER-jätteen ohella. (Lindfors 2000, 4, 17, 21, 28; Friari ym. 2005, 73.)

Lähinnä kohdealuetta suoritetun keräyskokeilun toteutti Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy vuonna 2003, yhteistyössä Koski Tl:n kunnan kanssa. Paikallisten maataloustuottajien osoittamiin paikkoihin perustettiin neljä keräyspistettä, joissa otettiin vastaan paali- ja aumamuoveja sekä suursäkkejä yhdeksän päivän ajan. Ennen keräystä tuli puhelimitse noin 50 yhteydenottoa, ja naapurikunnista tiedusteltiin vastaavan keräyksen järjestämisestä heidän alueillaan. Keräys suoritettiin täysperävaunurekalla ja lastaus autonosturilla. Tempauksessa kerättiin 13 tonnia muovia, joka käsiteltiin yhdessä muun energiajätteen kanssa. (Friari ym. 2005, 54.)

## 6.1 Toiminnassa olevat keräyspalvelut

Vaikka maatalousmuovien kierrätyksen esteeksi luetaan yleensä toimivan keräysjärjestelmän puuttuminen, niitä toimii Suomessa tällä hetkellä useita erilaisia. Osa toimii paikallisesti ja osa kausittain, mutta myös koko maan kattava, ympärivuotinen järjestelmä on olemassa. Kierrätysyritysten lisäksi maatalousmuovia ottavat vastaan myös paikalliset jätekeskukset joko kotikeräysastioiden kautta tai keräyspisteeseen toimitettuna (ProAgraria Oulu 2012). Aikaisemmissa keräilykokeiluissa suosittiin alueellisia, keskitettyjä keräyspisteitä, nykyisin muovit kerätään pääasiassa maatilojen pihoilta.

Ainoa valtakunnan laajuisesti toimiva keräysjärjestelmä on Ekokemin noutopalvelu, joka takaa noudon kahden kuukauden sisällä tilauksesta. Nouto suunnitellaan tehokkaasti ja ympäristöä turhaan kuormittamatta. Palvelun hinta on 90 €/tonni, mutta MTK:n jäsenet saavat noudon 85 € tonnihintaan. Keräykseen kelpaavat kääremuovit ja kiristekalvot, auma- ja viljelykalvot, kanisterit sekä lannoitesäkit. Myös verkot kelpaavat keräykseen, mutta ne tulee kerätä erikseen jätessäkkiin. Muovit hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan materiaalina, joten maanviljelijän tulee lajitella muovit kasoihin noutoa varten. (ProAgraria Oulu 2012; Ekokem 2015.)

Toinen lähes valtakunnallisesti operoiva maatalousmuovien kerääjä on 4H-järjestö, jonka lannoitesäkkikeräys vietti tänä vuonna 40-vuotisjuhluvuotta. Tänä aikana on kerätty yhteensä noin 34 miljoonaa kiloa muovia, viime vuonna 675 tonnia, mikä oli reilusti yli puolet tiloille toimitettujen säkkien kokonaismäärästä. Keräykseen käyvät Yaran 40 kilon lannoitesäkit, lavahuput sekä Yaran, Agrimarketin, Peltosiemenen, Tilasiemenen ja K-maatalouden suursäkit. Keräykseen ei kuulu noutopalvelua, mutta 4H-järjestöllä on noin 300 keräyspistettä ympäri Suomea ja muovin tuominen keräykseen on maksutonta. (Suomen 4h-liitto 2015b, c.)

4H keräsi tänä vuonna UUTUUS-konseptikokeilussa myös AIV-liuosastioita panttia vastaan yhdeksällä paikkakunnalla. Keräykseen kävivät Kemiran/Tamincon 30 ja 200 litran vetoiset AIV-liuosastiat. Astioiden tuli olla ehjiä ja tyhjiä ja korkki suljettu. (Suomen 4h-liitto 2015a.)

Kouvolan ja litin alueiden maataloilla vuosittaisen keräyksen järjestää Kymenlaakson Jäte, jonka keräysautolla suoritettuun keräykseen kelpaavat auma-, kate- ja paalimuovit, lavahuput, kanisterit, paalinarut ja -verkot sekä apulantasäkit. Suursäkkien murskaaminen on vaikeaa, joten ne eivät kelpaa keräykseen. Noutopalvelu toimi vuoden 2015 kesä-heinäkuussa jo 15. kerran, ja kerätyt muovit hyödynnettiin energiana. Hinta muovien noudolle on 10 €/m<sup>3</sup>. (Kymenlaakson Jäte 2015.)

Pohjanmaalla toimiva Ekorosk järjestää keväällä ja syksyllä maatalousmuovien keräyksiä, joihin kelpaa paali- ja aumamuovi sekä pienet ja suuret lannoitesäkit. Myös narut ja verkot käyvät keräykseen, mutta ne pitää asetella muusta muovista erilleen. Muovit noudetaan keräysautolla pihalla olevasta kasasta, ja palvelun hinta määräytyy lastausajan mukaan joko 90 € tai 110 € hintaan. (Ekorosk 2015.)

Pohjois-Pohjanmaalla toimivan Vestian järjestely on tiloille toimitettavat rullakot, jotka käydään tyhjentämässä joko 1, 2, 4 tai 8 viikon välein. Tyhjennyksen hinta on 9,67 €, ja rullakkoon saa laittaa suunnilleen kaikki rullakkoon sopivat maatalousmuovit kanistereita lukuun ottamatta. Muovit hyödynnetään energiana. Vestia noutaa erikseen myös suurempia tilalle kerääntyneitä muovimääriä. (Vestia 2015.)

Forssan alueella toimivat maatalousmuovien keräyspalvelut ovat Ekokemin noutopalvelu sekä 4H-yhdistysten lannoitesäkkikeräys, joka järjestetään vuosittain kohdealueen jokaisessa kunnassa Humppilaa lukuun ottamatta. Noutopalvelun hinta alueella on siis 85 – 90 €, mikä on tyyppinen hinta koko Suomen tasolla.



## 6.2 Envor Group Oy

Envor Group on Forssan Envitech-alueella sijaitseva yrityskokonaisuus, joka koostuu neljästä yrityksestä: Envor Group Oy, Envor Biotech Oy, Envor Processing Oy ja Envor Recycling Oy. Yrityserheen liiketoiminta on sertifioitu ISO 14001 -ympäristöjärjestelmäsertifikaatilla sekä ISO 9001 -laatujärjestelmäsertifikaatilla, jotka kattavat kaikki organisaation toiminnot. Envor-yhtiöiden liiketoiminta-alueeseen kuuluvat muun muassa jättemateriaalin käsittelytoiminnot ja kierrätys, biojätteen käsittely sekä kompostoimalla että biokaasulaitoksessa, uusioraaka-aineen ja bioenergian tuotanto sekä logistiikkapalvelut. Materiaalien kierrätyspalvelut kattavat pahvin, paperin, lasin, metallin ja muovin kierrätyksen. Vuosittain yritykset käsittelevät yhteensä noin 110 000 tonnia jätettä. (Envor Group 2015d.)

Envor Group Oy:n palvelutarjontaan yrityskokonaisuudessa kuuluvat jätehuollon palvelut, kiinteistöhuolto, imuautopalvelut, kalustopesula, korjaamopalvelut sekä logistiset palvelut. Jätekierrokset ulottuvat noin 40 km säteelle yrityksen toimipisteestä, muut jätteenkuljetuspalvelut kattavat koko Etelä-Suomen. Yrityksen maatalousmuovien keräilyyn soveltuva jätteenkuljetuskalusto koostuu yksilohkoisista, takaa pakattavista jättepakkaajista, erikokoisista siirtolavoista sekä yhdestä nosturilla varustetusta lavasta. (Envor Group 2015a; Hänninen 2015.) Keräysmenetelmän valinta rajattiin niihin keräilyvälineisiin, jotka toimeksiantajalla on jo käytössä.

Envor Recycling Oy vastaa organisaatiossa lasin, metallin ja muovien kierrätyksestä tehden jatkuvaa selvitystyötä materiaalien uudelleenkäyttömahdollisuuksista ja kehittäen asiakkaille uusia kierrätyspalveluita. Yrityksen kierrätyspalvelut kattavat muovin osalta jätteen lajittelun, varastoinnin, paalauksen sekä myynnin eteenpäin. Kerätty maatalousmuovi on tarkoitus lähettää eteenpäin uudelleengranuloitavaksi. Mikäli materiaalien jatkojalostus ei onnistu Suomessa, yritys hyödyntää kansainvälisiä yhteistyökumppaneitaan mm. Venäjällä ja Baltian maissa. (Envor Group 2015c; Hänninen 2015.)

Envor Group Oy järjesti syksyllä 2015 maatalousmuovien keräyskokeilun, jossa yhdeltä maatilalta haettiin nosturiautolla kaksi kasaa muovia. Lava muovia painoi noin 3,8 tonnia, ja keräykseen kului kokonaisuudessaan aikaa lähes kolme tuntia. Kerätty muovijäte sisälsi pääasiassa pyöröpaalimuovia, mutta myös aumamuovia, suursäkkejä ja sidontaverkkoa (KUVA 1). Kokeilukeräyksen tietoja on käytetty kustannuslaskelmien pohjana mm. muovin tilavuuspainon ja keräykseen kuluvan ajan osalta. (Envor Group 2015b.)



KUVA 1. Kerättyä maatalousmuovia

### 6.3 Keräysmenetelmän valinta

Maatalousmuoveja voidaan keräillä hajautetusti maanviljelijöiden pihoilta, jolloin kerätään vain maatalousmuoveja, tai keskitetysti muun jätteenkeräyksen yhteydessä lohkoihin jaetulla pakkaavalla jäteautolla. Alueelliset keräyspisteet, esimerkiksi kyläkohtaiset pisteet tai muutaman maatilán yhteiset lavat kerryttävät enemmän muovijätettä ja vähentävät ajokilometrejä verrattuna yksittäisiltä tiloilta keräilyyn. Hajautettu keräysmenetelmä vaatii toimiakseen jätepakkaajan tai nosturilla varustetun keräysauton, keskitetty menetelmä lohkoihin jaetun jätepakkaajan tai alueellisten keräyspisteiden tapauksessa siirtolavoja.

Jätteet voi lisäksi kerätä joko lajiteltuna tai lajittelemattomana. Lajittelu tarkoittaa tässä tapauksessa joko erilaisten maatalousmuovien lajittelua eri astioihin tai kasaamista omiin pinoihinsa pihalle. Vaihtoehtoisesti voidaan keräillä vain yhtä muovilaatua. Lajitellun jätteen keräily vaatii joko lohkoihin jaettua jätepakkaajaa tai muovien kasaamista keräilyauton lavalle omiin pinoihinsa. Lajittelematon jäte voidaan lajitella laitoksella eri jakeisiin tai lähettää eteenpäin sellaisenaan. Envor Group Oy voi hyödyntää kerätyt maatalousmuovit sekä lajiteltuna että lajittelemattomana (Hänninen 2015), joten kustannuslaskelmissa otettiin huomioon kumpikin vaihtoehto.

Keräysmenetelmäksi valittiin hajautettu keräysmalli, jossa muovit noudetaan suoraan maanviljelijöiden pihoilta viljelijöille koituvan vaivan minimoimiseksi. Envor Group Oy:llä ei ole toistaiseksi käytössään lohkoihin jaettua jätepakkaajaa (Hänninen 2015), joten maatalousmuovien keräily muun jätteen ohella ei ole vielä mahdollista, ja se jätettiin kustannuslaskelmien ulkopuolelle. Keräysjärjestelmää voidaan monilohkoisen pakkaajan avulla tulevaisuudessa helposti tehostaa, mikäli keräilyssä päädytään jätepakkaajalla suoritettuihin jätekierroksiin ja keräilyverkosto on näin jo olemassa.

Maatalousmuovit ovat kuitenkin hyvin likaisia, mikä tekee käsin suoritetusta jätteen keräilystä kuljettajalle hyvin epämiellyttävää. Kuljettajan työn helpottamiseksi maatalousmuovit tulisi jätepakkaajaa

käyttäessä pakata jäteastioihin, joista ne on helppo tyhjentää autoon. (Niittymäki 2015.) Muovia kuitenkin syntyy tiloilla paljon, ja se on tilavuuspainoltaan hyvin pientä, joten jäteastiat täyttyvät nopeasti. Tiloilla täytyy siis olla useampia jäteastioita, tai niiden tyhjennys tulee järjestää tarpeeksi usein. Toinen vaihtoehto on muovikasojen lastaus jätepakkaajaan maatilojen omilla kuormaajilla (Niittymäki 2015).

Mikäli jokaisella tilalla on vain yksi 660 litran jäteastia, jäteauton täyttymiseksi täytyy pienellä jätepakkaajalla käydä noin 30 tilalla. Maatilojen väliset etäisyydet ovat pitkiä, jopa 10-15 km, joten jätepakkaajalla kerääminen on paitsi tehotonta myös kannattamatonta tilakohtaisten jätemäärien ollessa hyvin pieniä. (LIITE 1.) Lisäksi astioihin kerääminen vaatii jätteenkeräilyverkoston järjestämisen ennen keräämisen aloittamista, jotta vältetään tyhjällä keräysautolla ajamiselta.

Keräilyratkaisuksi valittiin nosturiauton käyttö, joka sallii muovien keräämisen maasta ilman, että siitä aiheutuu kuljettajalle haittaa. Muovin määrä ei myöskään rajoitu jäteastian kokoon, vaan sitä voi kerätä varastoon paljonkin ennen noudon järjestämistä. Suurempien muovierien noutaminen kerralla on jätehuoltoyhtiölle taloudellisesti kannattavampaa, varsinkin kun välimatkat ovat pitkiä (LIITE 1).

Keräysautoon voidaan kouralla varustetun lavan lisäksi liittää myös perävaunu, jolloin saadaan kerättyä kerralla paljon enemmän muovia. Envor Group Oy:llä tällä hetkellä käytössä olevassa nosturilavassa on koura etupäässä, joten se ei ylety kunnolla perävaunussa olevalle lavalle. Muovin lastaukseen tarvitaan tästä syystä tarpeeksi leveä ja tasainen alusta, jossa nosturiauto voidaan ajaa perävaunun viereen lastausta varten. (Niittymäki 2015.)

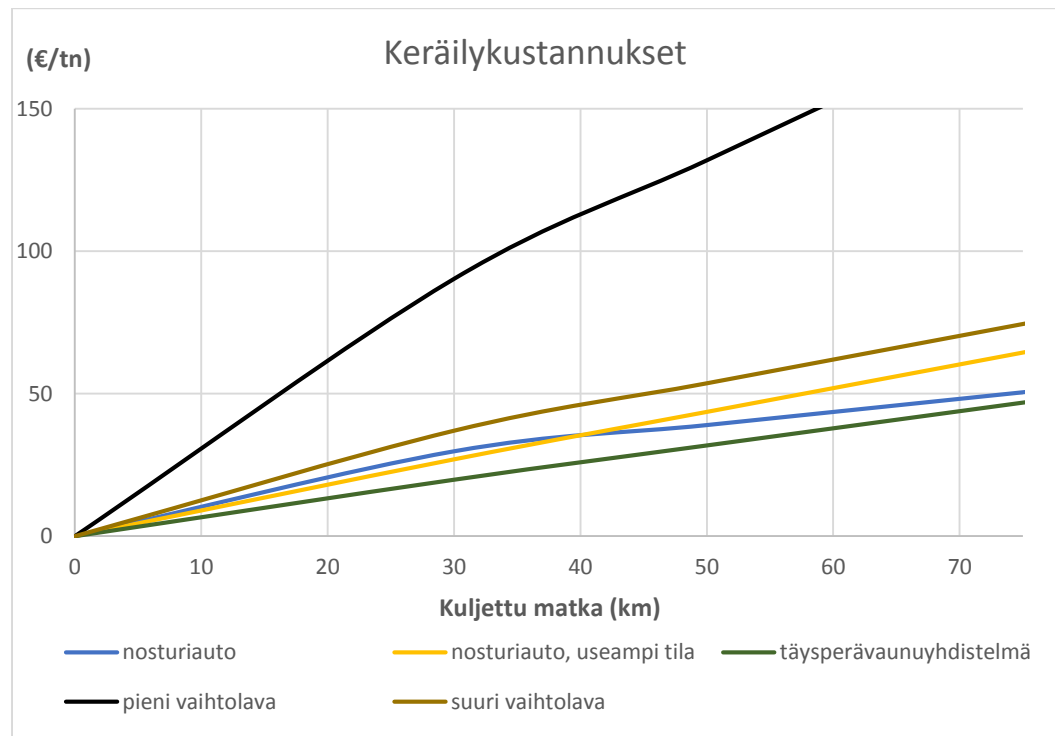
Vaihtolavojen käyttö ei ole maatalousmuovien keräilyyn ensisijainen ratkaisu, mutta niitä voidaan tarpeen tullen käyttää täydentämässä palvelua. Esimerkiksi Pilvenmäen valmennuskeskukseen voitaisiin tasaisin väliajoin pystyttää keräyspiste paalimuveja ja -naruja varten.

## 7 KUSTANNUSLASKELMAT

Maatalousmuovien materiaalihyödyntämisen kulut koostuvat tässä tutkimuksessa muovien keräilystä, käsittelystä ja kuormaamisesta eteenpäin lähetettäväksi. Keräilykustannukset koostuvat autojen kilometrikohtaisista ja kuljettajan tuntikohtaisista kuluista sekä punnitusmaksusta. Kuljettajan kustannukset riippuvat keräilyajasta, joka riippuu keskinopeuden ja matkan lisäksi pysähdysten määrästä ja pysähdyksiin kuluvasta ajasta, sekä jätekuorman purkamiseen kuluvasta ajasta. Maatalousmuovit voidaan lähettää eteenpäin joko irtonaisena tai paalattuna noin 500 kilogramman paaleihin, joten muovin käsittely tarkoittaa tässä tapauksessa joko pelkkää lastaamista tai sekä paalaamista että lastaamista. Kustannukset on koottu laskentatyökaluna käytettyyn Excel-pohjaan liitteeseen 1.

Pakkaavan jäteauton kohdalla matkaa tarkasteltiin jätekierroksena, mutta jätteen syntyvyys yhdellä tilalla on jäteastioita käytettäessä hyvin pientä. Laskennallisesti jokaisella tilalla tulisi olla vähintään kolme täyttä keräysastiaa ja tilojen täytyisi olla alle 10 km etäisyydellä toimipisteestä ja toisistaan, jotta keräily olisi kannattavaa. Kyseinen järjestely on maanviljelijöille vaivalloinen ja jätehuoltoyhtiön puolesta hankaa järjestää, joten pakkaavalla jäteautolla keräily jätettiin kustannuslaskelmien ulkopuolelle.

Nosturilavan kohdalla matkaa tarkasteltiin sekä yhtenä edestakaisena matkana, että useampia tiloja kiertävänä lenkinä. Vaihtolavojen kohdalla matka kerrottiin tuloksia varten kahdella, jolloin laskussa otettiin huomioon sekä lavan toimitus että nouto. Ideaalitulanteessa tyhjää lavaa vietäessä voidaan samasta pisteestä tai samalta suunnalta hakea täysi lava pois, mutta laskelmissa otettiin huomioon kustannuksiltaan suurin vaihtoehto. Maatilojen etäisyydeksi lähtöpisteestä ja toisistaan arvioitiin 15 km ja keräysauton keskinopeudeksi Envor Group Oy:n tietokantaa (2015b) mukailten 35 km/h. Erilaisten keräysratkaisujen kustannukset matkaa kohti on esitetty kuviossa 2.



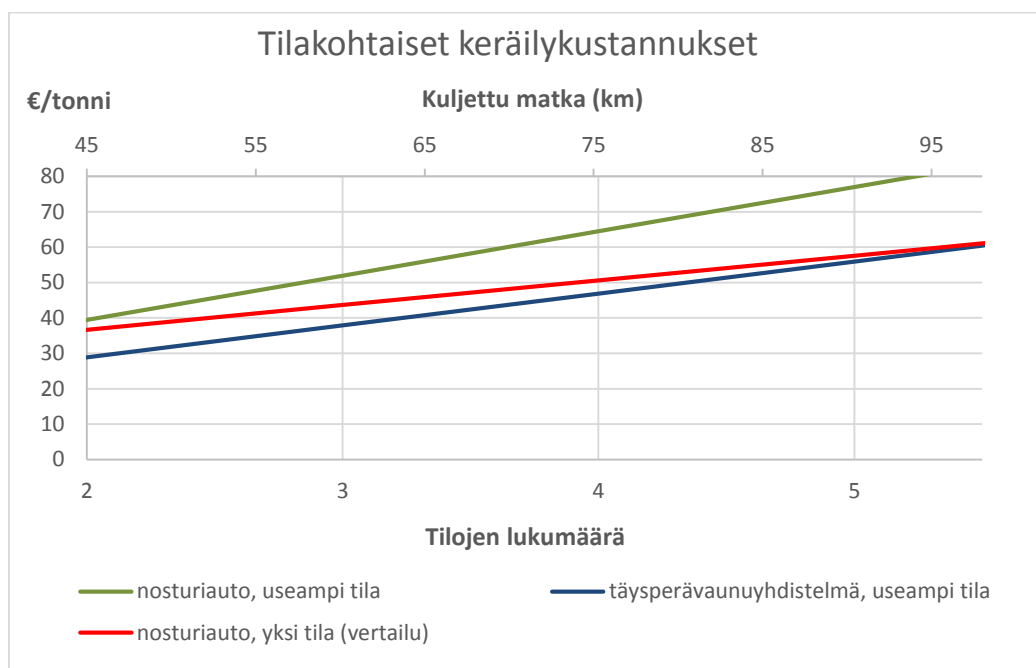
KUVIO 2. Keräysvaihtoehtojen kustannukset

Kuviota 2 tarkastelemalla voidaan todeta, että lyhyillä matkoilla kaikkien keräilyvaihtoehtojen kustannukset jäävät alle 100 €/tonni. Lähtökohtana on, että jokainen keräysväline tulee kyseisellä matkalla täyteen muovia. Kuvaajassa käytettyjen siirtolavojen tilavuudet ovat 12 m<sup>3</sup> ja 30 m<sup>2</sup>, nosturiauton 28 m<sup>3</sup> ja täysperävaunuyhdistelmän 46 m<sup>3</sup>.

Täysperävaunuyhdistelmään valittiin laskelmia varten nosturilavan lisäksi 18 m<sup>3</sup>:n lava, jotta sen edellytykset tulla täyteen olisivat mahdollisimman hyvät. Kuhunkin keräysmenetelmään kuluva aika on arvioitu erikseen niin ajoajan, tilalla käytetyn ajan kuin purkamisajan osalta. Muoveja ei ole paalattu.

Kuvaajasta voidaan todeta, että taloudellisimmat keräysratkaisut ovat muovikuorman nouto nosturilavalla yhdeltä tilalta, muovien nouto nosturilavalla useammalta tilalta sekä useamman tilan kierros nosturilava-täysperävaunuyhdistelmällä. Näitä vaihtoehtoja on tarkasteltu erikseen

kuviossa 3, johon on koottu usealla tilalla käyvien nosturiauton sekä täysperävaunuyhdistelmän kustannukset tilaa kohti sekä lisäksi vain yhdellä tilalla käyvän nosturiauton kustannukset ajokilometrien mukaan. Tilojen etäisyydeksi toisistaan sekä toimipisteestä on arvioitu 15 km. Kerättyjä muoveja ei ole paalattu.

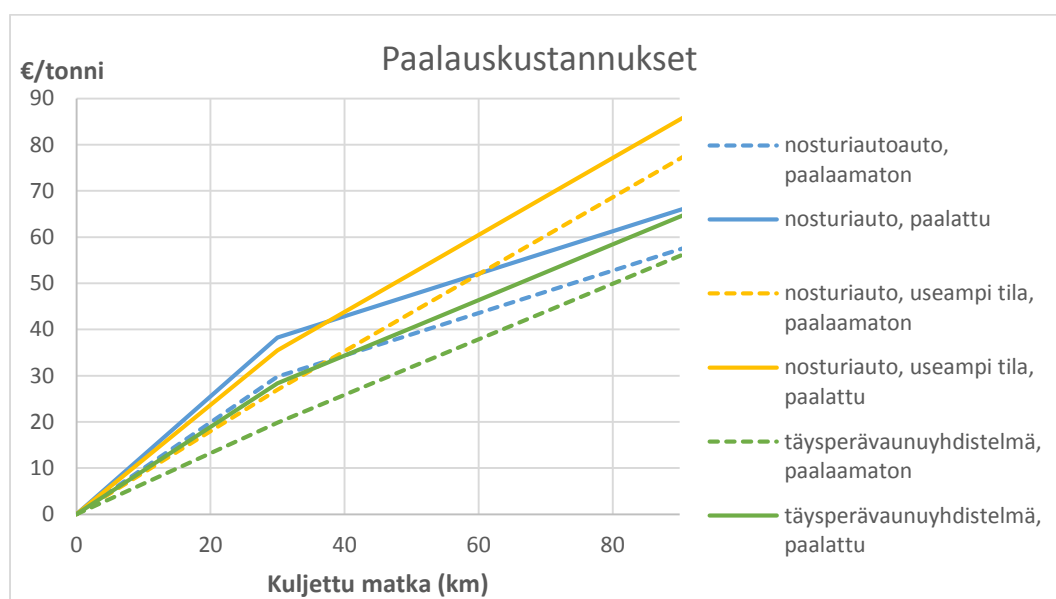


KUVIO 3. Nosturiauton käytön tilakohtaiset kustannukset

Kuviota 3 tarkastellessa voidaan todeta, että mahdollisimman suuren muovijättemäärän noutaminen mahdollisimman vähillä pysähdyksillä on kannattavinta. Mitä useammalta maatilalta muovia noudetaan, sen enemmän kertyy ajokilometrejä ja kuluu aikaa lastaamiseen, joten sitä enemmän kuljetus tulee jätetonnia kohti maksamaan. Perävaunun kanssa kuluu suhteessa eniten aikaa, mutta sen tullessa täyteen muovia kustannukset ovat alhaisimmat. Kallein vaihtoehto on kiertää tiloilla pelkän nosturilavan kanssa, mutta pelkkä nosturilava tulee todennäköisemmin täyteen muovia kuin täysperävaunuyhdistelmä.

Kokonaisen muovikuorman noutaminen yhdeltä tilalta on kustannuksiltaan pelkän nosturiauton ja täysperävaunuyhdistelmän välissä, sillä tulee suhteessa edullisemmaksi noutaa yksi kokonainen kuorma vähän kauempaa kuin muutama vajaa kuorma samalla kierroksella lähempää. Tämä johtuu lastaukseen kuluva ajasta: usealla tilalla käymiseen kuluu suhteessa enemmän aikaa kuin muovin noutoon yhdeltä tilalta. Keräyksen kustannuksia saa helposti pienemmiksi investoimalla parempaan nosturiratkaisuun, jolla muovin lastaaminen sekä nosturilavalle että perävaunuun käy helpommin ja nopeammin.

Kuvioissa 2 ja 3 kerättyä muovia ei ole paalattu, vaan se on lastattu irtonaisena rekkaan. Paalaus kustannukset on esitetty erikseen kuviossa 4.



KUVIO 4. Keräysmenetelmien paalaus kustannukset

Kerätyn muovin paalaaminen tuo jätemuovitonille lisäkustannuksia keskimäärin 9 euroa. Kuvioista 4 näkee, etteivät paalaus kustannukset lisää merkittävästi yhden muovitonin kustannuksia, mutta paalaus vaikuttaa eteenpäin kuljetettaessa kuitenkin oleellisesti muovin tilavuuspainoon.



## 8 YHTEENVETO

Maatalousmuovien keräily kannattavuus riippuu jätemuovista tarjottavasta hyvityshinnasta, jota tässä tapauksessa laskee materiaalin likaisuus sekä sekalaaisuus. Muovit voidaan Envor Group Oy:ltä myydä eteenpäin likaisena ja lajittelemattomana, mutta lajitellusta materiaalista saatava hyvityshinta on suurempi (Hänninen 2015). Yksi vaihtoehto onkin keräyksen järjestäminen pelkälle pyöröpaalimuoville, jolloin saadaan kuitenkin noin 70 % alueen maatalousmuoveista talteen. 4H-kerhojen kerätessä noin 10 % alueen muoveista ei keräyksen ulkopuolelle jäävän, sekalaisen muovin osuus ole kovin suuri.

Kustannuslaskelmien tarkoituksena oli vertailla eri keräysvaihtoehtojen kustannuksia ja kannattavuuksia. Lyhyillä matkoilla kannattaviksi todettiin pakkaavaa jäteautoa lukuunottamatta kaikki keräysvaihtoehdot, pidemmällä matkoilla nosturiauto. Laskelmien tarkoitus oli selvittää, kuinka kallista muovien keräily on valitulla 30 km säteellä. Tulosten perusteella muovia voidaan 30 kilometrin säteellä keräillä nosturiautolla suunnilleen 50 € tonnihintaan, ja 100 € tonnihinta ylittyy vasta säteen lähestyttäessä 60 kilometriä. Kannattavuus vaatii kuitenkin suuria muovikuormia, jotta keräyslava tulee täyteen.

Toiminnassa olevat keräyspalvelut veloittavat maanviljelijöitä muovin noudosta, mutta muoveja myös keräillään paljon suuremmalta alueelta kuin tässä tutkimuksessa, jopa koko Suomen laajuisesti. Osa keräyspalveluista myös hyödyntää maatalousmuovin energiana, jolloin maanviljelijöiltä veloitettava kustannus on asetettu energijätteen vastaanottomaksun mukaan. Tämän opinnäytetyön lähtötavoitteeksi asetettiin muovien keräily nk. nollahintaan, jolloin maanviljelijöitä ei veloiteta muovin noudosta. Kustannusten kattamiseksi ja keräily kannattavuuden takaamiseksi muoveille voidaan kuitenkin asettaa pieni veloitus tai esimerkiksi sopia muovien noudosta punnituksen hinnalla.

Muovin keräysvaihtoehdoista kannattavin on nosturiauto-täysperävaunuyhdistelmällä keräily, sillä sen avulla saadaan kerättyä

huomattavasti enemmän muovia kuin muilla keräysmenetelmillä, vaikka aikaa kuluukin reilusti enemmän. Kuormaukseen käytettyä aikaa voidaan kuitenkin helposti pienentää investoimalla muovien lastaamiseen paremmin soveltuvaan kouraan; jätekuljettajien mukaan tällä hetkellä käytössä oleva koura pudottaa osan nostettavasta muovista maahan. Periaatteessa muovia voidaan lähtökohtaisesti kerätä aina jäteyhtiön suurimmalla mahdollisella lavalla (30 m<sup>3</sup>), mutta sen täytyminen on hyvin epätodennäköistä ja perävaunun käsittely vaatii suuren ja hyväpohjaisen lastausalueen. Jo kustannuslaskelmiin valitun 18 m<sup>3</sup>:n lavan sekä nosturilavan täyttymiseksi muovia tulisi kerralla kerätä 46 m<sup>3</sup>, eli irtokuormana yli 6 tonnia. Näinkin suuren muovimäärän kertyminen yhdellä keräyskerralla on epätodennäköistä, joten käytännössä täysperävaunuyhdistelmällä keräilyä suositellaan vain, kun muovia on tarjolla hyvin suuri määrä. Pienempien maatalousmuovierien keräilyyn sopii pelkkä nosturiauto.

Maatalousmuovien keräily pienellä säteellä vaikuttaa kustannuslaskelmien perusteella jätehuoltoyhtiön näkökulmasta kannattavalta toiminnalta. Vastaavia jätekierroksia ei Envor Group Oy:n toimesta kuitenkaan ennen tehty, joten jäteautojen tyypilliset keskinopeudet tai keskimääräiset pysähdysajat eivät olleet täysin vertailukelpoisia maatalousmuovien keräilyn kanssa. Yhden keräyskokeilun perusteella tehdyt päätelmät maatalousmuovikuution painosta ja keräilyajasta ovat myös hyvin kärjistäviä, joten laskuvirheiden mahdollisuus on suuri.

Kustannuslaskelmissa ei ole huomioitu muita kuin keräyksen ja käsittelyn aiheuttamat kustannukset, vaikka esimerkiksi keräilystä tiedottaminen on keräyksen onnistumisen kannalta oleellinen tekijä. Tiedotukseen panostaminen on ensiarvoisen tärkeää mahdollisimman laajan asiakaskunnan tavoittamiseksi, sillä maanviljelijät ovat havahtuneet edellisiinkin keräyskokeiluihin hyvin hitaasti. Kohdealueen maanviljelijöistä kannattaakin kerätä rekisteri, jonka avulla noutopalvelua on helppo tarjota myös noutopaikan lähellä asuville viljelijöille ja näin keräillä muovit mahdollisimman tehokkaasti ja ekologisesti.

## LÄHTEET

Ab Ekorosk Oy. 2015. Maatalousmuovien keräys syksy 2015 [viitattu 7.10.2015]. Saatavissa:

<http://www.ekorosk.fi/index.asp?nayta=kampanjat&kieli=fi>.

Ekokem Oyj. 2015. Muovit kiertoon [viitattu 22.10.2015]. Saatavissa:

<http://www.ekokem.com/fi/palvelut/muovinkierratys/>.

Envor Group Oy. 2015. a. Envor Group [viitattu 27.10.2015]. Saatavissa:

[http://www.envor.fi/envor\\_group](http://www.envor.fi/envor_group).

Envor Group Oy. 2015. b. Envor Group Oy:n tietokanta.

Envor Group Oy. 2015. c. Envor Recycling Oy [viitattu 27.10.2015].

Saatavissa: [http://www.envor.fi/envor\\_recycling](http://www.envor.fi/envor_recycling).

Envor Group Oy. 2015. d. Yritysesittely [viitattu 27.10.2015]. Saatavissa:

<http://www.envor.fi/yritysesittely/>.

Etelä-Savon ympäristökeskus, Pohjois-Savon ympäristökeskus, Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 2009. Itä-Suomen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Joensuu: Pohjois-Karjalan ympäristökeskus.

Euroopan Komissio. 2013. Hyvä elämä maapallon resurssien rajoissa. Seitsemäs ympäristöä koskeva toimintaohjelma – vuoteen 2020 ulottuva yleinen unionin ympäristöalan toimintaohjelma [viitattu 21.9.2015].

Saatavissa:

<http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/7eap/fi.pdf>.

Euroopan unionin jätedirektiivi 2008/98/EY. Saatavissa: [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex:32008L0098)

[lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex:32008L0098](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex:32008L0098).

European Plastics Recyclers Association. 2012. How to boost plastics recycling and increase resource efficiency? [viitattu 22.9.2015].

Saatavissa:

[http://www.plasticsrecyclers.eu/sites/default/files/EuPR%20Strategy%20P  
aper%202012\\_0.pdf](http://www.plasticsrecyclers.eu/sites/default/files/EuPR%20Strategy%20P aper%202012_0.pdf).

Farmit Website Oy. 2007. Pakkausten huolellinen käsittely on osa AIV-turvallisuutta. Farmit [viitattu 7.10.2015]. Saatavissa:

<http://www.farmit.net/kasvinviljely/2007/05/15/pakkausten-huolellinen-kasittely-osa-aiv-turvallisuutta>.

Friari, P., Horttanainen, M., Marttila, E. 2005. Maatalouden muovijätteen keräily ja hyötykäyttö : hankkeen loppuraportti. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Friari, P., Horttanainen, M., Honkanen, H. Luoranen, M., Marttila, E. 2007. Recycling of plastic waste of farms – effects of high oil price and changes in waste management. International Solid Waste Association [viitattu 4.11.2015]. Saatavissa:

[http://www.iswa.org/uploads/tx\\_iswaknowledgebase/541744\\_Paper.pdf](http://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/541744_Paper.pdf).

Furu, H. 2015. Opinnäytetyö maatalousmuoveista [sähköposti]. Vastaanottaja Alenius, M. Lähetetty 19.10.2015.

Grossman, E. 2015. The biggest source of plastic trash you've ever heard of. Ensia [viitattu 14.10.2015]. Saatavissa: <http://ensia.com/features/the-biggest-source-of-plastic-trash-youve-never-heard-of/>.

Hokkanen, S., Karhunen, J., Luukkainen, M. 2010. Johdatus logistiseen ajatteluun. Uudistettu painos. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.

Hopewell, J., Dvorak, R., Kosior, E. 2009. Plastics recycling: challenges and opportunities. The Royal Society publishing [viitattu 10.9.2015].

Saatavissa:

<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/364/1526/2115#sec-19>.

Hänninen, A. 2015. Toimitusjohtaja. Envor Group Oy. Haastattelu 6.11.2015.

Jokinen, S. 2015. a. VS: lannoitesäkkien keräys [sähköposti].

Vastaanottaja Alenius, M. Lähetetty 12.10.2015.

Jokinen, S. 2015. b. VS: lannoitesäkkien keräys [sähköposti].  
Vastaanottaja Alenius, M. Lähetetty 14.10.2015.

Järvinen P. 2000. Muovin suomalainen käsikirja. Helsinki: Muovifakta.

Järvinen, P. 2008. Uusi Muovitieto. Söderkulla: Muovifakta.

Jätelaki 646/2011. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>.

Kainuun ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 2008.  
Oulun läänin alueellinen jätesuunnitelma: Jätehuollon kehittämisohjelma  
vuosille 2008-2018 [viitattu 1.10.2015]. Saatavissa:

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38373/SY6\\_2008\\_sivut\\_1\\_44.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38373/SY6_2008_sivut_1_44.pdf?sequence=1).

Laki jätelain 127 ja 152 § muuttamisesta 25/2014. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140025>.

Lamminen, K. 2013. Vain viidennes muovijätteestä kierrätetään.

Maaseudun Tulevaisuus –sanomalehden kotisivut [viitattu 16.9.2015].

Saatavissa:

<http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/ymp%C3%A4rist%C3%B6/vain-viidennes-muovij%C3%A4tteest%C3%A4-kierr%C3%A4tet%C3%A4n-1.47723>.

Kymenlaakson Jäte Oy. 2015. Maatilojen muoveja noudetaan tiloilta kesällä [viitattu 6.10.2015]. Saatavissa:

<http://www.kymenlaaksonjate.fi/fi/Asukkaat%20ja%20is%C3%A4nn%C3%B6itsij%C3%A4t/Kiert%C3%A4v%C3%A4t%20ker%C3%A4ykset/Kouvola%20ja%20litti/Maatilojen%20muovit/>.

Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2012. Lapin alueellinen jätesuunnitelma vuoteen 2020 [viitattu 22.9.2015]. Saatavissa:

[http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/76865/Raportteja\\_42\\_2012.pdf?sequence=4](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/76865/Raportteja_42_2012.pdf?sequence=4).

Lindfors, P. 2000. Käytetyn maatalouden muovijätteen keruuseen, kuljettamiseen sekä uusiokäyttöön liittyvien työmenetelmien ja tekniikoiden kehittäminen 1996-1999 : loppujulkaisu. Helsinki: 4H-liitto.

Lotfi, A. 2009. Plastic recycling [viitattu 9.9.2015]. Saatavissa:

<http://www.lotfi.net/recycle/plastic.html>.

Luke Tilastotietokanta. 2014. a. Maatalous- ja puutarhayritysten lukumäärä kunnittain [viitattu 6.10.2015]. Saatavissa:

[http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_02%20Maatalous\\_02%20Rakenne\\_02%20Maatalous-%20ja%20puutarhayritysten%20rakenne/02\\_Maatalous\\_ja\\_puutarhayrit\\_lkm\\_kunta.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_02%20Rakenne_02%20Maatalous-%20ja%20puutarhayritysten%20rakenne/02_Maatalous_ja_puutarhayrit_lkm_kunta.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db).

Luke tilastotietokanta. 2014. b. Maatalous- ja puutarhayritysten lukumäärä tuotantosuunnittain maakunnittain [viitattu 30.9.2015]. Saatavissa:

[http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_02%20Maatalous\\_02%20Rakenne\\_02%20Maatalous-%20ja%20puutarhayritysten%20rakenne/05\\_Maatalous\\_ja\\_puutarhayrit\\_lkm\\_tuot\\_maakunta.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_02%20Rakenne_02%20Maatalous-%20ja%20puutarhayritysten%20rakenne/05_Maatalous_ja_puutarhayrit_lkm_tuot_maakunta.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db).

Luke Tilastotietokanta. 2014. c. Naudan- ja sianlihantuotanto kunnittain [viitattu 6.10.2015]. Saatavissa:

[http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_02%20Maatalous\\_04%20Tuotanto\\_08%20Alueittainen%20lihantuotanto/03\\_Lihantuotanto\\_kunta.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_08%20Alueittainen%20lihantuotanto/03_Lihantuotanto_kunta.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db).

Luke Tilastotietokanta. 2015. Maidontuotanto kunnittain [viitattu 6.10.2015]. Saatavissa:

[http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_02%20Maatalous\\_04%20Tuotanto\\_04%20Alueittainen%20maidontuotanto/03\\_Maidontuotanto\\_kunta.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_04%20Alueittainen%20maidontuotanto/03_Maidontuotanto_kunta.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db).

Luonnonvarakeskus. 2015. Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot 2015. 2. korjattu painos [viitattu 29.9.2015]. Saatavissa: [http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486005/luke-luobio25\\_2015.pdf?sequence=1](http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486005/luke-luobio25_2015.pdf?sequence=1).

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT. 2014. Muovin korvaava paperikateavaa biotalousmarkkinoita puutarhatuotannossa [viitattu 7.10.2015]. Saatavissa: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/ajankohtaista/Uutisarkisto/2014/Muovin%20korvaava%20paperikate%20avaa%20biotalousmarkkinoita%20puutarhatuotannossa>.

Maatilan Pirkka. 2014. Kierrätä Rani Kiristekalvojen hylsyt hyötykäyttöön lähimmässä K-maatalouskaupassa [viitattu 24.9.2015]. Saatavissa: <http://maatilanpirkka.fi/fi/node/631>.

Muovipoli Oy. 2014. Muovialan resurssitehokkuutta tukevat palvelut [viitattu 10.9.2015]. Saatavissa: [http://www.muovipoli.fi/wp-content/uploads/2014/08/Muovipoli\\_Resurssitehokkuus.pdf](http://www.muovipoli.fi/wp-content/uploads/2014/08/Muovipoli_Resurssitehokkuus.pdf).

Muoviteollisuus ry. 2013. Muovien ihmeellinen maailma - opetuspaketti. Kortti 6: Muovijäte [viitattu 7.9.2015]. Saatavissa: [http://www.muoviteollisuus.fi/opetusmateriaalit/muovien\\_ihmeellinen\\_maailma](http://www.muoviteollisuus.fi/opetusmateriaalit/muovien_ihmeellinen_maailma).

Niittymäki, S. 2015. Ajojärjestelijä. Envor Group Oy. Haastattelu 6.11.2015.

PlasticsEurope. 2015. Plastics – the Facts 2014/2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data [viitattu 15.9.2015]. Saatavissa: <http://www.plasticseurope.org/Document/plastics---the-facts-2015.aspx?Page=DOCUMENT&FoIID=2>.

Polo, J. 2015. Opinnäytetyö maatalousmuoveista [sähköposti]. Vastaanottaja Alenius, M. Lähetetty 8.10.2015.

ProAgria Oulu. 2012. Maatalouden muovijätteet [viitattu 6.10.2015].

Saatavissa:

[http://www.proagriaoulu.fi/files/ymparistoagro/maatalouden\\_muovijatteet\\_26.11.2012.pdf](http://www.proagriaoulu.fi/files/ymparistoagro/maatalouden_muovijatteet_26.11.2012.pdf).

Rantala, T., Viljakainen, A-L. 2010. Esiselvitys maa- ja hevostalouden sivu-tuotteiden hyödyntämismahdollisuuksista Pohjois-Savossa.

Epäkurantin nurmirehun ja hevosenlannan hyödyntäminen energiana – hankkeen loppuraportti. Savonia ammattikorkeakoulu [viitattu 23.9.2015].

saatavissa:

[https://portal.savonia.fi/img/amk/sisalto/teknologia\\_ja\\_ymparisto/ymparisto\\_tekniikka/HEINAPAALI\\_Esiselvitysraportti\\_1.pdf](https://portal.savonia.fi/img/amk/sisalto/teknologia_ja_ymparisto/ymparisto_tekniikka/HEINAPAALI_Esiselvitysraportti_1.pdf).

Suomen 4H-liitto. 2015. a. AIV-liuosastioiden keräys viljelijöille [viitattu 29.9.2015]. Saatavissa: <http://www.4h.fi/4h-jarjestona-2/osallistu-ymparistotekoon/aiv/>.

Suomen 4H-liitto. 2015. b. Reilu Teko –lannoitesäkkikeräys viljelijöille

[viitattu 28.9.2015]. Saatavissa: <http://www.4h.fi/4h-jarjestona-2/osallistu-ymparistotekoon/lannoitesakkikerays-viljelijoille/>.

Suomen 4H-liitto. 2015. c. Reilu Teko –säkkikeräys työllistää satoja nuoria [viitattu 6.10.2015]. Saatavissa:

<http://www.4h.fi/ajankohtaista/tiedotteet/reilu-teko-sakkikerays-tyollistaa-satoja-nuoria-2/>.

Suomen Uusiomuovi Oy. 2014. Mitä laitan energijätteeseen? Muovin poltto-ohje. PDF-tiedosto [viitattu 8.9.2015]. Saatavissa:

[http://www.uusiomuovi.fi/fin/kuluttajalle/miten\\_lajittelen](http://www.uusiomuovi.fi/fin/kuluttajalle/miten_lajittelen).

Suomen Uusiomuovi Oy. 2015. Kemiaallinen kierrätys [viitattu 8.9.2015].

Saatavissa:

[http://www.uusiomuovi.fi/fin/muovi\\_kiertaa/muovien\\_kierratys/muut\\_kierratystavat/](http://www.uusiomuovi.fi/fin/muovi_kiertaa/muovien_kierratys/muut_kierratystavat/).

Suonpää, T. 2015. Lannoitesäkkien keräys [sähköposti]. Vastaanottaja Alenius, M. Lähetetty 21.10.2015.



- Symbioosi ry. 2015. Energiajäte [viitattu 9.9.2015]. Saatavissa: <http://www.helsinki.fi/jari/symbioosi/kierratys/energia.html>.
- Tonttila, A. 2015. Kerättyjen lannoite- ja siemensäkkien määrät [sähköposti]. Vastaanottaja Mia Alenius. Lähetetty 30.10.2015.
- Tuusa, J. 2015. Opinnäytetyö maatalousmuoveista [sähköposti]. Vastaanottaja Alenius, M. Lähetetty 27.10.2015.
- Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130331>.
- Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteestä annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta 817/2005. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050817>.
- Valtioneuvosto asetus pakkauksista ja pakkausjätteistä 518/2014. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140518>.
- Vestia Oy. 2015. Maatalousmuovin keräys [viitattu 22.10.2015]. Saatavissa: <http://www.vestia.fi/yrityksille/2301-2/>.
- Wiik, C. 2014. Ratkaisuja muovin kierrätykseen. JätePlus 2/2014 [viitattu 22.9.2015]. Saatavissa: <http://www.jateplus.fi/jateplus-22014/ratkaisuja-muovin-kierratykseen/>.
- Ympäristöhallinto. 2013. a. Jätteet ja jätehuolto [viitattu 15.9.2015]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-fi-kulutus\\_ ja\\_ tuotanto/Jatteet\\_ ja\\_ jatehuolto](http://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ ja_ tuotanto/Jatteet_ ja_ jatehuolto).
- Ympäristöhallinto. 2013. b. Resurssitehokkuus [viitattu 9.10.2015]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-fi-kulutus\\_ ja\\_ tuotanto/Resurssitehokkuus](http://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ ja_ tuotanto/Resurssitehokkuus).
- Ympäristöministeriö. 2008. Kohti kierrätysyhteiskuntaa. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016 [viitattu 21.9.2015]. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38363/SY\\_32\\_2008.pdf?sequence=3](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38363/SY_32_2008.pdf?sequence=3).

Ympäristöministeriö. 2012. Ajankohtaista jätelain uudistuksesta. PDF-tiedosto [viitattu 15.9.2015]. Saatavissa: <http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteet>.

Ympäristöministeriö. 2015. Jätelainsäädäntö edistää luonnonvarojen järkevää käyttöä ja ehkäisee jätteistä aiheutuvia haittoja [viitattu 15.9.2015]. Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto\\_ ja\\_ ohjeet/Jatelainsaadanto](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ ja_ ohjeet/Jatelainsaadanto).

## LIITTEET

LIITE 1. Kustannuslaskelmapohja

LIITE 1/1. Kustannuslaskelmapohja

Matka jätepakkurilla (km)	Matka koukkuautolla (km)	45
100		

Pakkaavan jätteen matkaa tarkastellaan kierroksena Koukkuautolla ajetaan maatilalle ja takaisin toimipisteeseen. Vaihtolavoja tarkastellessa on huomioitu sekä lavan vieminen että no

Kulut yhteensä	Jätepakkaaja	Koukkuauto 28 m3, useita tiloja	Koukkuauto 28 m3, useita tiloja	Nosturi-täysperävaunu	Vaihtolava 12 m3	Vaihtolava 30 m3
(€/tonni) irto	286,13	36,67	39,47	28,86	121,53	49,51
(€/tonni) paalattu	294,63	45,17	47,97	37,36	130,03	58,01
Kokonaiskustannus irto	214,03	139,35	149,98	185,83	204,18	207,96
Kokonaiskustannus paalattu	220,38	171,65	182,28	240,57	218,46	243,66

Muuttujat:	Keskinopeus, tilavuuspaino, tilojen etäisyys toisistaan	Keskinopeus lastausaika	Keskinopeus, lastausaika/tila tilojen etäisyys toisistaan	Keskinopeus, lavan koko lastausaika/tila tilojen etäisyys toisistaan	Keskinopeus, lavan koko	Keskinopeus, lavan koko	Keskinopeus, lavan koko
	Tilavuus (m3)	Jäteastian tilavuus (m3)	Muovia jäteastiassa (tn)	Tilavuuspaino (tn/m3)	Muovimäärä (tn)		
Jätepakuri (suuri)	20,8	0,66	0,13	0,20	4,16		
Jätepakuri (pieni)	16,9	0,66	0,13	0,20	3,38		
Nosturiauto	28			0,14	3,80		
Nosturi-täysperävaunu	46			0,14	6,44		
Vaihtolava (pieni lava)	12			0,14	1,68		
Vaihtolava (suuri lava)	30			0,14	4,20		

LIITE 1/2. Kustannuslaskelmapohja

	Omakustannehinta €/km (auto)	Matka (km)	Kustannus (€)	Kustannus (€/tonni)
Kilometrivoitoin (auto)	Jätepakkuri	1,21	100	161,76
	Nosturiauto	1,14	45	13,50
	Nosturi-täysperävaunu	1,14	45	7,97
	Vaihtolava (pieni lava)	1,14	90	61,07
	Vaihtolava (suuri lava)	1,14	90	24,43

	Omakustannehinta €/h (kuski)	Matka (h)	Lastaus tilalla (h)	Kuorman purku (h)	Kustannus (€)	Kustannus (€/tonni)	Paino (tn)
Tuntivoitoin (kuski)	Jätepakkuri (pieni)	21,59	3,3	0,1	0,25	79,40	106,15
	Jätepakkuri (suuri)	21,59	3,3	0,1	0,25	79,40	106,15
	Nosturiauto (yksi tila)	21,26	1,3	1,5	0,5	69,85	18,38
	Nosturiauto (useampi tila)	21,26	1,3	2,0	0,5	80,48	21,18
	Nosturi-täysperävaunu	21,26	1,3	3,0	1	112,37	17,45
	Vaihtolava (pieni lava)	21,26	2,6	1	0,5	86,56	51,52
	Vaihtolava (suuri lava)	21,26	2,6	1	0,5	86,56	20,61

	Punnitusmaksu (€)
+	12,5

	Paalaus €/tn	Käsittely sekana €/tn
Käsitely ja kuorma		10

	Keskinopeus (km/h)	Matka (km)	Lastaus tilalla (h)	Tilamäärä (kpl)	Laskemallinen tilamäärä (kpl)	Tilojen etäisyys toisistaan (km)
Muuttajat	Jätepakkuri (pieni)	30	100	0,02	32	6
	Jätepakkuri (suuri)	30	100	0,02	26	6
	Nosturiauto (yksi tila)	35	45	1,5	1	1
	Nosturiauto (useampi tila)	35	45	1	1	1
	Nosturi-täysperävaunu	35	45	1,5	2	2
	Vaihtolava (pieni lava)	35	90	1	1	1
	Vaihtolava (suuri lava)	35	90	1	1	1

**Lähteet:**

Envor Group. 2015. b. Envor Group Oy:n tietokanta.

Hänninen, A. 2015. Toimitusjohtaja. Envor Group Oy. Haastattelu  
6.11.2015.

Niittymäki, S. 2015. Ajojärjestelijä. Envor Group Oy. Haastattelu  
6.11.2015.