

## LUT Scientific and Expertise Publications

Tutkimusraportit – Research Reports

27

Mari Hupponen, Lauri Anttila, Mika Horttanainen

**Kuivajätehuollon hiilijalanjälki ja  
kustannukset sekä kuljetusten kilpailutus –  
Etelä-Karjalan aluekeräyspisteverkoston  
päivitys**





Open your mind. LUT.  
Lappeenranta University of Technology



LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
LAPPEENRANTA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Teknillinen tiedekunta  
LUT Energia

Faculty of Technology  
LUT Energy

LUT Scientific and Expertise Publications  
Tutkimusraportit – Research Reports 27

Mari Hupponen, Lauri Anttila, Mika Horttanainen

Kuivajätehuollon hiilijalanjälki ja kustannukset sekä kuljetusten kilpailutus –  
Etelä-Karjalan aluekeräyspisteverkoston päivitys

ISBN 978-952-265-617-9 (PDF)

ISSN-L 2243-3376

ISSN 2243-3376

Lappeenranta 2014

*Kansikuva: Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy*



Etelä-Karjalan  
Jätehuolto Oy

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2007–2013



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## TIIVISTELMÄ

Mari Hupponen, Lauri Anttila, Mika Horttanainen  
Kuivajätehuollon hiilijalanjälki ja kustannukset sekä kuljetusten kilpailutus –  
Etelä-Karjalan aluekeräyspisteverkoston päivitys  
Lappeenranta 2014  
159 sivua, 86 kuvaa, 77 taulukkoa, 3 liitettä  
Tutkimusraportti 27  
ISBN 978-952-265-617-9 (PDF)  
ISSN-L 2243-3376  
ISSN 2243-3376

Tutkimuksen tavoitteena oli yhtenäistää Etelä-Karjalan alueen erilaisia tapoja toimia aluekeräyksen suhteen. Aluekeräyksellä tarkoitetaan jätteiden keräystä pisteiltä, joihin kotitaloudet, jotka eivät kuulu kiinteistökohtaiseen keräykseen, voivat tuoda syntypaikkalajitellun kuiva- eli sekajätteensä. Tavoitteena oli myös saada tietoa siitä, minkälaiset ovat eri kuivajätehuoltovaihtoehtojen ilmastonmuutos- ja kustannusvaikutukset. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, miten ympäristönäkökohdat voidaan ottaa huomioon kuljetuskilpailutuksissa.

Tutkimuksessa kerättiin tietoa internetistä, opinnäytetöistä ja tieteellisistä artikkeleista sekä yritysten edustajilta. Kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa hyödynnettiin GaBi 6.0 -linkkaariarviointiohjelmaa.

Tutkimuksen perusteella aluekeräyspisteet kannattaa sijoittaa reiteille, joita asukkaat käyttävät vähintään kerran viikossa ja mitkä ovat optimaalisesti myös kuljetusurakoitsijan kannalta. Taajama-alueelle ei nähty suositeltavaksi sijoittaa aluekeräyspisteitä. Suositeltavina astioina aluekeräyspisteille nähtiin syväkeräyssäiliöt, joiden tyhjennys onnistuu samalla keräyskalustolla kuin kiinteistöjen jäteastioiden, kun ajoneuvo on varustettu puominosturilla. Suositeltavaksi nähtiin myös harventaa jäteastioiden talvityhjennystiheyksiä, jos tyhjennystiheys on vakio ympäri vuoden, sillä pääosa aluekeräyspisteiden käyttäjistä on lomasukkaita. Tyhjennystiheyksien harvennuksella olisi mahdollista saavuttaa kustannussäästöjä.

Tutkimuksessa laskettiin kuivajätteen elinkaarenaikaisia kasvihuonekaasupäästöjä kuivajätteen keräyksestä loppusijoitukseen ja energiahyötykäyttöön. Energiahyötykäyttökohteiksi valittiin Riihimäen, Kotkan sekä Leppävirran (suunnitteilla) jätteenpolttolaitokset. Tulosten pohjalta kuivajätteen energiahyötykäyttö oli loppusijoitusta selkeästi parempi vaihtoehto. Kuivajätteen keräys- ja kuljetuspäästöjen vaikutus oli pieni. Kuivajätteen kuljetusmatkan pituus jätteenpolttolaitokselle ei ole siis ratkaisevassa roolissa kokonaiskasvihuonekaasupäästöjä tarkasteltaessa. Etäisyyttä suurempi vaikutus onkin kuivajätteen koostumuksella, polttolaitosten vuosihyötysuhteilla ja korvattavilla polttoaineilla. Jatkossa suositellaan selvit-

tämään vielä vaihtoehtoisia käsittelytapoja kuivajätteen sisältämälle sekamuovijakeelle, jonka poltosta aiheutuu merkittävä osuus (noin 74 %) kuivajätteen polton kasvihuonekaasupäästöistä.

Ajankohtaisia kuljetuskilpailutuksia varten tarkasteltiin vielä tarkemmin keräys- ja kuljetuspäästöjä. Tulosten pohjalta havaittiin, että keräys- ja kuljetuspäästöjä on mahdollista vähentää reilusti (46–74 %) siirtymällä dieselistä biopolttoaineiden käyttöön. Tuloksiin vaikuttaa kuitenkin merkittävästi, minkälaisista raaka-aineista biopolttoaineet on valmistettu. Kuivajätteen keräyspäästöjä on mahdollista pienentää myös päivittämällä aluekeräyspisteverkoston.

Tutkimuksessa tarkasteltiin kustannuksia aluekeräyspisteiden astioiden uusinnasta tai korjauksesta kuivajätteen loppusijoitukseen tai energiahyötykäyttöön asti. Merkittävimmät kustannukset aiheutuivat kuivajätteen loppusijoituksesta, energiahyötykäytöstä sekä keräyksestä. Kustannusten näkökulmasta keräyksen rooli oli siis suurempi.

Työn lopussa annettiin vielä vinkkejä, joiden avulla jätehuoltoyritykset voivat tehdä jätekuljetushankintoja ympäristönäkökohdat huomioiden. Usein selkein tapa huomioida ympäristönäkökohdat kuljetuskilpailutuksissa on asettaa riittävän tiukkoja pakollisia vaatimuksia, jolloin voi valita hinnaltaan halvimman vaihtoehdon. Kuljetuspalvelun hankinnassa tulee huomioida ainakin energiankulutus, hiilidioksidi-, typenoksidi-, hiilivety- ja hiukkaspäästöt. Lainsäädäntö ei määrää vähimmäistasoja, vaan hankintaa tehdessä kannattaa kartoittaa markkinatilanne, jotta vaatimukset osaa asettaa oikealle tasolle. Markkinoille kannattaa myös tiedottaa tulevaisuuden tarpeista ja suunnitelmista. Suuria hankintakokonaisuuksia suositellaan pilkottavan pienempiin osiin, jotta pienet ja keskisuuret yritykset pystyvät myös osallistumaan tarjouskilpailuihin. Kannustus innovaatioiden huomioimiseen hankinnoissa on lisääntynyt myös jätehuollon alalla.

Selvitettyjen kasvihuonekaasupäästöjen perusteella oli merkille pantavaa, miten suuri vaikutus polttolaitoksen valinnalla oli kasvihuonekaasupäästöihin. Oleellista onkin huomioida ympäristönäkökohdat myös energiahyötykäyttökohdetta valittaessa.

**Hakusanat:** Aluekeräyspiste, elinkaariarviointi, hiilijalanjälki, julkiset hankinnat, jäteastia, jäteauto, jätehuolto, kustannukset, poltto, kuivajäte, loppusijoitus, polttoaine

## ABSTRACT

Mari Hupponen, Lauri Anttila, Mika Horttanainen

Carbon footprint, costs and invitations to tender for transport in the source separated municipal solid waste management – Update of the regional collection point network in the South Karelia region

Lappeenranta 2014

159 pages, 86 figures, 77 tables, 3 appendices

Research report 27

ISBN 978-952-265-617-9 (PDF)

ISSN-L 2243-3376

ISSN 2243-3376

The aim of the study was to harmonize different ways to act with regional waste collection in the South Karelia region. Regional waste collection means that waste is collected from points where households that do not belong to household waste collection can bring their source separated municipal solid waste (MSW) that is otherwise called mixed waste. The aim was also to retrieve information about the climate change and cost influences of the different alternatives of MSW management. In addition, the aim was to determine how the environment aspects could be taken into account in the invitation to tenders for transport.

The data was collected from the Internet, theses, scientific articles and the representatives of companies. The GaBi 6.0 life cycle assessment software was used to calculate the greenhouse gas emissions.

Based on the study, it is recommended that the regional collection points are situated along the routes that the inhabitants are using at least once a week and that are located optimally also from the transport contractor's perspective. It is not recommended to position collection points to population centres. Recommended waste bins in regional collection points are deep collection bins, which can be emptied with the same waste truck that is used to empty the waste bins of households, when the truck is equipped with a boom crane. It is also recommended to reduce the bin emptying frequency in the winter time if the emptying frequency is constant around the year because the majority of the users that are using regional collection points are summer inhabitants. It would be possible to achieve cost savings by reducing the emptying frequencies.

Greenhouse gas emissions from MSW management were calculated from the collection of waste to the disposal or energy utilization. Selected energy utilization places were the waste incineration plants of Riihimäki, Kotka and Leppävirta (under consideration). The results showed that the energy utilization of MSW was clearly a better solution than waste disposal. The impact of the MSW collection and transport emissions was low. The transport dis-

tance to the incineration plant is therefore not a crucial factor when analysing the total greenhouse gas emissions. More significant factors are the composition of MSW, the annual efficiency of the incineration plant and the replaced fuels. It is recommended to look for alternative methods to treat the combined plastic fraction included in MSW in the future because the incineration of the fraction produces a significant share (approx. 74%) of the greenhouse gas emissions of the incinerated MSW.

For the topical invitations of tender for transport, the collection and transport emissions were studied more precisely. Based on the results, it is possible to decrease the collection and transport emissions greatly (46–74%) by replacing diesel with biofuels. However, the type of the raw materials that are used to produce biofuels affects the results significantly. It is also possible to decrease the collection emissions of MSW by updating the regional collection point network.

In the study, the costs were analyzed from new or repaired waste bins of the regional collection points to the disposal or energy utilization of waste. The main costs were caused by the disposal, energy utilization and the collection of MSW. Thus, the role of the collection was more notable from the cost perspective.

Waste management companies can take into account environmental aspects when making the invitations to tender for waste transports by using the tips provided at the end of the report. Often the clearest way to take the environmental aspects into account is to set tight enough obligatory demands in which case it is allowed to choose the alternative with the lowest price. It is mandatory to take at least the energy consumption and emissions of carbon dioxide, nitrogen oxides, hydrocarbon and particles into account when purchasing transport services. The legislation does not provide minimum levels, and therefore, it is recommended to survey the market situation when buying services, so that the demands can be set to the right level. It is also recommended to inform the markets of the needs and plans of the future. Large procurement complexes are recommended to be divided in smaller parts so that smaller and medium-sized companies can also participate in the competitive bidding. The companies are encouraged to take innovations into account also in the waste management field.

The studied greenhouse gas emissions demonstrated that it is noteworthy how notable the influence of the incineration plant choice is on the greenhouse gas emissions. This means that it is essential to take the environmental aspects into account also when selecting the energy utilization place.

**Keywords:** Regional collection point, life cycle assessment, carbon footprint, public procurements, waste bin, garbage truck, waste management, costs, incineration, municipal solid waste, disposal, fuel

## ALKUSANAT

Raportti on laadittu Innovatiivisuutta julkisiin investointeihin (IJI) -hankkeen (projektikoodi A32168) osaprojektissa Elinkaaritehokkaat investoinnit. Tutkimuksen teko on aloitettu vuonna 2012 ja hanke tulee päätökseen kesällä 2014. Osaprojektin vastuullisena johtajana on toiminut professori Lassi Linnanen. Osaprojekti on jakautunut kolmeen osa-alueeseen, joista jätehuollon osa-alueen tutkimuksen ohjauksesta on vastannut professori Mika Horttanainen ja tutkimuksen tekemisestä on vastannut tutkija Mari Hupponen, tutkija Lauri Anttilan avustamana (kappale 2).

Jätehuollon osa-alueen työryhmään ovat kuuluneet:

- Mika Suomalainen, Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy
- Jyrki Mikkola, Lappeenrannan kaupunki, Etelä-Karjalan hankintapalvelut
- Mika Horttanainen, Lappeenrannan teknillinen yliopisto
- Mari Hupponen, Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Kiitos osaprojektin rahoittajille: Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR), Lappeenrannan kaupunki ja Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy. Kiitos sujuvasta yhteistyöstä Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n edustajille, jotka ovat käyttäneet aikaa lukuisten kysymysten vastaamiseen sekä ovat ottaneet tutkijan lämpimästi vastaan toimistolleen. Iso kiitos myös eri yritysten edustajille, jotka ovat antaneet tietoja tutkimuksen aikana.

Lappeenranta 27.6.2014

Mari Hupponen

# SISÄLLYSLUETTELO

LYHENNELUETTELO .....	5
1 JOHDANTO .....	7
2 ALUEKERÄYS.....	9
2.1 Aluekeräys Suomessa .....	9
2.1.1 Haja-asutusalueen aluekeräyspisteiden sijoituspaikat.....	11
2.1.2 Aluekeräysmaksut Suomessa.....	12
2.2 Jäteastiavaihtoehdot .....	14
2.2.1 Jäteastia .....	14
2.2.2 Pikakontti .....	15
2.2.3 Etukontti .....	16
2.2.4 Syväkeräyssäiliö .....	17
2.2.5 Vaihtolavasäiliö .....	20
2.2.6 Jätepuristin.....	20
2.2.7 Yhteenveto eri jäteastioista ja astioiden valinta .....	21
2.3 Keräysajoneuvot ja Euro-luokat .....	22
2.3.1 Takalastaaja .....	22
2.3.2 Etulastaaja.....	23
2.3.3 Sivulastaaja .....	24
2.3.4 Puominosturilla varustettu kuorma-auto ja takalastaaja.....	25
2.3.5 Vaihtolava-auto.....	26
2.3.6 Monilokeroauto .....	27
2.3.7 Lotos-jäteauto.....	27
2.3.8 Yhteenveto keräysajoneuvoista ja ajoneuvon valinta .....	28
2.3.9 Raskaiden ajoneuvojen Euro-luokat .....	29
2.4 Keräysajoneuvojen vaihtoehtoiset polttoaineet .....	30
2.4.1 Sähkö ja hybridi.....	30
2.4.2 Maakaasu .....	31
2.4.3 Biokaasu .....	33
2.4.4 Biopolttoaineet: Bioetanoli, -diesel ja uusiutuva diesel .....	35
2.4.5 Polttoaineiden hinnat .....	37



2.5	Aluekeräyspisteisiin liittyvät lisävarusteet.....	38
2.5.1	Kuljetusten ohjausjärjestelmä .....	38
2.5.2	Ultraäänisensori.....	39
3	ETELÄ-KARJALAN ALUEKERÄYSPISTEET .....	40
3.1	Tutkimusalue.....	40
3.1.1	Parikkala.....	44
3.1.2	Rautjärvi.....	46
3.1.3	Ruokolahti.....	48
3.1.4	Savitaipale.....	50
3.1.5	Luumäki.....	51
3.1.6	Taipalsaari.....	53
3.2	Ekopiste- ja aluekeräyspisteverkoston uusiminen.....	54
3.3	Toteutetut kilpailutukset.....	55
4	ETELÄ-KARJALAN ALUEKERÄYSPISTEIDEN KUIVAJÄTEHUOLLON HIILIJALANJÄLKI.....	58
4.1	Skenaarioiden esittely.....	60
4.2	Etelä-Karjalan haja-asutusalueiden kuivajäte.....	61
4.2.1	Kuivajätteen koostumus .....	61
4.2.2	Kuivajätteen lämpöarvo.....	62
4.2.3	Kuivajätteen fossiilisen hiilidioksidin määrä.....	63
4.3	Kuivajätteen keräys aluekeräyspisteiltä ja kuljetus EKJH:lle.....	64
4.3.1	Etäisyys aluekeräyspisteelle.....	65
4.3.2	Keräyksen päästöt: Diesel (erikseen joutokäynti) .....	67
4.3.3	Kuljetuksen päästöt: Ajo EKJH:lle ja takaisin keräysalueelle .....	70
4.3.4	Tulokset: Diesel (erikseen joutokäynti) .....	71
4.3.5	Keräyksen päästöt ja tulokset: Diesel (sisältyy joutokäynti) .....	74
4.3.6	Keräyksen päästöt: Bio- ja maakaasu .....	76
4.3.7	Keräyksen päästöt: Uusiutuva diesel.....	78
4.3.8	Tulokset: Diesel ja vaihtoehtoiset polttoaineet (ei joutokäyntiä).....	79
4.4	Skenaario 0: Kuivajätteen loppusijoitus - EKJH, Lappeenranta .....	81
4.5	Skenaario 1: Kuivajätteen energiahyötykäyttö.....	83
4.5.1	Siirtokuormausasema - EKJH, Lappeenranta.....	83
4.5.2	Kuljetus EKJH:lta energiahyötykäyttöön.....	83
4.5.3	Skenaario 1.1: Kuivajätteen energiahyötykäyttö - Ekokem Oy Ab, Riihimäki ...	83

4.5.4	Skenaario 1.2: Kuivajätteen energiahyötykäyttö - Kotkan Energia Oy, Kotka...	85
4.5.5	Skenaario 1.3: Kuivajätteen energiahyötykäyttö - Riikinvoima Oy, Leppävirta	86
4.5.6	Polton apuaineet.....	89
4.5.7	Pohjakuona ja -tuhka .....	91
4.5.8	Kattilatuhka ja APC-jäte .....	95
4.5.9	Metallien kierrätys.....	97
4.6	Skenaario 2: Luumäen aluekeräyspisteverkoston päivitys .....	101
4.7	Tulokset .....	103
4.8	Herkyytarkastelut .....	106
4.8.1	Kuivajätteen lämpöarvo ja fossiilisen hiilidioksidin määrä.....	106
4.8.2	Kaukolämmön hyvitykset, Leppävirta.....	107
4.8.3	Kuivajätteen esikäsittely, Leppävirta .....	107
5	ETELÄ-KARJALAN ALUEKERÄYSPISTEIDEN KUIVAJÄTEHUOLLON KUSTANNUKSET .....	111
5.1	Aluekeräyspisteet ja astioiden tyhjennys .....	111
5.2	Kuivajätteen loppusijoitus ja energiahyötykäyttö .....	112
5.3	Tulokset .....	113
6	JULKISIA JÄTEKULJETUSHANKINTOJA YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT HUOMIOIDEN.....	116
6.1	Julkisen hankintaprosessin vaiheet.....	116
6.2	Laki julkisista hankinnoista.....	117
6.3	Direktiivi julkisista hankinnoista.....	121
6.4	Laki ajoneuvojen energia- ja ympäristövaikutusten huomioimisesta julkisissa hankinnoissa .....	122
6.5	Ohje biokaasuajoneuvojen ja -kuljetuspalveluiden hankintaan .....	122
6.5.1	Kilpailutusvaihtoehto 1 .....	122
6.5.2	Kilpailutusvaihtoehto 2 .....	124
6.6	Valtioneuvoston periaatepäätös uusien ja kestävien ympäristö- ja energiaratkaisujen edistämisestä julkisissa hankinnoissa .....	124
6.7	Energia- ja ympäristönäkökohtien huomiointi kuljetuspalveluiden hankinnoissa.	125
6.8	Motivan ohje julkisista kuljetuspalveluhankinnoista .....	125
6.9	Innovatiivisten hankintojen käsikirja .....	126
6.10	EU:n kuljetusten hankintaohje .....	127
6.11	Ruotsalainen hankintaohje raskaille ajoneuvoille.....	129
6.12	Esimerkkejä kuljetusten kilpailutukseen liittyen .....	130

6.12.1	Helsingin kaupungin bussikilpailutus .....	130
6.12.2	Jätekuljetuskilpailutukset .....	132
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	133
7.1	Aluekeräyspisteiden sijoituspaikat.....	133
7.2	Aluekeräyspisteiden jäteastiat .....	133
7.3	Aluekeräyspisteiden jäteastioiden tyhjennystiheydet ja keräysmatkat .....	134
7.4	Kuivajätehuollon hiilijalanjälki .....	135
7.5	Kuivajätehuollon kustannukset .....	136
7.6	Ympäristönäkökohtien huomiointi jätekuljetusten kilpailutuksessa.....	136
LÄHTEET	.....	138
	Suulliset lähteet ja sähköpostiviestit .....	157

LIITTEET:

Liite I: Aluekeräyspisteiden astiat ja niiden tyhjennystiheydet (sk 0-1)

Liite II: Lastaus- ja kuljetuspäästöt

Liite III: Luumäen aluekeräyspisteiden astiat päivityksen jälkeen (sk 2)

## LYHENNELUETTELO

AKP	Aluekeräyspiste
alv	Arvonlisävero
APC	Air Pollution Control, savukaasujen puhdistus
BSI	British Standards Institution, Britannian standardointijärjestö
CBG	Compressed Bio Gas, paineistettu biokaasu
DME	Dimetyylieetteri
DOC	Degradable organic carbon, hajoava orgaaninen hiili
EEV	Enhanced Environmentally Friendly Vehicle, korostetun ympäristöystävällinen ajoneuvo
EKJH	Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy
EU	Euroopan unioni
EY	Euroopan yhteisö
EYA	Erittäin ympäristöystävällinen ajoneuvo
GPS	Global Positioning System, globaali paikallistamisjärjestelmä
GWP	Global Warming Potential, globaali lämpenemiskerroin
HSL	Helsingin seudun liikenne
HSY	Helsingin seudun ympäristöpalvelut
IPPC	Intergovernmental Panel on Climate Change, hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli
ISA	Intelligent Speed Adaptation, älykäs järjestelmä nopeuden säätelyyn
JLY	Jätelaitosyhdistys ry
Lapeco	Lapin Jätehuolto kuntayhtymä
LBG	Liquefied Biogas, nesteytetty biokaasu
LCA	Life Cycle Assessment, elinkaariarviointi
LCC	Life Cycle Cost, elinkaarikustannus
L&T	Lassila & Tikanoja Oyj
NTM	Närpes Trä & Metall Ab, Närpiön puu ja metalli Oy
PAH	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt
PARARU	Parikkala, Rautjärvi, Ruokolahti
PET	Polyeteenitereftalaatti
PVC	Polyvinyylikloridi
PM	Particulate Matter, hiukkanen
RME	Rypsimetyyliesteri
SALUUTA	Savitaipale, Luumäki ja Taipalsaari
SER	Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
sk	Skenaario
SYKE	Suomen ympäristökeskus
TCS	Transport Control System, ajonohjausjärjestelmä

TOC	Total Organic Carbon, orgaaninen kokonaishiili
TPMS	Tire Pressure Monitoring System, rengaspaineen valvontajärjestelmä
TSJ	Turun Seudun Jätehuolto Oy
TVL	Tapaturmavakuutuslaitosten liitto
VOC	Volatile Organic Compound, haihtuvat orgaaniset yhdisteet
VTT	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi

## 1 JOHDANTO

Julkisten hankintojen arvo oli Suomessa vuonna 2010 noin 35 miljardia euroa eli noin 19 % bruttokansantuotteesta. Valtaosa hankinnoista koostuu kuntien, kuntayhtymien ja muiden kunnallisten organisaatioiden hankinnoista. (Suomen ympäristökeskus 2013.) Luvut ovat merkittäviä, joten julkisten toimijoiden tulisi toimia edelläkävijöinä ympäristövastuullisissa hankinnoissa. Julkista sektoria ohjataan koko ajan tiukemmin tekemään kestäviä ja innovatiivisia julkisia hankintoja niin, että huomioidaan koko elinkaaren aikaiset vaikutukset. Elinkaarinäkökulma tarjoaa mahdollisuuden ohjata toimintaa vihreämpään suuntaan. Vihreämpiä hankintoja voidaan tehdä myös jätehuollon alalla.

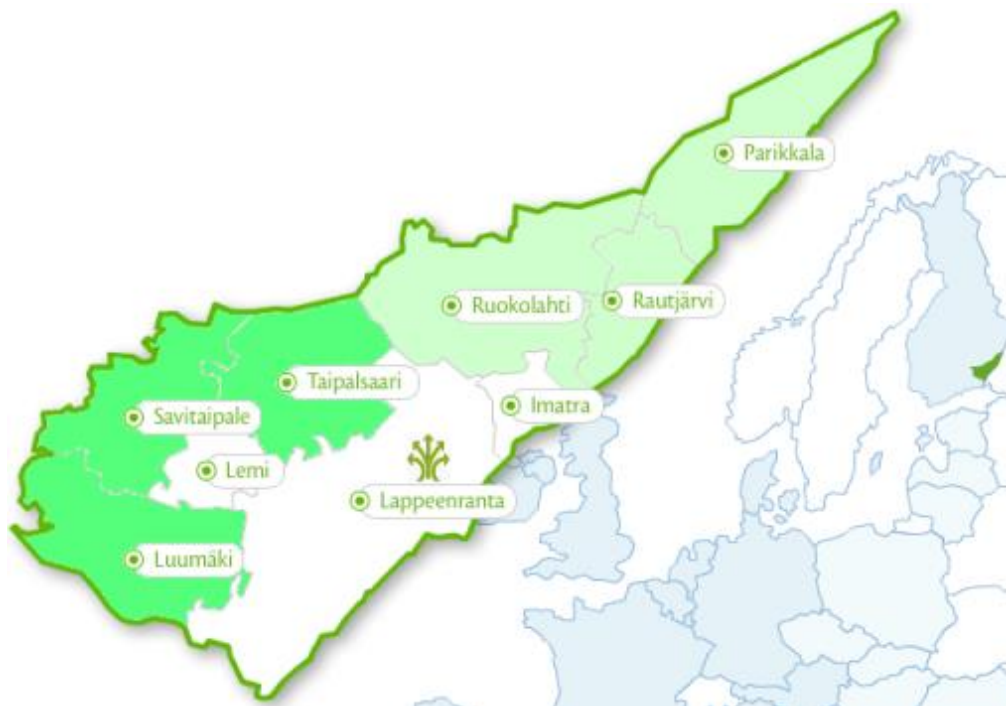
Valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteena on, että vuonna 2016 enintään 20 % yhdyskuntajätteestä päätyisi loppusijoitettavaksi kaatopaikalle. Kaatopaikkasijoitusta on vähentänyt viime vuosina jätteenpolttolaitosten lisääntyminen Suomessa. Vuonna 2012 yhdyskuntajätteestä hyödynnettiin energiana noin 34 %, mikä ylittää jo jätesuunnitelmassa asetetun energiahyödyntämistavoitteen (30 %). Energiahyödyntämisen on nähtykin kasvavan samaa tahtia, kun uusia jätteenpolttolaitoksia on valmistunut. Hyödyntämisaste kasvaa vielä lähivuosina, koska uusia jätteenpolttolaitoksia on vielä rakenteilla ja suunnitteilla. (Häkkinen et al. 2014, 37–38 ja 40.)

Merkittävintä asetetun 20 % tavoitteen saavuttamisen kannalta on kuitenkin biohajoavan ja muun orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto, jota sovelletaan tammikuusta 2016 alkaen. Rakennus- ja purkujätteen lajittelussa sekä muussa mekaanisessa käsittelyssä muodostuvan jätteen osalta rajoituksia sovelletaan täysimääräisesti kuitenkin vasta tammikuussa 2020. Tavanomaisen jätteen kaatopaikalle hyväksytään jatkossa vain jätettä, jonka biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus on enintään 10 %, pois lukien erikseen mainitut jakeet kuten soodasakka ja pilaantunut maa-aines. (VNa 2.5.2013/331.) Kaatopaikka-asetuksen voidaan nähdä lisäävän orgaanisten jätteiden hyödyntämistä materiaalina ja energiana.

Elinkaariselvitykset ja hiilijalanjälkilaskennat tuovat tutkittua tietoa prosessien ympäristövaikutuksista. Selvitysten avulla tunnistetaan elinkaaren ajalta merkittävimpiä kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavat vaiheet, mikä mahdollistaa keskittymisen kyseisten vaiheiden kehittämiseen. Etuna on myös imagohyöty, kun selvitetään vaikutusta ja pyritään vaikutuksen pienentämiseen.

Tutkimuksessa on keskitytty Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n (EKJH:n) vastuulla olevaan aluekeräyspisteverkostoon. Aluekeräyspisteiltä kerätään syntypaikkalajiteltua kuiva- eli sekajätettä pääasiassa haja-asutusalueiden kiinteistöiltä ja vapaa-ajan asunnoilta, mitkä eivät kuulu kiinteistökohtaiseen keräykseen. Tutkittavaan verkostoon on sisällytetty Parikkala, Rautjärvi, Ruokolahti (PARARU), Savitaipale, Luumäki ja Taipalsaari (SALUUTA) (ks. kuva 1). Tarkastelun ulkopuolelle on rajattu Imatra, Lappeenranta ja Lemi. Tarkastelualueella on yhteensä

noin 150 aluekeräyspistettä, joiden paikat ja keräysastiat EKJH on saanut aluekeräyksen vastuussa aiemmin olleilta kunnilta, joten alueille on jäänyt hyvin erilaisia tapoja toimia aluekeräyksen suhteen. Tutkimuksen tavoitteena on yhtenäistää käytäntöjä ja saada tietoa siitä, minkälaiset ovat eri vaihtoehtojen ilmastonmuutos- ja kustannusvaikutukset, kun huomioidaan niin kuivajätteen keräys, kuljetukset, käsittely, hyötykäyttö kuin loppusijoitus sekä ilmastonmuutosvaikutuksen osalta myös vältetyt päästöt eli hyvitykset. Vältetyillä päästöillä tarkoitetaan niitä päästöjä, joilta vältetään korvattaessa jätteellä esimerkiksi toista polttoainetta tai neitseellistä materiaalia.



**Kuva 1.** Tutkimuksen rajaus Etelä-Karjalassa sekä Kukkuroinmäen jätekeskus (Etelä-Karjala).

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää,

- mihin aluekeräyspisteet kannattaa sijoittaa ja miksi,
- minkälaisiin astioihin kuivajätettä kannattaa kerätä aluekeräyspisteillä,
- miten usein astioita kannattaa tyhjentää,
- minkälaiset ovat eri kuivajätehuoltovaihtoehtojen ilmastonmuutos- ja kustannusvaikutukset ja
- miten ympäristönäkökohdat voidaan ottaa huomioon kuljetuskilpailutuksissa.

Työssä on käytetty tietolähteinä muun muassa internetsivuja, verkkodokumentteja ja opinäytetöitä, mutta myös tieteellisiä artikkeleja ja yritysten edustajilta saatuja tietoja. Kuivajätehuollon elinkaarenaikaisten kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa on hyödynnetty myös GaBi 6.0 -elinkaariarviointiohjelmää (GaBi).

## 2 ALUEKERÄYS

### 2.1 Aluekeräys Suomessa

Jätelain perusteella kiinteistön haltijan tulee luovuttaa kunnan vastuulle kuuluva jäte alueella järjestettyyn kiinteistökohtaiseen jätteenkuljetukseen tai kunnan järjestämään alueelliseen vastaanottoaikaan (L 17.6.2011/646, 41 §). Kaupunkien ja taajamien kiinteistöillä jätteen kuljetus hoidetaan pääsääntöisesti kiinteistökohtaisesti. Haja-asutusalueiden kiinteistöille ja loma-asunnoille on tyypillisesti järjestetty Suomessa kolme vaihtoehtoa toteuttaa kotitalousjätteen keräys:

- 1) kiinteistökohtainen jäteastia
- 2) kimp pajäteastia, joka on naapureiden tai joissakin tapauksissa kesämökki-, tie- tai kyläyhdistysten järjestämä yhteinen keräysastia tai osalla kunnista on käytössä kotimökkikimppavaihtoehto, jos koti on mökin lähetyvillä
- 3) aluekeräyspisteet. (Botniarosk Oy Ab 2012, 9; Hankasalmi 2014, 15–17; Kymenlaakson Jäte Oy 2012c; Jätekuukko Oy\_a; Ekokymppi; Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy\_a; Puhas Oy; Rauman Seudun Jätehuoltolaitos; Rosk'n Roll Oy Ab.)

Kuivajätteen aluekeräyspisteet ovat siis vaihtoehto kiinteistökohtaiselle jäteastialle tai kimp pajäteastialle. Ne ovat yleensä tarkoitettu hankalien tieyhteyksien päässä olevien kiinteistöjen ja loma-asuntojen käyttöön (Sammakkokangas Oy; TSJ 2012a; Napapiirin Residuum Oy 2012). Mikäli kiinteistöllä ei ole sopimusta kiinteistökohtaisesta keräyksestä jätehuoltoyrityksen kanssa, kiinteistö voidaan liittää automaattisesti aluekeräysjärjestelmään (Hankasalmi 2014, 17; Ekokymppi; Lapeco). Muut kuin aluekeräyspistejärjestelmän piirissä olevat, eivät ole oikeutettuja käyttämään aluekeräyspisteitä (Puhas Oy; Pirkanmaan Jätehuolto Oy).

Keräyspisteissä on pääsääntöisesti säiliöt vain kotitalouksissa syntyvälle kuivajätteelle, mutta pisteillä voi olla myös keräyssäiliöt yhdelle tai useammalle hyötyjakeelle. Esimerkiksi Hankasalmella monet aluekeräyspisteistä on sijoitettu kokonaan ekopisteen yhteyteen (Hankasalmi 2014, 16). Myös Itä-Uudellamaalla kuivajätesäiliön lisäksi pisteillä on omat säiliönsä paperille, kartongille, pienmetallille ja lasille. Hyötyjätensäiliöt ovat kaikkien asukkaiden käytössä, mutta kuivajätensäiliöt ovat vain aluekeräyspistejärjestelmään liittyneiden asukkaiden käytössä. (Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy\_b.) Käytössä on myös lukollisia kuivajätteen aluekeräyssäiliöitä, joiden käyttöoikeus on käyttömaksun maksaneilla asukkailla (Botniarosk Oy Ab 2012, 9; Kymenlaakson Jäte Oy 2012d; Stormossen Oy).

Osaa aluekeräyspisteistä, varsinkin kesämökkialueilla, pidetään vain kesäkäytössä (Ab Ekorosk Oy 2013; Stormossen Oy). Kesäaikaan myös aluekeräyspisteiden tyhjennystiheyttä yleensä lisätään vapaa-ajan kiinteistöjen käytön lisääntyessä (Kumpulainen 2004, 43).



Kunnissa, joissa on kunnan kilpailuttama jätteenkuljetus, kunta järjestää alueelliset keräyspisteet itse tai yhteistyössä alueellisen jätehuoltoyhtiön, jätehuoltoyrittäjän, kaupan tai muun yhteistyökumppanin kanssa. Sopimusperusteisessa jätteenkuljetusjärjestelmässä jätteiden aluekeräys haja-asutusalueilla on mahdollista järjestää siten, että kuljetusurakoitsijat perustavat tarpeelliseksi todetut aluekeräyspisteet ja laskuttavat niiden käytöstä. Käytännössä monet kunnat ovat kuitenkin täydentäneet sopimusperusteista jätteenkuljetusjärjestelmää perustamalla itse alueellisia keräyspisteitä ja kilpailuttamalla niiden tyhjennykset. (Suomen ympäristökeskus 2004, 14.) Rouskis Oy:n jätehuoltoalueella Paimiossa on täydennetty sopimusperusteista jätteenkuljetusta niin sanotulla paikkaavalla järjestelmällä. Se on käytössä niille, jotka eivät ole tehneet kiinteistökohtaista sopimusta jätteenkuljetusurakoitsijan kanssa. Liittymällä paikkaavaan järjestelmään, asukas saa viedä kerran kuukaudessa 200 l jätessäkiin mahtuvan määrän kuivajätettä mihin tahansa Rouskis Oy:n jäteasemalle. (Rouskis Oy.)

Osassa kuntia on lopetettu kokonaan aluekeräyspistejärjestelmä. Esimerkiksi Loimi-Hämeessä aluekeräyspisteitä on korvattu kiinteistökohtaisilla astioilla. Vain muutamilla kyseisen alueen paikoista on enää käytössä hyötyjaepisteiden viereen sijoitettuja pikakontteja. (Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy 2009.) Kotkassa on puolestaan poistettu aluekeräysastiat kiinteistöjen käytöstä vuonna 2012. Aluekeräyspisteiden käyttäjinä oli noin 1200 taloutta, erityisesti vapaa-ajan talouksia. (Kymenlaakson Jäte Oy 2012a; Kymenlaakson Jäte Oy 2012b.) Tämän myötä kiinteistöjen ja vapaa-ajan asuntojen oli hankittava kiinteistökohtainen jäteastia tai kimppajäteastia. Aluksi vaihtoehdoksi esitettiin myös koti-mökkikimppaa, mutta kyseinen vaihtoehto poistettiin perustuen Kymen jätelautakunnan kantaan. (Kymenlaakson Jäte Oy 2012c.) Vaihtoehdoksi saarten kiinteistöille on annettu oma- tai kimppajäteastia mantereella rantautumispaikassa, laiturikimppa (laiturin pitäjän järjestämä, jolle kimpan osakkaat maksavat omat osuudet tyhjennysmaksusta) tai lukittu yhteisastia, jos muut vaihtoehdot eivät ole mahdollisia. (Kymenlaakson Jäte Oy 2012d.)

Monessa kunnassa aluejätepisteiden osalta on esiintynyt ongelmia niiden väärinkäyttöjen takia. Ongelmana on aluepisteiden epäjärjestys ja luvaton käyttö. (Jätekukko Oy 2010, 1; Rosk'n Roll Oy Ab.) Vihdin kunnassa lakkautettiin aluekeräyspistejärjestelmä vuonna 2005, koska jätepisteiden käyttömaksu nousi liian suureksi, sillä pisteitä jouduttiin siivoamaan jatkuvasti. Aluekeräyspistejärjestelmä otettiin kuitenkin uudestaan käyttöön vuonna 2007, koska kaikilla kuntalaisilla ei ollut mahdollisuutta toimivaan jätehuoltoon, kun jäteauto ei esimerkiksi maaston vuoksi yksinkertaisesti päässyt asukkaiden pihaan ja moni mökkiläinen joutui viemään jätteet kotinsa jäteastiaan. (Saarinen 2008, 7.)

Haasteena on ollut myös kiinteistökohtaiseen jätteenkeräysjärjestelmään liittymättömien kotitalouksien aluekeräyspistemaksun maksamisen valvonnan vaikeus. Esimerkiksi Kainuussa aluekeräysmaksun maksamista on ruvettu valvomaan jätehuoltourakoitsijoiden toimittamilla valvonta-aineistoilla. Lisäksi aluekeräyspisteiden käyttöä on alettu valvomaan tallen-

tavilla videokameroilla. (Ekokymppi 2013, 1.) Myös Jätekuukko Oy:n toiminta-alueella valvontakameroita kierrätetään pisteeltä toiselle tarpeen mukaan (Jätekuukko Oy 2010, 1). Mietittävänä on ollut muun muassa Lohjalla, että sallitaanko jätepistejärjestelmän käyttö vain vapaa-ajan asunnoille, vai pitäisikö käyttö sallia myös vakituiseen alueella asuville. Rosk'n Roll Oy Ab:n mukaan Lohjan haja-asutusalueen aluepistejärjestelmän käyttö on hyvä sallia myös vakituiseen alueella asuville. Heidän mielestään aluekeräysjärjestelmää pitäisi myös supistaa, ja pyrkiä ohjaamaan kiinteistöt perustamaan kimppoja sinne, missä kiinteistökohtainen jäteastia ei ole mielekäs. (Lönqvist 2010, 2.)

### **2.1.1 Haja-asutusalueen aluekeräyspisteiden sijoituspaikat**

Suomen ympäristökeskuksen (2004, 16–17) julkaisemassa ”Haja-asutusalueen palvelutasooppaassa” on esitetty haja-asutusalueen keräyspaikkojen kohtuullisen saavutettavuuden vähimmäisvaatimuksia:

- Vakinaisesti asuttujen ja pitkäaikaisesti loma-asuttujen kiinteistöjen kuivajätteen keräyspisteiden tulee sijaita lähellä tai osua vähintään kerran viikossa kuljettavalle kylä- tai kuntakeskuksen reitin varrelle.
- Loma-asukkaalle, joka lähtee viikonlopun jälkeen vakituiseen asuntoon, keräyspisteiden tulee sijaita lähellä tai kotimatkan varrella.

Kohtuullisen saavutettavuuden vähimmäisvaatimuksena aluekeräyspisteitä tulee siis sijoittaa kunnan taajamiin johtavien teiden varteen ja teiden varteen, joita loma-asukkaiden tiedetään käyttävän eniten. Miehitettyjen jätteen vastaanottopisteiden tulee olla avoinna myös joinakin viikonloppuina tai arki-iltoina. (Suomen ympäristökeskus 2004, 17.)

Aluekeräyspisteet tulisi sijoittaa sekä jätteen tuottajan eli kotitalouksien että jätteen viejän eli kuljetusurakoitsijan kannalta optimaalisesti. Tulee välttää tilannetta, jossa asukkaat vievät jätteensä aluekeräyspisteisiin ilman, että matkalla on mitään muuta tarkoitusta. Tämä on sekä polttoaineen kulutuksen että päästöjen kannalta epäsuotuisaa. Kun piste on sijoitettu asukkaan kannalta lähelle tai mahdollisimman helppoon paikkaan, pysyy myös motivaatio korkealla oikeaoppiseen jätteistä huolehtimiseen. Toisaalta myös jätteen kerääjän eli kuljetusurakoitsijan kannalta keräyspisteiden sijoittelulla on merkitystä. Keräyspisteelle tulisi päästä ajamaan helposti sekä pisteiden tulisi sijaita siten, että ajoreitti olisi järkevästi suunniteltavissa turhien ajokilometrien välttämiseksi. (Teerioja 2009, 20.)

Aluekeräyspisteiden sijoittamisessa tulee ottaa huomioon monia eri tekijöitä. Pohjois-Suomessa Napapiirin Residuum Oy:n jätehuoltoalueen kunnissa keräyspisteet pyritään sijoittamaan kulkukelpoisten teiden päähän tai varteen, mutta ei kuitenkaan suurten väylien varrelle (Napapiirin Residuum Oy 2012). Kotkassa jätehuoltoratkaisuksi saassa asuville tai mökkeileville on annettu lukittu yhteisastia. Niiden tarvetta ja sijoituspaikkoja on selvitetty käyttäjille suunnatun kyselyn avulla (Kymenlaakson Jäte Oy 2012a). Etelä-Karjalan jätehuoltoalueella kuljetusyritykset tyhjentäisivät mielellään astioita mahdollisimman paljon 6-tien lähetyiltä, sillä tyhjennysmatkat pitenevät syrjäkylillä (Pöllänen et al. 2012).

Aluekeräyspisteiden roskaantumista voidaan vähentää varautumalla keräyspiikkeihin esimerkiksi

- lisäämällä astioiden määrää tai lyhentämällä tyhjennysvälejä kertymähuippukausiksi,
- varautumalla ennakolta hyvin tiedossa oleviin kertymähuippuihin, kuten tyhjentämällä astiat ennen pyhiä,
- käyttämällä osaa keräyspaikoista tai -astioista vain kesäkaudella,
- ottamalla käyttöön keräysastioiden täyttöasteen automaattiset seuranta- ja hälytysjärjestelmät ja
- järjestämällä keräystempauksia, esimerkiksi kiertävä lava keväällä ja syksyllä (Suomen ympäristökeskus 2004, 27–28).

Aluekeräyspisteillä on hyvä olla informaatiota siitä, mitä jätteitä varten piste on ja keille se on tarkoitettu. Jäteastioiden vieressä voi olla esimerkiksi infotaulu, jossa on jätepuoleen käyttöohjeet sekä kartta lähimmälle jäteasemalle, jonne viedään ne jätteet, joita pisteeseen ei voi jättää (Rosk'n Roll Oy Ab). Vaikka aluekeräyspisteiden ylläpidossa on ilmennyt monissa kunnissa ongelmia, alueellisten keräyspaikkojen verkosto on käytännössä monissa paikoissa ainoa tapa järjestää haja-asutusalueiden jätteenkuljetus jätelain edellyttämällä tavalla (Suomen ympäristökeskus 2004, 28).

### **2.1.2 Aluekeräysmaksut Suomessa**

Alueellisten keräyspisteiden käyttömaksut määräytyvät eri tavoin kunnittain. Maksu voi määräytyä vakituisilta asunnoilta asukasluvun mukaan ja vapaa-ajan asunnoilta maksu voi olla sama henkilöluvusta riippumatta, kuten Jämsässä ja Ekokympin jätehuoltoalueella. Kyseiset maksut sisältävät hyötykäyttömaksun ja jätehuollon perusmaksun. (Jämsän jätehuolto liikelaitos 2011; Ekokymppi 2011, 1.) Aluekeräysmaksut voidaan myös jakaa vielä kahteen eri luokkaan: kompostoiviin ja kompostoimattomiin kiinteistöihin, kuten on tehty Turun Seudun Jätehuolto Oy:n alueella (TSJ 2012b). Vapaa-ajan asuntojen aluekeräysmaksu voidaan porrastaa myös kahteen osaan vapaa-ajan asunnon kerrosalan mukaan, kuten on tehty Hankasalmella. Tämän lisäksi kunta voi periä kaikilta asuinkiinteistöiltä ekomaksun. (Hankasalmi 2014, 20–21.) Yksinkertaisimmillaan käyttömaksut voidaan jakaa kahteen osaan: vakituisiin asuntoihin ja vapaa-ajanasuntoihin henkilöluvusta, kerrosalasta tai kompostoinnista riippumatta, kuten on tehty Itä-Uudenmaan sekä Joensuun Seudun Jätehuolto Oy:n alueilla (Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy\_b; Puhas Oy 2012).

Aluekeräysmaksu voidaan myös jakaa kolmeen eri maksuluokkaan palvelutason mukaan, kuten on tehty Ekoroskin jätehuoltoalueella. Aluekeräysmaksun lisäksi asukkaat maksavat kiinteän jätemaksun. Palvelutasot kalleimmasta maksusta alkaen:

- 1) Aluekeräysastia on vapaa-ajan asutusalueella tai pienvenesatamassa sekä vapaa-ajan asunnolle johtavan reitin varrella.

- 2) Aluekeräysastia ei ole vapaa-ajan asutusalueella tai pienvenesatamassa, mutta vapaa-ajan asunnolle johtavan pääasiallisen reitin varrella.
- 3) Aluekeräysastia ei ole vapaa-ajan asutusalueella tai pienvenesatamassa eikä vapaa-ajan asunnolle johtavan pääasiallisen reitin varrella. (Ab Ekorosk Oy 2013.)

Yleensä aluekeräyspistemaksu peritään asukkailta vuoden ajalta (vuosimaksu), mutta käytössä on myös kausimaksuja, riippuen ovatko pisteet käytössä koko vuoden, vai vain osan vuodesta (Lakeuden Etappi Oy; Paajanen ja Mynttinen 2008, 26). Paajanen ja Mynttinen (2008) ovat selvittäneet kyselyn avulla alueellisten keräyspisteiden käyttömaksuja Suomessa. Vastauksista selviää, että alueellisten keräyspisteiden käyttömaksu oli käytössä 50 % kyselyyn vastanneista kunnista eli 191 kunnassa, kun samaan aikaan se ei ollut käytössä 39 %:lla kunnista ja 11 % kyselyyn vastanneista jättivät vastaamatta kysymykseen (Paajanen ja Mynttinen 2008, 26). Taulukossa 1 on esitetty kyselyn tuloksia aluekeräyspistemaksun suuruudesta sekä Jätelaitosyhdistys ry:n keräämistä tiedoista vuodelta 2013. Taulukosta on erityisesti havaittavissa, että käyttömaksujen vaihteluvälit ovat suuret.

**Taulukko 1.** Alueellisten keräyspisteiden käyttömaksut v. 2008 ja 2013 (Paajanen ja Mynttinen 2008, 26; JLY 2013b, 21).

Alueellisten keräyspisteiden käyttömaksut	Kuntia [kpl]	Jätelaitoksia [kpl]	Keskiarvo [€/kiinteistö/a, ilman alv]	Vaihteluväli	Keskiarvo [€/kiinteistö/a, sis. alv]	Vaihteluväli
<b>VAKITUINEN ASUNTO</b>						
Kompostointi (2008)	157		78	28-139	95	
Ei kompostointia (2008)	137		84	28-262	103	
1 asukas, ei kompostointia (2013)		21			100	42-204
3 asukasta, ei kompostointia (2013)		21			137	60-272
<b>VAPAA-AJAN ASUNTO</b>						
Kompostointi (2008)	171		35	16-100	42	
Ei kompostointia (2008)	151		40	16-172	48	
Kompostointi (2013)		21			61	0-120
Ei kompostointia (2013)		21			67	0-203

Jäteastioiden lukitsemista käytetään myös käyttäjien rajaamiseen. Kymenlaakson Jäte Oy on järjestänyt lukolliset sekajätesäiliöt Kotkan alueella saarissa sijaitsevien kiinteistöjen käyttöön. Säiliön käyttömaksu on 25 €/a. (Kymenlaakson Jäte Oy 2012d.) Oy Botnariosk Ab:n alueella on myös samanlainen käytäntö. Avain on mahdollista lunastaa 20 € panttia vastaan. Lisäksi maksetaan vuosimaksu noin 15 €/a. (Botnariosk Oy Ab 2012, 9.) Stormossenin jätehuoltoalueella mökkiläisille tarkoitetut lukolliset säiliöt ovat käytössä vain kesäisin. Avaimen käytöstä laskutetaan 20 € avainpantin lisäksi 20 €/kesä. (Stormossen Oy.) Esimerkki lukollisesta syväkeräyssäiliöstä on esitetty kuvassa 2.



**Kuva 2.** Syväkeräysastian lukitus (Molok Oy).

Kunnissa peritään asukkailta yleensä myös tietyn suuruinen ekomaksu, jolla katetaan hyötöjakeiden ja ongelmajätteiden kuljetukset ja käsittelyt. Erityisesti sopimusperusteisessa jäteenkuljetusjärjestelmässä esiintyy niin sanottua vapaamatkustajaongelmaa eli asukas maksaa ainoastaan ekomaksua. Tämä seuraa siitä, että jätteenkuljetussopimuksia on vaikea valvoa. Esimerkiksi vapaa-ajan asunnoilla, joissa jätettä syntyy vähän, ei ole välttämättä tehty sopimusta kuljetusyrityksen kanssa. Näin ollen asukkaan maksettavaksi jää ainoastaan mainittu ekomaksu. Syntyvät jätteet saatetaan viedä luvottomasti aluekeräyspisteisiin, levähdyspaikkojen pisteisiin tai vakituisen kiinteistön jäteastiaan.

## 2.2 Jäteastiavaihtoehdot

### 2.2.1 Jäteastia

Tavallisia muovisia jäteastioita käytetään aluekeräyspisteessä yleensä katettujen jätepisteiden yhteydessä. Kuivajätteen aluekeräyspisteisiin soveltuvat erityisesti suurimmat vaihtoehdot, 600–1100 l. Aluekeräyspisteessä voi olla jätehuone, jonne mahtuu useampia 600 l astioita, kuten Kainuussa kuvassa 3 (Kumpulainen 2004, 42). Jäteastioita voidaan pitää myös pienen aitauksen sisällä (ks. kuva 4) tai kokonaan ilman tukirakennelmaa (ks. kuva 5). Markkinoilla on saatavilla useita eri valmistajien jäteastioita. Esimerkkejä jäteastioista on esitetty taulukossa 2. Kaikki jäteastiat ovat standardisoitu niin, että ne voidaan tyhjentää koneellisesti millä tahansa astiahissillisellä taka- tai sivulastaajalla.



**Kuva 3.** Katettu kuivajätteen aluekeräyspiste Kajaanissa (Kumpulainen 2004, 44).



Kuva 4. Aidattu kuivajätteen aluekeräyspiste Pirkanmaalla (Pirkanmaan Jätehuolto Oy).



Kuva 5. Kuivajätteen aluekeräyspiste ilman tukirakennelmaa Lohjalla (Suomen ympäristökeskus 2004).

Taulukko 2. Esimerkkejä jäteastioista.

Jäteastia	Jäteastian koko [l]										Lähde
	< 240	240	360	400	600	660	770	800	1000	1100	
Weber	X	X	X			X				X	
TF					X						Flaaming Oy
Multi				X	X			X			
Jäkki	X	X	X	X		X	X		X		L&T
Sulo	X	X	X			X					Meltex Oy 2011, 3
Melaja						X	X				Melaja Oy

### 2.2.2 Pikakontti

Teräslevystä valmistettu pikakontti (ks. kuva 6) voidaan tyhjentää paikan päällä takalastajalla (ks. kuva 7). Tyhjennys tapahtuu kiinnittämällä kontti pakkaajan perässä oleviin koukkuihin sekä kiinnittämällä nostovaijeri kontin taakse, minkä jälkeen kontti voidaan nostaa ylös eli tyhjentää (TVL 2001, 2). Pikakonttien tilavuus voi olla 4–13 m<sup>3</sup> (Kainuun jätehuollon kuntayhtymä 2013, 1). Esimerkkejä pikakonttien valmistajista on esitetty taulukossa 3. Kontteja ei pidetä turvallisimpina astioina, esimerkiksi jäteauton kuljettaja on menehtynyt, kun kuljettaja on jäänyt puristuksiin kontin ja pakkaajan väliin (TVL 2001, 1).



**Kuva 6.** Pikakontti (Flaaming Oy).



**Kuva 7.** Pikakontin tyhjennys (Koulutuskeskus Salpaus).

**Taulukko 3.** Esimerkkejä pikakonttien valmistajista.

Valmistaja	4 m <sup>3</sup>	6 m <sup>3</sup>	8 m <sup>3</sup>	Lähde
Flaaming Oy	X	X	X	Flaaming Oy
RL-Huolinta Oy	X	X		RL-Huolinta Oy
Rannikon Paja Oy	X	X	X	Rannikon Paja Oy 2011, 2

### 2.2.3 Etukontti

Etukontti (ks. kuva 8) tyhjenetään etulastaajalla tyhjennysluukun ollessa auki (ks. kuva 9). Tyhjennyksen yhteydessä onnistuu jätteiden punnitus (Sita Suomi Oy 2011, 2). Etukontit on varustettu muovikansilla sekä metallisilla sivuovilla (WL-Done Oy). Etukontteja on saatavissa kokoluokkaa 1,8 - 8 m<sup>3</sup> (GarbageX\_b). Etukontteja tarjoaa muun muassa Sita Suomi Oy ja WL-Done Oy.



**Kuva 8.** Etukontti (Sita Suomi Oy 2011, 2).



Kuva 9. Etukontin tyhjennys (Sita Suomi Oy 2011, 2).

#### 2.2.4 Syväkeräyssäiliö

Syväkeräysjärjestelmässä keräyssäiliö upotetaan maahan niin, että maanpinnalle jää vain osa astiasta. Esimerkki aluekeräyspisteestä, jossa on käytössä syväkeräyssäiliöt, on esitetty kuvassa 10. Säiliöiden koko voi olla 300–5000 l käyttöpaikan tarpeen mukaan. Syväkeräyssäiliö koostuu tukikaivosta, nostosäkistä ja kertakäyttöisestä. Syväkeräyssäiliön rakennekuva on nähtävissä kuvasta 11. (GarbageX\_a.) Tukikaivo voidaan rakentaa esimerkiksi teräslävystä tai muovista (Ecomp Oy; Molok Oy).



Kuva 10. Syväkeräyssäiliöt (Molok Oy).



Kuva 11. Syväkeräyssäiliön rakennekuva (Molok Oy).



Säiliötä tyhjennettäessä syväkeräyssäiliön kansi nostetaan sivulle, minkä jälkeen nostosäkki ja sen sisällä oleva täysi kertakäyttösäkki nostetaan kaivosta puominosturilla (ks. kuva 12) ja siirretään kuljetusauton lavan yläpuolelle. Nostosäkin pohja avataan laukaisumekanismin narua vetämällä, jolloin jätteet putoavat kertakäyttösäkissä lavalle. Nostosäkki ja uusi kertakäyttösäkki asetetaan tukikaivoon. Jätteet pysyvät kuljetuksen ajan kertakäyttösäkissä. Keräys voidaan suorittaa myös ilman kertakäyttösäkkiä, jolloin jätteet pudotetaan keräysautoon sellaisenaan. (GarbageX\_a.) Tyhjennyksen yhteydessä on mahdollista punnita jätteet (Ecomp Oy).



**Kuva 12.** Syväkeräyssäiliön tyhjennys (Ecomp Oy).

Markkinoilla on myös edestä tyhjennettäviä syväkeräyssäiliöitä, joissa on nostokahvat tyhjennystä varten (ks. kuva 13). Nämä nostokahvalliset syväkeräyssäiliöt, kuten Smart Fel ja Hannoan Uppo-säiliöt, tyhjenetään etulastaaja-autolla (ks. kuva 14), jolloin koko säiliö nostetaan ylös, kansi aukeaa ja samalla jätteet putoavat jäteautoon (Hannoa Oy 2011, 2; Ecomp Oy 2010, 3). Astiakokoina löytyy muun muassa 2,8 m<sup>3</sup>, 4 m<sup>3</sup> ja 5 m<sup>3</sup> (TSJ 2011, 1).



**Kuva 13.** Syväkeräyssäiliöt nostokahvoilla (Ecomp Oy).



**Kuva 14.** Edestä tyhjennettävä syväkeräyssäiliö (Ecomp Oy 2010, 4).

Markkinoilla on myös syväkeräysmenetelmä, kuten MolokDomino, jossa runkokaivon valmistusmateriaalina käytetään muovin ja teräslevyn sijasta kuitubetonia (ks. kuva 15). Muoto poikkeaa myös aiemmin esitellyistä eli säiliö on nelikulmainen. Moduulin perustilavuus on 5 m<sup>3</sup>, mutta se on jaettavissa pienempiin osiin, jolloin tilavuudet ovat 1,6 m<sup>3</sup>, 2,4 m<sup>3</sup> ja 3,3 m<sup>3</sup>. (Molok Oy.) Säiliöiden tyhjennys tapahtuu puominosturilla.



**Kuva 15.** Syväkeräysmenetelmä kuitubetonisella rungolla (Molok Oy).

Markkinoilta löytyy neliskanttisena myös syväkeräyssäiliöitä, joissa on teräsrakenteinen runko (ks. kuva 16), kuten Syvis-syväkeräyssäiliöt. Neliskanttisen rakenteen on kerrottu säästävän tilaa ja helpottavan kunnossapitoa. Säiliöitä on saatavissa kokoluokkaa 1,3 m<sup>3</sup>, 3 m<sup>3</sup> ja 5 m<sup>3</sup>. Säiliöiden tyhjennys tapahtuu puominosturilla. (Ecomp Oy.) Tyhjennystä on kuvattu kuvassa 17.



**Kuva 16.** Neliskanttinen syväkeräysastia teräsrakenteisella rungolla (Ecomp Oy).



**Kuva 17.** Neliskanttisen syväkeräysastian tyhjennys (Ecomp Oy).

Syväkeräyssäiliöiden etuna pidetään vähäistä hajujen muodostusta. Tämä perustuu painovoiman ja astian korkeuden aikaansaamaan jätteen tiivistymiseen ja maaperän viileyden aiheuttamaan bakteeritoiminnan hidastumiseen. Molok Oy:n syväkeräyssäiliöissä 60 % säiliöstä on maan alla. (Molok Oy.) Säiliö kiinnitetään pohjasta ankkurilapoin maahan kiinni. Asennettaessa sama kaivettu maa-aines voidaan laittaa takaisin säiliön ympärille, joten mursketta tai muuta vaihtomaata ei tarvita. (Ecomp Oy.) Syväkeräyssäiliöitä tarjoaa Suomessa muun muassa Molok Oy, Ecomp Oy ja Hanno Oy.

### 2.2.5 Vaihtolavasäiliö

Vaihtolavasäiliö (ks. kuva 18) kuljetetaan vaihtolavalaittein varustetulla kuorma-autolla tyhjennettäväksi jätteenkäsittelypaikalle. Vaihtolavasäiliöitä on saatavilla eri kokoina välillä 4–30 m<sup>3</sup> (GarbageX\_b). Vaihtolavasäiliöitä tarjoaa muun muassa Flaaming Oy ja Wärns Metall Oy.



Kuva 18. Vaihtolavasäiliö (Flaaming Oy).

### 2.2.6 Jätepuristin

Jätepuristimen tarkoitus on puristaa jäte tiiviiksi, jolloin säiliöön mahtuu jätettä enemmän. Näin säiliöiden tyhjennuskerrat vähenevät ja kuljetuskustannukset pienenevät. Jätepuristimien kuljetukseen käytetään vaihtolava-autoa, joka on nähtävissä kuvasta 19. Jätepuristimia on olemassa telakkakoneita ja combi-malleja. Telakkakoneesta irrotetaan säiliöosa, joka viedään tyhjennyspaikalle, kun taas combi-malli kuljetetaan tyhjennykseen kokonaisuudessaan. Jätepuristimia on saatavissa kokoluokkaa 10–36 m<sup>3</sup>. (GarbageX\_d.) Jätepuristimet soveltuvat erityisesti suurten liike- ja toimistokiinteistöjen, rakennustyömaiden, suurten asuinkiinteistöjen sekä teollisuuden käyttöön (L&T). Jätepuristimia tarjoaa muun muassa Flaaming Oy, L&T, Europress Oy ja Kapasity Oy.



Kuva 19. Vaihtolava-auto ottamassa kyytiin jätepuristinta (L&T).

## 2.2.7 Yhteenveto eri jäteastioista ja astioiden valinta

Taulukossa 4 on esitelty esimerkkejä eri jäteastioiden tilavuuksista. Tilavuuksia tarkasteltaessa kannattaa kuitenkin huomioida, että syväkeräyssäiliöihin jäte puristuu pintakeräysastioita tiiviimmäksi painovoiman vaikutuksesta. Tämä tarkoittaa, että säiliöihin mahtuu yleensä enemmän jätettä astiatilavuutta kohden. Tällöin myös säiliöiden tarvitsema tilantarve pienenee. (Molok Oy.) Syväkeräyssäiliöt soveltuvat erityisesti kiinteille aluekeräyspisteille, sillä astiat vaativat asennus- ja kaivutyön. Jos ajoneuvoon on asennettu puominosturi, syväkeräysastiat on mahdollista tyhjentää samalla takalastaajalla kuin tavalliset jäteastiat ja pikakontit. Kaikkiin takalastaajiin puominosturia ei ole kuitenkaan asennettu.

**Taulukko 4.** Esimerkkejä eri jäteastioiden tilavuuksista.

Astiavaihtoehto	Astian koko [m <sup>3</sup> ]												Lähde	
	< 1,3	1,3	1,8	2	2,8	3	4	5	6	7	8	≥ 10		
Jäteastia	X													Kainuun jätehuollon kuntayhtymä 2013, 1
Pikakontti							X		X	X	X	X		Kainuun kuntayhtymän jätehuolto 2013, 1
Etukontti			X	X		X	X		X		X			TSJ 2011, 1; Sita Oy 2011, 2
Pyöreä syväkeräyssäiliö (nostokahva)	X	X				X		X						TSJ 2011, 1; Molok Oy
Pyöreä syväkeräyssäiliö (etulastaus)					X		X	X						TSJ 2011, 1
Kulmikas syväkeräyssäiliö (nostokahva)		X				X		X <sup>a</sup>						Molok Oy; Ecomp Oy
Vaihtolavasäiliö							X	X	X	X	X	X	X	TSJ 2011, 1
Jätepuristin													X	GarbageX_d

<sup>a</sup> = Jaettavassa pienempiin osiin (Molok Oy).

Tavalliset jäteastiat ja pikakontit sopivat aluekeräyspisteille hyvin, koska ne voidaan tyhjentää takalastaajalla eli samalla keräyskalustolla kuin tavalliset jäteastiat. Kyseiset astiat eivät myöskään vaadi sen suurempaa asennusta. Tavallisten jäteastioiden kapasiteetti on kuitenkin pieni, joten niitä tarvitaan yleensä useita aluekeräyspisteelle, mikä kasvattaa myös samalla tyhjennykseen kuluva aikaa. Pikakonttien kapasiteetti on tavallisia jäteastioita suurempi, mutta niiden heikkous on, että ne eivät ole turvallisimpia astioita jätteiden tyhjentäjille.

Etukontit ja nostokahvalliset syväkeräyssäiliöt on tyhjennettävä etulastaajalla. Niiden tyhjennys on nopeampaa kuin muiden astioiden, eikä kuljettajan tarvitse nousta pois ohjaimosta. Näin ne sopivat erityisesti taajamiin, jossa tyhjennysnopeudella on enemmän merkitystä kuin haja-asutusalueella.

Vaihtolavasäiliöt on kuljetettava muualle tyhjennettäviksi, joten ne soveltuvat lähinnä tilapäisenä ratkaisuna kertaluontoiseen keräykseen. Jätepuristimeen mahtuu enemmän jätettä kuin tavalliseen vaihtolavasäiliöön sen puristusominaisuuden vuoksi, mutta heikkoutena on, että tyhjennysmatkan varrella ei voida tyhjentää muita pisteitä.

Jäteastioita valitessa kannattaa huomioida muun muassa:

- käyttäjämäärät ja näin jätekertymä, joka vaikuttaa tarvittavaan astiakapasiteettiin ja näin tarvittavien astioiden kokoon ja lukumäärään
- joustavuus kertymien muutokseen, kuten asukkaiden määrään (esim. kesäasukkaat), vuodenaikaan, juhlapyyhiin sekä kesäviikonloppuihin
- tyhjennystiheys
- jätteen keräämisen ohjaaminen astiatyyppin valinnalla, esimerkiksi pienisuiset astiat voivat edesauttaa saamaan suuret esineet jäteasemille, kun esineen jättäminen ei onnistu suoraan suurisuiseen astiaan
- astiatyyppin soveltuvuus pussitetulle jätteelle
- kestävyys ja huollettavuus
- turvallisuus, niin asukkaan kuin tyhjentäjän
- esteettisyys
- kustannukset niin hankinnasta kuin käytöstä, esimerkiksi astioista, asennuksesta, tyhjennyksistä, huolloista, roskaantumisesta ym.
- soveltuva/ käytettävissä oleva keräysajoneuvo (varustelu)
- tarvittava tyhjennyshenkilökunnan määrä
- tyhjennykseen kuluva aika (sujuvuus ja kesto)
- talviolosuhteet
- pinta-alantarve astioille
- asennustyön määrä.

Haja-asustusalueen kotitalouksissa muodostuvan jätteen kertymä ja laatu voivat olla erilaisia kuin taajamissa. Haja-asutusalueilla on yleensä käytettävissä hyvät varastointitilat, joten asukkaat voivat toimittaa jätteitä suurempina erinä, esimerkiksi jätessäkeissä, keräyspisteille. Kuivajätteiden tuottomäärät myös vaihtelevat haja-asutusalueella. Maatiloilta ja muusta vakinaisesta asutuksesta on tasainen jätekertymä, kun taas loma-asukkaiden jätekertymät vaihtelevat vuodenajan, sään ja juhlapyyhiin mukaan. (Suomen ympäristökeskus 2004, 27.)

## 2.3 Keräysajoneuvot ja Euro-luokat

### 2.3.1 Takalastaaja

Takaapäin pakkaava jäteauto eli takalastaaja (ks. kuva 20) on Suomessa yleisin keräysajoneuvo. Se on puristimella ja erilaisilla kuormauslaitteilla varustettu jäteauto. (GarbageX\_c.)

Takalastaajilla tyhjenetään pääasiassa 120–1100 l jäteastioita sekä erilaisista varusteista riippuen jäteautolla on mahdollista tyhjentää myös suurempia säiliöitä, kuten pikakontteja. Jäte kuormataan mekaanisesti kippauslaitteen avulla jäteauton kuormauskaukaloon, josta jäte puristetaan hydraulisen levypuristinlaitteen avulla jäteauton kuormatilaan. Takalastajat pakkaavat jätteen, jätteen ominaisuuksista riippuen, noin  $600 \text{ kg/m}^3$  tiheyteen. (Nilsson 2011, 271.)



Kuva 20. Takalastaaja (GarbageX\_c).

Takalastaaja koostuu kuorma-autoalustasta ja alustan päällä olevasta pakkaajasta. Takalastaajia on saatavana monia eri kokoja. Esimerkiksi takalastaajia valmistavalla Närpiön puu ja metalli Oy:llä (NTM, Närpes Trä & Metall Ab) on valikoimassaan neljää eri kokoluokan jäteajoneuvoa. Pienin pakkaaja on tilavuudeltaan vain  $4 \text{ m}^3$  ja painoltaan 2700 kg. Pakkaaja valmistetaan kokonaispainoltaan 6 t alustoille. Pienin pakkaaja on tarkoitettu kevyen jätteen sekä kotitalousjätteen keräämiseen ahtaissa tiloissa. Suurin malli on tilavuudeltaan  $24 \text{ m}^3$  ja painoltaan 6300 kg. Se on suunniteltu 3-akselisia 26 t alustoja varten. Kyseinen malli soveltuu suurta kapasiteettia vaativaan keräykseen. (NTM\_a.) Takalastaajia valmistaa NTM:n lisäksi muun muassa Faun, Geesinknorba ja Zoeller (Faun; Flaaming Oy; Zöller-Kipper).

Takalastaaja on sopiva vaihtoehto ahtaisiin paikkoihin, koska se ei tarvitse ympärilleen paljoakaan toimintatilaa. Etuna on myös, että irtonaiset roskat voidaan kerätä tyhjennyksen aikana. Heikkoutena ovat työntekijöiden turvallisuuskysymykset kaduilla ja teillä painavia roska-astioita käsiteltäessä. Huomion arvoista on, että takalastaajan pakkaajaosa on kiinteästi alustassa, joten pakkaajia ei voi vaihtaa alustalta toiselle. (Kogler 2007, 20.)

### 2.3.2 Etulastaaja

Etulastaajaa (ks. kuva 21) käytetään etupäässä teollisuuden ja kaupan jätteiden tyhjennyksessä (Genter 2003, 19). Jätesäiliö nostetaan auton edestä nostohaarukoissa ohjaamon yli ja jäte kipataan kuormatilaan. Etulastaajalla voidaan tyhjentää vain siihen tarkoitettuja kontteja ja säiliöitä. (GarbageX\_c.) Etulastaajan etuna on, että työntekijän ei tarvitse nousta ohjaamosta siirtelemään keräysvälineitä eli työskentely on turvallista. Pakkaajan vaihto alustasta toiseen onnistuu joustavasti. Haittapuolena on, että etulastaaja ei sovellu ahtaisiin tiloihin, koska se vaatii riittävästi toimintatilaa ympärilleen. Astian tyhjennys voi olla aikaa

vievää, jos astian nostoa joudutaan yrittämään useita kertoja. Irtonaisia roskia ei voida myöskään kerätä. (Kogler 2007, 23.)



**Kuva 21.** Etulastaaja (L&T).

Esimerkiksi NTM:n etulastaajamalli FL-P pakkaajan tilavuus on 36 m<sup>3</sup> ja paino 9600 kg. Sillä voidaan nostaa 2–8 m<sup>3</sup> astioita ja säiliöitä, mutta lisävarusteena on myös saatavissa pienten astioiden tyhjennysjärjestelmä. (NTM\_b.) Etulastaajia valmistaa NTM:n lisäksi myös esimerkiksi Faun (Faun).

### 2.3.3 Sivulastaaja

Sivulastaajia käytetään kiinteistöjen roska-astioiden tyhjennykseen kadunvarsilta pääasiassa taajamissa ja haja-asutusalueilla, joissa liikenne on vähäistä eivätkä parkkeeratut autot ole este kadunvarsityhjennykselle (Genter 2003, 19). Sivulastaajassa jäteastian kippilaite on jäteauton sivulla oikealla puolella. Ideana on, että jäteauto voi suoraan tyhjentää jäteastian ”robottikäsiarrella” tien vierestä. Sivulastaajan etuna on, että työntekijä työskentelee ohjaamosta käsin. Pakkaajan vaihto alustasta toiseen onnistuu myös joustavasti. Haittapuolena sivulastaajalla on, että se ei sovellu ahtaisiin tiloihin, koska se vaatii esteettömän pääsyn tyhjennysastialle. Keräysvälineen tyhjennys voi myös olla aikaa vievää, jos keräysvälineen nostoa joudutaan yrittämään useita kertoja. Irtonaisia roskia ei voida myöskään kerätä kuljettajan istuessa ohjaamossa. (Kogler 2007, 21–22.)

Esimerkiksi NTM:n sivulastaajamalli OM:lla (ks. kuva 22) voidaan tyhjentää astiakokoja 80–660 l. Sen pakkaajan tilavuus on 24 m<sup>3</sup> ja paino 5500 kg. Astioiden tyhjennys onnistuu tien vierestä 2,5 m etäisyydeltä ilman, että kuljettaja poistuu auton ohjaamosta. (NTM\_c.) Sivulastaajia tarjoaa NTM:n lisäksi muun muassa Faun (Faun).



Kuva 22. NTM OM sivulastaaja (NTM\_c).

NorbaGeesinkin Norba VS sivulastaaja sijoitetaan perinteiseen takalastaajaan, hytin ja takalastaajan säiliön väliin (ks. kuva 23). Sivulastaajan kokoja on saatavilla 3 m<sup>3</sup>, 4,5 m<sup>3</sup> ja 7 m<sup>3</sup>. Nosturi (lisävaruste) mahdollistaa myös pienempien syväkeräyssäiliöiden tyhjentämisen välisäiliöön (ks. kuva 24). (Flaaming Oy.)



Kuva 23. Norba VS sivulastaaja (Flaaming Oy).



Kuva 24. Syväkeräyssäiliön tyhjennys (Flaaming Oy).

### 2.3.4 Puominosturilla varustettu kuorma-auto ja takalastaaja

Puominosturilla varustettua kuorma-autoa (ks. kuva 25) käytetään syväkeräyssäiliöiden tyhjennyksessä. Samoja kuorma-autoja voidaan käyttää myös muuhun kuin jätteen keräilyyn. Kuorma-autot ovat yleensä kevyempiä kuin jätteepakkaajat, joten tiestöltä ei vaadita niin suuria kantavuusvaatimuksia. (GarbageX\_c.) Huomion arvoista kuitenkin on, että kuorma-autolla kuljetettava jätemäärä on pienempi kuin jätteepakkaajalla. Perinteisiin takalastaajiin on myös saatavilla lisävarusteina puominostureita syväkeräyssäiliöitä varten (ks. kuva 26), jolloin on mahdollista tyhjentää tavalliset jäteastiat, pikakontit ja syväkeräyssäiliöt samaan ajoneuvoon (Flaaming Oy).





**Kuva 25.** Syväkeräyssäkin tyhjennys puominosturilla kuorma-auton lavalle (Ecomp Oy).



**Kuva 26.** Takalastaajaan asennettu puominosturi (Flaming Oy).

### 2.3.5 Vaihtolava-auto

Vaihtolavalaittein varustetulla kuorma-autolla eli vaihtolava-autolla (ks. kuva 27) kuljetetaan sekä avonaisia että umpinaisia, ilman puristinlaitetta olevia ja puristinlaitteella varustettuja jätesäiliöitä. Vaihtolava-auto koostuu alustasta, johon on asennettu vaihtolavalaitte. Vaihtolavalaitteen avulla pystytään siis vetämään kyytiin erilaisia keräysvälineitä kuten jätepuristimia, vaihtolavasäiliöitä tai kontteja. Keräysväline tyhjenetään kippaamalla tai hydraulisen tyhjennyslevyn avulla jätteen vastaanotto paikalla. Tämän jälkeen keräysväline kuljetetaan takaisin keräyspisteeseen. (GarbageX\_c.) Vaihtolava-autoja käytetään pääasiassa rakennus- ja purkujätteen sekä kaupanalan jätteen kuljetuksessa. Vaihtolava-autoja käytetään myös jätteen pitkän matkan kuljetukseen, esimerkiksi siirtoasemilta jätteenkäsittelyasemille. (Kogler 2007, 28.)



Kuva 27. Vaihtolavalaittein varustettu kuorma-auto (NTM\_d).

### 2.3.6 Monilokeroauto

Monilokeroautossa on kahteen tai useampaan osaan jaettu jätepakkaaja, jonka avulla voidaan kerätä samanaikaisesti monia jätelajeja. Etuna on tyhjennyskertojen ja keräysmatkojen vähentyminen. Haittana on puolestaan säiliöosien epätasainen täyttyminen, jolloin toinen jätelaji tulee käydä tyhjentämässä, vaikka toisessa säiliössä olisi vielä tilaa. (Genter 2003, 19.) Monilokeroautolla voidaan tyhjentää 120–1200 l jäteastioita (Geesinknorba 2012, 6). Kuvassa 28 on Geesinknorban MF-sarjan kahtia jaettu pakkaaja.



Kuva 28. Geesinknorban monilokeroauto (Geesinknorba 2012, 3).

### 2.3.7 Lotos-jäteauto

Hallerin Lotos-jätetauton tekniikka edustaa uudempaa tekniikkaa jätekuljetuksille. Se koostuu nostinlaitteesta, kippilaitejärjestelmästä ja keräyskontista. Kyseinen kontti voidaan laskea ja nostaa kuorma-autoalustan päälle. Jäteauton ulkomuoto ei poikkea paljon perinteisestä pakkaavan takalastaajan ulkomuodosta ja autolla pystytään tyhjentämään 60–1100 l keräysastioita. Jäteauton tyhjennys puolestaan tapahtuu konttia vaihtamalla. Kontti tyhjenetään täysperävaunuyhdistelmällä, joka voi viedä kolme konttia tyhjennettäväksi yhdellä tyhjennyskerralla. Kontit on varustettu koukuilla, jotta yhdistelmä pystyy suorittamaan tyh-

jennystoiminnot. Kontit voivat toimia myös jätteiden välivarastoina. Lotos-jäteauton etuna on kustannustehokkuus, kun jätteiden hyödyntämiskohde tai kaatopaikka on kaukana keräysalueesta. (Honkonen 2010, 13–17.) Kuvassa 29 on Lassila & Tikanojan (L&T:n) käyttöönottama Lotos-jäteauto.



Kuva 29. Lotos-jäteauto (Honkonen 2010, 14).

### 2.3.8 Yhteenveto keräysajoneuvoista ja ajoneuvon valinta

Taulukossa 5 on esitetty yhteenveto keräysajoneuvoista ja niiden soveltuvuudesta eri jäteasteioille. Taulukosta voidaan havaita, että monipuolisimmin eri jäteasteioille soveltuvat takalastaajat varustettuna puominosturilla. Tällöin jäteautoilla on mahdollista tyhjentää tavallisten jäteasteioiden lisäksi pikakontteja sekä syväkeräyssäiliöitä.

**Taulukko 5.** Yhteenveto keräysajoneuvoista ja niiden soveltuvuudesta eri jäteasteioille.

Keräyskalusto	Jäteastia	Pikakontti	Etukontti	Syväkeräyssäiliö	Syväkeräyssäiliö nostokahvalla	Vaihtolavasäiliö/Puristin
Takalastaaja	X	X				
Etulastaaja			X		X	
Sivulastaaja	X					
Sivulastaaja integroituna takalastaajaan	X	X		(X) <sup>a</sup>		
Puominosturilla varustettu kuorma-auto				X		
Puominosturilla varustettu takalastaaja	X	X		X		
Vaihtolava-auto		X				X
Monilokeroauto	X					
Lotos-Jäteauto	X					

<sup>a</sup> = Nosturi mahdollistaa pienempien syväkeräyssäiliöiden tyhjentämisen (Flaaming Oy).

Yleisesti taajamakäyttöön valitaan pienempi kokoista ja ketterämpää kalustoa, kun taas taajaman ulkopuolella, jossa keräyskaluston koolla ei ole niinkään merkitystä, on järkevää käyt-

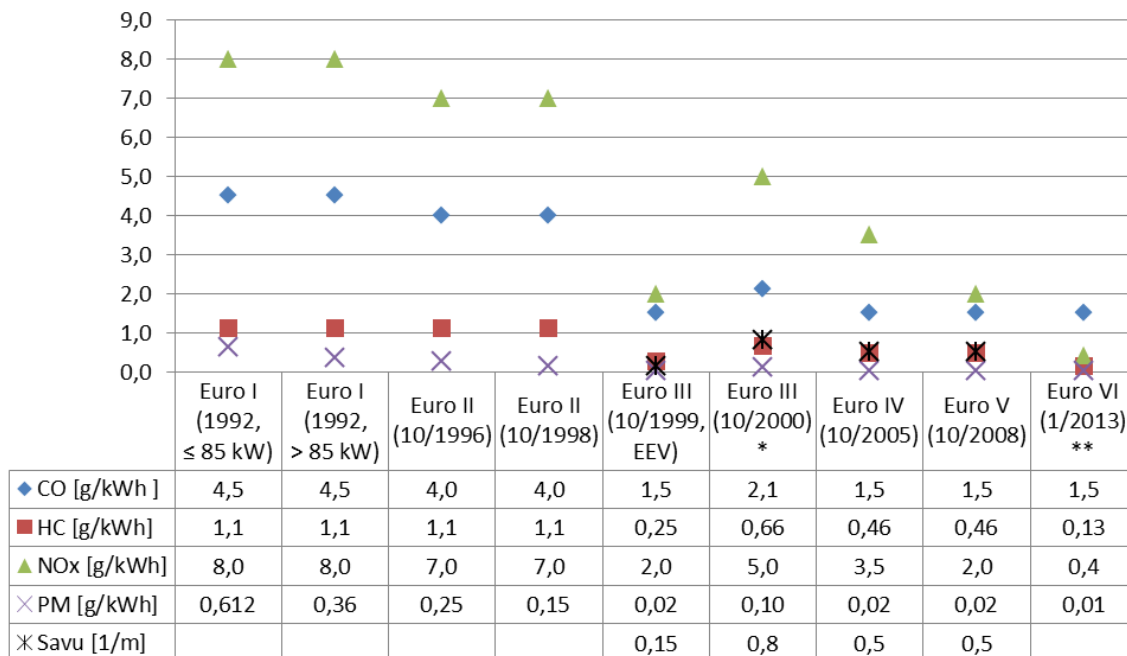
tää suuremman kapasiteetin omaavaa kalustoa. Suurempi kokoisella kalustolla pystytään luonnollisesti keräämään suurempaa jätevolyyminä ja näin laajentamaan keräysaluetta.

Keräysajoneuvoa valitessa kannattaakin huomioida muun muassa:

- varustelu ja näin soveltuvat jäteasiat
- kokoluokka ja jätetilavuus
- polttoaine (päästöt ja kustannukset)
- tarvittava tyhjennyshenkilökunnan määrä (vrt. palkkakulut)
- työergonomia ja -turvallisuus
- investointi- ja käyttökustannukset
- huoltotarve.

### 2.3.9 Raskaiden ajoneuvojen Euro-luokat

Kuvassa 30 on esitetty raskaiden ajoneuvojen Euro-luokkien I-VI päästörajat (dieselmoottori). Diesel- ja kaasumoottoreille on myös olemassa oma Euro-luokkataulukko. Euro III -luokka 10/1999 on vapaaehtoinen erittäin alhaisten päästöjen ajoneuvoille eli niin sanotuille korostetun ympäristöystävällisille ajoneuvoille (EEV, Enhanced Environmentally Friendly Vehicle). (DieselNet 2012.) Uudet päästömääräykset täyttyvät siirtymäaikana osalla ensirekisteröidyistä ajoneuvoista ja kaikilla vuoden päästä kuvassa 30 esitetyistä päivämääristä (Motiva 2012e, 5).



\* = Euro III -luokan (10/2000) PM (engl. Particulate Matter) -luku voi olla tietyin ehdoin myös 0,13 g/kWh (DieselNet 2012).

\*\* = Euro VI -luokkaan kuuluu lisäksi hiukkasmäärän raja-arvo (DieselNet 2012).

**Kuva 30.** Raskaiden dieselajoneuvojen Euro-luokat (DieselNet 2012).

## 2.4 Keräysajoneuvojen vaihtoehtoiset polttoaineet

Yleisin raskaissa ajoneuvoissa käytetty polttoaine on diesel. Tutkimuksessa on haluttu antaa kuvaa myös muista jo käytössä olevista mahdollisuuksista. Tutkimuksen ulkopuolelle on rajattu muun muassa nestekaasu, vety, dimetyylieetteri (DME) ja paineilma (Motiva Oy 2012d).

### 2.4.1 Sähkö ja hybridi

Ajoneuvojen polttoaineena on yleistymässä sähkö. Sähköautojen käyttöönottoa on kuitenkin vaikeuttanut riittämätön julkinen latausverkosto. (Motiva Oy 2013c.) Tutkimuksen tekoheikkellä Suomen julkisten sähköajoneuvojen latauspistetietokannassa on yksi julkinen latauspiste Etelä-Karjalassa, Imatralla (Sähköinen liikenne 2014). Sähköauton etuna on, että ne ovat pakokaasuttomia ja sähkömoottori on hiljainen. Auton latausajankohdalla pystytään vaikuttamaan aiheutuviin kasvihuonekaasupäästöihin (vrt. keskimääräisen 200 g/kWh ja marginaalisähkön 700 g/kWh CO<sub>2</sub>-päästökertoimia). (Motiva Oy 2013c.)

GeesinkNorba on kehittänyt akkukäyttöisen hydraulikkajärjestelmän jätepakkaajiin. Voimanlähde tyhjennys- ja puristustoimintoihin saadaan sähkömoottorista. Jäteauton moottori voidaan sammuttaa roska-astiaa tyhjennettäessä, jolloin virta astiahissin ja jätepuristimen käyttöön saadaan akuista. Jos akkujen varaus laskee alarajalle, järjestelmä vaihtaa automaattisesti virtalähteeksi ajoneuvon moottorin. Akut latautuvat ajon aikana, mutta pääasiallinen lataus tapahtuu yön aikana sähköpistokkeesta. Järjestelmä voidaan asentaa kaikenlaisiin alustamalleihin: dieseliin, kaasuun tai hybridiin. Järjestelmän etuna mainostetaan muun muassa alhaista melutasoa, polttoainesäästöjä sekä vähäisempiä hiukkas- ja hiilidioksidipäästöjä. (Flaming Oy.) SITA Finlandilla on käytössä maakaasukäyttöisiä jäteautoja, joissa on sähköllä toimiva jätepakkaaja (ks. kappale 2.4.2) (Gasetti 2011, 9).

Volvo Truckin ja ruotsalaisen jätehuoltoyritys Renovan yhteistyön tuloksena syntyi maailman ensimmäinen hybridijäteauto vuonna 2008. Se käyttää sähköä tai dieseliä voimanlähteenä jäteajossa. Jätteen lastaamisessa ja pakkaamisessa se käyttää virtalähteenä sähköä, samoin kuin GeesinkNorban kehittämä järjestelmä. Erona GeesinkNorbaan, sähköä voidaan käyttää voimanlähteenä myös ajamiseen. Sähkömoottoria voidaan käyttää yhdessä tai erikseen dieselmoottorin kanssa. Käytännössä, kun moottorilta vaaditaan suuria kierrosnopeuksia, polttoaineena on diesel. Sähköä taas käytetään energian lähteenä pienillä kierroksilla ajettaessa. Hybridijärjestelmä voidaan liittää myös kaasumoottoriin. Hybridijäteauto kuluttaa polttoainetta noin 30 % vähemmän kuin tavanomainen jäteauto, mikä tekee säästöä polttoainekuluissa ja vähentää hiukkas- ja hiilidioksidipäästöjä. Jäteauton hinta on sitä vastoin kalliimpi kuin tavanomaisten jäteautojen. (Advantage Environment 2011.) Toisaalta sähköautojen pääomakustannukset ovatkin tavanomaisia autoja kalliimmat, mutta käyttö-

kustannukset ovat puolestaan pienemmät (Motiva Oy 2006, 36). Vuonna 2011 Renovalla oli käytössään 16 hybridijäteautoa (Advantage Environment 2011).

L&T otti ensimmäisenä käyttöön hybridijäteauton (Volvo FE Hybrid) Suomessa vuonna 2012. Auto otettiin käyttöön Turussa. Hybridijäteauto on esitetty kuvassa 31. Autolla on kerrottu vähennettävän polttoaineen kulutusta ja hiilidioksidipäästöjä jopa 30 % sekä puolitetttavan kiihdytysten ja joutokäynnin melutaso. Auto on suunniteltu ottamaan talteen energiaa jarrutuksissa, jolloin lisälatauksia ulkoisista lähteistä ei tarvita. (L&T 2012.)



Kuva 31. Hybridijäteauto (L&T 2012).

#### 2.4.2 Maakaasu

Maakaasua saadaan öljyn tapaan poraamalla maan uumenista. Suomeen maakaasu tulee Länsi-Siperiasta. Se sisältää pääasiassa (98 %) metaania ja loppuosa (2 %) on etaania, typpeä, propania, hiilidioksidia ja happea. (Gasum Oy\_c.) Maakaasu on fossiilinen polttoaine. Dieseliin verrattuna maakaasu ei vähennä hiilidioksidipäästöjä, kun vertaillaan pakokaasupäästöjä. Eroa muodostuu erityisesti siitä, että maakaasu ei sisällä rikkiä, pölyä ja rakasmetalleja ja kaasuautoista muodostuu hyvin vähän hiukkaspäästöjä. (Motiva Oy 2012c.)

Maakaasun tankkauspisteitä on eteläisessä ja kaakkoisessa Suomessa maakaasuverkoston tuntumassa, mikä on hidastanut kaasun polttoainekäytön yleistymistä (Motiva Oy 2012c). Etelä-Karjalan kaasuautojen tankkauspisteet (Google Maps):

- Imatra: Kertakaari 4
- Lappeenranta: Simolantie 14.

Maakaasua voidaan käyttää maakaasukäyttöisissä ajoneuvoissa. Maakaasukäyttöiset jäteautot ovat yleistyneet maailmalla. Esimerkiksi amerikkalaisella jäteautovalmistajalla New Way:lla on saatavilla jokainen uusi jäteautomalli myös kaasukäyttöisenä (New Way). L&T on ottanut käyttöön syksyllä 2007 viisi Mercedes-Benzin Econic (ks. kuva 32) maakaasukäyttöistä jäteajoneuvoa pääkaupunkiseudulla. Econic on ensimmäinen tehdasvalmisteinen raskas maakaasukäyttöinen kuorma-auto. Yhdellä 640 l kaasutankillisella voi ajaa 200–300 km jäteajoa. (Gasetti 2008, 10–11.) Helsingin kantakaupungin alueella liikennöivissä busseissa on myös siirrytty vaiheittain käyttämään kaasua (Gasum Oy\_d).



**Kuva 32.** L&T:n maakaasuauto (Hietanen 2010, 8).

Vuoden 2010 tietojen perusteella SITAlla on ollut Ruotsissa 80 maakaasuautoa (Gasum Oy 2010, 1). SITA Finland on puolestaan kerännyt kuivajätettä maakaasukäyttöisillä jäteautoilla vuodesta 2006 alkaen. Vuonna 2011 maakaasuautoja oli käytössä seitsemän kappaletta, vaikka maakaasuautojen hankintahinta on todettu dieselautoa kalliimmaksi. Niiden määrää on vähitellen kasvatettu hankkimalla käytettyjä autoja SITAn ruotsalaiselta sisaryhtiöltä. Pääasiassa autot ovat olleet käytössä pääkaupunkiseudulla (viisi kappaletta), mutta yksi auto on ollut myös Riihimäellä ja toinen Kotkassa. Kaikkiaan SITAlla oli vuonna 2011 noin 250 raskasta ajoneuvoa. (Gasetti 2011, 8 ja 10.) Vaikka hankintahinta on dieselautoa korkeampi, polttoainekustannukset ovat pienemmät. Maakaasun hinta nousee kuitenkin samassa suhteessa muiden fossiilisten polttoaineiden kanssa. (Motiva Oy 2006, 24.)

SITAlta kerrotaan yhden tankillisen riittävän parhaimmillaan jopa 400 km ajoon. Kaasusäiliöt lisäävät auton painoa hieman, joten hyötykuorma jää tavallista pienemmäksi, mutta sitä ei ole koettu ongelmaksi. Huolto- ja korjaustarve on hieman dieselautoja suurempi, koska sytytystulppia ja magneettiventtiileitä on vaihdettava tavallista useammin. Öljyjä vaihdetaan myös tavallista tiheämmin. Kaasuautot on koettu erittäin varmatoimisiksi ja pakkanen ei ole aiheuttanut käynnistysongelmia. (Gasetti 2011, 10.)

SITAlla kaasuautoja tankataan päivittäin, sillä kaasuautojen toimintasäde on selvästi lyhyempi kuin dieselautojen. Säiliöiden ollessa täynnä, mittari näyttää 200 bar. SITAlla on sääntönä, että painetta ei saa päästää alle 30 bar. Autoissa on paikat isoa ja pientä tankkauspäätä varten. Isolla tankkauspäällä tankkaus kestää noin 5 min. Maakaasuautot täyttävät Euro 5 -päästöstandardin kriteerit. SITAn projektipäällikkö Kupiainen on todennut vuonna 2011, että kilpailutuksissa asetetaan yleensä ehdoksi Euro 4 -normien täyttäminen, jolloin he eivät saa etuja Euro 5 -normien täyttämistä. Kupiainen on toivonutkin kuntayhtiöitä kiinnittämään enemmän huomiota autojen vähäpäästöisyyteen. (Gasetti 2011, 10.)

Econicin etuna on jätekusille ohjaamon sijoitus. Ohjaamo on laskettu alas (ks. kuva 33), jolloin kuskin ei tarvitse kiivetä sinne jäteastioita tyhjentäessä. Tämä vähentää myös kuljettajien liukastumisia ohjaamosta hypättäessä ja näin pitkäkestoisia poissaoloja. Kuljettajien toivotaan käyttävän ohjaamon oikean puoleista ovea, jolloin vähennetään liikkumista mui-

den autojen seassa. Ilmalla toimiva taitto-ovi sulkeutuukin automaattisesti kuljettajan lähtiessä liikkeelle. Jäteautossa on myös hyvän näkyvyyden saamiseksi suuret ikkunat sekä peruutuskamera. (Perttilä 2009.)



Kuva 33. SITAn maakaasuauto (Gasetti 2011, 10).

### 2.4.3 Biokaasu

Liikenteen polttoaineena voidaan käyttää jalostettua biokaasua maakaasukäyttöisissä ajoneuvoissa. Biokaasua muodostuu, kun erilaiset mikrobit hajottavat orgaanista ainesta happeittomissa olosuhteissa (Huttunen ja Kuittinen 2012, 11). Raaka-ainelähteitä bioreaktoreissa ovat muun muassa jätevedenpuhdistamojen lietteet, maatalouden lannat ja kasvibiomasat sekä yhdyskuntien ja teollisuuden biopohjaiset jätteet. (Motiva Oy 2013b.) Biokaasu sisältää yleensä 40–70 % metaania, noin 30–60 % hiilidioksidia ja pieniä pitoisuuksia esimerkiksi rikkiyhdisteitä (Huttunen ja Kuittinen 2012, 11). Kaasu vaatii puhdistuksen, jossa poistetaan CO<sub>2</sub> ja epäpuhtaudet, kaatopaikkakaasusta myös typpi. Biokaasu soveltuu liikennepolttoaineeksi paineistettuna (CBG, engl. Compressed Bio Gas) sekä nesteytettynä (LBG, engl. Liquefied Biogas). (Motiva Oy 2013a.) Taulukkoon 6 on koottu liikennebiokaasun käyttötietoja Suomessa vuosilta 2010–2013.

Taulukko 6. Liikennebiokaasun käyttö Suomessa vuonna 2010–2013 (Huttunen ja Kuittinen 2013, 13).

Vuosi	Kulutus [MWh]	Tuotantolaitoksia [kpl]	Julkisia tankkausasemia [kpl]	Yksityisiä tankkausasemia [kpl]	Ajoneuvoja [kpl]
2010	670	1	1	0	200
2011	2 000	2	15	0	855
2012	10 000	5	16	2	1 300
2013 <sup>a</sup>	32 000	8	20	4	1 700

<sup>a</sup> = Arvio

Taulukossa esitetyt vuoden 2011 tuotantolaitokset ovat Kalmarin maatilan tuotantolaitos (2002-) sekä Kymen Bioenergia Oy:n Mäkikylän biokaasulaitos (2011-). Biokaasulaitoksen biokaasun jalostuksesta vastaa KSS Energia Oy ja jalostettu kaasu myydään Gasum Oy:lle, joka vastaa kaasun siirrosta kaasuverkossa sekä jakelusta tankkausasemillaan. Vuonna 2012



käynnistyi useita uusia tuotantolaitoksia: Haapajärven ammattiopiston jalostamo (yksityinen tankkausasema), Envor Biotechin koejalostamo (ei tankkauspaikkaa) sekä Suomen toistaiseksi suurin Helsingin Seudun Ympäristöpalveluiden (HSY:n) Espoon Suomenojan biokaasulaitos, josta biokaasua syötetään kaasuverkkoon. (Huttunen ja Kuittinen 2013, 13–14.) Raportin kirjoitushetkellä vuonna 2013 selvityksen alla on biojalostamon rakentaminen Joutsenoon. (Gasum Oy\_b.) Biokaasun tuotantoon käytettäisiin pääasiassa sellutehtaan puunhankinnan sivuvirroista muodostuvaa ylimääräistä metsähaketta ja kuorta (Gasum Oy\_a).

Kaasuputkiverkostossa siirretään myös maakaasua. Valvontajärjestelmä varmistaa, että tankkausasemilta voidaan myydä biokaasua vain se määrä, joka on syötetty kaasuputkeen. (Gasum Oy\_b.) Biokaasun (ja maakaasun) tankkauspisteitä on tiheimmin eteläisessä ja kaakoisessa Suomessa maakaasuverkoston tuntumassa ja verkoston ulkopuolella on vain muutama biokaasuasema, mikä on hidastanut kaasun polttoainekäytön yleistymistä (Motiva Oy 2012c). Etelä-Karjalan tankkauspisteet on esitelty kappaleessa 2.4.2.

Vuosikymmenien kuluessa orgaaniset jätteet hajoavat kaatopaikalla muodostaen kaatopaikkakaasua. Suomalaisilta kaatopaikoilta on arvioitu muodostuvan noin 200 miljoonaa m<sup>3</sup> kaatopaikkakaasua vuodessa. (Huttunen ja Kuittinen 2013, 34.) Kaatopaikkakaasua voikin olla alueellisesti merkittävä biokaasun lähde (Motiva Oy 2013b). Kaatopaikkakaasun yleisin hyödyntämistapa on lämmöntuotanto (Huttunen ja Kuittinen 2013, 34). Kaatopaikkakaasun hyödyntämistä vaikeuttaa kuitenkin yleensä kaatopaikkojen syrjäinen sijainti (Motiva Oy 2013a). Kaatopaikkakaasua on kerätty talteen 40 kaatopaikalta vuonna 2012. Yksi näistä kaatopaikoista on Toikansuon kaatopaikka Lappeenrannassa. (Huttunen ja Kuittinen 2013, 36.) Kyseisen kaatopaikan tietoja on nähtävissä taulukosta 7 vuosilta 2011 ja 2012. Esitetyissä arvoissa voidaan nähdä vuosien välillä selvää vaihtelua.

**Taulukko 7.** Toikansuon kaatopaikka, Lappeenranta (Huttunen ja Kuittinen 2012, 32; Huttunen ja Kuittinen 2013, 36).

Vuosi	Tuotanto [1000 m <sup>3</sup> ]	Hyödyntäminen [1000 m <sup>3</sup> ]	Sähkö [MWh]	Lämpö [MWh]	CH <sub>4</sub> [%]
2011	399	399	0	1776	50
2012	247	153	0	546	40

Kappaleessa 2.4.2 on jo esitelty esimerkkejä kaasukäyttöisistä ajoneuvoista, joissa voidaan käyttää niin maa- kuin biokaasua. Kappaleesta kävi ilmi, että Ruotsissa kaasukäyttöisten jätteautojen käyttö on Suomea suosittumpaa. Kuvassa 34 on esitelty, miten julkisten liikennebiokaasuasemien määrät ovat eronneet näiden maiden välillä vuonna 2009. Suomen ainoa piste oli Kalmarin maatila, kun samaan aikaan Ruotsissa oli 105 pistettä. (Lampinen ja Laakkonen 2010, 8.)



**Kuva 34.** Ruotsin ja Suomen biokaasun tankkauspaikat vuonna 2009 (Lampinen ja Laakkonen 2010, 8).

Roomassa on ollut 1990-luvun puolivälistä lähtien käytössä biokaasulla toimivia jäteautoja. Vuonna 2003 jäteautoja oli käytössä 12 kappaletta. Ne olivat ajossa 7 h/d ja pystyivät keräämään jätettä 120 t/d. Biokaasua tuotettiin yhdyskuntajätteistä ja kaatopaikoilta. Tankkausasemilla, joita oli kahdeksan, voitiin ajoneuvo tankata 10–12 minuutissa. (Plombin 2003, 37.)

#### **2.4.4 Biopolttoaineet: Bioetanoli, -diesel ja uusiutuva diesel**

Liikenteen biopolttoaineita voidaan tuottaa useista eri biomassoista useilla eri teknologioilla. Sokeri- ja täkkelyspitoisista kasveista voidaan valmistaa bioetanolia ja öljypitoisista kasveista ja bioraaka-aineista biodieseliä. Näitä kutsutaan ensimmäisen sukupolven liikenteen biopolttoaineiksi. Toisen sukupolven biopolttoaineiden, pääasiassa biodieselin ja bioetanolin, raaka-aineina ovat kasvi- ja puupohjainen selluloosa sekä jätteet. Toisen sukupolven biopolttoaineet eivät kilpaile ruoantuotannon kanssa. Kolmannen sukupolven biopolttoaineet ovat vasta kehitteillä, kuten levien käyttö polttoaineena. (Motiva Oy 2012b.)

Liikenteen biopolttoaineiden edistämiseksi on asetettu tavoitteita niin EU:n kuin Suomen tasolla. EU on esimerkiksi asettanut liikenteen biopolttoaineiden tavoiteosuudeksi 10 % vuoteen 2020 mennessä. Käytännössä biopolttoaineiden osuuden lisääminen tapahtuu sekoittamalla esimerkiksi fossiilisen dieselin joukkoon biodieseliä. (Motiva Oy 2012b.) Suomessa on jo kasvatettu bensiinien bioetanolipitoisuutta, joka voi olla enintään 10 til.-% E10-bensiinissä. Flexfuel-automalleissa voidaan käyttää myös E85-bensiiniä, joka sisältää enintään 85 % bioetanolia ja vähintään 15 % bensiiniä. (Motiva Oy 2012b.) Bioetanoli valmistetaan elintarviketeollisuuden jätteistä ja tähteistä sekä kauppojen ja kotitalouksien biojätteistä. Polttoainetta myydään kymmenillä asemilla Suomessa, kauppanimillä RE85 ja EkoFlex E85. (Motiva Oy 2012a.)

Neste Oil Oyj valmistaa uusiutuvaa NExBTL-dieseliä, jota voidaan valmistaa kasviöljyistä ja jätteistä. Tutkimuksen tekohetkellä sitä on valmistettu palmuöljystä, sen jalostuksen sivutuotteista steariinista ja palmuöljyn rasvahappotisleestä, rypsi-, jatropha-, camelina- ja soijaöljystä, elintarviketeollisuuden eläinrasvajätteestä sekä kalanjalostuksen rasvajätteestä. (Neste Oil Oyj\_a.) NExBTL-dieselin sekoitussuhde voi olla 0-100 % eli sitä voidaan sekoittaa esimerkiksi fossiiliseen dieseliin tai käyttää sellaisenaan dieselmootoreissa (Neste Oil Oyj\_c).

NExBTL-dieselillä on suoritettu kenttätestejä Suomessa, Saksassa ja Kanadassa. Suomessa kyseistä dieseliä on testattu esimerkiksi pääkaupunkiseudun linja-autoliikenteessä vuosina 2007–2010, minkä seurauksena on saatu vähennettyä merkittävästi kaupungin ilmanlaatuun vaikuttavia lähipäästöjä. Busseissa on testattu myös korkeita biokomponenttipitoisuuksia, kuten 100 % pitoisuutta. Hyvien kokemusten jälkeen polttoaineen käyttö on jatkunut pääkaupunkiseudun bussiliikenteessä. (Neste Oil Oyj\_b.) NExBTL-dieseliä myydään pääasiassa bio- ja dieselkomponentiksi yritysasiakkaille (Neste Oil Oyj\_f). Syksystä 2012 alkaen kaikilla Neste Oilin palveluasemilla ja automaattiasemilla Suomessa on kuitenkin ollut myynnissä Neste Pro Dieseliä, joka sisältää vähintään 15 % NExBTL-dieseliä (Neste Oil Oyj\_e). Express- asemilla ei myydä Neste Pro Dieseliä (Neste Oil Oyj\_g). Etelä-Karjalan Neste Pro Dieselin tankkauspisteet vuonna 2013 ovat nähtävissä taulukosta 8. Tuote on todettu hieman kalliimmaksi kuin perinteinen diesel, mutta toisaalta polttoaineen kulutus on todettu 1-5 % pienemmäksi (Neste Oil Oyj\_e).

**Taulukko 8.** Etelä-Karjalan Neste Pro Dieselin tankkauspisteet vuonna 2013 (Neste Oil Oyj\_d).

Sijainti	Osoite
Imatra	Korvenkannantie 71
	Imatrankoskentie 22
	Tiilitehtaankatu 39
	Tietäjänkatu 2
Lappeenranta	Kauppakatu 76
	Simolantie 16
	Toikansuontie 4
Rautjärvi (Simpele)	Asemakatu 30
Ruokolahti	Pikettivuorentie 1
Savitaipale	Tuohikotintie 13

Tutkimuksen tekohetkellä vuonna 2014 UPM-Kymmene Oyj rakentaa mäntyöljystä biodieseliä valmistavaa jalostamoja Lappeenrantaan. Vuonna 2013 on aloitettu VTT:n (Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen) kanssa ensimmäiset liikennekoeajot henkilöautoilla, joiden polttoaineena on käytetty 20 % UPM BioVerno -nimistä biodieseliä ja 80 % fossiilista dieseliä. Koeajojen perusteella UPM BioVerno on toiminut henkilöautoissa ihan tavallisen dieselin tapaan. Polttoaineen liikennekoeajot jatkuvat VTT:n kanssa loppuvuodesta 2014, kun polttoainetta testataan bussien kaupunkiajossa. Jalostamon on tarkoitus valmistua kesällä 2014. (Harrela 2012; VTT 2014.)

Vuonna 2010 ruotsalainen jätehuoltoyritys Renova otti käyttöön biokaasulla ja -dieselillä toimivan jäteauton (Euro 5) ensimmäisenä Ruotsissa. Auto käyttää 70 % biokaasua ja 30 % biodieseliä (RME:tä, rypsimetyyliesteriä). Jäteauton on kerrottu kuluttavan 25 % vähemmän energiaa kuin perinteinen kaasukäyttöinen jäteauto. Biodieselin käytöllä on sanottu vähentävän kaksi kolmasosaa kasvihuonekaasupäästöistä verrattuna dieselin käyttöön. Vuonna 2011 Renovalla oli kyseisiä jäteautoja 10 kappaletta ja lisää oli tulossa. (Advantage Environment 2011.)

Raskaan liikenteen ajoneuvoja valmistava Scania toimittaa etanolikäyttöisiä moottoreita kuorma-autoihin. Scanian moottoreissa voidaan käyttää myös 100 %:sta biodieseliä. (Scania Suomi Oy.) ST1 on kehittänyt jätepohjaisen RED95-etanolidieselin raskaan kaluston käyttöön. Polttoaineen käyttöä on tutkittu vuodesta 2011 pääkaupunkiseudulla Scanian etanolidieselmootoreissa muun muassa jäteautoissa. Tutkittavien ajoneuvojen tekniikka perustuu Scanian etanolidieselteknologiaan, jota on käytetty muun muassa Ruotsissa jo yli 20 vuotta. Etanolidieselautojen energiankulutuksen on todettu olevan samalla tasolla dieselautojen kanssa ja hiukkaspäästöt ovat n. 80 % alhaisemmat kuin Euro V kuorma-autojen keskiarvot. Teknologiaa on pidetty toimintavarmana Suomen sääolosuhteissa ja polttoaineen on kerrottu vähentävän fossiilisia hiilidioksidipäästöjä jopa 90 %. Vuonna 2013 on ilmoitettu otettavan käyttöön Helsingissä Suomen ensimmäiset etanolibussit. (St1 Oy; VTT 2013.)

#### 2.4.5 Polttoaineiden hinnat

Taulukossa 9 on esitetty polttoaineiden keskiarvohintoja Lappeenrannassa 28.2.2013. Taulukosta voidaan havaita, että taulukon edullisin litrahinta on maakaasulla, kun taas kallein hinta on Neste Pro Dieselillä. Neste Pro Dieselin hinta on tarkasteluajankohtana noin 1 % kalliimpi kuin Neste-Dieselin (myyntipaikkoina Neste Oil Express ja A24). Biokaasun vertailuhinta jää maakaasun tapaan dieseliä edullisemmaksi. Maakaasuun on tulossa 0,04 €/kg veronkorotus vuoden 2015 alusta (Gasum Oy\_e).

**Taulukko 9.** Polttoaineiden keskiarvohinnat Lappeenrannassa 28.2.2013.

Polttoaine	Keskiarvohinta	Hinta	Pisteiden lukumäärä
	[€/l] <sup>a</sup>	[€/kg] <sup>b</sup>	[kpl]
Diesel (ei Neste Pro Diesel)	1,565		10
Diesel (Neste Oil Express ja A24)	1,564		3
Neste Pro Diesel (min. 15 % uusiutuvaa dieseliä)	1,582		3
Maakaasu	1,012	1,405	1
Biokaasu	1,084	1,505	1

<sup>a</sup> = Bio- ja maakaasulla vertailuhinnat dieseliin. Kilo maakaasua vastaa energiasällöltä noin 1,39 l dieseliä, kun dieselin energiasältö on 36,0 MJ/l ja tiheys 845 kg/m<sup>3</sup> (Lipasto 2009b; Motiva Oy 2012g).

<sup>b</sup> = (Motiva Oy 2012g)

Ajoneuvojen pakoputken päästöön vaikuttaa energiankulutus ja polttoaineen kemiallinen koostumus. Taulukossa 10 on esitetty esimerkkejä polttoaineiden energiasisällöistä. Biopolttoaineilla loppukäyttö katsotaan hiilineutraaliksi ja kasvihuonekaasupäästöjen ajatellaan muodostuvan lähinnä raaka-aineen tuotannosta sekä polttoaineen jalostuksesta. (Motiva Oy 2012g.)

**Taulukko 10.** Polttoaineiden energiasisällöt (Motiva Oy 2012g).

Polttoaine	Energiasisältö	
	[MJ/l]	[MJ/kg]
Diesel (B0) <sup>a</sup>	36	42,6 <sup>b</sup>
Diesel (B7, biodiesel) <sup>a</sup>	35,6	
Diesel (B20, uusiutuva diesel) <sup>a</sup>	35,6	
Biodiesel	33,1	
Uusiutuva diesel	33,8	
Maakaasu		50
Biokaasu		50
Etanoli	20,9	

<sup>a</sup> = "B0" tarkoittaa, että polttoaine on kokonaisuudessaan fossiilista. "B7, biodiesel" tarkoittaa, että polttoaine sisältää 7 % biodieseliä.

"B20, uusiutuva diesel" tarkoittaa, että polttoaine sisältää 20 % uusiutuvaa dieseliä.

<sup>b</sup> = Dieselin tiheys 845 kg/m<sup>3</sup> (Lipasto 2009b).

## 2.5 Aluekeräyspisteisiin liittyvät lisävarusteet

### 2.5.1 Kuljetusten ohjausjärjestelmä

Kuljetusten ohjausjärjestelmä koostuu ajo-opastuspalvelimesta, toimistosovelluksesta ja urakoitsijan autossa olevasta ajoneuvopäätteestä sekä ajoneuvosovelluksesta. Ajo-opastuspalvelimessa on toiminta-alueen kartta sähköisessä muodossa ja jokainen keräyspiste on tallennettu paikkatietona kartalle. Sama karttapohja ja paikannustieto ovat jäteautossa olevalla tietokoneella. Ajoneuvopäätteeseen on liitetty myös GPS (engl. Global Positioning System) -vastaotin, joka näyttää reaaliajassa jäteauton sijainnin. Karttapohjalla voidaan esittää eri värein keräyspisteet, kuten:

- käsittelemätön keräyspiste,
- käsitelty keräyspiste eli tyhjennetty samana päivänä ja
- keräyspisteellä tehty ylimääräisiä toimenpiteitä. (EKJH 2008.)

Kuljettaja näkee tietokoneelta päivän tyhjennettävät keräyspisteet ja myös asiakastiedot. Tyhjennyksen jälkeen kuljettaja kuittaa tapahtuman ja tarvittaessa tallentaa poikkeamat. Tietokoneen käyttö mahdollistaa sen, että asiakaspalvelu voi seurata tyhjennysten etene mistä toimistolla. Merkinnot toimivat myös suoraan laskutusperusteina, joiden mukaan jätehuoltoyritys voi laskuttaa asiakasta ja kuljetusyritys jätehuoltoyritystä. (EKJH 2008.)

## 2.5.2 Ultraäänisensori

Jäteastioiden täyttymisasteen ajantasaiseen seuraamiseen on kehitetty langattomiin ultraäänisensoreihin perustuva ONE Collect optimointi- ja hallintapalvelu, joka vähentää vajaiden jäteastioiden tyhjennyksiä (Saarinen 2013, 18). Laitteet ovat pieniä paristokäyttöisiä antureita, jotka kiinnitetään astian kannen alapuolelle (ks. kuva 35). ONE Collect on kokonaispalvelu, josta asiakas maksaa kuukausimaksua per seurattava astia. (Enevo 2012, 1.) Palvelu auttaa optimoimaan jätteenkuljetusreitit, käytettävän keräyskaluston sekä astioiden tyhjennysyhdet. Tieto täyttymisasteesta siirtyy palvelun toimittajan servereiltä asiakkaan palvelimelle tai ajonohjausjärjestelmään. Tiedot saadaan näkymään suoraan karttapohjalla. (Saarinen 2013, 18.) Ohjelmisto hyödyntää tietohistoriaa niin, että se voi laskea ennusteen seuraavana päivänä täyttyvistä astioista. (Saarinen 2013, 18.) Palvelu on suunniteltu isoille (1-10 m<sup>3</sup>) astioille niin syvä- kuin pintakeräysastioille (Enevo).



Kuva 35. Ultraäänisensori (Enevo).

Sensoreita on testattu ensimmäisissä kenttäkohteissa Itä-Uudenmaan Jätehuollon alueella kesästä 2012 alkaen. Testaus tapahtui ekopisteen yhteydessä toimivissa kuivajätteen syväkeräyssäiliöissä, joita oli 47 kappaletta. (Saarinen 2013, 18.) Tammikuussa 2014 on ilmoitettu, että testauksen aikana on pystytty vähentämään merkittävästi tyhjennysmääriä sekä saavuttamaan kustannussäästöjä. Säästöaste vaihteli 15–60 % kuukaudesta riippuen. Testauksen jälkeen Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy on allekirjoittanut monivuotisen palvelusopimuksen ja laajentanut sensoreiden käyttöä alueellaan. (Enevo 2014.) Palvelun avulla halutaan ehkäistä myös ylitäyttyviä astioita ja näin roskaantumisongelmia (Saarinen 2013, 18). Tämä tarkoittaa pienempiä siivouskuluja.

On todettu, että mikäli tyhjennysoptimointi yleistyy, jätteenkuljetusyritysten tulee miettiä uusia tapoja hinnoitella palvelunsa tyhjennyskertojen sijasta esimerkiksi volyyymi- tai kokonaispalveluperusteisesti. Itä-Uudenmaan Jätehuollon alueella vähentyneet tyhjennysmäärät ovat jo johtaneet kilpailutusten ehtojen muokkaamiseen niin, että tyhjennysmäärät voivat vaihdella huomattavasti. (Saarinen 2013, 18.)

### 3 ETELÄ-KARJALAN ALUEKERÄYSPISTEET

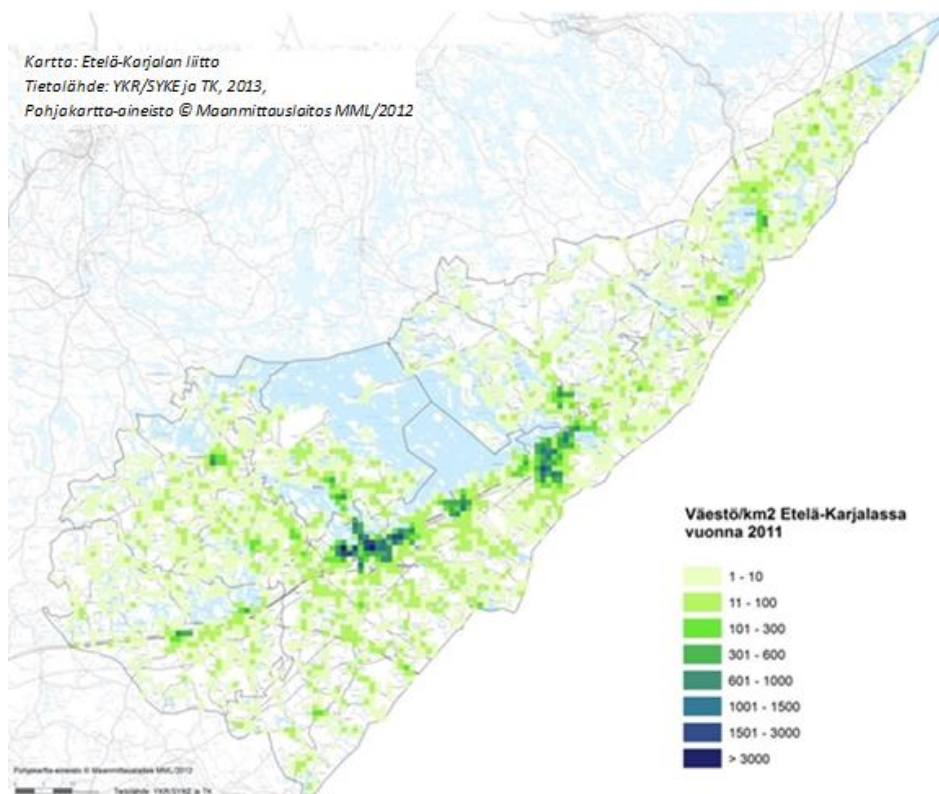
#### 3.1 Tutkimusalue

Tutkimusalueen kuntien pinta-alat ja asukasluvut on esitetty taulukossa 11. Taulukkoon on myös laskettu kuntien asukastiheydet, joista voidaan havaita, että Taipalsaari on tiheimmin ja Ruokolahti harvimmin asuttua (asukasta/maa-km<sup>2</sup>). Taulukosta on nähtävissä, että kun lasketaan sisävedet mukaan, Taipalsaaren sijasta Rautjärvi on tiheimmin asuttu alue.

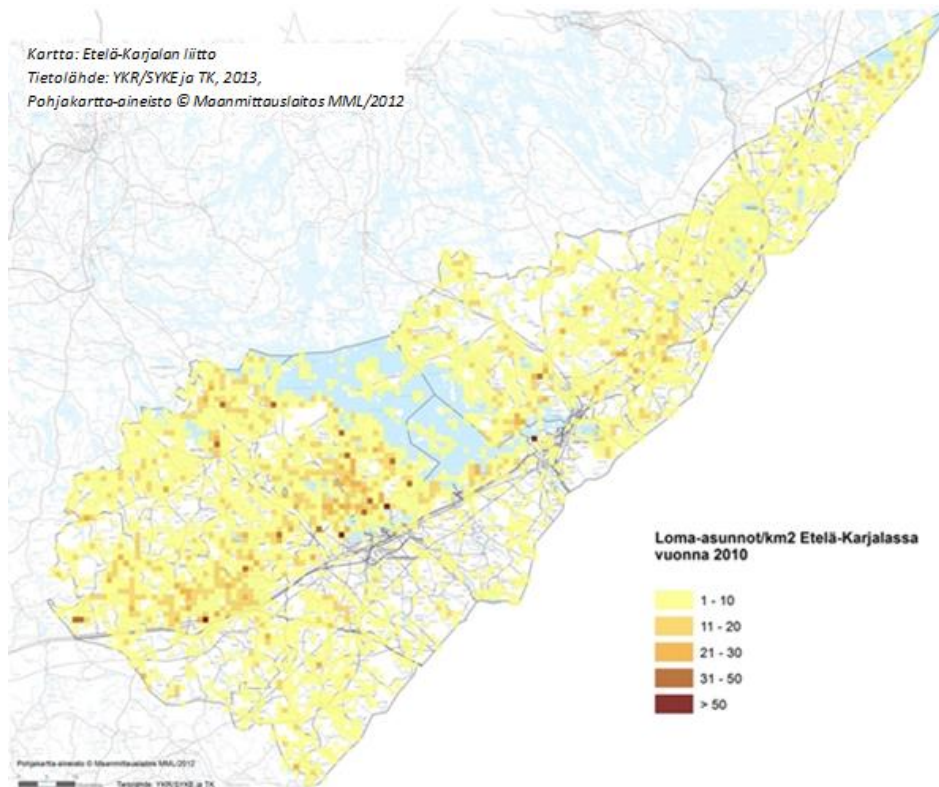
**Taulukko 11.** Kuntien pinta-alat, asukasluvut sekä asukastiheydet (Maanmittauslaitos 2012, 4-7; Väestötietojärjestelmä 2013).

Kunta	Maata [km <sup>2</sup> ]	Sisävesi [km <sup>2</sup> ]	Yhteensä [km <sup>2</sup> ]	Asukasluku [asukasta]	Asukastiheys	
					[asukasta/maa-km <sup>2</sup> ]	[asukasta/km <sup>2</sup> ]
Parikkala	593	168	761	5 589	9,4	7,3
Rautjärvi	352	50	402	3 769	10,7	9,4
Ruokolahti	943	276	1 220	5 558	5,9	4,6
Savitaipale	540	151	691	3 756	7,0	5,4
Luumäki	750	110	860	5 014	6,7	5,8
Taipalsaari	345	417	762	4 833	14,0	6,3

Kuvissa 36 ja 37 on esitetty, miten väestö ja loma-asunnot ovat jakautuneet Etelä-Karjalan alueelle. Väestökuvasta erottuu erityisesti taajama-alueita ja loma-asuntokuvasta on havaittavissa, että loma-asuntoja on ympäri Etelä-Karjalaa.



**Kuva 36.** Etelä-Karjalan väestön jakautuminen vuonna 2011 (Gerdt 2013b).



Kuva 37. Etelä-Karjalan loma-asuntojen jakautuminen vuonna 2010 (Gerdt 2013a).

Taulukossa 12 on esitelty, miten aluekeräyspisteiden käyttäjät jakautuvat eri kunnissa vakituisiin ja loma-ajan asuntoihin vuonna 2012. Taulukosta voidaan havaita suurin osa käyttäjistä loma-asukkaiksi.

Taulukko 12. Kuntien aluekeräyspisteitä käyttävät asunnot vuonna 2012 (Pöllänen 2014c).

Kunta	Ympärivuotinen vakituinen asunto (vaki) [kpl]	Ympärivuotinen yhden hengen vakituinen asunto (vaki) [kpl]	Vapaa-ajan asunto (loma) [kpl]	Asuntoja yhteensä [kpl]	Osuus (vaki) [%]	Osuus (loma) [%]
Parikkala	228	169	1 645	<b>2 042</b>	19	81
Rautjärvi	438	227	1 066	<b>1 731</b>	38	62
Ruokolahti	403	209	3 471	<b>4 083</b>	15	85
Savitaipale	590	246	2 511	<b>3 347</b>	25	75
Luumäki	698	275	2 773	<b>3 746</b>	26	74
Taipalsaari	232	77	1 934	<b>2 243</b>	14	86

Taulukossa 13 on esitelty eri kuntien aluekeräyspisteiden käyttömaksut vuonna 2013. Taulukon arvoja verrattaessa Jätelaitosyhdistys ry:n keräämiin tietoihin (ks. kappale 2.1.2) voidaan havaita maksujen olevan pienempiä kuin vuoden 2013 keskiarvokustannukset Suomessa. Luumäen ja Savitaipaleen vakituisten asuntojen maksut ovat hyvin lähellä alimpia ilmoitettuja käyttömaksuja Suomessa vuonna 2013.



**Taulukko 13.** Aluekeräyspisteiden käyttömaksut vuonna 2013 (Pöllänen 2014d, luvut pyöristetty).

Kunta	Ympärivuotinen vakituinen asunto	Ympärivuotinen yhden hengen vakituinen asunto	Vapaa-ajan asunto
	[€/a/asunto, sis. alv]	[€/a/asunto, sis. alv]	[€/a/asunto, sis. alv]
Parikkala, Rautjärvi ja Ruokolahti	98	70	49
Savitaipale ja Luumäki	62	43	39
Taipalsaari	74	52	46

Taulukossa 14 on esitelty aluekeräyspisteiden määriä tutkimusalueen kunnissa sekä miten monta aluekeräyspistettä käytävää asuntoa on yhtä aluekeräyspistettä kohden. Taulukosta voidaan havaita, että asuntojen määrä pistettä kohden vaihtelee merkittävästi. Erityisesti taulukosta pistää silmään Taipalsaari, jossa asuntoja on aluekeräyspisteitä kohden huomattavasti enemmän kuin muilla alueilla. Taulukosta voidaan myös havaita, että aluekeräyspisteitä on eniten Ruokolahdella. Aiemmista taulukoista on jo voitu havaita, että kunta on harvaan asuttu ja siellä on alueista eniten aluekeräyspisteitä käyttäviä talouksia.

**Taulukko 14.** Kuntien aluekeräyspisteiden määrä (Hämäläinen 2013a; Ilvonen 2012).

Kunta	Asuntoa		
	Aluekeräyspisteet (ympäri vuoden)	Aluekeräyspisteet (kesä)	aluekeräyspistettä (vaki + kesä) kohden
	[kpl]	[kpl]	[asuntoa/piste]
Parikkala	26	-	79
Rautjärvi	11	-	157
Ruokolahti	38	7	91
Savitaipale	27	-	124
Luumäki	34	1	107
Taipalsaari	5	-	449

Huoneistokohtaisella ekomaksulla katetaan muun muassa hyöty- ja vaarallisten jätteiden keräyspalveluiden, tiedotuksen ja jäteneuvonnan kustannuksia (EKJH 2012c). Maksulla ylläpidetään myös miehitettyjä jäteasemia. Laskutus tapahtuu kaikilta vakituisilta asunnoilta ja loma-asunnoilta kerran vuodessa. (EKJH 2012e.) EKJH:lta saadun ekomaksun maksaneiden asuntojen lukumäärän perusteella on voitu laskea, kuinka suuri osuus ekomaksua maksavista asunnoista kuuluu aluekeräyspisteiden käyttäjiin. Tuloksia on esitetty taulukossa 15. Taulukosta voidaan havaita, että loma-asunnoista 81-92 %, pois lukien Taipalsaari ja vakituisista asunnoista 13-41 % käyttää aluekeräyspisteitä.

**Taulukko 15.** Osuus ekomaksua maksavista asunnoista, jotka kuuluvat aluekeräyspisteiden käyttäjiin (Ilvonen 2012).

Kunta	Vakituiset asunnot [%]	Loma-asunnot [%]
Parikkala	13	81
Rautjärvi	32	86
Ruokolahti	22	92
Savitaipale	41	91
Luumäki	35	92
Taipalsaari	14	68

Taulukossa 16 on esitetty kuntien aluekeräyspisteiden laskennalliset jätemäärät. Jättemäärien laskentaan on käytetty kuntien aluekeräyspisteiden astioiden lukumäärää, kokoa ja tyhjennystiheyttä (ks. liite I). EKJH:lla ei ole tilastoa kuivajäteasteioiden täyttöasteesta ja jättemäärästä. Tutkimuksessa on näin ollen käytetty jättemäärien arviointiin kuivajätteen pintakeräysastiassa annettua arvoa 50 kg/astia-m<sup>3</sup> (Virtanen 2013). Taulukosta voidaan havaita Ruokolahdelta muodostuvan laskennallisesti eniten jätettä ja Taipalsaarelta vähiten.

**Taulukko 16.** Kuntien aluekeräyspisteiden laskennalliset jätemäärät (Hämäläinen 2013a; Virtanen 2013).

Kunta	Jättemäärä [t/a]
Parikkala	361
Rautjärvi	389
Ruokolahti	781
Savitaipale <sup>a</sup>	616
Luumäki	740
Taipalsaari <sup>a</sup>	251
<b>Yhteensä</b>	<b>3138</b>

<sup>a</sup> = Sisältää jäteasemien kuivajätteet.

Taulukkoon 17 on koottu esimerkkejä siitä, miten Etelä-Karjalan aluekeräyspisteet eroavat toisistaan. Taulukossa on esitetty osuuksia, miten suurella osuudella asiat täyttyvät kuntien aluekeräyspisteillä. Taulukkoa lukiessa tulee huomioida, että kaikkien alueiden osuuksissa ei ole huomioitu miehittyjä jäteasemia, eli ne on sisällytetty ainostaan Savitaipaleen ja Taipalsaaren arvoihin. Taulukosta on havaittavissa, että

- Rautjärvellä on monilla aluekeräyspisteillä myös ekopiste.
- kesäaluekeräyspisteitä on erityisesti Ruokolahdella.
- jäteasteioiden tyhjennystiheys vaihtelee vuoden aikana erityisesti Savitaipaleella, Taipalsaarella ja Ruokolahdella. Tyhjennystiheyksien vaihtelullahan voidaan saavuttaa kustannussäästöjä, kun talviaikaan pisteitä tyhjenetään harvemmin kuin kesäaikaan, jolloin loma-asukkaat lisäävät jättemäärää.
- Parikkalan tyhjennystiheys vaihtelee vain 27 % pisteistä, vaikka aluekeräyspisteiden käyttäjistä 81 % on loma-asukkaita, mutta samaan aikaan siellä on käytössä vähiten tiheämpää tyhjennystiheyttä (2 krt/vko).

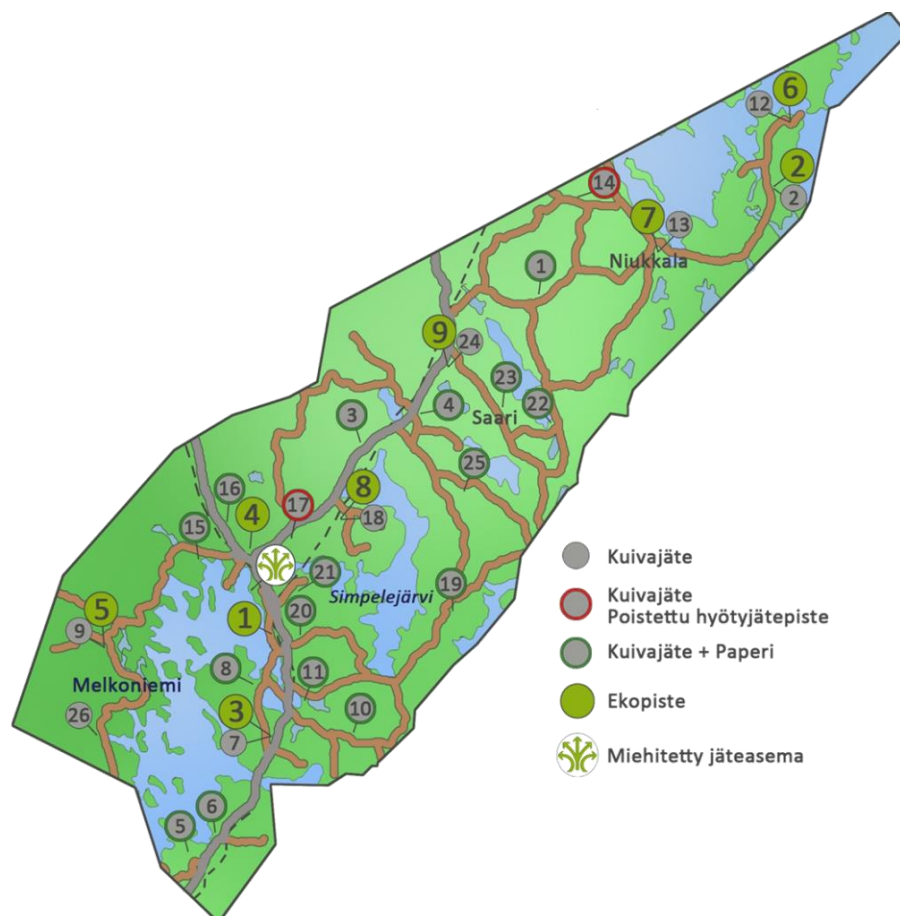
- Taipalsaarella ei ole yhtään aluekeräyspistettä, jossa jäteauton keräysmatka pisteelle olisi laskennallisesti yli 500 km/a.
- alueilla on käytössä erityisesti pikakontteja, mutta myös 600-690 l astioita löytyy PARARU-alueelta.
- ongelmapisteitä on erityisesti Rautjärvellä ja kameravalvontaa on käytetty ongelmien ehkäisemiseksi Ruokolahdella sekä Savitaipaleella.

**Taulukko 17.** Etelä-Karjalan aluekeräyspisteiden eroavaisuuksia.

	Ekopiste	Kesäpiste	Tyhjennystiheys vaihtelee	Tyhjennys 2 krt/vko	Keräysmatka > 500 km/a	600-690 l astioita	Ongelma- piste	Kamera
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Parikkala	27	0	27	8	15	31	4	0
Rautjärvi	64	0	45	36	27	27	27	0
Ruokolahti	24	16	96	22	20	13	7	2
Savitaipale	19	0	100	44	11	0	4	4
Luumäki	9	3	66	40	6	0	3	0
Taipalsaari	20	0	100	20	0	0	0	0

### 3.1.1 Parikkala

Kuvassa 38 on esitetty Parikkalan ekopisteet ja kuivajätteen aluekeräyspisteet vuonna 2012. Tarkempia tietoja pisteistä on nähtävissä liitteestä I sekä taulukosta 18.



**Kuva 38.** Parikkalan ekopisteet ja kuivajätteen aluekeräyspisteet vuonna 2012 (Ilvonen 2012).

**Taulukko 18.** Tietoja Parikkalan aluekeräyspisteistä vuodelta 2013 (Hämäläinen 2013a; Ilvonen 2012).

Nro kartalla	Aluekeräyspiste	Osuus jätteistä [%]	Ekopiste	Kesäpiste	Tyhjennys- tiheys vaihtelee	Tyhjennys 2 krt/vko	Keräysmatka > 500 km/a	600-690 l [kpl]	Ongelma- piste	Kamera
1	TARNALAN KOULUTALO AKP	0,7						3		
2	KIRKONKYLÄ, UUKUNIEMI AKP	7,9	X		X				X	
3	KINNARNIEMEN AKP	2,2								
4	KIRJAVALAN AKP	1,4						3		
5	TÄHTINIEMI AKP	1,5								
6	KOITSANLAHTI AKP	2,9								
7	JOUKIO AKP	12,5	X		X	X	X			
8	ORAVANIEMI AKP	4,4								
9	MELKONIEMI AKP	4,4	X							
10	KOLMIKANNAN AKP	1,5								
11	RISTI HARJU AKP	2,9								
12	HEVOSKALLION AKP	3,1	X		X		X			
13	NIUKKALAN AKP	10,4	X		X	X	X			
14	KUMPU AKP	2,1			X					
15	MUSTIINPOHJA AKP	8,5			X					
16	SÄRKISALMI VT-14 AKP	5,9								
17	SAVIKUMPU AKP	1,4						3		
18	RAUTALAHTI AKP	2,9	X							
19	INTSILÄ AKP	1,4					X	3		
20	KAUKOLA AKP	5,9								
21	ESKOLA AKP	2,9								
22	HONKAKYLÄ AKP	1,4						3		
23	SAARI KK AKP	1,4						3		
24	AKANPOHJA AKP	8,8	X							
25	KESUSMAA AKP	0,5						2		
26	PERUSPOHJA AKP	1,0			X			3		

Taulukosta 18 on nähtävissä, että laskennallinen jätemäärä vaihtelee pisteillä välillä 0,5-12,5 %. Suurimpien osuuksien ( $\geq 8,8$  %) pisteissä on myös ekopiste. Kesäpisteitä alueella ei ole yhtään. Tyhjennystiheys vaihtelee vuoden aikana 27 % pisteistä. Tiheämpää tyhjennystiheyttä (tyhjennys 2 kertaa viikossa) on vain kahdella pisteellä. Neljän pisteen kohdalta tulee laskennallisesti keräysmatkaa yli 500 km/a. Astiakoot vaihtelevat alueella välillä 600 l - 8 m<sup>3</sup> (Hämäläinen 2013a). Yksi aluekeräyspisteistä on ilmoitettu ongelmapisteeksi.

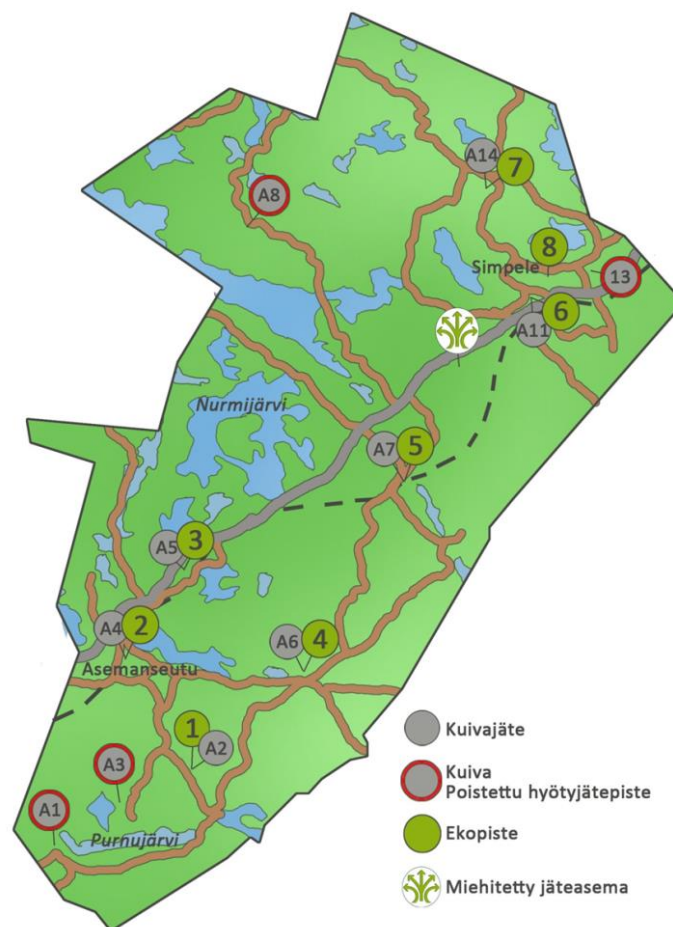
Aluekeräyspisteiden astiat ovat Parikkalan alueella pääosin (62 %) taivasalla ja katos löytyy 38 % pisteistä. Kuvassa 39 on nähtävissä esimerkkejä alueen keräyspisteistä. Kuvaa katsoessa tulee kuitenkin huomioida, että ekopisteitä on uudistettu kuvan ottamisen jälkeen (ks. kappale 3.2).



Kuva 39. Esimerkkejä Parikkalan aluekeräyspisteistä (EKJH 2012a).

### 3.1.2 Rautjärvi

Kuvassa 40 on esitetty Rautjärven ekopisteet ja kuivajätteen aluekeräyspisteet vuonna 2012. Tarkempia tietoja pisteistä on nähtävissä liitteestä I sekä taulukosta 19.



Kuva 40. Rautjärven ekopisteet ja kuivajätteen aluekeräyspisteet vuonna 2012 (Ilvonen 2012).

**Taulukko 19.** Tietoja Rautjärven aluekeräyspisteistä vuodelta 2013 (Hämäläinen 2013a; Ilvonen 2012).

Merkki kartalla	Aluekeräyspiste	Osuus jätteistä [%]	Ekopiste	Kesäpiste	Tyhjennystiheys vaihtelee	Tyhjennys 2 krt/vko	Keräysmatka > 500 km/a	600-690 l [kpl]	Ongelmapiste	Kamera
A1	NISKA-PIETILÄ AKP	1,8						4		
A2	PURNUJÄRVI AKP	1,8	X					4		
A3	KORPJÄRVI AKP	0,9						2		
A4	ASEMANSEUTU AKP	19,0	X		X	X			X	
A5	HERAJÄRVI AKP	21,2	X		X	X	X			
A6	MIETTILÄ, KUNTALA AKP	4,1	X							
A7	LAIKKO AKP	5,7	X		X	X	X			
A8	TORSANSALO AKP	2,9			X					
A11	VIHVILÄNSUO AKP	22,2	X		X	X			X	
13	TEKNINEN VARIKKO AKP	9,5							X	
A14	PITKÄJÄRVI AKP	10,9	X				X			

Taulukosta 19 on nähtävissä, että laskennallinen jätemäärä vaihtelee pisteillä välillä 0,9-22,2 %. Suurimpien osuuksien ( $\geq 10,9$  %) pisteissä on myös ekopiste. Kesäpisteitä alueella ei ole yhtään. Tyhjennystiheys vaihtelee vuoden aikana 45 % pisteistä. Samoilla pisteillä on tyhjennystä kaksi kertaa viikossa. Kolmen pisteen kohdalta tulee laskennallisesti keräysmatkaa yli 500 km/a. Astiakoot vaihtelevat alueella välillä 600 l - 8 m<sup>3</sup> (Hämäläinen 2013a).

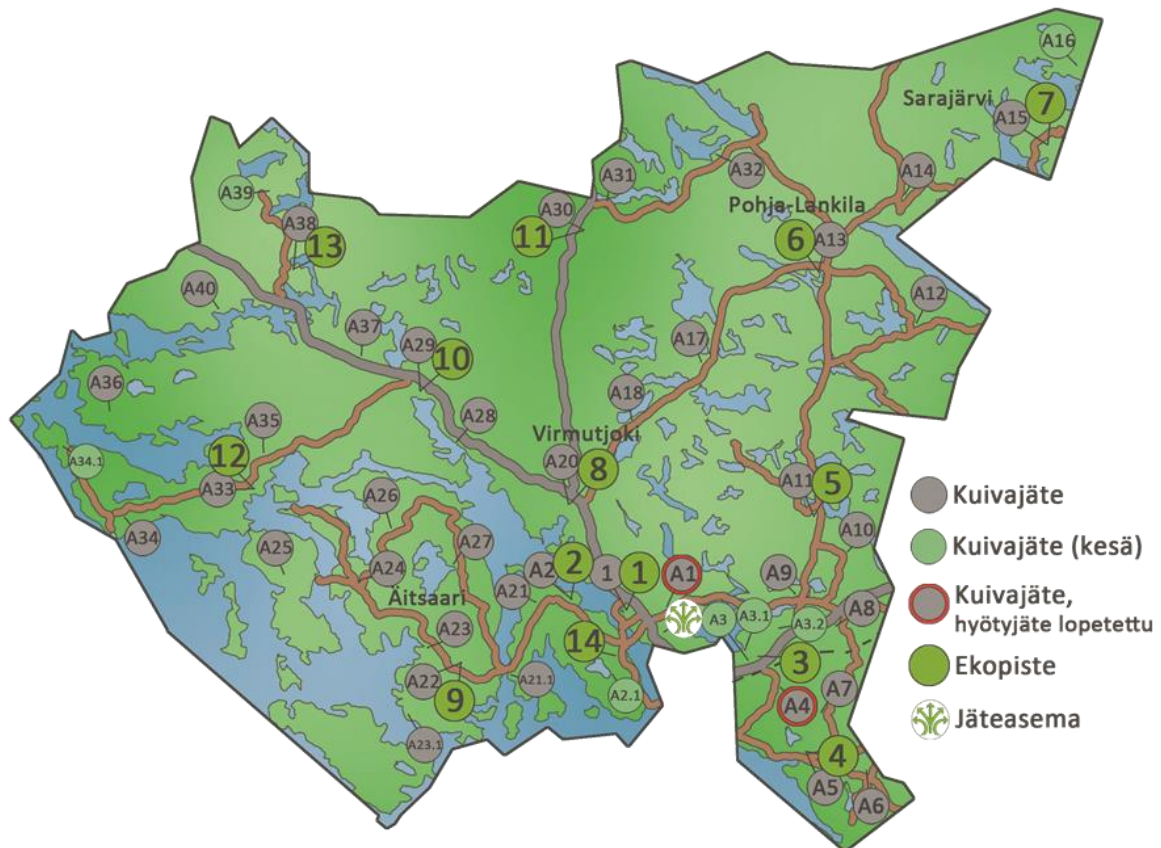
Alueella on ilmoitettu olevan kolme ongelmapistettä. Kyseiset taajama-alueen pisteet ovat ongelmallisia, sillä niillä on havaittu väärinkäytöksistä johtuvaa roskaantumista sekä ilkivaltaa. (Ilvonen 2012.) On myös todettu, että vuonna 2010 merkittävä osa Simpeleen (37 %) ja Asemanseudun (71 %) taajama-alueen kiinteistöistä on aluekeräyspisteiden käyttäjiä. EKJH on esittänyt kyseisten taajama-alueiden kiinteistöjen velvoittamista kuulumaan kiinteistökohtaisen jätteenkuljetuksen piiriin. Piste A11 on ollut tarkoitus poistaa kokonaan käytöstä. (EKJH 2010, 1-3.) Toimivaksi tavaksi ei siis ole nähty aluekeräyspisteiden sijoittamista keskele taajama-alueita (Pöllänen et al. 2012).

Kuvassa 41 on nähtävissä esimerkkejä alueen keräyspisteistä. Kuvaa katsoessa tulee kuitenkin huomioida, että ekopisteitä on uudistettu kuvan ottamisen jälkeen (ks. kappale 3.2).

**Kuva 41.** Esimerkkejä Rautjärven aluekeräyspisteistä (EKJH 2012a).

### 3.1.3 Ruokolahti

Kuvassa 42 on esitetty Ruokolahden ekopisteet ja kuivajätteen aluekeräyspisteet vuonna 2012. Tarkempia tietoja pisteistä on nähtävissä liitteestä I.



**Kuva 42.** Ruokolahden ekopisteet ja kuivajätteen aluekeräyspisteet vuonna 2012 (Ilvonen 2012).

Tarkempia tietoja pisteistä on nähtävissä myös taulukosta 20, josta on havaittavissa, että laskennallinen jätemäärä vaihtelee pisteillä välillä 0,1-8,1 %. Pienimmät osuudet ovat kesäpisteillä, joita alueella on kaiken kaikkiaan seitsemän kappaletta. Suurimpien osuuksien ( $\geq 7,3$  %) pisteissä on myös ekopiste. Tyhjennystiheys vaihtelee vuoden aikana 96 % pisteistä. Osassa aluekeräyspisteitä on tyhjennystä kaksi kertaa viikossa. Alueella on useampia pisteitä, joihin laskennallinen keräysmatka on yli 500 km/a. Astiakoot vaihtelevat alueella välillä 600 l - 8 m<sup>3</sup> (Hämäläinen 2013a). Alueella on ilmoitettu olevan kolme ongelmapistettä ja yhdellä näistä on kameravalvonta. Kamerasta on ollut pisteellä iso apu. (Ilvonen 2012.)

**Taulukko 20.** Tietoja Ruokolahden aluekeräyspisteistä vuodelta 2013 (Hämäläinen 2013a; Ilvonen 2012).

Merkki kartalla	Aluekeräyspiste	Osuus jätteistä [%]	Ekopiste	Kesäpiste/-astia	Tyhjennystiheys vaihtelee	Tyhjennys 2 krt/vko	Keräysmatka > 500 km/a	600-690 l [kpl]	Ongelmapiste	Kamera
A1	KIRKONKYLÄ AKP	6,1			X	X				
A2	SALOSAARI AKP	5,9	X		X	X	X		X	X
A2.1	VAITTI LA AKP	0,2		X	X			2		
A3	KOHOLANMÄKI AKP	0,1		X	X			1		
A3.1	ORITLAMP I AKP	0,1		X	X			1		
A3.2	JÄPPISENMÄKI AKP	0,1		X	X			1		
A4	PUNTALA AKP	1,4								
A5	HUHTASENKYLÄ AKP	6,0	X		X	X			X	
A6	LASSILA AKP	1,0			X					
A7	KUOKKALAMP I AKP	1,0			X					
A8	HEINÄRIKKILÄ AKP	1,4			X		X			
A9	JÄLKÖLÄ AKP	2,9			X	X	X			
A10	TARKKOLA AKP	1,0			X					
A11	KAITURINPÄÄ KAUPPA AKP	5,7	X	ASTIA	X	X				
A12	AHJÄRVI AKP	1,0			X					
A13	POHJALANKILA AKP	3,8	X		X	X	X			
A14	SUORANTA AKP	1,4			X					
A15	SARAJÄRVI AKP	1,4	X		X					
A16	LOITUMA AKP	0,4		X	X					
A17	ILMAJÄRVI AKP	2,9			X	X				
A18	LAAMALA AKP	3,8			X	X				
A20	VIRMUTJOKI, KAUPPAKASINO AKP	7,3	X		X	X	X		X	
A21	JAAKKOLA AKP	1,7			X			2		
A21.1	SUIKKALAN LAVA AKP	2,9			X					
A22	SAVILAHTI, ÄITSAAREN KIIINTEISTÖ AKP	1,4	X		X					
A23	SAVILAHTI AKP	3,4			X					
A23.1	MIETINSAAREN LOSSI AKP	1,4			X					
A24	SOINILA AKP	2,4			X					
A25	HÄRSKIÄNSAARI AKP	2,4			X					
A26	HÄNNILÄ AKP	1,0			X					
A27	LEMPIÄLÄ AKP	1,0			X					
A28	KOTANIEMI AKP	1,0			X					
A29	SYYSPOHJA, SEURANTALO AKP	8,1	X				X			
A30	ERÄJÄRVI AKP	1,1	X		X			1		
A31	PELLINEN AKP	1,0			X					
A32	TORSANTAKA AKP	1,4			X					
A33	UTULA AKP	1,4	X		X					
A34	JUNNIKKALA AKP	1,9			X		X			
A34.1	KIETÄVÄLÄ AKP	0,6		X	X					
A35	LAHDENPOHJA AKP	2,4			X		X			
A36	KEKÄLEENMÄKI AKP	1,4			X					
A37	AKKALA AKP	1,4			X					
A38	HAUKLAPPI AKP	4,3	X		X	X	X			
A39	VALKINHOVI AKP	0,6		X	X					
A40	TALKKUNA AKP	1,0			X					

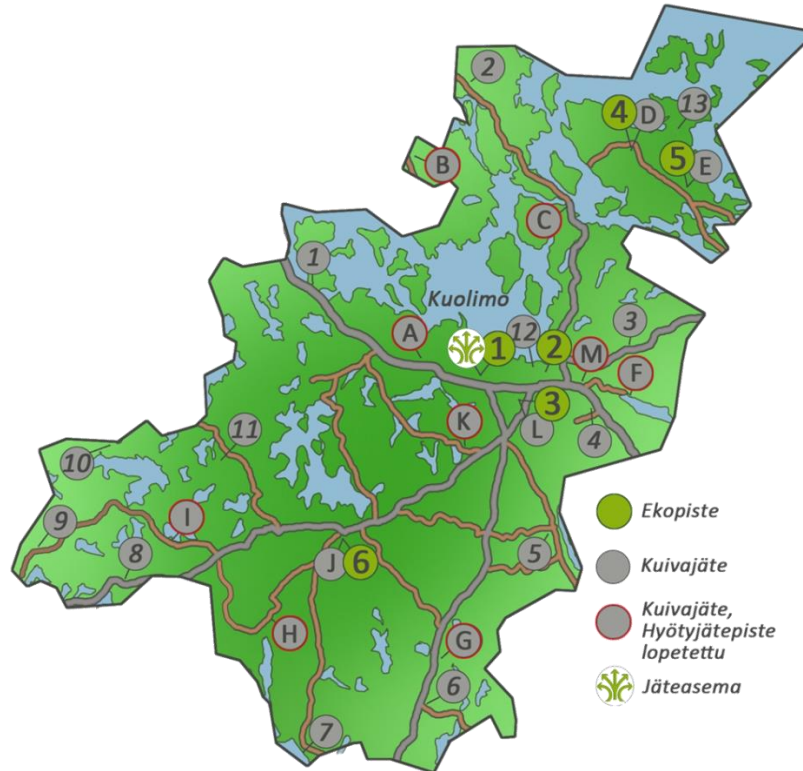
Kuvassa 43 on nähtävissä esimerkkejä alueen keräyspisteistä. Kuvaa katsoessa tulee kuitenkin huomioida, että ekopisteitä on uudistettu kuvan ottamisen jälkeen (ks. kappale 3.2).

**Kuva 43.** Esimerkkejä Ruokolahden aluekeräyspisteistä (EKJH 2012a).



### 3.1.4 Savitaipale

Kuvassa 44 on esitetty Savitaipaleen ekopisteet ja kuivajätteen aluekeräyspisteet vuonna 2012. Tarkempia tietoja pisteistä on nähtävissä liitteestä I ja taulukosta 21.



Kuva 44. Savitaipaleen ekopisteet ja kuivajätteiden aluekeräyspisteet vuonna 2012 (Ilvonen 2012).

Taulukko 21. Tietoja Savitaipaleen aluekeräyspisteistä vuodelta 2013 (Hämäläinen 2013a; Ilvonen 2012).

Kuivajäte/ Ekopiste	Aluekeräyspiste	Osuus jätteistä [%]	Ekopiste	Kesäpiste/ -astia	Tyhjennys-tiheys vaihtelee	Tyhjennys 2 krt/vko	Keräysmatka 600-690 l > 500 km/a [kpl]	Ongelma-piste	Kamera
Nro/ kirjain kartalla									
1	PEIJONSUON JÄTEASEMA	8,6	X		X	X			
1	KIRVESNIEMI AKP	3,7			X				
2	RUSKIA AKP	1,4			X				
3	HYRKKÄLÄ AKP	1,8			X				
4	KASKEI AKP	1,8			X				
5	LAKSIAINEN AKP	1,4			X				
6	MONOLA AKP	3,9			X	X			
7	KAULIO AKP	0,9			X				
8	JÄRVITAIPALE AKP	3,9			X	X			
9	SARKANEN AKP	2,9			X	X	X		
10	NISKAPORTTI AKP	0,9			X				
11	AHONIKKI AKP	1,4			X				
12	KIRKONKYLÄ, VENERANTA AKP	2,5			X	X			
13	RAHIKKALA AKP	3,9			X	X			
A	JURVANEN AKP	1,9			X				
B	HUTTUSENNIEMI AKP	1,9			X		X		
C	PÄRTAKOSKI AKP	6,4		ASTIA	X	X			
D	PETTLÄ AKP	7,1	X		X	X			
E	TUKIALA AKP	4,1	X		X	X	X		
F	LAVIKANLAHTI AKP	1,4			X				
G	VÄLJOKI AKP	1,8			X				
H	PAUKKULA AKP	1,9			X				
I	HÄMÄLÄINEN AKP	2,5			X				
J	HEITUIINLAHTI AKP	8,4	X		X	X			
K	SÄÄNJÄRVI AKP	2,4			X				
L	OLVENLAMPI AKP	9,8	X		X	X			
M	KUNNAN VARIKKO	11,2			X	X		X	X

Taulukosta 21 on nähtävissä, että laskennallinen jätemäärä vaihtelee pisteillä välillä 0,9-11,2 %. Ekopiste on viidellä pisteellä. Alueella ei ole kesäpisteitä. Tyhjennystiheys vaihtelee vuoden aikana kaikilla pisteillä. Osassa aluekeräyspisteitä on tyhjennystä kaksi kertaa viikossa. Alueella on kolme pistettä, joihin laskennallinen keräysmatka on yli 500 km/a. Alueella ei käytetä pienempiä jäteastioita (600-690 l), vaan astiakoot vaihtelevat välillä 4-8 m<sup>3</sup> (Hämäläinen 2013a). Alueella on ilmoitettu olevan yksi ongelmapistee ja samalla pisteellä on myös kameravalvonta. Kamerasta seurannut muutos pisteellä ei ole ollut niin merkittävä kuin Ruokolahdella. (Ilvonen 2012.)

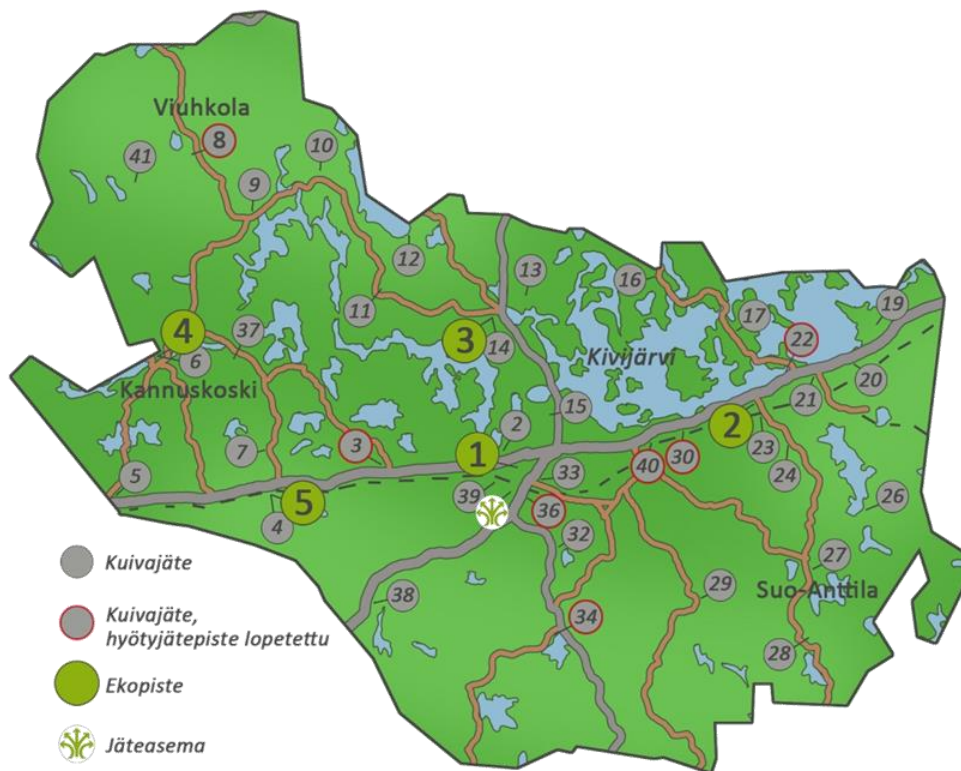
Kuvassa 45 on nähtävissä esimerkkejä alueen keräyspisteistä. Kuvassa on jo nähtävissä ekopisteen uusia astioita. Ekopisteverkoston uusimisen yhteydessä on poistettu käytöstä Savitaipaleen vanhoja keräyskoppeja (Savitaipaleen tekninen ltk. 2011, 27 §; Ilvonen 2012).



Kuva 45. Esimerkkejä Savitaipaleen aluekeräyspisteistä (EKJH 2012a).

### 3.1.5 Luumäki

Luumäellä on kartalle määritettyjen haja-asutus- ja taajama-alueiden pohjalta järjestetty kuivajätteen keräys haja-asutusalueelta aluekeräyspisteiltä ja taajama-alueelta kiinteistöiltä (Pöllänen et al. 2012). Kuvassa 46 on esitetty Luumäen ekopisteet ja kuivajätteen aluekeräyspisteet vuonna 2012. Tarkempia tietoja pisteistä on nähtävissä liitteestä I ja taulukosta 22.



Kuva 46. Luumäen ekopisteet ja kuivajätteiden aluekeräyspisteet vuonna 2012 (Ilvonen 2012).

Taulukko 22. Tietoja Luumäen aluekeräyspisteistä vuodelta 2013 (Hämäläinen 2013a; Ilvonen 2012).

Nro kartalla	Aluekeräyspiste	Osuus jätteistä [%]	Ekopiste	Kesäpiste/-astia	Tyhjennys-tiheys vaihtelee	Tyhjennys 2 krt/vko	Keräysmatka > 500 km/a	600-690 l [kpl]	Ongelma-piste	Kamera
2	NIEMELÄ AKP	5,7					X			
3	SOMERHARJU MATKAILUKESKUS AKP	6,1			X	X				
4	KAITJÄRVI AKP	5,1	X		X	X				
5	PAJARINHARJUN TIENRISTEYS AKP	7,7			X	X	X		X	
6	KANNUSKOSKI, KAUPPA AKP	3,2	X		X	X				
8	VIUHKOLA, ENT. KOULU AKP	1,4								
9	SARKALAHTI AKP	1,1								
10	MUNNE AKP	1,4			X					
11	ELLOLANTIE AKP	1,1								
12	MENTULA AKP	1,1								
13	KONTULANTIE AKP	2,4			X	X				
14	KÄTÖKANGAS AKP	6,1	X		X	X				
15	POUTANEN AKP	7,7			X	X				
16	TAUKNIEMI AKP	2,4			X	X				
17	SAARENTIE, SALONPÄÄ AKP	4,1			X	X				
19	SARVILAHTI AKP	1,0			X					
20	TOIKKALA AKP	1,5			X					
21	HUOMOLA AKP	3,0			X	X				
23	JURVALAN JÄTEVEDENPUHD. AKP	2,9								
24	NUPPOLA AKP	2,7		ASTIA						
26	ORKOLA AKP	0,8			X					
27	SEURAPIRTTI AKP	2,6		ASTIA						
28	LAAPPAAN KYLÄ AKP	0,8			X					
29	HEIKKILÄ / TOIMITUPA AKP	2,9								
30	HAIMILA AKP	3,0			X	X				
32	NIEMENKYLÄNTIE AKP	2,0			X					
33	TAINANKYLÄ AKP	2,1								
34	LUOTONEN AKP	1,5			X					
36	TAAVETIN JÄTEVEDENPUHD. AKP	5,7				X				
37	LAKKALANTIE AKP	1,5			X		X			
38	PAVUNKYLÄ AKP	1,5			X					
39	OKKOLA AKP	0,7								
40	URO AKP	5,8			X	X				
41	HERMUNEN AKP	0,8			X					
UUSI	PÄRSÄNIEMEN VENERANTA AKP	0,6		X	X					

Taulukosta 22 on nähtävissä, että laskennallinen jätemäärä vaihtelee pisteillä välillä 0,6-7,7 %. Alueen pisteistä kolmella on ekopiste ja alueella on yksi kesäpiste. Tyhjennystiheys vaihtelee vuoden aikana 66 % pisteistä. Osassa aluekeräyspisteitä on tyhjennystä kaksi kertaa viikossa. Alueella on vain yksi piste, johon laskennallinen keräysmatka on yli 500 km/a. Alueella ei käytetä pienempiä jäteastioita (600-690 l), vaan astiakoot vaihtelevat välillä 4-8 m<sup>3</sup> (Hämäläinen 2013a). Alueella on ilmoitettu olevan yksi ongelmapistepiste. Kuvassa 47 on nähtävissä esimerkkejä alueen keräyspisteistä.



Kuva 47. Esimerkkejä Luumäen aluekeräyspisteistä (EKJH 2012a).

### 3.1.6 Taipalsaari

Kuvassa 48 on esitetty Taipalsaaren ekopisteet ja kuivajätteen aluekeräyspisteet vuonna 2012. Tarkempia tietoja pisteistä on nähtävissä liitteestä I ja taulukosta 23.



Kuva 48. Taipalsaaren ekopisteet ja kuivajätteen aluekeräyspisteet vuonna 2012 (Ilvonen 2012).

Taulukko 23. Tietoja Taipalsaaren aluekeräyspisteistä vuodelta 2013 (Hämäläinen 2013a; Ilvonen 2012).

Nro/ kirjain kartalla	Aluekeräyspiste	Osuus jätteistä [%]	Ekopiste	Kesäastia	Tyhjennys- tiheys vaihtelee	Tyhjennys 2 krt/vko	Keräysmatka > 500 km/a	600-690 l [kpl]	Ongelmapi- piste	Kamera
1	KALASATAMA AKP	3,6			X					
2	SORAMONTTU AKP	7,1			X					
3	LOSSIRANTA AKP	3,6			X					
4	MERENLAHTI AKP	14,1		ASTIA	X					
J	TEKNINEN VARIKKO	71,7	X	ASTIAT (tyhj. pe)	-/X (tyhj. ma & to)	X				

Taulukosta 23 on nähtävissä, että laskennallinen jätemäärä vaihtelee pisteillä välillä 3,6-71,7 %. Teknisen varikon osuus on nähtävissä merkittäväksi. Ainoastaan teknisellä varikolla otetaan vastaan hyötyjätteitä ja Taipalsaaren alueella ei ole kesäpisteitä. Tyhjennystiheys vaihtelee vuoden aikana 100 % pisteistä. Ainoastaan teknisellä varikolla on tyhjennystä kaksi kertaa viikossa. Keräysmatkat ovat alueella alle 500 km/a ja alueella ei käytetä pienempiä jäteastioita (600-690 l), vaan astiakoot vaihtelevat välillä 6-8 m<sup>3</sup> (Hämäläinen 2013a). Alueella ei ole ilmoitettu olevan ongelmapistettä tai kameravalvontaa.

### 3.2 Ekopiste- ja aluekeräyspisteverkoston uusiminen

Vuonna 2011 EKJH:n hallitus on päättänyt aloittaa ekopisteverkoston uusimisen PARARU- ja SALUUTA-alueilla (Luumäen tekninen ltk. 2011, 89 §). Vanhat ekopisteet ovat olleet väärinkäytöksille alttiita ja näin aiheuttaneet suhteettoman paljon käsitöitä ja ylimääräisiä kustannuksia (Savitaipaleen tekninen ltk. 2011, 27 §). Hyötyjätteiden keräyksessä on siirrytty pintakeräysastioista pääasiassa syväkeräysastioihin ja periaatteena on ollut 1 ekopiste/ 1000 asukasta (Luumäen tekninen ltk. 2011, 89 §). Suhteella on haluttu osoittaa pienemmille kunnille vähimmäisraja, että laatu ei heikkene. Kyseinen suhde on ollut toteutusvaiheessa ohjeellinen, esimerkiksi Lappeenrannassa ekopisteitä ei ole osuuden mukaan, mutta pisteillä on sitten useampia astioita. Osassa kuntia ekopisteitä on lisätty, kuten Taipalsaarella. (Suomalainen 2013.) Uudistuksen yhteydessä on samalla tarkasteltu ekopisteiden paikkoja, mikä seurauksena niitä on lopetettu sekä siirretty soveltuvimpiin paikkoihin (Luumäen tekninen ltk. 2011, 89 §).

Ekopisteiden astioiden tyhjennykset kuuluvat eri kilpailutukseen kuin aluekeräyspisteiden kuivajätetyhjennykset. Aluekeräyspisteiden uudistamiseen liittyen on noussut esille, että

- tyhjennysten optimointi on haastavaa esimerkiksi kesämökkien alkua- ja loppusiivouksien, juhannuksen ja joulun vuoksi, sillä kyseisinä aikoina tulee poikkeuksellisen paljon jätettä aluekeräyspisteille.
- kaksi kertaa viikossa tapahtuva astiatyhjennys olisi hyvä tapahtua perjantain lisäksi maanantaina eikä keskiviikkona.
- pisteiden paikkoja kannattaa verrata siihen, missä ihmiset liikkuvat ja asuvat sekä tulee pitää mielessä kattavuus, miten kaukana pisteet saavat sijaita.
- uusien omakotitaloalueiden ei kuuluisi käyttää aluekeräyspisteitä.
- Luumäki on alueista poikkeuksellinen, sillä siellä on haja-asutusalueella aluekeräyspisteet ja taajama-alueella kiinteistökeräys.
- joka alueella voi olla omat käytännöt aluekeräyksen suhteen, että kuntien toiveet tulee selvittää. Toiveena kuitenkin on yhtenäistää käytäntöjä. (Suomalainen et al. 2013.)

EKJH on alkanut vuonna 2014 kerätä kunnilta palautetta ”Etelä-Karjalan jätehuollon palvelutaso vuoteen 2016” -luonnoksesta. Luonnoksessa kiinteistökeräys järjestetään perusnouto-alueella. (Pöllänen et al. 2014.) Perusnoutoalueella tarkoitetaan teitä, joilla jätteen keräys- ja kuljetusolosuhteet ovat tavanomaiset: taajamien kadut ja tiet, päätiät, Tiehallinnon ylläpitämät yleiset tiet sekä kunnan päättämät hyväkuntoiset yksityistiet rajauksin. Yksityisteiden valinnassa huomioidaan tien kunto, asukkaiden määrä ajokilometriä kohden sekä kääntöpaikka tai läpiajettavuus. (Jätekukko Oy\_b.) Perusnoutoalueen ulkopuolella ei lähtökohtaisesti järjestetä kiinteistökeräystä, vaan käytössä on aluekeräyspisteet (Pöllänen et al. 2014).

### 3.3 Toteutetut kilpailutukset

EKJH on vastannut toukokuusta 2013 alkaen koko Etelä-Karjalan alueen asukkaiden kuiva- ja biojätteenkuljetuksista, niihin liittyvästä asiakaspalvelusta, laskutuksesta sekä neuvonnasta (EKJH 2012d). Tämä tarkoittaa, että EKJH vastaa myös aluekeräyspisteiden kuljetusten kilpailutuksesta. EKJH siis kilpailuttaa tutkimuksessa mukana olevien alueiden (PARARU & SALUUTA) asukkaiden kuiva- ja biojätteenkuljetukset. Aluekeräyspisteiden tyhjennykset kilpailutetaan samaan aikaan kiinteistökeräysten kanssa eli astioiden tyhjennyksistä vastaavat samat jäteautot. (Pöllänen et al. 2012.)

Taulukkoon 24 on koottu esimerkkejä EKJH:n vuosina 2008, 2009 ja 2012 kilpailuttamien asukkaiden kuiva- ja biojätteenkuljetusten urakkaohjelmissa esitetyistä asioista. Taulukosta voidaan havaita, että ympäristönäkökohtien kannalta merkittävin muutos on tapahtunut, kun Euro-luokan raja on muutettu luokasta II luokkaan IV. Kerätty kuiva- ja biojäte on pyydetty toimittamaan kaikissa kilpailutuksissa Kukkuroinmäen jäteasemalle Lappeenrantaan (*Hulkonmäentie 130*) (EKJH 2008; EKJH 2009; EKJH 2012f).

**Taulukko 24.** Esimerkkejä Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n esittämistä asioista urakkaohjelmissa vuosina 2008, 2009 ja 2012.

Vaatimuksia	PARARU (2008)	SALUUTA (2009)	IMATRA (2012)
<b>JÄTESÄKIT</b>			
Tilaaaja hyväksyy urakoitsijan käyttämät kuiva- ja biojättesäkit	X	X	X
<b>KULJETUSTEN OHJAUSJÄRJESTELMÄ</b>			
Urakoitsija hankkii ajoneuvoon laitteet ja ohjelmistot liittyen kuljetusten ohjausjärjestelmään	X	X	X
Tilaaaja järjestää keskitetyn koulutuksen kuljetusten ohjausjärjestelmästä	X	X	X
Urakoitsija suorittaa jäteastioiden hienopaikannuksen	X	X	X
<b>AJONEUVOKALUSTO</b>			
Urakoitsijalta edellytetään enemmän kuin yhden auton kapasiteettia	-	X	X
Kaluston tulee täyttää vähintään Euro ... päästönormit	II	II	IV
Polttoaineen tulee täyttää viranomaisvaatimukset	X	X	X
<b>VARIKKOPALVELUT</b>			
Urakoitsijan tulee esittää, missä sijaitsevat varikkopalvelut ja mistä autot lähtevät urakka-alueelle jne.	X	X	X
Vara-auton tulee olla käytössä kahdessa tunnissa	-	-	X

LAADUNVALVONTA			
Mikäli urakoitsijalla on käytössä ympäristö- ja/tai laatujärjestelmä, se tulee liittää tarjoukseen	X	X	X
Tilaaaja voi suorittaa etukäteen ilmoittamatta sopimuskatselmuksia	X	X	X
Tilaaaja pitää yllä palauterekisteriä	X	X	X
Puutteiden lukumäärästä riippuen urakoitsija voi saada enintään 4 % bonuksen tai enintään 15 % maksun vähennyksen	X	X	X
TOIMINTAVAKUUS			
Urakoitsija antaa vakuudeksi ... kuukauden urakkasummaa vastaavan takauksen	2	2	4
HENKILÖKUNTA			
Henkilökunnalla on oltava riittävä koulutus ja tieto	X	X	X
Henkilökunnan tulee osallistua tilaajan järjestämään aliurakoitsijakoulutukseen	X	X	X
Urakoitsija osallistuu aktiivisesti tilaajan järjestämiin kehittämis- ym. palavereihin	X	X	X
Autonkuljettajalla tulee olla siisti ja yhdenmukainen työasu	X	X	X
Lähde	EKJH 2008	EKJH 2009	EKJH 2012f

Taulukosta 25 on nähtävissä, miten paljon EKJH on saanut tarjouksia ja miltä yrityksiltä vuosina 2008, 2009 ja 2012. Taulukkoon on merkitty vihreällä voittanut tarjous. Taulukosta on nähtävissä, että Imatran tarjouksista suurin osa (60 %) on annettu vaihtoehdolle 2 eli keräyksen ja kuljetuksen toteuttamiselle kaksilokeroautolla. Taulukosta on myös havaittavissa, että Etelä-Karjalan aluetta ja jopa yhtä alueen kaupungeista on jaettu osiin, jotta pienemmätkin yritykset voivat helpommin osallistua kilpailutuksiin.

**Taulukko 25.** EKJH:n kuiva- ja biojätteen keräys- ja kuljetuskilpailutukset vuosina 2008, 2009 ja 2012.

	PARARU (2008)	SALUUTA <sup>a</sup> (2009)	IMATRA (2012)	
			ITÄ	LÄNSI
Hankintamenettely	Avoin menettely	Avoin menettely	Avoin menettely	
Valintaperuste	Alin hinta <sup>b</sup>	Alin hinta <sup>b</sup>	Alin hinta <sup>b</sup>	
Urakka-aika	1.1.2009–30.9.2013 + 2 vuoden optiojakso	1.1.2010–30.9.2014 + 2 vuoden optiojakso	1.5.2013–31.4.2017 + 2 vuoden optiojakso	
Tarjousvaihtoehdot	1) Kuiva- ja biojättekuljetus erikseen 2) Monilokerokuljetus <sup>c</sup>	1) Kuiva- ja biojättekuljetus erikseen 2) Monilokerokuljetus <sup>c</sup>	1) Kuiva- ja biojättekuljetus erikseen 2) Kaksilokerokuljetus	
TARJOUKSET	Vaihtoehto	Vaihtoehto	Vaihtoehto	
HFT Network Oy HFT Environment Oy			2	2
HFT Network Oy EnviroNet Oy	1	1 & 2		
Hyötypaperi Oy		1	1	2
Jätehuolto Laine avoin yhtiö	1	1		1
Lassila & Tikanoja Oyj	1	1 & 2	1 & 2	1 & 2
RL-Huolinta Oy			1 & 2	1 & 2
SITA Finland Oy	1 & 2	1 & 2	2	2
Etelä-Karjalan KTK Oy Vuoksitrans Oy	1	1		
Ympäristöhuolto		1		

Reijola Oy				
Tarjouksia yhteensä [kpl]	6	10	7	8
Lähde	EKJH 2008	EKJH 2009	EKJH 2012f	

<sup>a</sup> = Sisältynyt myös Lemi (EKJH 2009).

<sup>b</sup> = Urakoitsijaksi on valittu alimman hinnan antanut tarjoaja, perustuen 1. vuoden vuosikustannuksiin, joiden laskentaan on käytetty tarjoajan yksikköhintoja ja tilaajan astiatyhjennysten lukumääriä (EKJH 2008).

<sup>c</sup> = Edellytettiin, että annettiin myös vaihtoehdon 1 mukainen tarjous (EKJH 2008; EKJH 2009).

Tutkimuksessa on poimittu esimerkkejä kuljetusyritysten antamista tiedoista tarjousten yhteydessä:

- Toiminta-/johtamisjärjestelmä täyttää seuraavien standardien vaatimukset: Laadunhallintastandardi ISO 9001:2008, ympäristöstandardi ISO 14001:2004, työterveys- ja turvallisuusstandardi OHSAS 18001:2007 (EKJH 2012f).
- Kuljetusyritys raportoi tilaajalle EMISTRAn raportointipohjilla (EKJH 2012f). EMISTRA-järjestelmä on kuljetusalan energia- ja ympäristöasioiden seurantajärjestelmä (Klaus 2009, 10). Järjestelmä tuottaa raportoitujen tietojen pohjalta kulutus- ja päästötiedot kuukausi- ja vuositasolla. Järjestelmästä on saatavissa myös kuljetusalan keskiarvotietoja. (Leinonen 2009, 3-4.)
- Jäteautoissa on käytössä Ecomond Oy:n TCS (engl. Transport Control System) -ajonohjausjärjestelmä (EKJH 2009).
- Kuljettajat ovat käyneet taloudellisen ajotavan koulutuksen (EKJH 2009).
- Kuljetusyritys toteuttaa asiakastyytyväisyyskyselyjä (EKJH 2012f).
- Kuljetusyrityksen tavoitteena on nolla työtaturmaa (EKJH 2012f).
- Henkilöstölle tarjotaan hierontaa 12 kertaa/a (EKJH 2012f).
- Kuljetusyrityksellä on matalalattia-autoja (työergonomia ja -turvallisuus) (EKJH 2012f).
- Kaikista jäteautoista löytyy peruutuskamerat (EKJH 2012f).
- Hydrauliiikassa käytetään lähes 100 % biohajoavia öljyjä (EKJH 2012f).
- Kuljetusyrityksellä on ympäristö-, terveys- ja työturvallisuusohjelma, joka sisältää muun muassa energia- ja ympäristötavoitteita, joilla ohjataan ja kehitetään yrityksen toimintaa (EKJH 2009).
- Kuljetusyritys on kiinnostunut palkkaamaan tarjouskilpailun menettäneiden yhtiöiden kuljettajia, jotta urakoitsijan vaihdos olisi mahdollisimman kivuton (EKJH 2009).
- Uudet työntekijät perehdytetään työhönsä (EKJH 2009).
- Kuljetusyritys on suositellut pikakonttien korvaamista työturvallisuuden kannalta turvallisemmilla keräysvälineillä (EKJH 2009).
- Jäteautot täyttävät Euro III -päästönormit (vaatimuksena EURO II) (EKJH 2008).
- Jäteautot täyttävät Euro V -päästönormit (vaatimuksena EURO IV) (EKJH 2012f).



## 4 ETELÄ-KARJALAN ALUEKERÄYSPISTEIDEN KUIVAJÄTEHUOLLON HIILIJALANJÄLKI

Hiilijalanjälkeä voi kuvata elinkaariarviointina (LCA, engl. Life Cycle Assessment), jossa keskiytään ainoastaan kasvihuonekaasupäästöjen ja näin ilmastonmuutospotentiaalin selvittämiseen. Kyseessä on yksi ympäristövaikutusten indikaattori. Kasvihuonekaasuja ovat esimerkiksi vesihöyry (H<sub>2</sub>O), hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>), dityppioksidi (N<sub>2</sub>O) sekä otsoni (O<sub>3</sub>). Osa kaasuista vaikuttaa myös kasvihuonekaasuilmioon epäsuorasti kuten häkä eli hiilimonoksidi (CO), typen oksidit (NO<sub>x</sub>) ja VOC-yhdisteet (engl. Volatile Organic Compound) eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet, jotka sopivissa olosuhteissa muodostavat muun muassa otsonia. (Suomen ympäristökeskus 2009.)

Hiilijalanjälkitutkimuksia tehdään paljon ja käytetyt laskentatavat vaihtelevat. Eroja on muun muassa siinä, otetaanko mukaan kaikki kasvihuonekaasupäästöt vai ainoastaan CO<sub>2</sub>, miten huomioidaan vältetyt päästöt, huomioidaanko CO<sub>2</sub>-päästöt bioperäisestä tuotteesta jne. Vuonna 2013 on julkaistu tekninen spesifikaatio koskien tuotteiden hiilijalanjäljen laskemista (ISO/TS 14067: 2013). Tavoitteena oli kansainvälinen standardi, mutta sen lopullinen versio ei saanut laadintaan osallistuneilta mailta tarpeeksi tukea hyväksyntään (PEF World Forum 2013). Yhteistä standardisoitua hiilijalanjäljen laskentatapaa ei siis ole vielä tutkimuksen tekohetkellä käytössä.

Oman vaikutuksensa tuloksiin antaa taserajat eli, mitkä päästöt otetaan huomioon tutkimuksessa. Asiaa on havainnollistettu katkoviivalla kuvassa 49, jossa on esitelty tutkimuksessa käytetty jätehuollon hiilijalanjäljen laskennan rajausta. Tutkimuksessa elinkaaritarkastelu aloitetaan jätteen syntyhetkestä eli siitä, kun tuote heitetään pois. Tutkimuksessa ei ole kuitenkaan huomioitu asukkaiden jätepussin viennistä aluekeräyspisteelle aiheutuvaa kuljetusta, sillä on oletettu, että jätteet tuodaan aluekeräyspisteelle ohikulkumatalla. Tarkastelua jatketaan loppusijoitukseen tai hyödyntämiseen materiaalina tai energiana. Tarkastelussa huomioidaan muodostuvien suorien ja epäsuorien päästöjen lisäksi myös vältetyt päästöt eli hyvitykset.



Kuva 49. Jätehuollon hiilijalanjäljen rajaus (Perustuen BSI 2011b, 9).

Hiilijalanjälki voidaan ilmoittaa hiilidioksidiekvivalenteina (kg CO<sub>2</sub>-ekv.) eli kasvihuonekaasupäästöt muunnetaan yhteismitallisiksi ja näin ilmastovaikutuksiltaan yhteiseen yksikköön. Tähän voidaan käyttää 100 vuoden GWP-kertoimia (engl. Global Warming Potential, globaali lämpenemiskerroin). (BSI 2011a, 10.) Näillä karakterisointikertoimilla ilmaistaan eri kasvihuonekaasujen suhteellinen merkitys ilmastonmuutokseen (Nissinen ja Seppälä 2008, 14). Esimerkiksi

- CO<sub>2</sub> kerroin on 1,
- CH<sub>4</sub> kerroin on 25 ja
- N<sub>2</sub>O kerroin on 298 (IPPC 2007).

Tutkimuksessa käytetyssä vaikutusarviointimallissa (CML2001 – Nov. 2010, GWP 100 a) on käytetty vastaavia karakterisointikertoimia kasvihuonekaasupäästöille. Bioperäisen CO<sub>2</sub>-päästön kerroin on tutkimuksessa 0. Päästöt merkitään positiivisina lukuina ja vältetyt päästöt puolestaan negatiivisina lukuina. (Christensen et al. 2009, 711 ja 715.) Laskemalla yhteen CO<sub>2</sub>-ekvivalenteiksi muutetut kasvihuonekaasupäästöt saadaan selville jätteiden aiheuttama ilmastomuutosvaikutus.

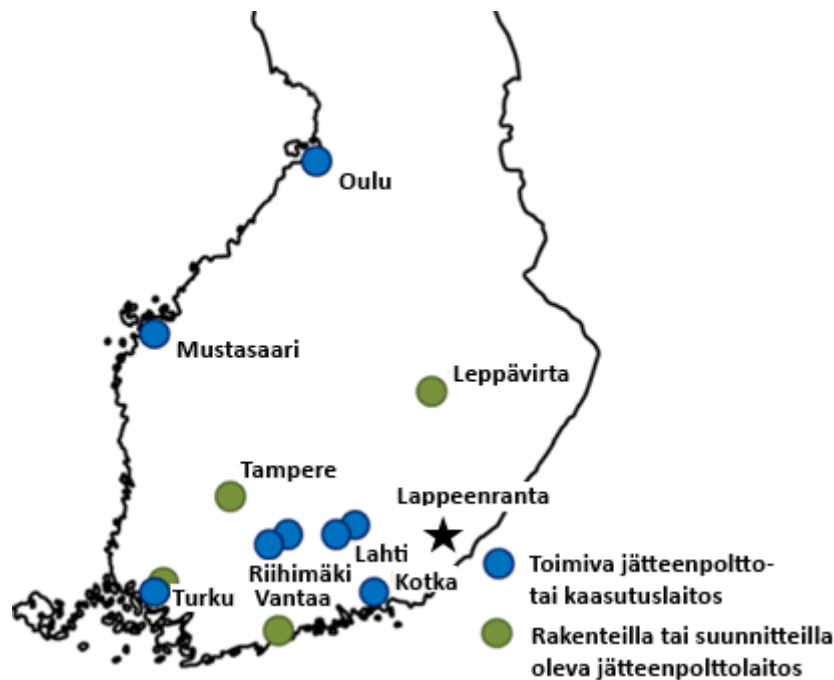
Elinkaariarvioinnissa valitaan toiminnallinen yksikkö, joka määrittelee, mitä tarkastellaan. Samalla saadaan vertailuyksikkö, jolla varmistetaan elinkaariarvioinnin tulosten vertailukelpoisuus. (SFS-EN ISO 14040:2006, 22 ja 30.) Tutkimukseen on valittu toiminnalliseksi yksiköksi aluekeräyspisteiltä vuodessa muodostuva jätemäärä. Tutkimuksessa on käytetty GaBi 6.0 -elinkaariarviointiohjelmaa (GaBi).

## 4.1 Skenaarioiden esittely

Skenaario 0 kuvastaa aikaa, jolloin eteläkarjalaisten kotitalouksien kuivajäte on kuljetettu PARARUn ja SALUUTAn aluekeräyspisteiltä kokonaisuudessaan Kukkuroinmäen jätekeskuksen kaatopaikalle Lappeenrantaan (EKJH 2012b). Jäte on kipattu penkalle, tiivistetty, peitetty ja tasoitettu kaatopaikkajyrällä (Virtanen 2013). Näin tapahtui vielä vuonna 2012.

Skenaariossa 1 kuivajäte ohjataan loppusijoituksen sijasta energiahyötykäyttöön. Kuvassa 50 on esitelty Suomen jätteenpolto- ja kaasutuslaitostilanne vuonna 2013. Kuvasta on nähtävissä myös Lappeenrannan sijainti. Tutkimuksessa on mallinnettu kuivajätteen energiahyötykäytöt seuraavilla laitoksilla:

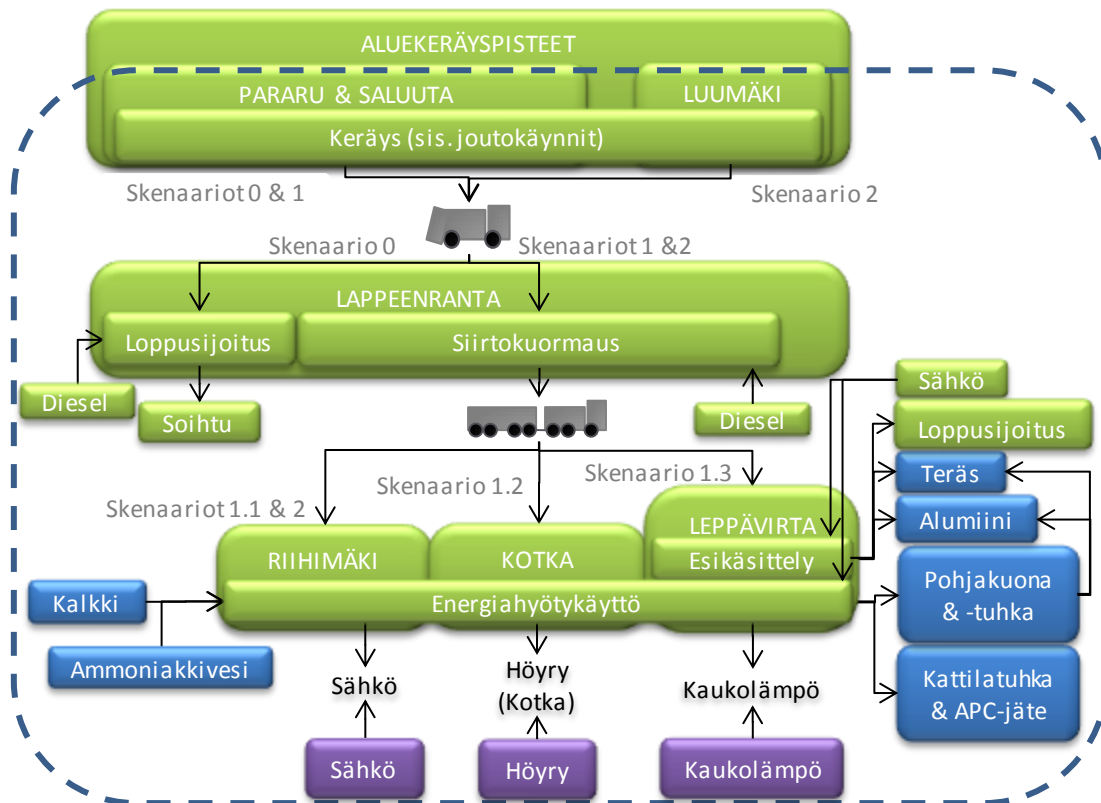
- Skenaario 1.1: Riihimäki, Ekokem Oy Ab:n jätteenpolttolaitos,
- Skenaario 1.2: Kotka, Kotkan Energia Oy:n jätteenpolttolaitos ja
- Skenaario 1.3: Leppävirta, Riikinvoima Oy:n jätteenpolttolaitos (suunnitteilla).



Kuva 50. Suomen jätteenpolto- ja kaasutuslaitostilanne v. 2013 (ÅF-Consult Oy 2012, 21 muokattu).

Energiahyötykäyttömallinnuksen taustalla on, että vuodesta 2013 alkaen eteläkarjalaisten kotitalouksien kuivajätettä on alettu kuormata jätekeskuksella täysperävaunuyhdistelmiin kuljetettavaksi energiahyötykäyttöön Riihimäen Ekokem Oy Ab:n jätteenpolttolaitokselle (Virtanen 2013; EKJH 2012b). Kuljetettavaa jätemäärää on kasvatettu portaittain niin, että vuonna 2015 kaikki asukkaiden kuivajätteen toimitetaan Riihimäelle. Tällöin jätekeskuksen kaatopaikalle ei tarvitse sijoittaa enää asumisessa muodostuvaa kuivajätettä. (EKJH 2012b.) Vaikka Riihimäen laitos on jo valittu käsittelypaikaksi vuoteen 2023 asti, tutkimukseen on haluttu mukaan myös lähimpänä sijaitseva Kotkan laitos sekä suunnitteilla oleva Leppävirran laitos.

Skenaariossa 2 on valittu yksi esimerkkialue, jonka aluekeräyspisteverkostosta on tehty alustava päivitetty suunnitelma. Kohteeksi on valittu Luumäki, jonka aluekeräyspistemäärä on tutkimusalueen toiseksi suurin. Skenaariossa on tarkasteltu sitä, miten tehty päivitys vaikuttaa keräyksen päästöihin. Päivityksen ei ole oletettu vaikuttavan Luumäeltä kerättävään kuivajättemäärään. Kaikki mallinnetut skenaariot on esitelty kuvassa 51.



Kuva 51. Mallinnetut skenaariot.

## 4.2 Etelä-Karjalan haja-asutusalueiden kuivajäte

### 4.2.1 Kuivajätteen koostumus

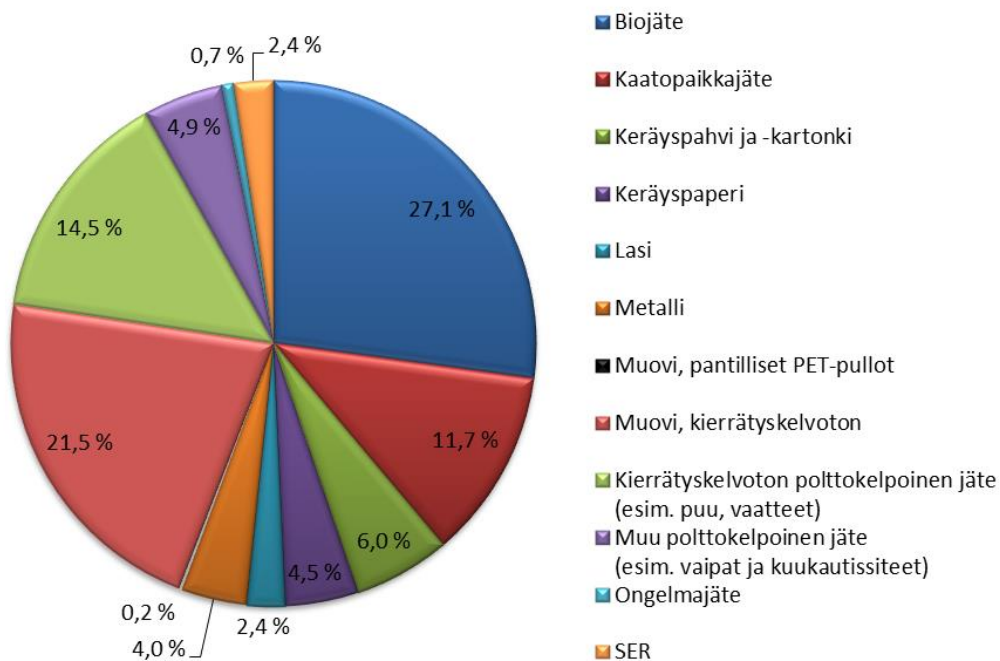
Tutkimuksessa on käytetty haja-asutusalueen kuivajätteen koostumusta, joka perustuu kolmeen Etelä-Karjalan alueelta kerättyyn ja lajiteltuun jätekuorman otokseen:

1. Otos A: Taipalsaari ja Savitaipale (lokakuu 2010),
2. Otos B: Ruokolahti (marraskuu 2010) ja
3. Otos C: Ruokolahti (joulukuu 2010) (Teirasvuo 2011a, 67, 72 ja 78).

Taulukossa 26 on esitelty otosten A-C kuivajätteen koostumukset. Taulukossa on esitetty myös eri jättejakeiden vaihteluvälit. Taulukosta voidaan havaita, että suurin vaihteluväli on biojätteellä. Tutkimuksessa on käytetty kuivajätteen kolmen otoksen keskiarvoa, joka on esitetty kuvassa 52. Kuvasta voidaan havaita, että kuivajätteen seassa on eniten biojätettä ja kierrätyskelvotonta muovia sekä kierrätyskelvotonta polttokelpoista jätettä.

**Taulukko 26.** Etelä-Karjalan haja-asutusalueiden kuivajätteen koostumukset (Teirasvuoto 2011a, 68, 73 ja 79).

Jätejäte	A [m-%]	B [m-%]	C [m-%]	Vaihteluväli [m-%]
Biojäte	27,1	14,9	39,4	14,9-39,4
Kaatopaikkajäte	6,2	19,4	9,5	6,2-19,4
Keräyspahvi ja -kartonki	3,8	10,8	3,3	3,3-10,8
Keräyspaperi	4,8	6,9	1,7	1,7-6,9
Lasi	0,3	3,9	2,9	0,3-3,9
Metalli	6,1	2,7	3,2	2,7-6,1
Muovi, pantilliset PET-pullot	0	0	0,7	0,0-0,7
Muovi, kierrätyskelvoton	20,2	24,6	19,7	19,7-24,6
Kierrätyskelvoton polttokelpoinen jäte (esim. puu, vaatteet)	24,4	8,4	10,7	8,4-24,4
Muu polttokelpoinen jäte (esim. vaipat ja kuukautissiteet)	2,6	5	7,2	2,6-7,2
Ongelmajäte	1,9	0,03	0,3	0,03-1,9
SER	2,6	3,3	1,4	1,4-3,3

**Kuva 52.** Etelä-Karjalan haja-asutusalueen kuivajätteen keskimääräinen koostumus (Teirasvuoto 2011a, 68, 73 ja 79).

#### 4.2.2 Kuivajätteen lämpöarvo

Kuivajätteen lämpöarvon laskemiseen on hyödynnetty aiemmin esiteltyä kuivajätteen koostumusta, mutta myös Teirasvuon (2011b) keväällä 2011 tekemiä lisälajittelujen tuloksia Lappeenrannan taajama-alueelta. Taulukossa 27 on esitelty lisälajittelun näytteiden sisältämien jakeiden teholliset lämpöarvot saapumistilassa. Laskennassa on käytetty vihreällä merkittyjä lämpöarvoja. Taulukossa on jaettu kierrätyskelvoton polttokelpoinen jäte uusiutumattomaan ja uusiutuvaan. Lisänäytteiden jätekoostumusten pohjalta on laskettu uusiutumattoman osuudeksi n. 57 m-% ja uusiutuvan n. 43 m-%. Uusiutuvaan on sisällytetty

puu, tekstiilit ja vaatteet uusiutuvista materiaaleista sekä kierrätykseen soveltumaton paperi ja pahvi. (Teirasvuoto 2011b.) Kuivajätteen teholliseksi lämpöarvoksi on saatu 15,2 MJ/kg.

**Taulukko 27.** Lappeenrannan kuivajätteen eri jakeiden teholliset lämpöarvot saapumistilassa (Teirasvuoto 2011b).

Jätejake	NÄYTE 1 [MJ/kg]	NÄYTE 2 [MJ/kg]
Biojäte	4,2	8,7
Kaatopaikkajäte	31,5	27,9
Keräyspahvi ja -kartonki	17,4	15,8
Keräyspaperi	12,3	15,4
Lasi	-	-
Metalli	-	-
Muovi, pantilliset PET-pullot	20,7	-
Muovi, kierrätyskelvoton	28,8	31,3
Kierrätyskelvoton polttokelpoinen jäte, uusiutuva	15,5	17,8
Kierrätyskelvoton polttokelpoinen jäte, uusiutumaton	19,1	19,1
Muu polttokelpoinen jäte (esim. vaipat ja kuukautissiteet)	14,3	10,7
Ongelmajäte	-	-
SER	-	-

#### 4.2.3 Kuivajätteen fossiilisen hiilidioksidin määrä

Etelä-Karjalan haja-asutusalueen kuivajätteelle on laskettu  $\text{CO}_{2, \text{foss.}}$  osuus yhtälöllä

$$G = \sum A_i B_i C_i D_i E_i F_i, \quad (1)$$

missä  $G$  = Jätteen fossiilisen hiilidioksidin osuus [kg  $\text{CO}_{2, \text{foss.}}$ /kg jäte]

$A$  = Kostean jättejakeen osuus [%]

$B$  = Kuiva-ainepitoisuus [%]

$C$  = Hiilen määrä kuiva-aineessa [%]

$D$  = Fossiilisen hiilen osuus [%]

$E$  = Hapetuskerroin (0,99)

$F$  = Muunnoskerroin (44/12)

$i$  = Jätejake (IPPC 2006, 5.7, Tilastokeskus 2013).

Yhtälössä käytetyt arvot on esitelty taulukossa 28. Taulukossa on vihreällä eroteltu jakeet, jotka on oletettu olevan 100 % bioperäisiä. Taulukosta voidaan havaita, että merkittävin vaikutus kuivajätteen  $\text{CO}_{2, \text{foss.}}$  määrään on muovilla, jota kuivajätteen seassa on keskimäärin yli 20 %. Kuivajätteen  $\text{CO}_{2, \text{foss.}}$  määräksi on saatu 648 kg/t jäte.

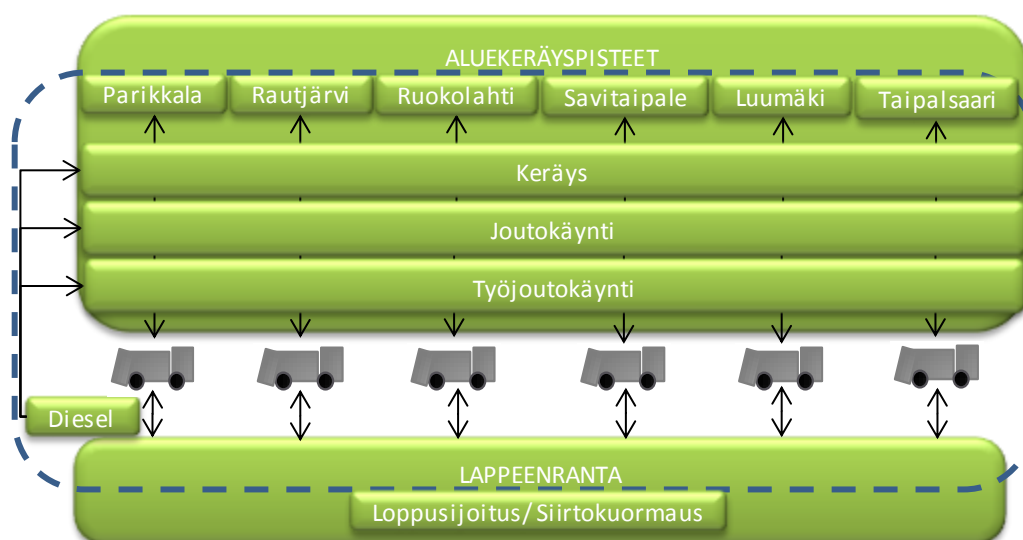
**Taulukko 28.** Etelä-Karjalan haja-asutusalueen kuivajätteen CO<sub>2, foss.</sub> osuuden laskennassa käytetyt arvot.

Jätejäte	A	B	C		D		G
	Osuus (märkä)	Kuiva- ainepitoisuus	Kok. C	Kok. C	C, foss.	C, foss.	CO <sub>2, foss</sub>
	[m-%]	[m-%]	Oletus [% kuiva-ainetta]	Vaihteluväli	Oletus [% kok. C kohden]	Vaihteluväl	[kg CO <sub>2, foss.</sub> /t jäte]
Biojäte	27,1						
Kaatopaikkajäte	11,7	89,2	3	0-5	100	50-100	11,4
Keräyspahvi ja -kartonki	6,0						
Keräyspaperi	4,5						
Lasi	2,4	100,0	-	-	-	-	-
Metalli	4,0	100,0	-	-	-	-	-
Muovi, pantilliset PET-pullot	0,2	97,9	75	67-85	100	95-100	6,2
Muovi, kierrätyskelvoton	21,5	82,2	75	67-85	100	95-100	481,0
Kierrätyskelvoton polttokelpoinen jäte, uusiutuva	6,2						
Kierrätyskelvoton polttokelpoinen jäte, uusiutumaton	8,3	94,8	50	25-50	100 <sup>a</sup>	-	141,9
Muu polttokelpoinen jäte (esim. vaipat ja kuukautissiteet)	4,9	62,9	70	54-90	10	10	7,9
Ongelmajäte	0,7	100,0	-	-	-	-	-
SER	2,4	100,0	-	-	-	-	-
Lähde	Teirasvuoto 2011a, 68, 73 ja 79	Teirasvuoto 2011b	IPPC 2006, 2.14	IPPC 2006, 2.14	IPPC 2006, 2.14	IPPC 2006, 2.14	Laskettu

<sup>a</sup> = Perustuu Teirasvuon (2011b) tekemään jakoon uusiutumattomaan.

### 4.3 Kuivajätteen keräys aluekeräyspisteiltä ja kuljetus EKJH:lle

Kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen mallinnettu elinkaari on esitetty kuvassa 53 (skenaariot 0-1). Skenaariossa 2 on huomioitu ainoastaan keräys ja kuljetus Luumäeltä.

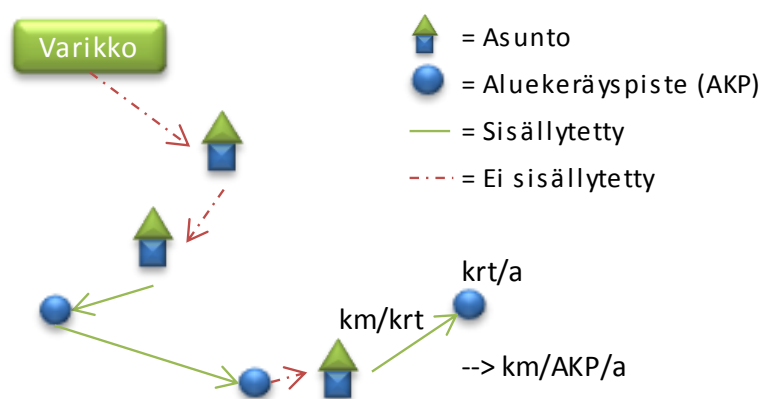


**Kuva 53.** Kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen mallinnettu elinkaari.

Tutkimuksessa on käytetty VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmän kulutus- ja päästötietoja (Lipasto 2012a). Tutkimuksessa on huomioitu niin kuljetuksista aiheutuvat päästöt kuin käytettävien polttoaineiden tuotantojen päästöt.

#### 4.3.1 Etäisyys aluekeräyspisteelle

Aluekeräyspisteiden tyhjennysmatkojen laskemiseen on hyödynnetty EKJH:lta saatuja listoja tutkimusalueiden aluekeräyspisteistä ja niiden osoitteista. Listoille on koottu myös tietoa kunkin aluekeräyspisteen astioiden koosta, lukumäärästä, tyhjennysviikoista ja -tiheyksistä sekä ajopäivistä (ks. liite I, ei sisällä osoitteita). (Hämäläinen 2013a.) EKJH:n käyttämästä kuljetustenohjausjärjestelmästä TCS on puolestaan katsottu, mikä on aluekeräyspistettä edeltävän pisteen (aluekeräyspisteen, kiinteistön tai myymälän) osoite (Ecomond Oy 2013). Fonectan karttapalvelun avulla on voitu laskea näiden kahden pisteen välinen etäisyys nopeinta reittiä (Fonecta 2012). Välimatkojen laskentatapaa on avattu kuvassa 54. Mikäli edellinen piste on ollut varikko, on huomioitu etäisyys aluekeräyspisteeltä seuraavaan pisteeseen tai ainoastaan muiden päivien etäisyydet. Tämä tarkoittaa, että tutkimuksessa ei ole huomioitu kuljetusta varikolta keräysalueelle ja takaisin. Jätehuolto Laine Ay:n (SALUUTA) varikko sijaitsee Lappeenrannassa ja HFT Environment Oy:n (PARARU) varikko puolestaan Särkisalmella/ Parikkalassa (Pöllänen 2013).



Kuva 54. Välimatkojen laskentatapa.

Selvityksessä tarkastellut ajopäivät ja kuljetuksista vastanneet yritykset ovat nähtävissä taulukosta 29. Taulukosta voidaan havaita, että etäisyydet pohjautuvat talviviikkoihin 9-10 ja kesäviikkoihin 33-34. Taulukosta voidaan myös havaita, että osasta Taipalsaaren (Kyläniementien) aluekeräyspisteiden tyhjennyksestä vastaa poikkeuksellisesti HFT Environment Oy.



**Taulukko 29.** Tutkimukseen valitut ajopäivät ja kuljetuksista vastanneet yritykset (Ecomond Oy 2013).

	Parikkala	Rautjärvi	Ruokolahti	Savitaipale	Luumäki	Taipalsaari
Vko 9: Ma 25.3.2013 - Pe 3.3.2013	PE	KE PE	KE	MA TO PE	TI PE	MA TO PE KE
Vko 10: Ma 4.3.2013 - Pe 8.3.2013	MA PE	TI KE PE	TI KE	MA TO PE	TI PE	MA TO
Vko 33: Ma 12.8.2013 -Pe 16.8.2013	MA TO PE	MA TI KE PE	MA TI KE PE	MA TI TO PE	TI PE	MA TO PE KE
Vko 34: Ma 19.8.2013 - Pe 23.8.2013	MA TO PE	MA TI KE PE	MA TI KE PE	MA TI TO PE	TI PE	MA TO PE KE

PARARU: HFT Environment Oy

SALUUTA: Jätehuolto Laine Ay

Kerättyjen etäisyyksien perusteella on laskettu kullekin aluekeräyspisteelle erikseen sekä talvi- että kesäajan keskiarvoetäisyydet. Tutkimuksessa on osittain käytetty samoja etäisyyksiä talvelle ja kesälle (erityisesti Parikkala). Saatujen keskiarvoetäisyyksien avulla on voitu laskea kullekin aluekeräyspisteelle tyhjennystiheyksien pohjalta keräysmatkat kesällä ja talvella. Mikäli aluekeräyspistettä on tyhjennetty koko vuoden vakiotyhjennystiheydellä, kesälle on merkitty ajot viikoilta 18–39 (42 %) ja talvelle viikoilta 40–17 (58 %). Näin on saatu selville, mikä osuus tutkimusalueen keräysmatkoista muodostuu talvella ja mikä osuus kesällä. Huomattavaa on, että suurin osa (n. 68 %) keräyksestä tapahtuu kesäaikaan. Alueiden osuuksia on nähtävissä taulukosta 30. Samassa taulukossa on esitelty myös esimerkiksi keräysmatkat yhteensä, mitkä on saatu yhdistämällä alueiden aluekeräyspisteiden kesä- ja talviajot. Ruokolahden osuus keräysmatkoista on alueista suurin (n. 32 %).

**Taulukko 30.** SALUUTA ja PARARU -alueiden aluekeräyspisteet ja etäisyydet aluekeräyspisteille (Hämäläinen 2013a; Ecomond Oy 2013; Fonecta 2012).

	Yksikkö	Parikkala	Rautjärvi	Ruokolahti	Savitaipale	Luumäki	Taipalsaari	Yhteensä	Ka
Aluekeräyspisteet, ympäri vuoden	kpl	26	11	38	27	34	5	141	
Aluekeräyspisteet, kesä	kpl	-	-	7	-	1	-	8	
Jättemäärä	t/a	361	389	781	616	740	251	3 138	
Keräysmatka yhteensä	km/a	5 581	3 327	12 081	7 448	8 408	930	37 774	
Keräysmatkan osuus alueiden keräysmatkasta	%	15	9	32	20	22	2	100	
Keräysmatkan osuus, kesä	%	60	66	75	75	53	80	68	
Keräysmatkan osuus, talvi	%	40	34	25	25	47	20	32	
Keräysmatka, painotettu keskiarvo	km/AKP/a	306	325	392	300	296	187	301	
Keräysmatkan painotettu keskiarvo, kesä	km/AKP <sub>kesä</sub>	7,4	6,0	8,3	5,9	4,6	4,5	6,1	
Keräysmatkan painotettu keskiarvo, talvi	km/AKP <sub>talvi</sub>	3,5	3,6	4,4	4,6	4,8	2,0	3,8	
Keräysmatkan keskiarvo, painotetut talvi ja kesä	km/AKP	5,4	4,8	6,4	5,2	4,7	3,2	5,0	
Keräysmatka, vuodenaikojen osuudet huomioiden	km/AKP	5,8	5,2	7,3	5,6	4,7	3,9	5,4	

AKP = Aluekeräyspiste

Taulukkoon 30 on myös kerätty aluekeräyspisteiden lukumäärät sekä laskettu etäisyyksien painotettuja keskiarvoja yhtälöllä (Seppänen et al. 1999, 48):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i}{\sum_{i=1}^n a_i}, \quad (2)$$

missä	$\bar{x}$ = Etäisyyden painotettu keskiarvo	[km/AKP/a,	km/AKP <sub>kesä</sub> ,	km/AKP <sub>talvi</sub> ]
	$a$ = AKP:ltä kerätty jätemäärä	[t/a,	t/a <sub>kesä</sub> ,	t/a <sub>talvi</sub> ]
	$x$ = Etäisyys aluekeräyspisteelle	[km/a,	km <sub>kesä</sub> ,	km <sub>talvi</sub> ].

Painotetuista keskiarvoista voidaan huomata, että Ruokolahdella on pisin keräysmatka aluekeräyspistettä kohden ja Taipalsaarella lyhin. Merkille pantavaa on myös, että valitun otannan perusteella etäisyydet aluekeräyspisteille ovat usein lyhyemmät talviaikaan. Jossakin määrin etäisyyksien eroon nähdään vaikuttavan muun muassa kesäajan tiheämpi tyhjennystiheys. Esimerkiksi tyhjennettäessä aluekeräyspistettä kesäaikaan kaksi kertaa viikossa, toisen päivän etäisyydet olivat paikoin suuremmat kuin, jos astiaa olisi tyhjennetty vain kerran viikossa, kuten talvella. Kesän ja talven etäisyyksien painotetuista keskiarvoista laskettiin myös keskiarvo sekä etäisyys, jossa otettiin huomioon keräysmatkojen osuudet talvella ja kesällä. Koko tutkimusalueella etäisyys aluekeräyspistettä kohden olisi siis noin 5 km. Tutkimuksessa on kuitenkin käytetty otantaan (viikot 9-10 ja 33–34) perustuvia etäisyyksiä kullekin aluekeräyspisteelle.

#### 4.3.2 Keräyksen päästöt: Diesel (erikseen joutokäynti)

Keräyspäästöjen tarkasteluun on valittu LIPASTO-laskentajärjestelmästä suuri jakelukuorma-auto, jonka kokonaisuudessa on 15 t ja kantavuus on 9 t (Lipasto 2012a). Kantavuuden voidaan nähdä olevan oikeaa suuruusluokkaa, sillä Teirasvuon (2011a) tutkimuksessa mukana olleet haja-asutusalueen jätekuormat olivat 7,3-11,1 t (Teirasvuon 2011a, 67, 72 ja 78). Keräykset on toteutettu puolitäysillä (50 %) kuormilla, vaikka todellisuudessa kuorma kasvaa tyhjennyskierron edetessä (Moliis et al. 2012, 30; Teerioja 2009, 41). Keräysautoille on käytetty skenaariossa 0 Euro 2 -luokkaa, sillä se oli rajana aluekeräyspisteiden kuljetusten kilpailutuksissa vuosina 2008 ja 2009 (EKJH 2008; EKJH 2009). Skenaarioissa 1-2 on käytetty Euro 4 -luokkaa. Koska kyseessä on jätteiden keräys haja-asutusalueelta, tutkimuksessa on käytetty LIPASTO-laskentajärjestelmän maantieajon kulutus- ja päästötietoja. Maantieajolla tarkoitetaan ajoa keskimääräisellä suomalaisella maantiellä (Lipasto 2009b). Keräykselle käytetyt arvot on esitelty taulukossa 31. Taulukosta voidaan havaita, että kasvihuonekaasupäästöjen osalta Euro 2 ja 4 -luokilla ei ole suurempaa eroa. Sama koskee Euro 5 -luokkaa kasvihuonekaasupäästöjen osalta (Lipasto 2012a).

**Taulukko 31.** Keräykselle (suuri jakelukuorma-auto, maantieajo, 50 % kuorma, diesel) käytetyt arvot.

	EURO 2 [g/km]	EURO 4 [g/km]	Lähde
CO <sub>2</sub>	493	493	Lipasto 2012a
CH <sub>4</sub>	0,012	0,00040	Lipasto 2012a
N <sub>2</sub> O	0,033	0,033	Lipasto 2012a
CO <sub>2</sub> -ekv.	503,1	502,8	Laskettu
Kulutus, diesel	167	167	Lipasto 2012a
Dieselin valmistus			GaBi 6.0

Tutkimuksessa on myös huomioitu pysähdyksistä ja näin joutokäynnistä tuleva vaikutus. Joutokäynti voidaan jakaa siihen, kun kuljettaja hakee jätteasiat, jätteen kippaamiseen/tyhjentämiseen ja jätteen puristamiseen. Jälkimmäisiä voidaan kutsua työjoutokäynniksi, jossa auton moottori käy suuremmilla kierroksilla nosturin tai jättepuristimen käytön aikana (Teerioja 2009, 33). Pikakonteilla joutokäyntiä kuluu siihen, kun kontti kiinnitetään pakkaajan perässä oleviin koukkuihin sekä kiinnitetään nostovaijeri kontin taakse, minkä jälkeen kontti voidaan nostaa ylös eli tyhjentää (TVL 2001, 2). Syväkeräyssäiliöllä nosturin koukku ohjataan ensin kannen koukkuun, minkä jälkeen säkki voidaan nostaa jäteauton perän päälle. Narusta vetämällä tapahtuu säkin tyhjennys, minkä jälkeen säkki nostetaan nosturilla takaisin syväkeräyssäiliöön ja lopuksi nosturi voidaan ohjata paikoilleen. (Molok Oy 2011.) Joutokäyntien osuuksia on kerätty taulukkoon 32. Tutkimuksessa on käytetty väritettyjä arvoja. Pikakontille ja syväkeräyssäiliölle on käytetty suurempien astioiden oletusta.

**Taulukko 32.** Joutokäynnin ja työjoutokäynnin osuuksia.

Liitos	Joutokäynti [%]	Työjoutokäynti [%]	Perustuu	Lähde
Pirkanmaa	33	67	Case-alueen havainnot 600-660 l astioille, pakkaava jäteauto	Teerioja 2009, 2 ja 42
VTT	37	63	VTT:n kehittämä jäteautosykli	Kokki 2006, 101
Pirkanmaa, Pääkaupunkiseutu	25	75	Oletus suuremmille astioille, kuten syväkeräyssäiliöille (3-5 m <sup>3</sup> ) ja Swedebox-pintakeräysastioille (6 m <sup>3</sup> ), lava-auto, tukijalkojen pystytys	Teerioja 2009, 2, 36, 42 ja 48
Syväkeräyssäiliön tyhjennyksen esittely	20	80	Esittelyvideo, yksi tyhjennys, syväkeräyssäiliö, pakkaava jäteauto	Molok Oy 2011
Göteborg, Renova AB	50	50	Renovan kehitysosaston henkilön haastatteluun	Kokki 2006, 39-40

Taulukossa 33 on esitelty kokonaisjoutokäyntiaikoja astiaa kohden. Tutkimuksessa on käytetty väritettyjä arvoja.

**Taulukko 33.** Joutokäynnin ja tyøjoutokäynnin kesto yhteensä.

Liitos	600-660 l astia [min]	Pikakontti [min]	Syväkeräyssäiliö [min]	Perustuu	Lähde
Pirkanmaa	ka 0,8 (0,5-1,5)	ka 6,8 (4,0-8,0)		Ajopäiväkirja 17.3.2008, paperi, mitattu 0,5 min tarkkuudella. Otanta: - 600 l 10 pistettä (sis. 17 tyhjennystä) - pikakontti 4 pistettä (ja tyhjennystä)	Teerioja 2009, 79
Pääkaupunkiseutu			ka 3,9 (3,0-6,0)	Ajopäiväkirja 28.5.2008, paperi, mitattu 0,5 min tarkkuudella Otanta: - syväkeräyssäiliö (1,3-5 m <sup>3</sup> ) 21 pistettä (ja tyhjennystä)	Teerioja 2009, 83
Syväkeräyssäiliön tyhjennyksen esittely			1,8	Esittelyvideo, yksi tyhjennys	Molok Oy 2011
Etelä-Karjala	ka 1,0	ka 4,3 (4 m <sup>3</sup> )		Ajonohjausjärjestelmän ajopäiväkirjasta (25.9.2013) katsottu ajoaika pisteelle, mistä on vähennetty ajoon kulunut aika (Google Maps) ja jaettu aika astiamäärällä. Keräysalueena Rautjärvi, Ruokolahti ja Taipalsaari. Tyhjennyksistä vastasi kolme kuljettajaa. Otanta: - 600-660 l 33 pistettä (sis. 53 tyhjennystä) - 4 m <sup>3</sup> 12 pistettä (sis. 14 tyhjennystä) ja - 6 m <sup>3</sup> 11 pistettä (sis. 17 tyhjennystä)	Hämäläinen 2013b

Kokonaisjoutokäynnin päästöjen laskentaan on käytetty LIPASTO-laskentajärjestelmän dieselkäyttöisten ajettavien työkoneiden (muut ajettavat dieselyökoneet) keskimääräisiä päästöjä polttoaineen kulusta kohden (Lipasto 2012b). Tämän lisäksi on huomioitu pakkaavan jäteauton joutokäyntien kulutustiedot sekä dieselin valmistuksen päästöt. Käytetyt arvot on esitelty taulukossa 34.

**Taulukko 34.** Joutokäyntien päästöjen laskentaan käytetyt arvot.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
CO <sub>2</sub>	2607	g/l	Lipasto 2012b
CH <sub>4</sub>	0,150	g/l	Lipasto 2012b
N <sub>2</sub> O	0,072	g/l	Lipasto 2012b
CO <sub>2</sub> -ekv.	2632	g/l	Laskettu
Joutokäynnin keski kulutus, diesel	3,0	l/h	Teerioja 2009, 47 ja 59
Tyøjoutokäynnin keski kulutus, diesel	5,0	l/h	Teerioja 2009, 47 ja 59
Dieselien valmistus			GaBi 6.0

Kokonaisjoutokäynnin päästöt vuodessa aluekeräyspistettä kohden ilman dieselin valmistuksen päästöjä voidaan laskea yhtälöllä:

$$\begin{aligned}
 K_{AKP} &= (h_{joutokäynti} + h_{tyøjoutokäynti})c \\
 &= (z(l_{astia}t_{astia}x_{astia}k_{astia} + l_{pika}t_{pika}x_{pika,syvä}k_{pika} + l_{syvä}t_{syvä}x_{pika,syvä}k_{syvä}) + \\
 &w(l_{astia}t_{astia}y_{astia}k_{astia} + l_{pika}t_{pika}y_{pika,syvä}k_{pika} + l_{syvä}t_{syvä}y_{pika,syvä}k_{syvä}))c,
 \end{aligned} \tag{3}$$

missä	$K_{AKP}$	= Kokonaisjoutokäynnin aiheuttamat päästöt vuodessa aluekeräyspistettä kohden [g/a/AKP]
	$h_{joutokäynti}$	= Joutokäynnin polttoaineen kulutus vuodessa [l/a]
	$h_{työjoutokäynti}$	= Työjoutokäynnin polttoaineen kulutus vuodessa [l/a]
	$z$	= Joutokäynnin keskikulutus [3,0 l/h]
	$l$	= Keräysastioiden lukumäärä aluekeräyspisteellä [-]
	$t$	= Keräysastian tyhjennyksen kokonaisjoutokäyntiaika [jäteastia 0,02 h (1,0 min), pikakontti 0,08 h (5,0 min), syväkeräyssäiliö 0,07 h (3,9 min)]
	$x$	= Keräysastian tyhjennyksen joutokäynnin osuus [jäteastia 33 %, pikakontti ja syväkeräyssäiliö 25 %]
	$k$	= Keräysastian tyhjennyskertojen määrä vuodessa [kertaa/a]
	$w$	= Työjoutokäynnin keskikulutus [5,0 l/h]
	$y$	= Työjoutokäynnin osuus [jäteastia 67 %, pikakontti ja syväkeräyssäiliö 75 %]
	$c$	= päästökerroin [CO <sub>2</sub> -ekv. 2632 g/l].
	astia	= Jäteastia
	pika	= Pikakontti
	syvä	= Syväkeräyssäiliö

Tutkimuksessa on käytetty EKJH:lta saatuja tietoja aluekeräyspisteiden jäteastioiden ja pikakonttien lukumääristä sekä tyhjennystiheyksistä (ks. liite I). Syväkeräyssäiliöitä tutkimuksen tekohetkellä ei ole tutkimusalueen aluekeräyspisteillä. (Hämäläinen 2013a.)

#### 4.3.3 Kuljetuksen päästöt: Ajo EKJH:lle ja takaisin keräysalueelle

Tutkimuksessa on laskettu ajomatkat keräysalueilta EKJH:lle Lappeenrantaan (*Hulkonmäentie 130*). Ajomatkan on oletettu alkavan kuntien lähtöpisteistä (Liikennevirasto). Tarkastelu on toteutettu samalla ajoneuvolla kuin kappaleessa 4.3.2. Erona tarkasteluun on se, että matka on toteutettu edestakaisin (ks. taulukko 35), mutta edelleen puolitäydellä (50 %) kuormalla. Tämä vastaa suunnilleen samaa kuin, jos lasketaan menomatka täydellä (100 %) kuormalla ja palumatka tyhjällä (0 %) kuormalla (LIPASTO 2009a). Kyseessä on pidemmän matkan ajo, joten tutkimuksessa on käytetty maantieajon kulutus- ja päästötietoja (ks. kappale 4.3.2).

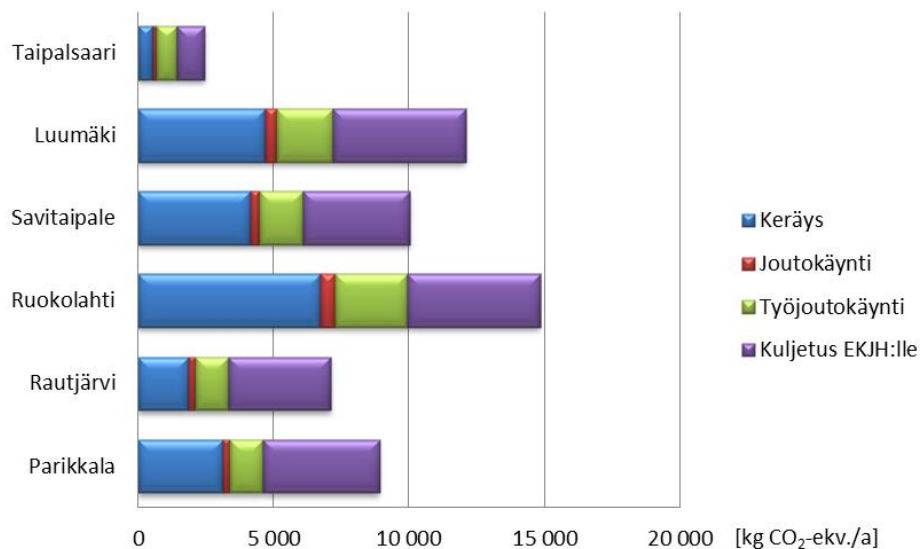
**Taulukko 35.** Ajomatkan pituudet nopeimmalla reitillä keräysalueilta EKJH:lle ja takaisin (Fonecta 2012).

	Arvo [km]
Parikkala	191
Rautjärvi	158
Ruokolahti <sup>a</sup>	101
Savitaipale	103
Luumäki	107
Taipalsaari	60

<sup>a</sup> = Käytetty myös osittain Taipalsaarelle (Kyläniementielle), sillä jätteitä kuljetetaan saaresta Ruokolahden kautta pois.

#### 4.3.4 Tulokset: Diesel (erikseen joutokäynti)

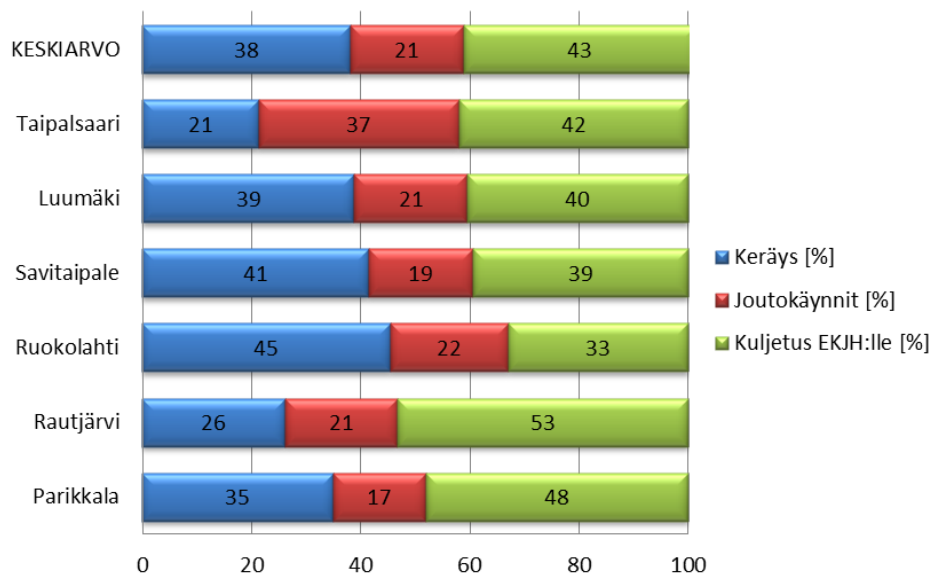
Kuvassa 55 on esitelty kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen päästöt (Euro 2 -luokalla) vuoden aikana. Kuvasta voidaan havaita Taipalsaaren keräyksen ja kuljetuksen vaikutus pienimmäksi ja Ruokolahden suurimmaksi.



**Kuva 55.** Kuivajätteen keräyksen (erikseen joutokäynti) ja kuljetuksen päästöt.

Kuvassa 56 on esitelty vielä erikseen, mikä osuus päästöistä aiheutuu keräyksestä, joutokäynneistä ja kuljetuksesta EKJH:lle. Kuvasta voidaan havaita, että

- merkittävin keräyksen vaikutus on Ruokolahdella, joka on pinta-alaltaan kunnista laajin ja jossa on eniten aluekeräyspisteitä.
- pienin keräyksen vaikutus on Taipalsaarella, jossa on viisi aluekeräyspistettä ja, jossa osan pisteiden keräysmatkat on järjestetty Ruokolahden aluekeräyspisteiden kanssa samalle reitille.
- merkittävin joutokäynnin osuus on Taipalsaarella, jossa joutokäynnin päästöt on laskettu tulevan pääosin (n. 73 %) yhdeltä pisteeltä, jossa on ympäri vuoden viisi pikakonttia ja kesäaikaan yhteensä 10 pikakonttia.
- merkittävimmät kuljetuksen vaikutukset ovat puolestaan Rautjärvellä ja Parikkalalla, joista on pisimmät kuljetusmatkat EKJH:lle.
- keräyksestä ja joutokäynnistä aiheutuu yleensä (pois lukien Rautjärvi) suuremmat kasvihuonekaasupäästöt kuin kuljetuksesta EKJH:lle.



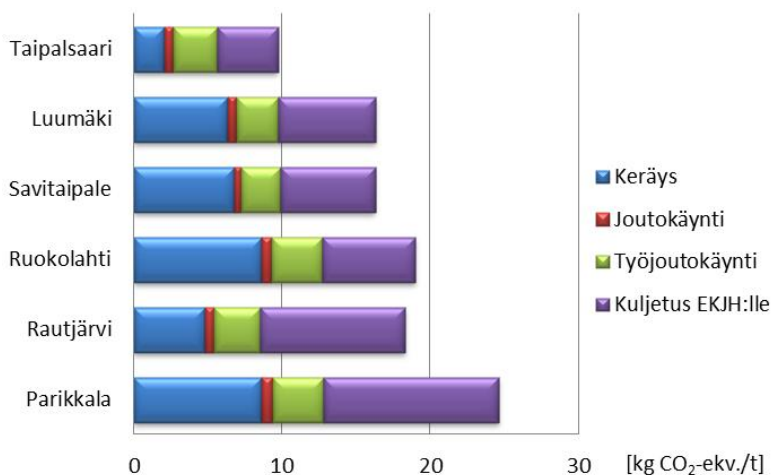
Kuva 56. Kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen osuudet päästöistä.

Osuuksien vertailuarvoja on kerätty taulukkoon 36. Siirtoajolla tarkoitetaan ajoa tyhjällä kuormalla lähtöpisteestä keräysalueelle ja täydellä kuormalla alueelta poisajoa (Teerioja 2009, 26). Siirtoajon arvoja on ajateltu voitavan verrata osuuksiin ”Kuljetus EKJH:lle”, joka sisältää myös paluun keräysalueelle. Taulukosta voidaan havaita joutokäynnin osuus pienimmäksi, kuten myös Etelä-Karjalan keskiarvossa. Siirto- ja keräysajon osalta on puolestaan vaihtelua, että kumman osuus on suurempi. Tutkimusta lähimpänä tarkasteluna voitaneen pitää Pirkanmaan (6 m<sup>3</sup> astiat) osuuksia, missä on Etelä-Karjalan keskiarvon mukaisesti keräysajon osuus siirtoajoa pienempi.

Taulukko 36. Siirto- ja keräysajon sekä joutokäynnin osuuksia Etelä-Karjalan ulkopuolella.

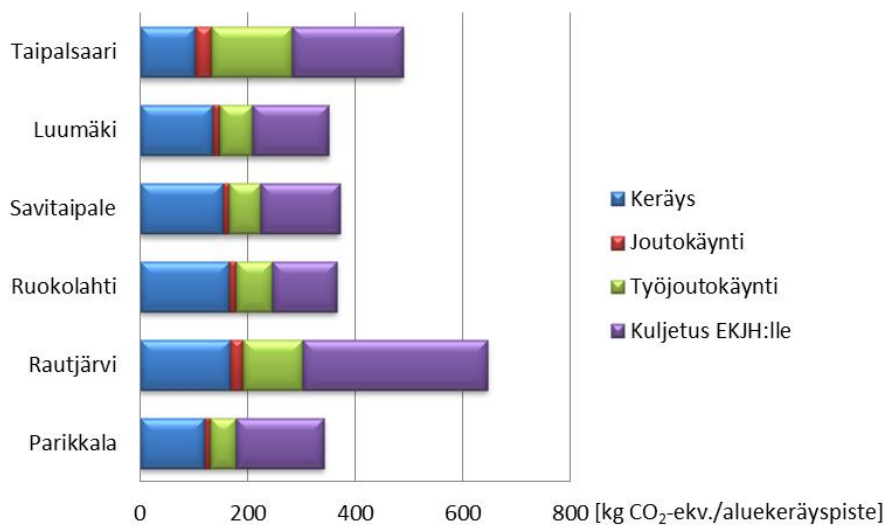
Liitos	Siirtoajo [%]	Keräysajo [%]	Joutokäynti [%]	Lähde
Pirkanmaa, paperi, aluekeräys, etäisyydet n. 1-26 km, 600-660 l astiat, pakkaava jäteauto, EURO 3	31	62	7	Teerioja 2009, 2, 47, 49 ja 79
Pirkanmaa, paperi, aluekeräys, Swedebbox-pintakeräysastiat (6 m <sup>3</sup> ), lava-auto, EURO 4	54	37	9	Teerioja 2009, 36 ja 47
Pääkaupunkiseutu, paperi, kiinteistökeräys, 600 l astiat, pakkaava jäteauto, EURO 3	25	62	13	Teerioja 2009, 59-60 ja 62
Pääkaupunkiseutu, paperi, kiinteistökeräys, syväkeräyssäiliöt (1,3-5 m <sup>3</sup> ), lava-auto, EURO 3	21	54	25	Teerioja 2009, 59 ja 62
Göteborg, Renova AB, kehitysosaston henkilön haastattelu, kaupunkialue		30-40	60-70	Kokki 2006, 39

Etelä-Karjalan päästöt on myös jaettu kultakin alueelta saadulla laskennallisella jätemäärällä (ks. kappale 3.1). Tulokset on esitetty kuvassa 57. Jätetonnin kohden Taipalsaarella on pienimmät päästöt ja Parikkalassa puolestaan suurimmat päästöt. Ruokolahdella on suurimmat keräyksen ja kuljetuksen vuosipäästöt, mutta myös suurin laskennallinen jätemäärä vuodessa, mikä tasoittaa päästöjä muihin kuntiin nähden.



**Kuva 57.** Jättemäärän vaikutus kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen päästöihin.

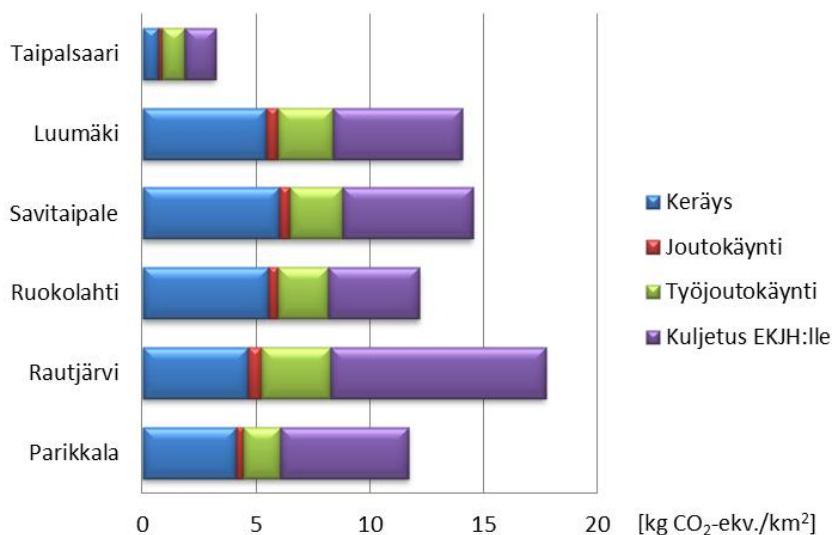
Kuvassa 58 päästöt on jaettu aluekeräyspisteiden lukumäärällä (ks. kappale 3.1). Kesäpisteet on huomioitu sen mukaan, miten monta viikkoa ne ovat vuodesta käytössä (esim. 22 vkoa on 0,4 pistettä). Suurimmat päästöt pistettä kohden on Rautjärvellä, jossa on toiseksi vähiten aluekeräyspisteitä sekä Taipalsaarella, jossa on vähiten aluekeräyspisteitä. Muiden kuntien osalta ei ole suuria eroja päästöissä pistettä kohden.



**Kuva 58.** Aluekeräyspisteiden määrän vaikutus kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen päästöihin.

Kuvassa 59 päästöt on vielä jaettu kunnan pinta-alalla (ks. kappale 3.1). Kuvan suurimmat päästöt ovat Rautjärvellä, jonka pinta-ala on kunnista pienin. Merkille pantavaa kuvassa on Taipalsaaren huomattavasti muita kuntia pienemmät päästöt pinta-alaa kohden. Kuva viittaa siihen, että Taipalsaaren asukkailla saattaa olla muita kuntia enemmän etäisyyttä lähimmälle aluekeräyspisteelle.





Kuva 59. Kunnan pinta-alan vaikutus kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen päästöihin.

Taulukossa 37 on annettu kunnille sijat, kenellä on ollut suurin (sija 6) ja kenellä pienin (sija 1) keräyksen ja kuljetuksen vuosipäästö. Samaan taulukkoon on koottu sijat, kun vaikuttavina tekijöinä ovat jätemäärä, pisteiden lukumäärä ja kunnan pinta-ala sekä on laskettu näiden keskiarvo. Keskiarvoista voidaan havaita, että vertailussa parhaiten pärjää Taipalsaari ja heikoiten Rautjärvi.

Taulukko 37. Kuntien kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen päästöjen vertailu.

	Vuosipäästö	Jättemäärän vaikutus	Aluekeräyspisteiden lukumäärän vaikutus	Kunnan pinta-alan vaikutus	Vaikutusten keskiarvo
Parikkala	3	6	1	2	<b>3,0</b>
Rautjärvi	2	4	6	6	<b>5,3</b>
Ruokolahti	6	5	3	3	<b>3,7</b>
Savitaipale	4	2	4	5	<b>3,7</b>
Luumäki	5	3	2	4	<b>3,0</b>
Taipalsaari	1	1	5	1	<b>2,3</b>

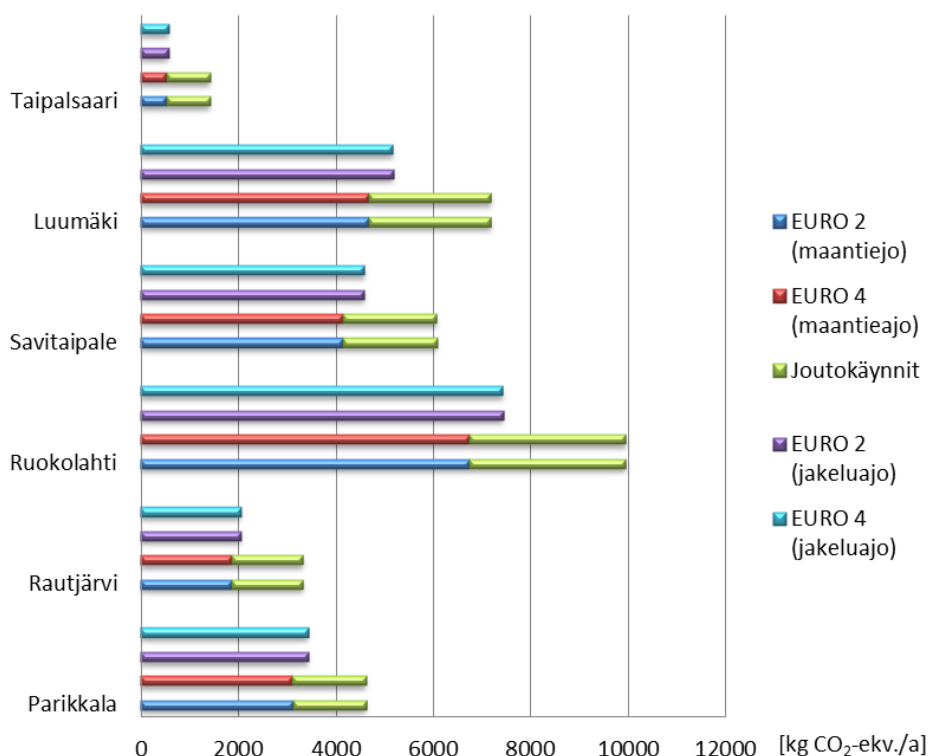
#### 4.3.5 Keräyksen päästöt ja tulokset: Diesel (sisältyy joutokäynti)

Keräyspäästöjä on tarkasteltu myös valitsemalla LIPASTO-laskentajärjestelmästä maantiejon arvojen sijasta jakeluajon arvoja. Moliis et al. (2012, 30) on käyttänyt kyseisiä arvoja ja olettanut näin huomioitavan tyhjennystyön tyhjäkäyntivaikutus kaupunkivyöhykkeellä. Arvoissa maantiejon osuus on 30 % (Lipasto 2012a). Keräykselle käytetyt arvot on esitelty taulukossa 38. CO<sub>2</sub> ja CH<sub>4</sub> -päästöt sekä dieselin kulutus ovat suuremmat kuin maantiejossa (ks. kappale 4.3.2).

**Taulukko 38.** Keräykselle (suuri jakelukuorma-auto, jakeluajo, 50 % kuorma, diesel) käytetyt arvot.

	EURO 2 [g/km]	EURO 4 [g/km]	Lähde
CO <sub>2</sub>	545	545	Lipasto 2012a
CH <sub>4</sub>	0,026	0,00071	Lipasto 2012a
N <sub>2</sub> O	0,033	0,033	Lipasto 2012a
CO <sub>2</sub> -ekv.	555,5	554,9	Laskettu
Kulutus, diesel	185	185	Lipasto 2012a
Dieselin valmistus			GaBi 6.0

Kuvassa 60 on nähtävissä kahden eri tarkastelutavan tulokset. Kuvasta voidaan havaita, että Euro 2 ja 4 -luokkien olematon ero kasvihuonekaasupäästötarkastelussa. Kuvasta voidaan myös verrata jakeluajon ja maantieajon vaikutuksia. Jakeluajon päästöt ovat odotetusti maantieajoa suuremmat. Kuvasta voidaan kuitenkin huomata, että kun tyhjennystyön joutokäynti on huomioitu erikseen maantieajon kanssa, yhteisvaikutus on suurempi kuin jakeluajossa. Kuvan perusteella jakeluajolla ei siis saada katettua kokonaisuudessaan Etelä-Karjalan aluekeräyspisteiden tyhjennykseen kuluva joutokäyntiä. Keräyksen päästöt alenevat jakeluajotarkastelulla 26–60 %. Isoin ero tuloksissa on Taipalsaarella, jossa joutokäynnin päästöjä on laskettu tulevan pääosin (n. 73 %) yhden pisteen konttien tyhjennyksestä. Pistteellä on esimerkiksi talviaikaan viisi pikakonttia, joita tyhjenetään kaksi kertaa viikossa. Yhden tyhjennyskerran joutokäynnin kestoksi on arvioitu jo 25 min (5 min/pikakontti).

**Kuva 60.** Kuivajätteen keräyksen (sis. joutokäynnit) päästöjen vertailu.

Tutkimuksen loppupuolella tuli vielä esille, että joutokäynnin kulutus olisi EKJH:n käyttämillä jäteautoilla noin 3,5 l/h (käytetty arvoa 3,0 l/h) ja työjoutokäynnin kulutus 11 l/h (käytetty

arvoa 5,0 l/h) (Huovinen 2014b). Tämä tarkoittaa, että kokonaisjoutokäynnin päästöt olisivat vielä laskettujakin päästöjä suuremmat, erityisesti tyäjoutokäynnin osalta.

#### 4.3.6 Keräyksen päästöt: Bio- ja maakaasu

Tutkimuksessa on tarkasteltu keräyksen päästöjä myös bio- ja maakaasuvaihtoehtoilla. Myös suoraruiskutteiset dieselmoottorit on muunnettavissa kaasua käyttäviksi ottomootto-reiksi (Kokki 2006, 25). Aiheutuvien päästöjen laskemiseksi on kerätty LIPASTO-laskentajärjestelmästä sekä diesel- että maakaasukäyttöisen kaupunkilinja-auton arvoja, jotka on esitelty taulukossa 39. Taulukossa on verrattu linja-auton arvoissa tapahtuvaa muutosta. Samaa muutosta on käytetty maakaasukäyttöisen kuorma-auton päästöjen laskentaan taulukossa 40. Biokaasukäyttöisen ajoneuvon päästöt on puolestaan oletettu samoiksi kuin maakaasukäyttöisen ajoneuvon päästöt, mutta CO<sub>2</sub>-päästö on oletettu bioperäiseksi. Biokaasulla saadaan näin merkittävästi vähennettyä aiheutuvia suorja kasvihuonekaasupäästöjä.

**Taulukko 39.** Diesel ja maakaasu kaupunkilinja-auton arvot (kehäväyläajo, 18 matkustajaa).

	Diesel EURO 4 [g/km]	Maakaasu EURO 4 [g/km]	Lähde	Muutos [%]
CO <sub>2</sub>	834	966	Lipasto 2012c	16
CH <sub>4</sub>	0,033	0,77	Lipasto 2012c	2233
N <sub>2</sub> O	0,030	0,032	Lipasto 2012c	7
CO <sub>2</sub> -ekv.	843,8	994,8	Laskettu	18
Kulutus, polttoaine	283	351	Lipasto 2012c	24
Polttoaineen valmistus			GaBi 6.0	

**Taulukko 40.** Keräykselle (suuri jakelukuorma-auto, maantieajo, 50 % kuorma, diesel, maa- ja biokaasu) käytetyt arvot.

	Diesel EURO 4 [g/km]	Maakaasu EURO 4 [g/km]	Biokaasu EURO 4 [g/km]
CO <sub>2</sub>	493	571	0
CH <sub>4</sub>	0,0004	0,0093	0,0093
N <sub>2</sub> O	0,033	0,035	0,035
CO <sub>2</sub> -ekv.	502,8	581,8	10,7
Kulutus, polttoaine	167	207	207
Lähde	Lipasto 2012c	Laskettu	Laskettu
Polttoaineen valmistus	GaBi 6.0	GaBi 6.0	Ks. taulukko 41

Taulukoista 39-40 on havaittavissa, että maakaasukäyttöisen ajoneuvon suorat päästöt sekä polttoainekulutus ovat dieselmoottorista ajoneuvoa suuremmat. Vastaavia tuloksia on havaittu myös aiemmissa selvityksissä. Renova AB:n ja Ecotarffic ERB AB:n vuoden 2004 neljän jättauton testauksissa (yksi dieselauto ja kolme kaasuautoa) kaasukäyttöisten autojen polttoaineen kulutukset ja CO<sub>2</sub>-päästöt olivat korkeammat kuin dieselautolla. Tämän todettiin johtuvan muun muassa kaasuautojen suuremmasta polttoaineen kulutuksesta ja näin die-

selmoottorin paremmasta hyötysuhteesta, vaikkakin kaasu tuottaa palaessaan vähemmän hiilidioksidia kuin dieselöljy. (Kokki 2006, 40–41.)

Biokaasun valmistuksen kasvihuonekaasupäästöjä on esitelty taulukossa 41. Taulukosta voidaan havaita, että syötteellä, mutta myös laskentatavalla on vaikutusta siihen, paljonko biokaasun tuotannosta aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä. Tutkimuksessa on valittu arvoksi 28 g CO<sub>2</sub>-ekv./MJ. Biokaasun lämpöarvona on käytetty 50 MJ/kg (2009/28/EY, liite III).

**Taulukko 41.** Biokaasun tuotannosta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt.

Syöte	Biokaasun tuotanto [g CO <sub>2</sub> -ekv./MJ]	Lähde
Orgaaninen yhdyskuntajäte <sup>a</sup>	23	BioGrace 2013; Nylund ja Koponen 2012, 11
Orgaaninen yhdyskuntajäte <sup>a, b</sup>	27	BioGrace 2013
Orgaaninen yhdyskuntajäte <sup>c</sup>	28	BioGrace 2013
Lietelanta <sup>a</sup>	16	BioGrace 2013; Nylund ja Koponen 2012, 11
Lietelanta <sup>a, b</sup>	26	BioGrace 2013
Lietelanta <sup>c</sup>	28	BioGrace 2013
Kuivalanta <sup>a</sup>	15	BioGrace 2013
Kuivalanta <sup>a, b</sup>	25	BioGrace 2013
Kuivalanta <sup>c</sup>	26	BioGrace 2013

<sup>a</sup> = Perustuu RES-direktiiviin 2009/28/EY uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä.

<sup>b</sup> = Perustuu direktiiviin 2009/30/EY.

<sup>c</sup> = Noudattaa JEC Well to wheels -menetelmää, jossa CH<sub>4</sub>-kerroin on 25 ja N<sub>2</sub>O-kerroin 298.

Myös joutokäyntien päästömäärissä on eroja riippuen siitä, minkälainen pakkaaja kaasu- ja dieselkäyttöisiin jäteautoihin on asennettu. Perinteisesti dieseljäteauton pakkaaja toimii auton dieselmoottorilla. Dieselauton moottoria siis kiihdytetään jäteastian tyhjennystä varten. Kaasuautoissa on puolestaan kerrottu olevan käytössä sähköakuilla toimiva pakkaaja. (Felt 2006.) Tällöin moottori ei siis pyöri lainkaan kuljettajan hakiessa jäteastioita (joutokäynnin aikana) ja kippaukseen ja jätteen tiivistykseen (työjoutokäyntiin) antaa virtaa autossa oleva akusto eli astiatyhjennys tapahtuu sähkömoottorin avulla (Felt 2006; Kokki 2006, 40 ja 94). Sähkökäyttöisen puristimen käytön on näin todettu vähentävän ajoneuvon polttoaineen kulutusta. Sähköakku latautuu moottorin käydessä. Maantieajossa on kerrottu voitavan ladata noin puolet pakkaajan työkierron aikana tarvittavasta akkuvoimasta. Loppuosan latausta varten tarvitaan verkkosähköä. (Kokki 2006, 40 ja 46.)

Suomessa on myös vertailtu kaasuauton (Mercedes Benz Econic) ja dieselautojen (Euro 3) päästöjen eroja pääkaupunkiseudulla. Päästömittaukset on toteutettu VTT:n alustadynamometrihallissa. Mittauksissa on käytetty jäteautosykliä, jossa muun muassa keskimääräinen ajonopeus oli 3 km/h, maksimi ajonopeus 35 km/h, seisonnan (sis. pakkausjaksot) osuus mittausajasta 80 % ja syklin kesto 30 min. Kaasuauton kaasumoottori sammui auton pysähtyttyä automaattisesti 30 s kuluttua. (Kokki 2006, 94–95, 99–100 ja 109.) Mittauksissa saatuja CO<sub>2</sub>- ja CH<sub>4</sub>-päästöjä on esitelty taulukossa 42. Taulukkoa tarkasteltaessa kannattaa

huomioida, että käytetty jäteautosykli eroaa Etelä-Karjalan aluekeräyspisteiden jäteautosyklistä. Etelä-Karjalassa tiedetään olevan muun muassa pidempiä ajomatkoja, mikä vaikuttaa seisonta-ajan osuuteen, mutta myös keskimääräinen että maksimi ajonopeus voidaan nähdä suuremmaksi Etelä-Karjalan haja-asutusalueilla.

**Taulukko 42.** Kaasu- ja dieseljäteauton CO<sub>2</sub>- ja CH<sub>4</sub>-päästöt.

	CO <sub>2</sub> [g/km]	CH <sub>4</sub> [g/km]	CO <sub>2</sub> -ekv. [g/km]	Muutos dieseljäteautoon [%]
Dieseljäteautot, EURO 3, pakkaaja moottorikäytöllä	4307	n. 0	4307	
Kaasujäteauto, pakkaaja moottorikäytöllä	5565	8	5764	+34
Kaasujäteauto, pakkaaja sähkökäytöllä <sup>a</sup>	3872	11	4159	-3
Lähde	Kokki 2006, 109 ja 116		Kokki 2006, 109 ja 118	Laskettu

<sup>a</sup> = Ei huomioitu akkujen latausta (Kokki 2006, 115).

Taulukosta on havaittavissa, että kun dieselautolla ja kaasautolla käytettiin pakkaajaa moottorikäytöllä, suorat CO<sub>2</sub>-päästöt olivat dieselautolla pienemmät kuin kaasautolla. Sähkökäyttöisellä jätepakkaajalla varustetussa kaasautossa suorat CO<sub>2</sub>-päästöt olivat puolestaan pienemmät kuin moottorikäyttöisellä pakkaajalla varustetulla dieselautolla. Huomioitavaa kuitenkin on, että laskelmassa ei ole huomioitu, jos akkujen lataamiseen joutuu ottamaan virtaa sähköverkosta, mikä vaikuttaa kokonaispäästöihin. Taulukosta on myös havaittavissa, että sähkökäyttöisellä jätepakkaajalla varustetulla kaasautolla tuotetaan suuremmat CH<sub>4</sub>-päästöt kuin moottorikäyttöisellä pakkaajalla varustetulla kaasautolla. Eron on arvioitu johtuvan moottoria uudelleen käynnistettäessä muodostuvasta palamattoman kaasun päästöstä. (Kokki 2006, 113 ja 116.) Suurimmat CO<sub>2</sub>-ekv.-päästöt aiheutuvat taulukon mukaisesti kaasautosta, jossa on pakkaaja moottorikäytöllä.

#### 4.3.7 Keräyksen päästöt: Uusiutuva diesel

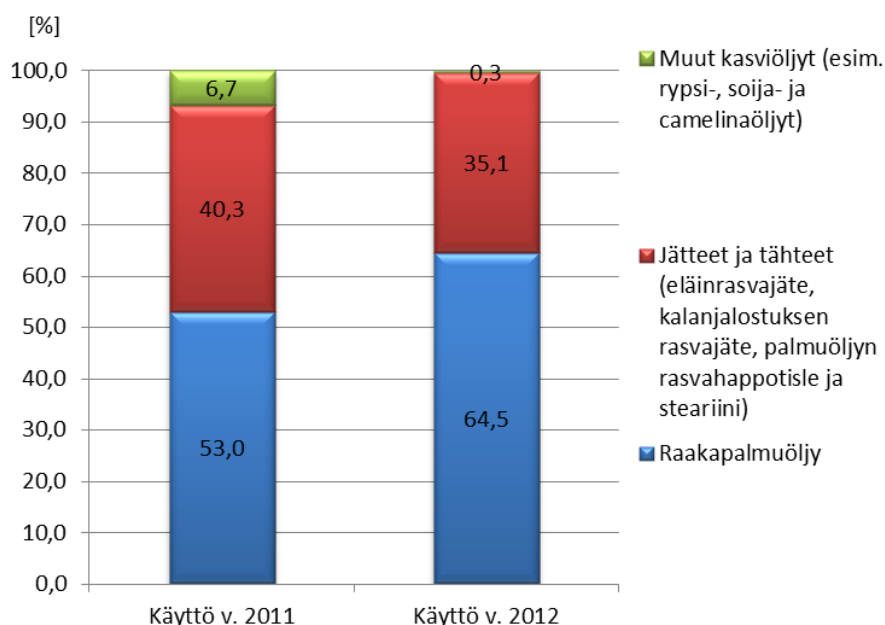
Tutkimuksessa on tarkasteltu keräyksen päästöjä myös uusiutuva diesel -vaihtoehdolla. Kuten kappaleessa 2.4.4 on kerrottu, Neste Oil Oyj:n NExBTL-dieseliä voidaan käyttää sellaiseenaan dieselmoottoreissa. Tutkimuksessa on käytetty polttoaineosuutta 100 %. Tutkimuksessa on käytetty oletuksena dieselin CH<sub>4</sub>- ja N<sub>2</sub>O-päästöarvoja sekä kulutusta (ks. kappale 4.3.2). Polttoaineen valmistuksen päästöihin vaikuttaa polttoaineen valmistukseen käytettävät raaka-aineet, kuten on nähtävissä taulukosta 43. Raaka-aineiden lisäksi vaikuttaa, miten laskenta on toteutettu.

**Taulukko 43.** Uusiutuvan dieselin tuotannon päästöt eri raaka-aineilla.

Raaka-aine	Päästö [g CO <sub>2</sub> -ekv./MJ]	Lähde
Eläinrasvat	16	Nikander 2008, 65
Palmuöljy <sup>a</sup>	22	Uusitalo et al. 2014, 110; Uusitalo 2014
Rypsiöljy <sup>a</sup>	53	Uusitalo et al. 2014, 110; Uusitalo 2014

<sup>a</sup>=Oletettu, että ei tarvetta maankäytön muutokseen.

Kuvasta 61 on nähtävissä Neste Oil Oyj:n käyttämien uusiutuvien raaka-aineiden osuudet vuosina 2011 ja 2012. Kuvasta voidaan havaita merkittävimmän osuuden olevan palmuöljyä. Kuvaa lukiessa ei huomaa sitä, että yrityksen uusiutuvien raaka-aineiden käyttö on kasvanut (0,83 Mt:sta 2,1 Mt:iin) ja myös jätteiden ja tähteiden käyttömäärä on kasvanut vuodesta 2011 (0,3 Mt:sta 0,7 Mt:iin), kun taas muiden kasviöljyjen käyttömäärä ja osuus on pienentynyt. Käytettäviin raaka-aineisiin vaikuttaa muun muassa raaka-aineen saatavuus, hinta sekä sertifioitavuus. (Neste Oil Oyj\_h.)



**Kuva 61.** Neste Oil Oyj:n uusiutuvien raaka-aineiden käyttö vuonna 2011 ja 2012 (Neste Oil Oyj\_h).

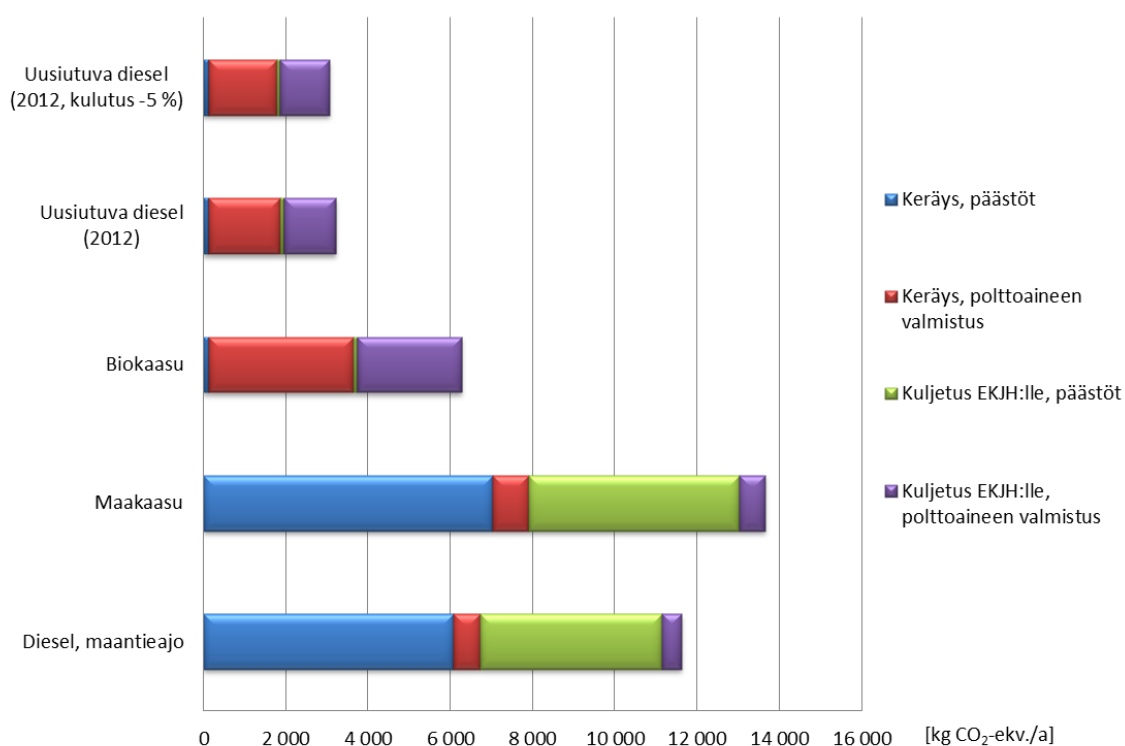
#### 4.3.8 Tulokset: Diesel ja vaihtoehtoiset polttoaineet (ei joutokäyntiä)

Polttoaineiden vertailualueeksi valittiin Ruokolahti, jossa on suurimmat keräyksen ja kuljetuksen päästöt. Kuvasta 62 on nähtävissä lasketut kasvihuonekaasupäästöt ilman joutokäyntejä seuraaville tapauksille:

- **Diesel:** Vertailuna mukana
- **Maakaasu:** Arvioitu arvot bussien päästöjen avulla
- **Biokaasu:** Valittu syötteenä orgaaninen yhdyskuntajäte

- **Uusiutuva diesel (2012):** Käytetty Neste Oil Oyj:n uusiutuvien raaka-aineiden käyttöosuuksia vuodelta 2012. Oletettu, että rypsi- ja palmuöljyä varten ei ole tapahtunut maankäytön muutosta.
- **Uusiutuva diesel (2012, kulutus -5 %):** Vuoden 2012 Neste Oil Oyj:n uusiutuvien raaka-aineiden käyttöosuuksien lisäksi on oletettu, että polttoainekulutus on 5 % pienempi kuin dieselillä, sillä polttoaineen kulutuksen on kerrottu olevan 1-5 % dieseliä pienempi (Neste Oil Oyj\_e).

Uusiutuvan dieselin lämpöarvona on käytetty 44 MJ/kg (Uusitalo et al. 2014, 108). Arvo on hieman dieselin lämpöarvoa korkeampi ja eroaa näin Motivan (2012g) ilmoittamasta uusiutuvan dieselin lämpöarvosta (ks. kappale 2.4.5). Päästöissä tapahtuvaa muutosta on verrattu dieseliin taulukossa 44.



**Kuva 62.** Ruokolahden keräyksen ja kuljetuksen päästöt ilman joutokäyntejä vaihtoehtoisilla polttoaineilla.

**Taulukko 44.** CO<sub>2</sub>-ekvivalenttipäästöissä tapahtuva muutos dieseliin verrattaessa.

	Maakaasu	Biokaasu	Uusiutuva diesel (2012)	Uusiutuva diesel (2012, kulutus -5 %)
Muutos dieseliin verrattuna [%]	+ 17	- 46	- 72	- 74

Kuvasta (ja taulukosta) voidaan havaita, että

- fossiilisten polttoaineiden kasviuonekaasupäästöt ovat suuremmat kuin biopolttoaineiden.
- maakaasun kokonaisCO<sub>2</sub>-ekvivalenttipäästö on dieseliä suurempi, mutta samaan aikaan tulee tiedostaa, että tutkimus on rajattu ainoastaan kasviuonekaasupäästöihin, eli mukana ei ole esimerkiksi pienhiukkasia, ja lähtökohtana on käytetty LIPAS-

TO-laskentajärjestelmän bussin polttoainemuutoksen suhdetta, mikä tuo osaltaan epävarmuutta tuloksiin.

- biopolttoaineiden valmistuksesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ovat suuremmat kuin fossiilisilla polttoaineilla, minkä voidaan nähdä johtuvan esim. biopolttoaineiden suuremmasta prosessointitarpeesta.
- käytön (keräyksen ja kuljetuksen) kasvihuonepäästöt ovat huomattavan alhaiset biopolttoaineilla, koska CO<sub>2</sub>-päästön kerroin on laskennassa nolla (CO<sub>2, bio</sub>).
- siirtymällä bioperäisiin polttoaineisiin voidaan vähentää Ruokolahden aluekeräyspisteiden keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskasvihuonekaasupäästöjä 46–74 %. Uusiutuvan dieselin muutoksen (72–74 %) voidaan nähdä olevan samaa luokkaa kuin mitä Neste Oil on ilmoittanut vähenemäksi (45–91 %, riippuen käytettävästä raaka-aineesta) (Neste Oil Oyj\_h).

Kuvaa ja taulukkoa lukiessa tulee kuitenkin huomioida, että

- laskennassa ei ole huomioitu pakkaajan vaikutusta.
- biopolttoaineiden valmistuksen päästöihin vaikuttaa merkittävästi, minkälaisista raaka-aineista polttoaine on valmistettu. Esimerkiksi, jos uusiutuva diesel valmistettaisiin palmuöljystä, jonka viljelyä varten on tehty maan käytön muutoksia, fossiilinen diesel voisi olla uusiutuvaa dieseliä parempi vaihtoehto kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta (Uusitalo et al. 2014, 110).
- biopolttoaineiden valmistuksen päästöjen laskentatavoissa on eroja, esim. millä tavalla päästöjä on allokoitu, minkälaisia olettamuksia on tehty ja mitä tarkasteluun on sisällytetty.

#### 4.4 Skenaario 0: Kuivajätteen loppusijoitus - EKJH, Lappeenranta

Kaatopaikalta biohajoavista jakeista vapautuva CH<sub>4</sub> lasketaan kasvihuonepäästökseksi. Biohajoavista jakeista vapautuva CO<sub>2</sub> lasketaan puolestaan ilmastonmuutoksen kannalta neutraaliksi. Jakeista vapautuva CH<sub>4</sub> määrä voidaan laskea seuraavalla yhtälöllä:

$$L_o = MCF \cdot DOC \cdot DOC_f \cdot F \cdot 16/12, \quad (4)$$

missä

- $L_o$  = CH<sub>4</sub> tuottopotentialiaali [Gg<sub>CH4</sub>/Gg<sub>jäte</sub>]
- MCF = Kaatopaikan tyypistä riippuva korjaustekijä (1, hoidettu kaatopaikka) [-]
- DOC = Degradable organic carbon, biokemiallisesti hajoavan orgaanisen hiilen osuus jätteestä [Gg<sub>C</sub>/Gg<sub>jäte</sub>]
- DOC<sub>f</sub> = Kaatopaikkakaasuksi muuttuvan DOC:n osuus (50 m-%) [m-%]
- F = CH<sub>4</sub> osuus kaatopaikkakaasusta (50 %) [%]
- 16/12 = Molekyylipainojen suhde, CH<sub>4</sub>/C [-] (EKJH 2013a, 19; Arnold 2010, 4; Petäjä 2007; IPCC 2006; 3.9; Tuhkanen 2002, 17–20).



Taulukosta 45 on nähtävissä eri jätelajien jakautuminen biohajoavaan ja inerttiin jakeeseen sekä jätelajien DOC-osuudet sekä CH<sub>4</sub>-tuottopotentialit. CH<sub>4</sub> tiheytenä on käytetty 0,72 kg/m<sup>3</sup> (Seppänen et al. 1999, 78).

**Taulukko 45.** Eri jätelajien jakautuminen biohajoavaan ja inerttiin jakeeseen sekä niiden DOC-osuudet ja CH<sub>4</sub> tuottopotentialit.

Jätelajit	Biohajoava	Inertti	DOC [m-%]	L <sub>0</sub> [Gg <sub>CH4</sub> /Gg <sub>jäte</sub> ]	L <sub>0</sub> [m <sup>3</sup> <sub>CH4</sub> /t <sub>jäte</sub> ]
Biojäte <sup>a</sup>	X		16	0,05	74
Kaatopaikkajäte		X	0		
Keräyspahvi, -kartonki ja -paperi	X		40	0,13	185
Lasi		X	0		
Metalli		X	0		
Muovi		x	0		
Kierrätyskelvoton polttokelpoinen jäte (tekstiilit) <sup>b</sup>	X		40	0,13	185
Muu polttokelpoinen jäte (vaipat ja kuukautissiteet) <sup>a</sup>	X		16	0,05	74
Ongelmajäte		X	0		
SER		X	0		
Lähde	Petäjä 2007	Petäjä 2007	Petäjä 2007	Laskettu	Laskettu

<sup>a</sup> = Eloperäinen (Petäjä 2007).

<sup>b</sup> = Teirasvuon lisälajittelusta otettujen kuvien perusteella jae sisältää pääasiassa tekstiilejä (Teirasvuon 2011b).

Raportin kirjoitushetkellä Kukkuroinmäen kaatopaikkakaasun määrää seurataan (Virtanen 2013). Tarkkailutulosten pohjalta asian tullessa ajankohtaiseksi EKJH:n tulee tehdä suunnitelma kaatopaikkakaasun keräyksestä ja käsittelystä. Mikäli kaasua muodostuu niin paljon, että sen käsittely on kannattavaa, tulee kaasu johtaa pois hallitusti ja ohjata hyötykäyttöön. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2001, 28.) Tutkimuksessa on tarkasteltu kaatopaikkaa koko sen eliniältään. Kyseisessä tarkastelussa ei ole vaikutusta jätteen penkkasijoituksen ajankohdalla. Kaatopaikalta aiheutuvien päästöjen laskennassa on käytetty taulukossa 46 esiteltyjä arvoja. Tutkimuksessa on siis tehty oletus, että kaatopaikalle tulee soihdu, jolle saadaan ohjattua 75 % kaatopaikkakaasusta.

**Taulukko 46.** Päästöt kaatopaikalta.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
Kaatopaikkakaasu, talteen	75 (50-95)	%	EPA 2008, 79
CH <sub>4</sub> , jäljelle jäävästä hapettuu pintakerroksessa	36	%	Chanton et al. 2009, 654
CH <sub>4</sub> , vapautuva	16	%	Laskettu
Kaatopaikkajyrän kulutus, diesel	0,76	l/t <sub>kuivajäte</sub>	Virtanen 2013
Dieselin valmistus			GaBi 6.0
Jyvä, CO <sub>2</sub>	2607	g/l	Lipasto 2012b
Jyvä, CH <sub>4</sub>	0,14	g/l	Lipasto 2012b
Jyvä, N <sub>2</sub> O	0,068	g/l	Lipasto 2012b
Soihdun käsittelytehokkuus, CH <sub>4</sub>	99	%	Niskanen et al. 2013, 68

## 4.5 Skenaario 1: Kuivajätteen energiahyötykäyttö

### 4.5.1 Siirtokuormausasema - EKJH, Lappeenranta

Kukkuroinmäen jätekeskukselle saapuvat pakkaavat jäteautot punnitaan, minkä jälkeen jätteet kipataan. Vielä kesällä 2013 jätteet kipataan asfalttikentälle, josta ne lastataan kauha-kuormaajalla täysperävaunurekan kyytiin. (Virtanen 2013.) Jätekeskukseen on tulossa siirtokuormausasema (EKJH 2012b). EKJH on kilpailuttanut kesällä 2013 jätteenkäsittelykenttien rakentamisen ja kevyen teräsristikkorunkoisen PVC (polyvinyylikloridi) -katteisen hallin suunnittelun ja rakentamisen. (HILMA 2013.) Lastauksesta aiheutuvien päästöjen laskennassa on käytetty liitteessä II esiteltyjä arvoja.

### 4.5.2 Kuljetus EKJH:lta energiahyötykäyttöön

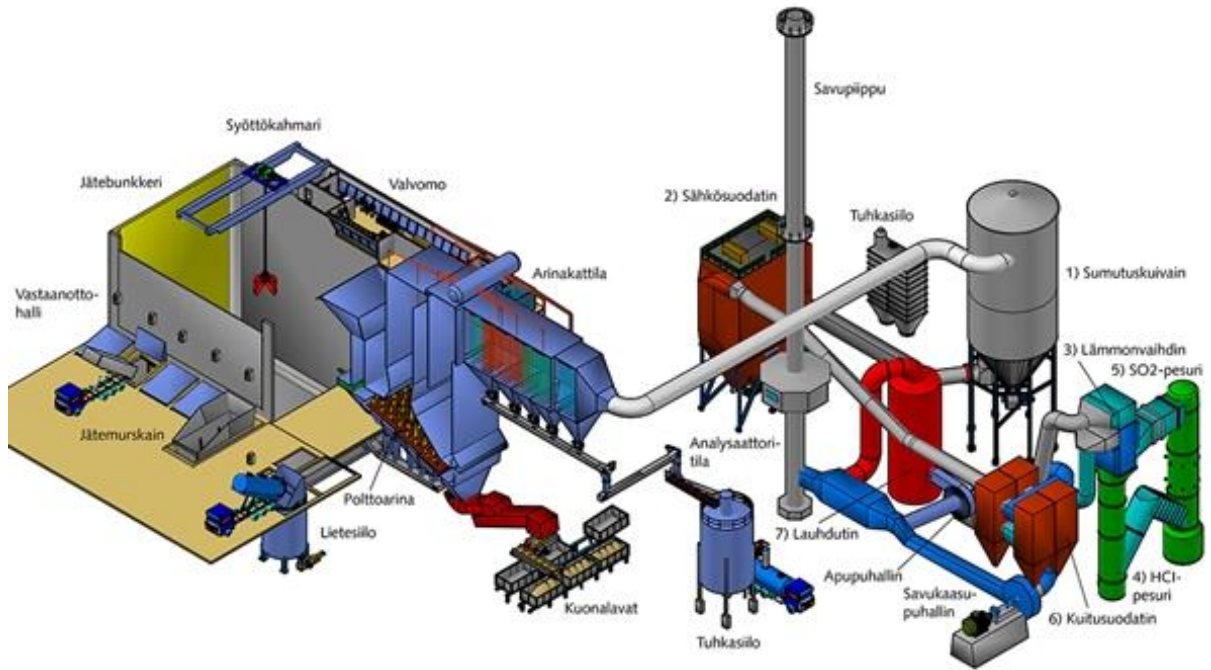
Kuivajätteen kuljetus siirtokuormausasemalta energiahyötykäyttöön tapahtuu täysperävau-nuyhdistelmällä, jonka Euro-luokka on vähintään Euro 4. Yhteen kuormaan lastataan noin 33 t kuivajätettä. (Virtanen 2013.) Yhdistelmän kokonaismassa on 60 t (Pöllänen 2013). Kuljetus siirtokuormausasemalta energiahyötykäyttöön on huomioitu yhteen suuntaan maantieajona (Moliis et al. 2012, 32). Tämä sen takia, että ajoneuvo ei tee paluuajoa tyhjällä kuormalla (Pöllänen 2013). Tarkasteluun on valittu LIPASTO-laskentajärjestelmästä täysperävau-nuyhdistelmä (Lipasto 2012a). Kuorma on täsmätty vastaamaan todellista kuormaa (noin 33 t). Laskennassa käytetyt arvot on esitelty liitteessä II. Etäisyydet siirtokuormausasemalta energiahyötykäyttöön eri skenaarioissa on esitelty taulukossa 47.

**Taulukko 47.** Etäisyydet EKJH:lta energiahyötykäyttöön (Fonecta 2012).

	Etäisyys [km]
Ekokem Oy Ab, Riihimäki	221
Kotkan Energia Oy, Kotka	118
Riikinvoima Oy, Leppävirta	212

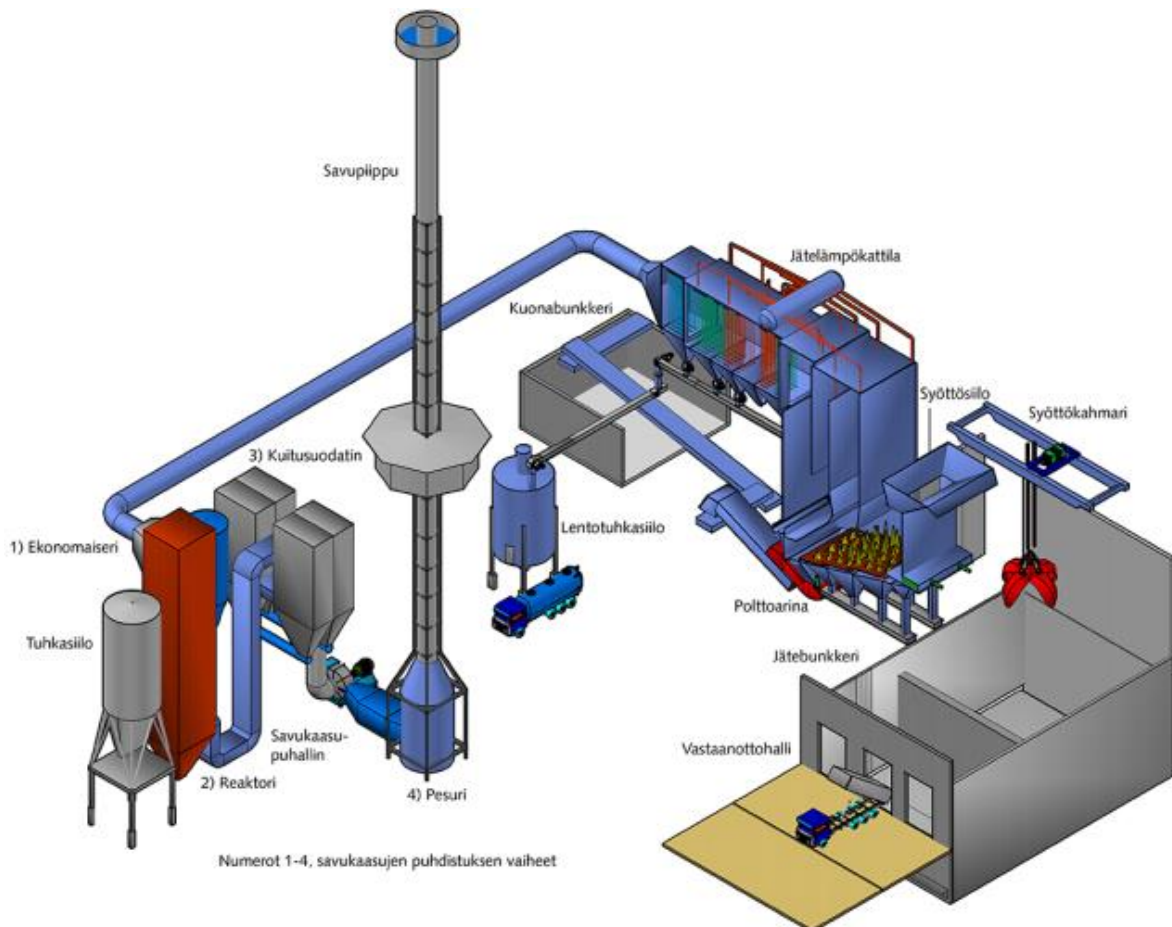
### 4.5.3 Skenaario 1.1: Kuivajätteen energiahyötykäyttö - Ekokem Oy Ab, Riihimäki

Riihimäellä (*Kuulojankatu 1*) on Ekokem Oy Ab:n kaksi arinatekniikkaan perustuvaa jätevoim-alaa, joissa molemmissa poltetaan syntypaikkalajiteltua kuivajätettä ja erilaisia teollisuus-jätteitä. Jätevoimala 1 (55 MW), joka on esitelty kuvassa 63, valmistui vuonna 2007. Jätevoimala 2 (35 MW), joka on esitelty kuvassa 64, valmistui puolestaan vuonna 2012 ja se sijaitsee jätevoimalan 1 välittömässä läheisyydessä. (Ekokem Oy Ab\_b.)



Numerot 1–7, savukaasujen puhdistuksen vaiheet

Kuva 63. Ekokem Oy Ab:n Riihimäen jätevoimala 1 (Ekokem Oy Ab\_b).



Numerot 1–4, savukaasujen puhdistuksen vaiheet

Kuva 64. Ekokem Oy Ab:n Riihimäen jätevoimala 2 (Ekokem Oy Ab\_b).

Tuodut kuivajätteet ohjataan jätebunkkereihin (Ekokem Oy Ab\_b). Arinapolttotekniikka ei edellytä jätteen esikäsitteilyä (Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2010, 12). Kattilastoista muodostuva korkeapainehöyry johdetaan laitosalueen yhteiseen höyryverkkoon ja jalostetaan kaukolämmöksi ja sähköksi (Ekokem Oy Ab\_b). Energiaa hyödynnetään laitoksen omiin tarpeisiin sekä Riihimäen ja Hyvinkään kaukolämpötarpeisiin. Mikäli jätevoimala 2 olisi jäänyt toteuttamatta, olisi tarvittava energia tuotettu todennäköisesti maakaasulla, öljyllä tai mahdollisesti kiinteällä polttoaineella. (Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2010, 7 ja 22.) Loppuvuodesta 2013 jätteenpolton energiatehokkuuden on kerrottu kasvavan, kun käyttöön otetaan kaksi lämpöpumppua. Tämän on kerrottu vähentävän fossiilisista polttoaineista lähinnä maakaasun käyttöä, joka tutkimuksessa on näin ollen valittu korvattavaksi polttoaineeksi. (Ekokem Oy Ab 2013b.) Laskennassa käytetyt tiedot energiahyötykäytölle Riihimäellä on esitelty taulukossa 48. Taulukon arvoja lukiessa tulee huomioida, että vuosittainen kokonaishyötysuhde perustuu jätevoimaloiden ja rumpu-uunien energiantuotantoon.

**Taulukko 48.** Kuivajätteen energiahyötykäyttö Riihimäellä v. 2013.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
Jättemäärä (1-12/2013)	318 581	t/a	Ekokem Oy Ab 2014
Sähköntuotanto	106	GWh	Ekokem Oy Ab 2014
Kaukolämmön tuotanto	457	GWh	Ekokem Oy Ab 2014
Jätteen lämpöarvo	10	MJ/kg	Laskettu; Ekokem Oy Ab 2010, 33 ja 35
Jätteen energiamäärä	884	GWh	Laskettu
Vuosittainen kokonaishyötysuhde	64	%	Laskettu
Sähkön vuosihyötysuhde	12	%	Laskettu
Sähkö, oma tarve	0,29	MJ/kg	Myllymaa et al. 2008a, 45
<b>HYVITYKSET</b>			
Sähkö: Keskimääräinen sähkön tuotanto Suomessa			GaBi 6.0
Lämpö: Maakaasu			GaBi 6.0; Ekokem Oy Ab 2013b

#### 4.5.4 Skenaario 1.2: Kuivajätteen energiahyötykäyttö - Kotkan Energia Oy, Kotka

Kotkan Energia Oy:llä on arinatekniikkaan perustuva jätteenpolttolaitos Kotkassa (*Hyötytie 100*). Laitos on nähtävissä kuvassa 65. Laitos valmistui vuonna 2008 ja pääasiallinen polttoaine on kierrätykseen kelpaamaton yhdyskuntajäte. Kaakkois-Suomen Hankintarengas on tehnyt sopimuksen syntypaikkalajitellun yhdyskuntajätteen polton hankinnasta 15 vuoden ajan Kotkan Energia Oy:n jätteenpolttolaitokselta. Kaakkois-Suomen Hankintarenkaaseen kuuluvat Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy, Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy, Kymenlaakson Jäte Oy sekä Metsäsairila Oy. (Kaakkois-Suomen Hankintarengas 2012.)



Kuva 65. Kotkan Energia Oy:n jätevoimala (Kotkan Energia Oy\_b).

Laitokselle saapuva kuivajäte ohjataan suoraan vastaanottotaskuun (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2004, 3-4). Tuotoksena laitokselta saadaan sähköä, prosessihöyryä ja kaukolämpöä Karhulan alueelle (Kotkan Energia Oy\_a). Tuotetulla energialla voidaan korvata alueella maakaasun ja polttoöljyn käyttöä (Markkanen 2011). Tutkimuksessa on valittu korvattavaksi polttoaineeksi maakaasu. Laskennassa käytetyt tiedot energiahyötykäytölle Kotkassa on esitelty taulukossa 49.

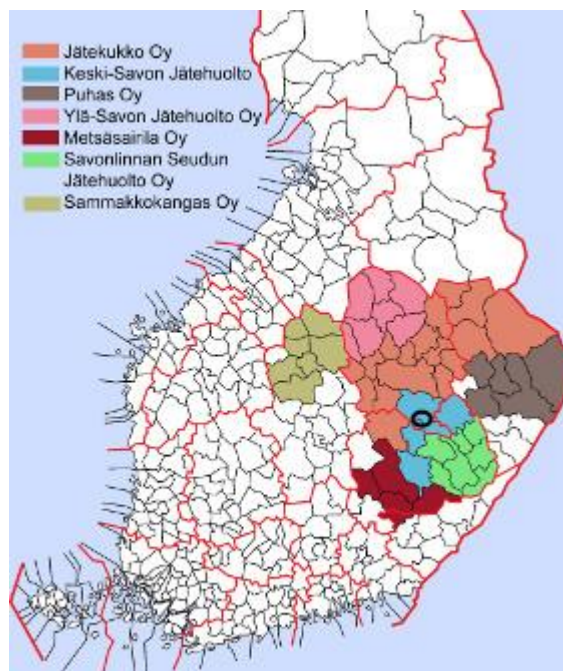
Taulukko 49. Kuivajätteen energiahyötykäyttö Kotkassa v. 2012.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
Jättemäärä	105 612	t/a	Kotkan Energia Oy 2013, 15
Polttoaineen energia (jäte + tukipolttoaine), arvio	260	GWh	Markkanen 2013a
Vuosittainen sähköntuotanto	26	GWh	Kotkan Energia Oy 2013, 15
Vuosittainen käytetty teollisuushöyry	89	GWh	Kotkan Energia Oy 2013, 32
Vuosittainen käytetty kaukolämpö	62	GWh	Kotkan Energia Oy 2013, 15
Vuosittainen kokonaisyötysuhde	68	%	Laskettu
Sähköntuotannon vuosiyötysuhde	10	%	Laskettu
Sähkö, oma tarve	0,29	MJ/kg	Myllymaa et al. 2008a, 45
<b>HYVITYKSET</b>			
Sähkö: Keskimääräinen sähkön tuotanto Suomessa			GaBi 6.0
Höyry ja lämpö: Maakaasu (ja polttoöljy)			GaBi 6.0; Markkanen 2011

#### 4.5.5 Skenaario 1.3: Kuivajätteen energiahyötykäyttö - Riikinvoima Oy, Leppävirta

Tutkimuksen tekohetkellä vuonna 2014 Varkauden rajalle Leppävirrälle on suunnitteilla Riikinvoima Oy:n jätteenpolttolaitos (Riikinvoima Oy 2014). Laitos on tarkoitus sijoittaa Riikinnevan jätelaitoksen (Riikinnevantie 153, Leppävirta) alueelle (ÅF-Consult Oy 2012, 35). Laitoshanke on seitsemän kunnallisen jäteyhtiön (ks. kuva 66) ja Varkauden Aluelämpö Oy:n yhteinen hanke. Laitos on saanut ympäristöluvan 2013, mutta siitä on tehty yksi valitus. Laitoksen rakennustyöt oli tarkoitus aloittaa vuoden 2014 alkupuolella, jolloin laitoksen luovutus piti tapahtua vuoden 2015 lopussa. Keväällä 2014 on kuitenkin ilmoitettu laitoksen to-

teutuksen siirtyvän noin puolella vuodella eteenpäin kokonaislaitoksen uudelleen kilpailut-  
tamisen vuoksi. (Riikinvoima Oy 2014.)



**Kuva 66.** Leppävirran jätteenpolttolaitoshankkeessa mukana olevat jätteyhtiöt ja laitoksen suunniteltu paikka (Riikinvoima Oy 2013, muokattu).

YVA-selostuksen perusteella laitoksen esikäsittelyssä jäte murskataan ja metallit ja muut palamattomat kappaleet poistetaan. Magneettiset metallit erotellaan polttoaineesta magneetilla ja ei-magneettiset metallit (esim. alumiini) pyörrevirtaerottimella. (ÅF-Consult Oy 2012, 44.) Tutkimuksen tekohetkellä on kuitenkin vielä avoinna, että erotellaanko metallit yhdessä vai kahdessa vaiheessa murskauksen jälkeen (Räsänen 2013). Esikäsittelystä saadaan kuitenkin poistuviksi virroiksi murskaamaton ja pääosin palamaton rejekti ja metallit (ÅF-Consult Oy 2012, 50).

Kattilatyypinä on esitelty leijupetikattila (Riikinvoima Oy 2013). Laitokselta on ilmoitettu tuotettavan kaukolämpöä ja sähköä. Polttoainemääräksi on ilmoitettu noin 145 000 t/a ja enintään 170 000 t/a, jota lukua on käytetty laitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (YVA-selostuksessa). (Riikinvoima Oy 2013; ÅF-Consult Oy 2012, 3.) Laitoksen sähkön ja lämmön osuuksina on käytetty taulukossa 50 esitettyjä leijukattilan arvoja. Polttoaineen energia on YVA-selostuksen perusteella arinakattilavaihtoehtoa suurempi, koska jäte esikäsitellään ennen polttoa (ÅF-Consult Oy 2012, 24). Tutkimuksessa on käytetty arvoja 16,3 MJ/kg ja  $\text{CO}_{2,\text{foss.}}$  694 kg/t<sub>jäte</sub>. Laitosten kokonaishyötysuhteiksi tulee taulukon arvoilla noin 87 % leijukattilalle ja noin 85 % arinakattilalle. Todellisuudessa kuitenkin erityisesti kesäisin kaukolämmön tarve on tuotettua lämpö määrää pienempi ja tällöin tuotettua lämpöä on jäädytettävä ja tämä alentaa laitosten vuositason kokonaishyötysuhteita. (ÅF-Consult Oy 2012, 116-117.) Prosessisähkön oma tarpeena on käytetty 0,34 MJ/kg (Myllymaa et al. 2008a, 48).

**Taulukko 50.** Kuivajätteen oletettu energiahyötykäyttö Leppävirralla (ÅF-Consult Oy 2012, 24).

	LEIJUKATTILA		ARINAKATTILA	
	Energia [GWh/a]	Osuus [%]	Energia [GWh/a]	Osuus [%]
Polttoaineen energia	527		496	
Vuosittainen sähköntuotanto	136	26	122	25
Vuosittainen kaukolämmöntuotanto	210	40	210	42
Vuosittainen jäähdytettävä lämpö	114	22	91	18
Vuosittainen kokonaishyötysuhde		66		67

Varkauden Aluelämpö Oy on vuonna 2012 ostanut 193 GWh kaukolämpöä. Kaukolämmöstä 93,5 % on ostettu Stora Enso Oyj:n voimalaitokselta Varenso Oy:ltä ja loppuosa (noin 13 GWh, 6,5 %) on tuotettu raskaalla polttoöljyllä. (Varkauden Aluelämpö Oy 2013.) Lämmön-toimitussopimus Stora Enso Oy:n kanssa päättyy vuonna 2015, joten jätteenpolttolaitoksella voidaan turvata Varkauden kaukolämmön tuotanto. Muina vaihtoehtoina kaukolämmön tuottamiseksi on mainittu sopimuksen uusiminen Stora Enso Oy:n kanssa ja kaupungin oman, pääosin biopolttoaineita käyttävän, voimalaitoksen rakentaminen. (ÅF-Consult Oy 2012, 21 ja 37.) Hyvitysten laskennassa on oletettu uusittavan sopimus Stora Enson kanssa.

Stora Enson myymä lämpö voidaan olettaa tuotettavan lämmityskaudella kattilalla 6 (K6). Valtaosa tuotetusta lämmöstä menee kuitenkin tehtaan omiin tarpeisiin. Tutkimuksessa on käytetty tietoja kattilan 6 polttoainejakaumasta ajalta 1-8/2013. Tutkimuksessa ei ole huomioitu kattilan 6 seisona-aikaa, jolloin kesäajan pienempi lämpömäärä tuotetaan kattilalla 7, ja raskasta polttoöljyä, jota käytetään pieniä määriä kattilan ylösajo/lämmitysvaiheessa. (Ursin 2013a.) Hyvitysten laskennassa käytetyt arvot on esitelty taulukossa 51 (huomioitu osuudet 6,5 % ja 93,5 %).

**Taulukko 51.** Hyvitykset kuivajätteen poltolle Riikinvoima Oy:n jätteenpolttolaitoksella.

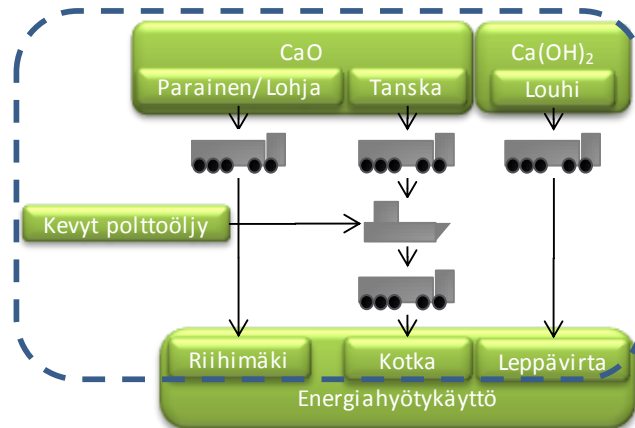
	Arvo	Yksikkö	Lähde
<b>SÄHKÖ</b>			
Suomen keskimääräinen sähkön tuotanto			GaBi 6.0
<b>LÄMPÖ</b>			
Raskaspolttoöljy (Varkauden Aluelämpö Oy)	6,5	%	Varkauden Aluelämpö Oy 2013
Raskaalla polttoöljyllä tuotettu lämpö (FI) <sup>a</sup>			GaBi 6.0
Biopolttoaineet (Stora Enso, Varkaus, K6)	72,1	%	Laskettu; Ursin 2013a; Ursin 2013b
Kiinteällä biomassalla tuotettu lämpö (FI) <sup>b</sup>			GaBi 6.0
Muovijätteet (Stora Enso, Varkaus, K6)	19,1	%	Laskettu
Muovijäte, CO <sub>2</sub> , foss.	74,1	kg/GJ	Tilastokeskus 2013
Muovijäte, oletushapetuskerroin	0,99	-	Tilastokeskus 2013
Kivihiihi (Stora Enso, Varkaus, K6)	2,3	%	Laskettu; Ursin 2013a; Ursin 2013b
Kivihiihellä tuotettu lämpö (FI) <sup>b</sup>			GaBi 6.0
Hyötysuhde, lämmöntuotanto (1-8/2013, Stora Enso, Varkaus, K6)	88,6	%	Laskettu; Ursin 2013a; Ursin 2013b

<sup>a</sup> = Sisältää raakaöljyn tuotannon, kuljetuksen, jalostuksen, voimalaitoksen rakentamisen, polton päästöt jne. (GaBi).

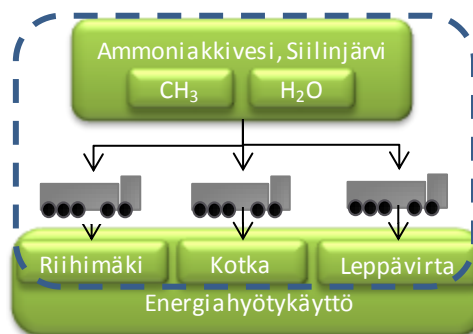
<sup>b</sup> = Sisältää polttoaineen tuotannon, kuljetuksen, voimalaitoksen rakentamisen, polton päästöt jne. (GaBi).

#### 4.5.6 Polton apuaineet

Tutkimuksessa on huomioitu polton apuaineet kalkki ja ammoniakki. Kalkin ja ammoniakki-veden mallinnetut elinkaaret on esitetty kuvissa 67 ja 68. Laskennassa käytetyt arvot on esitelty puolestaan taulukoissa 52 ja 53. Kuljetuspäästöjen laskentaan on käytetty LIPASTO-laskentajärjestelmästä puoliperävaunuyhdistelmää, jonka kokonaismassa 40 t (Lipasto 2012a). Kuljetukset on huomioitu yhteen suuntaan täydellä kuormalla (25 t, Euro 4). Laskennassa käytetyt arvot on esitelty liitteessä II.



Kuva 67. Kalkin mallinnetut elinkaaret.



Kuva 68. Ammoniakkiveden mallinnetut elinkaaret.



Taulukko 52. Kalkin päästöt.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
<b>RIIHIMÄKI</b>			
Kulutus, kalsiumoksidi (CaO)	365	t	Monni 2010, 8
Jättemäärä	71 195	t	Monni 2010, 12
Kulutus, kalsiumoksidi (CaO)	<b>5,1</b>	kg/t	Laskettu
Kuljetusmatka, Parainen/ Lohja	134	km	Monni 2010, 11; Fonecta 2012
<b>KOTKA</b>			
Kulutus, CaO	60	kg/h	Mickos 2011, 44 ja liite 4
Käyttöaika	8000	h/a	Mickos 2011, 44
Jättemäärä	90 000	t/a	Kotkan Energia Oy 2011, 3
Kulutus, CaO	<b>5,3</b>	kg/t	Laskettu
Toimittaja Lhoist			Mickos 2011, 24
Lhoist, kalkkiasema Kotkassa, Mussalon satama	12,5	km	Piesanen 2010, 6; Fonecta 2012
Oletettu, että CaO tulee Tanskasta			Lhoist 2010, 2
Laivamatkan pituus	1000	km	Oletus
Päästöt, merimatka			GaBi 6.0
Kuljetusmatka, Tanska	5	km	Oletus
<b>LEPPÄVIRTA</b>			
Kulutus, CaO, Ca(OH) <sub>2</sub> tai NaHCO <sub>3</sub>	700-3000	t/a	ÅF-Consult Oy 2012, 52
Jättemäärä	170 000	t/a	ÅF-Consult Oy 2012, 43
Kulutus, CaO, Ca(OH) <sub>2</sub> tai NaHCO <sub>3</sub>	4,1-17,6	kg/t	Laskettu
Valittu Ca(OH) <sub>2</sub>			Nordkalk Oy Ab
Kulutus, Ca(OH) <sub>2</sub> <sup>a</sup>	<b>5</b>	kg/t	Oletus
Kuljetusmatka, Louhi	115	km	Oletus, Fonecta 2012
<b>YHTEISET</b>			
Päästöt: CaO			GaBi 6.0
Päästöt: Ca(OH) <sub>2</sub>			GaBi 6.0

<sup>a</sup> = Riihimäen jätevoimalan 2 YVA-selostuksessa arvioitu leijukerrosuunille kulutukseksi (CaO) 3,1–7,8 kg/t (Laskettu; Ramboll Finland Oy 2009, 20–33). Valittu kulutus sisältyy myös kyseiseen väliin.

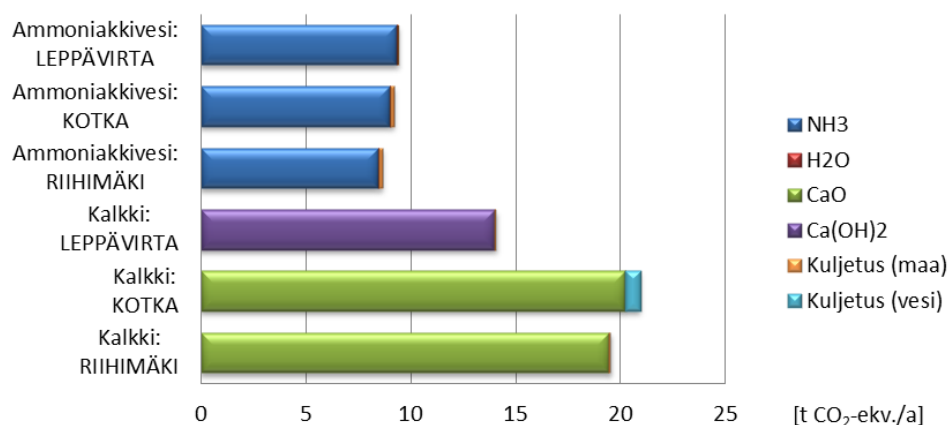
Taulukko 53. Ammoniakkiveden päästöt.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
<b>RIIHIMÄKI</b>			
Kulutus v. 2009, ammoniakkivesi	282	t	Laskettu; Monni 2010, 8 ja 12
Jättemäärä	71 195	t	Monni 2010, 12
Kulutus, ammoniakkivesi	<b>4,0</b>	kg/t	Laskettu; Monni 2010, 8 ja 12
Kuljetusmatka, Siilinjärvi	368	km	Monni 2010, 11; Fonecta 2012
<b>KOTKA</b>			
Kulutus v. 2010, ammoniakkivesi (24,5 %) <sup>a</sup>	380	t/a	Kylmäla 2011, 33
Jättemäärä	90 000	t/a	Kotkan Energia Oy 2011, 3
Kulutus, ammoniakkivesi (24,5 %)	<b>4,2</b>	kg/t	Laskettu
Kuljetusmatka, Siilinjärvi	340	km	Oletus; Fonecta 2012
<b>LEPPÄVIRTA</b>			
Kulutus, ammoniakkivesi (25 %)	800	t	ÅF-Consult Oy 2012, 52
Jättemäärä	170 000	t	ÅF-Consult Oy 2012, 43
Kulutus, ammoniakkivesi (25 %)	<b>4,7</b>	kg/t	Laskettu
Kuljetusmatka, Siilinjärvi	98	km	Oletus; Fonecta 2012
<b>YHTEISET</b>			
Osuus ammoniakki (NH <sub>3</sub> )	24,5	%	Yara Suomi Oy 2012, 1
Päästöt: NH <sub>3</sub>			GaBi 6.0
Päästöt: Vesi			GaBi 6.0

<sup>a</sup> = Laitoksella on toteutettu v. 2010 jälkeen muutoksia, minkä seurauksena ammoniakkivesiliuoksen kulutusta on saatu pienennettyä (Kylmäla 2011, 53). Muutosten vaikutusta ei ole huomioitu tutkimuksessa.

Leppävirralle käytetyt kulutusarvot ovat vielä oletuksia. Kuvassa 69 on esitetty ammoniakkiveden ja kalkin tulokset. Kuvasta voidaan havaita, että

- ammoniakkin osalta tuloksissa ei ole suurta eroa
- kalkki aiheuttaa vuositasolla ammoniakkia enemmän kasvihuonekaasupäästöjä.
- merkittävin vaikutus on valmistuspäästöillä eli kuljetuspäästöt ja erityisesti maakuljetuspäästöt ovat hyvin pieniä.



Kuva 69. Ammoniakkiveden ja kalkin tulokset.

#### 4.5.7 Pohjakuona ja -tuhka

Jätteenpolttolaitoksilta muodostuvien lopputuotteiden määriä polttoon ohjattua jätemäärää kohden on esitelty taulukossa 54. Taulukossa on nähtävissä myös kirjallisuudesta otettuja arvoja. Leijukerrospoltoissa lopputuotteita muodostuu arinamenetelmää vähemmän, koska palamatonta materiaalia erotetaan jätteestä jo esikäsitellyssä ennen polttoa (Koivunen 2007, 20). Lopputuotteiden suhteelliset määrät ovat myös riippuvaisia polttotekniikasta. Pohjatuhan/-kuonan osuus muodostuvasta tuhkasta on leijukerrospoltoissa vain 0-20 %, kun taas arinapoltoissa 60-95 %. (Kiviniemi et al. 2012, 9.)

Taulukko 54. Lopputuotteiden osuuksia.

	ARINAPOLTTO			LEIJUKERROSPOLTTO	
	Riihimäki [%]	Kotka [%]	Kirjallisuus [%]	Leppävirta [%]	Kirjallisuus [%]
Esikäsitely <sup>a</sup> , rejekti <sup>b</sup>				5	
Esikäsitely <sup>a</sup> , metalli				2	
Pohjakuona	16	17	20-30		
Pohjatuuhka				1	2-7
Kattilatuuhka	1	1	0,5		
APC-jäte <sup>d</sup>	2	2	1-3	13 <sup>c</sup>	4-11
Yhteensä	19	20	22-34	14	6-18
Lähteet	Laskettu; Monni 2010,	Markkanen 2013a	Koivunen 2007, 19-20 ja 22	Laskettu; ÅF-Consult Oy 2012, 51	Koivunen 2007, 20; Chen ja Christensen 2010, 3

<sup>a</sup> = Esikäsitelyn sähkön kulutus tulee olemaan Leppävirralle n. 13–14 kWh/t (Räsänen 2013). Käytetty arvoa 13,5 kWh/t. Sähkön päästöt otettu GaBista (GaBi 6.0).

<sup>b</sup> = Tarkoitus loppusijoittaa Riikinnevan kaatopaikalle (Räsänen 2013). Oletettu inertiksi jakeeksi ja huomioitu jakeen loppusijoitus (GaBi 6.0).

<sup>c</sup> = Hyödynnetty leijukerroskattilan osuuksia kattilatuhkaa 32,5 % ja APC (engl. Air Pollution Control) -jätettä eli savukaasujen puhdistusjätettä (ja lentotuhkaa) 67,5 % (Kaartinen et al. 2007, liite 2).

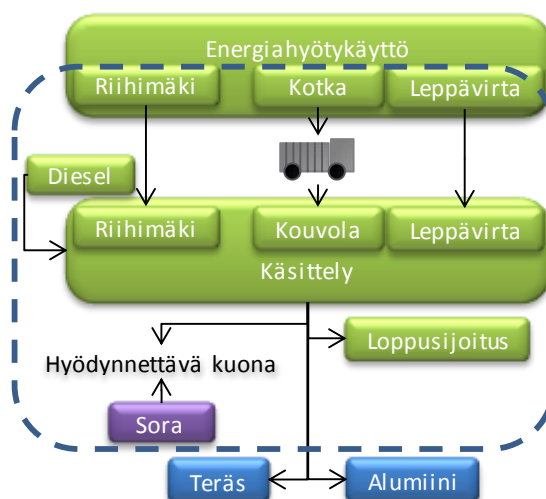
<sup>d</sup> = Kuiva- ja puolikuivamenetelmissä lentotuhkajae sisältyy APC-jätteisiin (Koivunen 2007, 23).

Riihimäen jätteenpolttolaitoksen kuonan käsittely ja varastointi tapahtuu Ekokem-Palvelu Oy:n Kuulojan käsittelykeskuksella (*Kuulojankatu 1, Riihimäki*) (Ekokem Oy Ab 2013a). Käsittelykeskus sijaitsee samalla teollisuusalueella jätteenpolttolaitosten kanssa (Ekokem-Palvelu Oy 2011, 2). Käsittelykeskuksella on lupa vastaanottaa, varastoida ja esikäsitellä jätteenpolton tuhkia ja kuonia (Hämeen ympäristökeskus 2008, 8). Kuonasta erotetaan metalleja ja sitä seulotaan sekä jälkikypsytetään (Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2010, 20). Käsiteltyjä jakeita hyödynnetään käsittelykeskuksessa (esim. kentän rakennekerroksissa) ja niitä toimitetaan hyödynnettäväksi myös muihin hyödyntämiskohteisiin (Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2013, 2). Tutkimuksessa on oletettu, että kuona voidaan hyödyntää kokonaisuudessaan käsittelykeskuksella (ei kuljetusmatkoja). Kirjallisuuden perusteella pohjakuonaa käytetään korvaamaan hiekkaa, soraa ja mursketta, mitä varten kuona voidaan tarpeen mukaan erotella eri fraktioihin (Kaartinen et al. 2010, 34).

Kotkan energiahyötykäytöstä muodostuvat lopputuotteet menevät Kaakkois-Suomen Hankintarenkaan kautta käsittelyyn (Markkanen 2013a). Lopputuotteilla tarkoitetaan kuonaa, kattilatuhkaa ja APC-lopputuotetta. Tuhkien käsittelyn kilpailutus tapahtuu kahden vuoden välein (Markkanen 2013a). Tutkimuksen tekohelellä lopputuotteet kuljetetaan Kouvolaan: kuona Kymenlaakson Jäte Oy:lle (*Ekokaari 50, Keltakangas*) ja kattilatuhka ja APC-lopputuote Ekokem-Palvelu Oy:lle (*Ekoväylä 20, Keltakangas*) (Markkanen 2013a; Markkanen 2013b). Yritykset sijaitsevat samalla Hyötyvirta-yritysalueella (Hyötyvirta 2013). Kymenlaakson Jäte Oy on aloittanut pohjakuonan käsittelyn vuonna 2012 ja tuhkia sekä kuonia on hyödynnetty jätekeskuksen kenttä- ja peittorakenteissa (Kymenlaakson Jäte Oy 2013, 3 ja 22). Kuonaa varastoidaan ja ikäännytetään asfaltoidulla kentällä ja samalla selvitetään jatkokäsittelymahdollisuuksia (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009, 7). Kuona myös seulotaan ja siitä erotellaan metallit (Alatalo 2012).

Leppävirralla muodostuva pohjatuhka on pyrkimys hyötykäyttää (Räsänen 2013). Pohjatuhka on mahdollista käsitellä Riikinnevan alueella ilman kuljetuksia (ÅF-Consult Oy 2012, 131). Karilainen (2012, 16) on todennut pohjatuhkan vastaavan lähinnä hiekkaista soraa.

Pohjakuonan ja -tuhkan mallinnetut elinkaaret on nähtävissä kuvassa 70. Pohjakuona ja -tuhka luokitellaan yleensä tavanomaisiksi jätteiksi, jotka ovat hyötykäytettävissä (Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2011a, 7; ÅF-Consult Oy 2012, 51). Tutkimuksessa kyseiset jakeet on kuljetettu käsiteltäväksi taulukon 55 mukaisesti. Kuljetuksen on oletettu tapahtuvan LIPASTO-laskentajärjestelmän maansiirtoautolla (Euro 4), jonka kokonaisuudessa on 32 t ja kantavuus 19 t. Päästöt on huomioitu täydellä kuormalla (19 t) yhteen suuntaan. Kuljetusten päästöjen laskentaan käytetyt arvot on esitelty liitteessä II.



Kuva 70. Pohjatuhan ja -kuonan mallinnetut elinkaaret.

Taulukko 55. Pohjakuonan ja -tuhkan kuljetus käsittelyyn.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
Riihimäki --> Ekokem-Palvelu Oy, Riihimäki	0	km	Monni 2010, 11; Ekokem-Palvelu Oy 2011, 2
Kotka --> Kymenlaakson Jäte Oy, Kouvola	34	km	Markkanen 2012a; Fonecta 2012
Leppävirta --> Riikinnevan jätelaitos, Leppävirta (oletus)	0	km	Räsänen 2013

Pohjakuonan ja -tuhkan käsittelylle on käytetty taulukossa 56 esitettyjä arvoja. Käsittelyn päästöinä on käytetty LIPASTO-laskentajärjestelmän dieselkäyttöisten siirrettävien työkoneiden (muut siirrettävät dieselyökoneet) keskimääräisiä päästöjä polttoaineen kulusta kohden (Lipasto 2012b).

Taulukko 56. Pohjakuonan ja -tuhkan käsittely.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
Kulutus, diesel	0,5	l/t	Monni 2010, 10
Dieselin valmistus			GaBi 6.0
CO <sub>2</sub>	2607	g/l	Lipasto 2012b
CH <sub>4</sub>	0,15	g/l	Lipasto 2012b
N <sub>2</sub> O	0,067	g/l	Lipasto 2012b
CO <sub>2</sub> -ekv.	2631	g/l	Laskettu

Pohjakuonan ja -tuhkan koostumusta sekä hyödynnettävälle osuudelle maanrakennusaineena käytettyjä arvoja on esitelty taulukossa 57. Kuonasta on kerrottu saatavan talteen magneettierottelussa magneettisia metalleja 57,5 % (55-60 %) polttolaitokseen menevän jätteen magneettisten metallien määrästä sekä pyörrevirtaerottimella ei-magneettisia metallien talteen saanto voi olla 50 %. Mikäli metallin koostumus on rautaa 78,4 % ja alumiinia 21,6 %, metallista saatavien talteen n. 56 % (Kaartinen et al. 2010, 48). Kirjallisuudessa on myös ilmoitettu pohjakuonan tyypilliseksi koostumukseksi 10 % (8-12 %) magneettisia metalleja ja 2 % (1-3 %) ei-magneettisia metalleja (esim. alumiinia) (Kaartinen 2010, 22; Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2011b, 6 ja 9; Meriluoto 2013, 9 ja 11; Ekokem Oy Ab\_a). Mikäli pohjakuonaa muodostuu 16 % ja metallia on kuivajätteessä 4 %, metallista saatavien talteen 48 % (36-60 %). Tutkimuksessa on oletettu metallista saatavan

kierrätykseen 50 % (80 % terästä ja 20 % alumiinia). Metallin kierrätystä on käsitelty kappaleessa 4.5.9.

**Taulukko 57.** Pohjakuonan ja -tuhkan koostumus ja hyvitykset.

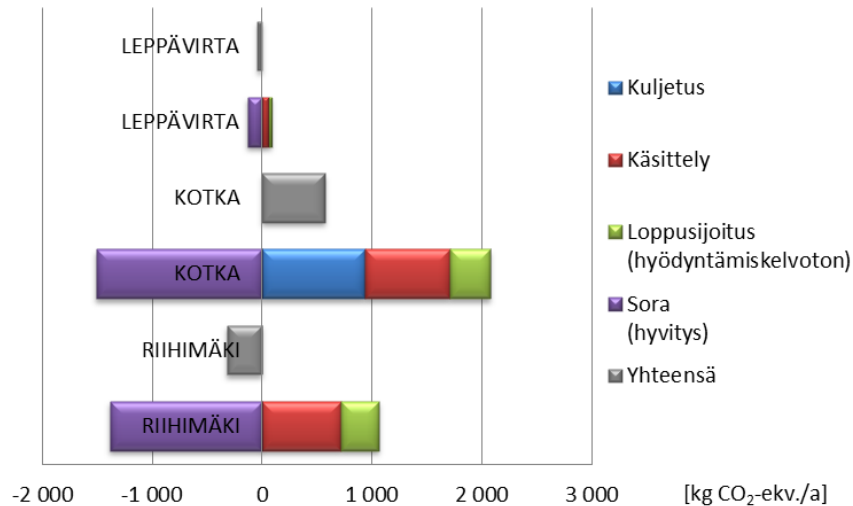
	Arvo	Yksikkö	Lähde
Osuus, kaatopaikkajäte, palamaton orgaaninen <sup>a</sup>	0 (0-3)	%	Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2011b, 6 ja 9; Kaartinen et al. 2010, 22
Osuus, hyödyntämiskelvoton	5 (5-10)	%	Meriluoto 2013, 10
Hyödyntämiskelvoton, loppusijoitus <sup>b</sup>			GaBi 6.0
Osuus, hyödynnettävä kuona	80-85	%	Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2011b, 6 ja 9; Kaartinen et al. 2010, 22
<b>RIIHIMÄKI</b>			
Osuus, hyödynnettävä kuona	82	%	Laskettu
Magneettinen metalli (esim. teräs)	10	%	Laskettu
Ei magneettinen metalli (esim. alumiini)	3	%	Laskettu
<b>KOTKA</b>			
Osuus, hyödynnettävä kuona	83	%	Laskettu
Magneettinen metalli (esim. teräs)	9	%	Laskettu
Ei magneettinen metalli (esim. alumiini)	2	%	Laskettu
<b>LEPPÄVIRTA</b>			
Osuus, hyödynnettävä pohjatuhka	95	%	Laskettu
Oletettu, että saadaan myös 50 % metallista kierrätykseen. YVA-seloutuksen perusteella se saataisiin esikäsittelystä (ÅF-Consult Oy 2012, 51).			
<b>HYVITYKSET</b>			
Korvaus, sora			Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2011a, 8; Ekokem Oy Ab_c
Sora, tiheys	1500-1700	kg/m <sup>3</sup>	Koneyrittäjien liitto
Pohjakuona, kosteuspitoisuus	20 (15-25)	%	Kaartinen et al. 2010, 21
Pohjakuona, kuivatiheys	1500-1800	kg/m <sup>3</sup>	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009, 7
Hyvitys tilavuuksien suhteen	1:1		Oletus
Sora			GaBi 6.0

<sup>a</sup> = Esim. kuonanäytteen TOC (Total Organic Carbon, orgaaninen kokonaishiili) oli pieni eli 0,33 % (Kaartinen et al. 2010, 47).

<sup>b</sup> = Hyödyntämiskelvottomalle osalle (epähomogeeninen, palakoko yli 50 mm) mietitään v. 2013 prosessointimenetelmää (Meriluoto 2013, 10).

Kuvassa 71 on esitetty pohjakuonan ja -tuhkan tulokset. Kuvasta voidaan havaita, että

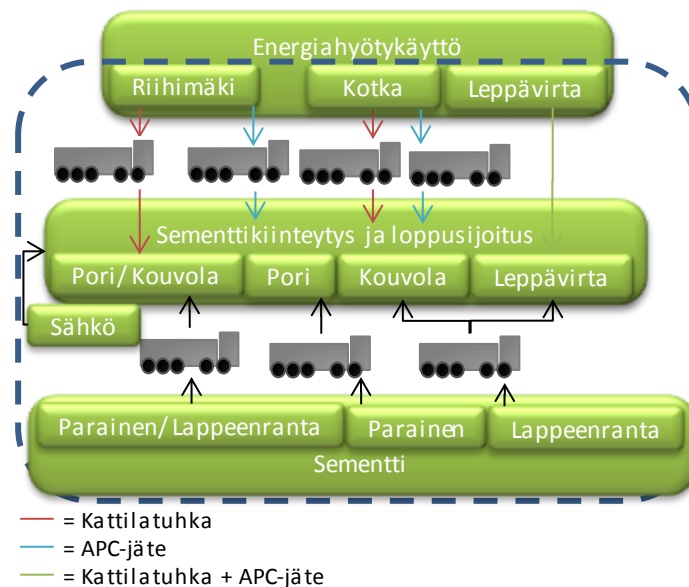
- tutkimuksessa on huomioitu kuljetuksista ainoastaan Kotkan laitokselta pohjakuonan kuljetus Kouvolaan eli tutkimuksessa ei ole huomioitu mahdollisia kuljetuksia käsittelypaikan ulkopuolelle hyödynnykseen, mutta ei myöskään korvattavan soran kuljetuksia.
- Kotkan tapaus on ainoa, missä aiheutuu enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin on hyvityksiä, johtuen kuljetustarpeesta.
- leijupolton pohjatuhkan määrä on huomattavasti pienempi kuin arinalaitosten pohjakuonan määrä.



Kuva 71. Pohjakuonan ja -tuhkan tulokset.

#### 4.5.8 Kattilatuhka ja APC-jäte

Kattilatuhkan ja APC-jätteen mallinnetut elinkaaret on nähtävissä kuvassa 72. Kattilatuhka ja APC-jäte luokitellaan yleensä vaarallisiksi jätteiksi, jotka tutkimuksessa on kuljettu käsittely- ja loppusijoituspaikoille taulukon 58 mukaisesti. Kuljetuspäästöjen laskentaan on käytetty LIPASTO-laskentajärjestelmästä puoliperävaunuyhdistelmää, jonka kokonaismassa 40 t (Lipasto 2012a). Kuljetukset on huomioitu yhteen suuntaan täydellä kuormalla (25 t, Euro 4). Laskennassa käytetyt arvot on esitelty liitteessä II.



Kuva 72. Kattilatuhkan ja APC-jätteen mallinnettu elinkaaret.

**Taulukko 58.** Kattilatuhkan ja APC-jätteen kuljetus käsittely- ja loppusijoituspaikoille.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
Kuorma/ säiliöauto	25 (25-36)	t	Takainen 2013, 15; Monni 2010, 10
Riihimäki, APC-jäte --> Ekokem-Palvelu Oy, Pori	225	km	Monni 2010, 11; Fonecta 2012
Riihimäki, kattilatuhka --> Ekokem-Palvelu Oy, Pori/ Kouvola	181	km	Monni 2010, 11; Fonecta 2012
Kotka --> Ekokem-Palvelu Oy, Kouvola	34	km	Markkanen 2013a; Markkanen 2013b; Fonecta 2012
Leppävirta --> Riikinnevan jätelaitos, Leppävirta (oletus)	0	km	Räsänen 2013

Tutkimuksessa on oletettu, että kattilatuhka ja APC-jäte sementtikiinteytetään (Takainen 2013, 15; ÅF-Consult Oy 2012, 51). Kyseisellä käsittelymenetelmällä pyritään siis estämään haitallisten aineiden leviämistä. Sementtikiinteytykseen sekä loppusijoitukseen liittyvien päästöjen laskentaan käytetyt arvot on esitetty taulukossa 59. Sementin kuljetuspäästöjen laskentaan on käytetty puoliperävaunuyhdistelmän (25 t, Euro 4) arvoja (ks. liite II).

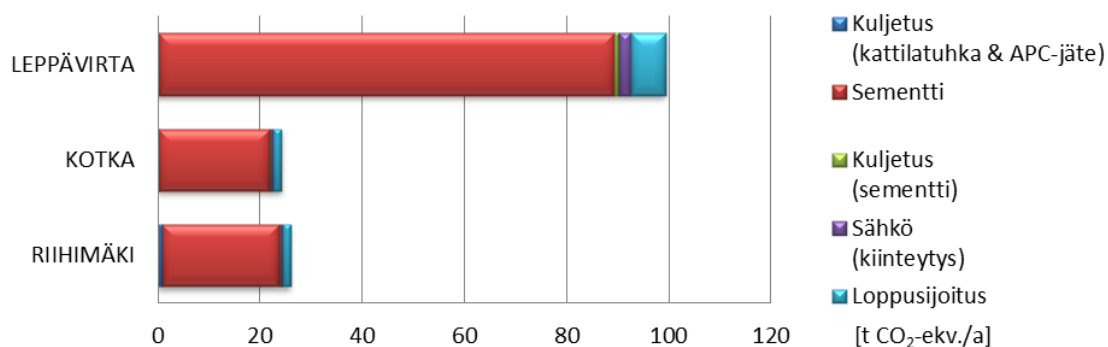
**Taulukko 59.** Sementtikiinteytykseen ja loppusijoitukseen liittyvien päästöjen laskentaan käytetyt arvot.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
Sementin kulutus, APC-jätteen kiinteytys	35	m-%	Monni 2010, 12
Sementin kulutus, kattilatuhkan kiinteytys	7	m-%	Monni 2010, 12
Sementin valmistus			GaBi 6.0
Sähkön kulutus, kiinteytys	17,5 (15-20)	kWh/t	Koivunen 2007, 57
Keskimääräinen sähkön tuotanto Suomessa			GaBi 6.0
Loppusijoitus, inertijäte			GaBi 6.0
<b>SEMENTIN KULJETUSMATKA <sup>a</sup></b>			
Parainen --> Ekokem-Palvelu Oy, Pori	191	km	Monni 2010, 11; Fonecta 2012
Lappeenranta --> Ekokem-Palvelu Oy, Kouvola	100	km	Oletus; Fonecta 2012
Parainen/ Lappeenranta --> Ekokem-Palvelu Oy, Pori/ Kouvola	146	km	Oletus; Fonecta 2012
Lappeenranta --> Riikinnevan jätelaitos, Leppävirta	206	km	Oletus; Fonecta 2012

<sup>a</sup> = Tutkimuksessa on oletettu, että sementti kuljetetaan Finnsementti Oy:ltä Paraisilta tai Lappeenrannasta (valittu lähin) (Koivunen 2007, 56).

Kuvassa 73 on esitetty kattilatuhkan ja APC-jätteen tulokset. Kuvasta voidaan havaita:

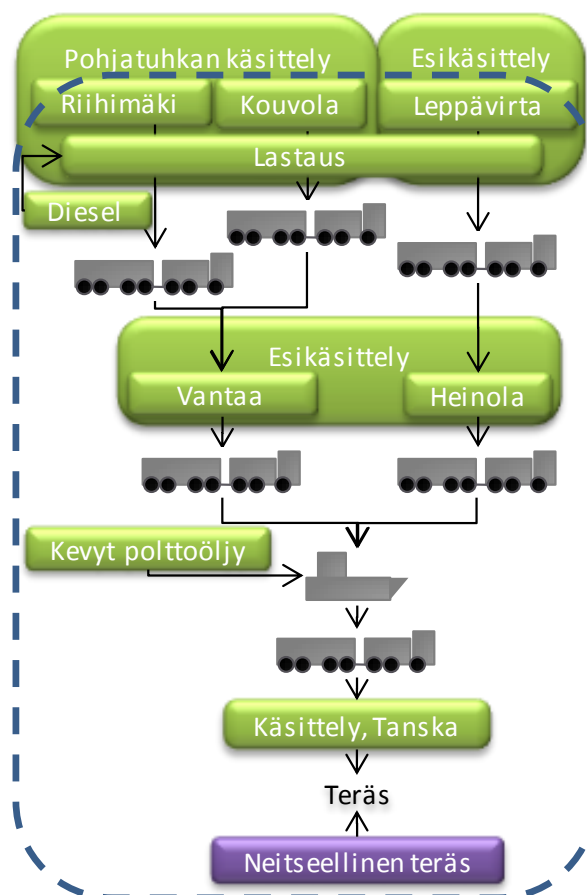
- kuljetusten vaikutus hyvin pieneksi
- leijukerros poltosta (Leppävirta) muodostuvan kattilatuhkaa ja APC-jätettä arinapoltoa (Kotka ja Riihimäki) enemmän
- suurimmat päästöt aiheutuvat sementin valmistuksesta. Samaan tulokseen on päätenyt myös Koivunen (2007, 54).

**Kuva 73.** Kattilatuhkan ja APC-jätteen tulokset.

#### 4.5.9 Metallien kierrätys

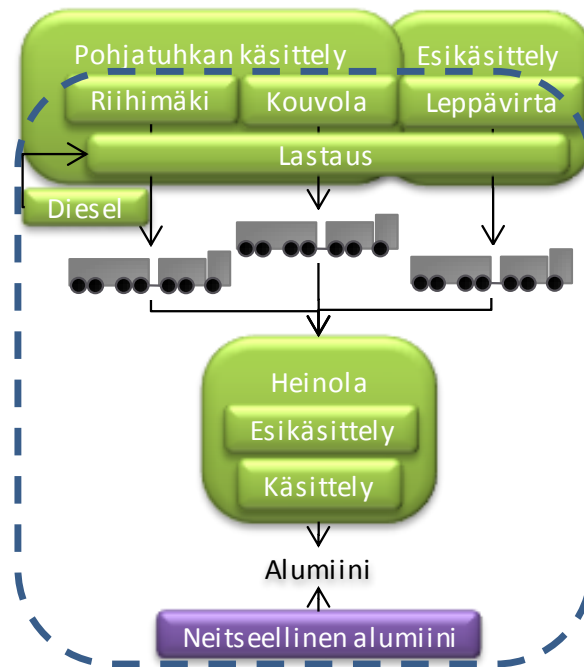
Tutkimuksessa metallia on erotettu Kotkan ja Riihimäen jätteenpolttolaitosten pohjakuonan käsittelyssä sekä Leppävirran jätteenpolttolaitokselta on saatu metallia talteen esikäsittelyssä. Todellisuudessa metallia on oletettu jäävän Leppävirralla myös rejektiin ja pohjatuhaan (Heikkinen 2013). Tämä tarkoittaa, että metalleja poistetaan myös pohjatuhaasta ennen hyötykäyttöä.

Tutkimuksessa on oletettu, että magneettinen metalli on kokonaisuudessaan terästä ja ei magneettinen metalli alumiinia (Ekokem Oy Ab\_a). Teräs voidaan olettaa tinatuksi teräkseksi (tinapelliksi), jota käytetään muun muassa säilyketölkeissä, maaliastioissa, kruunukorkeissa, lasitölkkin kansissa ja aerosolitölkeissä (Mepak-Kierrätys Oy 2012, 1 ja 7; Moliis et al. 2012, 36). Teräksen mallinnetut elinkaaret on nähtävissä kuvassa 74 ja alumiinin kuvassa 75.



Kuva 74. Teräksen mallinnetut elinkaaret.





Kuva 75. Alumiinin mallinnetut elinkaaret.

Metallit on oletettu lastattavan (ks. päästöt liitteestä II) ja kuljetettavan täysperävaunuyhdistelmällä (kokonaisuudessa 60 t, kuorma 33 t, Euro 4) jatkokäsittelyyn. Kuljetuspäästöt on esitelty liitteessä II. Tinattu teräs on oletettu kuljetettavan murskaukseen, sillä kyseinen jae ohjautuu pääosin murskattuna ulkomaisen terästeollisuuden uusiokäyttöön muun muassa Saksaan, Etelä-Eurooppaan ja Turkkiin (Mepak-Kierrätys Oy 2012, 6; Moliis et al. 2012, 36). Moliis et al. (2012, 36) on kertonut, että suomalaiset terästehtaat eivät ota vastaan tinattua terästä korkeiden laatuvaatimusten vuoksi, sillä tina aiheuttaa teknisiä ongelmia jo pieninä pitoisuuksina. Tutkimuksessa on päätetty kuljettaa jae murskattavaksi Kuusakoski Oy:lle Heinolaan (*Kuusakoskentie 5*) tai Vantaalle (*Hanskalliontie 3*) (Mepak-Kierrätys Oy 2012, 15). Murskattu jae on puolestaan oletettu kuljetettavan Vuosaaren satamaan (*Komentosilta 1, Helsinki*), joka palvelee kontti- ja roroliikennettä (Helsingin satama). Satamasta murskattu teräs on oletettu kuljetettavan meritse Saksaan (Moliis et al. 2012, liite 4). Saksassa on oletettu vielä kuljetettavan jaetta tehtaalle. Laskennassa käytetyt teräksen kuljetusmatkat on esitetty taulukossa 60. Merikuljetusten päästöt on saatu GaBista (GaBi 6.0).

**Taulukko 60.** Teräksen kuljetus.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
<b>RIIHIMÄKI</b>			
Hausjärvi --> Vantaa	60	km	Mepak-Kierrätys Oy 2012, 15; Fonecta 2012
Vantaa --> Helsinki	27	km	Fonecta 2012
Helsinki --> Saksa	2000	km	Moliis et al. 2012, liite 4
Saksa --> Tehdas	200	km	Oletus
<b>KOTKA</b>			
Kouvola --> Vantaa	150	km	Mepak-Kierrätys Oy 2012, 15; Fonecta 2012
Muut kuljetukset --> Ks. Riihimäki			
<b>LEPPÄVIRTA</b>			
Leppävirta --> Heinola	197	km	Mepak-Kierrätys Oy 2012, 15; Fonecta 2012
Heinola --> Helsinki	124	km	Fonecta 2012
Muut kuljetukset --> Ks. Riihimäki			

Alumiini ohjautuu puolestaan Kuusakoski Oy:n tai ulkomaisen alumiiniteollisuuden uusiokäyttöön. (Mepak-Kierrätys Oy 2012, 6.) Tutkimuksessa on oletettu, että jae ohjautuu Kuusakoski Oy:n Heinolan tehtaalle (*Kuusakoskentie 5*), jossa on alumiinisulatto (Moliis et al. 2012, liite 4). Laskennassa käytetyt alumiinin kuljetusmatkat on esitetty taulukossa 61.

**Taulukko 61.** Alumiinin kuljetus (Moliis et al. 2012, liite 4; Fonecta 2012).

	Arvo	Yksikkö
<b>RIIHIMÄKI</b>		
Hausjärvi --> Heinola	90	km
<b>KOTKA</b>		
Kouvola --> Heinola	85	km
<b>LEPPÄVIRTA</b>		
Leppävirta --> Heinola	197	km

Teräksen ja alumiinin esikäsittelyn päästöt on laskettu taulukossa 62 esitettyjen tietojen pohjalta. Jakeiden uudelleen käsittelyn ja hyvitysten laskennassa käytetyt arvot on puolestaan esitelty taulukossa 63.

**Taulukko 62.** Teräksen ja alumiinin esikäsittely.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
Kahmarin kulutus, diesel	2,5	l/t	Daamgaard et al. 2009, 776
Dieselin valmistus			GaBi 6.0
Muut ajettavat dieselyökoneet, CO <sub>2</sub>	2607	g/l	Lipasto 2012b
Muut ajettavat dieselyökoneet, CH <sub>4</sub>	0,15	g/l	Lipasto 2012b
Muut ajettavat dieselyökoneet, N <sub>2</sub> O	0,072	g/l	Lipasto 2012b
Sähkön kulutus (murskain ja valaistus)	50	kWh/t	Daamgaard et al. 2009, 776
Sähkö: Keskimääräinen sähkön tuotanto Suomessa			GaBi 6.0

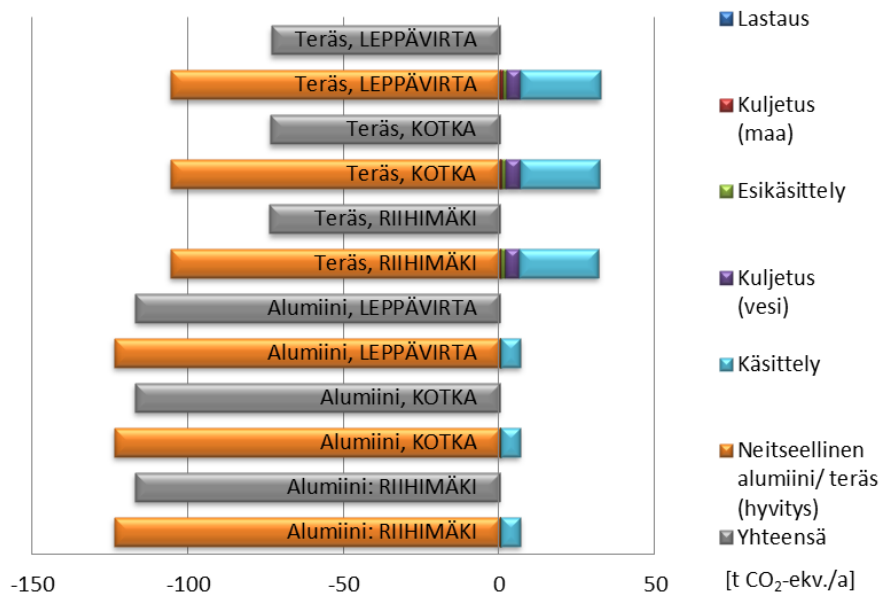
**Taulukko 63.** Teräksen ja alumiinin uudelleen käsittely ja hyvitykset.

UUELLEEN KÄSITTELY	Arvo	Yksikkö	Lähde
<b>TERÄS</b>			
Daamgaard	360-1 260	kg CO <sub>2</sub> -ekv./980 kg	Daamgaard et al. 2009, 778
	367-1 286	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Laskettu
Kuusiola (tinattu teräs)	<b>508</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Kuusiola 2010, 70
<b>ALUMIINI</b>			
Daamgaard	400-1 020	kg CO <sub>2</sub> -ekv./950 kg	Daamgaard et al. 2009, 778
	421-1 074	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Laskettu
Kuusiola	<b>505</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Kuusiola 2010, 67
<b>HYVITYKSET:</b>			
<b>NEITSEELLISEN METALLIN VALMISTUS</b>			
	Arvo	Yksikkö	Lähde
<b>TERÄS</b>			
Daamgaard	1 580-2 760	kg CO <sub>2</sub> -ekv./980 kg	Daamgaard et al. 2009, 778
	1 612-2 816	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Laskettu
Kuusiola (tinattu teräs)	<b>2 103</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Kuusiola 2010, 74
<b>ALUMIINI</b>			
Daamgaard	6 300-19 700	kg CO <sub>2</sub> -ekv./950 kg	Daamgaard et al. 2009, 778
	6 632-20 737	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Laskettu
Kuusiola	<b>9 852</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Kuusiola 2010, 73
<b>EROTUS --&gt; CO<sub>2</sub>-ekv. vähennys</b>			
	Arvo	Yksikkö	Lähde
<b>TERÄS</b>			
Daamgaard	326-2 449	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Laskettu
Kuusiola	<b>1 595</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Laskettu
Monni (rauta) <sup>a</sup>	1 487	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Monni 2010, 13
<b>ALUMIINI</b>			
Daamgaard	3 816-19 125	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Laskettu
Kuusiola	<b>9 347</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Laskettu
Monni <sup>a</sup>	9 074	kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Monni 2010, 13

<sup>a</sup> = Sisältyy neitseellisen materiaalin valmistusprosessin energiankulutus, alumiinin valmistuksen (neitseellisen) pefluorattujen yhdisteiden päästöt, kierrätettävän materiaalin kuljetuksen ja kierrätysprosessin energiankäytön (Monni 2010, 13).

Kuvassa 76 on esitetty alumiinin ja teräksen tulokset. Kuvasta voidaan havaita, että

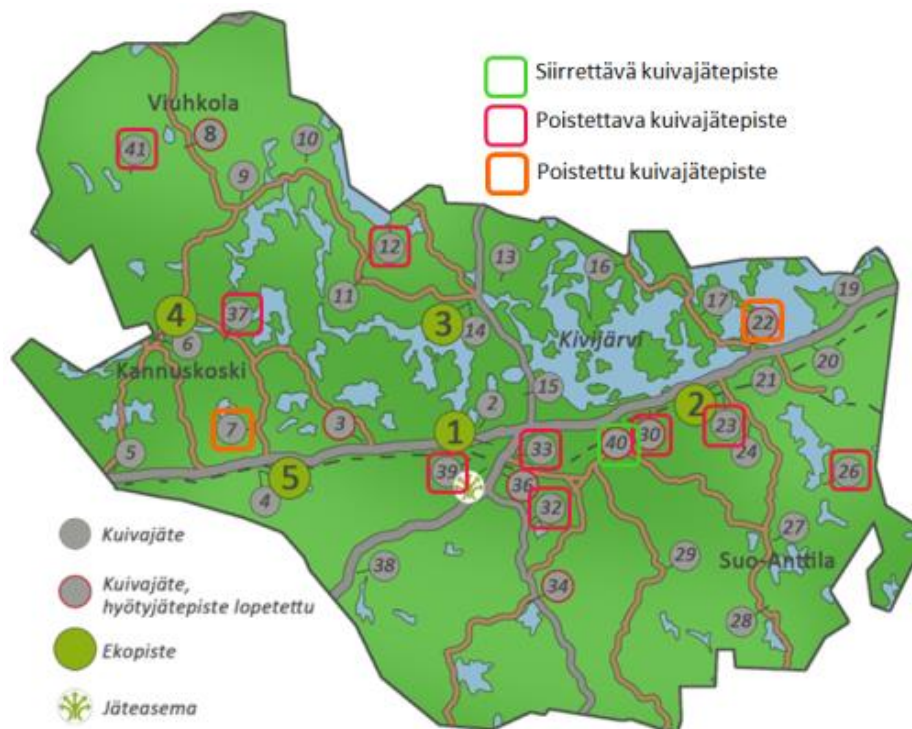
- metalleja on oletettu saatavan yhtä paljon talteen eri skenaarioista,
- alumiinin kierrätyksellä on suurempi kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus, vaikka on oletettu, että kierrätetystä metallista 80 % on terästä ja 20 % alumiinia.
- kuljetuspäästöistä erottuu selkeimmin merikuljetukset teräksen osalta, mutta niidenkin vaikutus on pieni, jos vertaa esim. metalleista saataviin hyvityksiin.



Kuva 76. Teräksen ja alumiinin tulokset.

#### 4.6 Skenaario 2: Luumäen aluekeräyspisteverkoston päivitys

Tutkimuksessa on päätetty valita yksi esimerkkikohde, jonka aluekeräyspisteverkostosta on tehty alustava päivitetty suunnitelma laskentojen toteuttamista varten. Kohteeksi on valittu Luumäki, jonka aluekeräyspistemäärä (34 pistettä ja yksi kesäpiste) on tutkimusalueen toiseksi suurin. Alustava suunnitelma tehtävistä muutoksista on esitelty kuvassa 77.



Kuva 77. Luumäen päivitetty aluekeräyspisteverkosto (Huovinen et al. 2014; Ilvonen 2012).

Päivityksen seurauksena on ajateltu poistettavan yhdeksän aluekeräyspistettä ja siirrettävän yksi piste asukkaiden kannalta parempaan paikkaan. Päivitystä tehdessä on pyritty huomioidaan muun muassa, että

- asukkailla on jatkossakin aluekeräyspiste normaalin ohikulkumatkan, esimerkiksi kauppareissun, varrella.
- suurimmalla käyttöasteella olleet pisteet on säilytetty tai siirretty asukkaiden kannalta parempaan paikkaan.
- taajama-alueen ja sen läheisyyden aluekeräyspisteet ovat alttiita väärinkäytöksille.
- jäteauton tyhjennysmatkaan ei tule turhia ajokilometrejä.
- aluekeräyspisteet eivät ole aivan vierekkäin. (Huovinen et al. 2014.)

Päivityksen yhteydessä on ajateltu vaihdettavan pikakontit (4-8 m<sup>3</sup>) syväkeräyssäiliöihin (5 m<sup>3</sup>). Syväkeräyssäiliöiden määrät (ks. liite III) on valittu aiempien astiatilavuuksien pohjalta. (Huovinen et al. 2014.) Muutoksen seurauksena pääosalla pisteistä astiatilavuus kasvaa. Kokonaisastiatilavuuden alueella on laskettu kuitenkin pienenevän noin 4 %. Lukua tarkastellessa on kuitenkin hyvä huomioida myös jätemäärä astiatilavuutta kohden. Pintakeräysastioille ja näin pikakonteille on käytetty arvoa 50 kg/astia-m<sup>3</sup> (Virtanen 2013). Syväkeräyssäiliöille on osuuden laskennassa käytetty samaa jätemäärää astiatilavuutta kohden (Huovinen et al. 2014). Jätteen on kuitenkin ilmoitettu puristuvan painovoiman vaikutuksesta syväkeräyssäiliöissä pintakeräysastioita tiiviimmäksi, mikä tarkoittaa, että säiliöihin mahtuu yleensä enemmän jätettä astiatilavuutta kohden (Molok Oy). Taulukosta 64 voidaan havaita, että jätehuoltoyritysten jätetaksoissa käytetään syväkeräyssäiliöille yleensä suurempaa jätemäärää astiatilavuutta kohden (pois lukien Kymenlaakson Jäte Oy). Taulukosta voidaan myös samalla havaita, että EKJH:n käyttämä pintakeräysastian arvo 50 kg/astia-m<sup>3</sup> on pienempi kuin muilla jätehuoltoyrityksillä. Aluekeräyspisteiden päivityksen ei ole oletettu vaikuttavan Luumäeltä kerättävään kuivajättemäärään.

**Taulukko 64.** Pinta- ja syväkeräysastioiden jätemäärät astiatilavuutta kohden.

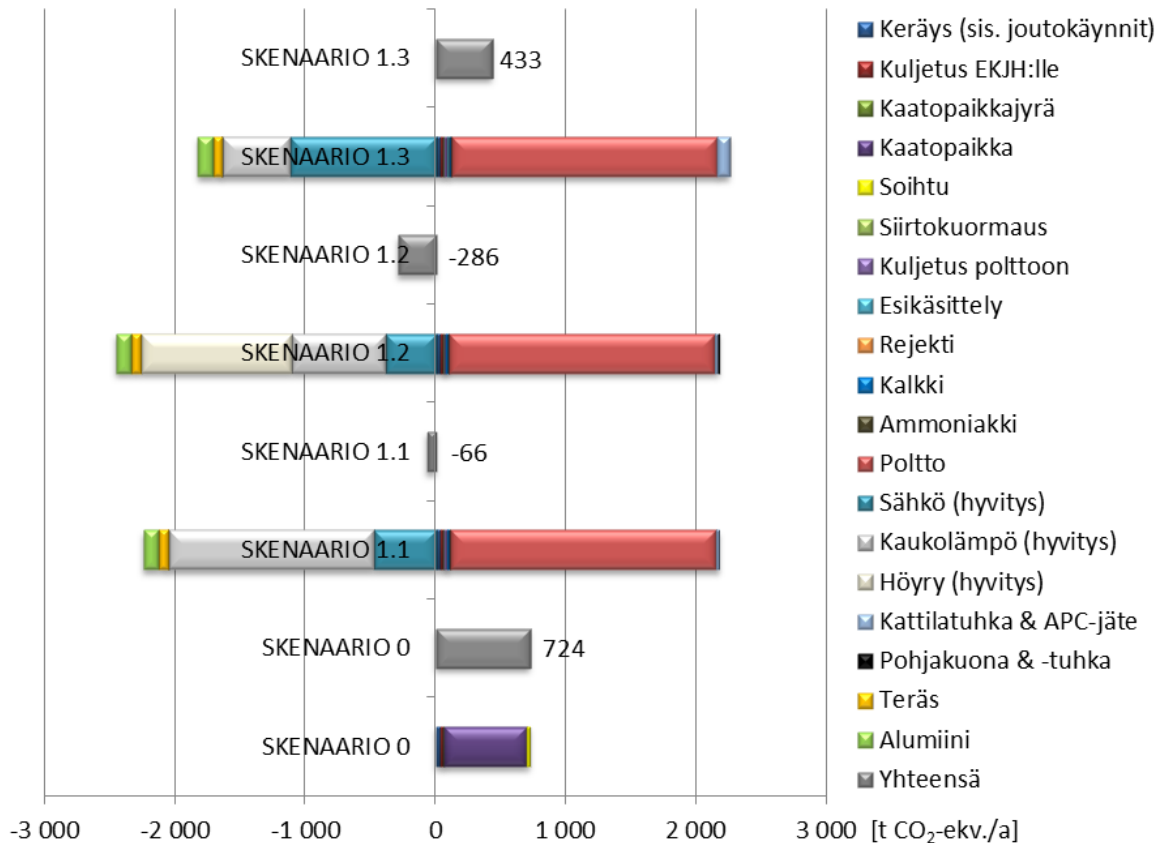
	Pintakeräysastia [kg/astia-m <sup>3</sup> ]	Syväkeräysastia [kg/astia-m <sup>3</sup> ]	Lähde
Pirkanmaan Jätehuolto Oy	60	70	Pirkanmaan Jätehuolto Oy 2013, 5
Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy	68 (pikakontti) 72 (660 l)		Päijät-Hämeen jätelautakunta 2013, liite
Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy	75 (≥ 600 l)	95	Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy 2013, 5
Kymenlaakson Jäte Oy	76	76	Kymen jätelautakunta 2013, 4
Jätekukko Oy	80 (660 l) 100 (pikakontti)	100	Juuan kunta 2008, 2
Turun Seudun Jätehuolto Oy	85	100	TSJ 2012c, 1-2

Laskennassa aluekeräyspisteiden astioiden tyhjennystiheydet on pidetty ennallaan (Pöllänen 2014e). Pois lukien piste 8, jossa tyhjennystiheyttä on harvennettu (Huovinen 2014b). Etäisyydet aluekeräyspisteille on myös pidetty ennallaan (ks. kappale 4.3.1), pois lukien pisteet,

joiden edellinen pysähtymispaikka on poistunut päivityksen yhteydessä. Nämä uudet etäisyydet on laskettu päättelemällä, mikä olisi jatkossa edellinen aluekeräyspiste.

## 4.7 Tulokset

Skenaarioiden 0-1.3 tulokset on esitetty kuvassa 78. Skenaarioiden 0 (kuivajätteen loppusijoituksen) osalta voidaan havaita, että keräyksen ja kuljetuksen vaikutukset jäävät hyvin pieneksi ja merkittävin vaikutus tulokseen on kaatopaikalta muodostuvalla metaanilla.



Kuva 78. Skenaarioiden 0-1.3 kasvihuonekaasupäästötulokset.

Skenaarioiden 1.1-1.3 (kuivajätteen energiahyötykäyttö) osalta voidaan puolestaan havaita, että

- kuivajätteen energiahyötykäyttö on kasvihuonekaasupäästöjen kannalta loppusijoitusta parempi vaihtoehto.
- skenaarioiden 1.2 ja 1.3 osalta vaikutus on kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä ja parhaisiin päästövähennyksiin laskelmien perusteella pääsee, kun Etelä-Karjalan kuivajäte ohjataan Kotkan jätteenpolttolaitokselle.
- tuloksiin vaikuttaa merkittävästi polton päästöt sekä sähkön, kaukolämmön että höyryn hyvitykset.
- Skenaarioiden 1.1-1.3 tuloksesta on havaittavissa muita polttolaitoksia korkeammaksi oletettu sähkön tuotannon vuosihyötysuhde.

- Skenaarion 1.3 tulosta heikentää se, että kaukolämmön on oletettu korvaavan pääasiassa biopolttoaineita, kun skenaarioissa 1.1 ja 1.3 kaukolämpö ja höyry ovat korvanneet fossiilisen maakaasun käyttöä.
- Skenaarioiden 1.1 ja 1.2 eroina ovat muun muassa Riihimäen korkeampi sähkön tuotannon vuosihyötysuhde, Kotkan korkeampi kaukolämmön ja höyryn vuosihyötysuhde verrattuna Riihimäen kaukolämmön vuosihyötysuhteeseen sekä GaBi-elinkaariarviointiohjelman oletus, että korvattavan höyryn hyötysuhde on 90 %, kun taas korvattavan lämmön hyötysuhde on 100 %. Tulosten järjestys ei olisi muuttunut, vaikka hyötysuhteet olisivat olleet samat (100 %). Skenaarioiden tulosten eroa voidaan nähdä pienentävän Ekokemin loppuvuodesta 2013 tekemä lämpöpumppuinvestointi, jonka avulla on ilmoitettu tuotettavan aikaisempaa enemmän kaukolämpöä jätemäärää kohden (Ekokem Oy Ab 2013b).
- tuloksista erottuu Leppävirran (skenaarion 1.3) kattilatuhkan ja APC-jätteen suurempi määrä sekä kaikkien polttolaitosten osalta metallien kierrätyksestä saatavat hyvitykset, mikä on merkille pantavaa, kun huomioi metallin osuuden (n. 4 %) kuivajätteessä.
- kuivajätteen keräyksen ja kuljetusten päästöillä ei ole suurta vaikutusta kasvihuonekaasupäästöihin, kun tarkastellaan laajempaa kokonaisuutta. Tämä tarkoittaa, että kuivajätteen kuljetusmatkan pituus polttolaitokselle ei ole ratkaisevassa roolissa kokonaispäästöjä tarkasteltaessa.

Skenaarion 1.3 tuloksia tarkasteltaessa tulee muistaa, että Leppävirran jätteenpolttolaitos on tutkimuksen tekohetkellä vasta suunnitteilla, joten laskennassa on pitänyt käyttää muita skenaarioita enemmän oletusarvoja.

Taulukossa 65 on vertailtu saatuja tuloksia muihin tutkimuksiin. Taulukosta on havaittavissa, että tulosten vertailu on haastavaa muun muassa siksi, että lämmöllä korvattavat polttoaineet vaihtelevat tutkimuksissa. Eroja on myös siinä, että korvataanko sähköllä Suomen keskimääräistä sähkön tuotantoa, kuten tässä tutkimuksessa, vai kivihieillä tai maakaasulla tuotettua sähköä, jolloin sähköstä saatavat hyvitykset kasvavat. Käytetyissä energian saannoissa, eli osuudessa polttoaineen energiasisällöstä, joka saadaan hyödynnettyä sähkönä tai lämpönä, on myös eroja tutkimusten välillä.

Taulukko 65. Kuivajätteen tulosten vertailua muihin tutkimuksiin.

	Yhteensä kg CO <sub>2</sub> -ekv./t	Lähde
<b>LOPPUSIJOITUS</b>		
Skenaario 0	231	Laskettu
Benviroc Oy: Hämeenlinna <sup>a</sup>	283	Monni 2010, 5 ja 14
<b>ENERGIAHYÖTYKÄYTTÖ</b>		
Skenaario 1.1	-21	Laskettu
Skenaario 1.2	-91	Laskettu
Skenaario 1.3	138	Laskettu
Benviroc Oy: Riihimäki (2009 ja 2013) <sup>b</sup>	-412 - -33	Monni 2010, 15
SYKE: Arinapoltto teollisuusalueella <sup>c</sup>	-590 - -390	Myllymaa et al. 2008a, 25 ja 28
SYKE: Kierrätyspolttoaine, leijukerrospoltto <sup>d</sup>	n. -300	Myllymaa et al. 2008a, 36

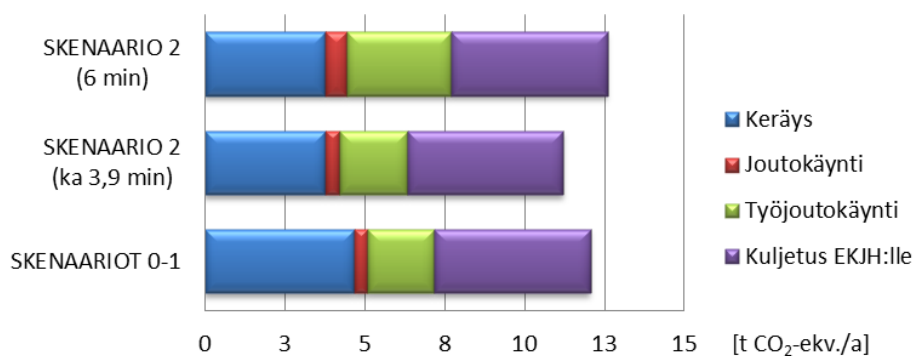
<sup>a</sup> = Kaatopaikkakaasu hyödynnetty kaukolämpönä ja korvattu maakaasua ja raskasta polttoöljyä (90:10) (Monni 2010, 5).

<sup>b</sup> = Kaukolämpö korvannut maakaasulla ja raskaalla polttoöljyllä (90:10) tuotettua kaukolämpöä ja v. 2013 sähkö korvannut kivihieillä (-412 kg CO<sub>2</sub>-ekv./t) tai maakaasulla (-291 kg CO<sub>2</sub>-ekv./t) tuotettua sähköä (Monni 2010, 5).

<sup>c</sup> = Lämpö korvannut puuta 85 % ja maakaasua 15 % (-390 kg CO<sub>2</sub>-ekv./t) TAI öljyä (64 %) ja puuta (36 %) (-590 kg CO<sub>2</sub>-ekv./t) ja sähkö korvannut kivihieillä tuotettua sähköä. Energian saanto 80 %. (Myllymaa et al. 2008a, 25, 28–29 ja 47.)

<sup>d</sup> = Lämpö korvannut öljyä (64 %) ja puuta (36 %) ja sähkö korvannut kivihieillä tuotettua sähköä. 60 % kuivajätteestä ohjattu polttoon ja loppuosa käsittelyn jälkeen kaatopaikalle (metalli kierrätykseen). Energian saanto 75 %. (Myllymaa et al. 2008a, 36.)

Luumäen keräyksen ja kuljetuksen kasvihuonekaasupäästötulokset skenaarioista 0-2 on esitetty kuvassa 79. Skenaariossa 2 on käytetty päivitettyä Luumäen aluekeräyspisteverkostoa ja pikakontit on ajateltu vaihdettavan syväkeräyssäiliöihin. Tulokuvasta on havaittavissa, että muutosten seurauksena keräyksen ja joutokäyntien yhteenlasketut päästöt pienenevät, jos syväkeräyssäiliöiden tyhjennykseen kuluva aika on noin 4 min. Huovinen et al. (2014) on kuitenkin olettanut tyhjennysajaksi 6 min eli, että tyhjennys kestäisi pikakonttia kauemmin. Pikakontin tyhjennysajaksi on laskettu noin 5 min Hämäläisen (2013b) antaman ajonohjausjärjestelmän ajopäiväkirjan perusteella. Teeriojan (2009, 83) tutkielman perusteella 6 min olisi syväkeräyssäiliöiden maksimityhjennysaika. Tulokuvasta on havaittavissa, että 6 min tyhjennysajalla joutokäyntien päästöt kasvavat niin, että päivittämättömän aluekeräyspisteverkoston päästöt ovat pienemmät. Kuvaa lukiessa tulee kuitenkin huomioida myös, että skenaariossa 2 ei ole päivitetty tyhjennystiheyksiä yhtä pistettä lukuunottamatta. Osalle pisteistä tyhjennystiheyttä voitaneen harventaa esimerkiksi talviaikaan, mutta myös jätteen tiivistymisen vuoksi.



Kuva 79. Luumäen keräyksen ja kuljetuksen kasvihuonekaasupäästötulokset (skenaariot 0-2).



## 4.8 Herkystarkastelut

### 4.8.1 Kuivajätteen lämpöarvo ja fossiilisen hiilidioksidin määrä

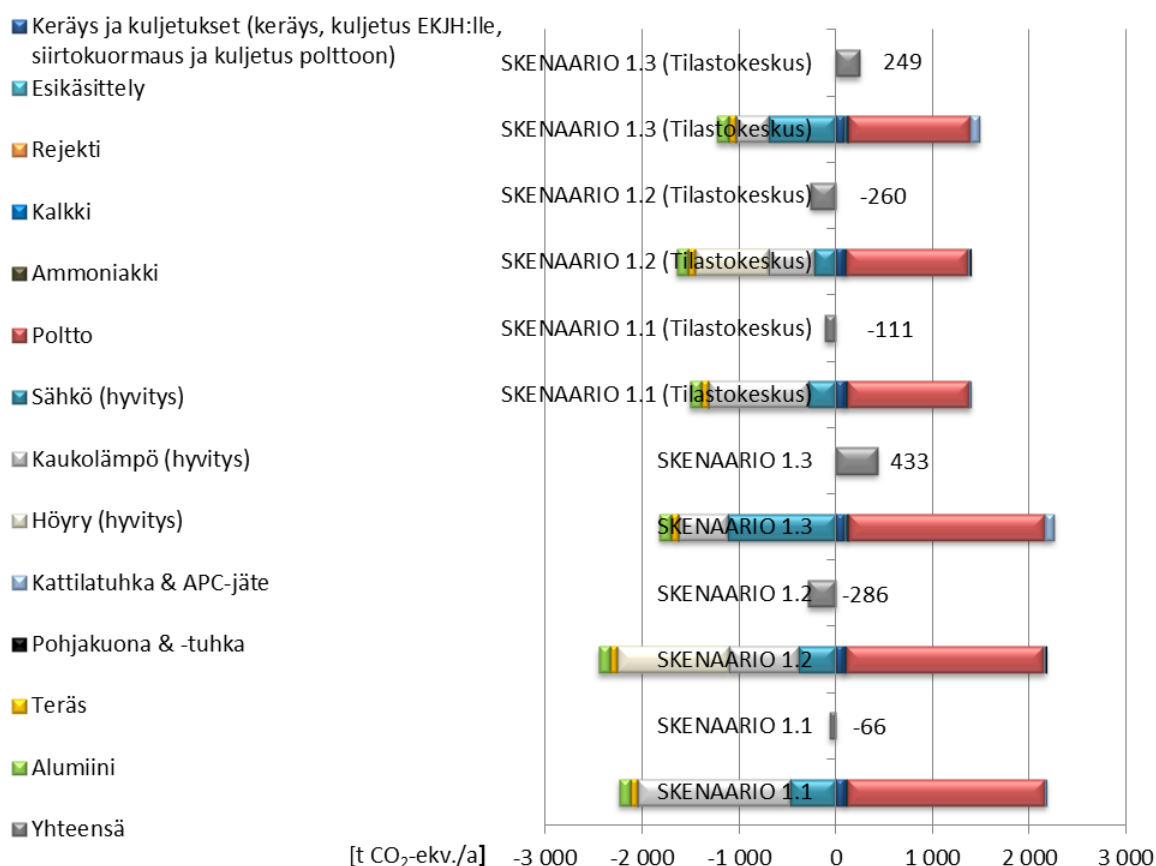
Kuivajätteen lämpöarvo ja fossiilisen hiilidioksidin määrä on laskettu Etelä-Karjalan kuivajätekoostumuksen pohjalta, mutta on haluttu myös tarkastella tuloksia käyttämällä Tilastokeskuksen arvoja, jotka on esitelty taulukossa 66.

**Taulukko 66.** Kuivajätteen teholliset lämpöarvot saapumistilassa sekä fossiilisen hiilidioksidin määrä.

	Tehollinen lämpöarvo [MJ/kg]	CO <sub>2, foss.</sub> [kg/t]	Lähde
Etelä-Karjala	15,2	648	Laskettu
Tilastokeskus	10,0	400	Tilastokeskus 2013

Tarkastelun tulokset on esitetty kuvassa 80. Kuvasta voidaan havaita, että

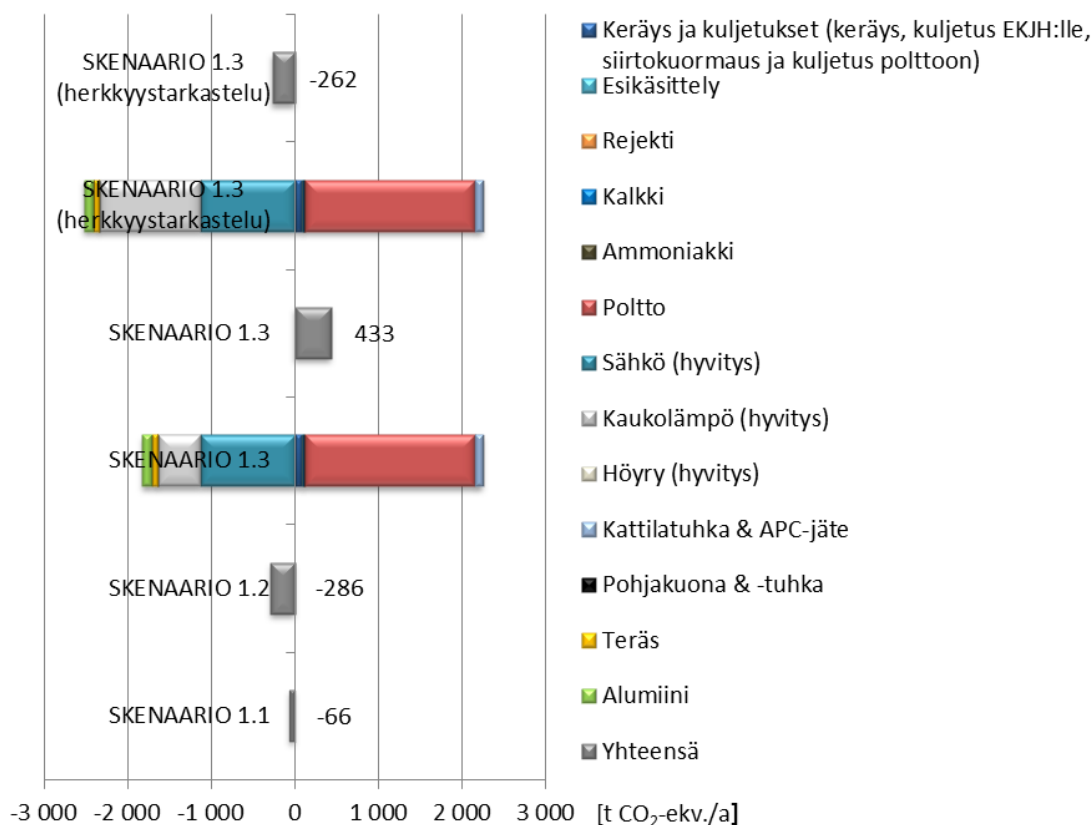
- polton päästöjä sekä sähkön, kaukolämmön ja höyryn hyvityksiä aiheutuu Tilastokeskuksen arvoilla vähemmän kuin Etelä-Karjalan koostumuksella laskettaessa.
- skenaarioiden 1.1 ja 1.3 nettotulokset pienenevät, mutta skenaarioiden järjestys säilyi ennallaan, kun taas skenaarion 1.2 osalta tulos oli päinvastainen.



**Kuva 80.** Kuivajätteen lämpöarvon ja fossiilisen hiilidioksidin vaikutus tuloksiin.

#### 4.8.2 Kaukolämmön hyvitykset, Leppävirta

Tutkimuksessa on haluttu tarkastella, miten skenaarion 1.3 tuloksiin vaikuttaa, jos kaukolämmön korvattava polttoaine olisi Leppävirralla maakaasu, kuten Riihimäen ja Kotkan laitoksilla. Herkkyystarkastelun tulokset on esitetty kuvassa 81. Kuvasta voidaan havaita, että korvattavilla polttoaineilla on merkittävä vaikutus tuloksiin. Kuvasta on myös havaittavissa, että Leppävuiran eri kattilatyypit eivät ole syynä kapeuteen 4.7 todettuun skenaarion 1.3 heikompaan tulokseen.



Kuva 81. Kaukolämmön hyvitysten vaikutus tuloksiin.

#### 4.8.3 Kuivajätteen esikäsitely, Leppävirta

Tutkimuksessa on oletettu Leppävuiran jätteenpolttolaitoksen esikäsitelystä ohjautuvan polttoon 93 % laitokselle tulevasta jätteestä, perustuen laitoksen YVA-selostukseen (ÅF-Consult Oy 2012, 51). Kun osuutta verrataan kirjallisuudesta löytyviin arvoihin (ks. taulukko 67), voidaan havaita jättepolttoaineen osuuden olevan lähempänä 60 %. Saman osuuden on maininnut myös Myllymaa et al. (2008b, 36). Osuus on huomattavasti pienempi kuin mitä tutkimuksessa on käytetty.

**Taulukko 67.** Jätepolttoaineen osuuksia esikäsittelyn jälkeen.

	Saksan MTB-laitokset <sup>a</sup> [m-%]	Italia, Parona [m-%]	Italia, Parona [m-%]	Turku (L&T) [m-%]
Orgaaninen jäte		10	30	
Lasi/inerttijäte		6	10	
Alumiini	3	1		2-2,5
Rauta		2		
Vesi, haihdunta, hävikki	17	21		1-1,5
Rejekti				1
Ilmaluokittimen raskas jae				23-25
Tähtiseula-alite				5-6
Kaatopaikkajakeet	22			
<b>Jätepolttoaine</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>64-68</b>
Lähde	Thiel ja Thomé- Kozmiensky 2010, 13	Makkonen 2002, 9	Consonni et al. 2005, 128	Siipola 2009, 4

<sup>a</sup> = MBT eli engl. Mechanical Biological Treatment, mekaanis-biologinen käsittely.

Consonni et al. (2005, 129) on ilmoittanut osuuksia, joilla eri jakeita poistetaan esikäsittelyssä. Kyseisiä osuuksia on kohdistettu Teirasvuon jakeille taulukossa 68. Taulukosta voidaan havaita, että kuivajätteestä polttoon on menossa nyt 61 %.

**Taulukko 68.** Kuivajätteen esikäsittelyn vaikutus poltettavan osuuden koostumukseen.

	Osuus kuivajätteessä [m-%]	Käsittelyssä poistuva osuus [m-%]	Jäljelle jäävä osuus kuivajätteestä [m-%]
Biojäte	27,1	78	6,0
Kaatopaikkajäte	11,7	50	5,9
Keräyspahvi ja -kartonki	6,0	6	5,6
Keräyspaperi	4,5	6	4,2
Lasi	2,4	95	0,1
Metalli	4,0	96	0,2
Muovi, pantilliset PET-pullot	0,2	5	0,2
Muovi, kierrätyskelvoton	21,5	5	20,4
Kierrätyskelvoton polttokelpoinen jäte, uusiutuva	6,2	6	5,9
Kierrätyskelvoton polttokelpoinen jäte, uusiutumaton	8,3	6	7,8
Muu polttokelpoinen jäte (esim. vaipat ja kuukautissiteet)	4,9	5	4,7
Ongelmajäte	0,7	95	0,0
SER	2,4	95	0,1
<b>Yhteensä</b>	<b>100,0</b>		<b>61,0</b>
Lähde	Teirasvu 2011a, 68, 73 ja 79	Consonni et al. 2005, 129	Laskettu

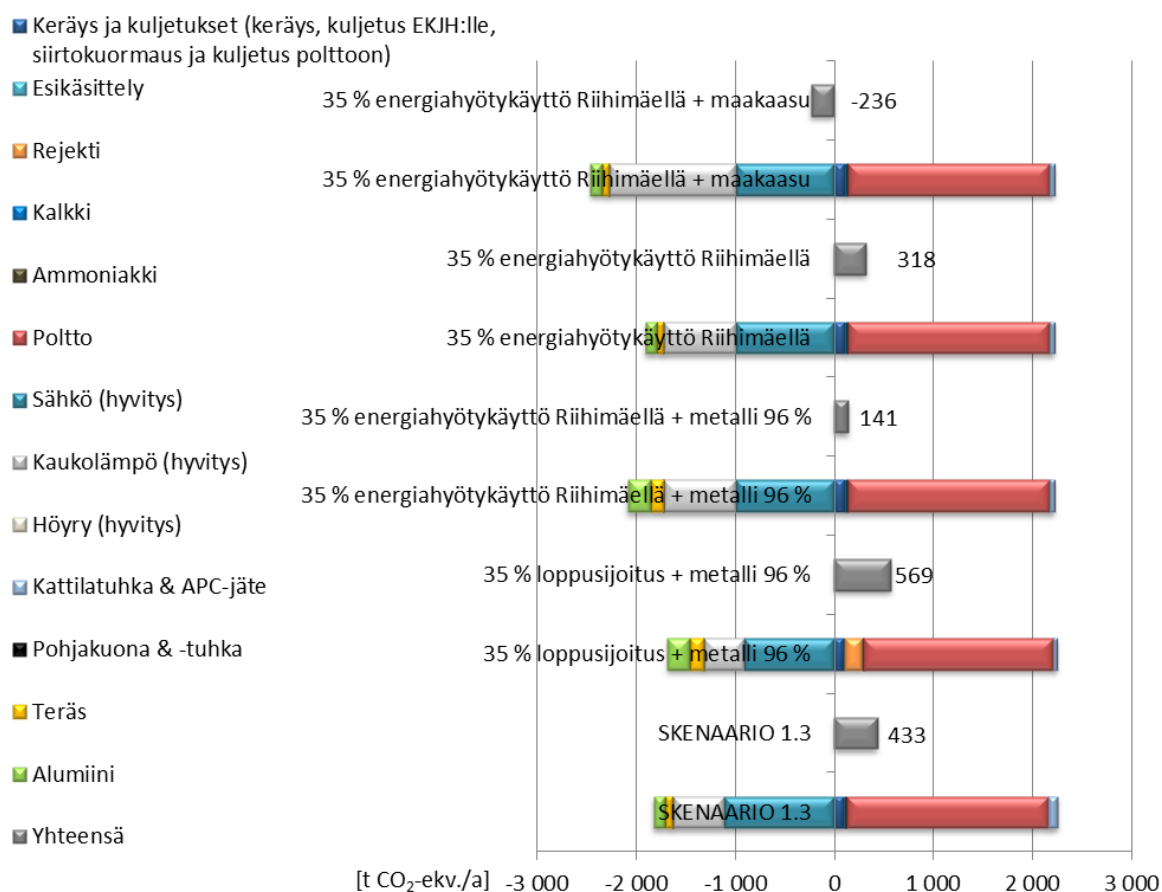
Poistettavista jakeista metalli on ohjattu kierrätykseen ja muut jakeet on mallinnettu kaatopaikalle. Orgaanisen aineksen osuus on huomattavan korkea jäännösjakeessa, mikä vaikuttaa kaatopaikkasijoituskelvouteen, minkä vuoksi jae on mallinnettu myös vaihtoehtoisesti poltettavaksi Riihimäen arinalaitoksella. Laskennassa muutettuja arvoja on esitelty taulukossa 69.

Taulukko 69. Kuivajätteen tehokkaamman esikäsittelyn jälkeiset arvot.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
<b>LEPPÄVIRTA, POLTTO</b>			
Käsitelty kuivajäte, lämpöarvo	19,8	MJ/kg	Laskettu
Käsitelty kuivajäte, CO <sub>2,foss.</sub> osuus	999	kg CO <sub>2</sub> /t	Laskettu
Lopputuotteet (pohja-, kattilatuhka ja APC-jäte)	10	%	Oletus
<b>RIIHIMÄKI, POLTTO</b>			
Jäännösjae, lämpöarvo	8,8	MJ/kg	Laskettu
Jäännösjae, CO <sub>2,foss.</sub> osuus	111	kg CO <sub>2</sub> /t	Laskettu
Etäisyys, Leppävirta-Riihimäki	285	km	
Lastauksen ja kuljetuksen päästöt			Ks. liite II

Herkkystarkastelun tulokset on esitetty kuvassa 82. Kuvaan on otettu mukaan myös vaihtoehdot:

- Metallin erotteluosuus aiemmin ilmoitettu 50 % ja 35 % kuivajätteestä on toimitettu Riihimäen arinalaitokselle.
- Sama kuin edellä, mutta kaukolämpö korvaa myös Leppävirralla maakaasun käyttöä.



Kuva 82. Kuivajätteen esikäsittelyn vaikutus skenaarion 1.3 tuloksiin.

Riihimäelle toimitetun jakeen päästöt ja hyvitykset ovat yhteissummana Leppävirran arvoissa. Kuvasta voidaan havaita, että kasvihuonekaasupäästöjen kannalta

- käsittelystä erotettu jae (kuvassa rejekti) kannattaa ohjata kaatopaikan sijasta arinalaitokselle.

- päästöt pienevät, jos osa kuivajätteestä ohjautuu Riihimäelle.
- päästöt pienenevät lisää, jos Leppävirralla voitaisiin Riihimäen tapaan korvata tuotetulla kaukolämmöllä maakaasun käyttöä. Vielä parempiin päästövähennyksiin päästäisiin kuitenkin, jos maakaasun hyvitysten lisäksi Leppävirran kuivajätteen hyödyn-tämisaste olisi 93 % (ks. kappale 4.8.2) eli kyseisessä tarkastelussa kuivajätettä ei oh-jattaisi lainkaan Riihimäelle.
- metallien tehostetulla talteenotolla ja kierrätyksellä saadaan vähennettyä merkittä-västi aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä, kun verrataan metallien vähäiseen mää-rään kuivajätteessä.

## 5 ETELÄ-KARJALAN ALUEKERÄYSPISTEIDEN KUIVAJÄTEHUOLLON KUSTANNUKSET

Tutkimuksessa on tarkasteltu Etelä-Karjalan aluekeräyspisteiden kuivajätehuollosta alueelliselle jätehuoltoyhtiölle aiheutuvia kustannuksia. Skenaarioissa 0-2 huomioituja kustannuksia on koottu taulukkoon 70. Kustannustiedot on saatu keväällä 2014 Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:ltä. Euromääräisiä kustannuksia ei ole esitelty raportissa.

**Taulukko 70.** Skenaarioissa 0-2 huomioituja kustannuksia.

	SKENAARIO		
	0	1	2
<b>ALUEKERÄYSPISTEET</b>			
Astioiden korjaus ja huolto	X	X	
Astioiden uusinta			X
Maanrakennus ja asennus			X
Säkkien vaihto			X
Lumityöt ja siivous	X	X	X
Maavuokra	X	X	X
<b>KERÄYS JA KULJETUS</b>	X	X	X
<b>SIIRTOKUORMAUS</b>		X	X
<b>JATKOKULJETUS</b>		X	X
<b>KÄSITTELY</b>	X	X	X

### 5.1 Aluekeräyspisteet ja astioiden tyhjennys

Skenaarioissa 0-1 aluekeräyspisteillä on jäteastioita ja pikakontteja. Pikakonttien osalta on arvioitu korjattavien konttien osuus vuodessa. Korjausten suhteen on huomioitu aiheutuva korjauskulu sekä rahtimaksu korjattavaa pikakonttia kohden. (Huovinen 2014a.) Skenaarion 2 astioiden uusintakustannuksiin on sisällytetty uudet 5 m<sup>3</sup> syväkeräyssäiliöt (Huovinen ja Kellaranta 2014; Huovinen et al. 2014). Astiakustannuksille on laskettu tasamaksuerä eli annuiteetti yhtälöllä (Vedenjuoksu 2011, 75):

$$k = \tilde{K}_0 \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, \quad (5)$$

missä  $\tilde{K}_0$  = Lainan määrä [€]  
*i* = Korkokanta [-]  
*n* = taloudellinen elinikä [a].

Taloudelliseksi eliniäksi on arvioitu 10 a ja korkokantana on käytetty arvoa 1,3 % (yhtälöön 0,013). Kyseisiä arvoja on käytetty kaikissa annuiteetilaskuissa. Maanrakennuksen ja asennuksen kustannukset on arvioitu syväkeräyssäiliötä kohden [€/säiliö] (Huovinen ja Kellaranta 2014; Huovinen et al. 2014). Kyseiselle kustannukselle on myös laskettu annuiteetti yhtälöllä

5. Tutkimuksessa on myös huomioitu syväkeräyssäiliöiden mahdolliset säkkien vaihdot rikkoutumisen seurauksena. Säkkien rikkoutumisaste on laskettu Etelä-Karjalan alueella olevien ekopistesäiliöiden säkkien kahden vuoden rikkoutumis- ja kokonaismäärän perusteella (Huovinen ja Kelaranta 2014; Huovinen 2014a). Rikkoutumisasteeksi on saatu hyvin pieni eli säkkien vaihdosta aiheutuu hyvin pienet kulut vuositasolla.

Lumityö- ja siivouskulut on arvioitu aluekeräyspistettä kohden vuodessa (Huovinen 2014a). Todelliset maavuokrat vuodelta 2013/2014 on saatu kunnittain. Kaikkien pisteiden osalta ei tarvitse maksaa korvauksia maanomistajille, sillä pisteet ovat kunnan tai valtion mailla. (Ilvonen 2014a; Ilvonen 2014b.) Skenaariossa 2 maavuokran on oletettu pienenevän samassa suhteessa kuin pisteitä on vähennetty.

Skenaarioihin 0-1 aluekeräyspisteiden astioiden tyhjennyskulut (sis. kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen EKJH:lle) on kerätty jätehuoltoyhtiön asiakasrekisteristä erikokoisille astioille [€/astia] (EKJH 2013b). Syväkeräyssäiliön tyhjennyskulu [€/säiliö] on jouduttu arvioimaan (Pöllänen 2014b). Samoin on arvioitu, että jäljelle jääneillä aluekeräyspisteillä, yhtä pistettä lukuun ottamatta, tyhjennystiheydet säilyvät skenaariossa 2 ennallaan (Huovinen 2014b; Pöllänen 2014e).

## 5.2 Kuivajätteen loppusijoitus ja energiahyötykäyttö

Käsittelyn kustannuksilla tarkoitetaan sekä loppusijoitusta että energiahyötykäyttöä. Loppusijoituksen kustannuksien lähtökohtana on ollut Villasen (2008, 74–79) laskelmat, joita tutkimuksessa on päivitetty. Suurin muutos on aiheutunut siitä, että kaatopaikan vaihe IV on otettu käyttöön vuonna 2011 eli loppusijoitusalueetta on laajennettu Villasen (2008) laskelmien jälkeen (EKJH 2013a, 14).

Kuivajätteen loppusijoituksen (skenaario 0) osalta on huomioitu:

- Kaatopaikan pohjarakenteiden kustannus
- Kaatopaikan jälkihoitokustannus
- Maanhankinnan ja infrastruktuurin (esim. osa vaaka-asemasta ja toimistorakennuksesta) kustannukset
- Kaatopaikan vuosipoistot
- Jätehuoltoyhtiön henkilöstökulut sivukuluineen ja osuus hallinnon yleiskuluista
- Ostopalveluiden kustannukset
- Kehittämisen ja investointien kustannukset ja
- Jätevero (50 €/t) (Villanen 2008, 74–79; EKJH 2014; Suomalainen 2014a; Suomalainen 2014b).

Kustannukset, pois lukien jätevero, on jaettu jätetonnina kohden. Tutkimuksessa on siis määritetty muun muassa kaatopaikalle sijoitettavan jätteen kokonaiskapasiteetti.

Skenaarioissa 1-2 on huomioitu siirtokuormaukseen liittyvät kustannukset. Saadun siirtokuormausaseman investointikustannuksen pohjalta on voitu laskea annuiteetti yhtälöllä 5 niin, että taloudellinen elinikä on 10 a ja korkokanta on 1,3 % (Pöllänen 2014a; Pöllänen 2014b). Tutkimuksessa on huomioitu myös muut kustannukset, kuten siirtokuormausaseman henkilöstö, työkoneet ja sähkön kulutus (Pöllänen 2014a). Skenaarioiden 1-2 jatkokuljetukset EKJH:lta jätteenpolttolaitoksille on laskettu Riihimäen kuljetuskustannusten pohjalta [€/km] (Pöllänen 2014a; Pöllänen 2014b).

Kuivajätteen energiahyötykäytön (skenaariot 1-2) osalta on huomioitu:

- Poltto jätteenpolttolaitoksella
- Tuhkien käsittely
- Jätehuoltoyhtiön henkilöstökulut sivukuluineen ja osuus hallinnon yleiskuluista
- Infrastruktuurin kustannukset (esim. osuus vaaka-asemasta ja toimistorakennuksesta)
- Kehittämisen ja investointien kustannukset (Suomalainen 2014a; Suomalainen 2014b; Pöllänen 2014a; Pöllänen 2014b).

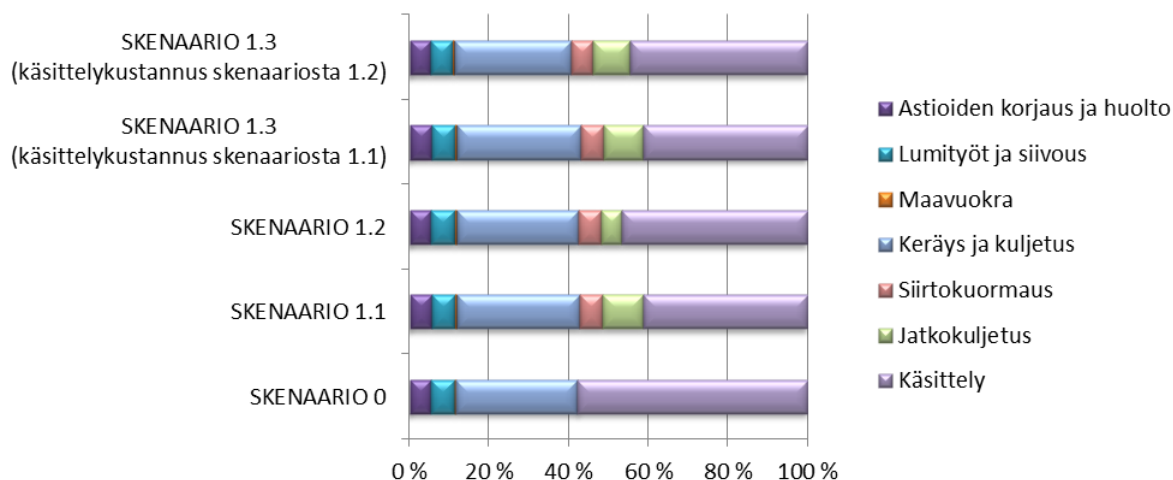
Osa kustannuksista on jaettu arviolla keskimääräisestä jätemäärästä aseman kautta [t/a] (Pöllänen 2014b).

### 5.3 Tulokset

Kustannusten osuudet skenaarioissa 0-1 on esitetty kuvassa 83. Kuvasta voidaan havaita:

- Merkittävimmät kustannukset aiheutuvat kuivajätteen käsittelystä (41-58 %) sekä keräyksestä ja kuljetuksesta (noin 30 %). Kustannuksien näkökulmasta keräyksen ja kuljetuksen rooli on siis suurempi kuin kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta.
- Kuivajätteen loppusijoituksen osuutta verrattaessa siirtokuormauksen, jatkokuljetuksen ja energiahyötykäytön yhteen laskettuun osuuteen voidaan havaita osuuksien olevan hyvin lähellä toisiaan. Tämä tarkoittaa sitä, että loppusijoituksen ja energiahyötykäytön kustannukset eivät estä valitsemasta kasvihuonekaasupäästöjen kannalta parempaa vaihtoehtoa. Laskentojen perusteella kuivajätteen ohjaus Riihimäelle tai Kotkaan energiahyötykäyttäväksi (skenaariot 1.1 ja 1.2) olisi hieman edullisempää kuin kuivajätteen loppusijoitus (skenaario 0).
- Astioiden korjauksen ja huollon, lumityön ja siivouksen sekä siirtokuormauksen kustannusosuuksien voidaan havaita olevan lähellä toisiaan.
- Skenaarioissa 1.1-1.3 jatkokuljetusten osuus on 5-10 % kokonaiskustannuksista. Skenaarion 1.2 jatkokuljetuskustannusten osuus on pienin, koska etäisyys Kotkan jätteenpolttolaitokselle on muita jätteenpolttolaitoksia lyhyempi.

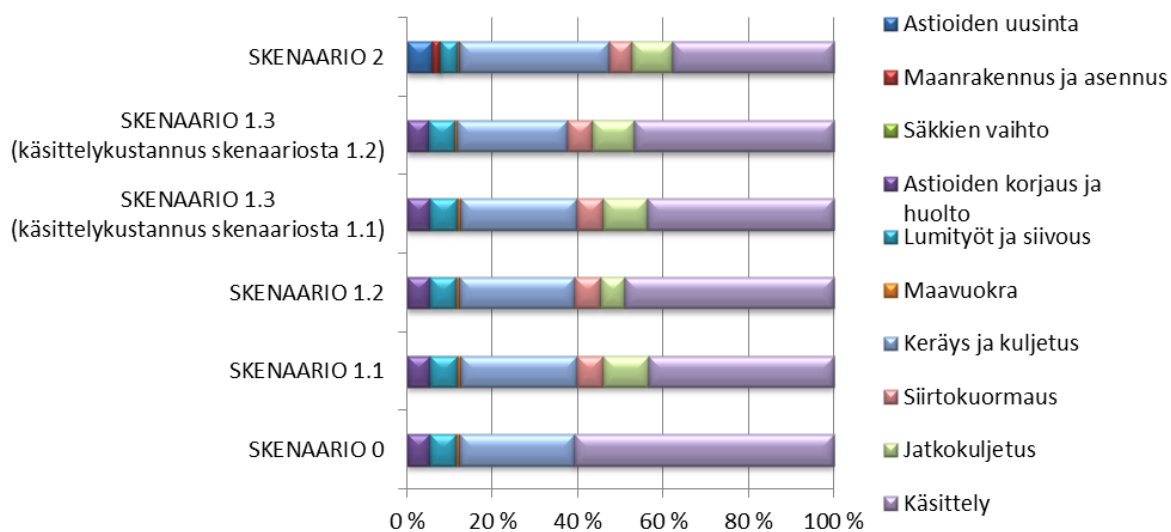




Kuva 83. Skenaarioiden 0-1 kustannusten osuudet.

Luumäen kustannusten osuudet skenaarioissa 0-2 on esitetty kuvassa 84. Kuvasta voidaan havaita:

- Astioiden vaihto syväkeräyssäiliöihin ei lisää merkittävästi kustannuksia, jos ne eivät aiheuta uutena korjaus- ja huoltokuluja.
- Kuivajätteen keräyskustannusten osuus kasvaa skenaariossa 2. Kasvaneiden kustannusten taustalla on, että pikakonttien koon kasvaessa astian tyhjennyshinnat pienenevät astiatilavuutta kohden. Luumäen osalta skenaarioissa 0-1 suurin osa pikakonteista on skenaarion 2 syväkeräyssäiliöitä suurempia. Huomioitava kuitenkin on, että tutkimuksen aikana ei päivitetty tyhjennystiheyksiä, yhtä pistettä lukuunottamatta. Tyhjennystiheyksien harvennuksella, liittyen kesäasukkaiden määrään sekä jätteen tiivistymiseen syväkeräyssäiliöissä, on mahdollista pienentää keräyskustannusten osuutta.
- Lumityö- ja siivouskulut vähenevät aluekeräyspisteiden määrän vähentyessä.
- Maavuokran, kuten myös säkkien vaihdon, vaikutus on olematon.



Kuva 84. Luumäen kustannusten osuudet skenaarioissa 0-2.

Kirjallisuudessa on mainittu, että vuonna 1991 tehtyjen arvioiden mukaan astia-, keräys- ja kuljetuskustannukset ovat noin 80 % yhdyskuntajätehuollon kokonaiskustannuksista, joten jätelogistiikkaa on pidetty tärkeänä taloudellisesta näkökulmasta. Nykyisin edellä mainittujen kustannusten osuutta pidetään pienempänä, esimerkiksi jätteiden hyötykäyttöön liittyvien kustannusten kasvun myötä, mutta edelleen merkittävänä. (Heino 2013, 51.) Uriarte (2008, 9) on arvioinut keräys- ja kuljetuskustannusten olevan noin 40–80 % jätehuollon kokonaiskustannuksista. Kun huomioidaan tutkimuksessa lasketut kustannusosuudet astioiden uusinnasta keräykseen ja kuljetukseen asti, skenaarioiden keskiarvo-osuudeksi saadaan noin 40 % kokonaiskustannuksista. Pelkän keräyksen ja kuljetuksen kustannusosuus vaihtelee välillä 26–35 %.

## 6 JULKISIA JÄTEKULJETUSHANKINTOJA YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT HUOMIOIDEN

Tutkimukseen on tiivistetty julkisten hankintojen lainsäädäntöä sekä annettu apuja ja vinkkejä, joiden avulla jätehuoltoyritykset voivat tehdä jätekuljetushankintoja ympäristönäkökohdat huomioiden.

### 6.1 Julkisen hankintaprosessin vaiheet

Julkiset hankinnat voidaan jakaa kuvan 85 mukaisesti 16 vaiheeseen. Vaiheiden lukumäärään ja kestoan vaikuttavat muun muassa hankinnan arvo ja monimutkaisuus. Raportissa keskitytään erityisesti vaiheeseen kaksi ”*Tarjouspyynnön laadinta*”, jotta saadaan muodostettua kestävä päätös vaiheessa 12 ”*Hankintapäätöksen teko*”.



**Kuva 85.** Julkisen hankinnan avoimen menettelyn hankintaprosessi (Rehn 2007, 55; Hietanen 2011, 15; Torkkel 2012; Mikkola 2014).

## 6.2 Laki julkisista hankinnoista

Tutkimuksessa on keskitytty vielä tutkimuksen tekohetkellä voimassa olevaan lakiin julkisista hankinnoista (L 30.3.2007/348). Julkisten hankintojen direktiivi on kuitenkin ollut valmisteilla jo tutkimuksen aikana ja direktiivi on hyväksytty keväällä 2014. Uuden hankintalain arvioidaan astuvan voimaan vuonna 2016. (PTC Services Oy 2014.) Esimerkkejä direktiivin uudistuksista on kerrottu kappaleessa 6.3.

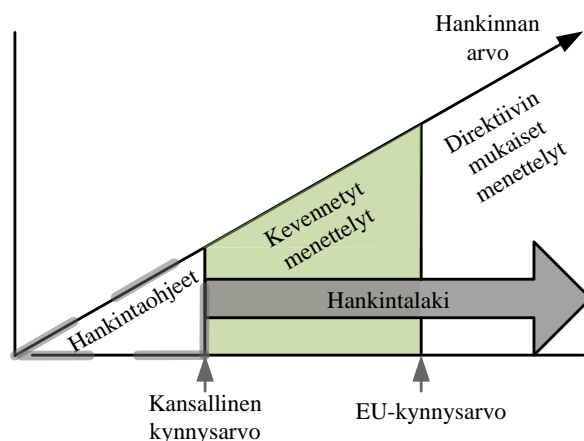
Julkisten hankintojen tekemisessä tulee noudattaa hankintalainsäädännössä määriteltyjä menettelytapoja. Lainsäädännön tarkoituksena on tehostaa julkisten varojen käyttöä sekä edistää laadukkaiden hankintojen tekemistä. Tavoitteena on myös antaa yrityksille tasapuoliset mahdollisuudet tarjota tavaroita, palveluja ja rakennusurakoita julkisten hankintojen tarjouskilpailuissa. Hankintayksikön tulee kohdella hankintamenettelyyn osallistujia tasapuolisesti ja syrjimättä sekä hankintayksikön on toimittava avoimesti. (L 30.3.2007/348, 1 ja 2 §.)

Esimerkkejä erilaisista hankintamenettelyistä on esitelty taulukossa 71. Hankinnassa tulee käyttää ensisijaisesti avointa tai rajoitettua menettelyä (L 30.3.2007/348, 24 §).

**Taulukko 71.** Esimerkkejä erilaisista hankintamenettelyistä (L 30.3.2007/348, 5 §).

Hankintamenettely	Kuvaus
<b>Avoin menettely</b>	Hankintayksikkö julkaisee hankintailmoituksen ja kaikki halukkaat toimijat voivat tehdä tarjouksen. Hankintayksikkö voi myös lähettää tarjouspyyntöjä soveliaiksi katsomilleen toimijoille.
<b>Rajoitettu menettely</b>	Hankintayksikkö julkaisee hankintailmoituksen ja halukkaat toimijat voivat pyytää saada osallistua, mutta ainoastaan hankintayksikön valitsema ehdokkaat voivat tehdä tarjouksen.
Neuvottelumenettely	Hankintayksikkö julkaisee hankintailmoituksen ja halukkaat toimijat voivat pyytää saada osallistua, minkä jälkeen hankintayksikkö neuvottelee hankintasopimuksen ehdoista valitsemiensa toimittajien kanssa.
Suorahankinta	Hankintayksikkö valitsee menettelyyn mukaan yhden tai useamman toimittajan, jonka kanssa neuvottelee sopimuksen ehdoista.
Kilpailullinen neuvottelumenettely	Hankintayksikkö julkaisee hankintailmoituksen ja kaikki halukkaat toimittajat voivat pyytää saada osallistua, minkä jälkeen hankintayksikkö neuvottelee ratkaisun tai ratkaisujen löytämiseksi hyväksytyjen ehdokkaiden kanssa. Ratkaisun tai ratkaisujen pohjalta valittuja ehdokkaita pyydetään tekemään tarjous.

Julkiset hankinnat voidaan jakaa hankinnan arvon perusteella EU-hankintoihin, kansallisiin hankintoihin ja pienhankintoihin eli vähäisiin hankintoihin (Ukkola 2008, 3; Aalto-Setälä et al. 2008, 590). Mikäli hankinta ylittää EU-kynnysarvon, kyseessä on EU-hankinta. Kansallisen kynnysarvon ylittäviä, mutta EU-kynnysarvon alittavia hankintoja kutsutaan kansallisiksi hankinnoiksi. Kansallisen kynnysarvon alittavat hankinnat ovat puolestaan pienhankintoja. (Aalto-Setälä et al. 2008, 590.) Kuvassa 86 on esitelty hankinnan arvon ja hankintalain soveltamista.



**Kuva 86.** Hankinnan arvo ja hankintalain soveltaminen (Kuntaliitto 2007, 5).

EU-kynnyсарvot päivitetään kahden vuoden välein (L 30.3.2007/348, 16 §). 1.1.2014–31.12.2016 voimassa olevat kynnyсарvot on esitelty taulukossa 72 (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014). Kansalliset kynnyсарvot on puolestaan esitelty taulukossa 73. Hankinnan ennakoitu kokonaisarvo tulee määrittää ilman arvonlisäveroa, huomioiden muun muassa optio- ja pidennysehdot, ja verrata arvoa taulukoiden kynnyсарvoihin (L 30.3.2007/348, 17 §).

**Taulukko 72.** EU-kynnyсарvot (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014).

Hankintalaji	Valtion keskushallintoviranomainen [€]	Muut hankintaviranomaiset [€]
Tavarahankinnat		
Palveluhankinnat	134 000	207 000
Suunnittelukilpailut		
Rakennusurakat	5 186 000	
Käyttöoikeusurakat		

**Taulukko 73.** Kansalliset kynnyсарvot (L 30.3.2007/348, 15 §).

Hankintalaji	Hankintaviranomainen [€]
Tavarahankinnat	
Palveluhankinnat	30 000
Suunnittelukilpailut	
Käyttöoikeussopimukset	
Terveystenhoito- ja sosiaalipalvelut	100 000
Koulutuspalvelut yhteishankintana	
Rakennusurakat	150 000
Käyttöoikeusurakat	

Kansallisen kynnyсарvon (ja myös EU-kynnyсарvon) ylittävät julkiset hankinnat tulee ilmoittaa HILMAan. HILMA on sähköinen ilmoituskanava, jota kautta hankintayksiköt ilmoittavat julkisista hankinnoistaan. Ilmoituskanavan ylläpidosta vastaa työ- ja elinkeinoministeriö ja sen käyttö on maksutonta. Yritykset voivat HILMAsta katsoa käynnissä olevia hankintoja ja saada ennakkotietoa tulevista hankinnoista. (HILMA 2013.)

Pienhankinnat jäävät hankintalain soveltamisalan ulkopuolelle. Pienhankintoja tehdessä hankintayksiköt voivat melko vapaasti käyttää kuhunkin tilanteeseen sopivaa hankintamennettelyä, kun muistetaan noudattaa myös pienhankintoja koskevia peruseriaatteita, kuten avoimuutta ja tarjoajien tasapuolista sekä syrjimätöntä kohtelua. (Myllymäki 2012.) Käytännössä kilpailutus tapahtuu hankintayksiköiden omia hankintaohjeita noudattaen (Ukkola 2008, 3).

Julkisten hankintojen tarjouksista on valittava kokonaistaloudellisesti edullisin tai hinnaltaan halvin (L 30.3.2007/378, 62 §). Huomioidessa ympäristö- ja energiansäästönäkökohdat, valitaan:

- 1) Asetetaanko pakollisia vaatimuksia, jolloin valitaan hinnaltaan halvin vaihtoehto.
- 2) Asetetaanko teknisissä eritelmissä vertailuperusteita, jolloin valitaan kokonaistaloudellisesti edullisin vaihtoehto.
- 3) Asetetaanko pakollisia vaatimuksia sekä teknisissä eritelmissä vertailuperusteita, jolloin valitaan kokonaistaloudellisesti edullisin vaihtoehto. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007, 3.)

Jokaisella vaihtoehdolla on omat etunsa. Vaihtoehto 1 voi olla usein selkein, sillä jos vaatimukset eivät täyty, tarjoaja on suljettava tarjouskilpailusta pois. Vaihtoehtoa käytettäessä vaatimusten tulee kuitenkin olla riittävän tiukkoja. Vaihtoehdon 2 on kerrottu todennäköisesti lisäävän tarjousten määrää, mutta vaihtoehto lisää myös hankintayksikön työmäärää, sillä tarjoukset tulee laittaa kokonaistaloudellisesti paremmuusjärjestykseen. Vaihtoehto 3 on edellisten yhdistelmä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007, 3-4.)

Teknisten eritelmien kuvaaminen tapahtuu hankintailmoituksessa tai tarjouspyynnössä. Teknisten eritelmien tulee mahdollistaa tarjoajille samanlaiset mahdollisuudet osallistua tarjouskilpailuun ja ne eivät saa perusteettomasti rajoittaa kilpailua. Laatiminen tapahtuu:

- viittaamalla kansalliseen tai kansainväliseen standardiin, eurooppalaiseen tekniseen hyväksyntään, viralliseen tekniseen määrittelyyn tai tekniseen viitteeseen. Viittaukseen tulee lisätä sanat "*tai vastaava*".
- suorituskykyä tai toiminnallisia ominaisuuksia koskevien vaatimusten perusteella, mitkä ovat tarpeeksi täsmällisiä hankinnan kohteen määrittämiseen ja tarjousten valintaan. (L 30.3.2007/348, 44 §.)

Ympäristöominaisuuksia koskevia vaatimuksia voi sisällyttää suorituskykyä ja toiminnallisia ominaisuuksia koskeviin vaatimuksiin. Vaatimusten esittämiseen voidaan käyttää ympäristömerkeissä olevia yksityiskohtaisia perusteita tai niiden osia. Edellytyksenä on että:

- eritelmät soveltuvat tavaroiden tai palveluiden ominaisuuksien määrittämiseen
- merkin vaatimukset kehitetään tieteellisen tiedon pohjalta
- kaikki asianomaiset tahot ovat voineet osallistua merkin laatimiseen
- merkki on kaikkien saatavilla.

Hankintayksikkö voi ilmoittaa, että tietyllä ympäristömerkillä varustetun tuotteen tai palvelun katsotaan täyttävän ympäristöominaisuuksiin liittyvät vaatimukset, mutta sen tulee hyväksyä myös tarjoajan esittämä muu osoitus. Osoituksena voi olla esimerkiksi valmistajan tekninen asiakirja tai tekninen raportti tunnustetulta toimielimeltä. (L 30.3.2007/348, 45 §.)

Hankintasopimukseen voi myös asettaa erityisehtoja esimerkiksi liittyen ympäristö- ja sosiaalisiin näkökohtiin, kuten ammatillista koulutusta työpaikalla. Ehdot tulee mainita jo hankintailmoituksessa tai tarjouspyynnössä. Vaatimuksia voi kohdistaa myös ammatilliseen pätevyyteen ja tekniseen suorituskykyyn. Nämä voidaan osoittaa esimerkiksi seuraavin asiakirjoin:

- todistus johtohenkilöiden ja suorittamisesta vastaavien henkilöiden koulutuksesta ja ammatillisesta pätevyydestä
- luettelo edellisen kolmen vuoden aikana toteutuneista tärkeimmistä tavarantoimittuksista tai palveluista arvoineen, ajankohtineen ja vastaanottajineen
- selvitys keskimääräisestä työvoimasta ja johtohenkilöiden lukumäärästä
- selvitys työvälaineistä, kalustosta ja teknisistä laitteista
- näytteet, kuvaukset ja valokuvat sekä todistukset, jotka osoittavat vaatimustenmukaisuuden teknisten eritelmien tai standardien kanssa
- selvitys toteutettavista ympäristöhoitotoimenpiteistä
- selvitys laadunvarmistustoimenpiteistä. (L 30.3.2007/348, 59 §.)

Taulukkoon 74 on kerätty julkisten hankintojen tekemisessä huomioitavia asioita. Tarkoituksena on näyttää, mikä on sallittua ja mikä on kiellettyä.

**Taulukko 74.** Julkisten hankintojen tekemisessä huomioitavia asioita (Nissinen 2004, 53–54; Euroopan komissio 2005, 22; L 30.3.2007/348, 44–45 §).

Sallittua	Kiellettyä
Annetaan yhtäläiset mahdollisuudet tarjoajille	Rajoitetaan kilpailua
Viitataan valmistajaan, tavaramerkkiin, patenttiin, tuotetyyppiin, alkuperään, menetelmään tai tuotantoon, sillä kohteen kuvaaminen muutoin hankalaa, liitetään viittaukseen sanat ”tai vastaava”	Viitataan valmistajaan, tavaramerkkiin, patenttiin, tuotetyyppiin, alkuperään, menetelmään tai tuotantoon niin, että suositaan tai syrjitään tiettyjä tarjoajia tai tavaroita
Vaaditaan, että täytetään ympäristömerkin kriteerit	Vaaditaan ympäristömerkkiä
Vaaditaan ympäristönhallintamenettelyjä, jotka ovat tärkeitä palvelun ympäristövaikutusten kannalta	Vaaditaan ympäristöjärjestelmää
Ilmoitetaan, että <ul style="list-style-type: none"> <li>- tuote tulee olla valmistettu tietyistä materiaalista tai materiaaleista</li> <li>- mikään materiaaleista tai kemikaaleista ei saa olla ympäristölle haitallinen (ja annetaan lista aineista, joita ei saa sisältää)</li> <li>- tietty prosenttiosuus on vähintään kierrätettyä tai käytettyä materiaalia</li> </ul>	Tekniset eritelmat eivät liity sopimuksen kohteeseen
Vaaditaan tiettyä kuljetusmuotoa, joka ei johda syrjintään	Käytetään kuljetusmatkaa

Tarjoajan tulee osoittaa, että tarjouspyynnön vaatimukset täyttyvät. Kuten edellä jo mainittiin, ehtoja vastaamattomat tarjoukset suljetaan tarjouskilpailusta. (L 30.3.2007/348, 46 §.)

Vertailuperusteina voi olla esimerkiksi laatu, hinta, tekniset ansiot, esteettiset ja toiminnalliset ominaisuudet, ympäristöystävällisyys, käyttökustannukset, kustannustehokkuus, myynnin jälkeinen palvelu ja tekninen tuki, huoltopalvelu, toimituspäivä tai toimitus- tai toteutus-aika taikka elinkaarikustannukset (engl. Life Cycle Cost, LCC). Vertailuperusteiden lisäksi hankintailmoituksessa tai tarjouspyyntöasiakirjoissa on ilmoitettava vertailuperusteiden suhteellinen painotus. Painotus on mahdollista ilmoittaa myös kohtuullisella vaihteluvälillä tai vertailuperusteet tärkeysjärjestyksessä, jos painotuksen ilmaiseminen ei ole muutoin mahdollista. (L 30.3.2007/348, 62 §.)

Käytettäessä valintaperusteena kokonaistaloudellista edullisuutta voidaan myös hyväksyä vaihtoehtoisia tarjouksia, jos tämä on hankintailmoituksessa ilmoitettu sallituksi ja tarjous täyttää vähimmäisvaatimukset sekä vaatimukset vaihtoehtojen esittämiselle. Tarjoajia voidaan vaatia ilmoittamaan, minkä osan sopimuksesta se aikoo antaa alihankintana kolmansille osapuolille, sekä ehdotetut alihankkijat, mutta tämä ei rajoita tarjoajan vastuuta hankinnan toteuttamisesta. (L 30.3.2007/348, 47–48 §.)

### 6.3 Direktiivi julkisista hankinnoista

Esimerkkejä keväällä 2014 hyväksytyin julkisten hankintojen direktiivin (2014/24/EU) uudistuksista:

- Sosiaalisten ja ympäristökriteerien painoarvo lisääntyy hankintapäätösten teossa. Suomen lainsäädäntö on jo tosin sallinut vastaavien kriteerien huomioimisen.
- Suuria hankintoja suositellaan pilkottavan pienempiin osakokonaisuuksiin, jotta pienet ja keskisuuret yritykset pystyvät osallistumaan tarjouskilpailuihin.
- Hankintakäytäntöjä yhdenmukaistetaan, jotta yritysten on helpompaa osallistua tarjouskilpailuihin muissa EU-maissa. (Hartikainen 2014.)
- Siirrytään sähköiseen kilpailutuskäytäntöön.
- Uutena hankintamenettelynä innovaatiokumppanuus, jossa hankinta-asiakirjoissa määritellään innovatiivisen tuotteen, palvelun tai rakennushankinnan tarve, jota ei ole vielä saatavilla markkinoilta. (Vanto 2013, 5-6; 2014/24/EU.) Kyseessä on siis uusi työkalu edistämään innovaatiotoimintaa.



## 6.4 Laki ajoneuvojen energia- ja ympäristövaikutusten huomioimisesta julkisissa hankinnoissa

Laki ajoneuvojen energia- ja ympäristövaikutusten huomioon ottamisesta julkisissa hankinnoissa (1509/2011) on astunut voimaan vuonna 2012. Kuljetuspalvelun hankinnassa tulee huomioida ainakin seuraavat energia- ja ympäristövaikutukset:

- energiankulutus,
- CO<sub>2</sub>-päästöt sekä
- typenoksidi-, hiilivety- ja hiukkaspäästöt.

Hankinnassa voidaan huomioida myös melu ja päästöjen paikalliset vaikutukset sekä muut ympäristövaikutukset. Tarjouspyynnössä tai hankintailmoituksessa voidaan asettaa edellä mainittuja koskien vähimmäisvaatimuksia (kilpailutusvaihtoehto 1). Vaatimusten asettamisessa voidaan käyttää myös ympäristömerkkiä koskevia kriteereitä. Vertailuperusteet ja tekniset eritelmät tai määrittelyt tulee ilmoittaa etukäteen tarjoajille. Tarjouksen antajan tulee puolestaan liittää tarjousasiakirjoihin selvitykset, joilla osoitetaan vähimmäisvaatimusten täyttyminen. (L 29.12.2011/1509, 3-4 ja 8 §.) Laki ei määrää vähimmäistasoja, joten hankintaa tekevien on hyvä kartoittaa markkinatilannetta hyvissä ajoin ennen kilpailutusta, jotta vaatimukset osataan asettaa oikealle tasolle (Motiva Oy 2012f, 3).

Mikäli ei ole huomioitu vaihtoehtoa 1, vaikutukset tulee huomioida kokonaistaloudellisen edullisuuden vertailuperusteina (kilpailutusvaihtoehto 2). Kyseistä arviointia varten energia- ja ympäristövaikutukset muutetaan rahamääräisiksi. Edellä mainittu menettely voidaan myös yhdistää vähimmäisvaatimukseen perustuvaan menettelyyn. Mikäli arviointia varten vaikutukset muutetaan rahamääräisiksi, tulee laskea ajoneuvojen koko elinkaarelle kohdistuvat ympäristövaikutukset. (L 29.12.2011/1509, 5 §.)

## 6.5 Ohje biokaasuajoneuvojen ja -kuljetuspalveluiden hankintaan

Tutkimuksessa on tutustuttu vuonna 2011 julkaistuun kilpailutusohjeeseen, jossa käsitellään biokaasuajoneuvojen ja biokaasukäyttöisten kuljetuspalveluiden kilpailuttamista. Ohjeessa on todettu laissa ajoneuvojen energia- ja ympäristövaikutusten huomioon ottamisesta julkisissa hankinnoissa (1509/2011) esitelty kilpailutusvaihtoehto 1 vaihtoehtoa 2 paremmaksi tavaksi, kun hankitaan biokaasukäyttöistä kuljetuspalvelua. Kilpailutusvaihtoehdot sekä vaihtoehtoon 1 liittyviä vaihtoehtoisia kilpailutustapoja on esitelty seuraavaksi. (Lampinen 2011, 2 ja 11.)

### 6.5.1 Kilpailutusvaihtoehto 1

Kilpailutusvaihtoehdossa 1 autojen ominaisuuksista on saatava vähintään laissa 1509/2011 esitetyt tiedot (ks. kappale 0) päästöistä ja energiankulutuksesta. Euro-normeja voidaan

käyttää pohjana vaatimusten asetuksessa, mutta tavoitteena on hankkia vähimmäistasoja puhtaampia ajoneuvoja (Lampinen 2011, 12).

Helpoin tapa biokaasukäyttöisten kuljetuspalveluiden hankintaan on pyytää tarjouksia vain biokaasukäyttöisiltä kuljetuspalveluilta. Yksinkertaisimmillaan valinta voidaan tehdä suoran hankintahinnan perusteella, mutta kilpailutukseen voi liittää myös vaatimuksia. (Lampinen 2011, 15.)

Hankinnoissa voidaan myös soveltaa listakäytäntöä:

- Mustalle eli negatiiviselle listalle asetetaan asiat, joita ostettavilta tuotteilta ei hyväksytä, esimerkiksi dieselmonofuel-autot (vain dieselin käyttöä varten rakennetut autot).
- Valkoiselle eli positiiviselle listalle asetetaan suositeltavat asiat, esimerkiksi biokaasun käyttömahdollisuus.
- Harmaalle listalle asetetaan asioita, jotka hyväksytään, mutta joista halutaan eroon. Kannustetaan siis luopumaan kyseisistä asioista, esimerkiksi maakaasu polttoaineena, jolloin kannustetaan biokaasun käyttöön. (Lampinen 2011, 16 ja 30.)

Pisteytyksessä voidaan antaa lisäpisteitä asetettuja vähimmäisvaatimuksia paremmasta teknologiasta. Esimerkiksi päästöihin liittyen voitaisiin käyttää yhtälöä:

$$Pistemäärä = X \cdot \frac{Vaadittu\ päästö - Todellinen\ päästö}{Vaadittu\ päästö - Tavoite\ päästö}, \quad (6)$$

missä  $X$  = Painotus [pistettä kokonaispistemäärästä]. (Lampinen 2011, 16.)

Tällöin pisteitä jaetaan seuraavasti:

- Vähimmäisvaatimus täyttyy: 0 pistettä.
- Vähimmäisvaatimusta parempi, mutta asetettua tavoitetta heikompi: alle  $X$  pistettä.
- Asetetun tavoitteen saavuttaminen:  $X$  pistettä.
- Asetettua tavoitetta parempi: yli  $X$  pistettä.

Pisteytystä käytettäessä neuvotaan antamaan myös käyttövoimavaatimus, esimerkiksi biokaasukäyttö. Muuten dieselautojen on kerrottu korkean hyötysuhteensa vuoksi voittavan ottomoottorikäyttöisiä uusiutuvia energialähteitä. (Lampinen 2011, 17.)

On myös mahdollista antaa käyttövoimavaatimus, esimerkiksi biokaasukäyttö, ja antaa pisteitä päästöjen ja energiankulutuksen osalta tarjoajien ilmoittamien arvojen pohjalta. Paras saa  $X$  pistettä ja muut saavat pisteitä kohdista yhtälön mukaisesti (Lampinen 2011, 17):

$$\frac{Pienin\ annettu\ arvo}{Ilmoitettu\ arvo} \cdot X. \quad (7)$$

Ruotsissa on käytetty pisteytystä, jossa biokaasun sosiaaliset ja ympäristöhyödyt on hyvitetty rahamääräisesti korvattaessa bensiini- tai dieselkäyttöisiä ajoneuvoja. Annetut arvot kuvaavat siis biokaasukäytön rahallista hyötyä korvattua bensiini- tai dieselöljylittraa kohti (€/l) ajoneuvon elinkaaren aikana. Arvot huomioidaan hankintapäätöstä tehtäessä. Menetelmän lisäksi tulee tuki huomioida aiemmin mainitut päästöt sekä energiankulutus. (Lampinen 2011, 18–19.)

### **6.5.2 Kilpailutusvaihtoehto 2**

Kilpailutusvaihtoehdossa 2 lasketaan ajoneuvojen elinkaaren päästöt sekä energiankulutus rahamääräisesti ja lisätään hankintahintaan. Tapa vastaa aiemmin esiteltyä Ruotsin tapaa (ks. kappale 6.5.1). Päästöjen painoarvo on kuitenkin Ruotsin tavasta eroten hyvin pieni ja energiankulutuksen hyvin suuri, minkä vuoksi biokaasujoneuvot eivät pärjää fossiilista dieseliä käyttäville ajoneuvoille. Vaihtoehto 2 on todettu käyttökelpoiseksi biokaasujoneuvojen hankinnassa vain, jos kilpailutus rajataan biokaasujoneuvoihin tai ainakin dieselmonofuel-ajoneuvot rajataan kilpailutuksen ulkopuolelle. (Lampinen 2011, 19.)

## **6.6 Valtioneuvoston periaatepäätös uusien ja kestävien ympäristö- ja energiaratkaisujen edistämisestä julkisissa hankinnoissa**

Valtioneuvosto on hyväksynyt vuonna 2013 periaatepäätöksen uusien ja kestävien ympäristö- ja energiaratkaisujen (cleantech-ratkaisujen) edistämisestä julkisissa hankinnoissa. Päätöksen tavoitteena on kannustaa ottamaan innovaatio- ja ympäristönäkökohdat huomioon hankinnoissa. Valtion hankintayksiköille kyseessä on velvoittava periaatepäätös, muille hankintayksiköille kyseessä on suositus. Yhdeksi keskeiseksi toimialaksi on mainittu jätehuolto. Tavoitteena on kannustaa cleantech-ratkaisujen syntyä ja käyttöönottoa. (Valtioneuvosto 2013, 1-3.)

Valtion hankintayksiköitä edellytetään muun muassa hyödyntämään elinkaarikustannuslaskentaa ja -laskureita sekä ottamaan energia- ja ympäristönäkökulma huomioon viimeistään vuonna 2015 kaikkia hankintoja suunnitellessaan. Jätehuollon hankinnat tulee toteuttaa jätelain etusijajärjestyksen ja jätteiden kierrätys- ja hyödyntämistavoitteiden mukaisesti. Jätehuollon hankinnoista vähintään 20 % hankintayksikön kokonaismenojen arvosta on oltava uusia cleantech-ratkaisuja. Ratkaisut kohdistuvat jätteen lajitteluun, keräykseen, kuljetukseen, kierrätykseen ja loppukäsittelyyn. Samanaikaisesti tulee hyödyntää elinkaarilaskelmia ja näin vähentää koko jätehuollon elinkaaren aikaisia kustannuksia ja ympäristövaiikutuksia. Ajoneuvoja ja kuljetuspalveluja hankittaessa on myös edistettävä kuljetusten tehostamista ja vähäpäästöisyyttä sekä otettava käyttöön uusia käyttövoimaratkaisuja. (Valtioneuvosto 2013, 1-2)

## 6.7 Energia- ja ympäristönäkökohtien huomiointi kuljetuspalveluiden hankinnoissa

Liikenne- ja viestintäministeriö on laatinut vuonna 2007 ohjeen, miten energiatehokkuus ja ympäristönäkökohdat voidaan huomioida julkisissa kuljetuspalveluiden hankinnoissa. Ohjeessa on annettu esimerkkejä pakollisista vaatimuksista ja vertailuperusteista. Vertailuperusteita käytettäessä, perusteiden osuus tulisi olla vähintään 10 % tarjousvertailussa. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007, 1 ja 4-5.)

Esimerkkejä pakollisista vaatimuksista:

- 1) Yritys on sitoutunut jonkin sertifioidun ja tunnustetun ympäristöjärjestelmän toteuttamiseen.
- 2) Kuljettajat ovat saaneet taloudellisen ja ennakoivan ajotavan koulutuksen. Tulee olla muu kuin peruskuljettajatutkintoon sisältyvä taloudellisen ajotavan koulutus.
- 3) Yritys on sitoutunut energian säästöön sekä raportoimaan toteuttamistaan toimenpiteistä.
- 4) Kalusto täyttää tietyn vaatimustason, esim. viimeisimmän voimassa olevan Euro-normin. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007, 4.)

Esimerkkejä vertailtavista asioista:

- 1) Kuljettajille annetun taloudellisen ajotavan koulutuksen määrä (h/kuljettaja/a) eli kuinka suuresta osuudesta kuljetuksia vastaa koulutuksen saaneet kuljettajat.
- 2) Kalusto täyttää viimeisimmän voimassa olevan Euro-normin. Kuljetuskaluston eri Euro-luokkien osuudet ja kunkin käyttömäärä kuljetuspalvelun hoitamiseen eli millaisella kalustolla kuljetuspalvelu tarjotaan.
- 3) Polttoaineena käytetään muuta kuin fossiilista dieseliä (tai bensiiniä) eli halutaan käytettävän ympäristöystävällistä polttoainetta.

Ohjeessa on ajateltu saatavan täytyvästä kohdasta yhden kolmasosan 10 pisteestä eli 3,33 pistettä/kohta. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007, 4-5 ja 7.)

## 6.8 Motivan ohje julkisista kuljetuspalveluhankinnoista

Motiva Oy on esitellyt esimerkkejä linja-autojen ja raskaan kaluston vähimmäisvaatimuksiksi. Vähimmäisvaatimuksena voidaan käyttää esimerkiksi, että

- kaluston on täytettävä vähintään Euro 2 -luokka tai muu luokka hankintayksikön tavoitteiden mukaisesti. Todentamiseen käy rekisteröintitodistukselta ilmenevä Euro-päästötasoa tarkoittava tieto tai ajoneuvon ensirekisteröintipäivä tai muu todistus.
- edellytetään polttoainekulutuksen seurannan järjestämistä. Todentamiseksi käy esimerkiksi ympäristöjohtamis- tai energiatehokkuussopimusjärjestelmän todistus tai vastaava, mistä asian aktiivinen seuranta ilmenee. (Motiva Oy 2012e, 10 ja 12–13.)

Tarjoajalla tulee olla suunnitelma kuljetusten energiatehokkuuden kehittämiseksi ja rutiinit sen seurannalle ja raportoinnille. Todentamiseen käy ympäristöjohtamisjärjestelmä tai muu laatujärjestelmä, kuljetusalan energiatodistus tai vastaava. Jos toimittajat eivät pysty vastaamaan vaatimukseen, käytetään kannustavia sopimusehtoja. Esimerkiksi palveluntarjoaja laatii sopimuksen kolmen ensimmäisen kuukauden aikana toimintasuunnitelman energiatehokkuuden parantamiseksi ja/tai polttoainekulutuksen seurannalle. (Motiva Oy 2012e, 14–15.)

## 6.9 Innovatiivisten hankintojen käsikirja

Innovatiivisten hankintojen käsikirjassa painotetaan avointa ja läpinäkyvää toimintaa, esivalmistelun tärkeyttä, markkinatietämystä ja sitä, että markkinoiden annetaan ehdottaa luovia ratkaisuja. Innovaatiohakuisuuden tulee olla säännönmukainen tapa toimia, ei vain yksittäisiin kilpailutusprosesseihin liittyvä erikoisuus. (Hietanen 2011, 1 ja 3.)

Suosittelavaa on, että ei määritetä ratkaisua valmiiksi, vaan kuvataan tarpeet, korostaen suoritukseen tai toiminnallisuuteen liittyviä vaatimuksia, sekä mahdollistetaan vaihtoehtoisten tarjousten antaminen. Usein tarpeen voi ratkaista useilla, erilaisilla vaihtoehtoilla. Vaatimukset voi muotoilla väljästi, jotta annetaan tilaa erilaisille innovatiivisille vaihtoehdoille tuloksiin pääsemiseksi, mutta kuitenkin niin, että ne ovat täsmällisiä ja mitattavia, jotta tarjouksista saadaan vertailukelpoisia. Vaihtoehtojen vertailussa käytetään kokonaistaloudellista edullisuutta ja vertailuperusteet kuvataan jo tarjouspyynnössä. (Hietanen 2011, 2, 13 ja 23.)

Vaihtoehtoisen tarjouksen salliminen tarkoittaa, että tarjoajan tulee tehdä tarjous pyydetyistä tuotteista tai palvelusta, mutta tarjoaja voi tehdä tarjouksen myös eri palvelusta tai tuotteesta, jonka tarjoaja kokee soveltuvan tarkoitukseen. Osatarjousten salliminen puolestaan antaa myös pienille ja keskisuurille yrityksille mahdollisuuden osallistua tarjouskilpailuun. Mikäli osatarjoukset eivät ole sallittuja, tarjoaja voi etsiä sopivan alihankkijan tai muodostaa yhteenliittymän vaatimusten täyttämiseksi. (Hietanen 2011, 23–24.)

Tarjoajaa voi myös kannustaa maksimoimaan tarjoamiensa ratkaisujen tehokkuus ja suorituskky. Ranskalaisessa urakassa tarjouspyynnössä mainitaan ainoastaan kokonaispalkkion määrä, sen puitteet ja rajoitukset palvelun sisällölle. Tarjoaja esittää, miten tulee toteuttaa palvelun annetuilla reunaehdoilla. Kyseisellä menetelmällä voidaan korostaa laatu-kriteerien merkitystä ja tarjoajat kilpailevat laadulla. Tilaaja voi tarjousten vertailuperusteissa antaa pisteitä ja näin painoarvoa halutessaan myös esimerkiksi etukäteen määritellyn hintatason alittavasta tarjoushinnasta. (Hietanen 2011, 2 ja 16.) Ranskalaisessa urakassa haetaan vastinetta rahalle.

Suosittelavaa on selvittää tarjoajien näkemykset siitä, miten asia kannattaa ratkaista. Paras ratkaisu selviääkin huolellisella markkina-analyysillä, vuoropuhelulla ja lopulta kilpailuttamisella. Vuoropuhelulla saa myös selville, onko markkinoilla riittävästi tarjoajia tehokkaan kilpailun varmistamiseksi. Tarjouspyyntöluonnokseen kannattaa myös pyytää kommentteja mahdollisilta tarjoajilta. Markkinoille tulee myös tiedottaa tulevaisuuden tarpeista ja suunnitelmista. Viestinnän keinoina on mainittu muun muassa

- avoimet tilaisuudet potentiaalisille tarjoajille
- hankintojen vuosisuunnitelmien julkaisu ja niistä tiedotus
- hankintoja koskevan informaation julkaisu www-sivulla.

Soveltuvissa tilanteissa kannattaa miettiä, miten myös loppukäyttäjät voivat osallistua palvelujen suunnitteluun ja/tai kehittämiseen jo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Hyväkin ratkaisu voi epäonnistua, jos se ei vastaa käyttäjäjoukon tarpeita ja odotuksia. (Hietanen 2011, 2-3, 8, 10–11 ja 23.)

Markkinaselvityksen voi toteuttaa esimerkiksi avoimella seminaarilla ja työpajalla, kirjallisella pyynnöllä tai suljetulla keskustelulla. Selvitykseen on hyvä hyödyntää myös tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatioita. (Motiva Oy\_b.) Innovatiivisten ratkaisujen suhteen on tärkeää tunnistaa aikaisessa vaiheessa riskit. Tarjoajia voi pyytää sisällyttämään tarjoukseen riskianalyysi ja suunnitelma riskien välttämiseksi tai niiden vähentämiseksi. (Hietanen 2011, 26.)

Sopimuksen seuranta on osa laadun ja ympäristöasioiden hallintaa. Hankintojen seuranta on oleellista jatkuvan kehittämisen varmentamiseksi ja sen mahdollistamiseen tulee varata aikaa ja resursseja. Tarkoituksena on näyttää, että asetettuihin vaatimuksiin ei suhtauduta välinpitämättömästi. Myös virheitä voi ilmetä, mutta niistä opitaan ja pystytään kehittämään palvelua. (Motiva Oy\_a.) Sopimuksen aikaista toimintaa voi säädellä sopimukseen sisällytettävällä bonus- tai sanktiojärjestelmällä, esimerkiksi liittyen laatukriteereihin. Sopimuksessa on hyvä olla myös suunnitelma säännöllisistä palaute- ja arviointitilaisuuksista ja toimintamalli laadun kehittämiseksi. (Hietanen 2011, 13, 26 ja 28.)

## 6.10 EU:n kuljetusten hankintaohje

EU:n kuljetusten hankintaohjeessa on annettu ympäristöä säästäviä julkisia hankintoja koskevia kriteerejä kuljetuksille. Eriteltyinä ovat lyhennettynä jätteiden keräyspalveluiden kriteerit, jotka voidaan jakaa:

- peruskriteereihin: Soveltuvat kaikkien hankintaviranomaisten käyttöön ja koskevat merkittävimpiä ympäristövaikutuksia. Lisätodentamisen tarve tai kustannusten nousu on mahdollisimman vähäinen.
- lisäkriteereihin: Tarkoitettu heille, jotka haluavat ostaa ympäristön kannalta parasta markkinoilla olevaa palvelua. Lisätodentamisen tarve saattaa kasvaa tai kustannukset saattavat hieman nousta. (Euroopan komissio 2012, 1.)

Kriteerit on esitetty taulukossa 75. Kriteerit koskevat kyseistä palvelua, ei koko yrityksen toimintaa. Myöntämiskriteereistä saa lisäpisteitä. Hankintailmoituksessa ja tarjouskilpailu-asiakirjoissa tulee ilmoittaa, kuinka monta lisäpistettä kunkin myöntämiskriteerin perusteella myönnetään. Kaikkien ympäristöön liittyvien pisteiden tulisi olla ainakin 15 % kaikista pisteistä. Vertailuperusteena voi olla myös vähimmäisvaatimusten ylittyminen, jolloin pisteitä voidaan myöntää suhteessa, missä määrin kyseiset vaatimukset ovat ylittyneet. (Euroopan komissio 2012, 40.)

**Taulukko 75.** Kuljetushankintojen perus- ja lisävaatimukset (Euroopan komissio 2012, 33–39).

	Tekniset eritelmät	Todentaminen
Perus-kriteerit	1) <u>Pakokaasupäästöt</u> : Ajoneuvojen moottorit täyttävät EURO IV -standardien vaatimukset	Toimitettava ajoneuvojen tekniset tiedot, joissa päästöstandardit on määritetty. Mikäli ajoneuvoihin on tehty teknisiä lisäyksiä, toimille vaaditaan kolmannen osapuolen hyväksyntä.
	2) <u>Melu</u> : Ajoneuvojen melutaso on alle 102 dB (A)	Toimitettava luettelo ajoneuvoista, mikä sisältää tiedot yksittäisten ajoneuvojen melutasosta sekä kaikkien ajoneuvojen keskimääräisestä melutasosta.
Lisä-kriteerit	1) Ks. peruskriteeri (Euro V)	Ks. peruskriteeri
	2) Ks. peruskriteeri	Ks. peruskriteeri
	3) <u>Päästöt</u> : Prosenttiosuus ajoneuvoista, jotka täyttävät asetetut päästörajoitukset	Toimitettava luettelo ajoneuvoista ja eriteltävä siitä vaatimukset täyttävät. Toimitettava myös tyyppihyväksyntätodistus, valmistajan todistus tai muun testauslaitoksen todistus. Vaatimukset täyttyvät myös, jos on kriteerit täyttävä ympäristömerkki.
	4) <u>Voiteluöljyt</u> : - Moottorin voiteluöljyn viskositeetti on pieni tai voiteluöljy sisältää min. 25 % re-generoitua perusöljyä - Min. 45 % öljyjen hiilestä peräisin uusiutu-vista raaka-aineista - Jne.	Esitettävä voiteluaineiden tekniset tiedot tai esim. riippumaton testaustulos. Vaati-mukset täyttyvät myös, jos on kriteerit täyttävä ympäristömerkki.
	5) <u>Renkaat</u> : - Vierintämeluarvot alittavat annetut raja-arvot - Vierintävastus ei saa ylittää annettuja raja-arvoja	Esitettävä luettelo käytettävistä renkaista sekä testituloksista.
	Myöntämiskriteerit	Todentaminen
Perus-kriteerit	1) <u>Pakokaasupäästöt</u> : Osa ajoneuvoista on tiukem-pien Euro-standardien mukaisia (> Euro IV)	Toimitettava luettelo ajoneuvoista ja näi-den standarditiedoista. Toimitettava myös ajoneuvojen tekniset tiedot, joissa päästö-standardit on määritetty.
	2) <u>Vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttö</u> : Osuus ajoneuvoista, jotka on suunniteltu käyttämään vaihtoehtoisia polttoainetyyppejä tai -järjestelmiä	Toimitettava ajoneuvojen tekniset tiedot, joissa näkyvät tekniset tai polttoainetek-niikkaa koskevat eritelvät.
Lisä-kriteerit	1) Ks. peruskriteeri (> Euro V)	Ks. peruskriteeri
	2) Ks. peruskriteeri	Ks. peruskriteeri
	3) <u>Rengaspaineen seurantajärjestelmä</u> : Osuus ajoneuvoista, joissa on kyseinen seurantajärjes-	Toimitettava tekniset asiakirjat, jotka todentavat kyseisen tiedon.

	telmä	
	4) <u>Ajoneuvojen raaka-aineet</u> : Osuus ajoneuvosta, joka on kierrätetyistä tai biologisista raaka-aineista	Toimitettava tekniset asiakirjat, jotka todentavat kyseisen tiedon.
	Sopimusehdot	Todentaminen
Perus- kriteerit	1) <u>Uudet ajoneuvot</u> : Myöhemmin ostettavien ajoneuvojen täytettävä EYA (erittäin ympäristöystävällinen ajoneuvo) -standardi (jos sovellettavissa) ja niissä on oltava rengaspaineiden seurantarajajärjestelmä	Esitettävä asianmukaiset tiedot täyttymisen osoittamiseksi.
	2) <u>Polttoaineen kulutus</u> : Tietyllä ajanjaksolla palvelun tuottamiseen käytetyn polttoaineen määrä. Toteutettava toimenpiteet, joilla polttoaineen kulutusta pienennetään ja raportoitava toimista.	Esitettävä asianmukaiset tiedot täyttymisen osoittamiseksi.
	3) <u>Taloudellinen ajotapa</u> : Kuljettajien saatava säännöllisesti koulutusta	Toimitettava luettelo kuljettajista ja myönnettyistä taloudellisen ajotavan koulutustodistuksista.
	4) <u>Voiteluöljyjen ja renkaiden hävitys</u> : Sopimuskaudella määräykset, joilla varmistetaan jätejakeiden asianmukainen käsittely	Voimassa sopimus jätehuoltoyrityksen tai -yritysten kanssa, tai näyttöä, että keräämistä ja hävittämistä koskevat määräykset ovat käytössä.
Lisä- kriteerit	1) Ks. peruskriteeri (Euro VI)	Ks. peruskriteeri
	2-4) Ks. peruskriteeri	Ks. peruskriteeri
	2) <u>Pesupaikka</u> : Jäteautojen pesupaikalla on lietteen- ja öljynerotin	Esitettävä todistus asiasta.

## 6.11 Ruotsalainen hankintaohje raskaille ajoneuvoille

Ruotsalaisessa hankintaohjeessa vuodelta 2009 vaatimukset on jaettu kolmeen luokkaan:

- 1) Perusvaatimukset, jotka ovat selkeitä ja tarjontaa on saatavilla ja ne on helppo todentaa.
- 2) Edistyneemmät vaatimukset, jotka menevät hieman perusvaatimuksia pidemmälle ja vaativat enemmän hankintaviranomaiselta todentamisen ja seurannan tarkistusten suhteen. Näitä vaatimuksia käytetään vasta perusteellisen tarveanalyysin jälkeen.
- 3) Asiantuntijavaatimukset, jotka on tarkoitettu, kun halutaan ostaa paras tarjolla oleva ympäristövaihtoehto. Vaihtoehtojen määrä on pieni ja hankintaviranomaiselta vaaditaan eniten pätevyyttä.

Vaatimusten todentamiseen on annettu ehdotukset, joita ei ole sisällytetty tähän raporttiin. (The Swedish Environmental Management Council 2009, 3 ja 6-8.) Poimintoja vaatimuksista on esitetty taulukossa 76.

**Taulukko 76.** Poimintoja Ruotsalaisen hankintaohjeen vaatimuksista (The Swedish Environmental Management Council 2009, 3 ja 6-8).

Pakokaasupäästöt	
Perusvaatimus	Kaluston tulee täyttää vähintään Euro V -luokka.
Edistynyt vaatimus	Kalusto täyttää EVV-luokan.
Asiantuntijavaatimus	Kalusto täyttää Euro VI -luokan.
Vaihtoehtoinen polttoainetehto tai hybriditeknologia	
Edistynyt vaatimus	Ajoneuvoissa on mahdollista käyttää vaihtoehtoisia polttoaineita, hybriditeknologi-



	aa tai sähköä.
<b>Meluvaatimukset renkailla</b>	
Perusvaatimus	Ajoneuvojen renkaiden tulee täyttää asetetut meluvaatimukset.
<b>Polysykliset aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet renkaissa</b>	
Perusvaatimus	Ajoneuvon renkaiden tulee vastata asetettuja vaatimuksia koskien PAH-yhdisteiden määrää.
<b>Järjestelmä renkaiden ilmanpaineen seurantaan</b>	
Edistynyt vaatimus	Ajoneuvot tulee olla varustettu automaattisella rengaspaineen valvontajärjestelmällä (engl. Tire Pressure Monitoring System, TPMS).
<b>Älykäs järjestelmä nopeuden säätelyyn</b>	
Edistynyt vaatimus	Ajoneuvot tulee olla varustettu älykkäällä nopeudensäätelyjärjestelmällä (engl. Intelligent Speed Adaptation, ISA).
<b>Tukijärjestelmä ”vihreään ajamiseen” (engl. Eco-driving)</b>	
Edistynyt vaatimus	Ajoneuvot tulee olla varustettu Eco-driving -järjestelmällä. Järjestelmän tulee antaa kuljettajalle palautetta keskimääräisestä ja hetkellisestä polttoaineen kulutuksesta.

## 6.12 Esimerkkejä kuljetusten kilpailutukseen liittyen

### 6.12.1 Helsingin kaupungin bussikilpailutus

Vuonna 1997 Helsingin kaupunki antoi bussilinjan kilpailutuksessa pisteitä alhaisesta melutasosta ja NO<sub>x</sub>-päästöistä. Pisteytyksessä

- hankintahinnan merkitys oli 86 %
- alhaisen melu- ja NO<sub>x</sub>-tason merkitys 4,5 %
- muiden kaluston laatuun vaikuttavien seikkojen 5,5 % ja
- laatu- sekä ympäristöohjelman merkitys 4 %.

Lisäpisteitä oli saatavissa:

- alhaisesta melutasosta (1 p), jos ajoneuvomelutaso oli alle 77 dB (A), joka on saavutettavissa kaasubusseilla, mutta ei dieselbusseilla.
- NO<sub>x</sub>-päästörajoista 2 g/kWh (3,5 p) ja 4 g/kWh (2 p), joihin silloiset dieselbussit eivät vielä yltäneet. (Lampinen 2011, 6.)

Kuudesta kilpailijasta vain yksi tarjosi kaasubusseja. Helsingin kaupunki valitsi päästöpainotusten vuoksi kalliimmat kaasubussit halvempien dieselbussien sijaan. Hävinnyt yhtiö vei asian kilpailuneuvostoon vuonna 1998. Yhtiö näki kriteerit epätasapuolisiksi ja syrjiviksi. Kilpailuneuvosto hylkäsi hakemuksen ja totesi päätöksessään, että hankintayksiköllä on oikeus määrittellä, minkälaista kalustoa se haluaa käytettävän. Päätöstä suosia vähäpäästöisiä busseja ympäristöpoliittisena ratkaisuna ei nähty virheellisenä menettelynä. Neuvosto vielä totesi, että kaikilla tarjoajilla oli mahdollisuus hankkia maakaasubusseja. (Lampinen 2011, 6.)

Hävinnyt yhtiö valitti kilpailuneuvoston päätöksestä vielä korkeimpaan hallinto-oikeuteen, joka pyysi Euroopan yhteisöjen (EY) tuomioistuimen ennakkoratkaisua (nykyään Euroopan unionin tuomioistuin). Helsingin kaupunki ei jäänyt odottelemaan ratkaisuja, vaan muutti vuonna 2001 bussilinjakilpailutuksensa niin, että vaatimuksena olivat vain Euro IV -luokan

päästörajat, jotka alittuivat kaikilla Suomessa myytävillä uusilla busseilla polttoaineesta ja moottoritekniikasta riippumatta. Vuonna 2002 saadussa EY-tuomioistuimen ratkaisussa kaupungin kilpailutus todettiin kuitenkin hyväksyttäväksi. Ympäristönäkökohdat saa huomioida pisteytyksessä. Tasapuolisuusperiaate ei estä ympäristökriteerien käyttöä, vaikka vain yksi kilpailija tarjoaisi alhaisen ympäristövaikutuksen teknologiaa ja kilpailija olisi hankintaa suorittavan tahon omistama, koska myös muut kilpailijat olisivat voineet tarjota kaasubussi-teknologiaa. (Lampinen 2011, 7.)

Vuodesta 2010 alkaen Helsingin seudun liikenne (HSL) on ottanut käyttöön todellisiin päästöihin perustuvia pisteytysmalleja (Mäkinen 2014, 5). Pisteytystä on avattu lähipäästöjen, referenssitason verrattavan CO<sub>2</sub>-vähennyksen ja melun osalta taulukossa 77. Lähipäästöjen pisteytys perustuu euroluokkiin ja VTT:n mittaamiin NO<sub>x</sub>- ja hiukkauspäästöihin eri Euro-luokissa. (Mäkinen 2014, 5 ja 10–11.) Helsingin ympäristövyöhykkeellä, joka on otettu käyttöön vuonna 2010, vähimmäisvaatimus on Euro III -luokka (Rantala & Wallin 2012, 22). Pisteytettäviä kohtia ovat myös bussin varustelu ja innovaatiot sekä hinta (Venesjärvi 2013, liite 4). Hankintahinnan osuus pisteytyksessä on huomattava. Vuonna 2012 hinnan osuus oli 84 %, kun kokonaispistemäärä oli 100 pistettä (Venesjärvi 2013, 8 ja liite 2).

**Taulukko 77.** Helsingin bussiliikenteen kilpailuttamisen pisteytys (Mäkinen 2014, 10–11; Venesjärvi 2013, 9).

Lähipäästöt, päästöluokka	Pisteet	CO <sub>2</sub> -vähennys referenssitasosta	Pisteet	Ulko- ja sisämelu	Pisteet
Euro II	0	25 %	0,5	≤ 77 dB (A)	1,5
Euro III	2	50 %	1,0	≤ 75 dB (A)	3,0
Euro IV	2,8	75 %	1,5		
Euro III, kaasu	3,2	100 %	2,0		
Euro V	3,5				
EEV	4,2				
EEV energiatehokas <sup>a</sup>	5,5				
EEV, kaasu	6,1				
EURO VI	6,5				
Sähköbussi (lähipäästöt 0 g/km)	7,5				

<sup>a</sup> = Oletettu kulutussäästön olevan vähintään 25 % esim. hybriditekniikalla (Venesjärvi 2013, 9).

Puhtaista valinnoista palkitseva ympäristöbonusmalli on otettu käyttöön vuonna 2012. (Mäkinen 2014, 5). HSL varaa vuosittain tietyn rahasumman bonuksiin (Rantala & Wallin 2012, 20). Kyseessä on tarjouskilpailu, jossa toimijat voivat vähentää päästöjä enemmän kuin sopimukset vaativat. Mallissa huomioidaan CO<sub>2</sub>- ja lähipäästövähennykset. (Venesjärvi 2013, 36.) Hyväksyttäviä toimenpiteitä ovat muun muassa kaluston vaihto uudempaan, vanhan kaluston varustaminen pakokaasujen jälkikäsitteilylaitteistolla sekä polttoaineen vaihto NExBTL-polttoaineeseen tai biokaasuun. (Venesjärvi 2013, 36.)

### 6.12.2 Jättekuljetuskilpailutukset

Vuonna 2013 neuvotaan edellyttämään jo Euro V -luokan ajoneuvoa jättekuljetushankinnassa, pois lukien vara-auto, jonka luokka voi olla alhaisempi (JLY 2013a, 11). Jyväskylän vuonna 2013 toteutetussa kilpailutuksessa jäteajoneuvojen tuli täyttää vähintään Euro V -luokan vaatimukset, pois lukien varakalusto, jonka vaatimuksena oli vähintään Euro IV -luokka. (Jyväskylän kaupunki 2013, 12.) HSY:n jätteenkuljetuskilpailutuksissa kaluston vaatimuksena on ollut Euro IV -luokka tai parempi muualla kuin Helsingin ydinkeskustassa ns. ympäristövyöhykkeellä, jossa vaatimus on ollut Euro V tai parempi (Rantala & Wallin 2012, 20).

Käytetyn kaluston Euro-luokkaa kannattaa seurata urakka-aikana. Kaluston seuraus onnistuu ajonohjausjärjestelmän kautta. Ajonohjausjärjestelmä on käytössä jo suurimmassa osassa kuljetusurakoita. (JLY 2013a, 11 ja 27.) Ajoreittien suhteen jätelaitosta suositellaan laatimaan vähintään yleistasoinen ajoreittisuunnitelma. Edellisen sopimuskauden reitti voi toimia pohjana, mutta ajoreittien tarkempi suunnittelu kannattaa yleensä jättää urakoitsijalle. Etuna on, että urakoitsija voi omalla suunnittelullaan tehostaa kalustonsa käyttöä. (JLY 2013a, 11.) Jyväskylän kaupunki ohjasi kilpailutuksessa urakoitsijan laatimaan asiakasrekisterin pohjalta noutopäivä- ja ajoreittisuunnitelman, joka tuli toimittaa tilaajalle ennen urakan alkua (Jyväskylän kaupunki 2013, 8-9).

Urakka-alueen mitoittamisessa lähtökohtana on, että urakoitsijan kalusto on tehokkaassa käytössä. Urakka-alueen on myös hyvä olla järkevän kokoinen erikokoisille yrityksille. (JLY 2013a, 10.) Jyväskylän alue on esimerkiksi jaettu kahdeksaan urakka-alueeseen (Jyväskylän kaupunki 2013, 4). Jätelaitoksia neuvotaan jaksottamaan kuljetuspalveluiden hankinnat ja määrittelemään urakkasopimuksen kestoksi esimerkiksi 3-5 vuotta ja lisäämään tarvittaessa kahden vuoden jatko-optio (JLY 2013a, 10). Pitkä urakkasopimus mahdollistaa myös uusia toimijoita aloittamaan toimintansa. Jyväskylän kaupungilla urakka-ajaksi on ilmoitettu viisi vuotta (Jyväskylän kaupunki 2013, 4). Liian lyhyt urakka-aika estäisi urakoitsijoita tekemästä isompia investointeja. Keston tulisi myös kannustaa urakoitsijaa ylläpitämään ja kehittämään palvelua koko sopimuskauden ajan. Urakka-aikana suositellaan myös käyttämään bonusjärjestelmää, joka ei ole liian tiukka, mutta ohjaa urakoitsijaa oikeaan suuntaan (JLY 2013a, 10 ja 26-27).

Kuljetuspalveluiden hankinnassa suositellaan käyttämään avointa menettelyä ja valitsemaan voittajaksi hinnaltaan halvin tarjous. Laadulliset kriteerit ovat tällöin vähimmäisvaatimuksia. (JLY 2013a, 18.) Kuljettajia voi vaatia esimerkiksi suorittamaan kuljettajien ammattipätevyysdirektiivin mukaisesta koulutusohjelmasta taloudellisen ajotavan koulutusosio (Klaus 2009, 9). Urakoitsijan henkilökunnalta voi myös edellyttää riittävää suomenkielentaitoa (JLY 2013a, 17). Itä-Uudenmaan Jätehuolto vaatii, että kaluston polttoainekulutus ja ajokilometrit raportoidaan EMISTRA-järjestelmään (Klaus 2009, 10).

## 7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Raportissa keskityttiin Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n vastuulla olevaan aluekeräyspisteverkostoon: Parikkala, Rautjärvi, Ruokolahti, Savitaipale, Luumäki ja Taipalsaari. Tarkastelualueella oli tutkimuksen tekohetkellä yhteensä noin 150 aluekeräyspistettä ja erilaisia tapoja toimia aluekeräyksen suhteen. Tutkimuksen tavoitteena oli yhtenäistää käytäntöjä ja saada tietoa siitä, minkälaiset ovat eri kuivajätehuoltovaihtoehtojen ilmastonmuutos- ja kustannusvaikutukset. Tavoitteena oli myös selvittää, miten ympäristönäkökohdat voidaan ottaa huomioon kuljetuskilpailutuksissa.

### 7.1 Aluekeräyspisteiden sijoituspaikat

Tutkimuksessa selvitettiin, mihin aluekeräyspisteet kannattaa sijoittaa ja miksi. Lähtökohtaisesti pisteiden sijaintia kannattaa tarkastella sen mukaan, mitä reittiä vakituiset ja lomasukkaat käyttävät vähintään kerran viikossa, esim. kunnan taajamaan johtava tie. Piste voidaan laittaa tällaisen reitin varrelle ja katsoa, että pisteitä sijaitsee myös viikonloppulomaasukkaiden kotimatkan varrella. Samalla kuitenkin pitää ottaa huomioon, että pisteet sijoitetaan optimaalisesti myös kuljetusurakoitsijan kannalta, jotta vältetään turhia ajokilometrejä. Mikäli pisteitä halutaan sijoittaa suurten väylien varteen, haasteena ovat väärinkäyttöongelmat, jolloin tulee huomioida pisteen näkyvyys väylälle. Toisaalta hyvin piilotettuun pisteeseen on helpompi jättää sinne kuulumatonta jätettä.

Etuna aluekeräyspisteen sijoittamisella ekopisteen yhteyteen nähtiin, että asukkaat voivat kierrättää muita jakeita samalla, kun tuovat kuivajätesäkin. Tarkasteltaessa tutkimusalueen laskennallisen jätemäärän jakautumista eri aluekeräyspisteille havaittiin, että suurimpia jäteosuuksia on osalla kunnista ekopisteen yhteyteen laitetuilla aluekeräyspisteillä. Haasteena astian sijoituksessa nähtiin kuitenkin väärinkäyttöongelmat, kun kuivajäteastia ei olekaan kaikkien pisteen käyttäjien käytettävissä hyötyjäteastioiden tapaan. Eräänä ratkaisuna asiaan voisi olla lukolliset kuivajäteastiat, mutta lukko ei estä sakkien jättöä astian ulkopuolelle. Kameravalvonnalla tätäkin ongelmaa voisi yrittää ehkäistä, mutta kamerat tuovat myös lisäkustannuksia. Taajama-alueelle ei nähty suositeltavaksi sijoittaa aluekeräyspisteitä.

Tutkimuksen aikana lasketuista jäteautojen keräysmatkoista per aluekeräyspiste havaittiin pisteitä, joilla laskennallinen keräysmatka on huomattavan korkea. Tällaisia pisteitä suositellaan tarkastelemaan vielä tarkemmin, jos astian voisi esimerkiksi siirtää tai astioiden määrää pisteellä kasvattaa, jotta tyhjennystiheys harventuisi.

### 7.2 Aluekeräyspisteiden jäteastiat

Tutkimuksessa tarkasteltiin, minkälaisiin astioihin kuivajätettä kannattaa kerätä aluekeräyspisteillä. Tutkimuksen tekohetkellä käytössä olevien jäteastioiden ja pikakonttien etuna voi-

tiin nähdä, että niiden tyhjennys onnistuu samalla keräyskalustolla kuin kiinteistöjen jäteastioiden tyhjennys. Kyseiset pintakeräysastiat eivät myöskään vaadi suurempia asennuksia. Tavallisten jäteastioiden kapasiteetti on kuitenkin hyvin pieni. Pikakonttien kapasiteetti on tavallisia jäteastioita suurempi, mutta niiden heikkous on, että ne eivät ole turvallisimpia astioita niiden tyhjentäjille. Aluekeräyspisteiden tyhjennyksiä ei suositella kilpailuttamaan erillään kiinteistökohtaisesta keräyksestä, koska keräysmatkat kasvaisivat aluekeräyspisteitä kohden.

Suosittelavina astioina aluekeräyspisteille nähtiin syväkeräyssäiliöt, joiden tyhjennys onnistuu edelleen samalla keräyskalustolla kuin kiinteistöjen astioiden, kun ajoneuvo on varustettu puominosturilla. Säiliöiden tilantarve on pintakeräysastioita pienempi, kun suurin osa astiasta sijaitsee maan alla. Säiliöitä löytyy pyöreiden astioiden lisäksi neliskanttisina, joilla voidaan säästää entisestään tilaa ja helpottaa esimerkiksi talvikunnossapitoa, jos pisteellä on useampia säiliöitä vierekkäin. Toisaalta tilantarve ei ole haja-asutusalueilla niin kriittinen tekijä kuin taajama-alueilla.

Syväkeräyssäiliön astiatilavuus on pienempi kuin suuremmilla pikakonteilla, joten säiliöitä voi joutua hankkimaan useampia yhdelle aluekeräyspisteelle. Toisaalta syväkeräyssäiliöissä jäte puristuu pintakeräysastioita tiiviimmäksi painovoiman vaikutuksesta. Heikkoutena syväkeräyssäiliöillä on asennus- ja kaivutyöntarve, mikä tarkoittaa, että aluekeräyspisteen paikka kannattaa miettiä etukäteen hyvin, koska säiliöiden siirto ei ole yhtä helppoa kuin käytettäessä pintakeräysastioita. Keräyspisteiden sijaintia, määrää ja varustusta kannattaa kuitenkin arvioida ajoittain saadun palautteen pohjalta.

### **7.3 Aluekeräyspisteiden jäteastioiden tyhjennystiheydet ja keräysmatkat**

Tutkimuksessa selvitettiin, miten usein aluekeräyspisteiden jäteastioita kannattaa tyhjentää. Etelä-Karjalan aluekeräyspisteitä tarkasteltaessa havaittiin selviä eroja jäteastioiden tyhjennystiheyksissä. Pääosa aluekeräyspisteiden käyttäjistä myös havaittiin loma-asukkaiksi. Tästä huolimatta suurimmassa osassa kuntia aluekeräyspisteillä oli käytössä myös vakiotyhjennystiheyksiä. Vain kahdessa kunnassa oli kaikilla aluekeräyspisteillä talvella kesää harvempi tyhjennystiheys. Talven aluekeräyspisteiden tyhjennystiheyden harvennuksella olisi mahdollista saavuttaa kustannussäästöjä.

Tutkimuksessa tarkasteltiin erikseen kunnittain jäteautojen keräysmatkoja aluekeräyspisteille kesällä ja talvella. Kesän yhteenlaskettu ajomatka per aluekeräyspiste oli, Luumäki pois lukien, pidempi kuin talven ajomatka. Tähän nähtiin vaikuttavan kesän tiheämpi tyhjennystiheys. Esimerkiksi, jos astia tyhjennettiin talven yhden tyhjennyksen sijasta kesällä kaksi kertaa, toiselle päivistä saatettiin joutua tulemaan pidemmän matkan päästä. Tällaisten pisteiden suhteen nähtiin vaihtoehtona lisätä astioiden lukumäärää pisteellä, jos tämä on

mahdollista käytettävän tilantarpeen puolesta. Mikäli lisäastia pidetään pisteellä ympäri vuoden, lisäksi vaikuttaa myös talviajon tiheyteen.

#### 7.4 Kuivajätehuollon hiilijalanjälki

Vuodesta 2013 alkaen eteläkarjalaisten kotitalouksien kuivajätettä on alettu kuljettaa energiahyötykäyttöön Riihimäen jätteenpolttolaitokselle. Kuljetettavaa jätemäärää on kasvatettu portaittain niin, että vuonna 2015 kaikki asukkaiden kuivajätteet toimitetaan Riihimäelle. Tutkimuksessa tarkasteltiin lähtötilanteena vaihtoehtoa, jossa kuivajäte loppusijoitetaan, mikä oli vallitseva tapa vielä vuonna 2012. Tarkastelun kohteena oli myös vaihtoehto, jossa kuivajäte ohjataan jo kokonaisuudessaan loppusijoituksen sijasta energiahyötykäyttöön Riihimäelle. Energiahyötykäytön osalta myös tarkasteltiin, jos kuivajäte ohjattaisiinkin lähimmälle Kotkan jätteenpolttolaitokselle tai tutkimushetkellä vielä suunnitteilla olevalle Leppävirran jätteenpolttolaitokselle.

Kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta kuivajätteen energiahyötykäyttö oli loppusijoitusta selkeästi parempi vaihtoehto. Loppusijoituksen heikkoutena on kaatopaikalla kuivajätteen biohajoavista jakeista vapautuva metaani. Energiahyötykäyttövaihtoehdoissa merkittävimpänä päästön aiheuttajana olivat kuivajätteen polton päästöt. Energiahyötykäytön etuna kuitenkin ovat sähköstä, kaukolämmöstä ja höyrystä saatavat hyvitykset. Kuivajätteen keräys- ja kuljetuspäästöjen vaikutus oli pieni. Tämä tarkoittaa, että kuivajätteen kuljetusmatkan pituus jätteenpolttolaitokselle ei ole ratkaisevassa roolissa elinkaaren kokonaiskasvihuonekaasupäästöjä tarkasteltaessa. Etäisyyttä suurempi vaikutus onkin kuivajätteen koostumuksella, polttolaitosten vuosihyötysuhteilla ja korvattavilla polttoaineilla. Lisäksi metallien tehokkaalla kierrätyksellä saadaan vähennettyä merkittävästi aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä, kun verrataan metallien vähäiseen määrään kuivajätteessä.

Etelä-Karjalan haja-asutusalueen kuivajätteen muovin määrä vaikutti merkittävästi polton fossiilisen hiilidioksidin määrään (noin 74 % päästöistä), mutta myös kuivajätteen lämpöarvoon (n. 40 % lämpöarvosta). Jatkossa kannattaa selvittää myös vaihtoehtoisia käsittelytapoja kyseiselle sekamuovijakeelle.

Ajankohtaisia kuljetuskilpailutuksia varten tarkasteltiin vielä tarkemmin keräys- ja kuljetuspäästöjä. Tutkimuksessa huomioitiin tapahtuva muutos, jos diesel korvattaisiin vaihtoehdolla polttoaineella. Tulosten pohjalta havaittiin, että keräys- ja kuljetuspäästöjä on mahdollista vähentää reilusti (64–74 %) jäteauton polttoainevalinnoilla. Biopolttoaineilla havaittiin saavutettavan fossiilia polttoaineita pienemmät päästöt, vaikkakin tuloksiin vaikuttaa myös merkittävästi, minkälaisista raaka-aineista biopolttoaineet on valmistettu. Jäteauton pakkaajalla on myös vaikutusta keräyksen päästöihin.

Kuivajätteen keräyksen ja joutokäyntien päästöjä on mahdollista pienentää myös päivittämällä aluekeräyspisteverkoston, kuten havaittiin Luumäen esimerkin avulla. Esimerkkialueella aluekeräyspisteiden lukumäärää vähennettiin ja pintakeräysastiat vaihdettiin syväkeräyssäiliöihin, mutta kokonaisastiatilavuus pidettiin lähellä entistä. Tyhjennystiheyksiin ei koskettu yhtä pistettä lukuun ottamatta. Tulos oli kuitenkin herkkä käytetyille oletusarvoille. Syväkeräyssäiliön tyhjennysajan kasvattamisella aiheutuu suuremmat joutokäyntipäästöt kuin ennen päivitystä. Toisaalta, jos astioiden vaihdon yhteydessä päivitetään myös tyhjennystiheys, on mahdollista saavuttaa lisää päästövähennyksiä.

## 7.5 Kuivajätehuollon kustannukset

Tutkimuksessa tarkasteltiin kustannuksia aluekeräyspisteiden astioiden uusinnasta tai korjauksesta kuivajätteen loppusijoitukseen tai energiahyötykäyttöön asti. Merkittävimmät kustannukset aiheutuivat kuivajätteen loppusijoituksesta, energiahyötykäytöstä sekä keräyksestä, jonka vaikutus havaittiin pieneksi kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta. Kustannusten näkökulmasta keräyksen rooli oli siis suurempi. Tutkimuksessa havaittiin myös, että kuivajätteen loppusijoituksen ja energiahyötykäytön kustannusosuudet olivat tutkimuksen tekohetkellä lähellä toisiaan, kun energiahyötykäyttöön sisällytettiin myös siirtokuorma ja jatkokuljetus. Käsittelykustannukset eivät siis estä valitsemasta kasvihuonekaasupäästöjen kannalta parempaa vaihtoehtoa. Lyhyemmällä etäisyydellä jätteenpolttolaitokselle, on mahdollista pienentää aiheutuvia kuljetuskuluja. Kun kuljetuskuluun lisätään käsittelyhintaa, lähin jätteenpolttolaitos ei enää välttämättä olekaan edullisin vaihtoehto.

Aluekeräyspisteiden pintakeräysastioiden päivitys syväkeräyssäiliöihin ei lisää merkittävästi kustannuksia, sillä tutkimuksessa oletettiin, että säiliöt eivät aiheuta uutena korjaus- ja huoltokuluja. Kuivajätteen keräyskustannusten osuus kasvaa kuitenkin muutoksen seurauksena merkittävästi, kun tyhjennystiheydet pidettiin ennallaan yhtä pistettä lukuun ottamatta. Kasvavien kustannusten taustalla on, että pintakeräysastiakoon kasvaessa astian tyhjennyshinnat pienenevät astiatilavuutta kohden. Syväkeräyssäiliöt ovat pienempiä kuin suurin osa esimerkkialueella käytetyistä pikakonteista.

## 7.6 Ympäristönäkökohtien huomiointi jätekuljetusten kilpailutuksessa

Tutkimuksessa tarkasteltiin, miten ympäristönäkökohdat voidaan ottaa huomioon jätekuljetuskilpailutuksissa. Usein selkein tapa huomioida ympäristönäkökohdat on asettaa riittävän tiukkoja pakollisia vaatimuksia, jolloin voi valita hinnaltaan halvimman vaihtoehdon. Samanaikaisesti voi käyttää vertailuperusteita. Vertailuperusteita voi käyttää myös ilman pakollisia vaatimuksia. Vertailuperusteet lisäävät kuitenkin hankintaa tekevän työmäärää, kun tarjoukset tulee laittaa kokonaistaloudellisesti paremmuusjärjestykseen. Vertailuperusteiden painoarvo ei saa myöskään olla liian pieni, jotta niillä on vaikutusta valintaan.

Kuljetuspalvelun hankinnassa tulee huomioida ainakin energiankulutus, hiilidioksidi-, typenoksidi-, hiilivety- ja hiukkaspäästöt. Lainsäädäntö ei määrää vähimmäistasoja, vaan hankintaa tehdessä kannattaa kartoittaa markkinatilanne jo hyvissä ajoin ennen kilpailutusta, jotta vaatimukset osaa asettaa oikealle tasolle. Euro-normeja voi käyttää pohjana vaatimusten asetuksessa. Liian matalien vaatimusten lopputuloksena saattaa olla, että muille alueille kelpaamaton kalusto päätyy alueelle, jossa kriteerit eivät ole niin tiukkoja. Suositeltavaa onkin selvittää tarjoajien ratkaisuehdotuksia tulevaan hankintaan liittyen. Vuoropuhelulla saa myös selville, onko markkinoilla riittävästi tarjoajia tehokkaan kilpailun varmistamiseksi. Tarjouspyyntöluonnokseenkin kannattaa pyytää kommentteja mahdollisilta tarjoajilta. Markkinoille kannattaa myös tiedottaa tulevaisuuden tarpeista ja suunnitelmista. Kannustettavaa on siis lisätä vuoropuhelua.

Kannustus innovaatioiden huomioimiseen hankinnoissa on lisääntynyt myös jätehuollon alalla. Suositellaan, että ei määritetä ratkaisua valmiiksi, vaan kuvataan tarpeet ja mahdollistetaan vaihtoehtoisten tarjousten antaminen, koska usein tarpeen voi ratkaista erilaisilla vaihtoehdoilla. Vähäpäästöisten teknologioiden kokeiluun ja käyttöönottoon saattavat kannustaa myös käytön aikaiset säästöt polttoainekustannuksissa. Vaihtoehtona on myös mainita tarjouspyynnössä kokonaispalkkion määrä ja rajoitukset palvelun sisällölle, jolloin tarjoajan tulee esittää, miten toteuttaa palvelun annetuilla reunaehdoilla. Tällöin tarjoajat kilpailevat laadulla.

Suuria hankintakokonaisuuksia suositellaan pilkottavan pienempiin osiin, jotta pienet ja keskisuuret yritykset pystyvät osallistumaan tarjouskilpailuihin. Tarjouspyyntöjä kannattaa myös lähettää soveliaiksi katsotuille toimijoille, esimerkiksi aiemmin kuljetustarjouksen antaneille yrityksille. Tällä tavalla on mahdollista varmistaa, että Hilmassa julkaistu ilmoitus ei mene yritykseltä ohi ja on mahdollista saada enemmän tarjouksia.

Sopimuksen seuranta on osa laadun ja ympäristöasioiden hallintaa. Hankintojen seuranta onkin oleellista jatkuvan kehittämisen varmentamiseksi ja sen mahdollistamiseen tulee varata aikaa ja resursseja. Samalla näytetään, että asetettuihin vaatimuksiin ei suhtauduta välinpitämättömästi. Sopimuksen aikaista toimintaa voi säädellä esimerkiksi bonus- tai sanktiojärjestelmällä. Sopimuksessa on hyvä olla myös esimerkiksi toimintamalli laadun kehittämiseksi.

Jätekuljetusten ympäristöystävällisyys perustuu pitkälti optimoituun reititykseen ja ympäristöystävälliseen keräyskalustoon, mutta myös taloudelliseen ajotapaan. Selvitettyjen kasvihuonekaasupäästöjen perusteella oli kuitenkin merkille pantavaa, miten suuri vaikutus polttolaitoksen valinnalla oli kasvihuonekaasupäästöihin. Oleellista onkin huomioida ympäristönäkökohdat myös energiahyötykäyttökohdetta valittaessa.



## LÄHTEET

2009/28/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 23.4.2009 uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä sekä direktiivien 2001/77/EY ja 2003/30/EY muuttamisesta ja myöhemmästä kumoamisesta. EUVL N:o L140/16, 5.6.2009.

2009/30/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 23.4.2009 direktiivin 98/70/EY muuttamisesta bensiinin, dieselin ja kaasujien laatuvaatimusten osalta sekä kasvihuonekaasupäästöjen seurantaan ja vähentämiseen tarkoitetun mekanismin käyttöönottamisen osalta, neuvoston direktiivin 1999/32/EY muuttamisesta sisävesialusten käyttämien polttoaineiden laatuvaatimusten osalta ja direktiivin 93/12/ETY kumoamisesta. EUVL N:o L 140/88, 5.6.2009.

2014/24/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 26.2.2014 julkisista hankinnoista ja direktiivin 2004/18/EY kumoamisesta. EUVL N:o L94/65, 28.3.2014.

Aalto-Setälä Ilkka et al. 2008. Kilpailulait ja laki julkisista hankinnoista. Helsinki: Tietosanoma Oy. 944 s. ISBN 978-951-885-269-1.

Ab Ekorosk Oy. 2013. Hinnasto – vapaa-ajan asutus [Ab Ekorosk Oy:n www-sivulla]. Päivitetty 27.2.2013 [viitattu 5.3.2013]. Saatavissa: [http://www.ekorosk.fi/index.asp?m=2&kieli=fi&sivu=taxa\\_priser\\_fritidsbostader](http://www.ekorosk.fi/index.asp?m=2&kieli=fi&sivu=taxa_priser_fritidsbostader).

Advantage Environment. 2011. The world's first hybrid garbage truck [Advantage Environmentin www-sivulla]. Julkaistu 6/2011 [viitattu 31.10.2012]. Saatavissa: <http://advantage-environment.com/transporter/the-world%C2%B4s-first-hybrid-garbage-truck/>.

Arnold Mona. 2010. Kaasua kaatopaikoilta. Kaatopaikkakaasun tuotanto ja hyödyntäminen [verkkodokumentti]. Muokattu 11.10.2010 [viitattu 12.8.2013]. VTT. 17 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ygoforum.fi/arnold.pdf>. Sivua ei enää saatavilla.

BioGrace. 2013. The BioGrace GHG calculation tool – version 4c [Excel-tiedosto] Muokattu 10.4.2013 [viitattu 23.1.2014]. Saatavissa: <http://www.biograce.net/content/ghgcalculationtools/recognisedtool>.

Botniarosk Oy Ab. 2012. Ekopisteinfo, Oy Botniarosk Ab:n asiakaslehti 2012 [verkkodokumentti]. Julkaistu 2.4.2012 [viitattu 5.10.2012]. 12 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.botniarosk.fi/tiedostot/taitto\\_kevat2012.pdf](http://www.botniarosk.fi/tiedostot/taitto_kevat2012.pdf).

BSI. 2011a. PAS 2050: 2011 [verkkodokumentti]. Julkaistu 29.9.2011 [viitattu 18.10.2012]. UK, Lontoo: BSI. 37 s. ISBN 978-0-580-71382-8. Ladattavissa: <http://shop.bsigroup.com/forms/PASs/PAS-2050/>. Vaatii tietojen syötön.

BSI. 2011b. The Guide to PAS 2050: 2011 [verkkodokumentti]. Muokattu 19.12.2011 [viitattu 18.10.2012]. UK, Lontoo: BSI. 74 s. ISBN 978-0-580-77432-4. Ladattavissa: <http://shop.bsigroup.com/forms/PASs/PAS-2050-Guide/>. Vaatii tietojen syötön.

Chanton Jeffrey, Powelson David ja Green Roger. 2009. Methane Oxidation in Landfill Cover Soils, is a 10% Default Value Reasonable? Journal of environmental quality, 38:2. S. 654-663. ISSN 0047-2425.

Chen Dezhen ja Christensen Thomas H. 2010. Life-cycle assessment (EASEWASTE) of two municipal solid waste incineration technologies in China. Waste management & Research, 28:6. S. 508-519. ISSN 0734-242X.

Christensen Thomas H. et al. 2009. C balance, carbon dioxide emissions and global warming potentials in LCA-modelling of waste management systems. Waste Management & Research, 27:8. S. 707–715. ISSN 0734-242X.

Consonni S., Giugliano M. ja Grosso M. 2005. Alternative strategies for energy recovery from municipal solid waste, Part A: Mass and energy balances. Waste Management, 25:2. S. 123–135. ISSN 0956-053X.

Daamgaard Anders, Larsen Anna W., Christensen Thomas H. 2009. Recycling of metals: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. *Waste Management & Research*, 27:8. S. 773-780. ISSN 0734-242X.

DieselNet. 2012. Heavy-Duty Truck and Bus Engines [DieselNetin www-sivulla]. Päivitetty 9/2012 [viitattu 27.2.2013]. Saatavissa: <http://www.dieselnet.com/standards/eu/hd.php>.

Ecomond Oy. 2013. Transport Control System [Kuljetusten ajonohjausjärjestelmä]. Tietojen kerääminen 25–26.9.2013, Lappeenranta, EKJH. Kerääjä: Mari Hupponen.

Ecomp Oy. Etusivu [Ecomp Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 18.2.2013]. Saatavissa: <http://www.ecomp.fi/>.

Ecomp Oy. 2010. Smart - Syväsäilöt [verkkodokumentti]. Julkaistu 29.4.2010 [viitattu 10.10.2012]. 4 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://ecomp-fi-bin.directo.fi/@Bin/385f5ffd3f165b999b0e8e012feb953a/1349951214/application/pdf/1855897/Smart%20esite.pdf>.

EKJH. 2008. PARARUn kuiva- ja biojätteen keräyksen ja kuljetuksen kilpailutus. Kilpailutusasiakirjat saatu Kimmo Pölläselältä 5.4.2013.

EKJH. 2009. SALUUTAn ja Lemminkäisen kuiva- ja biojätteen keräyksen ja kuljetuksen kilpailutus. Kilpailutusasiakirjat saatu Kimmo Pölläselältä 5.4.2013.

EKJH. 2010. Esitys asukkaiden jätteenkuljetusten järjestämisestä Rautjärven kunnan Asemanseudun ja Simpeleen taajamissa [verkkodokumentti]. Päivätty 25.10.2010 [viitattu 18.3.2013]. 3 s. + liitteet 25 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://194.251.35.222/Tiedote.asp?TiedoteID=26091&NakymaID=581>. Linkki Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n esitys.

EKJH. 2012a. Asiakasrekisteri. Tietojen kerääminen 7.-8.6.2012, Lappeenranta, EKJH. Kerääjä: Mari Hupponen.

EKJH. 2012b. Eteläkarjalaisten jätteistä energiaa ensi vuonna [verkkotiedote]. Julkaistu 30.3.2012 [viitattu 6.6.2012]. Saatavissa: <http://www.ekjh.fi/Ajankohtaista2012.html#energia>.

EKJH. 2012c. Jätteenkäsittelyn kustannukset [EKJH:n www-sivulla]. [Viitattu 8.10.2012]. Saatavissa: [http://www.ekjh.fi/hinnasto\\_ajo-ohje.html](http://www.ekjh.fi/hinnasto_ajo-ohje.html).

EKJH. 2012d. Imatran jätteenkuljetusurakoitsijat on valittu – keskitetty kuljetusjärjestelmä liikkeelle 2.5.2013 [EKJH:n www-sivulla]. Julkaistu 19.12.2012 [viitattu 6.3.2013]. Saatavissa: [http://www.ekjh.fi/Ajankohtaista2012.html#Imatra\\_kuljetukset\\_2013](http://www.ekjh.fi/Ajankohtaista2012.html#Imatra_kuljetukset_2013).

EKJH. 2012e. Ekomaksulla kehitetään monipuolisia jätehuoltopalveluja Etelä-Karjalassa [EKJH:n www-sivulla]. Julkaistu 10.2.2012 [viitattu 14.3.2013]. Saatavissa: <http://www.ekjh.fi/Ajankohtaista2012.html#ekomaksu>.

EKJH. 2012f. Imatran kuiva- ja biojätteen keräyksen ja kuljetuksen kilpailutus. Kilpailutusasiakirjat saatu Kimmo Pölläselältä 5.4.2013.

EKJH. 2013a. Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy, vuosikertomus 2012 [verkkodokumentti]. Muokattu 3.6.2013 [viitattu 14.8.2013]. Lappeenranta. 23 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ekjh.fi/Dokumentit/Vuosikertomukset/Vuosikertomus2012.pdf>.

EKJH. 2013b. Asiakasrekisteri. Tietojen kerääminen 25.–26.9.2013, Lappeenranta, EKJH. Kerääjä: Mari Hupponen.

EKJH. 2014. Jätteenkäsittelyn kustannukset [EKJH:n www-sivulla]. [Viitattu 14.5.2014]. Saatavissa: [http://www.ekjh.fi/hinnasto\\_ajo-ohje.html](http://www.ekjh.fi/hinnasto_ajo-ohje.html).

Ekokem Oy Ab\_a. Energiahyödyntäminen korvaa fossiilisia polttoaineita [Ekokem Oy Ab:n www-sivulla]. [Viitattu 29.8.2013]. Saatavissa: <http://www.ekokem.fi/fi/palvelut/esimerkkeja-toiminnastamme/energiahyodyntaminen-korvaa-fossiilisia-polttoaineita>.

Ekokem Oy Ab\_b. Jätteiden käsittelyprosessit [Ekokem Oy Ab:n www-sivulla]. [Viitattu 29.8.2013]. Saatavissa: <http://www.ekokem.fi/fi/tietopankki/kasittelyprosessit/jatteiden-kasittelyprosessit>.

Ekokem Oy Ab\_c. Jätteenpoltolla päästösäästöjä [Ekokem Oy Ab:n www-sivulla]. [Viitattu 31.10.2013]. Saatavissa: <http://www.ekokem.fi/fi/palvelut/esimerkkeja-toiminnastamme/jatteenpoltolla-paastosaastoja>.

Ekokem Oy Ab. 2010. Ekokem-konsernin yhteiskuntavastuuraportti 2009 [verkkodokumentti]. Julkaistu 16.4.2010 [viitattu 6.11.2013]. 59 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.ekokem.fi/sites/default/files/attachment/yhteiskuntavastuuraportti\\_netti2009.pdf](http://www.ekokem.fi/sites/default/files/attachment/yhteiskuntavastuuraportti_netti2009.pdf).

Ekokem Oy Ab. 2013a. Helmikuu 2013 paikallistiedote [Ekokem Oy Ab:n www-sivulla]. Julkaistu 2/2013 [viitattu 30.8.2013]. Saatavissa: <http://www.ekokem.fi/fi/vastuullisuus/ajankohtaista-riihimaki-ja-hausjarvi/helmikuu-2013-paikallistiedote>.

Ekokem Oy Ab. 2013b. Sekajäte jalostuu kaukolämmöksi asuutomessutaloille [Ekokem Oy Ab:n www-sivulla]. Julkaistu 22.7.2013 [viitattu 30.8.2013]. Saatavissa: <http://www.ekokem.fi/fi/media/tiedotteet/sekajate-jalostuu-kaukolammoksi-asuutomessutaloille>.

Ekokem Oy Ab. 2014. Tammikuu 2014 paikallistiedote, Riihimäki ja Hausjärvi [Ekokem Oy Ab:n www-sivulla]. Julkaistu 27.1.2014 [viitattu 21.2.2014]. Saatavissa: <http://www.ekokem.fi/fi/media/tiedotteet/tammikuu-2014-paikallistiedote-riihimaki-ja-hausjarvi>.

Ekokem-Palvelu Oy. 2011. Teollisjätteen käsittelykeskus - Kuuloja, Hausjärvi [verkkodokumentti]. Julkaistu 6.7.2011 [viitattu 29.10.2013]. 2 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ekokem.fi/sites/default/files/attachment/kuuloja.pdf>.

Ekokymppi. Asuinkiinteistöt [Kainuun jätehuollon kuntayhtymän www-sivulla]. [Viitattu 5.10.2012]. Saatavissa: <http://www.eko-kymppi.fi/index.php?id=123>.

Ekokymppi. 2011. Eko-Kympin jätteenkäsittelyhinnasto [verkkodokumentti]. Julkaistu 1.12.2011 [viitattu 9.10.2012]. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [www.eko-kymppi.fi/uploads/files/vain\\_hinnasto2012.pdf](http://www.eko-kymppi.fi/uploads/files/vain_hinnasto2012.pdf). Sivua ei enää saatavilla.

Ekokymppi. 2013. Kiinteistön jätehuolto ja vuosittaiset jätemaksut [verkkodokumentti]. Julkaistu 10.1.2013 [viitattu 5.3.2013]. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.eko-kymppi.fi/uploads/files/KIINT\\_JATEHUOLTO\\_JATEMAKSUT\\_2013.pdf](http://www.eko-kymppi.fi/uploads/files/KIINT_JATEHUOLTO_JATEMAKSUT_2013.pdf).

Enevo. Palvelukuvaus [Enevon www-sivulla]. [Viitattu 28.2.2013]. Saatavissa: <http://www.enevo.com/onecollect/>. Sivua ei enää saatavilla.

Enevo. 2012. ONE Collect – jäte- ja kierrätysastioiden tyhjennysten tehostamiseen [tuote-esite]. Julkaistu 5.1.2012 [viitattu 11.10.2012]. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://ecom-f-bin.directo.fi/@Bin/a6684cf6fc8e526a9b08bf575e6d628b/1350221328/application/pdf/1943494/ONeCollect.pdf>.

Enevo. 2014. Final IUJ results show significant cost savings [Enevon www-sivulla]. Julkaistu 7.1.2014 [viitattu 21.5.2014]. Saatavissa: <http://www.enevo.com/news/final-iuj-results-show-significant-cost-savings/>.

Etelä-Karjala. Sijainti [Etelä-Karjalan maakuntaesite]. [Viitattu 25.3.2014]. Saatavissa: <http://maakuntaesite.ekarjala.fi/fi/sivut/1/3>.

Etelä-Suomen aluehallintovirasto. 2010. Päätös, Ekokem Oy Ab [verkkodokumentti]. Annettu julkipanon jälkeen 25.11.2010 [viitattu 29.8.2013]. Nro 56/2010/1, Dnro ESAVI/81/04.08/2010. 70 s. + liitt. 2 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.avi.fi/documents/10191/56820/esavi\\_paatos\\_56\\_2010\\_1-2010-11-25.pdf](http://www.avi.fi/documents/10191/56820/esavi_paatos_56_2010_1-2010-11-25.pdf).

Etelä-Suomen aluehallintovirasto. 2011a. Päätös, Kymenlaakson Jäte Oy [verkkodokumentti]. Annettu julkipanon jälkeen 20.9.2011 [viitattu 2.9.2013]. Nro 93/2011/1, Dnro ESAVI/515/04.08/2010. 38 s. + liite 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.avi.fi/documents/10191/56818/esavi\\_paatos\\_93\\_2011\\_1-2011-09-20.pdf](http://www.avi.fi/documents/10191/56818/esavi_paatos_93_2011_1-2011-09-20.pdf).

Etelä-Suomen aluehallintovirasto. 2011b. Päätös, Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy [verkkodokumentti]. Annettu julkipanon jälkeen 5.8.2011 [viitattu 9.8.2013]. Nro 62/2011/1, Dnro ESAVI/743/04.08/2010. 22 s. + liite 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.avi.fi/documents/10191/56818/esavi\\_paatos\\_62\\_2011\\_1-2011-08-05.pdf](http://www.avi.fi/documents/10191/56818/esavi_paatos_62_2011_1-2011-08-05.pdf).

Etelä-Suomen aluehallintovirasto. 2013. Kuulutus, Ekokem-Palvelu Oy [verkkodokumentti]. Dnro ESAVI/212/04.08/2011. Päivätty 25.4.2013 [viitattu 30.8.2013]. 4 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.avi.fi/documents/10191/56822/esavi\\_kuulutus\\_212\\_04\\_08\\_2011-2013-05-02.pdf/25ac3231-2849-4fd9-8c5b-b73eada84ad3](http://www.avi.fi/documents/10191/56822/esavi_kuulutus_212_04_08_2011-2013-05-02.pdf/25ac3231-2849-4fd9-8c5b-b73eada84ad3).

EPA. 2008. Background Information Document for Updating AP42 Section 2.4 for Estimating Emissions from Municipal Solid Waste Landfills [verkkodokumentti]. Muokattu 3.12.2008 [Viitattu 14.8.2013]. USA: EPA. 100 s. + liitt. 140 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch02/draft/db02s04.pdf>.

Euroopan komissio. 2005. Ympäristöä säästäviä hankintoja – Käsikirja ympäristönäkökohtien huomioon ottamisesta julkisissa hankinnoissa [verkkodokumentti]. Julkaistu 2005 [viitattu 8.4.2013]. Luxemburg: Euroopan komissio. 39 s. ISBN 92-894-8996-0. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/buying\\_green\\_handbook\\_fi.pdf](http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/buying_green_handbook_fi.pdf).

Euroopan komissio. 2012. Ympäristöä säästävät julkiset hankinnat EU:ssa – Kuljetusala [verkkodokumentti]. Julkaistu 3.10.2012 [viitattu 28.4.2014]. 42 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/criteria/transport\\_fi.pdf](http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/criteria/transport_fi.pdf).

Faun. Refuse Collection Vehicles [Faun www-sivulla]. [Viitattu 30.5.2014]. Saatavissa: <https://www.faun.com/en/home/refuse-collection-vehicles.html>.

Felt Erkka. 2006. Maakaasulla toimiva jäteauto koekäyttöön Helsingissä [Tekniikka ja talous -lehden www-sivulla]. Julkaistu 22.3.2006 [viitattu 21.1.2014]. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/maakaasulla+toimiva+jateauto+koekayttoon+helsingissa/a28519>.

Flaaming Oy. Etusivu [Flaaming Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 18.2.2013 ja 27.6.2014]. Saatavissa: <http://www.flaming.fi/cms/index.php>.

Fonecta. 2012. Reittihaku [Karttapalvelu]. [Viitattu 7.10.2013]. Saatavissa: <http://www.fonecta.fi/kartat/?routeFrom=&routeTo=>. Valittu nopein reitti.

GaBi. A product sustainability performance solution by PE INTERNATIONAL [GaBi Softwaren www-sivulla]. [Viitattu 19.10.2012]. Saatavissa: <http://www.gabi-software.com/nw-eu-english/index/>. Etusivu.

GarbageX\_a. Syväkeräysjärjestelmä [GarbageX:n www-sivulla]. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: [http://www.garbagex.net/03\\_kiinteistojen\\_jatehuolto/02\\_01\\_06\\_kerays.html](http://www.garbagex.net/03_kiinteistojen_jatehuolto/02_01_06_kerays.html).

GarbageX\_b. Jätessäiliöt [GarbageX:n www-sivulla]. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: [http://www.garbagex.net/03\\_kiinteistojen\\_jatehuolto/02\\_01\\_03\\_kerays.html](http://www.garbagex.net/03_kiinteistojen_jatehuolto/02_01_03_kerays.html).

GarbageX\_c. Jätteiden kuljetus [GarbageX:n www-sivulla]. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: [http://www.garbagex.net/03\\_kiinteistojen\\_jatehuolto/03\\_00\\_kuljetus.html](http://www.garbagex.net/03_kiinteistojen_jatehuolto/03_00_kuljetus.html).

GarbageX\_d. Jätepuristimet [GarbageX:n www-sivulla]. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: [http://www.garbagex.net/03\\_kiinteistojen\\_jatehuolto/02\\_01\\_05\\_kerays.html](http://www.garbagex.net/03_kiinteistojen_jatehuolto/02_01_05_kerays.html).

Gasetti. 2008. L&T:n jäteauto kulkee puhtaasti ja hiljaisesti. Maakaasukäyttöinen raskasliikenne kasvussa [verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.10.2012]. S. 10–11. Gasum-konsernin sidosryhmälehti 1/2008. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://verkkojulkaisu.viivamedia.fi/data/gasum/307/307-lowres.pdf>.

Gasetti. 2011. Maakaasuauto kerää jätteet puhtaasti ja hiljaisesti [verkkodokumentti]. [Viitattu 26.2.2013]. S. 8-11. Gasum-konsernin sidosryhmälehti 2/2011. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://verkkojulkaisu.viivamedia.fi/data/gasum/1627/1627-lowres.pdf>.

Gasum Oy\_a. Biojalostamo Joutsenoon [Gasum Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 25.2.2013]. Saatavissa: <http://www.gasum.fi/Yritystietoa/Investoinnit/Biojalostamo-Joutsenoon/>.

Gasum Oy\_b. Gasum-biokaasu – uusiutuva, kotimainen liikennepolttoaine [Gasum Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 25.2.2013]. Saatavissa: <http://www.gasum.fi/liikenne/gasumbiokaasu/Sivut/default.aspx>. Sivua ei enää saatavilla.

Gasum Oy\_c. Puhtaasti palava luonnon kaasu [Gasum Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 26.2.2013]. Saatavissa: <http://www.gasum.fi/tuotteet/maakaasu/Sivut/default.aspx>. Sivua ei enää saatavilla.

Gasum Oy\_d. Suomi tarvitsee maakaasua [Gasum Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 30.5.2014]. Saatavissa: <http://www.gasum.fi/Kaasutietoutta/Maakaasu/Maakaasun-kaytto/>.

Gasum Oy\_e. Liikennekaasun hinta tankkausasemilla [Gasum Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 30.5.2014]. Saatavissa: <http://www.gasum.fi/Puhtaampi-liikenne/Liikennekaasun-hinta/>.

Gasum Oy. 2010. Puhdasta asiaa liikenteestä [verkkodokumentti]. Julkaistu 5/2010 [viitattu 27.2.2013]. 2 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://verkkojulkaisu.viivamedia.fi/data/gasumtiedotteet/1320/1320-lowres.pdf>. Gasum Oy:n tiedote puhtaasta liikenteen puolesta.

Geesinknorba. 2012. Yksi pakkaaja - kaksi osastoa [Flaaming Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 30.10.2012]. 6 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.flaming.fi/cms/images/stories/docs/mf-series\\_a4.pdf](http://www.flaming.fi/cms/images/stories/docs/mf-series_a4.pdf).

Genter Christoph. 2003. Innovative waste management products – European market survey [verkkodokumentti]. Julkaistu 6.11.2003 [viitattu 4.3.2013]. Helsinki: Tekes. 41 s. Technology Review 147/2003. ISBN 952-457-139-0, ISSN 1239-758X. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://s3.amazonaws.com/zanran\\_storage/akseli.tekes.fi/ContentPages/53932344.pdf](http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/akseli.tekes.fi/ContentPages/53932344.pdf).

Google Maps. Kaasuautojen tankkausasemat Suomessa (CNG Stations) [Google Mapsin www-sivulla]. [Viitattu 25.2.2013]. Saatavissa: <http://maps.google.com/maps/ms?ie=UTF8&hl=en&msa=0&msid=206862115856231096821.00048e8e82f024ba8a909&f=d&daddr=&ll=60.823494,24.993896&spn=2.399809,4.921875&z=7>.

Hannoa Oy. 2011. Jätesäiliöt – Uppo 4 ja Uppo 7 / Hanno 3 ja Hanno 8. Jäteastiasuojat – Monikko, Lokerikko Duo ja Lokerikko Solo [verkkodokumentti]. Julkaistu 28.3.2011 [viitattu 3.3.2013]. 4 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [www.rttuotetieto.fi/rt-tuotekortti/download/37929](http://www.rttuotetieto.fi/rt-tuotekortti/download/37929).

Hankasalmi. 2014. Hankasalmen kunnan jäteopas [verkkodokumentti]. Julkaistu 27.5.2014 [viitattu 30.5.2014]. 28 s. Saatavissa: <http://www.hankasalmi.fi/images/Asuminen/Jatehuolto/Jateopas%202014.pdf>.

Harrela Pirkko. 2012. UPM rakentaa maailman ensimmäisen puupohjaista biodieseliä valmistavan biojalostamon [UPM-Kymmene Oyj:n www-sivulla]. Julkaistu 1.2.2012 [viitattu 26.6.2014]. Saatavissa: <http://www.upm.com/FI/MEDIA/Uutiset/Pages/UPM-rakentaa-maailman-ensimm%C3%A4isen-puupohjaista-biodieseli%C3%A4-valmistavan-biojalost-001-Wed-01-Feb-2012-10-05.aspx>.

Hartikainen Jarmo. 2014. EU laittaa julkiset hankinnat uusiksi [Kauppalehden www-sivulla]. Julkaistu 15.1.2014 [viitattu 28.4.2014]. Saatavissa: <http://www.kauppalehti.fi/omayritys/eu+laittaa+julkiset+hankinnat+uusiksi/201401604783>.

Heino Ossi. 2013. Jätehuollon tekniset vaihtoehdot. Teoksessa: Valkama Pekka (toim.). 2013. Markkinainnovaatiot yhdyskuntajätehuollossa [verkkodokumentti]. Julkaistu 13.6.2013 [viitattu 14.5.2014]. Tampereen yliopisto. Tampere. S. 51–74. ISBN (PDF): 978-951-44-9164-1. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.uta.fi/jkk/yhteystiedot/hallintotiede/valkama/projects/subprojects/VALKAMA3kirjapainojune2013.pdf>.

Helsingin satama. Tavaraliikenne [Helsingin sataman www-sivulla]. [Viitattu 7.11.2013]. Saatavissa: <http://www.portofhelsinki.fi/www-sivusto/tavaraliikenne>.

Hietanen Lassi. 2010. Jätteestä puhtaita kilometrejä [verkkodokumentti]. Pidetty 7.9.2010 [viitattu 28.2.2013]. L&T. 10 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.wfuel.info/inc\\_fin/files/files/Hietanen\\_Kaasuautot%20j%C3%A4tteenkuljetuksissa.pdf](http://www.wfuel.info/inc_fin/files/files/Hietanen_Kaasuautot%20j%C3%A4tteenkuljetuksissa.pdf).

Hietanen Riikka. 2011. Innovatiivisten hankintojen käsikirja [verkkodokumentti]. Päivitetty 20.12.2011 [viitattu 18.3.2013]. Culminatum Innovation Oy Ltd. 30 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.culminatum.fi/tiedostot/upl/julkisten\\_hankintojen\\_%20kasikirja201211.pdf](http://www.culminatum.fi/tiedostot/upl/julkisten_hankintojen_%20kasikirja201211.pdf).

HILMA. 2013. Tervetuloa HILMAN sivuille! [Julkisten hankintojen sähköinen ilmoituskanava]. [Viitattu 23.8.2013]. Saatavissa: <http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/>.

Honkonen Tuomas. 2010. Etäisyyden vaikutus jätteiden keräyskaluston valintaan [verkkodokumentti]. Päiväys 7.5.2010 [viitattu 5.3.2013]. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja liikenteen ala. 67 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16908/Etaisyyden\\_vaiutus\\_jatteiden\\_kerayskaluston\\_valintaan.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16908/Etaisyyden_vaiutus_jatteiden_kerayskaluston_valintaan.pdf?sequence=1).

Huttunen Markku J. ja Kuittinen Ville. 2012. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 15, Tiedot vuodelta 2011 [verkkodokumentti]. Muokattu 20.8.2012 [viitattu 25.2.2013]. Joensuu: Itä-Suomen yliopisto. 39 s. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences No 8. ISBN (PDF) 978-952-61-0867-4, ISSN 1798-5692. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.biokaasuyhdistys.net/media/Biokaasulaitosrekisteri2011.pdf>.

Huttunen Markku J. ja Kuittinen Ville. 2013. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 16, Tiedot vuodelta 2012 [verkkodokumentti]. Jukaistu 16.9.2013 [viitattu 20.5.2014]. Joensuu: Itä-Suomen yliopisto. 43 s. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences No 13. ISBN (PDF) 978-952-61-1237-4, ISSN 1798-5692. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.biokaasuyhdistys.net/media/Biokaasulaitosrekisteri2012.pdf>.

Hyötyvirta. 2013. Alueen palvelut [Hyötyvirran www-sivulla]. [Viitattu 29.10.2013]. Saatavissa: <http://www.hyotyvirta.fi/alueen-palvelut/>.

Häkkinen Eevaleena, Merilehto Kirsi ja Salmenperä Hanna. 2014. Valtakunnallisen jätesuunnitelman seurannan 2. väliraportti [verkkodokumentti]. Päivitetty 4.3.2014 [viitattu 15.5.2014]. Helsinki: Ympäristöministeriö. 83 s. Ympäristöministeriön raportteja 6/2014. ISBN (PDF) 978-952-11-4282-6, ISSN 1796-170X. Saatavissa PDF-tiedostona: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/43010/YMra\\_6\\_2014.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/43010/YMra_6_2014.pdf?sequence=1).

Hämeen ympäristökeskus. 2008. Päätös (epävirallinen), Ekokem-Palvelu Oy [verkkodokumentti]. Nro YSO/18/2008, Dnro HAM-2007-Y-242-111. Annettu julkipanon jälkeen 14.2.2008 [viitattu 30.8.2013]. 11 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B472DEEA4-E7A4-4497-AF05-FFC62A193E4B%7D/81952>.

IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5, Waste [verkkodokumentti]. Muokattu 8/2011 [viitattu 9.8.2013]. Japani: IGES. ISBN 4-88788-032-4. Saatavissa: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>.

IPPC. 2007. IPPC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 [IPPC:n www-sivulla]. [Viitattu 18.10.2012]. Saatavissa: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html). Kappale 2.10.2 Direct Global Warming Potentials.

ISO/TS 14067: 2013. Kasvihuonekaasut. Tuotteiden hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljen laskemista ja viestimistä koskevat vaatimukset ja ohjeet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto (SFS). 103 s. Käännetty 9.12.2013.

Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy\_a. Kesämökin jätehuolto [Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 8.10.2012]. Saatavissa: <http://www.iuj.fi/kesamokin-jatehuolto.aspx>.

Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy\_b. Sekajätepisteet [Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 8.10.2012]. Saatavissa: <http://www.iuj.fi/kesamokin-jatehuolto/sekajatepisteet.aspx>.

Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy. 2013. Jättemaksutaksa 12.9.2013 alkaen [verkkodokumentti]. Julkaistu 11.10.2013 [viitattu 21.3.2014]. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.iuj.fi/Upload/Hinnasto\\_pdf/J%C3%A4temaksutaksa%20130912.pdf](http://www.iuj.fi/Upload/Hinnasto_pdf/J%C3%A4temaksutaksa%20130912.pdf).

Juuan kunta. 2008. Jätetaksat 2009 [verkkodokumentti]. Kirjattu 7.10.2008 [viitattu 21.3.2014]. 3 s. + liitt. 10 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.lieksa.fi/dman/Document.php?documentId=yi30909090116599&cmd=download>.

Jyväskylän kaupunki. 2013. Urakkaohjelma, Jyväskylän kaupungin järjestämä jätteenkuljetus, Kuljetusalue E [verkkodokumentti]. Kirjattu 23.4.2013 [viitattu 4.5.2014]. 15 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.jyvaskyla.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/jyvaskyla/embeds/jyvaskylawwwstructure/61065\\_Liite\\_1\\_urakkaohjelma\\_E.pdf](http://www.jyvaskyla.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/jyvaskyla/embeds/jyvaskylawwwstructure/61065_Liite_1_urakkaohjelma_E.pdf).

Jämsän Jätehuolto liikelaitos. 2011. Jämsän kaupungin ja Kuhmoisten kunnan jättemaksutaksa [Jämsän Jätehuolto liikelaitoksen www-sivulla]. Päivitetty 6.4.2011 [viitattu 1.11.2012]. Saatavissa: <http://www.jhoy.fi/jatemaksut.html>. Sisältöä ei enää saatavilla.

Jätekkukko Oy\_a. Mökin jätehuolto kuntoon [Jätekkukko Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 5.10.2012]. Saatavissa: [http://www.jatekkukko.fi/www/fi/mokit/liittyminen\\_jh/](http://www.jatekkukko.fi/www/fi/mokit/liittyminen_jh/).

Jätekkukko Oy\_b. Perusnoutoalue [Jätekkukko Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 3.3.2014]. Saatavissa: [http://www.jatekkukko.fi/www/fi/palvelut/jh\\_jarjestaminen/perusnoutoalue/perusnoutoalue.php](http://www.jatekkukko.fi/www/fi/palvelut/jh_jarjestaminen/perusnoutoalue/perusnoutoalue.php).

Jätekkukko Oy. 2010. Mökin jätehuolto [verkkodokumentti]. Julkaistu 21.5.2010 [viitattu 5.10.2012]. 2 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.jatekkukko.fi/www/fi/liitetiedostot/ohjeet\\_esitteet/mokin\\_jh\\_j.as\\_A4\\_netti.pdf](http://www.jatekkukko.fi/www/fi/liitetiedostot/ohjeet_esitteet/mokin_jh_j.as_A4_netti.pdf).

JLY. 2013a. Jätteenkuljetuspalvelun hankinta – Kuvaus kilpailutuksen hyvästä menettelytavasta [verkkodokumentti]. Julkaistu 4.5.2013 [viitattu 4.5.2014]. Helsinki: Jätelaitosyhdistys ry. 27 s. + liitt. 5 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.jly.fi/kuljetushankinnat2013.pdf>.

JLY. 2013b. Tietoa kuntien jätehuollosta 2013 - Kiinteistöittäisen ja aluekeräyksen jättemaksut sekä jätelajien vastaanottohinnat [verkkodokumentti]. Julkaistu 13.12.2013 [viitattu 19.5.2014]. Helsinki: Jätelaitosyhdistys ry. 25 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.jly.fi/jatemaksut2013.pdf>.

Kaakkois-Suomen Hankintarengas. 2012. Hyötyvoimalaitoksen tuhkien käsittelypalvelu [Julkiset hankinnat www-sivulla]. Lähetetty 15.6.2012 [viitattu 28.10.2013]. Saatavissa: [http://julkiset-hankinnat-suomi.eu/241\\_Hyotyvoimalaitoksen\\_tuhkien\\_kasittelypalvelu\\_2012\\_Lahti](http://julkiset-hankinnat-suomi.eu/241_Hyotyvoimalaitoksen_tuhkien_kasittelypalvelu_2012_Lahti).

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2001. Ympäristölupapäätös, Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy [verkkodokumentti]. Annettu julkipanon jälkeen 28.12.2001 [viitattu 22.8.2013]. Nro A 1118, Dnro 0401Y0868-121. 49 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.ekjh.fi/Dokumentit/Kukkuroinmaki\\_Ymparistolupa\\_Kukkuroinmaki2001%5B1%5D.pdf?contentid=4390&lan=fi](http://www.ekjh.fi/Dokumentit/Kukkuroinmaki_Ymparistolupa_Kukkuroinmaki2001%5B1%5D.pdf?contentid=4390&lan=fi).

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2004. Päätös, Kotkan Energia Oy [verkkodokumentti]. Annettu julkipanon jälkeen 15.10.2004 [viitattu 19.8.2013]. Nro A 1146, Dnro KAS-2003-Y-706-111. 34 s. + liitt. 2 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC5DF3DE6-DCFD-4B20-9312-FC4BC1C4C444%7D/79906>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2009. Ympäristölupapäätös, Kymenlaakson Jäte Oy [verkkodokumentti]. Annettu julkipanon jälkeen 25.11.2009 [viitattu 9.8.2013]. Nro A 1097, Dnrot KAS-2009-Y-96-111, KAS-2003-Y-109-121. 46 s. + liitt. 3 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BBF8A1EB5-6F86-4DF2-BFFE-DD3415C71E29%7D/83598>.

Kaartinen Tommi, Laine-Ylijoki Jutta ja Wahlström Margareta. 2007. Jätteen termisen käsittelyn tuhkien ja kuonien käsittely- ja sijoitusmahdollisuudet [verkkodokumentti]. Julkaistu 19.11.2007 [viitattu 19.2.2014]. Espoo: VTT. 44 s. + liitt. 20 s. VTT Tiedotteita 2411. ISBN 978-851-38-6967-0, ISSN 1455-0865. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2411.pdf>.

Kaartinen Tommi et al. 2010. Pohjakuonan jalostus uusiomateriaaliksi [verkkodokumentti]. Muokattu 15.3.2011 [viitattu 20.2.2014]. Espoo: VTT. 98 s. + liitt. 8 s. VTT Tiedotteita 2567. ISBN 978-951-38-7680-7, ISSN 1455-0865. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2567.pdf>.

Kainuun jätehuollon kuntayhtymä. 2013. Jätteenkäsittelyhinnat jätelajeittain ja astiatyypeittäin vuodelle 2013 [verkkodokumentti]. Julkaistu 16.1.2013 [viitattu 15.2.2013]. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.eko-kymppi.fi/uploads/files/Astiasittelyhinnat\\_2013\\_kuluttajille.pdf](http://www.eko-kymppi.fi/uploads/files/Astiasittelyhinnat_2013_kuluttajille.pdf).

Karilainen Niko. 2012. Petihiekan kierrätys voimalaitoksessa [verkkodokumentti]. Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman, Energiatekniikan suuntautumisvaihtoehto. 27 s. + liitt. 5 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/63653/karilainen\\_niko.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/63653/karilainen_niko.pdf?sequence=1).

Kiviniemi Olli et al. 2012. Tuhkarakentamisen käsikirja – Energiantuotannon tuhkat väylä-, kenttä- ja maarakenteissa [verkkodokumentti]. Päivitetty 27.2.2012 [viitattu 19.2.2014]. 65 s. + liitt. 18 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.infra.fi/files/3985\\_Tuhkarakentamisen\\_kasikirja.pdf](http://www.infra.fi/files/3985_Tuhkarakentamisen_kasikirja.pdf).

Klaus Tuija. 2009. Jättekuljetusten suunnittelu ja kilpailutus [verkkodokumentti]. Pidetty 2.12.2009 [viitattu 26.5.2014]. Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy. 11 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.greenetfinland.fi/fi/images/f/fc/Klaus\\_IUJ\\_Julkiset\\_hankinnat\\_Heureka\\_02122009.pdf](http://www.greenetfinland.fi/fi/images/f/fc/Klaus_IUJ_Julkiset_hankinnat_Heureka_02122009.pdf).

Kogler Thomas. 2007. Waste Collection [verkkodokumentti]. Julkaistu 2007 [viitattu 1.1.2012]. The International Solid Waste Association. 124 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.iswa.org/uploads/tx\\_iswaknowledgebase/ctt\\_2007\\_2.pdf](http://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/ctt_2007_2.pdf).

Koivunen Kirsi. 2007. Jätteenpolton tuhkien käsittelytekniikoiden ympäristövaikutukset [verkkodokumentti]. Julkaistu 22.7.2007 [viitattu 31.10.2013]. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Energia- ja ympäristötekniikan osasto. Helsinki. 109 s. + liitt. 30 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/29991/TMP.objres.658.pdf?sequence=1>.

Koneyrittäjien liitto. Kuutio-tonni-kuutio muunnokset [Koneyrittäjien liiton www-sivulla]. [Viitattu 5.11.2013]. Saatavissa: <http://www.koneyrittajat.fi/Raiku/tn-m3-tn.html>.

Kokki Susanna. 2006. Kaasukäyttöisen jäteauton toiminnan tutkiminen ja soveltuvuuden selvittäminen pääkaupunkiseudun jätteenkuljetuksiin. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Energia- ja ympäristötekniikan osasto. Kuopio. 141 s.

Kotkan Energia Oy\_a. Faktatietoa [Kotkan Energia Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 30.8.2013]. Saatavissa: <http://www.kotkanenergia.fi/faktatietoa>.



Kotkan Energia Oy\_b. Tuotantoprosessi [Kotkan Energia Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 28.10.2013]. Saatavissa: <http://www.kotkanenergia.fi/tuotantoprosessi>.

Kotkan Energia Oy. 2011. Kotka Energia - Ympäristökertomus 2010 [verkkodokumentti]. Julkaistu 12.4.2011 [viitattu 1.11.2013]. 11 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.kotkanenergia.fi/sites/default/files/tiedostot/ymparistokertomus\\_2010\\_valmis.pdf](http://www.kotkanenergia.fi/sites/default/files/tiedostot/ymparistokertomus_2010_valmis.pdf).

Kotkan Energia Oy. 2013. Kotkan Energia Oy 2012 - Vuosikertomus, talouskatsaus, ympäristökertomus [verkkodokumentti]. Julkaistu 14.5.2013 [viitattu 9.8.2013]. 34 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.kotkanenergia.fi/sites/default/files/tiedostot/kotkanenergia\\_vuosikertomus2012.pdf](http://www.kotkanenergia.fi/sites/default/files/tiedostot/kotkanenergia_vuosikertomus2012.pdf).

Koulutuskeskus Salpaus. Jäteasiat [Koulutuskeskus Salpauksen www-sivulla]. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: [http://salpro.salpaus.fi/jatehuolto/j\\_astiat.htm](http://salpro.salpaus.fi/jatehuolto/j_astiat.htm).

Kumpulainen Esa. 2004. Haja-asutusalueiden aluekeräysjärjestelmät [verkkodokumentti]. Päiväys 28.9.2004 [viitattu 5.3.2013]. Insinööriyö. Kajaanin ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja liikenteen ala. 78 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9218/TRT1SKaiK.pdf?sequence=1>.

Kuntaliitto. 2007. Suuntaviivoja pienhankintojen suunnitteluun ja ohjeistamiseen – Kansallisen kynnysarvon allittavat hankinnat osana hankintaohjeiden laadintaa [verkkodokumentti]. Helsinki. Julkaistu 16.5.2007 [viitattu 4.4.2013]. 18 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.hankinnat.fi/fi/julkinen-hankinta/pienhankinnat/Documents/pienhankintaohje.pdf>.

Kuusiola Timo. 2010. Pääkaupunkiseudun kotitalouksien pienmetallien keräyksen ja hyödyntämisen ympäristövaikutukset. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, Materiaali- ja kalliotekniikan koulutusohjelma. Espoo. 131 s. + liitt. 40 s. Työ on saatu sähköpostitse 2.3.2011 Reetta Andersonilta, HSY Jätehuolto.

Kylmä Antti. 2011. SNCR-laitteiston optimointi jätteenpolttolaitoksella [verkkodokumentti]. Päiväys 3/2011 [viitattu 1.11.2013]. 56 s. + liitt. 5 s. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma/ Energia- ja ympäristötekniikka. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28254/antti\\_kylmala.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28254/antti_kylmala.pdf?sequence=1).

Kymen jätelautakunta. 2013. Kouvolan ja litin jätetaksa 2014 [verkkodokumentti]. Julkaistu 31.10.2013 [viitattu 21.3.2014]. 10 s. + liitt. 5 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.kymenjatelautakunta.fi/attachments/article/43/%C2%A7%2039%20Liite%20.pdf>.

Kymenlaakson Jäte Oy. 2012a. Kotkan jätehuollon siirtymistä Kymenlaakson Jäte Oy:lle valmistellaan [Kymenlaakson Jäte Oy:n www-sivulla]. Julkaistu 29.5.2012 [viitattu 10.9.2012]. Saatavissa: <http://www.kymenlaaksonjate.fi/fi/Ajankohtaista/2012/05/29/65>.

Kymenlaakson Jäte Oy. 2012b. Kotkan aluekeräyspisteiden jäteasiat viedään pois 25.6. alkavalla viikolla [Kymenlaakson Jäte Oy:n www-sivulla]. Julkaistu 15.6.2012 [viitattu 10.9.2012]. Saatavissa: <http://www.kymenlaaksonjate.fi/fi/Ajankohtaista/2012/06/15/76>.

Kymenlaakson Jäte Oy. 2012c. Kotkassa mantereella asuva tai mökkeilevä, toimi näin! [Kymenlaakson Jäte Oy:n www-sivulla]. Julkaistu 2.7.2012 [viitattu 10.9.2012]. Saatavissa: <http://www.kymenlaaksonjate.fi/fi/Ajankohtaista/2012/07/02/71>.

Kymenlaakson Jäte Oy. 2012d. Kotkan saaristossa asuva tai mökkeilevä, toimi näin! [Kymenlaakson Jäte Oy:n www-sivulla]. Julkaistu 2.7.2012 [viitattu 10.9.2012]. Saatavissa: <http://www.kymenlaaksonjate.fi/fi/Ajankohtaista/2012/07/02/68>.

Kymenlaakson Jäte Oy. 2013. Raaka-ainetta ja energiaa - Vuosikertomus 2012 [verkkodokumentti]. Julkaistu 18.4.2013 [viitattu 9.8.2013]. 27 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.kymenlaaksonjate.fi/folders/Files/Vuosikertomukset/Kymenlaakson\\_jate\\_vuosikertomus\\_nettiin.pdf](http://www.kymenlaaksonjate.fi/folders/Files/Vuosikertomukset/Kymenlaakson_jate_vuosikertomus_nettiin.pdf).

L 30.3.2007/348. Laki julkisista hankinnoista [FINLEX – Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 4.4.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070348>.

L 17.6.2011/646. Jätelaki [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 10.9.2012]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>.

L 29.12.2011/1509. Laki ajoneuvojen energia- ja ympäristövaikutusten huomioon ottamisesta julkisissa hankinnoissa [FINLEX – Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 27.2.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20111509>.

Lakeuden Etappi Oy. Etusivu [Lakeuden Etappi Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 1.11.2012]. Saatavissa: <http://www.etappi.com/fi/>.

Lampinen Ari. 2011. Kilpailutusohje kunnille ja muille julkisen sektorin organisaatioille biokaasuajoneuvojen ja biokaasukäyttöisten kuljetuspalveluiden hankintaan [verkkodokumentti]. Julkaistu 7.1.2011 [viitattu 29.4.2014]. Joensuu. 35 s. Pohjois-Karjalan liikennebiokaasuverkoston kehityshankkeen julkaisu 1/2011. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.liikennebiokaasu.fi/images/stories/pdf/Kilpailutusohje.pdf>.

Lampinen Ari ja Laakkonen Anu. 2010. Kunnat liikennebiokaasun tuottajina ja käyttäjinä - Kuntapäätäjän syventävä opas [verkkodokumentti]. Julkaistu 13.2.2010 [viitattu 28.2.2013]. Helsinki: Suomen Biokaasuyhdistys ry. 102 s. ISBN (PDF): 978-952-92-6843-6. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.liikennebiokaasu.fi/syventava\\_opas\\_netti.pdf](http://www.liikennebiokaasu.fi/syventava_opas_netti.pdf).

Lapeco. Kodin jätehuolto [Lapecon www-sivulla]. [Viitattu 11.10.2012]. Saatavissa: [http://www.lapeco.fi/kodin\\_jatehuolto.html](http://www.lapeco.fi/kodin_jatehuolto.html).

Leinonen Marko. 2009. EMISTRA – Kuljetusalan energia- ja ympäristöasioiden seurantajärjestelmä [PowerPoint-tiedosto]. Muokattu 12.2.2009 [viitattu 4.5.2014]. 10 s. Saatavissa PPT-tiedostona: [http://www.motiva.fi/files/788/Emistra\\_esittelykalvot.ppt](http://www.motiva.fi/files/788/Emistra_esittelykalvot.ppt).

Lhoist. 2010. Experts in lime and dolime [verkkodokumentti]. Päivitetty 12.10.2010 [viitattu 1.11.2013]. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.lhoist.com/sites/lhoist.com/files/pdf/ca-corp-0907-Leaflet-en.pdf>. Sivua ei enää saatavilla.

L&T. Etusivu [L&T:n www-sivulla]. [Viitattu 18.2.2013]. Saatavissa: <http://www.lassila-tikanoja.fi/Sivut/default.aspx>.

L&T. 2012. L&T ottaa Turussa käyttöön Suomen ensimmäisen hybridijäteauton [L&T:n www-sivulla]. Julkaistu 18.6.2012 [viitattu 26.2.2013]. Saatavissa: <http://news.cision.com/fi/lassila---tikanoja-oyj/r/l-t-ottaa-turussa-kayttoon-suomen-ensimmaisen-hybridijateauton,c9274320>.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2007. Energiatehokkuuden ja ympäristönäkökohtien huomioon ottaminen kuljetuspalvelujen hankinnoissa [verkkodokumentti]. Luotu 17.1.2007 [viitattu 2.5.2014]. 8 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.motiva.fi/files/1854/Energiatehokkuuden\\_ ja\\_ymparistonakokohtien\\_huomioon\\_ottaminen\\_kuljetuspalvelujen\\_hankinnoissa\\_ohje.pdf](http://www.motiva.fi/files/1854/Energiatehokkuuden_ ja_ymparistonakokohtien_huomioon_ottaminen_kuljetuspalvelujen_hankinnoissa_ohje.pdf).

Liikennevirasto. Paikkakuntia edustavien lähtöpisteiden kuvaus [Tiehallinnon www-sivulla]. [Viitattu 12.9.2013]. Saatavissa: [http://alk.tiehallinto.fi/www2/valimatkat/vmpist\\_uusi.htm](http://alk.tiehallinto.fi/www2/valimatkat/vmpist_uusi.htm).

Lipasto. 2009a. Tavarankuljetusten tieliikenteen yksikköpäästöjen käyttösuositukset [LIPASTO-laskentajärjestelmä]. Päivitetty 14.4.2009 [viitattu 12.9.2013]. Espoo: VTT. Saatavissa: [http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/kayttosuositukset\\_tavara\\_tie.htm](http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/kayttosuositukset_tavara_tie.htm).

Lipasto. 2009b. Tavarankuljetusten tieliikenteen yksikköpäästöjen määrittämisperusteet [LIPASTO-laskentajärjestelmä]. Päivitetty 15.12.2009 [viitattu 12.9.2013]. Espoo: VTT. Saatavissa: [http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/maaritysperusteet\\_tavara\\_tie.htm](http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/maaritysperusteet_tavara_tie.htm).

Lipasto. 2012a. Liikennevälineiden yksikköpäästöt – Tieliikenteen tavarakuljetukset [LIPASTO-laskentajärjestelmä]. Päivitetty 25.4.2012 [viitattu 12.9.2013]. Espoo: VTT. Saatavissa: [http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/tavara\\_tie.htm](http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/tavara_tie.htm).

Lipasto. 2012b. Työkoneiden keskimääräinen päästö polttoainelitraa kohden Suomessa vuonna 2011 [LIPASTO-laskentajärjestelmä]. Päivitetty 25.4.2012 [viitattu 14.8.2013]. Espoo: VTT. Saatavissa: [http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/maat/tyokoneet/diesel\\_a\\_k.htm](http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/maat/tyokoneet/diesel_a_k.htm).

Lipasto. 2012c. Liikennevälineiden yksikköpäästöt – Tieliikenteen henkilöliikenne [LIPASTO-laskentajärjestelmä]. Päivitetty 25.4.2012 [viitattu 21.1.2014]. Espoo: VTT. Saatavissa: [http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkilo\\_tie.htm](http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkilo_tie.htm).

Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy. 2009. Järjestetty jätteenkuljetus [Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy:n www-sivuilla]. [Viitattu 8.10.2012]. Saatavissa: <http://www.lhj.fi/DowebEasyCMS/?Page=Jatteenkuljetus>. Sivua ei enää saatavilla.

Luumäen tekninen ltk. 2011. Kokouspöytäkirja [verkkodokumentti]. Kokousaika 29.9.2011 [viitattu 10.10.2012]. S. 126–154. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=luum%C3%A4en%20teknisen%20lautakunnan%20p%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s%2029.9.2011&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fkanava.etela-karja-la.fi%2FliiteTiedostoNayta.asb%3FDokumenttiID%3D29630%26TauluNimi%3DTiedote%26NakymaID%3D227%26TiedoteID%3D21998&ei=VWF1UPfrHcjrsga3zIcGcw&usq=AFQjCNFj2AxvdglaiPG\\_hNOMMuEJWmji3g](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=luum%C3%A4en%20teknisen%20lautakunnan%20p%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s%2029.9.2011&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fkanava.etela-karja-la.fi%2FliiteTiedostoNayta.asb%3FDokumenttiID%3D29630%26TauluNimi%3DTiedote%26NakymaID%3D227%26TiedoteID%3D21998&ei=VWF1UPfrHcjrsga3zIcGcw&usq=AFQjCNFj2AxvdglaiPG_hNOMMuEJWmji3g).

Lönnqvist Stig. 2010. Lausunto haja-asutusalueiden jäteasteiden käytön jatkamisesta [verkkodokumentti]. Julkaistu 12.5.2010 [viitattu 9.9.2012]. Rosk'n Roll Oy Ab. 2 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.roskroll.fi/@Bin/1923859/RR+laus+Lohja+j%C3%A4teastealoite+2010.pdf>.

Maanmittauslaitos. 2012. Suomen pinta-ala kunnittain 1.1.2012 [verkkodokumentti]. Julkaistu 20.2.2012 [viitattu 12.3.2013]. 8 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.maanmittauslaitos.fi/sites/default/files/alat12\\_su\\_nimet.pdf](http://www.maanmittauslaitos.fi/sites/default/files/alat12_su_nimet.pdf).

Makkonen Pasi. 2002. Experiences from New CFB Units in Heat Recovery from Recovered Fuels Containing High Heating Value [verkkodokumentti]. Julkaistu 19.2.2002 [viitattu 18.2.2014]. Foster Wheeler Energia Oy. 18 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://koti.mbnet.fi/ppom/PDF/VDI%20Erfahrungen%20aus.pdf>.

Melaja Oy. 660 l jäteastia [Melaja Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 18.2.2013]. Saatavissa: <http://www.melaja.fi/pages.php/Etusivu/Plastia-muovituotteet/J%E4teastiat/660%20l%20j%E4teastia>.

Meltex Oy. 2011. Sulo jäteastiat [verkkodokumentti]. Muokattu 23.2.2011 [viitattu 18.2.2013]. 4 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.meltex.fi/shop/manuals/SULO\\_roska\\_astiat.pdf](http://www.meltex.fi/shop/manuals/SULO_roska_astiat.pdf).

Mepak-Kierrätys Oy. 2012. Mepak - Kierrätys Oy [PowerPoint -tiedosto]. Muokattu 22.10.2012 [viitattu 7.11.2013]. 24 s. Saatavissa PPT-tiedostona: <http://www.mepak.fi/images/Mepak-kalvosarja.ppt>.

Meriluoto Satu. 2013. Arinakuonasta enemmän irti [verkkodokumentti]. Julkaistu 15.10.2013 [viitattu 5.11.2013]. Ekoasiaa, 2. S. 8-11. ISSN 1239-5390. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.ekokem.fi/sites/default/files/attachment/ekoasiaa\\_2\\_2013\\_www\\_0.pdf](http://www.ekokem.fi/sites/default/files/attachment/ekoasiaa_2_2013_www_0.pdf).

Mickos Tomi. 2011. Kalkin annostelun optimoiminen jätteenpolttolaitoksessa [verkkodokumentti]. Julkaistu 23.5.2011 [viitattu 1.11.2013]. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikka/

Energia- ja ympäristötekniikka. 46 s. + liitt. 6 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

[http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/30252/Mickos\\_Tomi.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/30252/Mickos_Tomi.pdf?sequence=1).

Moliis Katja, Dahlbo Helena, Retkin Risto ja Myllymaa Tuuli. 2012. Pohjois-Suomen pakkausjätteiden hyödyntäminen - elinkaaren aikaiset ympäristö- ja kustannusvaikutukset [verkkodokumentti]. Julkaistu 12/2012 [viitattu 4.9.2013]. Helsinki: Ympäristöministeriö. 79 s. Ympäristöministeriön raportteja 26/2012. ISBN (PDF) 978-952-11-4118-8, ISSN 1796-170X . Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.ym.fi/download/noname/%7BF207DDDD-1863-40BD-A195-86C52FB4C1D0%7D/34426>.

Molok Oy. Etusivu [Molok Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 18.2.2013]. Saatavissa: <http://www.molok.fi/main.php>.

Molok Oy. 2011. Molok Emptying [YouTube-video]. Ladattu 13.9.2011 [viitattu 18.10.2013]. Saatavissa:

<http://www.youtube.com/watch?v=HzKlyFghoW0>.

Monni Suvi. 2010. Yhdyskuntajätteen käsittelyketjujen hiilijalanjäljet. Espoo: Benviroc Oy. 17 s. Raportti on saatu sähköpostitse 31.10.2013 Auli Westerhormilta, Ekokem Oy Ab, Viestintä- ja yhteiskuntasuhteiden päällikkö.

Motiva Oy\_a. Ota oppia seurannasta [Motiva Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 11.4.2013]. Saatavissa:

[http://www.motivanhankintapalvelu.fi/hyvan\\_hankinnan\\_abc/kannustava\\_sopimus/seuranta\\_kannattaa](http://www.motivanhankintapalvelu.fi/hyvan_hankinnan_abc/kannustava_sopimus/seuranta_kannattaa).

Motiba Oy\_b. Tee markkinaselvitys [Motiva Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 11.4.2013]. Saatavissa:

[http://www.motivanhankintapalvelu.fi/hyvan\\_hankinnan\\_abc/tunne\\_markkinat/tee\\_markkinaselvitys](http://www.motivanhankintapalvelu.fi/hyvan_hankinnan_abc/tunne_markkinat/tee_markkinaselvitys).

Motiva Oy. 2006. Vaihtoehtoiset polttoaineet ja ajoneuvot [verkkodokumentti]. Tuotettu 11/2006 [viitattu 28.2.2013]. 47 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

[http://www.cleanvehicle.eu/fileadmin/downloads/Finland/6\\_Vaihtoehtoiset\\_polttoaineet\\_ja\\_ajoneuvot.pdf](http://www.cleanvehicle.eu/fileadmin/downloads/Finland/6_Vaihtoehtoiset_polttoaineet_ja_ajoneuvot.pdf).

Motiva Oy. 2012a. Korkeaseosetanoli [Motiva Oy:n www-sivulla]. Päivitetty 3.12.2012 [viitattu 25.2.2013].

Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/energiالاhteet/korkeaseosetanoli\\_e85](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/energiالاhteet/korkeaseosetanoli_e85).

Motiva Oy. 2012b. Liikenteen biopolttoaineet [Motiva Oy:n www-sivulla]. Päivitetty 23.1.2012 [viitattu 19.2.2013]. Saatavissa:

Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/liikenteen\\_biopolttoaineet](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/liikenteen_biopolttoaineet).

Motiva Oy. 2012c. Maakaasu ja biokaasu [Motiva Oy:n www-sivulla]. Päivitetty 23.11.2012 [viitattu 25.2.2013].

Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/energiالاhteet/maakaasu\\_ja\\_biokaasu](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/energiالاhteet/maakaasu_ja_biokaasu).

Motiva Oy. 2012d. Muut energialähteet [Motiva Oy:n www-sivulla]. Päivitetty 28.11.2012 [viitattu 26.2.2013].

Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/energiالاhteet/muut\\_energiالاhteet](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/energiالاhteet/muut_energiالاhteet).

Motiva Oy. 2012e. Energiategokkuuden huomioiminen julkisissa kuljetuspalveluhankinnoissa [verkkodokumentti]. Pidetty 8.10.2012 [viitattu 27.2.2013]. 15 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

[http://www.motivanhankintapalvelu.fi/files/240/IBergman\\_ETkuljetuspalveluhankinnoissa08102012.pdf](http://www.motivanhankintapalvelu.fi/files/240/IBergman_ETkuljetuspalveluhankinnoissa08102012.pdf).

Motiva Oy. 2012f. Ajoneuvojen ympäristövaikutusten huomioiminen vähimmäisvaatimuksina koulukuljetushankinnoissa [verkkodokumentti]. Julkaistu 20.4.2012 [viitattu 27.2.2013]. 10 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

[http://www.motiva.fi/files/6106/Koulukuljetusten\\_vahimmaisvaatimukset.pdf](http://www.motiva.fi/files/6106/Koulukuljetusten_vahimmaisvaatimukset.pdf).

Motiva Oy. 2012g. Energiالاhteet [Motiva Oy:n www-sivulla]. Päivitetty 10.12.2013 [viitattu 1.3.2013]. Saata-

vissa: [http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/energiالاhteet](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/energiالاhteet).

Motiva Oy. 2013a. Biokaasun hyödyntäminen [Motiva Oy:n www-sivulla]. Päivitetty 20.2.2013 [viitattu 25.2.2013]. Saatavissa:

Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/energiaa\\_pelloilta/biokaasu/biokaasun\\_hyodyntaminen](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/biokaasu/biokaasun_hyodyntaminen).

Motiva Oy. 2013b. Biokaasun tuotanto [Motiva Oy:n www-sivulla]. Päivitetty 20.2.2013 [viitattu 25.2.2013]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/biokaasu/biokaasun\\_tuotanto](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/biokaasu/biokaasun_tuotanto). Sivua ei enää saatavilla.

Motiva Oy. 2013c. Sähkö [Motiva Oy:n www-sivulla]. Päivitetty 7.1.2013 [viitattu 26.2.2013]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/energiالاhteet/sahko](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/energiالاhteet/sahko).

Myllymaa Tuuli et al. 2008a. Jätteiden kierrätyksen ja polton käsittelyketjujen ympäristökuormitus ja kustannukset. Inventaarioraportti [verkkodokumentti]. Julkaistu 4.8.2008 [viitattu 14.8.2013]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 82 s. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 28/2008. ISBN 978-952-11-3251-3, ISSN 1796-1726. Saatavissa PDF-tiedostona:

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39792/SYKEra\\_28\\_2008.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39792/SYKEra_28_2008.pdf?sequence=1).

Myllymaa Tuuli et al. 2008b. Jätteiden kierrätyksen ja polton ympäristövaikutukset ja kustannukset - jätehuollon vaihtoehtojen tarkastelu alueellisesta näkökulmasta [verkkodokumentti]. Julkaistu 10/2008 [viitattu 18.2.2014]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 192 s. Suomen ympäristö 39/2008. ISBN 978-952-11-3235-3, ISSN 1796-1637. Saatavissa PDF-tiedostona:

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38383/SY\\_39\\_2008\\_1-119.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38383/SY_39_2008_1-119.pdf?sequence=1) (s. 1-119) ja [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38383/SYKE\\_POLKU\\_SY\\_39\\_2008\\_s120-192.pdf?sequence=2](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38383/SYKE_POLKU_SY_39_2008_s120-192.pdf?sequence=2) (s. 120-190).

Myllymäki Juha. 2012. Pienhankinnat [Julkisten hankintojen neuvontayksikön www-sivulla]. Sisältö tarkistettu 24.3.2012 [viitattu 4.4.2013]. Saatavissa: <http://www.hankinnat.fi/fi/julkinen-hankinta/pienhankinnat/Sivut/default.aspx>.

Mäkinen Reijo. 2014. Bussiliikenteen kilpailuttamiskriteerit ja ympäristöbonus [verkkodokumentti]. Pidetty 1.4.2014 [viitattu 2.5.2014]. HSL. Kestävien hankintojen vuosiseminaari. 21 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.motivanhankintapalvelu.fi/files/475/Reijo\\_Makinen\\_HSL\\_Bussiliikenteen\\_kilpailuttamiskriteerit\\_ja\\_ymparistobonus.pdf](http://www.motivanhankintapalvelu.fi/files/475/Reijo_Makinen_HSL_Bussiliikenteen_kilpailuttamiskriteerit_ja_ymparistobonus.pdf).

Napapiirin Residuum Oy. 2012. Opas pienkiinteistöille - Järjestetty jätteenkuljetus on jokaisen oikeus, mutta myös velvollisuus [verkkodokumentti]. Julkaistu 18.4.2012 [viitattu 9.10.2012]. 8 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.residuum.fi/media/liitteet/opas\\_pienkiinteistoille\\_vihko.pdf](http://www.residuum.fi/media/liitteet/opas_pienkiinteistoille_vihko.pdf).

Neste Oil Oyj\_a. Kysymyksiä ja vastauksia uusiutuviin polttoaineisiin [Neste Oil Oyj:n www-sivulla]. [Viitattu 19.2.2013]. Saatavissa: <http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,11990,11993,12279>. Sivua ei enää saatavilla.

Neste Oil Oyj\_b. Julkisen liikenteen testit [Neste Oil Oyj:n www-sivulla]. [Viitattu 19.2.2013]. Saatavissa: <http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,11990,22214,22220,22221>.

Neste Oil Oyj\_c. Uusiutuva NExBTL-diesel [Neste Oil Oyj:n www-sivulla]. [Viitattu 19.2.2013]. Saatavissa: <http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,11990,22214,22215,22216>.

Neste Oil Oyj\_d. Kotimaan asemat [Neste Oil Oyj:n www-sivulla]. [Viitattu 25.2.2013]. Saatavissa: <http://neste.fi/hakulista.aspx?path=2589,2655,2710,2821,2822,2823,3198>.

Neste Oil Oyj\_e. Kysymyksiä ja vastauksia Neste Pro Dieselistä [Neste Oil Oyj:n www-sivulla]. [Viitattu 28.2.2013]. Saatavissa: <http://www.neste.fi/artikkeli.aspx?path=2589;2655;2698;8158;19494;19500;19506&voucher=137CED4E-3C7D-49AE-A606-26F77885604D>.

Neste Oil Oyj\_f. Uusiutuvat polttoaineet [Neste Oil Oyj:n www-sivulla]. [Viitattu 28.2.2013]. Saatavissa: <http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,11990,22214>.

Neste Oil Oyj\_g. Kysymyksiä ja vastauksia Neste Oil Express-automaatti-aseamista [Neste Oil Oyj:n www-sivulla]. [Viitattu 28.2.2013]. Saatavissa: <http://www.neste.fi/artikkeli.aspx?path=2589%2C2655%2C2710%2C2821%2C10011%2C9510%2C9511>.

Neste Oil Oyj\_h. Raaka-ainevalikoima jalostuksessa [Neste Oil Oyj:n www-sivulla]. [Viitattu 24.1.2014]. Saatavissa: <http://2012.nesteoil.fi/vastuullisuus/ilmasto-ja-resussitehokkuus/raaka-aineet-ja-materiaalitehokkuus/uusiutuvat-raaka-aineet/raaka-ainevalikoima-jalostuksessa>.

New Way. Factory-installed CNG systems now available on all new way models [New Wayn www-sivulla]. [Viitattu 31.10.2012]. Saatavissa: <http://refusetrucks.scrantonmfg.com/cng/>.

Nikander Sami. 2008. Greenhouse gas and energy intensity of product chain: Case transport biofuel. Diplomityö. Helsinki University of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering. Helsinki. 88 s. + liitt. 24 s.

Nilsson Per. 2011. Waste collection: equipment and vehicles. Teoksessa: Christensen Thomas H. 2011. Solid Waste Technology & Management. Volume 1. UK: John Wiley & Sons Ltd. S. 253-276. ISBN 9781405175173.

Niskanen Antti et al. 2013. Enhancing landfill gas recovery. Journal of Cleaner Production, vol. 55. S. 67–71. ISSN 0959-6526.

Nissinen Ari. 2004. Julkisten hankintojen ympäristöopas [verkkodokumentti]. Julkaistu helmikuussa 2004 [viitattu 8.4.2013]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 79 s. Ympäristöopas nro 113, ympäristönsuojelu. ISBN 952-11-1626-9. ISSN 1238-8602. Saatavissa PDF-tiedostona: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41745/Ymp%c3%a4rist%c3%b6opas\\_113.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41745/Ymp%c3%a4rist%c3%b6opas_113.pdf?sequence=1).

Nissinen Ari ja Seppälä Jyri. 2008. Tuotteiden ilmastovaikutuksista kertovat merkit [verkkodokumentti]. Muokattu 28.8.2008 [viitattu 18.10.2012]. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia. 46 s. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 11/2008. ISBN 978-952-5631-74-6, ISSN 0782-6028. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://vnk.fi/julkaisukansio/2008/j11-tuotteiden-ilmastovaikutuksista-kertovat-merkit/pdf/fi.pdf>.

Nordkalk Oy Ab. Leijukerros poltto [Nordkalk Oy Ab:n www-sivulla]. [Viitattu 1.11.2013]. Saatavissa: <http://www.nordkalk.fi/default.asp?viewID=703>.

NTM\_a. Takalastaajat [NTM:n www-sivulla]. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: <http://www.ntm.fi/document.aspx?DocID=301&MenuID=87&TocID=13>.

NTM\_b. Etulastaajat [NTM:n www-sivulla]. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: <http://www.ntm.fi/document.aspx?DocID=306&MenuID=87&TocID=20>.

NTM\_c. Sivulastaajat [NTM:n www-sivulla]. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: <http://www.ntm.fi/document.aspx?DocID=305&MenuID=87&TocID=18>.

NTM\_d. NTM Vaihtolavalaitteet [NTM:n www-sivulla]. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: <http://www.ntm.fi/document.aspx?docID=448&tocid=81>.

Nylund Nils-Olof ja Koponen Kati. 2012. Fuel and Technology Alternatives for Buses – Overall Energy Efficiency and Emission Performance [verkkodokumentti]. Muokattu 14.9.2012 [viitattu 23.1.2014]. Espoo: VTT. 294 s. + liitt. 94 s. VTT Technology 46. ISBN 978-951-38-7869-6, ISSN 2242-122X. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T46.pdf>.

Paajanen Seija ja Mynttinen Marjut. 2008. Tietoja kuntien jätehuollosta. Kysely 2008 [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen Kuntaliitto. 83 s. ISBN 978-952-213-404-2. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://shop.kunnat.net/product\\_details.php?p=266](http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=266). Linkki dokumenttiin.

PEF World Forum. 2013. ISO publishes the Technical Specifications for Product Carbon Footprinting: ISO/TS 14067 [PEF World Forum www-sivulla]. Julkaistu 27.5.2013 [viitattu 25.4.2014]. Saatavissa: <http://www.pef-world-forum.org/tag/carbon-footprint/>.

Perttilä Ari. 2009. Eonic säästää jäteautonkuljettajaa [Konepörssin www-sivulla]. Julkaistu 22.6.2009 [viitattu 28.2.2013]. Saatavissa: <http://www.koneporssi.com/uutiset/eonic-saastaa-jateautonkuljettajaa/>.

Petäjä Jouko. 2007. KP\_Metaanilaskenta [Excel-tiedosto]. Luotu 24.11.2007 [viitattu 13.8.2013]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Saatavissa XLS-tiedostona: <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=95285&lan=FI>. Sivua ei enää saatavilla.

Piesanen Markus. 2010. Automaatioaseman toiminnan parantaminen [verkkodokumentti]. Julkaistu 12.4.2010 [viitattu 1.11.2013]. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, Tuotekehityksen koulutusohjelma. 18 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12475/Piesanen\\_Markus.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12475/Piesanen_Markus.pdf?sequence=1).

Pirkanmaan Jätehuolto Oy. Aluejätepisteet palvelevat haja-asutusalueella [Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: <http://www.pirkanmaan-jatehuolto.fi/Palvelut/aluejatepisteet>.

Pirkanmaan Jätehuolto Oy. 2013. Jätetaksa, osa 1/3 - järjestetty jätteenkuljetus 1.1.2014 alkaen [verkkodokumentti]. Muokattu 18.12.2013 [viitattu 21.3.2014]. 20 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.tampere.fi/material/attachments/j/6MOQBSAAH/jatetaksa2014.pdf>.

Plombin Charlotte. 2003. Biogas as Vehicle Fuel - A European Overview [verkkodokumentti]. Julkaistu 10/2003 [viitattu 31.12.2012]. Ruotsi, Tukholma. Trendsetter Report No 2003:3. 49 s. Saatavissa: <http://www.biores.eu/docs/BIOGASFUNDAMENTALS/biogas-veichle-use.pdf>.

PTC Services Oy. 2014. Hankintadirektiivin uudistus [PTC Services Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 28.4.2014]. Saatavissa: <http://www.ptcs.fi/fi/direktiiviuudistus>.

Puhas Oy. Omakotikiinteistöillä kolme tapaa liittyä jätehuoltoon [Puhas Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: [http://www.puhas.fi/p/fi/tietopankki/jh\\_jarjestaminen/liittymismuodot\\_kolme\\_tapaa.php](http://www.puhas.fi/p/fi/tietopankki/jh_jarjestaminen/liittymismuodot_kolme_tapaa.php).

Puhas Oy. 2012. Aluekeräyspistemaksu 1.1.2013 alkaen, €/vuosi [Puhas Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: <http://www.puhas.fi/p/fi/hinnat/hinnastot/jatemaksut/aluekerayspistemaksut.php>.

Päijät-Hämeen jätelautakunta. 2013. Päijät-Hämeen jätetaksa [verkkodokumentti]. Päivitetty 14.11.2013 [viitattu 21.3.2014]. 6 s. + liite 6 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/4C277D3564F21A69C2257C3700473307/\\$file/J%C3%A4tetaksa%201.1.2014.pdf](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/4C277D3564F21A69C2257C3700473307/$file/J%C3%A4tetaksa%201.1.2014.pdf).

Ramboll Finland Oy. 2009. Ekokem Oy Ab - Jätteen energiakäytön laajennuksen ympäristövaikutusten arviointiselostus [verkkodokumentti]. Julkaistu 3.7.2009 [viitattu 31.10.2013]. 112 s. + liitt. 34 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BB58673D1-3457-4F4C-857B-10C25CFA06D9%7D/42842>.

Rannikon Paja Oy. 2011. RP-jätepuristimet [verkkodokumentti]. Julkaistu 24.2.2011 [viitattu 18.2.2013]. 5 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.rannikonpaja.fi/wp-content/uploads/2010/07/RP-2011-esitteet-valmis-2.pdf>.

Rantala Annika ja Wallin Johanna. 2012. Ympäristöarvot valintakriteereinä hankintojen kilpailutuksessa [verkkodokumentti]. Julkaistu 21.8.2012 [viitattu 4.5.2014]. S. 20–23. Väylät & liikenne 2012 -seminaari. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.tieyhdistys.fi/binary/file/-/id/50/fid/395/>.

Rauman Seudun Jätehuoltolaitos. Etusivu [Rauman Seudun Jätehuoltolaitoksen www-sivulla]. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: <http://www.rauma.fi/jatehuolto/>. Jätehuollon järjestäminen.

Rehn Minna. 2007. Tietotekniikkahankintojen hankintaprosessin parantaminen julkisessa organisaatiossa. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Tuotantotalouden osasto. Kouvola. 103 s. + liitt. 2 s.

Riikinvoima Oy. 2013. Etusivu [Riikinvoima Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 2.9.2013]. Saatavissa: <http://www.riikinvoima.fi/ekovoimalaitos/fi/>.

Riikinvoima Oy. 2014. Etusivu [Riikinvoima Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 17.2.2014]. Saatavissa: <http://www.riikinvoima.fi/ekovoimalaitos/fi/>.

RL-Huolinta Oy. Tuotteet [RL-Huolinta Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 18.2.2013]. Saatavissa: <http://www.rl-huolinta.fi/tuotteet/>.

Rosk'n Roll Oy Ab. Jätepisteet [Rosk'n Roll Oy Ab:n vww-sivulla]. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: [http://www.roskroll.fi/palvelut/jatteiden\\_vastaanotto/jatepisteet/](http://www.roskroll.fi/palvelut/jatteiden_vastaanotto/jatepisteet/).

Rouskis Oy. Paimio [Rouskis Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 9.9.2012]. Saatavissa: <http://rouskis.fi/palvelut/kotitalouksien-jatteenkuljetus/paimio>.

Saarinen Elina. 2008. Roskaaminen pakottaa kuntia luopumaan aluekeräyspisteistä. Uusiouutiset, 19:4. S. 6-7. ISSN 0787-0663.

Saarinen Elina. 2013. Suomalaiskeksintö säästää jätekuljetuksissa: Ei enää vajaiden jäteastioiden tyhjennyksiä. Uusiouutiset, 24:1. S. 18. ISSN 0787-0663.

Sammakkokangas Oy. Aluekeräyspisteiden käyttö [Sammakkokangas Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 7.10.2012]. Saatavissa: <http://www.sammakkokangas.fi/palvelut+ja+hinnat/aluekerayspisteiden+kaytto/>.

Savitaipaleen tekninen ltk. 2011. Jätehuollon ekopisteverkoston kehittäminen [Savitaipaleen www-sivulla]. Kokousaika 11.4.2011 [viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: <http://www.savitaipale.fi/asiak/2011/showpyk.php?nimi=ltk/tek19052011&pyk=27>. Sivua ei enää saatavilla.

Scania Suomi Oy. Jäteautot [Scania Suomi Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 1.11.2012]. Saatavissa: <http://www.scania.fi/trucks/special-purpose-trucks/refuse-collectors/>.

Seppänen Raimo et al. 1999. MAOL-taulukot. Helsinki: MAOL ry. 159 s.

SFS-EN ISO 14040:2006. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto (SFS). 48 s.

Siipola Antti. 2009. Jätehuolto Turun seudulla jätehuoltoyrityksen silmin [verkkodokumentti]. Julkaistu 15.12.2009 [viitattu 18.2.2014]. Lassila & Tikanoja Oyj. 6 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.tsj.fi/file//abd824f4bccd43af82b9e8218bbc62e7>.

Sita Suomi Oy. 2011. Etulastauskontti [verkkodokumentti]. Julkaistu 23.6.2011 [viitattu 11.10.2012]. 2 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.sita.fi/c/document\\_library/get\\_file?p\\_l\\_id=21026&folderId=13271&name=DLFE-911.pdf](http://www.sita.fi/c/document_library/get_file?p_l_id=21026&folderId=13271&name=DLFE-911.pdf). Sivua ei enää saatavilla.

Stormossen Oy. Vapaa-ajan asutuksen jätehuolto [Stormossen Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 9.9.2012]. Saatavissa: [http://www.stormossen.fi/tmp\\_stormossen2\\_site\\_2.asp?sua=2&lang=1&s=144](http://www.stormossen.fi/tmp_stormossen2_site_2.asp?sua=2&lang=1&s=144).

Suomen ympäristökeskus. 2004. Haja-asutusalueen jätehuollon palvelutaso-opas [verkkodokumentti]. Julkaistu 12/2004 [viitattu 12.10.2012]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 38 s. Ympäristöopas 118. ISBN 952-11-



1929-2, ISSN 1238-8602. Saatavissa PDF-tiedostona:

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41767/Ymp%C3%A4rist%C3%B6opas\\_118.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41767/Ymp%C3%A4rist%C3%B6opas_118.pdf?sequence=1).

Suomen ympäristökeskus. 2009. Kasvihuoneilmion voimistuminen [Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Päivitetty 11.8.2009 [viitattu 18.10.2012]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1353&lan=fi>. Sivua ei enää saatavilla.

Suomen ympäristökeskus. 2013. Julkiset hankinnat [Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelut]. Päivitetty 19.12.2013 [viitattu 15.5.2014]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ ja\\_tuotanto/Julkiset\\_hankinnat](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ ja_tuotanto/Julkiset_hankinnat).

St1 Oy. RED95 etanolidiesel [St1 Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 20.5.2014]. Saatavissa: <http://www.st1.fi/tuotteet/etanolidiesel>.

Sähköinen liikenne. 2014. Latauspisteet [Sähköisen liikenteen www-sivulla]. [Viitattu 28.5.2014]. Saatavissa: <http://sahkoinenliikenne.fi/latauspisteet/>.

Takainen Heikki. 2013. Jätevoimalan tuhkien loppusijoitusvaihtoehdot [verkkodokumentti]. Päiväys 19.4.2013 [viitattu 4.11.2013]. Insinööri työ. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikka. 45 s. + liitt. 2 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/56290/Jatevoimalan\\_tuhkien\\_loppusijoitusvaihtoehdot.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/56290/Jatevoimalan_tuhkien_loppusijoitusvaihtoehdot.pdf?sequence=1).

Teerioja Nea. 2009. Kahden paperinkeräysmenetelmän ympäristövaikutusten ja kustannusten vertailu [verkkodokumentti]. Päiväys 22.1.2009 [viitattu 5.3.2013]. Pro Gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Taloustieteen laitos, Ympäristöekonomia. 115 s. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/9353/ProGradu2009.pdf?sequence=3>.

Teirasvuo Nina. 2011a. Syntypaikkalajittelun sekajätteen koostumuksen sekä palamisteknisten ominaisuuksien selvitys Etelä-Karjalan alueella. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Lappeenranta. 122 s. + liitt. 27 s.

The Swedish Environmental Management Council. 2009. The Swedish Environmental Management Council's Procurement Criteria for Heavy-Duty Vehicles [verkkodokumentti]. Päiväty 21.12.2009 [viitattu 2.5.2014]. 9 s. Saatavissa: [http://www.motivanhankintapalvelu.fi/files/8/msr\\_fordon\\_tunga\\_crit\\_30\\_EN.doc](http://www.motivanhankintapalvelu.fi/files/8/msr_fordon_tunga_crit_30_EN.doc).

Thiel Stephanie ja Thomé-Kozmiensky Karl J. 2010. Mechanical-Biological Pre-treatment of Waste – Hope and Reality [verkkodokumentti]. Julkaistu 31.10.2010 [viitattu 18.2.2014]. 16 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.iswa.org/uploads/tx\\_iswaknowledgebase/Thiel.pdf](http://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/Thiel.pdf).

Tilastokeskus. 2013. Polttoaineluokitus 2013 [Excel-tiedosto]. Päivitetty 1.1.2013 [viitattu 9.8.2013]. Saatavissa: [http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut\\_polttoaineluokitus\\_2013.xls](http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus_2013.xls).

Torkkel Stiina. 2012. Milloin tehdään jälki-ilmoitus? [Hankinnat.fi-verkkopalvelu]. Päivitetty 31.3.2012 [viitattu 4.6.2014]. Saatavissa: <http://www.hankinnat.fi/fi/ukk/ilmoittaminen/milloin-tehdaan-jalki-ilmoitus/Sivut/default.aspx>.

TSJ. 2011. Astiakohtaiset jätemaksut [verkkodokumentti]. Julkaistu 21.12.2011 [viitattu 15.2.2013]. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.tsj.fi/file/4b42444d4db4da4b79cfabd1cb018268>.

TSJ. 2012a. Omakoti- ja vapaa-ajan asukkaat – Kiinteistön haltijan kilpailuttama jätteenkuljetus [Turun Seudun Jätehuolto Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 16.10.2012]. Saatavissa: <http://www.tsj.fi/fi/jatehuolto/sopimusperusteinen-jatteenkuljetus/omakoti-ja-vapaa-ajan-asukkaat/>.

TSJ. 2012b. Aluekeräyspisteen käyttömaksut 2012 [Turun Seudun Jätehuolto Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 16.10.2012]. Saatavissa: <http://www.tsj.fi/fi/hinnat/astiatyhjennykset/aluekerayspisteiden-kayttomaksut/>. Sisältöä ei enää saatavilla.

TSJ. 2012c. Kunnan järjestämä jätteenkuljetus: Astiakohtaiset jätemaksut 2013 vyöhykeittain [verkkodokumentti]. Julkaistu 12.11.2012 [viitattu 21.3.2014]. 3 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.tsj.fi/assets/pdf-tiedos-tot/j%C3%A4tetaksa%202013/Taulukko%203a%20Vy%C3%B6hyke%201%20astiakohtaiset%20j%C3%A4temaksut.pdf>.

TVL. 2001. Jäteauton kuljettaja puristui kontin ja pakkaajan väliin [verkkodokumentti]. [Viitattu 22.10.2013]. 8 s. Jätehuolto, kuljetus TOT-raportti 3/01. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://totti.tvl.fi/totcasepublic.view?action=openTotCaseReportAttachment&id=210>.

Tuhkanen Sami. 2002. Jätehuollon merkitys Suomen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Kaatopaikkojen metaanipäästöt ja niiden talteenotto [verkkodokumentti]. Julkaistu 5/2012 [viitattu 14.8.2013]. Espoo: VTT. 46 s. VTT Tiedotteita 2142. ISBN 951-38-5896-0, ISSN 1455-0865. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2142.pdf>.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014. Kynnysarvot [Työ- ja elinkeinoministeriön www-sivulla]. Päivitetty 15.1.2014 [viitattu 28.4.2014]. Saatavissa: [http://www.tem.fi/kuluttajat\\_ ja\\_ markkinat/ julkiset\\_ hankinnat/ kynnysarvot](http://www.tem.fi/kuluttajat_ ja_ markkinat/ julkiset_ hankinnat/ kynnysarvot).

Ukkola Markus. 2008. Tarjouspyyntö ja tarjousten tekeminen hankintalain mukaisesti [verkkodokumentti]. Julkaistu 21.11.2008 [viitattu 4.4.2013]. Lakimies, Julkisten hankintojen neuvontayksikkö. 16 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://yhdistys.yrittajat.fi/hyvinkaa/File/Tiedotteiden%20liitteet/MarkusUkkola.pdf>.

Uriarte Filemon. 2008. Solid Waste Management: Principles and Practices: an Introduction to the Basic Functional Elements of Solid Waste Management, with Special Emphasis on the Needs of Developing Countries. 216 s. ISBN 978-971-542-557-5.

Uusitalo Ville et al. 2014. Carbon Footprint of Renewable Diesel from Palm Oil, Jatropha Oil and Rapeseed Oil. Renewable Energy, vol. 69. S. 103–113. ISSN 0960-1481.

Valtioneuvosto. 2013. Valtioneuvoston periaatepäätös uusien ja kestävien ympäristö- ja energiaratkaisujen (cleantech-ratkaisut) edistämisestä julkisissa hankinnoissa [verkkodokumentti]. Julkaistu 24.1.2013 [viitattu 28.4.2014]. 5 s. + liitt. 9 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.tem.fi/files/35530/Valtioneuvoston\\_periaatepaatos\\_uusien\\_ ja\\_ kestävien\\_ ympäristö- ja\\_ energiaratkaisujen\\_ \(Cleantech-ratkaisut\)\\_ edistämisestä\\_ julkisissa\\_ hankinnoissa.pdf](http://www.tem.fi/files/35530/Valtioneuvoston_periaatepaatos_uusien_ ja_ kestävien_ ympäristö- ja_ energiaratkaisujen_ (Cleantech-ratkaisut)_ edistämisestä_ julkisissa_ hankinnoissa.pdf).

Vanto Jukka. 2013. Uudet hankintadirektiivit – millaisia muutoksia tulossa [verkkodokumentti]. Pidetty 1.10.2013 [viitattu 28.4.2014]. Hankintalakimies. 9 s. Saatavissa: <http://www.valonia.fi/public/download.aspx?ID=183095&GUID=%7B086C923C-B4CB-4A52-A9DF-9B3F894B37E7%7D>.

Varkauden Aluelämpö Oy. 2013. Varkauden Aluelämpö Oy [Varkauden Aluelämpö Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 14.8.2013]. Saatavissa: <http://www.varkaudenaluelampo.fi/?id=119>.

Vedenjuoksu Tero. 2011. Annuiteettiperiaate [verkkodokumentti]. Julkaistu 15.2.2011 [viitattu 14.5.2014]. Oulun yliopisto. S. 75–88. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://cc.oulu.fi/~tvedenju/talousmatematiikka/files/handouts/slides6.pdf>.

Venesjärvi Kim. 2013. Innovaatioiden vaikutus bussiliikenteen tarjouskilpailujen ratkaisuisissa [verkkodokumentti]. Päivätty 14.6.2013 [viitattu 2.5.2014]. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu, Liikennealan koulutusohjelma. Riihimäki. 43 s. + liitt. 9 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/65399/Venesjarvi\\_Kim.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/65399/Venesjarvi_Kim.pdf?sequence=1).

Villanen Arja. 2008. Kuntien vastuulla olevan jätehuollon palvelurakenteen kehittäminen Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n strategian mukaisesti. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Lappeenranta. 120 s. + 4 liitettä.

VNa 2.5.2013/331. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista [FINLEX – Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 15.5.2014]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130331>.

VTT. 2013. Ensimmäiset etanolilla kulkevat bussit liikenteeseen Helsingissä [VTT:n www-sivulla]. Julkaistu 29.10.2013 [viitattu 20.5.2014]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/news/2013/topicals/etanolibussi.jsp>.

VTT. 2014. UPM:n puupohjaisen dieselin koeajoista hyviä tuloksia VTT:llä [VTT:n www-sivulla]. Julkaistu 27.2.2014 [viitattu 26.6.2014]. Saatavissa: [http://www.vtt.fi/news/2014/topicals/27022014\\_UPM\\_diesel.jsp](http://www.vtt.fi/news/2014/topicals/27022014_UPM_diesel.jsp).

Väestötietojärjestelmä. 2013. Kuntien asukasluvut aakkosjärjestyksessä [Väestörekisterikeskuksen www-sivulla]. Rekisteritilanne 31.1.2013 [viitattu 13.3.2013]. Saatavissa: <http://vrk.fi/default.aspx?docid=6865&site=3&id=0>.

WL-Done Oy. Etukontit [WL-Done Oy:n www-sivulla]. [Viitattu 10.10.2012]. Saatavissa: [http://wl-done.fi/wordpress/?page\\_id=656](http://wl-done.fi/wordpress/?page_id=656).

Yara Suomi Oy. 2012. Tuotespesifikaatio – Ammoniakkivesi 24,5 % [verkkodokumentti]. Julkaistu 28.6.2012 [viitattu 1.11.2013]. Espoo: Yara Suomi Oy. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.yara.fi/doc/40368\\_Ammoniakkivesi%2024%2C5%20TS.pdf](http://www.yara.fi/doc/40368_Ammoniakkivesi%2024%2C5%20TS.pdf).

Zöller-Kipper. Refuse Collection Vehicles [Zöller-Kipperin www-sivulla]. [Viitattu 18.2.2013]. Saatavissa: <http://www.zoeller-kipper.de/en/products/refuse-collection-vehicles.html>.

ÅF-Consult Oy. 2012. Navitas Kehitys Oy, Riikinnevan Ekovoimalaitos. Ympäristövaikutusten arviointiselostus [verkkodokumentti]. Muokattu 22.11.2012 [viitattu 14.8.2013]. 138 s. Saatavissa PDF-tiedostona: [http://www.riikinvoima.fi/ekovoimalaitos/fi/liitetiedostot/Ymparistovaikutusten\\_arviointiselostus\\_121122.pdf](http://www.riikinvoima.fi/ekovoimalaitos/fi/liitetiedostot/Ymparistovaikutusten_arviointiselostus_121122.pdf).

## Suulliset lähteet ja sähköpostiviestit

Alatalo Hanna. 2012. Laatu- ja ympäristöpäällikkö, Kymenlaakson Jäte Oy, Anjalankoski. VS: Kysymyksiä – Myymälän jätteiden hiilijalanjälki [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 31.10.2012 klo 11:19.

Gerdt Anja. 2013a. Suunnittelija, Etelä-Karjalan liitto, Lappeenranta. VS: Tietojen kyselyä Etelä-Karjalaan liittyen [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 15.4.2013 klo 13:52. Liitetiedostot: "Loma\_asunnot\_2010.jpg"; "Loma-asunnot\_2010.xlsx" ja "väestö\_2011.jpg".

Gerdt Anja. 2013b. Suunnittelija, Etelä-Karjalan liitto, Lappeenranta. VS: Tietojen kyselyä Etelä-Karjalaan liittyen [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 16.4.2013 klo 9:38. Liitetiedosto: "väestö\_2011.jpg".

Heikkinen Arto. 2013. Adviser, ÅF, Ympäristökonsultointi, Espoo. RE: Kysymys liittyen ekovoimalaitoksen YVA-selostukseen [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 5.9.2013 klo 14:59.

Huovinen Ossi. 2014a. Käyttöpäällikkö, EKJH, Lappeenranta. Puhelinkeskustelu 10.3.2014.

Huovinen Ossi. 2014b. Käyttöpäällikkö, EKJH, Lappeenranta. Tapaaminen 20.3.2014, EKJH, Lappeenranta.

Huovinen Ossi et al. 2014. Käyttöpäällikkö, EKJH, Lappeenranta. Tapaaminen 20.3.2014, EKJH, Lappeenranta. Osallistujina myös Kimmo Pöllänen, Mari Ilvonen ja Eija Hämäläinen.

Huovinen Ossi ja Kelaranta Vesa. 2014. Käyttöpäälliköt, EKJH, Lappeenranta. Akp kustannukset [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 7.3.2014 klo 13:23.

Hämäläinen Eija. 2013a. Logistikko, EKJH, Lappeenranta. Akp-tiedosto [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 18.9.2013 klo 11:18. Liitetiedosto: "Aluekeräyspisteet Etelä-Karjalassa syyskuu 2013.xlsx".

Hämäläinen Eija. 2013b. Logistikko, EKJH, Lappeenranta. Ke3sek-reitti [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 27.9.2013 klo 12:47. Liitetiedosto: "ke3sek.docx".

Ilvonen Mari. 2012. Tiedottaja, EKJH, Lappeenranta. Vierailu 8.6.2012, EKJH, Lappeenranta. Muistitikulle: "Aluekeräys- ja ekopisteet Luumäki\_21.3.2012.docx", "Aluekeräys- ja ekopisteet Parikkala\_13.3.2012.docx", "Aluekeräys- ja ekopisteet Rautjärvi\_14.3.2012.docx", "Aluekeräys- ja ekopisteet Ruokolahti\_14.3.2012.docx", "Aluekeräys- ja ekopisteet Savitaipale\_20.3.2012.docx" ja "Saluuta ja pararu akp + eko.xlsx".

Ilvonen Mari. 2014a. Tiedottaja, EKJH, Lappeenranta. VS: Kustannuskysymyksiä [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 7.3.2014 klo 14:01.

Ilvonen Mari. 2014b. Tiedottaja, EKJH, Lappeenranta. VS: Kustannuskysymyksiä [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 7.3.2014 klo 15:45.

Markkanen Sami. 2011. Tuotantojohtaja, Kotkan Energia Oy, Kotka. VS: Hyötyvoimalan energian tuotanto [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 25.5.2011 klo 17:52.

Markkanen Sami. 2013a. Tuotantojohtaja, Kotkan Energia Oy, Kotka. VS: Kysymyksiä: Hyötyvoimalaitos [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 16.9.2013 klo 15:27.

Markkanen Sami. 2013b. Tuotantojohtaja, Kotkan Energia Oy. VS: Kysymyksiä: Hyötyvoimalaitos [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 16.9.2013 klo 15:43.

Mikkola Jyrki. 2014. Hankintapäällikkö, Etelä-Karjalan hankintapalvelut. RE: Raportin kommentointi [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 3.6.2014 klo 8:44.

Pöllänen Kimmo, Ilvonen Mari ja Oksman-Takalo Heidi. 2012. Logistiikkapäällikkö, tiedottaja ja laatu- ja ympäristöinsinööri, EKJH, Lappeenranta. Tapaaminen 28.5.2012, EKJH, Lappeenranta.

Pöllänen Kimmo. 2013. Logistiikkapäällikkö, EKJH, Lappeenranta. Tapaaminen 17.9.2013, EKJH, Lappeenranta.

Pöllänen Kimmo. 2014a. Logistiikkapäällikkö, EKJH, Lappeenranta. VS: Luumäen aluekeräyspisteiden päivitys [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 17.3.2014 klo 15:38.

Pöllänen Kimmo. 2014b. Logistiikkapäällikkö, EKJH, Lappeenranta. Tapaaminen 20.3.2014, EKJH, Lappeenranta.

Pöllänen Kimmo. 2014c. Logistiikkapäällikkö, EKJH, Lappeenranta. Luumäen aluekeräyspisteiden päivitys [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 24.3.2014 klo 10:14. Liitetiedosto: "Budjetin saluuta ja pararu akp + eko 2012 tot.xlsx".

Pöllänen Kimmo. 2014d. Logistiikkapäällikkö, EKJH, Lappeenranta. AKP- JA EKOHIINTOJA 2013 [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 28.3.2014 klo 11:00. Liitetiedostot: "Parikkalan, Rautjärven ja Ruokolahden jätemaksutaksa vuodelle 2013.pdf", "Savitaipaleen jätemaksutaksa vuodelle 2013.pdf", "Luumäki jätemaksutaksa vuodelle 2013.pdf" ja "Taipalsaari jätemaksutaksa vuodelle 2013.pdf".

Pöllänen Kimmo. 2014e. Logistiikkapäällikkö, EKJH, Lappeenranta. Puhelinkeskustelu 28.3.2014.

Pöllänen Kimmo et al. 2014. Logistiikkapäällikkö, EKJH, Lappeenranta. Tapaaminen 13.1.2014, kunnantalo, Luumäki.

Räsänen Juha. 2013. Toimitusjohtaja, Riikinvoima Oy. VS: Kysymyksiä: Riikinvoima Oy [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 3.9.2013 klo 16:29.

Suomalainen Mika. 2013. Toimitusjohtaja, EKJH, Lappeenranta. Elinkaaritehokkaat investoinnit -hankkeen (EKJH) tapaaminen 18.4.2013, EKJH, Lappeenranta.

Suomalainen Mika et al. 2013. Toimitusjohtaja, EKJH, Lappeenranta. Palaveri EKJH:n väen kanssa 9.12.2013, EKJH, Lappeenranta. Osallistujina myös Pöllänen Kimmo, Kelaranta Vesa, Huovinen Ossi, Oksman-Takalo Heidi ja Virtanen Tiina.

Suomalainen Mika. 2014a. Toimitusjohtaja, EKJH, Lappeenranta. VS: Loppusijoituksen ja energiahyötykäytön kustannukset [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 5.5.2014 klo 11:14. Tiedot osin laatu- ja ympäristöinsinööri Heidi Oksman-Takalolta ja hallintopäällikkö Satu Kurjelta.

Suomalainen Mika. 2014b. Toimitusjohtaja, EKJH, Lappeenranta. VS: Loppusijoituksen ja energiahyötykäytön kustannukset [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 7.5.2014 klo 11:08.

Teirasvuo Nina. 2011b. Tutkimusapulainen, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Lappeenranta. Tulokset ja raportti [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottajat: Mika Horttanainen, Mika Luoranen ja Mari Hupponen (bcc). Lähetetty 21.5.2011 klo 13:16. Liitetiedostot: "Sampling\_14.4.2011.xls" ja "Composition and combustion properties of source separated MSW in densely populates area of Lappeenranta\_Teirasvuo.pdf".

Ursin Petri. 2013a. Ext Energy Consultant, Stora Enso Printing and Reading, Varkaus Mill. Voimalaitoksen polttoainejakauma [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottajat: Mari Hupponen ja Jouko Itkonen (cc). Lähetetty 5.9.2013 klo 7:32. Liitetiedosto: "K6 polttoainepohja 2012-2013.xlsx".

Ursin Petri. 2013b. Ext Energy Consultant, Stora Enso Printing and Reading, Varkaus Mill. RE: Voimalaitoksen polttoainejakauma [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottajat: Mari Hupponen, Jouni Hiltunen (cc) ja Jouko

Itkonen (cc). Lähetetty 5.9.2013 klo 12:10. Liitetiedosto: "K6 polttoainepohja 2012–2013.xlsx". Lisätty taulukoon lämmön tuotantomäärät.

Uusitalo Ville. 2014. Nuorempi tutkija, Lappeenrannan teknillinen yliopisto. VS: NExBTL-diesel [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Mari Hupponen. Lähetetty 27.1.2014 klo 8:43.

Virtanen Tiina. 2013. Neuvoja, EKJH, Lappeenranta. VS: IJI-hanke: Kysymyksiä [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Hupponen. Lähetetty 20.8.2013 klo 12:05.

## Liite I: Aluekeräyspisteiden astiat ja niiden tyhjennystiheydet (sk 0-1)

**Taulukko 1.** Parikkalan aluekeräyspisteiden astiat ja niiden tyhjennystiheydet (Hämäläinen 2013a).

Nro kartalla	Aluekeräyspiste	Kontin/astian koko	Määrä	Voim. alk.	Voim. asti	Väli	Ajopv.	Voim. alk.2	Voim. asti2	Väli2	Ajopv.2
		[m <sup>3</sup> ]	[kpl]	[vko]	[vko]			[vko]	[vko]		
1	TARNALAN KOULUTALO AKP	0,645	3	1	53	2	to				
2	KIRKONKYLÄ, UUKUNIEMI AKP	6	1	16	44	1	to	45	15	2	to
2	KIRKONKYLÄ, UUKUNIEMI AKP	8	1	16	44	1	to	45	15	2	to
3	KINNARNIEMEN AKP	6	1	1	53	2	to				
4	KIRJAVALAN AKP	0,645	3	1	53	1	to				
5	TÄHTINIEMI AKP	4	1	1	53	2	pe				
6	KOITSANLAHTI AKP	8	1	1	53	2	pe				
7	JOUKIO AKP	6	2	18	39	0,5	ma, to	40	17	1	to
8	ORAVANIEMI AKP	6	1	1	53	1	ma				
9	MELKONIEMI AKP	6	1	1	53	1	pe				
10	KOLMIKANNAN AKP	4	1	1	53	2	to				
11	RISTI HARJU AKP	4	1	1	53	1	to				
12	HEVOSKALLION AKP	6	1	18	39	1	to	40	17	2	to
13	NIUKKALAN AKP	8	1	16	39	0,5	ma, to	40	15	2	to
13	NIUKKALAN AKP	4	1	16	39	0,5	ma, to	40	15	2	to
14	KUMPU AKP	4	1	18	39	1	to	40	17	2	to
15	MUSTIINPOHJA AKP	6	2	16	39	1	pe	40	15	2	pe
15	MUSTIINPOHJA AKP	4	1	16	39	1	pe	40	15	2	pe
16	SÄRKISALMI VT-14 AKP	4	2	1	53	1	to				
17	SAVIKUMPU AKP	0,645	3	1	53	1	to				
18	RAUTALAHTI AKP	4	1	1	53	1	to				
19	INTSILÄ AKP	0,645	3	1	53	1	to				
20	KAUKOLA AKP	8	1	1	53	1	ma				
21	ESKOLA AKP	4	1	1	53	1	ma				
22	HONKAKYLÄ AKP	0,645	3	1	53	1	to				
23	SAARI KK AKP	0,645	3	1	53	1	to				
24	AKANPOHJA AKP	6	2	1	53	1	to				
25	KESUSMAA AKP	0,645	2	1	53	2	to				
26	PERUSPOHJA AKP	0,645	3	18	39	1	pe	40	17	2	pe

**Taulukko 2.** Rautjärven aluekeräyspisteiden astiat ja niiden tyhjennystiheydet (Hämäläinen 2013a).

Nro kartalla	Aluekeräyspiste	Kontin/astian koko	Määrä	Voim. alk.	Voim. asti	Väli	Ajopv.	Voim. alk.2	Voim. asti2	Väli2	Ajopv.2
		[m <sup>3</sup> ]	[kpl]	[vko]	[vko]			[vko]	[vko]		
A1	NISKA-PIETILÄ AKP	0,645	4	1	53	1	ke				
A2	PURNUJÄRVI AKP	0,645	4	1	53	1	ke				
A3	KORPJÄRVI AKP	0,645	2	1	53	1	ke				
A4	ASEMANSEUTU AKP	6	3	14	42	0,5	ke, pe	43	13	1	ke
A5	HERAJÄRVI AKP	8	2	18	39	0,5	ma, pe	40	17	1	ma
A5	HERAJÄRVI AKP	6	1	18	39	0,5	ma, pe	40	17	1	ma
A6	MIETTILÄ, KUNTALA AKP	6	1	1	53	1	ke				
A7	LAIKKO AKP	6	1	15	35	0,5	ma, pe	36	14	1	ma
A8	TORSANSALO AKP	6	1	18	39	1	pe	40	17	2	pe
A11	VIHVILÄNSUO AKP	6	1	16	34	0,5	ti, pe	35	15	1	ti
A11	VIHVILÄNSUO AKP	4	1	16	34	0,5	ti, pe	35	15	1	ti
A11	VIHVILÄNSUO AKP	6	1	16	34	0,5	ti, pe	35	15	1	ti
A11	VIHVILÄNSUO AKP	8	1	16	34	0,5	ti, pe	35	15	1	ti
13	TEKNINEN VARIKKO AKP	4	2	1	53	1	pe				
13	TEKNINEN VARIKKO AKP	6	1	1	53	1	pe				
A14	PITKÄJÄRVI AKP	4	1	1	53	1	pe				
A14	PITKÄJÄRVI AKP	6	2	1	53	1	pe				

Taulukko 3. Ruokolahden aluekeräyspisteiden astiat ja niiden tyhjennystiheydet (Hämäläinen 2013a).

Nro kartalla	Aluekeräyspiste	Kontin/	Määrä	Voim.	Voim.	Väli	Ajopv.	Voim.	Voim.	Väli2	Ajopv.2
		astian koko		alk.	asti			alk.2	asti2		
		[m <sup>3</sup> ]	[kpl]	[vko]	[vko]			[vko]	[vko]		
A1	KIRKONKYLÄ AKP	6	2	16	39	0,5	ke, pe	40	17	1	ke
A2	SALOSAARI AKP	6	2	16	39	0,5	ti, pe	40	15	1	ti
A2.1	VAITTILO AKP	0,645	2	20	39	1	ti				
A3	KOHOLANMÄKI AKP	0,645	1	20	39	1	ke				
A3.1	ORITLAMPI AKP	0,645	1	20	39	1	ke				
A3.2	JÄPPISEN MÄKI AKP	0,645	1	20	39	1	ke				
A4	PUNTALA AKP	4	1	1	53	1	ke				
A5	HUHTASENKYLÄ AKP	6	2	15	39	0,5	ke, pe	40	14	1	ke
A6	LASSILA AKP	4	1	17	39	1	ke	40	16	2	ke
A7	KUOKKALAMPI AKP	4	1	17	39	1	ke	40	17	2	ke
A8	HEINÄRIKKILÄ AKP	6	1	18	39	1	ma	40	17	2	ma
A9	JÄLKÖLÄ AKP	6	1	18	39	0,5	ke, pe	40	17	1	ke
A10	TARKKOLA AKP	4	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A11	KAITURINPÄÄ KAUPPA AKP	6	1	17	39	0,5	ke, pe				
A11	KAITURINPÄÄ KAUPPA AKP	4	2	17	39	0,5	ke, pe	40	16	1	ke
A12	AHJÄRVI AKP	4	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A13	POHJALANKILA AKP	8	1	18	39	0,5	ke, pe	40	17	1	ke
A14	SUORANTA AKP	6	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A15	SARAJÄRVI AKP	6	1	18	39	1	pe	40	17	2	pe
A16	LOITUMA AKP	6	1	16	38	2	pe				
A17	ILMAJÄRVI AKP	6	1	18	39	0,5	ke, pe	40	17	1	ke
A18	LAAMALA AKP	6	1	18	39	0,5	ke, pe	40	17	2	ke
A18	LAAMALA AKP	4	1	18	39	0,5	ke, pe	40	17	2	ke
A20	VIRMUTJOKI, KAUPPAKASINO AKP	4	2	16	43	0,5	ti, pe	44	15	1	ke
A20	VIRMUTJOKI, KAUPPAKASINO AKP	6	1	16	43	0,5	ti, pe	44	15	1	ke
A21	JAAKKOLA AKP	6	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A21	JAAKKOLA AKP	0,645	2	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A21.1	SUIKKALAN LAVA AKP	6	2	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A22	SAVILAHTI, ÄITSAAREN KIIINTEISTÖ AKP	6	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A23	SAVILAHTI AKP	6	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A23	SAVILAHTI AKP	8	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A23.1	MIETINSAAREN LOSSI AKP	6	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A24	SOINILA AKP	4	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A24	SOINILA AKP	6	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A25	HÄRSKIÄNSAARI AKP	6	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A25	HÄRSKIÄNSAARI AKP	4	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A26	HÄNNILÄ AKP	4	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A27	LEMPIÄLÄ AKP	4	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
A28	KOTANIEMI AKP	4	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A29	SYYSPOHJA, SEURANTALO AKP	6	4	1	53	1	ke				
A30	ERÄJÄRVI AKP	4	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A30	ERÄJÄRVI AKP	0,645	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A31	PELLINEN AKP	4	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A32	TORSANTAKA AKP	6	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A33	UTULA AKP	6	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A34	JUNNIKKALA AKP	4	2	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A34.1	KIETÄVÄLÄ AKP	4	1	17	39	1	ke				
A35	LAHDENPOHJA AKP	6	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A35	LAHDENPOHJA AKP	4	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A36	KEKÄLEENMÄKI AKP	6	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A37	AKKALA AKP	6	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke
A38	HAUKLAPPI AKP	6	1	20	33	0,5	ke, pe	34	19	1	ke
A38	HAUKLAPPI AKP	4	1	20	33	0,5	ke, pe	34	19	1	ke
A39	VALKINHOVI AKP	4	1	16	39	1	ke				
A40	TALKKUNA AKP	4	1	18	39	1	ke	40	17	2	ke



**Taulukko 4.** Savitaipaleen aluekeräyspisteiden astiat ja niiden tyhjennystiheydet (Hämäläinen 2013a).

Kuivajäte-/ ekopiste Nro/ kirjain kartalla	Aluekeräyspiste	Kontin/ astian koko [m <sup>3</sup> ]	Määrä [kpl]	Voim. alk. [vko]	Voim. asti [vko]	Väli	Ajopv.	Voim. alk.2 [vko]	Voim. asti2 [vko]	Väli2	Ajopv.2
1	PEIJONSUON JÄTEASEMA	6	2	12	44	0,5	ma, to	45	13	1	ma
1	KIRVESNIEMI AKP	8	1	18	39	1	to	40	17	2	to
1	KIRVESNIEMI AKP	4	1	18	39	1	to	40	17	2	to
2	RUSKIA AKP	6	1	18	39	1	to	40	17	4	to
3	HYRKKÄLÄ AKP	6	1	18	39	1	ma	40	17	2	ma
4	KASKEI AKP	6	1	18	39	1	to	40	17	2	to
5	LAKSIAINEN AKP	6	1	18	39	1	pe	40	17	4	pe
6	MONOLA AKP	8	1	18	39	0,5	ti, pe	40	17	2	pe
7	KAULIO AKP	6	1	18	39	2	pe	40	17	4	pe
8	JÄRVITAIPALE AKP	8	1	18	39	0,5	ti, pe	40	17	2	pe
9	SARKANEN AKP	6	1	18	39	0,5	ti, pe	40	17	2	pe
10	NISKAPORTTI AKP	6	1	18	39	2	pe	40	17	4	pe
11	AHONIKKI AKP	6	1	18	39	1	pe	40	17	4	pe
12	KIRKONKYLÄ, VENERANTA AKP	6	1	18	39	0,5	ma, to	40	17	4	to
13	RAHIKKALA AKP	8	1	18	39	0,5	ma, to	40	17	2	to
A	JURVANEN AKP	8	1	18	39	1	to	40	17	4	to
B	HUTTUSENNIEMI AKP	8	1	18	39	1	to	40	17	4	to
C	PARTAKOSKI AKP	6	1	16	39	0,5	ma, to				
C	PARTAKOSKI AKP	8	1	16	39	0,5	ma, to	40	15	2	to
D	PETTILÄ AKP	6	1	16	39	0,5	ma, to	40	15	2	to
D	PETTILÄ AKP	8	1	16	39	0,5	ma, to	40	15	2	to
E	TUKIALA AKP	8	1	16	39	0,5	ma, to	40	15	2	to
F	LAVIKANLAHTI AKP	6	1	18	39	1	ma	40	17	4	ma
G	VÄLIJOKI AKP	6	1	18	39	1	pe	40	17	2	pe
H	PAUKKULA AKP	8	1	18	39	1	pe	40	17	4	pe
I	HÄMÄLÄINEN AKP	8	1	17	39	1	pe	40	17	2	pe
J	HEITUINLAHTI AKP	6	1	18	38	0,5	ti, pe	39	17	1	pe
J	HEITUINLAHTI AKP	8	1	18	38	0,5	ti, pe	39	17	1	pe
K	SÄÄNJÄRVI AKP	8	1	18	39	1	pe	40	17	2	pe
L	OLVENLAMPI AKP	8	1	12	44	0,5	ma, to	45	11	1	ma
L	OLVENLAMPI AKP	6	1	12	44	0,5	ma, to	45	11	1	ma
M	KUNNAN VARIKKO	8	2	12	44	0,5	ma, to	45	11	1	ma

**Taulukko 5.** Luumäen aluekeräyspisteiden astiat ja niiden tyhjennystiheydet (Hämäläinen 2013a).

Nro kartalla	Aluekeräyspiste	Kontin/ astian koko [m <sup>3</sup> ]	Määrä [kpl]	Voim. alk. [vko]	Voim. asti [vko]	Väli	Ajopv.	Voim. alk.2 [vko]	Voim. asti2 [vko]	Väli2	Ajopv.2
2	NIEMELÄ AKP	8	1	1	53	0,5	ti, pe				
3	SOMERHARJU MATKAILUKESKUS AKP	6	2	18	39	0,5	ti, pe	40	17	1	pe
4	KAITJÄRVI AKP	6	2	16	39	0,5	ti, pe	40	15	2	pe
5	PAJARINHARJUN TIENRISTEYS AKP	6	1	16	43	0,5	ti, pe	44	15	1	pe
5	PAJARINHARJUN TIENRISTEYS AKP	8	1	16	43	0,5	ti, pe	44	15	1	pe
6	KANNUSKOSKI, KAUPPA AKP	8	1	26	32	0,5	ti, pe	33	25	1	pe
8	VIUHKOLA, ENT. KOULU AKP	8	1	1	53	2	pe				
9	SARKALAHTI AKP	6	1	1	53	2	pe				
10	MUNNE AKP	6	1	22	35	1	pe	36	21	2	pe
11	ELLOLANTIE AKP	6	1	1	53	2	pe				
12	MENTULA AKP	6	1	1	53	2	pe				
13	KONTULANTIE AKP	6	1	18	39	0,5	ti, pe	40	17	2	pe
14	KÄTÖKANGAS AKP	6	2	18	39	0,5	ti, pe	40	17	1	pe
15	POUTANEN AKP	8	1	16	43	0,5	ti, pe	44	15	1	ti
15	POUTANEN AKP	6	1	16	43	0,5	ti, pe	44	15	1	ti
16	TAUKNIEMI AKP	6	1	18	39	0,5	ti, pe	40	17	2	pe
17	SAARENTIE, SALONPÄÄ AKP	8	1	18	39	0,5	ti, pe	40	17	1	pe
19	SARVILAHTI AKP	4	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
20	TOIKKALA AKP	6	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
21	HUOMOLA AKP	6	1	18	39	0,5	ti, pe	40	17	1	ti
23	JURVALAN JÄTEVEDENPUHD. AKP	8	1	1	53	1	ti				
24	NUPPOLA AKP	6	1	1	53	1	ti				
24	NUPPOLA AKP	4	1	18	39	1	ti				
26	ORKOLA AKP	4	1	18	39	1	ti	40	17	4	ti
27	SEURAPIRTTI AKP	6	1	1	53	1	ti				
27	SEURAPIRTTI AKP	4	1	20	35	1	ti				
28	LAAPPAAN KYLÄ AKP	6	1	18	39	2	ti	40	17	4	ti
29	HEIKKILÄ / TOIMITUPA AKP	8	1	1	53	1	ti				
30	HAIMILA AKP	6	1	18	39	0,5	ti, pe	40	17	1	ti
32	NIEMENKYLÄNTIE AKP	8	1	18	39	1	pe	40	17	2	pe
33	TAINANKYLÄ AKP	6	1	1	53	1	ti				
34	LUOTONEN AKP	6	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
36	TAAVETIN JÄTEVEDENPUHD. AKP	8	1	1	53	0,5	ti, pe				
37	LAKKALANTIE AKP	6	1	18	39	1	pe	40	17	2	pe
38	PAVUNKYLÄ AKP	6	1	18	39	1	ti	40	17	2	ti
39	OKKOLA AKP	4	1	1	53	2	ti				
40	URO AKP	6	2	21	39	0,5	ti, pe	40	20	1	ti
41	HERMUNEN AKP	6	1	18	39	2	pe	40	17	4	pe
UUSI	PÄRSÄNIEMEN VENERANTA AKP	4	1	18	39	1	ti				

**Taulukko 6.** Taipalsaaren aluekeräyspisteiden astiat ja niiden tyhjennystiheydet (Hämäläinen 2013a).

Nro/ kirjain kartalla	Aluekeräyspiste	Kontin/ astian koko [m <sup>3</sup> ]	Määrä [kpl]	Voim. alk. [vko]	Voim. asti [vko]	Väli	Ajopv.	Voim. alk.2 [vko]	Voim. asti2 [vko]	Väli2	Ajopv.2
1	KALASATAMA AKP	6	1	18	39	1	ke	40	17	4	ke
2	SORAMONTTU AKP	6	2	18	39	1	ke	40	17	4	ke
3	LOSSIRANTA AKP	6	1	18	39	1	ke	40	17	4	ke
4	MERENLAHTI AKP	8	1	18	43	1	pe	44	17	2	pe
4	MERENLAHTI AKP	6	1	18	43	1	pe	44	17	2	pe
4	MERENLAHTI AKP	6	1	18	43	1	pe				
J	TEKNINEN VARIKKO	6	5	1	53	0,5	ma, to				
J	TEKNINEN VARIKKO	6	5	19	32	1	pe				

## Liite II: Lastaus- ja kuljetuspäästöt

**Taulukko 1.** Lastaus.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
Pyöräkuormaaja, CO <sub>2</sub>	2607	g/l	Lipasto 2012b
Pyöräkuormaaja, CH <sub>4</sub>	0,15	g/l	Lipasto 2012b
Pyöräkuormaaja, N <sub>2</sub> O	0,071	g/l	Lipasto 2012b
Pyöräkuormaaja, CO <sub>2</sub> -ekv.	2632	g/l	Laskettu
Kauhakuormaajan kulutus, diesel	0,50	l/t	Virtanen 2013
Dieselin valmistus			GaBi 6.0

**Taulukko 2.** Puoliperävaunun yhdistelmä, Euro 4, maantieajo, kantavuus 25 t.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
CO <sub>2</sub>	1019	g/km	Lipasto 2012a
CH <sub>4</sub>	0,0015	g/km	Lipasto 2012a
N <sub>2</sub> O	0,038	g/km	Lipasto 2012a
CO <sub>2</sub> -ekv.	1030	g/km	Laskettu
Kulutus, diesel	346	g/km	Lipasto 2012a
Dieselin valmistus			GaBi 6.0

**Taulukko 3.** Täysperävaunun yhdistelmä, Euro 4, maantieajo, kantavuus 28–40 t.

	KUORMA		
	40 t [g/km]	28 t [g/km]	33 t [g/km]
CO <sub>2</sub>	1236	1110	1163
CH <sub>4</sub>	0,002	0,002	0,002
N <sub>2</sub> O	0,035	0,032	0,033
CO <sub>2</sub> -ekv.	1246	1120	1172
Kulutus, diesel	419	376	394
Lähde	Lipasto 2012a	Lipasto 2012a	Laskettu
Dieselin valmistus	GaBi 6.0	GaBi 6.0	GaBi 6.0

**Taulukko 4.** Maansiirtoauto, Euro 4, maantieajo, kantavuus 19 t.

	Arvo	Yksikkö	Lähde
CO <sub>2</sub>	876	g/km	Lipasto 2012a
CH <sub>4</sub>	0,00081	g/km	Lipasto 2012a
N <sub>2</sub> O	0,037	g/km	Lipasto 2012a
CO <sub>2</sub> -ekv.	887	g/km	Lipasto 2012a
Kulutus, diesel	297	g/km	Lipasto 2012a
Dieselin valmistus			GaBi 6.0

## Liite III: Luumäen aluekeräyspisteiden astiat päivityksen jälkeen (sk 2)

Taulukko 1. Luumäen aluekeräyspisteiden astiat eri skenaarioissa

Nro kartalla	Aluekeräyspiste	Kontin/ astian koko	Määrä	Määrä	Tilavuus	Tilavuus <sup>a</sup>
		(sk 0-1) [m <sup>3</sup> ]	(sk 0-1) [kpl]	(sk 2) [kpl]	(sk 0-1) [m <sup>3</sup> ]	(sk 2) [m <sup>3</sup> ]
2	NIEMELÄ AKP	8	1	2	8	10
3	SOMERHARJU MATKAILUKESKUS AKP	6	2	3	12	15
4	KAITJÄRVI AKP	6	2	2	12	10
5	PAJARINHARJUN TIENRISTEYS AKP	6	1	3	14	15
5	PAJARINHARJUN TIENRISTEYS AKP	8	1			
6	KANNUSKOSKI, KAUPPA AKP	8	1	2	8	10
8	VIUHKOLA, ENT. KOULU AKP	8	1	2	8	10
9	SARKALAHTI AKP	6	1	1	6	5
10	MUNNE AKP	6	1	1	6	5
11	ELLOLANTIE AKP	6	1	1	6	5
12	MENTULA AKP	6	1		6	-
13	KONTULANTIE AKP	6	1	2	6	10
14	KÄTÖKANGAS AKP	6	2	3	12	15
15	POUTANEN AKP	8	1	3	14	15
15	POUTANEN AKP	6	1			
16	TAUKNIEMI AKP	6	1	2	6	10
17	SAARENTIE, SALONPÄÄ AKP	8	1	2	8	10
19	SARVILAHTI AKP	4	1	1	4	5
20	TOIKKALA AKP	6	1	1	6	5
21	HUOMOLA AKP	6	1	2	6	10
23	JURVALAN JÄTEVEDENPUHD. AKP	8	1		8	-
24	NUPPOLA AKP	6	1	1	10	10
24	NUPPOLA AKP	4	1	1		
26	ORKOLA AKP	4	1		4	-
27	SEURAPIRTTI AKP	6	1	1	10	10
27	SEURAPIRTTI AKP	4	1	1		
28	LAAPPAAN KYLÄ AKP	6	1	2	6	10
29	HEIKKILÄ / TOIMITUPA AKP	8	1	2	8	10
30	HAIMILA AKP	6	1		6	-
32	NIEMENKYLÄNTIE AKP	8	1		8	-
33	TAINANKYLÄ AKP	6	1		6	-
34	LUOTONEN AKP	6	1	2	6	10
36	TAAVETIN JÄTEVEDENPUHD. AKP	8	1	2	8	10
37	LAKKALANTIE AKP	6	1		6	-
38	PAVUNKYLÄ AKP	6	1	2	6	10
39	OKKOLA AKP	4	1		4	-
40	URO AKP	6	2	3	12	15
41	HERMUNEN AKP	6	1		6	-
UUSI	PÄRSÄNIEMEN VENERANTA AKP	4	1	1	4	5


<sup>a</sup> = Yhden syväkeräyssäiliön koko 5 m<sup>3</sup>.

ISBN 978-952-265-617-9 (PDF)

ISSN-L 2243-3376

ISSN 2243-3376

Lappeenranta 2014

 LUT  
Lappeenranta  
University of Technology