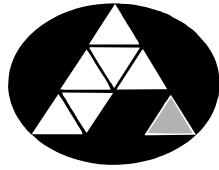


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Hanna-Riikka Ruokolainen

BIOJÄTTEEN ERILLISKERÄYKSEN TEHOSTAMISMAHDOLLI-
SUUDET PUHAS OY:N TOIMINTA-ALUEELLA

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ

Ympäristötekniikan koulutus- ohjelma

Sirkkalantie 12 A
80100 JOENSUU
p. (013) 260 6900

Tekijä

Hanna-Riikka Ruokolainen

Nimeke

Biojätteen erilliskeräyksen tehostamismahdollisuudet Puhas Oy:n toiminta-alueella

Toimeksiantaja

Puhas Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä tutkittiin millä edellytyksillä biojätteen erilliskeräyksen lisääminen on kannattavaa Puhas Oy:n toiminta-alueella, haja-asutusalueet mukaan lukien. Tarkoituksena oli tutkia biojätteen erilliskeräyksen taloudellisia vaikutuksia verrattuna bio- ja sekajätteen integroituun keräykseen. Tutkimuksessa otettiin huomioon myös eri keräysmahdollisuuksien aiheuttamat ympäristön kuormitukset.

Toisessa osassa tutkimusta selvitettiin kunnan suurimpien kiinteistöjen ja asunto-osakeyhtiöiden biojätteiden erilliskeräyksen potentiaalin lisäämistä. Tarkoituksena oli löytää uusia kunnan kohteita, jotka eivät vielä ole mukana biojätteiden keräyksessä.

Opinnäytetyön tulokset osoittavat, että tällä hetkellä biojätettä kerätään Puhas Oy:n toiminta-alueella 80 %:n täyttöasteella yhteensä 4 077,6 tonnia vuodessa. Uusista kohteista voitaisiin saada lisäystä tähän 986,8 tonnia, joka vastaa n. 24 % nykyisestä tilanteesta.

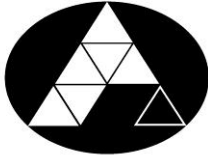
Joensuun keskusta-alueita lukuun ottamatta sekä nykyisillä että uusilla biojätteen keräyskohteilla kokonaiskustannuksiltaan halvemmaksi vaihtoehdoksi muodostui bio- ja sekajätteen integroitu keräys- ja kuljetus. Eniten biojätteen keräyksen tehostamistarvetta jo erilliskeräyksen piirissä olevilta alueilta löytyi Ylämyllyltä ja Kontiolahdelta. Suurimmat biojättemäärät uusilta keräysalueilta saataisiin Enosta, Polvijärveltä ja Uimaharjusta.

Kieli
suomi

Sivuja
57

Asiasanat

Biojätteet, tehostaminen, keräys, toiminta, alueet, käsittely

 <p data-bbox="268 439 687 488">NORTH KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	<p data-bbox="930 266 1046 295">THESIS</p> <p data-bbox="930 340 1262 517">Degree Programme in Sirkkalantie 12 A FIN 80100 JOENSUU FINLAND Tel. 358-13-260 6900</p>
<p data-bbox="217 551 600 616">Author Hanna-Riikka Ruokolainen</p>	
<p data-bbox="217 654 1366 792">Title Possibilities of Separated Biowaste Collection in Functional Domain of Puhas Oy Commissioned by Puhas Oy</p>	
<p data-bbox="217 819 339 848">Abstract</p> <p data-bbox="217 891 1471 1068">The aim of this thesis was to examine which preconditions will make separated biowaste collection profitable in functional domain of Puhas Oy including sparsely populated areas. The purpose of the study was to examine economic impacts of separated biowaste collection compared to integrated biowaste and mixed waste collection. Environmental loads of different waste collections were also taken into consideration.</p> <p data-bbox="217 1111 1471 1249">The second part of the study explored how to increase the potential of separated biowaste collection in the biggest real estates and cooperative apartments in the municipality. The aim was to find out new real estates which were not included in the biowaste collection circle.</p> <p data-bbox="217 1292 1471 1433">The calculation results show the present biowaste collection filling volume in functional domain of Puhas Oy is 80 per cent which allows 4 077.6 tons of biowaste to be collected per year. From the new real estates can be collected 986.8 tons more, which means increase of 24 percent.</p> <p data-bbox="217 1476 1471 1653">Integrated collection and transportation of biowaste and mixed waste points out to have the lowest total costs. This was in both present and new real estates when not including the built-up area of Joensuu. The most need for increasing the effectiveness of biowaste collection was in so called old areas in Ylämylly and Kontiolahti. The biggest biowaste volume from the new areas would be in Eno, Polvijärvi and Uimaharju.</p>	
<p data-bbox="217 1796 360 1861">Language Finnish</p>	<p data-bbox="930 1796 1023 1861">Pages 57</p>
<p data-bbox="217 1890 1086 1955">Keywords Biowastes, intensification, collecting, action, areas, treatment</p>	

Sisältö

Nimiö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto	6
2	Puhas Oy	7
3	Biojätehuolto	8
3.1	Erilliskeräyksen määritelmät	8
3.2	Biojätehuollon valtakunnalliset ja alueelliset tavoitteet ja säädökset	8
3.2.1	Valtakunnalliset tavoitteet	8
3.2.2	Alueelliset tavoitteet	9
3.3	Biojätehuolto haja-asutusalueilla	10
4	Biojätteen keräys ja kuljetus	12
4.1	Biojätteen keräys ja kuljetus Puhas Oy:n toiminta-alueella	12
4.2	Biojätteiden keräyksen ja kuljetuksen logistiset vaihtoehdot	13
4.2.1	Biojätteen keräys ja kuljetus integroituna sekajätteen keräykseen ja kuljetukseen	13
4.2.2	Biojätteen erilliskeräys ja kuljetus	14
4.3	Biojätteen keräysvaihtoehdot, esimerkkinä Jyväskylän kaupunki	14
4.4	Biojätteiden keräyksen ja kuljetuksen vaikutukset	16
4.4.1	Ympäristövaikutukset	16
4.4.2	Talousvaikutukset	18
5	Tutkimustehtävä	20
6	Aineisto ja tutkimusmenetelmä	20
7	Nykyisten biojätekohteiden keräyksen ja kuljetuksen kustannuslaskennan tulokset	26
7.1	Nykyisten biojätekohteiden keräyksen ja kuljetuksen kustannuslaskennan lähtötiedot	26
7.2	Biojättemäärät alueittain nykyisillä biojätteen keräyskohteilla	26
7.3	Eri keräysvaihtoehtojen kustannuslaskelmien tulokset nykyisillä biojätteen keräyskohteilla	28
7.3.1	Integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen tulokset nykyisillä biojätteen keräyskohteilla	29
7.3.2	Biojätteen erilliskeräyksen ja kuljetuksen tulokset nykyisillä biojätteen keräyskohteilla	31
8	Uusien biojätekohteiden kustannuslaskenta	35
8.1	Uusien biojätekohteiden keräyksen ja kuljetuksen kustannuslaskennan lähtötiedot	35
8.2	Uudet biojättemäärät yli 5 huoneiston kohteissa keräysalueittain	36
8.3	Uudet biojättemäärät alle 5 huoneiston kohteissa keräysalueittain	39
8.4	Eri keräysvaihtoehtojen kustannuslaskelmien tulokset uusilla biojätteen keräyskohteilla	43
8.4.1	Integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen tulokset uusilla biojätteen keräyskohteilla	44
8.4.2	Biojätteen erilliskeräyksen ja kuljetuksen tulokset uusilla biojätteen keräyskohteilla	47
9	Tulosten tulkinta	50
9.1	Biojätteiden keräysmäärät Puhas Oy:n toiminta-alueella	50

9.2	Integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen vertailua biojätteen erilliskeräykseen.....	50
9.3	Uudet biojätteen keräyskohteet	52
9.4	Kasvihuonekaasupäästöjen muodostuminen	53
10	Päätelmät ja toimenpidesuositukset.....	54
10.1	Biojätteen erilliskeräyksen suunnittelun ja neuvonnan haasteet.....	54
10.2	Tutkimuksen arviointi ja luotettavuus	55
Lähteet	57

1 Johdanto

Euroopan unionin jätelainsäädännön kaatopaikkadirektiivin (1999/31/EY) mukaan kaatopaikalle sijoitettavan biohajoavan yhdyskuntajätteen määrää on vähennettävä vuoden 1995 tasosta 35 %:iin vuoteen 2016 mennessä. Tämä tarkoittaa sitä, että biohajoavan yhdyskuntajätteen kaatopaikkakäsittelyä on Suomessa rajoitettava vuonna 2016 enintään 0,7 miljoonaan tonniin. (Ympäristöministeriö 2004.)

Valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteena on, että loppusijoitukseen kaatopaikoille päätyisi vuonna 2016 korkeintaan 20 % yhdyskuntajätteistä. Valtakunnallisen biojätestrategian mukaan kaatopaikoille sijoitetaan vain sellaista biohajoavaa jätettä, jolle muunlainen käsittely tai hyödyntäminen erilaisista syistä ei ole mahdollista. (Ympäristöministeriö 2004.)

Itä-Suomen alueellisen jätesuunnitelman tärkeimpiin painopisteaiheisiin vuoteen 2016 mennessä kuuluvat jätteiden energiakäytön lisäys, biohajoavien jätteiden käsittelyn kehittäminen ja haja-asutus alueiden jätehuollon kehittäminen. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009, 21.)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millä edellytyksillä biojätteiden erilliskeräyskeräys on kannattavaa Puhas Oy:n toiminta-alueella. Tutkimuksessa selvitetään nykyisten biojättemäärien mahdollista lisäystä ottaen mukaan uusia biojätteenkeräysalueita. Tulevaisuuden tavoitteena on saada kaikki mahdollinen biojäte pois kaatopaikkasijoituksesta, jolloin tässä työssä tehdyt kustannuslaskelmat toimivat perustana biojätteen erilliskeräyksen kannattavuutta mietittäessä.

2 Puhas Oy

Yhtiö perustettiin 27.9.1996 jolloin Joensuun kaupungin lisäksi mukana olivat Enon, Kontiolahden, Kiihtelysvaaran, Ilomantsin, Liperin, Tuupovaaran, Polvijärven ja Pyhäselän kunnat. Yhtiön kotipaikkana toimii Joensuu ja varsinainen toiminta siellä aloitettiin 1.1.1997. (Joensuun Seudun Jätehuolto Oy 2010, 6.)

Puhas Oy:n osakaskuntien jätteenkäsittely on keskitetty Joensuussa sijaitsevaan Kontiosuon jätekeskukseen. Jätekeskus on kaikkien kuntien ja niiden kuntalaisten käytössä. Se vastaanottaa kaatopaikalle menevän sekajätteen lisäksi hyötyjätteitä, erityisjätteitä, vaarallisia jätteitä, energiakäyttöön meneviä jätteitä sekä sähkölaitteita. (Joensuun kaupunki 2011.)

Yhtiön toimialana on kestävä kehitys tukeva ja edistävä jätteiden keräily, kuljetus ja käsittely. Keskeisimmät palvelut ovat jätteiden vastaanotto, käsittely ja loppusijoitus. Yhtiö huolehtii myös hyötyjätteiden kierrätyksestä ja hyötyjätteen keräyspisteistä. Kotitalouksien ongelmajätehuolto ja mullan myynti kuuluvat myös Puhas Oy:n palveluihin. Yhtiö toimii omakustannusperiaatteella eli yhtiön tekemä mahdollinen voitto käytetään jätteenkäsittelyn kehittämiseen. Vuoden 2010 liikevaihto oli 5,59 miljoonaa euroa. (Joensuun Seudun Jätehuolto Oy 2010, 6.)

Puhas Oy:n tarkoituksena on kaatopaikkadirektiivin (1999/31/EY) ja valtakunnallisen jätesuunnitelman asettamien tavoitteiden mukaisesti vähentää biohajoavan jätteen määrää Kontiosuon jätekeskuksen kaatopaikkasijoituksessa. Samalla voidaan vähentää syntyvän kasvihuonekaasun, metaanin syntyä. Tarkoituksena on saada myös lisää biohajoavaa jätettä biokaasun tuotantoon Biokymppi Oy:lle. Tämä saavutetaan yhä tehokkaammalla ja laajemmalla biojätteiden lajittelulla ja keräyksellä.

3 Biojätehuolto

3.1 Erilliskeräyksen määritelmät

Biojätteellä tarkoitetaan sellaista eloperäistä elintarvike- tai puutarhajätettä, joka on kokonaisuudessaan kiinteää, biologisesti hajoavaa vaaratonta jätettä. Biohajoavaa jätettä taas ovat biojätteen lisäksi puu-, paperi-, kartonki ja rasvajäte sekä maatalouden sivutuotteet. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009, 65.)

Erilliskeräyksessä jokainen ”jäännösjae” on asunnossa ja kiinteistössä omana jakeenaan ja se myös kuljetetaan pois jatkokäsittelyyn omana jakeenaan. Erilliskeräyksessä- ja kuljetuksessa jokainen kiinteistö tarvitsee yhtä monta keräysastiaa- tai paikkaa kuin kerättäviä jätejakeita on. (Kojo, Roos & Sillanpää 2004, 39.)

Valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteena on vähentää jätehuollosta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä alentamalla biohajoavan jätteen määrää kaatopaikoilla sekä lisäämällä metaanin talteenottoa (Pohjois-Karjalan... 2011, 56). Biohajoavat jätteet pyritään ohjaamaan kaatopaikkasijoituksen sijaan joko kompostointiin, mädätykseen tai energiahyödyntämiseen, koska hajotessaan kaatopaikkojen hapettomissa oloissa ne muodostavat kaatopaikkakaasua. Kaatopaikkakaasu sisältää hiilidioksidia ja metaania, joka on erittäin voimakas kasvihuonekaasu. (Knuutila 2012, 12.) Tehokas keino jätteistä syntyvien kasvihuonekaasujen vähentämiseen on biohajoavan jätteen syntypaikkalajittelu ja sen käsittely erillisissä laitoksissa. (Pohjois-Karjalan... 2011, 56.)

3.2 Biojätehuollon valtakunnalliset ja alueelliset tavoitteet ja säädökset

3.2.1 Valtakunnalliset tavoitteet

Biojätteen erilliskeräys- ja käsittelyvaatimus johtuu valtakunnallisesta säädöksestä (valtioneuvoston päätös kaatopaikoista VNp 0861/1997), joka määrää,

että kaatopaikalle ei saa sijoittaa sellaista asumisessa syntynyttä jätettä tai siihen rinnastettavaa teollisuus-, palvelu- tai muunlaisessa toiminnassa syntynyttä jätettä, josta suurinta osaa biohajoavasta jätteestä ei ole kerätty talteen jatko-hyödyntämistä varten. Vaatimus kiristyy asteittain niin, että vuonna 2016 biohajoavaa jätettä menee kaatopaikalle enintään 0,7 miljoonaa tonnia. (Finlex 2012.)

Suomen uudessa 1.5.2012 voimaan tulleessa jätelaissa (646/2011) on kirjoitettu jätteiden erilläänpitovelvollisuudesta 15. §:ssä. Siinä mainitaan, että lajiltaan ja laadultaan erilaiset jätteet on kerättävä ja pidettävä erillään toisistaan niin hyvin, kuin se on tarpeellista ja teknisesti ja taloudellisesti mahdollista. Kuitenkin jätteiden erilliskeräyksen vaatimukset voivat olla erilaisia eri alueilla ottaen huomioon väestötiheyden, jätteen määrän ja sen hyödyntämismahdollisuudet. Erilliskeräyksen mahdollistamiseen vaikuttavat myös sen aiheuttamat ympäristövaikutukset ja kustannukset. (Jätelaki 2011.)

3.2.2 Alueelliset tavoitteet

Biojätteen erilliskeräys- ja kompostointivelvoitteet vaihtelevat kunnittain Pohjois-Karjalassa. Noin 15–25 % Itä-Suomen kunnista biojätteen erilliskeräys on rajattu biojätteen ja huoneistojen määrän ohella kiinteistön sijainnin mukaan (taajama tai haja-asutusalue). Vain 15 % kunnista biojätteiden erottelu on aina pakollista. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009, 65–66.)

Puhas Oy:n toiminta-alueella erilliskeräysvelvoitteet koskevat asemakaava-alueilla sijaitsevia kerros- ja rivitaloja sekä muita kuin sellaisia asuinkiinteistöjä, joissa biojätettä syntyy yli 50 litraa viikossa. Biojätteet on velvoitettu lajittelemaan kerros- ja rivitaloissa sekä erilaisissa kunnan laitoksissa kertymästä riippuen. Muilla kiinteistöillä suositellaan vastaavasti biojätteiden kompostointia. (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2011, 54.)

Itä-Suomen jätesuunnitelmassa on esitetty erilaisia kehittämistoimia tietyille painopistealueille. Biojätteen erilliskeräyksen tavoitteena on laajentaa sitä taajamien rivi- ja kerrostaloille, kaupoille, ravintoloille, suurkeittiöille ja vastaaville

kiinteistöille Itä-Suomen alueella. Suunnitelmassa on suositeltu myös yhteisten keräysastioiden, ns. kimppa-astioiden, käyttöönottoa, koska se on jätemäärien ja kulkuyhteyksien puolesta käytännöllistä. Haja-asutusalueiden sekajätteen, hyötyjätteen ja biohajoavan jätteen määriä tulee tutkia niin, että keräysjärjestelmät voidaan mitoittaa kustannustehokkaasti. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009, 30–31.)

3.3 Biojätehuolto haja-asutusalueilla

Haja-asutusalueiden jätehuollon suunnittelua ohjaa jätelain muutos 452/2004 joka astui voimaan 1.9.2004. Muutoksen seurauksena kiinteistöjen omistajien ja haltijoiden on liityttävä järjestettyyn jätehuoltoon. Jätteenkuljetus on järjestettävä niin, että jokaiselle kunnan asukkaalle on mahdollisuus saavuttaa jätehuollon riittävä palvelutaso ja että jätteiden keräyspaikat ovat kohtuullisesti saavutettavissa. (Suomen ympäristökeskus 2004, 7.)

Osittain harvaan asutulla Itä-Suomen alueella haja-asutusalueiden kerättävät jätemäärät ovat pieniä ja välimatkat pitkiä. Vapaa-ajan asutus voi varsinkin kesäaikaan moninkertaistaa paikkakunnan asukasmäärän. Vapaa-ajan asunnot ovat myös entistä useammin ympärivuotisessa käytössä (Itä-Suomen... 2009, 49). Haja-asutusalueen jätehuollon nykyisellä tasolla ei saavuteta valtakunnallisen jättesuunnitelman jätteen hyötykäytön tavoitteita. Parhaiten hyötykäyttöä ja jätehuollon kehitystä nostaa materiaalina ja energiana käytettävien jätteiden tehostettu keräys. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009, 24.)

Haja-asutusalueiden jätehuollon yleisiin kehittämistoimiin Itä-Suomen alueella kuuluu, että hyötyjätteiden ja kaatopaikalle sijoitettavan jätteen keräys kiinteistö- tai keräyspistekohtaisena on hyvin saavutettavissa jokapäiväisen asiointin reiteillä. Kehittämistoimiin kuuluu myös suosia yhteisten keräysastioiden (ns. kimppa-astioiden) käyttöönottoa, jos se on kulkuyhteyksien ja jätemäärien kannalta järkevää. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009, 31.) Haja-asutuksen jätehuollolle haasteita aiheuttaa jätteiden lajittelun kunta- ja taajamakohtaisuus sekä loma-asukkaiden tiedotus ja neuvonta. Yhtenäisten menettelytapojen li-

sääntymisen vähentäisi mm. lajitteluvirheitä. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009, 58.)

Puhas Oy:n toiminta-alueen kunnissa on ympärivuotisia ja kesäaikaisia keräyspisteitä sekajätteille, muualla paitsi Kontiolahdella. Näitä aluekeräyspisteitä voivat käyttää asiakkaat, jotka maksavat aluekeräyspistemaksun. Maksut määräytyvät sen mukaan, onko kyseessä vakituinen asunto vai vapaa-ajan asunto. Aluekeräyspistemaksut nousivat 1.1.2012 varsinkin 1 - 2 hengen talouksissa, jolloin asukkaiden kannattaa jätehuollossa siirtyä kiinteistökohtaiseen tai kimp-pakeräilyyn. Varsinkin haja-asutusalueella kimppa-astioiden käyttö on edullisempaa, jolloin yksityisten osakkaat voivat perustaa yhteisen "tiekimppan", mihin tien varrella olevat taloudet liittyisivät. (Joensuun Seudun Jätehuolto Oy.)

Aluekeräyspisteiden sijaintipaikassa on otettava huomioon erinäisiä tekijöitä. Tavoitettavuuden kannalta keräyspisteiden tulee sijaita luonnollisten kulkureittien varrella, sopivan matkan päässä jätteiden vientikertoja ajatellen niin, että käyttäjillä ja keräysajoneuvoilla on helppo pääsy alueelle. Keräyspisteen suunnittelussa tulee miettiä myös turvallisuutta ja häiriöiden välttämistä. Melu, roskaaminen ja hajut saattaa aiheuttaa alueella ongelmia, joten kovin lähelle asutusta keräyspistettä ei voida suunnitella. Muiden toimintojen läheisyys pitää ottaa huomioon, kuten mahdolliset leikkipaikat tai uimarannat yms. Myös maisemavaikutukset voivat vaikuttaa osaltaan keräyspisteen sijainnista päättämiseen. Oleellisesti keräyspisteiden sijaintiin vaikuttavat kustannukset. Niitä muodostuu rakennus- ja maanrakennuskustannuksista, keräyspisteiden ylläpitokustannuksista sekä kulutetusta tyhjennystyöajasta. (Kumpulainen 2004, 40–41.)

Esa Kumpulaisen insinööriyössä (2004) tehtiin kyselytutkimus eri jätehuoltoorganisaatioille aluekeräyspisteitä koskien. Tutkimuksessa havaittiin, että parhaiten haja-asutusalueiden jätehuolto toimii kiinteistökohtaisena, kun se vain on mahdollista. Aluejätekeräyspisteiden käyttö pidetään toissijaisena vaihtoehtona. Tulosten yhteenvedossa on kirjoitettu, että eteläisen Suomen jätteiden aluekeräyspisteet ovat olleet väärinkäytettyjä. Kyseisten haja-asutusalueiden jätehuolto kannattaa toteuttaa yhteisillä jäteasteioilla naapureiden kanssa. Tällöin väärinkäytökset vähenevät, kun jokainen on vastuussa omista jätteistään. Tutkimuk-

sessä on esitetty mahdollisten valmiiden tieorganisaatioiden käyttö myös yhteisen jätehuollon käytössä. (Kumpulainen 2004, 65.)

4 Biojätteen keräys ja kuljetus

4.1 Biojätteen keräys ja kuljetus Puhas Oy:n toiminta-alueella

Puhas Oy:n alueella biojätteitä kerätään Joensuun, Kontiolahden ja Liperin kunnissa. Kerätyt biojätteet viedään ensin Kontiosuon jätekeskukselle, joka toimii biojätteiden siirtokuormaus asemana. Sieltä biojätteet lastataan kolmeen eri konttiin ja kuljetetaan Kiteelle BioKymppi Oy:lle loppukäsittelyä varten. (Hakala 2012.)

Joensuun, Kontiolahden ja Liperin alueella jätteiden kuljetus on 1.1.2012 lähtien kuulunut HFT Networks Oy:lle. Kyseisellä toimialueella jätteiden logistiikkapalvelut on siirretty HFT Networks Oy:n Partner yritykselle EnviroNet Oy:lle. Polvijärvellä jätteiden kuljetuksesta vastaa Kuljetusliike Kettunen Oy (Malinen 2011). Puhas Oy:n toiminta-alueen biojätteet voidaan kerätä kolmella erilaisella autolla. Biojätettä kerätään kahdessa eri 8 tunnin mittaisessa vuorossa, yhteensä 16 tuntia päivässä EnviroNet Oy:n toiminta-alueella. (Hakala 2012.)

Eniten ongelmia Puhas Oy:n alueen biojätteen keräykseen aiheuttavat ylipainavat biojäteastiat. Painavat biojäteastiat lisäävät kuljettajille tapahtuvien työtapa-turmien riskiä huomattavasti sekä aiheuttavat jäteastioiden rikkoutumista. Taloyhtiöiden suositeltu biojäteastian koko on 240 litraa. Ruoan valmistuskeittiöiden ja ravintoloiden biojäteastioiden kooksi suositellaan 140 litrasta astiaa, koska keittiöiden biojäte on yleensä märempää ja siitä syystä painavampaa, jolloin pienemmät jäteastiat ovat helpompia tyhjentää. (Hakala 2012.)

4.2 Biojätteiden keräyksen ja kuljetuksen logistiset vaihtoehdot

Biojätteen keräyksessä ja kuljetuksessa suurin huomio kiinnittyy taloudellisen ja kustannustehokkaan logistiikan järjestämiseen. Jätekuljetuksilla ja logistiikalla on suuri merkitys yrityksen liiketoiminnassa ja materiaalivirtojen hallinnassa. Kuljetukset aiheuttavat osaltaan myös ympäristövaikutuksia. Tämän vuoksi jätealan yritysten on toiminnassaan pyrittävä löytämään mahdollisimman kannattava, tehokas ja ympäristöystävällinen vaihtoehto logistiikkansa hoitamiseksi. (Valtion ympäristöhallinto 2011.)

Biojätteiden keräyksen ja kuljetuksen yleisiksi vaihtoehdoiksi ovat tulleet integroitu bio- ja sekajätteen keräys ja kuljetus sekä biojätteen erilliskeräys ja kuljetus. Puhas Oy:n toiminta-alueella käytetään suurimmaksi osaksi bio- ja sekajätteen integroitua keräystä ja kuljetusta, mutta osittain myös biojätteen erilliskeräystä ja kuljetusta.

4.2.1 Biojätteen keräys ja kuljetus integroituna sekajätteen keräykseen ja kuljetukseen

Biojätteen integroitu keräys ja kuljetus tarkoittaa samanaikaisesti tapahtuvaa bio- ja sekajätteen keräystä ja kuljetusta. Tällöin näiden jätejakeiden tyhjennysrytmi on sama. Integroidussa keräyksessä ja kuljetuksessa pystytään samalla ajokilometrimäärällä keräämään useampaa jätejakeita kerralla. Työajallisesti keräykseen kuluu pitempi aika kun samalla kerralla tyhjenetään kaksi jäteastia.

Puhas Oy:n toiminta-alueella bio- ja sekajätteen integroidussa keräyksessä EnviroNet Oy käyttää kahta eri automallia. Ensimmäinen EnviroNet Oy:n käyttämä automalli on Scania P360, joka on 4,5m³ välisäiliöllä varustettu lokeropakkaaja. Autossa on syväkeräysnosturi, Opticruise vaihteisto ja NTM päällirakenne. Toinen automalli on muuten samanlainen, mutta ilman syväkeräysnosturia. (Hakala 2011.)

Lokeroautoilla kerätään Liperin ja Kontiolahden alueet. Myös Joensuun keskustaa eli ruutukaava-alue sekä muut soveltuvat kiinteistöt, joissa bio- ja sekajätteillä

on sama tyhjennysrytmi kerätään lokeroautoilla. Näiden kiinteistöjen bio- ja sekajätteet kerätään siis samalla kerralla eli käytetään integroitua bio- ja sekajätteen keräystä. (Hakala 2011.)

4.2.2 Biojätteen erilliskeräys ja kuljetus

Biojätteen erilliskeräyksessä ja kuljetuksessa kerätään tehostetusti pelkkää biojätettä. Pelkän biojätteen erilliskerääminen sopii erittäin tiheiden alueiden biojätteiden keräämiseen, jossa myös biojättekertymät ovat riittävän suuria. Näitä paikkoja ovat isojen kaupunkien keskusta-alueet.

Tietyissä kohteissa biojätteiden tyhjennysrytmi voi olla tiheämpi mitä sekajätteen. Yleensä näissä kohteissa biojätettä myös syntyy enemmän. Tällöin yksilokeropakkaaja-auton käyttö on perusteltua biojätteiden keräyksessä (Hakala 2012). Puhas Oy:n toiminta-alueella biojätteen erilliskeräykseen ja kuljetukseen EnviroNet Oy käyttää 2-akselista yksilokeropakkaajaa. Malliltaan auto on Scania P 340 ja päällirakenne on NTM. Auton tilavuus on 15,8 m³. (Hakala 2011).

4.3 Biojätteen keräysvaihtoehdot, esimerkkinä Jyväskylän kaupunki

Jyväskylä alkoi Suomen ensimmäisenä kuntana lajitella biojätteitä 1.6.1996 (Kovanen 2012a). Jyväskylän kaupungilla on pitkä historia biojätteiden lajitellussa ja erilliskeräyksessä, joten Jyväskylästä saadun tiedon ja kokemusten hyödyntäminen kannattaa ottaa huomioon myös Puhas Oy:n biojätteiden erilliskeräyksen tehostamista mietittäessä.

1.6.1996 lähtien Jyväskylässä hyödynnettävät jätejakeet on lajiteltu syntypaikkala erikseen. Kiinteistökohtainen keräys jakaantui alle viiden huoneiston (omakotitalot ja rivitalot) ja vähintään viiden huoneiston sisältäviin kiinteistöihin. Kaikilla kiinteistöillä on jätehuoltomääräyksien mukaan oltava joko biojäteastia tai kompostori sekä kuivajäteastia. Vuosien 1996–1999 aikana biojätteen määrä Jy-

väskylässä nousi reilusta 2 000 tonnista yli 5 000 tonniin. Vuotuinen biojätetkertymä oli noin 70 kg asukasta kohti. (Kovanen 2012a.)

Ramboll Finland Oy:n tekemässä konsulttityössä Jyväskylän kaupungille on tarkasteltu Jyväskylän jätekuljetusten urakka-alueita. Jyväskylän ydinkeskustan kuiva- ja biojätteet ajetaan eri kuormissa, kun taas muilla alueilla jätteet ajetaan monilokeroautoilla samoihin kuormiin. Tarvittavaan keräystehokkuuteen haja-asutusalueella päästään käyttämällä monilokeroautoa. Raportissa on tehty koikeilu, jossa yhdellä esimerkkialueella kerättiin bio- ja kuivajätteet omiin kuormiinsa sekä vaihtoehtoisesti samoihin kuormiin monilokeroautoa käyttäen. Tuloksissa monilokeroautolla päästiin aikasuoritteessa vain vähän (4 %) tehokkaampaan ratkaisuun kuin erikseen ajettaessa. Kilometrisuoritteessa ero oli vastaavasti 25 % monilokeroauton hyväksi. (Hokkanen, Mutanen & Vähätörmä 2009, 12.)

Jyväskylän alueella biojätteen kerääminen pakkaavilla jäteautoilla onnistuu yleisesti ottaen hyvin. Ongelmia voivat muodostaa nestemäiset biojätteet talviaikaan, jolloin ne jäätyvät kiinni jäteastioihin. Tällöin astiat voivat haljeta ja rikoontua. Muutamissa paikoissa biojäte on erittäin nestepitoista, jolloin nesteitä pääsee valumaan kaksikammioautoista teille. Isoimmille keittiöille on annettu ohjeeksi käyttää biojätteen kanssa seosaineena turvetta, joka imee kosteutta. (Kovanen 2012b.)

Jyväskylän haja-asutusalueen asukkaille suositellaan biokimppa-astian tai kompostorin käyttöä. Biojäteastioiden tyhjennysvälit isoilla kiinteistöillä on 1 viikko, kun pienikiinteistöjen pisin tyhjennysväli kesäaikaan on 2 viikkoa ja talviaikaan 4 viikkoa. Omakotitalokiinteistöillä biojäteastia ei useinkaan tule täyteen kahden viikon aikana, joten yhteisten kimppa-astioiden käyttö on järkevää ja taloudellisesti kannattavaa. Kompostointi vapauttaa biojätteen kuljetuksesta ja biojättemaksusta, mutta vaatii erillisen kompostointi-ilmoituksen. (Kovanen 2012b.)

Vuoden 2009 alussa Jyväskylän maalaiskunta ja Korpilahti liittyivät Jyväskylän kaupunkiin jolloin biojätteen määrä nousi yli 7000 tonniin. Kuitenkin vuoden 2011 aikana biojätettä kerättiin edellisiä vuosia vähemmän saannon jäädessä

alle 7000 tonniin. Väkiluku 1.1.2011 Jyväskylässä oli 131 993. (Kovanen 2012a.)

4.4 Biojätteiden keräyksen ja kuljetuksen vaikutukset

4.4.1 Ympäristövaikutukset

Käytettäessä biojätteen erilliskeräystä kaikki sen käsittelymenetelmät nostavat biojätteen hyötykäyttöastetta. Mädätyksessä syntyvä biokaasu voidaan käyttää hyväksi energiatuotannossa tai liikennepolttoaineena. Biokaasun käyttö vähentää energiatuotannon päästöjä. Kompostituotteiden ja mädätteiden käyttö parantaa viljelymaiden rakenteita ja vähentää ravinnevalumia. Kokonaisuudessaan biojätteen materiaalihyötykäyttö vähentää luonnonvarojen käyttöä. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009, 55.)

Positiivisena ympäristövaikutuksena voidaan pitää myös jätteiden hajuhaittojen vähentymistä jätteiden lajittelun tehostuessa. Biojätteen aluekeräys saattaa kuitenkin lisätä aluekeräyspisteillä ilmeneviä hajuhaittoja (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009, 57). Haittaeläimistä aiheutuvat ongelmat vähenevät jätekeskusten alueella, kun niille on vähemmän ravintoa tarjolla. Biojätteen erilliskeräys vapauttaa myös kaatopaikkatilaa, jolloin se helpottaa jäljellä olevan kuivajätteen käsittelyä. (Jätekukko 2004, 5.)

Biojätteen erilliskeräyksen arvioidaan lisäävän liikennettä verrattuna siihen tilanteeseen, missä biojätettä poltettaisiin sekajätteen joukossa. Tällöin biojätettä ei kerättäisi erikseen. Biojätteiden poltto lisää hiukkaspäästöjä ja laskeumaa polttolaitosten yhteydessä. Laskeumalla voi olla vahingoittavia vaikutuksia herkimpiin eliöihin. Poltto lisää osaltaan myös jätemassojen käsittelytarpeita (kuivaus ja murskaus) sekä syntyviä sivuvirtoja (rejeki ja tuhka), joten samalla myös liikenne lisääntyy. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2009, 55.)

Mattola (2010, 27) on tutkinut Etelä-Pohjanmaan Lakeuden Etapin jätehuoltoyhtiön alueella biojätteen erilliskeräyksen ilmastovaikutuksia. Tutkimuksen mukaan biojätteen erilliskeräys lisää liikennettä, mutta samalla se pitkittäisi sekalaisen yhdyskuntajätteen keräysväliä. Erilliskerätyn biojätteen vaatimat lisäkulje-

tukset vähentävät muita jätelajeja, jolloin jätehuollon liikenteen päästöt kohdentuvat eri jätelajikkeille.

Mattolan (2010, 27) tutkimuksen johtopäätöksissä on todettu, että erilliskerätyn biojätteen liikenteen aiheuttamat päästöt ovat pienet eli 0,3 % kasvihuonekaasupäästöistä. Kerätessä talteen kaikki mahdollinen biojäte Lakeuden Etapin alueelta nousisi tällöin liikenteen aiheuttamat päästöt 4,7 %, mutta se näkyisi vähennyksenä toisaalla. Keskitetysti kerättävän biojätteen määrä Seinäjoen alueelta aiheuttaisi suhteessa pienimmät liikenteen päästöt (0,1 %), vaikka tällöin biojätteen keräyksen piiriin tulisi 5 000 asukasta lisää.

Rosk`n Roll Oy Ab:n (2010) teettämässä elinkaarianalyysissä on arvioitu biojätteen erilliskeräysjärjestelmän kattavuuden vaikutuksia keräyksestä ja kuljetuksista aiheutuviin KHK-päästöihin. Tutkimuksessa esiintyvät KHK-päästöt tarkoittavat kasvihuonekaasupäästöjä joiden yksikkönä käytetään hiilidioksidiekvivalenttia.

Analyysissä on vertailtu keskenään Länsi-Uudenmaan alueen biojätteiden keräyksen nykytilaa, tehostettua keräystä ja keräyksen lakkauttamista. Nykytila käsittää yhteensä 61 761 asukasta joiden vuosittainen biojättemäärä on 4 544 tonnia. Tehostetussa keräyksessä mukaan tulisivat haja-asutusalueen asukkaat jolloin keräysalueella olisi yhteensä 77 566 asukasta ja biojätettä muodostuisi 6215 tonnia vuodessa. (FCG Finnish Consulting Group Oy 2010, 10–11.)

Analyysin johtopäätöksissä huomattiin, että siirryttäessä nykyisestä biojätteen keräyksestä tehostettuun järjestelmään kuljetusrasitukset 7-kertaistuvat biojätetonnina kohden. Päästöjen lisääntyminen johtuu siitä, että haja-asutusalueen biojätteen keräys ja kuljetus lisäävät ajorasitusta kohtuuttomasti verrattuna biojättesaantoon. (FCG Finnish Consulting Group Oy 2010, 41.)

Biojätteen erilliskeräyksen laajentaminen haja-asutusalueelle voisi vähentää KHK-päästöä lähes puoleen, jos biojäteastiat tyhjennettäisiin ympäri vuoden kahden viikon välein. Tämä saattaa kuitenkin kesäaikaan lisätä bakteeri-, tuholaiseläin- ja hajuhaittoja. (FCG Finnish Consulting Group Oy 2010, 14.)

Rosk`n Roll Oy Ab:n elinkaarianalyysissä ilmaston kannalta edullisimpaan KHK-päästötaseeseen päästään, jos biojätteen erilliskeräys lopetetaan ja biojäte kerätään ja kuljetetaan sekajätteen mukana polttoon Vantaalle rakennettavaan jätevoimalaitokseen. Jätevoimalaitoksen sähkön- ja lämmöntuotannon kautta voidaan korvata fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja tätä kautta KHK-päästöhyvityksiä. (FCG Finnish Consulting Group Oy 2010, 37.) Rosk`n Roll Oy Ab:n internetsivuilla todetaan elinkaarianalyysin paljastavan biojätteen erilliskeräys kannattamattomaksi, eikä sillä huomata olevan ympäristö- tai taloudellista hyötyä. (Rosk`n Roll Oy Ab 2010.)

Envor Biotech Oy on käsitellyt vuonna 2009 valmistuneessa biokaasulaitoksessa erilliskerättyä biojätettä saman vuoden elokuusta lähtien. Yrityksen tilastotietoihin perustuvat luvut ovat ristiriidassa Rosk`Roll Oy Ab:n teettämän selvityksen kanssa. Tämä johtuu selvityksessä käytetyistä puutteellisista biokaasutuotannon tiedoista. Envorin omien taselaskujen mukaan biojätteen erilliskeräys ja käsittely biokaasulaitoksessa on ilmastovaikutuksiltaan selvästi ympäristöystävällisempi menetelmä kuin polttovaihtoehto. (Laine 2010.)

Rosk`Roll Oy Ab:n tutkimuksessa biojätteen lyhyen matkan keräilykustannuksilla sekajätteen osana ei ole laskettu lainkaan päästövaikutusta, kun biojätteen erilliskeräykselle on laskettu lähes 30 kg CO₂ ekv/t vaikutus. Käytännössä biojätteen erilliskeräys voidaan nykytekniikalla toteuttaa sekajätteen keräyksen yhteydessä kaksoislokeroautoilla, jolloin erillistä yhteiskeräyksen CO₂-päästöt ovat yhtä suuret. Siirtokuormauksesta muodostuvat kasvihuonepäästöt Envor Biotech Oy:llä ovat n. 5 kg CO₂ ekv/t. Matkaa siirtokuormauspisteeltä Forssaan on noin 85 km. (Laine 2010.)

4.4.2 Talousvaikutukset

Biojätevirtojen liiketoimintamahdollisuuksien syntymiseen vaikuttavat oleellisesti jätteiden keräyksen, kuljetuksen sekä käsittelyn aiheuttamat kustannukset. Kuljetuskustannukset muodostavat näistä suurimman osan. Kuljetuskustannukset ovat yhdistettävissä jätteiden sijaintipaikan ja niiden käsittelypaikan väliseen

etäisyyteen. Kuljetuskustannuksia voidaan vähentää rakentamalla pienempiä jätteenkäsittelylaitoksia nykyistä tiheämmin. (Rinne 2009, 94.)

Lahdelma (2002, 62) on havainnut, että biojätteen erilliskeräyksen kustannukset ovat merkittävästi suuremmat kuin sekajätteenkeräyksen. Omakotitaloalueilla keräyskustannukset muodostuivat yli kaksi kertaa suuremmiksi kuin kerros- ja rivitaloalueilla. Tutkimuksessa sekajätteenkeräyksen kokonaiskustannukset olivat n. 330 €/t ja biojätteen erilliskeräyksen n. 490 €/t.

Jätteenkeräyksen kokonaiskustannuksia ajatellen merkittävä tekijä on jäteastian täyttöaste. Sitä pitäisi pyrkiä kasvattamaan ja erityisesti pientaloalueilla pitäisi pyrkiä usean talouden muodostamien yhteisten keräyspisteiden käyttöön. Pitemmän ajan kuluessa yhteiset keräyspisteet pienentäisivät kuljetuskustannuksia keräysreittien ja keräystyöajan lyhentyessä. (Lahdelma 2002, 63.)

5 Tutkimustehtävä

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millä edellytyksillä biojätteiden erilliskeräyksen tehostaminen olisi kannattavaa Puhas Oy:n toiminta-alueella, mukaan lukien haja-asutusalueet. Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia biojätteen erilliskeräyksen taloudellista kannattavuutta verrattuna bio- ja sekajätteen integroituun keräykseen. Tutkimuksessa selvitetään myös biojätteen keräyksen ja kuljetuksen kasvihuonekaasupäästöt. Maantieteellisesti tutkimusalueeseen kuuluvat Joensuun kaupunki sekä Liperin ja Kontiolahden kunnat.

Toisena tutkimustehtävänä on selvittää biojätteiden erilliskeräyksen tehostamismahdollisuuksia nykyisten keräysreittien ulkopuolella. Tarkoituksena on selvittää keräysten ulkopuolisten alueiden erilliskerättävän yhdyskuntabiojätteen potentiaalit sekä keräyksen- ja kuljetuksen kannattavuus. Maantieteellisesti tutkimusalueeseen kuuluvat Joensuun kaupungin muut alueet (keskusta-alueita lukuun ottamatta) sekä Polvijärven kunta.

6 Aineisto ja tutkimusmenetelmä

Tutkimuksessa käytettiin Tietomitta Oy:n JHL-ohjelmistoa, jota käytetään jätehuollon asiakasrekisterin hallintaan. Sen kautta saatiin selville tutkimuksessa käytettävät biojäte- sekä sekajätekohteet. Ohjelman avulla pystyttiin tekemään erilaisia rajauksia, kuten ottamaan sekajätekohteista mukaan vain kunnan hallinnoimat kohteet sekä asunto-osakeyhtiöt.

Nykyiset biojätekeräyskohteet saatiin selville jätehuollon asiakasrekisteristä. Ensin aineisto järjestettiin postinumeron mukaan omiksi keräysalueikseen. Jokaiselle yksittäiselle kohteelle laskettiin sen vuodessa tuottama biojättemäärä ja sitä kautta saatiin yhteenlaskun avulla selville eri keräysalueiden vuodessa tuottama biojättemäärä. Kaikkien keräysalueiden biojättemäärät laskettiin yhteen, jolloin saatiin selville nykyinen biojättemäärä Puhas Oy:n toiminta-alueella 100

%,n, 80 %,n, 60 %,n, 40 %,n ja 20 %,n täyttöasteilla. Kuitenkin on huomioitavaa, että biojäteastioiden täyttöaste saa maksimissaan olla 66 %, jolloin jätehuoltomääräyksiä mukaiset enimmäispainot eivät ylitä.

Uusia biojätekohteita selvittäessä poistettiin aluksi kunnan hallinnoimista kohteista ja asunto-osakeyhtiöistä sellaiset kohteet, joilla biojätteen kerääminen ei ole kannattavaa tai kohde ei ole jatkuvassa käytössä. Epäselvien kohteiden tarkastamiseksi pyydettiin mielipidettä Puhas Oy:n työntekijältä Kati Maliselta. Tämän jälkeen aineisto järjestettiin postinumeron mukaan omiksi keräysalueiksi. Samalla kohteet rajattiin alle tai yli 5 huoneiston kohteisiin keräysalueittain. Uudet biojätekeräyskohteet saatiin selville laajasta materiaalista käyttämällä Excel-taulukkolaskentaohjelman suodatus-toimintoa, jonka avulla voidaan valita tietyt arvot jatkokäyttöä varten.

Tämän jälkeen alle ja yli 5 huoneiston jokaiselle 403 keräyskohteelle laskettiin erikseen sen mahdollisesti vuodessa tuottama biojättemäärä 100 %,n, 80 %,n, 60 %,n, 40 %,n ja 20 %,n täyttöasteilla. Lopuksi laskettiin yhteen näiden yksittäisten kohteiden biojättemäärät, jolloin saatiin selville eri keräysalueiden kokonaisbiojättemäärät. Tämän selvittyä pystyttiin laskemaan yhteen alle ja yli 5 huoneiston vanhojen ja uusien biojätekeräyskohteiden yhteenlaskettu biojättemäärä.

Tutkimuksen kustannuslaskennassa käytettiin Niemisen ja Isoahon (1995) tekemää kotitalousjätteen keräys- ja kuljetuslaskuria. Laskuri perustuu jätteen keräyksen ja kuljetuksen aikaetäisyyksiin. (Okkonen 2007, 329.) Laskurin avulla saadaan selville jätteiden kuljetusmatkat, hiilidioksidiekvivalenttipäästöt, henkilötyökustannukset, palkkakustannukset sekä polttoainekustannukset. Laskurissa käytetyt numeeriset arvot saatiin joko omista laskuista ja päätelmistä, kirjallisuudesta tai EnviroNet Oy:n toimitusjohtaja Kalle Hakalalta. LIPASTO-päästömallin avulla on absoluuttiset keräys- ja kuljetusajomatkat mallinnettu keräyksen ja kuljetuksen ympäristövaikutuksiksi (VTT 2012).

Jätteen keräys- ja kuljetuslaskurissa käytetyt kaavat:

Keräystyoaika (T)

$$T = D * t_d \quad (1.)$$

Keräyspäivien lukumäärä (D)

$$D * t_d = \frac{h * (T_z + T_l + T_r + T_t + T_p + T_v)}{60}, \text{ jolloin} \quad (2.)$$

$$D = \frac{h * (T_z + T_l + T_r + T_t + T_p)}{2 * (30 * t_d - h * t_v)}, \text{ missä } t_v = \frac{sv}{vt}$$

Osatyöajat (min/a)

Astioiden tyhjennysaika (T_z)

$$T_z = t_z * z * e \quad (3a.)$$

Tyhjennyksen valmistelu-aika (T_l)

$$T_l = t_l * n * e \quad (3b.)$$

Ajoaika keräysalueella (T_r)

$$T_r = \frac{sr * e}{vr} \quad (3c.)$$

Ajoaika tyhjennyspaikalle ja takaisin (T_t)

$$T_t = \frac{2 * st * K}{vt}, \text{ missä} \quad (3d.)$$

$$K = \frac{W}{m}, \text{ tai edelleen } K = \frac{V}{V_k}$$

Kuormien purkuaika (T_p)

$$T_p = t_p * K \quad (3e.)$$

Ajoaika varikolta keräysalueelle ja takaisin (T_v)

$$T_v = \frac{D \cdot 2 \cdot s_v}{v_t} \quad (3f.)$$

Vuotuiset ajokilometrit (S_{yht}) on laskettu yhteensä keräysalueella ajetusta matkasta (S_r), tauoilla ajetusta matkasta (S_h), ajosta keräysvarikolle ja takaisin (S_v) sekä ajosta keräysalueelta tyhjennyspaikalle ja takaisin (S_t) (Okkonen 2004, 40).

Keräysalueella ajettu matka (S_r)

$$S_r = s_r \cdot e \quad (4a.)$$

Tauoilla ajettu matka (S_h)

$$S_h = s_h \cdot D \quad (4b.)$$

Ajo varikkoalueella ja takaisin (S_v)

$$S_v = s_v \cdot 2 \cdot D \quad (4c.)$$

Ajo tyhjennyspaikalle ja takaisin keräysalueelle

$$S_t = s_t \cdot 2 \cdot K \quad (4d.)$$

Henkilötyö- ja polttoainekustannukset on laskettu käyttäen keräysaikaa ja ajo-matkaa kulujen laskentaan (Okkonen 2004, 40).

Henkilötyökustannus (H_t)

$$H_t = W \cdot w_a \cdot I_d \quad (5a.)$$

Polttoainekustannus (H_p)

$$H_p = h_p \cdot p \cdot T \quad (5b.)$$

Taulukosta 1 voidaan huomata kaavojen 1-5 merkitykset ja laskurissa käytettyjen vakioiden arvot.

Taulukko 1. Jätteen keräys ja kuljetusmallin muuttujien selitykset sekä käytettyjen vakioiden arvot

Symboli	Parametri	Yksikkö	Vakio
w	ominaisjättemäärä	kg/as/a	
	Asukkaiden lukumäärä taajamassa	kpl	
W	kokonaisjättemäärä	kg/a	
n	keräyspisteiden lukumäärä	kpl	
e	Astioiden tyhjennystiheys	kpl/a	
z	Astioiden lukumäärä	kpl	
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a	
tz	Astian tyhjennysaika	min/kpl	0,6
Tz	Astian tyhjennysaika yht.	min	
tl	tyhjennyksen valmisteluaika	min/kpl	0,67
Tl	tyhjennyksen valmisteluaika yht.	min	
sr	Keräysreitin pituus	km/reitti	
Sr	Ajokilometrit yht.	km/a	
vr	Ajonopeus keräysalueella	km/min	0,33
Tr	Ajoaika keräysalueella yht.	min/a	
m	Kuorman sallittu paino	kg/kuorma	6000
K	Kuormien lkm	kpl/a	
st	Etäisyys tyhjennyspaikalle	km	
vt	ajonopeus keräysalueen ulkop.	km/min	0,83
Tt	Ajoaikatyhj. paikalle ja takaisin	min/a	
tp	kuorman purkuaika	min/kpl	8
TP	kuormien purkuaika yht.	min/a	
sv	Etäisyys keräysalue-varikko	km	
Tv	Kokonaisvarikkoajoaika	min/a	
D	Keräyspäivien lkm	d/a	
h	Hukka-aika-kerroin (sis. tauot)		1,15
T	Keräysaika/vuosi	h/a	
Tk	Keräysaika/kuorma	h/kuorma	
Tr	Keräysaika/tyhj.reitti	h/tyhj.r.	
Tw	Keräysaika/jätetonni	h/t	
td	Työpäivän pituus	h/d	16
sh	Taukokilometrit/keräyspäivä	km/d	
Sh	Taukokilometrit/vuosi	km/a	
Sv	Ajot varikolle/varikolta	km/a	
St	Ajot tyhjennykseen	km/a	
Syht.	Ajokilometrit yht.	km/a	
Em	CO2 Eqv t /a		
T	Keräysaika/vuosi	h/a	
	tuntipalkka	Euro/h	28,00
	Palkka yht.	Euro/a	
	Välilliset palkkakust.26%	Euro/a	
Ht	Henkilötyökustannukset yht.	Euro/a	
p	polttoaineenkulutus	l/h	9
hp	polttoaineen hinta	Euro/l	1,5
Hp	Polttoainekustannus	Euro/a	

Jätteenkuljetuksen keräysajoon voidaan soveltaa LIPASTO-liikenteen päästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän jäteauton toimintaparametreja. Maantieajossa sovelletaan VTT:n mukaisia keskiarvoja 15 tonnin ja 40 tonnin kuorma-ajoneuvojen päästöparametreista. Vertailukelpoiseksi päästöt saadaan muuttamalla ne hiilidioksidiekvivalenteiksi, kuten kaavassa 6 havaitaan (Okkonen 2004, 42).

$$E_{\text{CO}_2\text{EKV.TR}} = S_{\text{yht}} * E_{\text{CO}_2} + S_{\text{yht}} * E_{\text{CH}_4} * \text{GWP}_{\text{CH}_4} + S_{\text{yht}} * E_{\text{N}_2\text{O}} * \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} \quad (6.)$$

$E_{\text{CO}_2\text{EKV.TR}}$ on jätteen keräys- ja kuljetusajosta syntyvä hiilidioksidiekvivalentiksi muunnettu epäpuhtauspäästö

S_{yht} on keräys- ja kuljetusmallin kautta johdettu kokonaisajokilometrien määrä

E_{CO_2} on hiilidioksidin päästökerroin (keräysajo 4957 g/km, maantieajo 832,5 g/km)

E_{CH_4} on metaanin päästökerroin (0,0135 g/km maantieajo)

$E_{\text{N}_2\text{O}}$ on typpioksiduulin päästökerroin (0,0365 g/km maantieajo)

GWP on Global Warming Potential -kerroin annettuna jokaiselle epäpuhtauspäästölle niiden lämmitysvaikutusten mukaan. Kaavassa 6 esiintyneen metaanin kerroin on 23 ja typpioksiduulin 296. (Okkonen 2004, 42.)

7 Nykyisten biojätekohteiden keräyksen ja kuljetuksen kustannuslaskennan tulokset

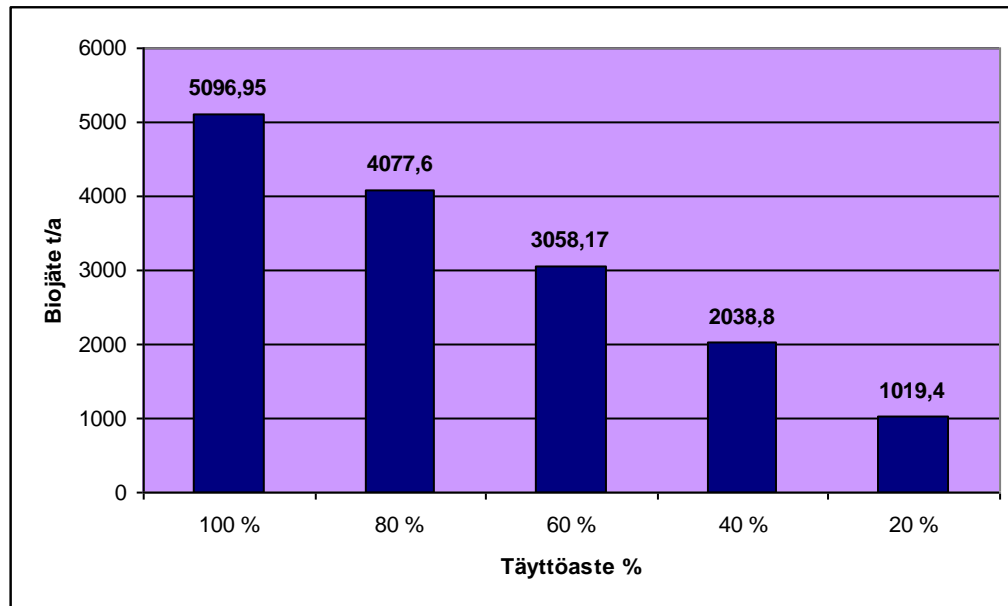
7.1 Nykyisten biojätekohteiden keräyksen ja kuljetuksen kustannuslaskennan lähtötiedot

Jätehuollon asiakasrekisterin mukaan biojätteiden keräyskohteita Puhas Oy:n toiminta-alueella 27.1.2012 oli yhteensä 1 368 kappaletta. Laskennan alussa eroteltiin omiksi biojätteen keräysalueikseen postitoimipaikan mukaan Joensuu, Kontiolahti, Lehmo, Paihola, Reijola, Niittylahti, Hammaslahti, Ylämylly, Viinijärvi ja Liperi. Keräysalueiden jakamisen avulla voidaan tarkemmin tarkastella Puhas Oy:n eri toimialueilla syntyvien biojätteiden määrää.

Biojätteen ominaispainona käytettiin Lahdelman (2002, 20) tutkimuksessa esitettyä keskiarvoa, joka oli 300 kg/m³. Biojätepotentiaali jaettiin viiteen eri vaihtoehtoon. Näitä olivat 100 %, 80 %, 60 %, 40 % ja 20 % biojätteen täyttöasteet. Täyttöasteella tarkoitetaan tässä tapauksessa sitä, miten täynnä biojäteastia prosentuaalisesti on, ennen kuin se tyhjenetään. Kunkin täyttöasteen tulokset saatiin kertomalla yhteen jokaisen eritellyn biojätekeräyskohteen bioastioiden lukumäärä, tyhjennuskerrat vuodessa, biojäteastian koko sekä biojätteen ominaispaino. Jokaisen erillisen biojätekeräyskohteen tulokset laskettiin yhteen, ja siten saatiin selville kunkin keräysalueen biojättemäärät eri täyttöasteilla.

7.2 Biojättemäärät alueittain nykyisillä biojätteen keräyskohteilla

Kuviosta 1 voidaan havaita, että yhteensä biojätettä nykyisillä keräysalueilla syntyi 100 %:n täyttöasteella 5 097 tonnia, 80 %:n täyttöasteella 4 077,6 tonnia, 60 %:n täyttöasteella 3 058,2 tonnia, 40 %:n täyttöasteella 2 038,8 tonnia ja 20 %:n täyttöasteella 1 019,4 tonnia vuodessa (kuvio 1).



Kuvio 1. Biojätepotentiaalit eri täyttöasteilla nykyisillä keräysalueilla

Suurimmat biojättemäärät olivat Joensuun keskusta-alueella, jossa 80 %:n täyttöasteella päästiin 3 367,7 tonniin. Pienimmät biojättemäärät löytyivät Niittylahden alueelta, jossa biojätettä 80 %:n täyttöasteella oli 23 tonnia (taulukko 2).

Taulukko 2. Biojätteen nykyiset keräysalueet ja biojätepotentiaalit eri täyttöasteilla

	Biojätepotentiaali 100 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 80 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 60 % täyttöaste (t/a)
Joensuu (keskusta- alue)	4209,62	3367,69	2525,77
Kontiolahti	119,03	95,22	71,42
Lehmo	108,11	86,49	64,86
Paihola	34,94	27,96	20,97
Reijola	80,18	64,15	48,11
Niittylahti	28,70	22,96	17,22
Hammaslahti	121,68	97,34	73,01
Ylämylly	185,33	148,26	111,20
Viinijärvi	72,70	58,16	43,62

Liperi	136,66	109,32	81,99
Yhteensä	5 096,95	4 077,6	3 058,17

	Biojätepotentiaali 40 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 20 % täyttöaste (t/a)
Joensuu	1683,85	841,92
(keskusta-alue)		
Kontiolahti	47,61	23,80
Lehmo	43,24	21,62
Paihola	13,97	6,99
Reijola	32,07	16,03
Niittylahti	11,48	5,74
Hammaslahti	48,67	24,33
Ylämylly	74,13	37,06
Viinijärvi	29,07	14,53
Liperi	54,66	27,33
Yhteensä	2038,78	1019,39

7.3 Eri keräysvaihtoehtojen kustannuslaskelmien tulokset nykyisillä biojätteen keräyskohteilla

Sekä integroidussa bio- ja sekajätteen keräyksessä ja kuljetuksessa kuin myös biojätteen erilliskeräyksessä käytettiin Niemisen ja Isoahon (1995) tekemää kotitalousjätteen keräys ja kuljetuslaskuria. Sen avulla pystyttiin laskemaan jätehuollosta aiheutuvia kustannuksia erikseen jokaisella keräysalueella. Eri keräysalueet liitettiin samaan taulukkoon, jossa ovat tärkeimmät kustannuksia aiheuttavat osa-alueet.

7.3.1 Integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen tulokset nykyisillä biojätteen keräyskohteilla

Eniten ajokilometrejä integroidussa bio- ja sekajätteen keräyksessä ja kuljetuksessa syntyi Joensuun keskusta-alueella (53 220,1 km/a), kun vähiten ajokilometrejä kertyi Paiholan alueella (1 252,6 km/a). Hiilidioksidiekvivalenttimäärät jakautuivat samalla tavalla. Isoimmat päästöt muodostuivat Joensuun taajama-alueella (46,5 t/a) ajettaessa ja pienimmät Paiholan alueella (1,1 t/a) (taulukko 3).

Taulukko 3. Nykyisten biojätekeräys kohteiden integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen ajokilometrien- ja hiilidioksidiekvivalenttipäästöjen määrät keräysalueittain

	Ajokilometrit yhteensä (km/a)	Hiilidioksidi-ekvivalentti (t/a)
Joensuu (keskusta-alue)	53 220	46,5
Kontiolahti	11 223	9,8
Lehmo	11 172	9,8
Paihola	1 252	1,1
Reijola	3 853	3,4
Niittylahti	2 968	2,6
Hammaslahti	6 132	5,4
Ylämylly	11 671	10,2
Viinijärvi	5 946	5,2
Liperi	8 971	7,8
Yhteensä	116 408	101,8

Taulukosta 4 katsomalla suurimmiksi palkkakustannukset muodostuivat Joensuun keskustan (292 621,1 €/a) sekä Lehmon alueilla (29 124,7 €/a), kun pienimmät palkkakustannukset laskettiin Paiholan (2 290,1 €/a) ja Reijolan (1 4810,0 €/a) alueille. Henkilötyökustannukset jatkoivat samalla linjalla palkkakustannusten kanssa ja olivat suurimmat Joensuun keskustan (368 702,6 €/a) sekä Lehmon alueilla (36 697,1 €/a) ja pienimmät Paiholan (2 885,5 €/a) ja Viinijärven alueilla (11 116,8 €/a) (taulukko 4).

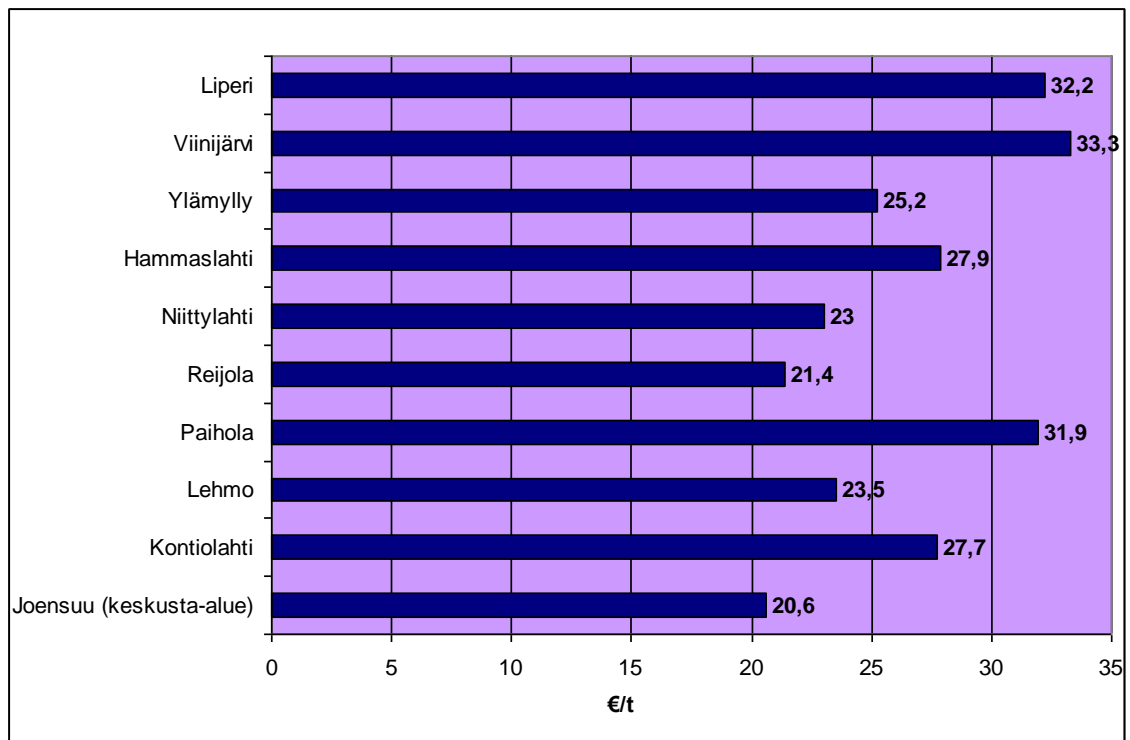
Huomattavasti suurimmat polttoainekustannukset laskettiin Joensuun keskusta-alueelle (141 085,2 €/a). Toiseksi suurimmat ne olivat Lehmon alueella (14 042,3 €/a). Pienimmiksi polttoainekustannukset osoittautuivat Paiholan (1 104,1 €/a) ja Viinijärven alueella (4 253,9 €/a) (taulukko 4).

Taulukko 4. Nykyisten biojätekeräys kohteiden integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset keräysalueittain

	Palkka- kustannukset (€/a)	Henkilötyö- kustannukset yhteensä (€/a)	Polttoaine- kustannukset (€/a)	Kokonais- kustannukset (€/t)
Joensuu (keskusta- alue)	292 621,1	368 702,6	141 085,2	20,6
Kontiolahti	21 716,4	27 362,6	10 470,4	27,7
Lehmo	29 124,7	36 697,1	14 042,3	23,5
Paihola	2 290,1	2 885,5	1 104,1	31,9
Reijola	1 4810,0	1 8660,6	7 140,5	21,4
Niittylahti	9 196,2	11 587,2	4 433,9	23,0
Hammaslahti	12 208,7	15 383,0	5 886,3	27,9
Ylämylly	26 339,3	33 187,6	12 699,3	25,2
Viinijärvi	8 822,9	11 116,8	4 253,9	33,3

Liperi	14 555,1	18 339,4	7 017,6	32,2
Yhteensä	431 684,5	543 922,4	208 133,5	

Kuviosta 2 voidaan todeta, että suurimmat kokonaiskustannukset bio- ja sekajätteen integroidulle keräykselle ja kuljetukselle laskettiin Viinijärven alueelle (33,3 €/t). Toiseksi suurimmat kokonaiskustannukset olivat Liperin alueella (32,2 €/t). Pienimmät kokonaiskustannukset olivat Joensuun keskusta-alueella (20,6 €/t) sekä Reijolan alueella (21,4 €/t) (kuvio 2).



Kuvio 2. Nykyisten biojätekeräyskohteiden integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset

7.3.2 Biojätteen erilliskeräyksen ja kuljetuksen tulokset nykyisillä biojätteen keräyskohteilla

Biojätteen erilliskeräyksen ja kuljetuksen yhteydessä eniten kilometrejä muodostui Joensuun keskusta-alueella (14 905,2 km/a) sekä Viinijärven (4 128,4km/a) ja Liperin alueilla (4 043,7 km/a). Vähiten kilometrejä tuli Reijolan

(1 341,9 km/a) sekä Niittyлахden (1 665,5 km/a) alueilla. Suurimmat hiilidioksidiekvivalenttimäärät mitattiin niin ikään Joensuun keskustan (13,0 t/a), Viinijärven (3,6 t/a) ja Liperin (3,5 t/a) alueilla (taulukko 5).

Taulukko 5. Nykyisten biojätekeräyskohteiden erilliskeräyksen ja kuljetuksen ajokilometrien- ja hiilidioksidiekvivalenttipäästöjen määrät keräysalueittain

	Ajokilometrit yhteensä (km/a)	Hiilidioksidi- ekvivalentti (t/a)
Joensuu (keskusta-alue)	14 905	13,0
Kontiolahti	1 801	1,6
Lehmo	1 767	1,5
Paihola	2 668	2,3
Reijola	1 341	1,2
Niittyлаhti	1 665	1,5
Hammaslahti	2 688	2,3
Ylämylly	2 805	2,5
Viinijärvi	4 128	3,6
Liperi	4 043	3,5
Yhteensä	37 811	33

Palkka- sekä henkilötyökustannukset olivat Joensuun keskusta-alueella huomattavasti suuremmat kuin muilla alueilla (226 366,6 €/a) ja (285 221,9 €/a), kuten taulukosta 6 havaitaan. Toiseksi korkeimmat ne olivat Ylämyllyn alueella (18 687,1 €/a) ja (23 545,7 €/a). Pienimmät palkka- ja henkilötyökustannukset olivat Paiholan alueella (3 112,7 €/a) ja (3 922,0 €/a) (taulukko 6).

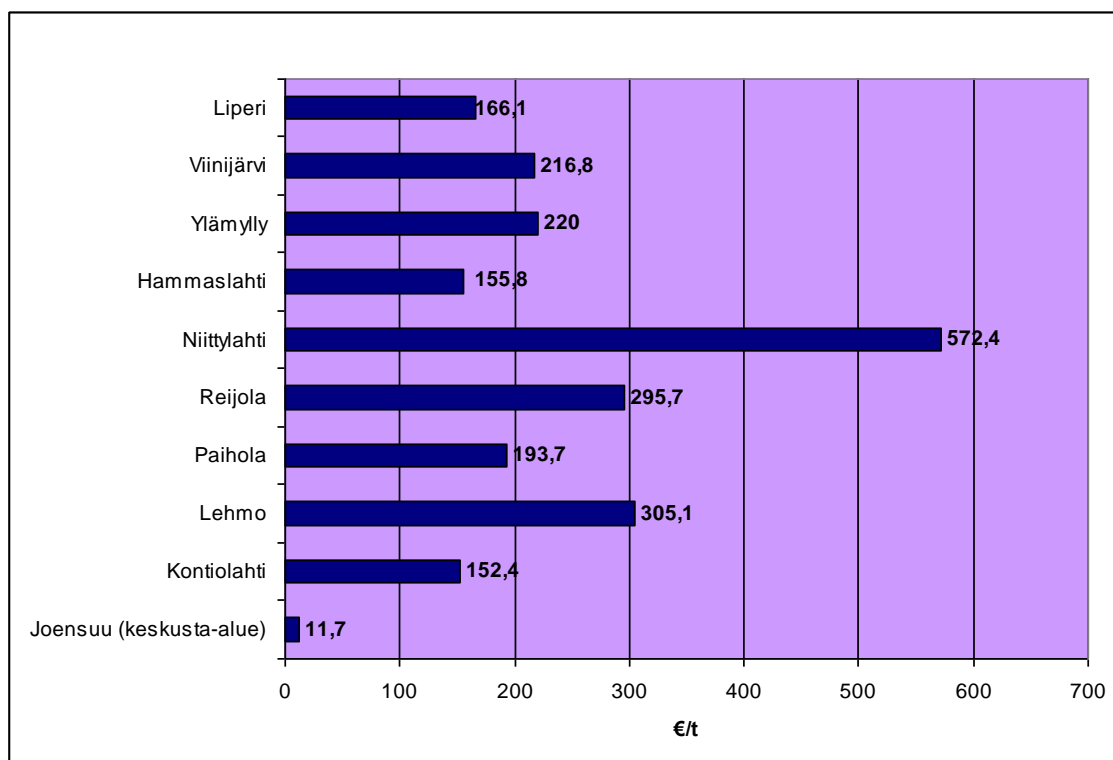
Suurimmat polttoainekustannukset olivat Joensuun keskustan (109 141,0 €/a) ja Ylämyllyn alueilla (9 009,8 €/a). Pienimmät polttoainekustannukset laskettiin Paiholan (1 500,8 €/a) sekä Viinijärven (3 480,5 €/a) alueilla (taulukko 6).

Taulukko 6. Nykyisten biojätekeräyskohteiden erilliskeräyksen ja kuljetuksen kustannukset keräysalueittain

	Palkka- kustannukset (€/a)	Henkilötyö- kustannukset yhteensä (€/a)	Polttoaine- kustannukset (€/a)	Kokonais- kustannukset (€/t)
Joensuu (keskusta- alue)	226 366,6	285 221,9	109 141,0	11,7
Kontiolahti	8 309,0	10 469,3	4 006,1	152,4
Lehmo	14 924,0	18 804,2	7 435,3	305,1
Paihola	3 112,7	3 922,0	1 500,8	193,7
Reijola	10 861,6	13 685,6	5 236,8	295,7
Niittylahti	7 557,2	9 522,0	3 643,6	572,4
Hammaslahti	8 674,3	10 929,6	4 182,2	155,8
Ylämylly	18 687,1	23 545,7	9 009,8	220,0
Viinijärvi	7 218,8	9 095,7	3 480,5	216,8
Liperi	10 393,8	13 096,1	5 011,3	166,1
Yhteensä	316 105,10	398 292,10	152 647,40	

Isoimmiksi kokonaiskustannukset muodostuivat Niittylahden alueella (572,4 €/t). Toiseksi suurin se oli Lehmassa (305,1 €/t) ja kolmanneksi ylsi Reijolan alue (295,7 €/t). Kokonaiskustannukset osoittautuivat muita huomattavasti pienemmiksi Joensuun keskusta-alueella (11,7 €/t). Muut kokonaiskustannuksiltaan

pienemmät alueet löytyivät Kontiolaudesta (152,4 €/t) sekä Hammaslahdesta (155,8 €/t), kuten kuviosta 3 voidaan havaita (kuvio 3).



Kuvio 3. Nykyisten biojätekeräyskohteiden erilliskeräyksen ja kuljetuksen kokonaishinnat

8 Uusien biojätekohteiden kustannuslaskenta

8.1 Uusien biojätekohteiden keräyksen ja kuljetuksen kustannuslaskennan lähtötiedot

Uusien biojätekohteiden selvittämiseksi jätehuollon asiakasrekisteristä otettiin rajauksen avulla erilleen kunnan hallinnoimat kohteet sekä asunto-osakeyhtiöt, joista tällä hetkellä kerätään sekajätettä. Yhteensä kohteita 26.3.2012 oli 5 743, joista kohteet rajattiin postinumeron mukaan omiksi keräysalueikseen. Näitä niin sanottuja vanhoja keräysalueita olivat: Reijola, Kontiolahti, Lehmo, Paihola, Lipperi, Ylämylly, Viinijärvi sekä Hammaslahti. Täysin uusia biojätteenkeräysalueita olivat Eno, Uimaharju, Kiihtelysvaara, Tuupovaara ja Polvijärvi. Verrattuna nykyisiin biojätekeräyskohteisiin uusista kohteista puuttuu Niittylahden alue, koska sieltä ei uusia keräyskohteita löytynyt. Tässä osaa tutkimusta tarkastelematta jätettiin Joensuun keskustan-alue, koska haluttiin saada tietoa lähinnä syrjäkyläistä ja haja-asutusalueista.

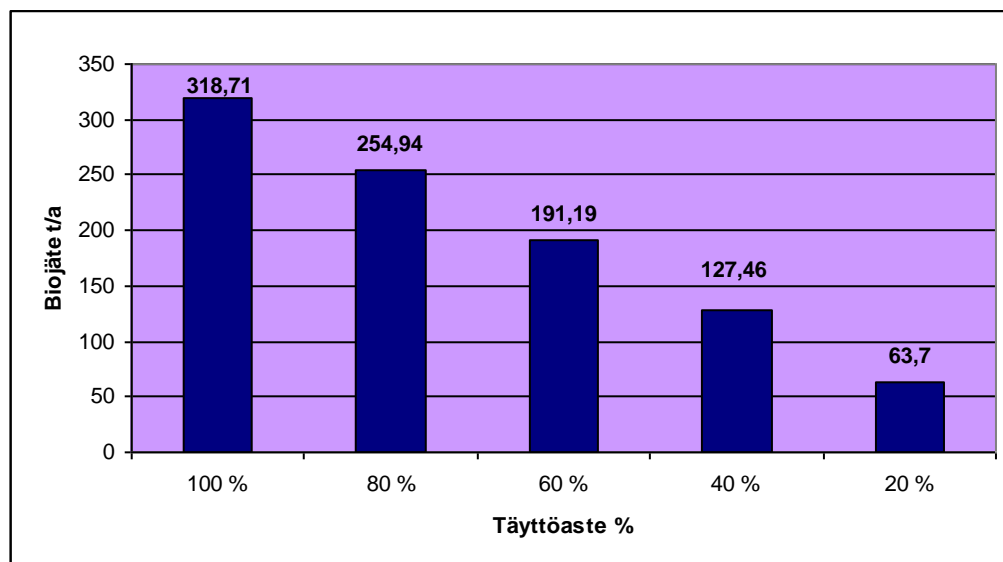
Aluksi kohteet eriteltiin alle ja yli 5 huoneiston kohteisiin, jolloin niitä on helpompi tulevaisuudessa jaotella biojättekertymien osalta. Mukaan otettiin myös muita kunnan hallinnoimia kohteita, joissa biojättekertymää oletetaan muodostuvan tarpeeksi keräyksen aloittamiseksi kyseisessä kohteessa. Lopullisen karsinnan jälkeen uusia biojätekohteita löydettiin yhteensä 403 kappaletta. Biojäteastioiden koko vaihteli 140 litraisista 240 litraisiin. Kaikissa yli 5 huoneiston kohteissa laskennassa käytettiin 240 litraista biojäteastiaa. Alle 5 huoneiston kohteissa (yhtä lukuun ottamatta) käytettiin 140 litraista biojäteastiaa. Biojäteastioita kohteissaan oli kaikissa tapauksissa yksi.

Laskelmissa käytettiin oletusarvoina samoja lukuja kuin nykyisten biojätekohteiden keräyksen ja kuljetuksen kustannuksia laskettaessa. Laskennoissa biojätteen ominaispainona käytettiin Lahdelman (2002, 20) tutkimuksessa esitettyä keskiarvoa, joka oli 300 kg/m³. Biojätepotentiaali jaettiin näissäkin laskuissa viiteen eri vaihtoehtoon. Näitä olivat 100 %, 80 %, 60 %, 40 % ja 20 % biojätteen täyttöasteet. Laskelmissa käytettiin samaa tapaa kuin aiemmissa täyttöasteiden

laskennoissa, kertomalla yhteen jokaisen eritellyn biojätekeräyskohteen bioastioiden lukumäärä, tyhjennuskerrat vuodessa, biojäteastian koko sekä biojätteen ominaispaino. Lopuksi jokaisen erillisen biojätekeräyskohteen tulokset laskettiin yhteen ja näin saatiin selville kunkin keräysalueen biojättemäärät eri täyttöasteilla. Laskettaessa uusia biojättemääriä keräysalueittain mukaan otettiin myös sellaiset keräysalueet, mistä biojätettä jo kerätään, mutta mistä pystyttäisiin silti lisäämään kerättävän biojätteen määrää. Näissä tuloksissa alueet ovat jaoteltu näihin ns. vanhoihin sekä uusiin keräysalueisiin, joista kummistakin on erikseen esitetty yli ja alle 5 huoneiston biojättekertymät.

8.2 Uudet biojättemäärät yli 5 huoneiston kohteissa keräysalueittain

Yhteensä lisäystä biojätteiden keräykseen vanhoilla keräysalueilla yli 5 huoneiston kohteissa saadaan 100 %:n täyttöasteella 318,71 tonnia, 80 %:n keräysasteella 254,94 tonnia, 60 %:n keräysasteella 191,19 tonnia, 40 %:n täyttöasteella 127,46 tonnia ja 20 %:n täyttöasteella 63,7 tonnia vuodessa. Tämä voidaan huomata kuviosta 4 (kuvio 4).



Kuvio 4. Yli 5 huoneiston biojätepotentiaalit eri täyttöasteilla vanhoilla keräysalueilla

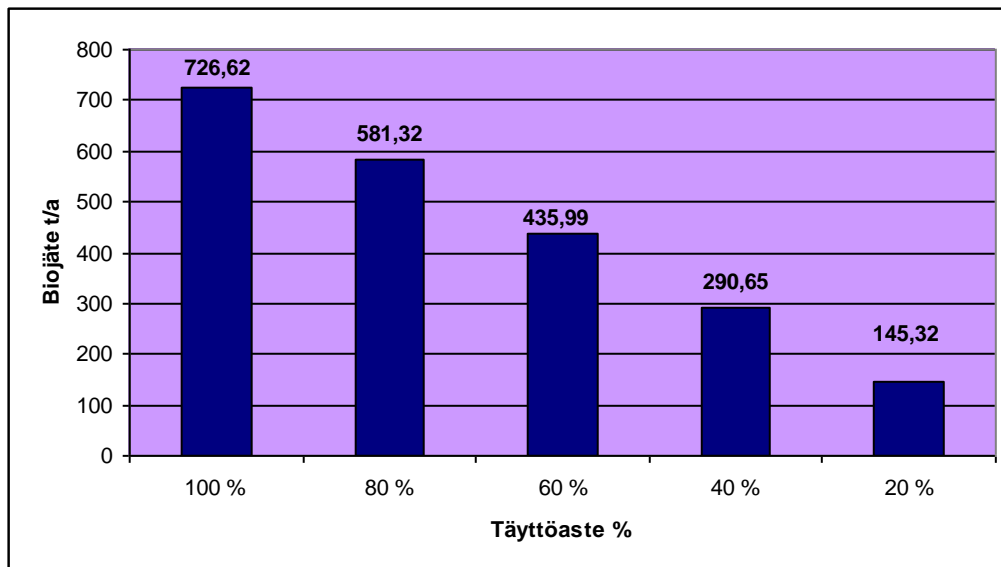
Vanhoilla keräysalueilla yli 5 huoneiston kohteissa suurimmat lisäykset biojätepotentiaaliin vuodessa saataisiin 80 %:n täyttöasteella Kontiolahtelta (67,10 tonnia) ja Ylämyllyltä (50,99 tonnia), niin kuin taulukko 6 osoittaa. Pienimmät lisäykset biojätepotentiaaliin saataisiin Reijolasta (5,36 tonnia) sekä Paiholasta (8,05 tonnia) (taulukko 7).

Taulukko 7. Yli 5 huoneiston biojätepotentiaalit vanhoilla keräysalueilla

	Biojätepotentiaali 100 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 80 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 60 % täyttöaste (t/a)
Kontiolahti	83,88	67,10	50,32
Lehmo	53,68	42,94	32,20
Paihola	10,06	8,05	6,03
Reijola	6,71	5,36	4,02
Hammaslahti	23,48	18,78	14,09
Ylämylly	63,74	50,99	38,24
Viinijärvi	23,48	18,78	14,09
Liperi	53,68	42,94	32,20
Yhteensä	318,71	254,94	191,19

	Biojätepotentiaali 40 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 20 % täyttöaste (t/a)
Kontiolahti	33,55	16,77
Lehmo	21,47	10,73
Paihola	4,02	2,01
Reijola	2,68	1,34
Hammaslahti	9,39	4,69
Ylämylly	25,49	12,74
Viinijärvi	9,39	4,69
Liperi	21,47	10,73
Yhteensä	127,46	63,7

Kuviosta 5 voidaan huomata, että uusilla keräysalueilla yli 5 huoneistojen koh-teissa kokonaisbiojättemäärä vuodessa 100 %:n täyttöasteella oli 726,62 tonnia, 80 %:n täyttöasteella 581,32 tonnia, 60 %:n täyttöasteella 435,99 tonnia, 40 %:n täyttöasteella 290,65 tonnia ja 20 %:n täyttöasteella 145,32 tonnia vuodes-sa (kuvio 5).



Kuvio 5. Yli 5 huoneiston biojätepotentiaalit eri täyttöasteilla uusilla keräysalueil-la

Suurimmat biojätepotentiaalit löytyivät 80 %:n täyttöasteella Polvijärveltä (177,15 tonnia) ja Enosta (133,08 tonnia). Vastaavasti pienimmät biojätepoten-tiaalit olivat Tuupovaarassa (77,84 tonnia) ja Kiihtelysvaarassa (88,57 tonnia), kuten taulukosta 8 voidaan huomata.

Taulukko 8. Yli 5 huoneiston biojätepotentiaalit uusilla keräysalueilla

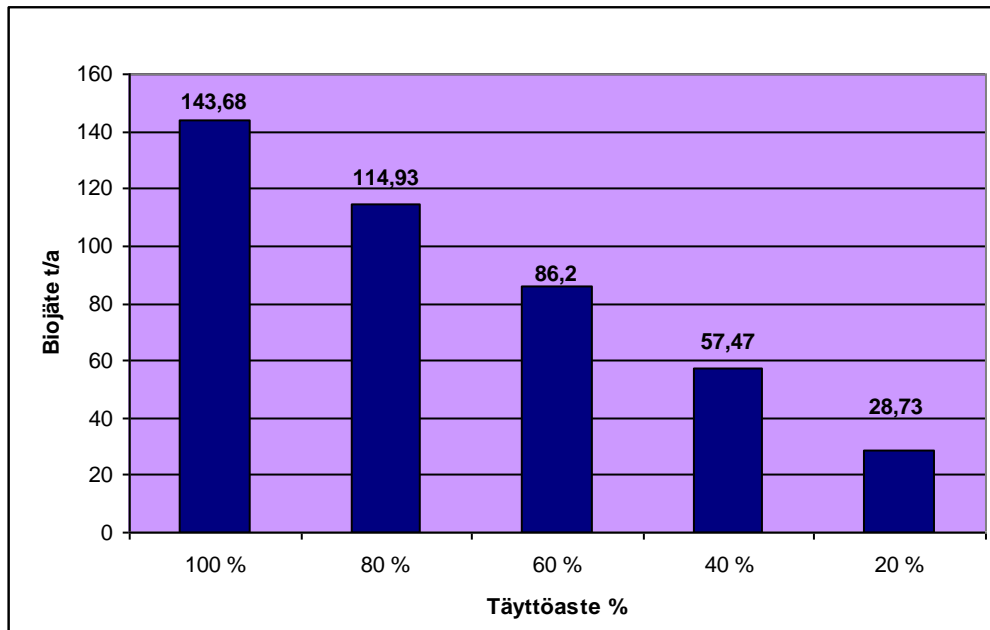
	Biojätepotentiaali 100 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 80 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 60 % täyttöaste (t/a)
Eno	166,36	133,08	99,81
Uimaharju	130,84	104,68	78,51
Kiihtelysvaara	110,72	88,57	66,43

Tuupovaara	97,30	77,84	58,38
Polvijärvi	221,44	177,15	132,86
Yhteensä	726,62	581,32	435,99

	Biojätepotentiaali 40 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 20 % täyttöaste (t/a)
Eno	66,54	33,27
Uimaharju	52,34	26,17
Kiihtelysvaara	44,28	22,14
Tuupovaara	38,92	19,46
Polvijärvi	88,57	44,28
Yhteensä	290,65	145,32

8.3 Uudet biojättemäärät alle 5 huoneiston kohteissa keräysalueittain

Kuviosta 6 toteamalla voidaan huomata, että vanhoissa alle 5 huoneiston biojätteen keräyskohteissa lisäystä nykyiseen biojätepotentiaaliin saadaan vuodessa 100 %:n täyttöasteella 143,68 tonnia, 80 %:n täyttöasteella 114,93 tonnia, 60 %:n täyttöasteella 86,2 tonnia, 40 %:n täyttöasteella 57,47 ja 20 %:n täyttöasteella 28,73 tonnia vuodessa (kuvio 6).



Kuvio 6. Alle 5 huoneiston biojätepotentiaalit eri täyttöasteilla vanhoilla keräys-alueilla

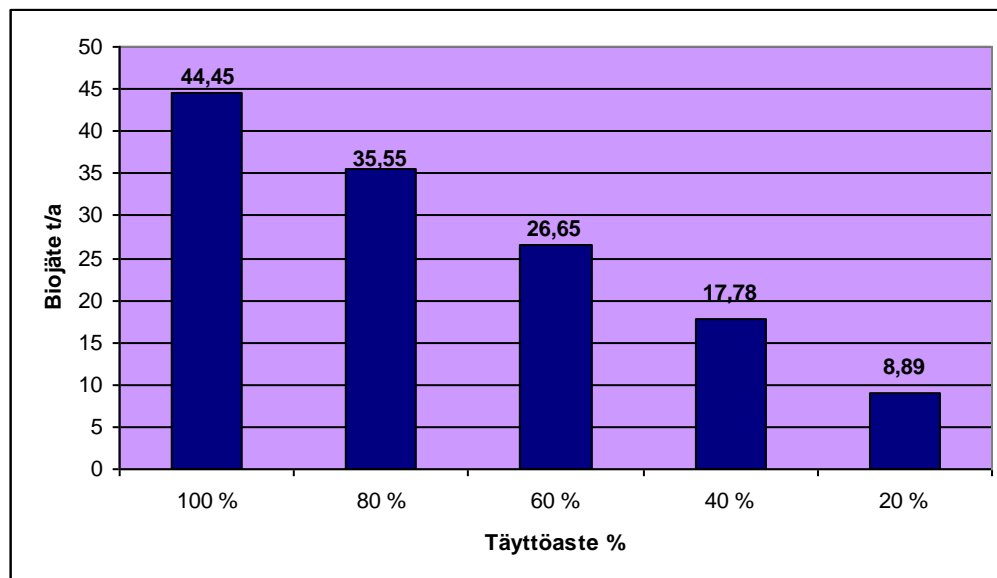
Taulukon 9 mukaan suurimmat biojätepotentiaalit 80 % täyttöasteella saatiin Ylämyllyn alueelta (26,61 tonnia) ja pienimmät Paiholasta (1,56 tonnia) (taulukko 9).

Taulukko 9. Alle 5 huoneiston biojätepotentiaalit vanhoilla keräysalueilla

	Biojätepotentiaali 100 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 80 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 60 % täyttöaste (t/a)
Kontiolahti	30,19	24,15	18,11
Lehmo	29,35	23,48	17,61
Paihola	1,95	1,56	1,17
Reijola	9,78	7,82	5,87
Hammaslahti	13,70	10,96	8,22
Ylämylly	33,27	26,61	19,96
Liperi	25,44	20,35	15,26
Yhteensä	143,68	114,93	86,2

	Biojätepotentiaali 40 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 20 % täyttöaste (t/a)
Kontiolahti	12,07	6,03
Lehmo	11,74	5,87
Paihola	0,78	0,39
Reijola	3,91	1,95
Hammaslahti	5,48	2,74
Ylämylly	13,30	6,65
Liperi	10,17	5,08
Yhteensä	57,47	28,73

Kuvion 7 mukaan uusilla keräysalueilla alle 5 huoneiston kohteissa biojätettä 100 %:n täyttöasteella saadaan 44,45 tonnia, 80 %:n täyttöasteella 35,55 tonnia, 60 %:n täyttöasteella 26,65 tonnia, 40 %:n täyttöasteella 17,78 tonnia ja 20 %:n täyttöasteella 8,89 tonnia vuodessa (kuvio 7).



Kuvio 7. Alle 5 huoneiston biojätepotentiaalit eri täyttöasteilla uusilla keräysalueilla

Kuten taulukosta 10 voidaan huomata suurimmat biojätepotentiaalin 80 %:n täyttöasteella saadaan Enon alueelta (10,96 tonnia) ja pienimmät Kiihtelysvaara (4,69 tonnia) (taulukko 10).

Taulukko 10. Alle 5 huoneiston biojätepotentiaalit uusilla keräysalueilla

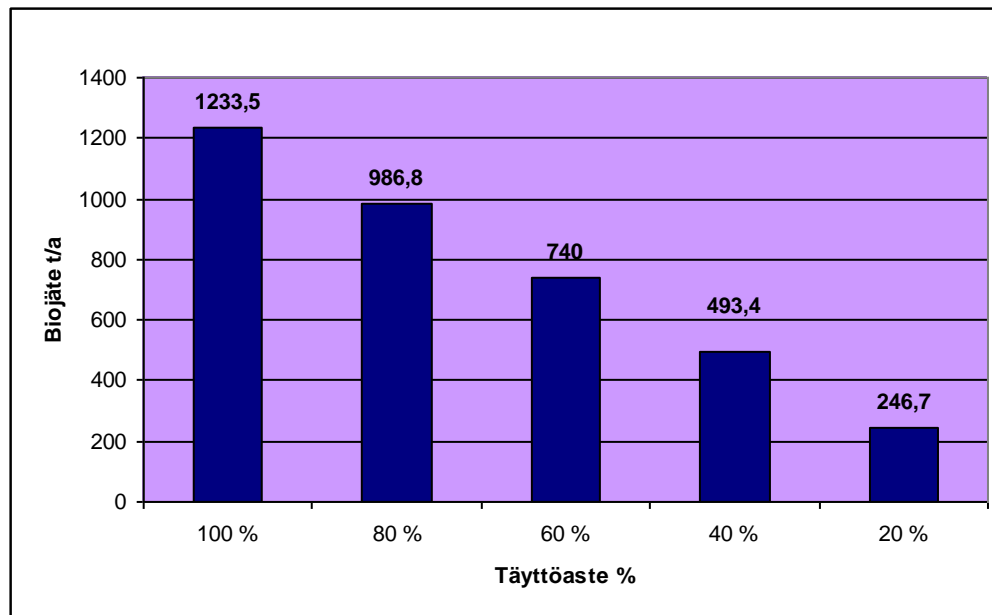
	Biojätepotentiaali 100 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 80 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 60 % täyttöaste (t/a)
Eno	13,70	10,96	8,22
Uimaharju	9,22	7,38	5,53
Kiihtelysvaara	5,87	4,69	3,52
Tuupovaara	7,82	6,26	4,69
Polvijärvi	7,84	6,26	4,69
Yhteensä	44,45	35,55	26,65

	Biojätepotentiaali 40 % täyttöaste (t/a)	Biojätepotentiaali 20 % täyttöaste (t/a)
Eno	5,48	2,74
Uimaharju	3,69	1,84
Kiihtelysvaara	2,34	1,17
Tuupovaara	3,13	1,56
Polvijärvi	3,13	1,56
Yhteensä	17,78	8,89

Yhteensä yli ja alle 5 huoneiston vanhoista biojätekeräyskohteista saatiin biojätettä 100 %:n täyttöasteella 462,39 tonnia, 80 %:n täyttöasteella 369,8 tonnia, 60 %:n täyttöasteella 277,39 tonnia, 40 %:n täyttöasteella 184,95 tonnia ja 20 %:n täyttöasteella 92,5 tonnia vuodessa.

Yhteensä yli ja alle 5 huoneiston uusista biojätekeräyskohteista saatiin biojätettä 100 %:n täyttöasteella 771,1 tonnia, 80 %:n täyttöasteella 616,9 tonnia, 60 %:n täyttöasteella 462,6 tonnia, 40 %:n täyttöasteella 308,44 tonnia ja 20 %:n täyttöasteella 154,2 tonnia vuodessa.

Kuvion 8 mukaan voidaan vanhoista ja uusista yli ja alle 5 huoneiston biojätekeräyskohteista näin ollen saada lisäystä tähänhetkiseen biojättemäärään 100 %:n täyttöasteella 1 233,5 tonnia, 80 %:n täyttöasteella 986,8 %, 60 %:n täyttöasteella 740,0 tonnia, 40 %:n täyttöasteella 493,4 tonnia ja 20 %:n täyttöasteella 246,7 tonnia vuodessa (kuviot 8).



Kuvio 8. Vanhojen ja uusien keräysalueiden, yli ja alle 5 huoneiston kohteiden biojätepotentiaalit

8.4 Eri keräysvaihtoehtojen kustannuslaskelmien tulokset uusilla biojätteen keräyskohteilla

Myös uusien biojätteen keräyskohteiden keräyksen ja kuljetuksen kustannuksia laskettiin käyttämällä Niemisen ja Isoahon (1995) tekemää kotitalousjätteen keräys ja kuljetuslaskuria. Laskuria käytettiin niin integroidussa bio- ja sekajätteen keräyksessä ja kuljetuksessa kuin myös biojätteen erilliskeräyksessä. Eri keräysalueet liitettiin samaan taulukkoon, jossa ovat tärkeimmät kustannuksia aiheuttavat osa-alueet.

Tässä tapauksessa yhteen laskettiin yli ja alle 5 huoneiston biojättemäärät, jotta saatiin yhteen kaikki mahdollinen biojätepotentiaali kullakin keräysalueella. Ny-

kyisiin biojättemääriin lisättiin niin sanottujen vanhojen biojätekeräysalueiden uudet biojättemäärät, jotka saatiin, kun nykyisistä sekajätekohteista etsittiin uusia potentiaalisia biojätekeräyskohteita.

8.4.1 Integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen tulokset uusilla biojätteen keräyskohteilla

Uusissa integroidun bio- ja sekajätteen keräys- ja kuljetuskohteissa eniten ajokilometrejä muodostui Polvijärven alueella (37 321 km/a) ja Enon alueella (14 148 km/a). Pienimmät kilometrimäärät syntyivät Paiholassa (1 309 km/a) ja Reijolassa (3 855 km/a). Hiilidioksidiekvivalenttipäästöt jakautuivat samalla tavalla, eli korkeimmat ne olivat Polvijärven (32,5 t/a) ja Enon alueilla (12,3 t/a). Pienimmät päästöt olivat Paiholassa (1,1 t/a) ja Reijolassa (3,3 t/a), kuten taulukosta 11 havaitaan (taulukko 11).

Taulukko 11. Uusien biojätekeräyskohteiden integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen ajokilometrien- ja hiilidioksidiekvivalenttipäästöjen määrät keräysalueittain

	Ajokilometrit yhteensä (km/a)	Hiilidioksidi- ekvivalentti (t/a)
Kontiolahti	11 295	9,9
Lehmo	10 906	9,5
Paihola	1 309	1,1
Reijola	3 855	3,3
Hammaslahti	6 192	5,4
Ylämylly	11 739	10,2
Viinijärvi	6 005	5,2
Liperi	9 037	7,8

Eno	14 184	12,3
Uimaharju	12 038	10,5
Kiihtelysvaara	4 136	3,6
Tuupovaara	5 705	4,9
Polvijärvi	37 321	32,5
Yhteensä	108 632	116,2

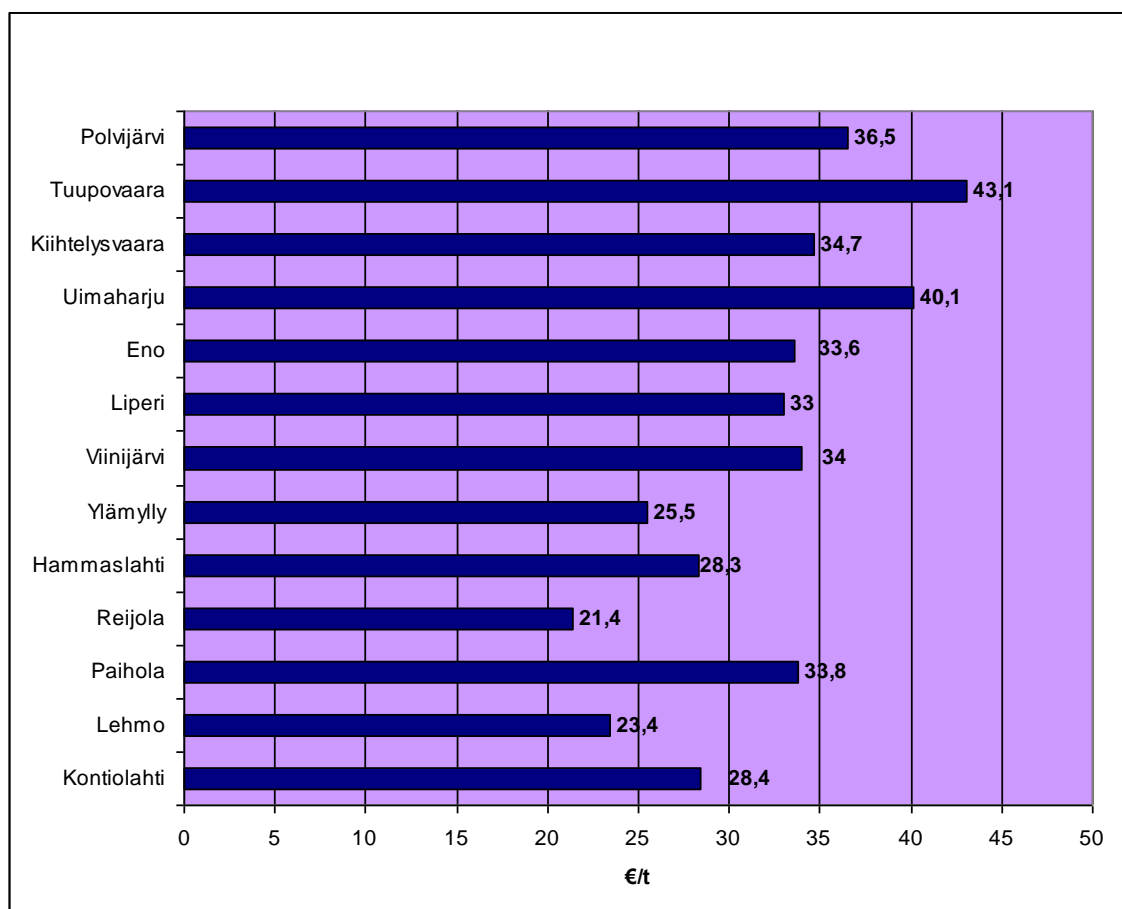
Kuten taulukosta 12 voidaan havaita, suurimmiksi palkkakustannukset nousivat uusien biojätekeräyskohteiden integroidussa bio- ja sekajätteen keräyksessä ja kuljetuksessa Polvijärven alueella (47 062,7 €/a). Pienimmät palkkakustannukset olivat Paiholan alueella (2 427,1 €/a). Isoimmat henkilötyökustannukset olivat myös Polvijärven alueella (59 298,9 €/a) ja pienimmät taas Paiholassa (3 058,2 €/a). Isoimmat polttoainekustannukset olivat Polvijärvellä (22 690,9 €/a) ja pienimmät Paiholassa (1 170,2 €/a) (taulukko 12).

Taulukko 12. Uusien biojätekeräyskohteiden integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset keräysalueittain

	Palkka- kustannukset (€/a)	Henkilötyö- kustannukset yhteensä (€/a)	Polttoaine- kustannukset (€/a)	Kokonais- kustannukset (€/t)
Kontiolahti	22 227,9	28 007,2	10 717,0	28,4
Lehmo	28 967,2	36 498,6	13 966,3	23,4
Paihola	2 427,1	3 058,2	1 170,2	33,8
Reijola	14 844,1	18 703,5	7 157,0	21,4
Hammaslahti	12 413,9	15 641,5	5 985,3	28,3
Ylämylly	26 748,8	33 703,5	12 896,7	25,5
Viinijärvi	9 011,0	11 353,9	4 344,6	34,0

Liperi	14 913,5	18 791,0	7 190,4	33,0
Eno	20 473,7	25 796,9	9 871,3	33,6
Uimaharju	14 856,7	18 719,4	7 163,0	40,1
Kiihtelysvaara	6 732,2	8 482,6	3 245,9	34,7
Tuupovaara	7 221,2	9 098,7	3 481,6	43,1
Polvijärvi	47 062,7	59 298,9	22 690,9	36,5
Yhteensä	227 900,00	287 153,90	109 880,20	

Kuvion 9 mukaan korkeimmat kokonaiskustannukset olivat Tuupovaarassa (43,1 €/t) ja pienimmät Reijolassa (21,4 €/t) (kuvio 9).



Kuvio 9. Uusien biojätekeräyskohteiden integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset

8.4.2 Biojätteen erilliskeräyksen ja kuljetuksen tulokset uusilla biojätteen keräyskohteilla

Eniten ajokilometrejä muodostui uusien biojätekeräyskohteiden erilliskeräyksessä ja kuljetuksessa Polvijärvellä (6 156,1 km/a) ja pienimmät kilometrimäärät olivat Reijolassa (1 341,9 km/a). Suurimmat ja pienimmät hiilidioksidiekvivalenttipäästöt tuotettiin niin ikään Polvijärvellä (5,4 t/a) ja Reijolassa (1,2 t/a), kuten taulukosta 13 huomataan (taulukko 13).

Taulukko 13. Uusien biojätekeräyskohteiden erilliskeräyksen ja kuljetuksen ajokilometrien- ja hiilidioksidiekvivalenttipäästöjen määrät keräysalueittain

	Ajokilometrit yhteensä (km/a)	Hiilidioksidi- ekvivalentti (t/a)
Kontiolahti	1 801	1,6
Lehmo	1 767	1,5
Paihola	2 668	2,3
Reijola	1 341	1,2
Hammaslahti	2 688	2,3
Ylämylly	2 805	2,5
Viinijärvi	4 128	3,6
Liperi	4 043	3,5
Eno	4 666	4,1
Uimaharju	6 062	5,3
Kiihtelysvaara	3 819	3,3
Tuupovaara	6 042	5,3
Polvijärvi	6 156	5,4

Yhteensä	47 986	41,9
-----------------	---------------	-------------

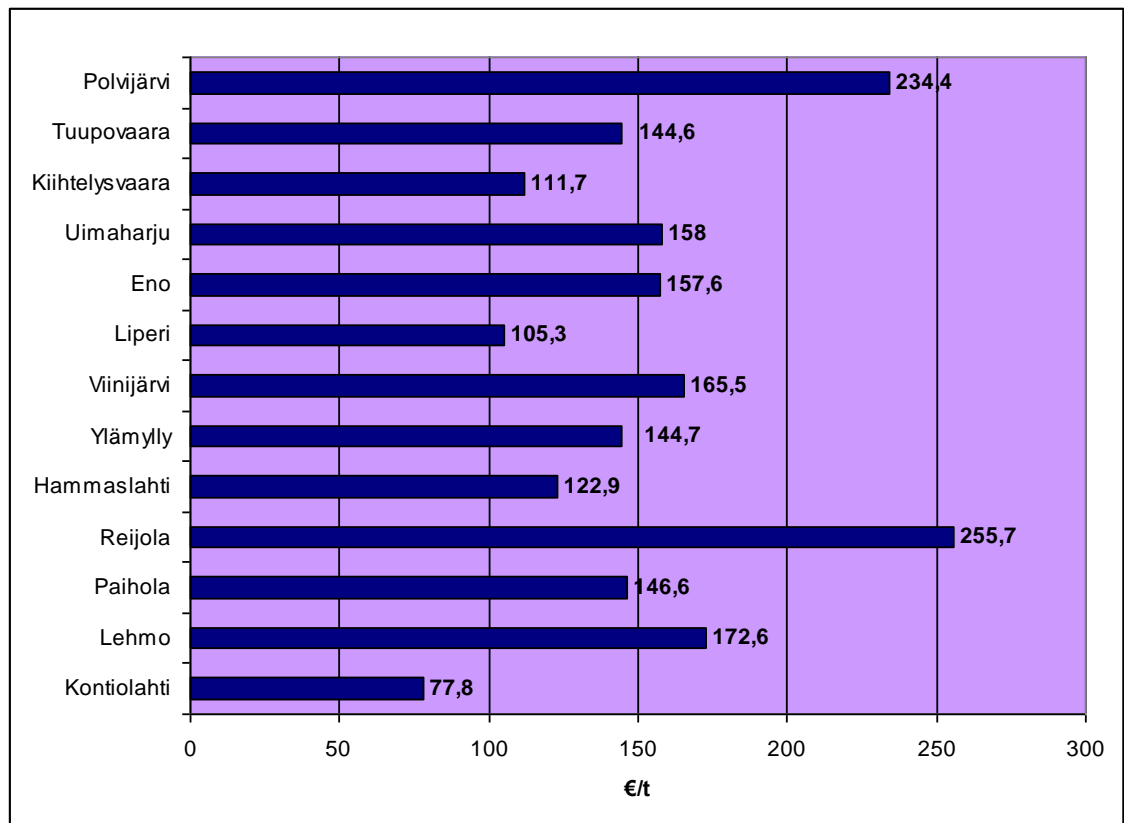
Taulukon 14 mukaan suurimmat palkka- ja henkilötyökustannukset muodostuivat Polvijärvellä (24 616,9 €/a) ja (31 017,3 €/a), ja pienimmät ne olivat Paiholan alueella (3 112,7 €/a) ja (3 922,0 €/a). Myös suurimmat ja pienimmät polttoainekustannukset olivat Polvijärvellä (11 868,9 €/a) ja Paiholassa (1 500,8 €/a) (taulukko 14).

Taulukko 14. Uusien biojätekeräyskohteiden erilliskeräyksen ja kuljetuksen kustannukset keräysalueittain

	Palkka- kustannukset (€/a)	Henkilötyö kustannukset yhteensä (€/a)	Polttoaine kustannukset (€/a)	Kokonais- kustannukset (€/t)
Kontiolahti	8 309,0	10 469,3	4 006,1	77,8
Lehmo	14 924,0	18 804,2	7 435,3	172,6
Paihola	3 112,7	3 922,0	1 500,8	146,6
Reijola	10 861,6	13 685,6	5 236,8	255,7
Hammaslahti	8 674,3	10 929,6	4 182,2	122,9
Ylämylly	18 687,1	23 545,7	9 009,8	144,7
Viinijärvi	7 218,8	9 095,7	3 480,5	165,5
Liperi	10 393,8	13 096,1	5 011,3	105,3
Eno	13 027,8	16 415,0	6 281,2	157,6
Uimaharju	10 157,8	12 798,8	4 897,5	158,0
Kiihtelysvaara	5 962,4	7 512,6	2 874,7	111,7
Tuupovaara	6 970,1	8 782,3	3 360,6	144,6
Polvijärvi	24 616,9	31 017,3	11 868,9	234,4

Yhteensä	142 916,30	180 074,20	69 145,70
-----------------	-------------------	-------------------	------------------

Kuviosta 10 huomataan, että kokonaiskustannuksissa suurimmaksi nousi Reijolan alue (255,7 €/t) ja pienimmät kokonaiskustannukset olivat Kontiolahdella (77,8 €/t) (kuvio 10).



Kuvio 10. Uusien biojätekeräyskohteiden erilliskeräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset

9 Tulosten tulkinta

9.1 Biojätteiden keräysmäärät Puhas Oy:n toiminta-alueella

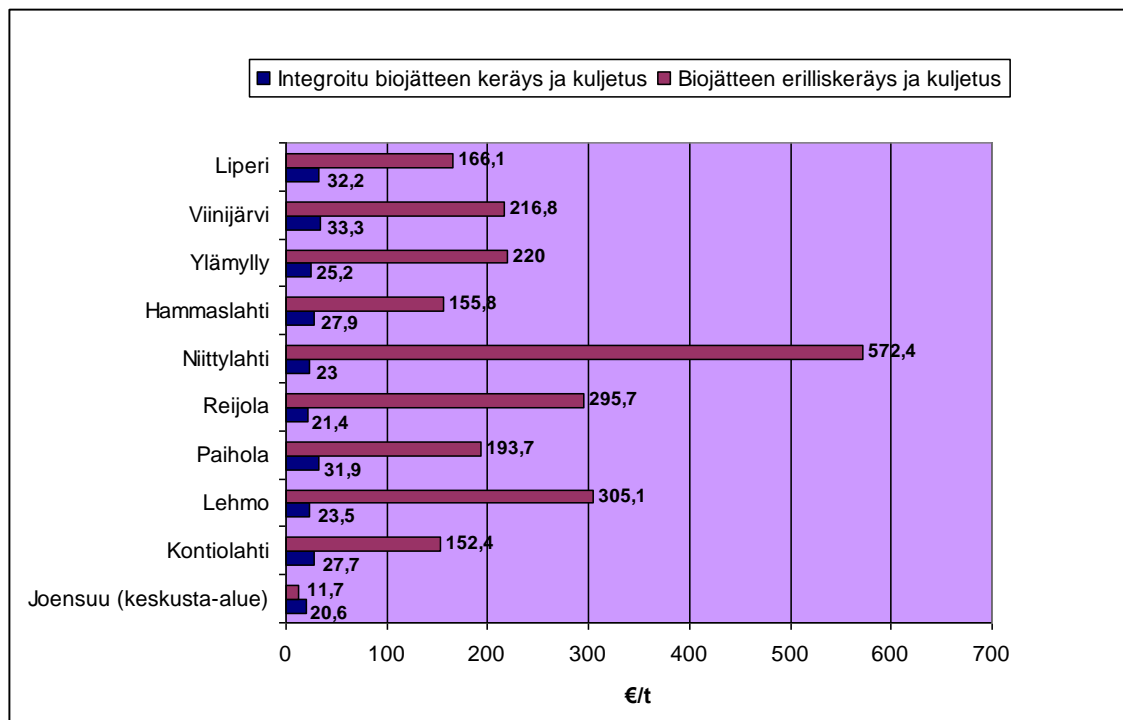
Vuonna 2011 Puhas Oy:n toiminta-alueella biojätettä kerättiin 2 668 tonnia. Opinnäytetyössä tehtyjen laskujen mukaan biojätettä kerätään Puhas Oy:n toiminta-alueella laskennallisesti tällä hetkellä 80 %:n täyttöasteella yhteensä 4 077,6 tonnia ja 40 %:n täyttöasteella 493,4 tonnia vuodessa. Erilliskerättävän biojätteen keräyksen alkuvaiheessa voidaan realistiseksi biojäteastian täyttöasteeksi arvioida noin 20–40 %. Voidaan siis olettaa, että opinnäytetyössä lasketut biojättemäärät edustavat tulevaisuudessa tehostetusta biojätteen erilliskeräyksestä saatavia määriä.

Laskelmien mukaan nykyisin kerättävään biojättemäärään voitaisiin saada lisää biojätettä 80 %:n täyttöasteella laskettuna 986,8 tonnia, 40 %:n täyttöasteella 493,4 tonnia ja 20 %:n täyttöasteella 246,7 tonnia vuodessa. Mukaan otettaisiin Enon, Uimaharjun, Kiihtelysvaara, Tuupovaaran ja Polvijärven alueet sekä uusia kohteita jo nykyisistä biojätteen keräyksessä mukana olevista alueista. Mahdollista n. tonnien eli 24 % lisäystä nykyiseen biojättekertymään voidaan pitää suhteellisen merkittävänä, kuten myös jo 40 %:n täyttöasteella syntyvän biojätteen määrää (493,4 tonnia). Yksi tonni biojätettä tuottaa kaatopaikalla 475 kg CO₂-ekv⁻³⁴ verran metaanipäästöjä, joten laajentamalla biojätteen keräystä uusille alueille saataisiin muodostuvaa metaanipäästö määrää vähennettyä nykyisen määrän verran. Yhdestä tonnista biojätettä saataisiin tuotettua n. 100–200 kuutiometriä biokaasua.

9.2 Integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen vertailua biojätteen erilliskeräykseen

Vertailtaessa biojätteen integroitua keräystä ja kuljetusta biojätteen erilliskeräykseen nykyisillä biojätekohteilla voitiin havaita, että integroitu keräys ja kuljetus tulee kokonaiskustannuksiltaan huomattavasti eli n. 8,5 kertaa halvemmaksi

vaihtoehdoksi kaikilla muilla alueilla, paitsi Joensuun keskusta-alueella. Tämä voidaan havaita kuvioista 11 (kuvio 11).



Kuvio 11. Nykyisten biojätekeräyskohteiden integroidun keräyksen ja kuljetuksen sekä erilliskeräyksen ja kuljetuksen kustannukset

Havaintoa selittää Joensuun keskustan suuri asukasmäärä sekä sitä kautta suuri biojättekertymä. Joensuun keskustan alueen biojätekeräys kannattaa hoitaa erilliskeräyksenä omalla yksilokeropakkaaja-autolla, kun muissa kohteissa bio- ja sekajätteet kannattaa kerätä samalla kertaa monilokeroautolla. Integroidun bio- ja sekajätteen keräyksen kannattavuus korostuu varsinkin haja-asutusalueilla, missä keräysmatkat ovat pitkiä.

Landelma (2002) tutkimuksessa on myös saatu samanlaisia tuloksia, joissa biojätteen erilliskeräyksen kustannukset ovat huomattavasti suuremmat kuin sekajätteen keräyksen. Kuitenkaan näitä kahta keräystapaa ei voida suoraan verrata tähän tutkimukseen, koska toisena jätteiden keräystapana tässä tutkimuksessa on ollut bio- ja sekajätteen keräyksen yhteinen eli integroitu keräystapa.

Myös vertailtaessa ajokilometrejä ja hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä voidaan huomata, että integroidussa biojätteen keräyksessä ja kuljetuksessa kummatkin

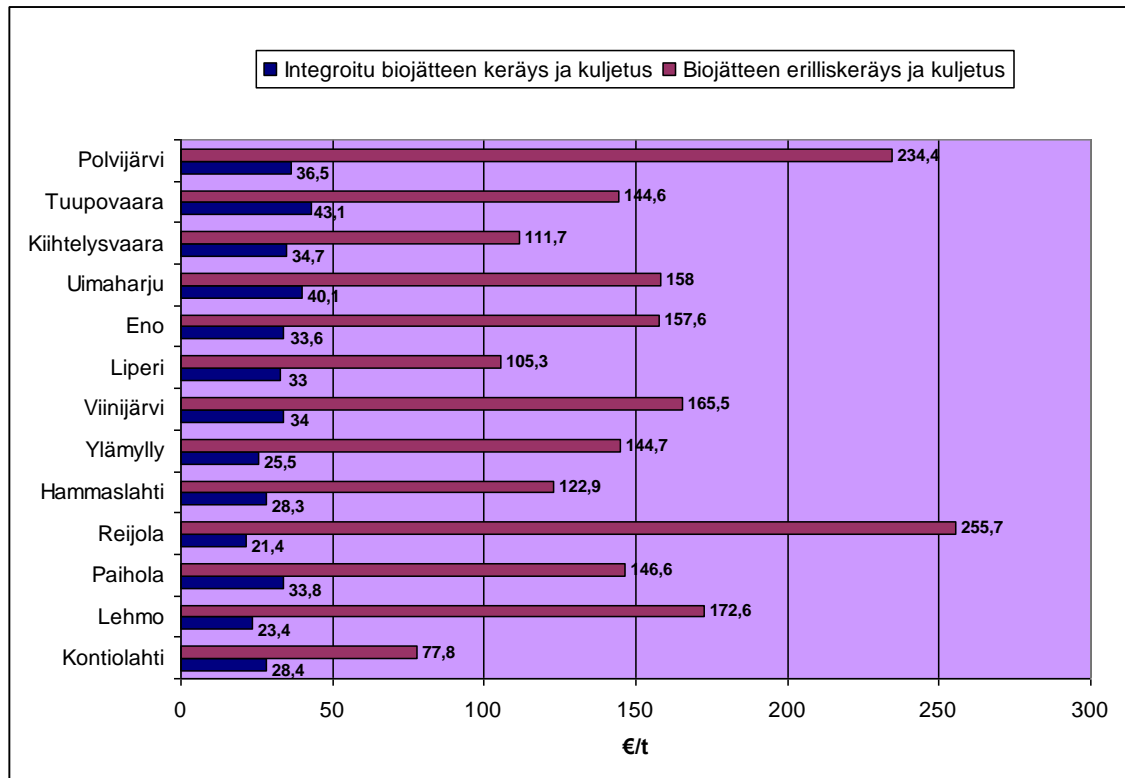
tulokset ovat korkeammat biojätteen erilliskeräykseen verrattuna, mikä selittyy pidemmällä keräysreitistöllä ja keräykseen käytetyllä ajalla.

9.3 Uudet biojätteen keräyskohteet

Biojätteen keräyksen tehostamistarvetta niin sanotuilla vanhoilla alueilla löytyi eniten Ylämyllyltä ja Kontiolahdelta. Tämä koski yli ja alle 5 huoneiston kohteita. Suurimmat biojättemäärät uusilla keräysalueilla saataisiin yli 5 huoneiston kohteissa Enosta ja Polvijärveltä ja alle 5 huoneiston kohteissa Enosta ja Uimaharjusta. Nämäkin tulokset voidaan perustella sillä, että Enossa ja Polvijärvellä on uusien keräysalueiden suurimmat asukasmäärät ja siitä syystä suuremmat biojättekertymät verrattuna Kiihtelysvaaraa, Tuupovaaraan tai Uimaharjuun.

Uusien keräysalueiden yli 5 huoneiston kohteiden biojättemääräksi 80 %:n täyttöasteella laskettuna tuli melkein 2,5 kertaa enemmän kuin vanhoilla keräysalueilla. Tämä voidaan selittää sillä, että vanhojen keräysalueiden yli 5 huoneiston kohteet ovat jo suurimmalta osalta nykyisin mukana biojätteen keräyksessä. Alle 5 huoneiston kohteissa melkein 4 kertaa suurempi biojättemäärä 80 %:n täyttöasteella saatiin vanhoilla alueilla. Tätä selittää se, että kaikilla alle 5 huoneiston kohteilla ei kerätä biojätettä, vaikka sitä kuuluisi kerätä jo paritalokohdeista. Tästä päätellen vanhoilla keräysalueilla kannattaa tutkia tarkemmin pienempien kohteiden mahdollisuus biojätteen keräykseen. Uusien alueiden alle 5 huoneiston kohteiden biojättekertymä jää todella pieneksi, jolloin kannattaa miettiä onko näiden pienien kohteiden mukaan ottaminen biojätteen keräykseen kannattavaa.

Uusien biojätekeräyskohteiden ajokilometri- ja ekvivalenttihiilidioksidimäärät muodostuivat korkeammaksi integroidussa bio- ja sekajätteenkeräyksessä kuin biojätteen erilliskeräyksessä. Kokonaiskustannuksissa voidaan huomata suuri ero keräystapojen välillä. Integroitu bio- ja sekajätteen keräys tulee uusilla alueilla lähes 5 kertaa halvemmaksi mitä biojätteen erilliskeräys, kuten kuviosta 12 voidaan havaita (kuvio 12). Tähän syynä ovat pitkät keräysmatkat, suhteellisen pienet biojättemäärät sekä vähäiset asukasmäärät.



Kuvio 12. Uusien biojätekeräyskohteiden integroidun keräyksen ja kuljetuksen sekä erilliskeräyksen ja kuljetuksen kustannukset

9.4 Kasvihuonekaasupäästöjen muodostuminen

Mietittäessä kasvihuonekaasujen määrää pelkässä nykyisten biojätekohteiden erilliskeräyksessä saadaan hiilidioksidiekvivalenttimääräksi 33,0 tonnia vuodessa. Ajokilometrejä tässä tapauksessa muodostui 37 811 km. Yhden kilometrin kasvihuonekaasupäästökseksi tulisi tällöin 0,872 kg kilometriltä. Mattolan (2010, 30) tutkimuksen tiedoista saadaan laskettua biojätteen erilliskeräyksen kilometrikohtaiseksi hiilidioksidiekvivalenttimääräksi samansuuntaisesti 0,587 kg kilometriltä. Nykyisten biojätekeräyskohteiden integroidun bio- ja sekajätteen kilometrikohtaiseksi kasvihuonekaasupäästökseksi muodostuisi 0,874 kg.

Integroitu keräys ja kuljetus vähentää jätteiden keräysajoa, koska kummatkin jätejakeet saadaan kerättyä samalla kerralla. Erilliskerätyn biojätteen kasvihuonekaasupäästöjen ohelle täytyykin muistaa lisätä sekajätteen keräyksestä ai-

heutuvat päästöt, silloin kun jätejakeet kerätään erikseen. Tätä kautta ajateltuna bio- ja sekajätteen integroitu keräys- ja kuljetus muodostuu kasvihuonekaasupäästöiltään ympäristöystävällisemmäksi vaihtoehdoksi.

10 Päätelmät ja toimenpidesuosituks

10.1 Biojätteen erilliskeräyksen suunnittelun ja neuvonnan haasteet

Integroitu bio- ja sekajätteen keräys ja kuljetus vaatii eri jätejakeilta yhteistä keräysrytmiä, joka saattaa olla hankala toteuttaa varsinkin kesäaikaan. Silloin biojäte on kerättävä joka viikko, jolloin myös sekajäte tulisi kerätä samalla. Tämä vähentää sekajätteestä saatavan jätekuorman määrää. Tällöin keräyksestä ja kuljetuksesta ei saada kaikkea mahdollista hyötyä irti ja keräyskohteilla voi ilmetä turhaa, kustannuksia nostattavaa ajoa. Tässä tapauksessa täytyy myös erityisesti muistaa haja-asutusalueiden pitkät kuljetusmatkat ja kesäaikaisten loma-asuntojen vaikutus jätekuormien muodostumiseen.

Haja-asutusalueilla suositellaan käytettäväksi kiinteistökohtaista kompostointia pitkien välimatkojen vuoksi. Myös yhteisten kimppa-astioiden käyttöä biojätteen osalta voidaan käyttää tulevaisuudessa esimerkiksi tieosuuskunnittain. Biojätekeräysastian tulee olla tien varressa asuvien helposti saavutettavissa, esimerkiksi normaalin päivittäisen työmatkan varrella. Yhtenä vaihtoehtona on myös asukaskuntien alueille tehtävät siirtokuormausalueet, jotka ovat valvottuja suurille jäte-esineille ja muulle materiaalille käytettäviä vastaanottopisteitä. Samaan yhteyteen voisi ajatella myös lisäksi biojätteen vastaanoton. Tämä ajatus vaatii kuitenkin vielä suunnittelua ja kustannuksien ja hyötyjen vertailua.

Mietittäessä biojätteen lajittelun ja keräyksen lisäämistä, kannattaa ihmisille antaa paljon suoraa informaatiota asiasta. Informaatiota tulee jakaa monella eri tavalla niin, että se tavoittaa mahdollisimman monet. Näitä tapoja ovat muun

muassa internetin ja lehtijuttujen kautta tapahtuva tiedonanto sekä erilaiset tapahtumat ja joka kotiin lähetettävät esitteet. Lähdetessä tehostamaan biojätteen keräystä täytyy muistaa kertoa myös se, miksi eri jätelajien lajittelu on tärkeää ja mihin se vaikuttaa. Mahdollisuus biojätteiden lajitteluun täytyy aloittaa mahdollisimman heti tiedotuksien jälkeen niin, että asiat eivät pääse unohtumaan. Ohjeet on annettava selkeästi heti alusta alkaen ongelmien ja epäselvyyksien välttämiseksi. Varsinkin asunto-osakeyhtiöiden kanssa tehtävä yhteistyö on oltava toimivaa ja nopeaa, jos kiinteistöt ilmoittavat halukkuutensa biojätteen keräyksen käynnistämiseksi.

10.2 Tutkimuksen arviointi ja luotettavuus

Opinnäytetyössä käytetyssä Niemisen ja Isoahon (1995) kotitalousjätteen keräys- ja kuljetuslaskurissa olleet tietyt arvot, kuten keräyskohteiden keräysreittien pituudet tulivat itse arvioituna tai laskettuna. Nämä lähtöarvot vaikuttavat tulosten tarkkuuteen. Muuttamalla lähtöarvoja saatiin tehtyä herkkyystarkastelua, jossa nähdään muuttuvien lukujen vaikutusta tuloksiin.

Tässä tapauksessa mahdollinen muuttuva lähtöarvo oli keräysreitien pituus. Lisättäessä keräysreitien pituutta kaksinkertaiseksi nykyisillä biojätteen erillis-keräysreiteillä suurimmat muutokset kokonaiskustannuksissa huomattiin sellaisilla keräysalueilla, joissa kokonaiskustannuksetkin olivat korkeimmat. Joensuun taajaman alueella muutos oli todella pieni, vain 0,3 %, kun taas Niittylahden alueella muutos oli suurin, 8,6 %. Kuitenkaan nämä muutosmäärät eivät ole niin suuria, että niillä olisi suurta vaikutusta lopputuloksiin. Tulevaisuudessa biojätteen keräyskohteiden lisääntyminen nostaa myös keräysreittien pituutta, varsinkin muualla kuin Joensuun taajama-alueella. Tällöin keräysreitien pituus täytyy ottaa uudelleen huomioon biojätteen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannuksia laskettaessa.

Opinnäytetyön laskuissa saadut tulokset biojättemäärästä laskettiin suhteellisen korkeilla biojäteastian täyttöasteilla, jolloin tulokset olivat huomattavasti korkeammat verrattuna esimerkiksi vuoden 2011 biojättemäärään. Tällä hetkellä bio-

jäteastioiden täyttöaste on vielä alhainen, mutta tulevaisuudessa tehostetun neuvonnan ja ohjeistuksen kautta määrät saadaan toivottavasti nousemaan. Jätehuoltomääräyksien mukaiset enimmäispainot biojäteastioille ovat 120 litraiselle astialle 20 kg ja 121–240 litraisille 40 kg. Opinnäytetyön avulla voidaan saada selville, miten paljon biojätteen keräysmääriä voitaisiin nostaa, jos biojäteastiat olisivat täydempiä.

Lähteet

- Kumpulainen, E. 2004. Haja-asutusalueiden keräysjärjestelmät.
<https://publications.theseus.fi/jspui/bitstream/10024/9218/1/TRT1SKaiK.pdf>. 16.1.2012.
- FCG Finnish Consulting Group Oy. 2010. Rosk`n Roll Oy Ab. Biojätteen erilliskeräyksen elinkaariarvio loppuraportti. 16.1.2012.
- Finlex. 2012. Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 0861/2011.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/19970861>. 10.11.2011.
- Hakala, K. 2011. Varatoimitusjohtaja. EnviroNet Oy. Sähköposti. 21.12.2011.
- Hakala, K. 2012. Varatoimitusjohtaja. EnviroNet Oy. Sähköposti. 21.3.2012.
- Hokkanen, J., Mutanen, J. & Vähätörmä, P. 2009. Jyväskylän jätekuljetusten urakka-alueet.
http://www3.jkl.fi/yhdyskuntatoimi/kapu/pdf/jkyla_jateurakat_loppuraportti.pdf. 1.2.2012.
- Joensuun kaupunki. 2011. <http://www.jns.fi/Resource.phx/sivut/sivutekniset/jatehuolto/index.htx>. 6.10.2011.
- Joensuun Seudun Jätehuolto Oy. 2011. Toimintakertomus 2010. 10.11.2011.
- Joensuun Seudun Jätehuolto Oy. Jätehuollon järjestäminen 1.1.2012 alkaen. 2011.
<http://www.polvijarvi.fi/pdf/jatehuollonjarjestaminen.pdf>. 21.3.2012.
- Jätekkukko. 2004. Biojätteen erilliskeräilyä käynnistäminen.
http://www.jatekkukko.fi/www/fi/liitetiedostot/ohjeet_esitteet/raportit/raportti_biojate_kerayksen_kaynnistaminen.pdf. 1.2.2012.
- Jätelaki 646/2011. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>. 10.11.2011.
- Knuutila, H. 2012. Turun seudun biojätehuollon elinkaariselvitys.
<http://www.tsj.fi/file/06025a6c692b72458a47900bbf35f78d>. 18.4.2012.
- Kojo, R., Roos, I. & Sillanpää, L. 2004. Työtehoseuran raportti. Kerrostalon jätehuolto asukkaana näkökulmasta.
<http://www.tts.fi/tts/julkaisut/files/tr12.pdf>. 21.3.2012.
- Kovanen, S. 2012a. Jätehuoltosihteeri. Jyväskylän kaupunki. Sähköposti. 31.1.2012.
- Kovanen, S. 2012b. Jätehuoltosihteeri. Jyväskylän kaupunki. Sähköposti. 16.2.2012.
- Lahdelma, J. 2002. Biojätteen erilliskeräyksen ja sekajätteenkeräyksen kustannusvertailu. <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/35394/nbnfi-fe20021431.pdf?sequence=1>. 2.4.2012.
- Laine, M. 2010. Envor Biotech Oy kumoaa väitteet biojätteen erilliskeräyksen kannattamattomuudesta.
<http://www.envor.fi/DowebEasyCMS/Sivusto/Dokumentit/envor/liitteet/Bion%20erillisker%C3%A4ys%20kannattaa.pdf>. 18.4.2012.
- Malinen, K. 2011. Projektipäällikkö. Joensuun Seudun Jätehuolto Oy. Henkilökohtainen tiedonanto. 9.11.2011.
- Mattola, J. 2010. Biojätteen erilliskeräyksen ilmastovaikutukset Lakeuden Etappi Oy:n alueella.
http://www.seinajoki.fi/ymparistonsuojelu/julkaisut_ja_raportit.html/36308.pdf. 7.12.2011.
- Okkonen, L. 2004. Jätteenkäsittelyn suorat ja epäsuorat ympäristö-, talous- ja työllisyysvaikutukset Pielisen Karjalan seutukunnassa. Joensuun

- yliopisto. Maantieteen laitos. Maantieteen pro gradu –tutkielma. 2.5.2012.
- Okkonen, L. 2007. Applying industrial ecosystem indicators: case of Pielinen Karelia, Finland. 2.4.2012.
- Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. 2011. Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma 2020. <http://www.pohjois-karjala.fi/dman/Document.phx?documentId=dm15911100720378&cmd=download>. 10.11.2011.
- Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 2009. Itä-Suomen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Sastamala: Vammalan Kirjapaino Oy. 10.11.2011.
- Rinne, T. 2009. Biojätevirtojen arvoketju ja sen tarjoamat liiketoimintamahdollisuudet Etelä-Savon alueella. http://hsepubl.lib.hse.fi/FI/ethesis/pdf/12053/hse_ethesis_12053.pdf. 18.4.2012.
- Rosk`n Roll Oy Ab. 2010. Elinkaarianalyysi paljastaa biojätteen keräyksen kannattamattomuuden. <http://www.roskroll.fi/?x20077=2000292>. 16.1.2012.
- Suomen ympäristökeskus 2004. Ympäristöopas. Haja-asutusalueen jätehuollon palvelutaso-opas. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=30300>. 16.1.2012.
- Valtion ympäristöhallinto. 2011. Kuljetukset ja logistiikka. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9929&lan=fi>. 9.5.2012.
- VTT. 2012. LIPASTO-liikenteen päästöt. <http://lipasto.vtt.fi/index.htm>. 22.5.2012.
- Ympäristöministeriö. 2004. Kansallinen strategia biohajoavan jätteen kaatopaikkakäsittelyn
tä. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=27158>. 10.11.2011

