

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Energiatekniikan osasto

Lämpö- ja ympäristötekniikan laitos

DIPLOMITYÖ

BIOJÄTTEEN ERILLISKERÄYKSEN JA SEKAJÄTTEENKERÄYKSEN KUSTANNUSVERTAILU

Diplomityön aihe on hyväksytty energiatekniikan osaston osastoneuvoston kokouksessa 13.3.2002.

Työn tarkastaja Professori Esa Marttila

Työn ohjaajat FM Juha Saajoranta ja Ins. Jukka Jääskeläinen

Lappeenrannassa 24.4.2002

Jani Lahdelma

Reippaankatu 2A 1

53500 Lappeenranta

041-4336709

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu

Energiatekniikan osasto

Jani Lahdelma

Biojätteen erilliskeräyksen ja sekajätteenkeräyksen kustannusvertailu

Diplomityö

2002

67 sivua, 19 kuvaa, 19 taulukkoa ja 16 liitettä

Tarkastaja: Professori Esa Marttila

Hakusanat: jäte, biojäte, sekajäte, yhdyskuntajäte, kotitalous, keräys, erilliskeräys, kustannukset, kustannusvertailu

Keywords: waste, biowaste, bagged waste, municipal waste, household, collection, separate collection, costs, cost comparison

Tutkimuksessa selvitetään biojätteen erilliskeräyksen ja sekajätteenkeräyksen kustannusero. Tutkimuksen tarkastelualueena käytetään Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n toiminta-alueita. Selvityksessä käytetään alueelle tyypillisiä keräystapoja ja lähtötietoja. Selvityksessä tarkastellaan ainoastaan kotitalouksissa syntyvän jätteen keräyskustannuksia. Ulkopuolelle on jätetty liikekiinteistöt ja liiketiloja sisältävät asuintaloudet sekä aluekeräyspisteet, mutta muuten kustannustekijät on pyritty huomioimaan mahdollisimman laajalti.

Tutkimuksen mukaan biojätteen erilliskeräyksen kustannukset ovat selvästi suuremmat kuin sekajätteen keräyksen. Omakotitaloalueilla keräyskustannukset ovat kaksi kertaa suuremmat kuin kerros- ja rivitaloalueella. Sekajätteenkeräyksen kokonaiskustannukset ovat noin 1960 mk/t ja biojätteen erilliskeräyksen noin 2900 mk/t. Muita tutkimuksia suurempi kustannusero selittyy osin sillä, että kustannustekijöitä on huomioitu laajemmin kuin muissa tämän tyyppisissä tutkimuksissa.

Jätteenkeräyksen kustannuksia pystytään pienentämään esimerkiksi lisäämällä omatoimista kompostointia, keräysvälineiden teknillisellä kehittämisellä ja pientaloalueilla kiinteistöryhmäkohtaisten keräyspisteiden muodostamisella.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology

Department of Energy Technology

Jani Lahdelma

Separate organic waste collection and bagged waste collection cost comparison.

Master's thesis

2002

67 pages, 19 figures, 19 tables and 16 appendices

Supervisor: Professor Esa Marttila

Hakusanat: jäte, biojäte, sekajäte, yhdyskuntajäte, kotitalous, keräys, erilliskeräys, kustannukset, kustannusvertailu

Keywords: waste, biowaste, bagged waste, municipal waste, household, collection, separate collection, costs, cost comparison

The research determines the cost difference between separate organic waste collection and bagged waste collection. The study area of the report is Etelä-Karjalan Jätehuolto Inc.'s operation region. Regionally typical collection methods and source information are used in the report. Collection costs from municipal waste only are studied. Business premises, accommodation units containing business premises and regional collecting places have been excluded, but other than that efforts have been made to take the cost factor into account as extensively as possible.

According to the report, the costs of separate organic waste collection are remarkably higher than those of bagged waste collection. In detached-house areas, collection costs are twice as high as in apartment- and terrace house areas. The total costs of bagged waste collection are about 1960 FIM/t and of organic waste collection about 2900 FIM/t. The reason for the cost differences being greater in this research than in other researches of the same kind is that here a wider range of cost factor have been taken into account.

The costs of garbage collection can be reduced by for example increasing self-acting composting, technically developing collection equipment and by establishing collecting places for groups of properties on small-house areas.

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLILUETTELO	6
1 JOHDANTO	9
1.2 Määritelmiä	10
2 ETELÄ-KARJALAN JÄTEHUOLTO OY	10
2.1 Toiminta-alue	11
3 JÄTEHUOLTO	12
3.1 Jätehuoltoa ohjaavat säännökset	13
3.1.1 EU:n direktiivit	13
3.1.2 Jätesuunnitelmat	14
3.1.3 Kansallinen lainsäädäntö	15
3.1.4 Kunnalliset jätehuoltomääräykset	16
4 JÄTTEEN MÄÄRÄ JA OMINAISUUDET	18
4.1 Sekajäte	18
4.2 Bio- ja kuivajäte	20
4.2.1 Lajittelutehokkuus	21
5 KERÄYSKETJU	21
5.1 Syntypaikka	22
5.2 Keräyspisteet	24
5.3 Kuljetus	25
5.4 Jatko- ja loppukäsittely	26
6 KUSTANNUSLASKENNAN LÄHTÖTIEDOT	27
6.1 Syntypaikkakustannukset	29
6.1.1 Sekajätteenkeräys	30
6.1.2 Biojätteen erilliskeräys	31
6.2 Keräyspistekustannukset	33
6.2.1 Sekajätteenkeräys	34
6.2.2 Biojätteen erilliskeräys	34
6.3 Kuljetuskustannukset	35

8 KUSTANNUSLASKENNAN KULKU	36
8.1 Syntypaikka.....	37
8.1.1 Investointikustannukset.....	37
8.1.2 Käyttökustannukset.....	38
8.2 Keräyspistekustannukset	40
8.2.1 Kerros- ja rivitaloalue	40
8.2.2 Pientaloalue.....	43
8.3 Kuljetuskustannukset	44
8.3.1 Sekajätteenkeräys.....	45
8.3.2 Biojätteen erilliskeräys.....	45
8.4 Kustannukset yhteensä.....	46
9 KUSTANNUSLASKENNAN TULOKSET	47
9.1 Syntypaikkakustannukset.....	47
9.2 Keräyspistekustannukset.....	51
9.3 Kuljetuskustannukset	53
9.4 Yhteenveto	54
10 HERKKYYSTARKASTELU	58
10.1 Skenaariot.....	58
10.1.1 Herkimmät lähtötiedot	59
10.1.2 Pesu- ja kuljetuskustannukset	60
10.2 Herkkyystarkastelun tulokset.....	61
11 YHTEENVETO	62
11.1 Johtopäätökset.....	63
 LÄHTEET	 64
LIITELUETTELO.....	67

SYMBOLILUETTELO

Symboli	Selitys	Yksikkö
%-kok	prosenttia kokonaiskustannuksista	%
%-osa	prosenttia osakustannuksesta	%
η	lajittelutehokkuus	%
A	pinta-ala	m ²
B	biojäte	
BIO	biojätteen erilliskeräys	
f	osuus	%
h	hankintahinta	mk
k	annuiteettikerroin	
K	kustannus	mk
KP	keräyspiste	
KT/RT	kerros- ja rivitaloalue	
l	leveys	m
m	jättemäärä	kg
MAX	maksimiarvo	
MIN	minimiarvo	
n	lukumäärä	kpl
p	korko	%
PT	pientaloalue	
Q	jätekertymä	kg/a
r	tilavuuspaino	kg/m ³
s	syvyys	m
S	sekajäte	
SEKA	sekajätteenkeräys	

SP	syntypaikka	
t	pitoaika	a
tv	tilavaraus	m ²
V	tilavuus	m ³
w	täyttöaste	%

Alaindeksit

a	vuodessa
ase	asennus
astia	jäteastia
bio	biojäte
h	henkilöä
huolto	huolto
i	jätejakeen indeksi
inv	investointi
ir	irtaimisto
k	kaapisto
katos	jätekatos
ki	kiinteistö
kok	kokonais-
kom	kompostointi
kuiva	kuivajäte
kul	kuljetus
käyttö	käyttö
pussi	jätepussi
seka	sekajäte
t	talous
teo	teoreettinen

tila	tila
tod	todellinen
tv	tilavaraus
tyh	tyhjennyskerrat
y	yksikkö

1 JOHDANTO

Työn tarkoitus on selvittää vuoden 2002 alusta pakolliseksi tulleen biojätteiden erilliskeräyksen kustannusvaikutukset jätehuoltoon. Työssä vertaillaan sekajätteen keräyksen ja biojätteen erilliskeräyksen kustannuksia Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n toimialueella.

Jätteenkeräyksellä tarkoitetaan kiinteistössä tapahtuvaa jätteiden kokoamista, välivarastointia ja käsittelyä. Lisäksi siihen kuuluu jätteiden vienti niille varattuun keräyspisteeseen ja jätteiden kuljetus keräyspisteestä eteenpäin jatkokäsittelyyn.

Työssä jätteenkeräysketju jaetaan osiin ja jokaisen osan toteutusta sekä kustannuksia tarkastellaan erikseen. Jätteenkeräysketju alkaa kotitalouksista, missä jäte kerätään talteen, varastoidaan ja toimitetaan jätteenkeräyspisteeseen. Keräyspisteestä jäte edelleen noudetaan ja kuljetetaan jatkokäsittelyyn.

Työssä tarkastellaan ainoastaan asuintalouksissa syntyvän jätteen käsittelyä. Asuintaloudet jaetaan tarkastelun helpottamiseksi ja tarkentamiseksi kahteen eri osaan alueen mukaan; kerros- ja rivitaloalueisiin sekä pientaloalueisiin. Työhön eivät sisälly liiketiloja sisältävät asuintalot.

Vertailtaessa sekajätteenkeräyksen kustannuksia biojätteen erilliskeräyksen kustannuksiin voidaan jättää huomioimatta keräystavasta riippumattomat kustannukset. Näitä ovat esimerkiksi muiden jätejakeiden keräyskustannukset. Työn ulkopuolelle on niiden lisäksi jätetty aluekeräyspisteet.

Työ aloitetaan tarkastelemalla lainsäädännön edellytyksiä jätehuollolle ja keräysketjun eri osia. Sen jälkeen kerätään kustannuslaskennassa käytettävät lähtötiedot ja suoritetaan kustannuslaskenta. Lopuksi arvioidaan saatuja tuloksia ja lähtöarvojen vaikutusta lopputulokseen.

1.2 Määritelmiä

Seuraavaksi on selitetty muutamia tässä työssä käytettyjä termejä. Jätteen määritelmät ovat teoreettisia ja tarkoittavat puhtaita jätejakeita. On kuitenkin muistettava, että lajittelua ei voida koskaan suorittaa täydellisesti vaan jätejakeet sisältävät aina niihin kuulumatonta ainesta.

Yhdyskuntajätteellä tarkoitetaan asumisessa syntyvää jätettä. Siihen eivät kuitenkaan sisälly ongelmajätteet, kuivakäymäläjätteet tai jätevedet.

Kuivajätteellä tarkoitetaan jätettä, joka jää jäljelle kun biojätteet, hyödynnettävät jätteet ja ongelmajätteet on poistettu.

Biojätteellä tarkoitetaan eloperäistä, biologisesti hajoavaa myrkytöntä jätettä.

Sekajätteellä tarkoitetaan lajittelematonta yhdyskuntajätettä, joka sisältää hyödyntämiskelpoista jätettä, kuten lasia, keräyspaperia, -pahvia, metallia ja biojätettä.

Jätteiden keräysvälineillä tarkoitetaan säkkejä, astioita, ja säiliöitä, joihin jäte kerätään jatkokäsittelyyn kuljettamista varten.

2 ETELÄ-KARJALAN JÄTEHUOLTO OY

Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy perustettiin vuonna 1996 toteuttamaan jätesuunnitelman tavoitteita. Yhtiö on sen toiminta-alueen kuntien omistama osakeyhtiö. Sen tehtävä on jätehuolto ja jätteiden hyötykäytön edistäminen toiminta-alueella. Jätehuollon aluekokoalaisuuden tarkoituksena on ehkäistä jätteen syntyä ja pyrkiä hyödyntämään 75 % yhdyskuntajätteestä vuoteen 2005 mennessä. [1]

Jätteenkäsittely tapahtuu keskitetysti Joutsenon jätteenkäsittelylaitoksessa, jonne valmistui kompostointilaitos vuonna 2001. Saastuneiden maiden käsittely- ja loppusijoitusalueet valmistuivat samana vuonna. Tulevaisuudessa alueelle on tarkoitus rakentaa mm. kuivajätteen käsittelylaitos. [1]

2.1 Toiminta-alue

Yhtiön osakkaita ovat Lappeenrannan ja Imatran kaupungit sekä Joutsenon, Lemin, Luumäen, Parikkalan, Rautjärven, Ruokolahden, Saaren, Savitaipaleen, Taipalsaaren ja Ylämaan kunnat. Osakaskunnat muodostavat yhtiön toiminta-alueen (ks. kuva 1). [1]



Kuva 1. Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n toiminta-alue

Työssä kotitaloudet jaetaan kahteen eri ryhmään keräyspisteen mukaan; pientaloihin sekä kerros- ja rivitaloihin. Kerros- ja rivitaloissa keräyspiste on yleensä jätekatos, kun pientaloissa keräyspisteenä toimivat esimerkiksi talon seinustalla olevat yksittäiset jäteastiat.

Toiminta-alueella asuu 136 000 asukasta. Kesäasuntoja alueella on noin 18 500 kappaletta. Pientaloja asuntokannasta on noin 48 % ja rivi- ja kerrostaloja 49 %. Talouden koko on alueella keskimäärin 2,0 henkeä. (ks. taulukko 1) [2]

Taulukko 1. Tarkastelualueen kuntien talouksien jakautuminen

Vuosi	Pientalot	Rivi- ja kerrostalot	Tuntemattomat	Yksikkö
2000	48	49	3	%
1999	49	48	3	%
1998	49	48	3	%

3 JÄTEHUOLTO

Jätehuollon tarkoitus on täyttää yhteiskunnan sille asettamat tavoitteet. Eri asteisia tavoitteita annetaan säännöksissä ja suunnitelmissa. Tavoitteet voidaan saavuttaa useilla eri ratkaisulla. Tämä mahdollistaa paikallisten olosuhteiden huomioonjättämisen jätehuollossa. Esimerkiksi vaaditun hyödyntämistason saavuttamiseen voidaan pyrkiä tehokkaalla syntypaikkalajittelulla tai keskitetyllä lajittelulla. [3]

Jätehuolto muodostui ennen lähinnä sekajätteenkeräilyä ja kuljettamisesta kaatopaikalle. Sekajätettä ei lajiteltu, eikä eri jakeita pyritty hyödyntämään. Kaatopaikat toimivat jätteen loppusijoituspaikkana, eikä niiden hoitamiseen ja ympäristövaikutuksiin kiinnitetty paljonkaan huomiota. [3]

Tällä hetkellä jätehuoltoa rakennetaan syntypaikkalajittelun pohjalta tarkoituksena lisätä jätteen hyödyntämistasetta. Lajittelu on yleistynyt nopeasti biojätteen erilliskeräyksen

tultua pakolliseksi. Syntypaikkalajittelussa erilliskerättävät jätejakeet pidetään erillään jätehuollon kaikissa vaiheissa. Käytännössä tämä ilmenee siten, että jokaisella jätelajilla on oma keräys- ja käsittelyketjunsä. Sen seurauksena jätehuollon rakenne on monimutkaistunut, mikä on puolestaan johtanut kustannusten kasvamiseen. [3]

Tulevaisuudessa syntypaikkalajittelun lisäksi tarvitaan kuitenkin vielä laitosmaista käsittelyä, jotta yhdyskuntajätteen hyödyntämistäasteelle asetetut tavoitteet saavutetaan. Jättemaksuihin on puolestaan odotettavissa korotuksia useissa kunnissa jätehuollon rakenteen monimutkaistuessa ja esimerkiksi ekomaksujen vakiintuessa.

3.1 Jätehuoltoa ohjaavat säännökset

Jätehuoltoa ohjaavat lainsäädännön asettamat vaatimukset. Ne muodostuvat EU:n jättepolitiikasta, direktiiveistä ja asetuksista, kansallisesta jätehuoltoon vaikuttavista ohjelmista ja lainsäädännöstä. [4]

3.1.1 EU:n direktiivit

Jätteitä ja jätehuoltoa ohjaava EU:n lainsäädäntö muodostuu jätteitä koskevasta direktiivistä (75/442/ETY), vaarallisia jätteitä koskevasta direktiivistä (78/319/ETY) ja jätteiden siirtoa koskevasta direktiivistä (259/93/ETY). Tämän peruslainsäädännön lisäksi EU:ssa on laaja erityislainsäädäntö, joka käsittelee mm. yhdyskuntajätteen polttoa ja kaatopaikkoja. [4]

Jätteitä koskevassa direktiivissä määritellään jätteitä ja jätehuoltoa koskevat peruskäsitteet ja edellytetään EU:n jäsenmaita laatimaan jätehuoltosuunnitelmat. Vaarallisista jätteistä annettu direktiivi täydentää jätedirektiiviä. Siinä määritellään esimerkiksi vaarallinen jäte ja kielletään sekoittamasta toisiinsa erilaisia vaarallisia jätteitä. Jätteiden siirtoa koskeva direktiivi on asetus, jota jäsenmaiden on noudatettava sellaisenaan. Ase-

tuksen avulla pyritään valvomaan käsiteltäväksi ja hyödynnettäväksi tarkoitettujen jätteen siirtoa EU:n alueella. [4]

Tärkeimmät jätehuoltoa käsittelevät EU:n erityislainsäädännön puolelta tulevat säännökset ovat peräisin kaatopaikkadirektiivistä. Niiden lisäksi valmisteilla on muita jätehuoltoa koskevia direktiivejä, joista merkittävin koskee biohajoavan jätteen biologista käsittelyä. [4]

Kaatopaikkadirektiivin (1999/31/EY) tärkein vaatimus on vähentää kaatopaikoille sijoitettavan biohajoavan yhdyskuntajätteen määrää vuonna 1995 tuotetun biohajoavan yhdyskuntajätteen kokonaismäärästä 75 %:iin vuoteen 2006 mennessä, 50 %:iin vuoteen 2009 ja 35 %:iin vuoteen 2016 mennessä. [4]

Valmisteilla oleva ns. kompostointidirektiivi tulee mahdollisesti asettamaan vaatimuksia biojätteiden alkulajittelulle, kompostoinnille, mädätykselle ja mekaanis-biologiselle jätteenkäsittelylle. Direktiivin tarkoitus on edistää biohajoavan jätteen biologista käsittelyä. [5]

3.1.2 Jätesuunnitelmat

Suomessa on EU:n jätedirektiivien ja jätelain perusteella hyväksytty valtakunnallinen jätesuunnitelma ja alueelliset jätesuunnitelmat. Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa on asetettu määrälliset ja laadulliset tavoitteet alan kehittämiseksi vuoteen 2005. Alueellisissa jätesuunnitelmissa tarkennetaan valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteita ja alueellisia toimenpiteitä. [6]

Valtakunnallisen jätesuunnitelman mukaan [6]:

- Yhdyskuntajätteitä ei vuonna 2000 synny enempää kuin vuonna 1994, ja vuonna 2005 niitä syntyy ainakin 15 % vähemmän kuin kasvuennusteiden perusteella voisi odottaa.
- Luovutaan aineista ja tuotteista, jotka ovat jätteinä erityisen haitallisia ympäristölle tai jätehuollolle.
- Yhdyskuntajätteistä hyödynnetään vähintään 50 % vuoteen 2000 mennessä ja vähintään 70 % vuoteen 2005 mennessä.
- Jätehuollosta ei aiheudu haittaa tai vaaraa terveydelle tai ympäristölle.

3.1.3 Kansallinen lainsäädäntö

Jätehuoltoa ohjaavan lainsäädännöllisen pohjan muodostavat jätelaki ja -asetus. Tämän lisäksi on olemassa useita muita säädöksiä, jotka vaikuttavat jätteiden käsittelyyn. Huomionarvoisimpia niistä ovat Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista (VNp 861/97 ja 1049/99) ja Terveysturvallisuusasetus (280/1994). [7]

Jätelaki 1072/1993

Jätelaki edellyttää huolehdittavan siitä, että jätettä syntyy mahdollisimman vähän, syntyneestä jätteestä ei aiheudu haittaa tai vaikeutta jätehuollon järjestämiselle eikä jätteestä aiheudu vaaraa terveydelle tai ympäristölle. Jätelain 17§ mukaan kunta voi antaa paikallisia jätehuoltomääräyksiä esimerkiksi jätteen keräyksestä, lajittelusta, säilyttämisestä ja kuljetuksesta. [8]

Jäteasetus 1390/1993

Jäteasetuksen mukaan jätteet on koottava, pakattava ja merkittävä siten, että niille voidaan järjestää asianmukainen jätehuolto ja ettei niistä aiheudu vaaraa terveydelle tai ympäristölle. Jätteiden kuormaus ja kuljetus tulee järjestää siten, että niistä aiheutuvat häiriöt jäävät mahdollisimman pieniksi. [8]

Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista (VNp 861/97 ja 1049/99)

VNp kaatopaikoista on EU:n kaatopaikkadirektiiviä vastaava päätös. Siinä on asetettu vaatimukset kaatopaikkojen perustamiselle, käytölle, käytöstä poistamiselle ja jälkihoidolle. Päätöksen mukaan kaatopaikalle ei saa vuoden 2005 alusta alkaen sijoittaa enää yhdyskuntajätettä, josta ei ole eroteltu pois suurinta osaa biohajoavasta jätteestä. [8]

Terveydensuojeluasetus 280/1994

Asetuksen mukaan jätteiden keräysvälineet ja jätehuone on sijoitettava ja hoidettava siten, ettei niistä aiheudu hajua tai terveyshaittaa. Asetus edellyttää myös huolehtimaan keräysvälineiden kunnosta ja puhdistuksesta asianmukaisesti. [8]

3.1.4 Kunnalliset jätehuoltomääräykset

Jätelain 17§ nojalla kunnat antavat omat jätehuoltomääräyksensä, jotka tarkentavat jätehuoltoa koskevia alueellisia toimenpiteitä ja määräyksiä. Eri kuntien jätehuoltomääräykset ovat pääosiltaan yhteneviä. [9]

Jätehuoltomääräykset antavat konkreettisia ohjeita jätehuollon toteuttamiseen. Keskeisiä kohtia työn kannalta ovat keräysvälineiden tyhjennysväli ja puhdistusväli.

Määräyksissä edellytetään huolehdittavan keräysvälineiden huollosta, kunnossapidosta ja puhdistamisesta. Niiden mukaan kuivajätteen keräysastiat tulee pestä tarvittaessa, kuitenkin vähintään 1-2 kertaa vuodessa. Suurimpia eroja eri kuntien jätehuoltomääräyksissä on biojäteastian pesuväleissä. Esimerkiksi Savitaipaleella astiat tulee pestä kerran kuukaudessa ja useimmissa muissa kunnissa 1-2 kertaa vuodessa. [9] Laskennassa käytetään kuiva- ja sekajäteastioiden pesukertojen lukumääränä kahta ja biojäteastioiden kuutta kertaa vuodessa.

Jätehuoltomääräyksissä on annettu ohjeeksi tyhjentää biojäteastia 1-4 viikon välein ja talvikautena (loka-huhtikuu) 2-4 viikon välein. Kuivajäteastioiden tyhjennysväli saa olla korkeintaan 2-8 viikkoa. [9]

Alhaisesta lajittelutehokkuudesta johtuen kuivajäte sisältää huomattavan määrän biojätettä, jolloin kuivajätteen keräysastiat tulisi tyhjentää yhtä usein kuin biojäteastiat. Myös sekajäteastiat tulisi tyhjentää biojäteastioiden tapaan. Useissa kunnissa sekajäteastian tyhjennysväli oli kuitenkin ympäri vuoden 2 viikkoa [9].

Kustannuslaskennassa käytetään biojäteastioiden tyhjennysvälinä kesällä kerran viikossa ja talvella kerran 2 viikossa eli 35 kertaa vuodessa. Kuivajäteastioiden tyhjennysvälinä käytetään 3 viikkoa eli 17 kertaa vuodessa. Sekajätteenkeräysastioiden tyhjennysväliksi valitaan 2 viikkoa eli 26 kertaa vuodessa. (ks. taulukko 2) [9]

Taulukko 2. Keräysastioiden pesu- ja tyhjennyskerrat vuodessa

	Biojäte	Kuivajäte	Sekajäte
Pesukertojen lukumäärä	12	2	6
Tyhjennyskerrat vuodessa	35	17	26

4 JÄTTEEN MÄÄRÄ JA OMINAISUUDET

Kerättävän jätteen määrä ja ominaisuudet vaihtelevat huomattavasti kunnittain. Vaihteluun vaikuttavat alueen lisäksi esimerkiksi kiinteistötyyppi ja kulutustottumukset. Yleiset tiedot jätemääristä ovat suuntaa-antavia ja paikallinen jätemäärä pystytään selvittämään vain jätetutkimuksella. [10, 11]

Oman vaikutuksensa jätteen määrään muodostaa kesäasunnoissa syntyvä jäte. Pohjois-Saksan rannikolla tehdyn tutkimuksen mukaan ihmiset tuottavat kesäasunnoilla merkittävästi enemmän jätettä kuin kotona. Syntynyt jäte on myös koostumukseltaan erilaista kuin tavanomaisen asutuksen. Syynä tähän ovat tietämättömyys ja mukavuudenhalu lomalla. Myös lajittelutehokkuus saattaa olla alhaisempaa tiedon puutteesta tai välinpitämättömyydestä johtuen. Erillään ja tavanomaista kauempana sijaitsevat keräyspisteet voivat vähentää lajittelumotivaatiota. Työssä ei kuitenkaan huomioida erikseen kesäasutuksen vaikutuksia kustannuksiin. [12]

4.1 Sekajäte

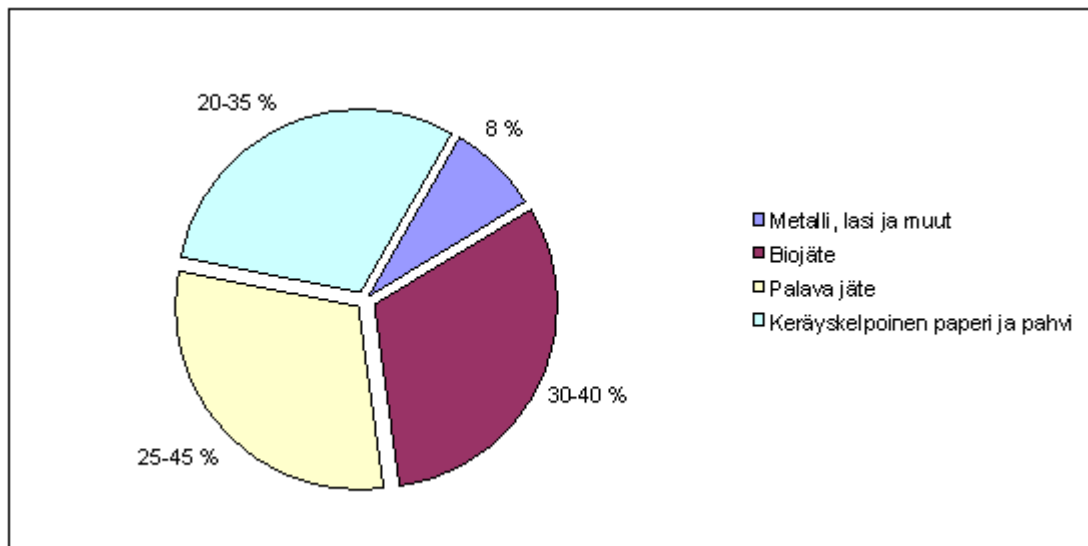
Vuonna 1999 Suomessa tuotettiin tilastollisesti asukasta kohden keskimäärin 470 kg yhdyskuntajätettä, mistä kotitalousjätettä on noin puolet. Määrä vaihtelee esimerkiksi alueittain ja vuodenaikojen mukaan. Keräyspisteistä jatkokäsiteltäväksi kuljetettavan kotitalousjätteen määrä on taajama-alueella noin 150-240 kg asukasta kohden vuodessa ja haja-asutusalueilla noin 100-150 kg asukasta kohti vuodessa. [10, 11, 13, 14, 15]

Pellervo-Seuran markkinatutkimuslaitoksen vuonna 1982 tekemään kyselyyn vastanneista viljelijöistä noin puolet jätti kaikki yhdyskuntajätteet tai suurimman osan niistä omille mailleen. Keräysjärjestelmät ovat kuitenkin kehittyneet huomattavasti 1980-luvun alusta ja tilanne on kehittynyt parempaan suuntaan. Toisaalta vielä nykyisinkin on havaittavissa samansuuntaista käytöstä erityisesti haja-asutus- ja pientaloalueilla. Kulje-

tukseen kertyvän jätteen määrää vähentää lisäksi omatoiminen jätehuolto. Jätteitä käsitellään omalla kiinteistöllä esimerkiksi polttamalla ja toimittamalla kierrätyspisteisiin. [12]

Yhdyskuntajätteestä on biojätettä noin 30-40 %. Keräyskelpoisen paperin ja pahvin osuus yhdyskuntajätteestä on puolestaan noin 20-35 %. Loppujäte voidaan jakaa palavaan ja palamattomaan jätteeseen. Palavaa jätettä ovat esimerkiksi keräyskelvoton paperi, muovi, kumi ja tekstiilit ja palamatonta esimerkiksi metalli ja lasi. (ks. kuva 2) [13]

Jätteiden punnituskokeista saadut tulokset kertovat keräyspisteeseen kertyvän jätteen määrän. Niissä ei kuitenkaan usein huomioida omatoimista käsittelyä, joten laskennallisesti kaatopaikkarekisteristä saadut arvot jätteen ominaiskertymälle ovat lähempänä totuutta kuin punnituskokeiden tulokset. Tämän perusteella laskennassa käytetään jätteen ominaiskertymänä 240 kg/as/a myös pientaloalueilla, koska jätehuolto tulee tehostumaan entisestään etenkin siellä.



Kuva 2. Yhdyskuntajätteen keskimääräinen koostumus

4.2 Bio- ja kuivajäte

Syntypaikkalajitellun biojätteen määrä vaihtelee kunnittain hyvin paljon jätteen koostumuksen ja lajittelutehokkuuden mukaan. Laskennassa biojätteen määräksi valitaan kerros- ja rivitaloalueilla 30 % ja pientaloalueilla 40 % yhdyskuntajätteestä. Pientaloalueilla biojätteen määrää lisäävät esimerkiksi puutarhajätteet. Jätekeräytymänä käytetään sekajätteen kertymää, josta lasketaan bio- ja kuivajakeiden määrät. [10, 15, 16]

Jätteiden tilavuuspainot vaihtelevat jätejakeen laadun ja keräysvälineen mukaan. Kotitalouksissa jätepussien tilavuuspaino on tiiviimmästä pakkaamisesta johtuen suurempi kuin keräyspaikan jäteastiassa. Kerätessä jäte puristinlaittein varustetulla autolla tilavuuspaino kolminkertaistuu kuljetuksen ajaksi. [10, 13, 17]

Lähtötiedoiksi valitaan bio- ja kuivajätteen tilavuuspainot. Ne vaihtelivat eri lähteissä biojakeella 200-350 kg/m³ ja kuivajakeella 75-150 kg/m³ välillä. Tilavuuspainojen ja jätteen koostumuksen avulla lasketaan sekajätteen tilavuuspaino. Sekajätteen tilavuuspainon laskennassa oletetaan jätteen kokonaistilavuuden pysyvän vakiona. Taulukossa 3 on esitetty eri jakeiden tilavuuspainot. Sekajätteen tilavuuspaino on laskettu 30 % :n biojättemäärällä. [3,10,11,13,17]

Taulukko 3. Kotitalousjätteen jätejakeiden tilavuuspainot ja kertymät

Jäte	Tilavuuspaino	Kertymä
	[kg/m ³]	[kg/as/a]
Sekajäte säkissä	114	100-250
Sekajäte astiassa	132	100-250
Biojäte säkissä	330	30-80
Biojäte astiassa	300	30-80
Kuivajäte säkissä	105	70-170
Kuivajäte astiassa	90	70-170

4.2.1 Lajittelutehokkuus

Lajittelutehokkuus määrittää, miten hyvin lajittelu onnistuu. Edes teoreettisesti lajittelutehokkuus ei saavuta 100 %, koska esimerkiksi joidenkin pakkauksien mukana biojätettä kulkeutuu kuivajätteen joukkoon. Teoreettiseksi lajittelutehokkuudeksi on useimmille jätejakeille esitetty 95 %. Nykyisellään biojätteen lajittelutehokkuus on noin 50 %. Tämä tarkoittaa sitä, että puolet biojätteestä päätyy kuivajakeen joukkoon. [14]

Lajittelutehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi jäteneuvontaa tehostamalla, jolloin ihmisten kyky ja halukkuus lajitella jätteitä lisääntyy. Lajittelukäytännön tullessa rutiniinomaiseksi voidaan biojätteellä päästä noin 65-80 % lajittelutehokkuuteen. [13]

Biojätteen punnituskokeissa Imatralla ja Joutsenossa syntypaikkalajitellun biojätteen määrä oli noin 19 % kokonaisjättemäärästä. Tämän avulla laskettu lajittelutehokkuus on 48-63 %, jos biojätteen todellinen määrä kokonaisjättemäärästä on 30-40 %. Lajittelutehokkuutta laski tutkimuksessa huomattavasti muutamien kiinteistöjen epäonnistunut lajittelu. [18]

Biojätteen lajittelutehokkuutena laskennassa käytetään tiedottamalla ja lajitteluun totuttamisen jälkeen hyvin saavutettavaa 75 %. Punnituskokeiden perusteella biojäteastioille laskettu täyttöaste kerros- ja rivitaloalueella on 32 %. [18]

5 KERÄYSKETJU

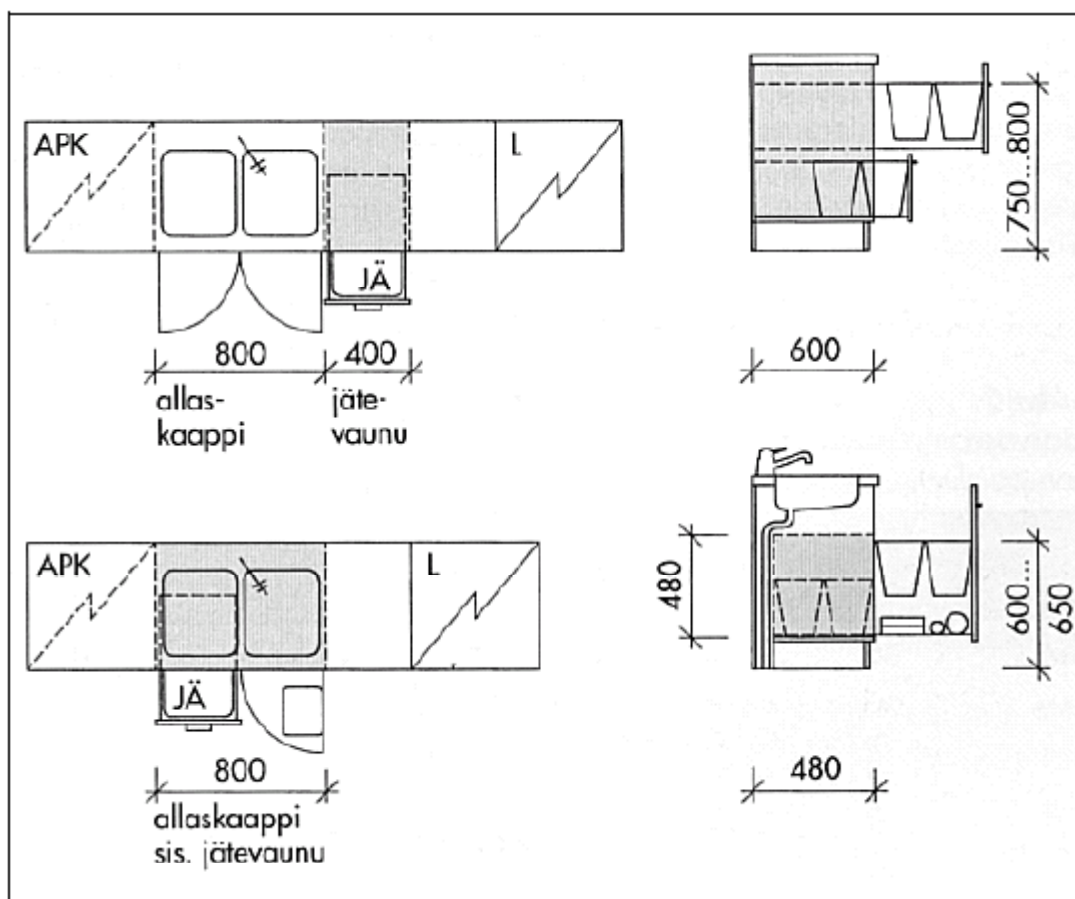
Jätteen elinkaari alkaa sen syntypaikalta ja päättyy sen hyötykäyttöön tai loppusijoitukseen. Keräysketju voidaan jakaa osiin, jotka voidaan toteuttaa eri tavoilla. Keräyksen ensimmäinen vaihe on kotitalouksissa tapahtuva jätteenkäsittely ja sijoittaminen väliaikaiseen astiaan. Toinen vaihe on jätteen sijoitus keräyspisteisiin odottamaan ketjun kolmatta vaihetta eli kuljetusta. Ketjun viimeinen vaihe on jatko- ja loppukäsittely. [3, 12]

5.1 Syntypaikka

Kotitalouksissa tapahtuva jätteenkäsittely on keräysketjun ensimmäinen vaihe. Tärkein vaikutus siellä tapahtuvaan jätteiden käsittelyyn on paikkakunnalla käytössä olevalla keräyskäytännöllä ja syntyvällä jätemäärällä. Astioiden määrä ja koko valitaan jätelajien ja jätemäärän mukaan. Kotitalouksissa on lajittelua varten astia tai keräyspaikka bio- ja kuivajätteelle sekä mahdollisesti paperille, lasille, metallille, paristoille ja energijätteelle [12, 19, 20]

Kerättäville jätelajeille tulee varata oma keräystila, jonka ei välttämättä tarvitse olla keittiössä. Usein käytettävät seka-, bio- ja kuivajakeen keräysastiat sijoitetaan kuitenkin käyttömukavuuden takia yleensä keittiöön. [12, 13, 19]

Yleisimmin toteutettu ratkaisu on käyttää allaskaappia jätekaappina. Tällöin voi ongelmaksi muodostua ahdas tila, mikä johtuu esimerkiksi vesilukon ja putkiston varaimasta tilasta. Paras ratkaisu onkin sijoittaa jätelastiat omaan kaappiinsa, joka voidaan suunnitella vain jätteiden lajittelua varten ja sitä voidaan helposti muunnella lajittelutarpeen lisääntyessä. Kuvassa 3 on esimerkkejä keräysastioiden sijoittamisesta keittiöön. [7, 12, 19]



Kuva 3. Esimerkkejä keräysastioiden sijoittamisesta keittiöön [7]

Sekajäte

Yleisin ratkaisu sekajätteenkeräyksessä on yksittäinen jäteastia jäte-/allaskaapissa. Astia voidaan sijoittaa esimerkiksi allaskaappiin tai sen oveen (kuva 4). [7]

Biojätteen erilliskeräys

Biojätteen erilliskeräyksessä jäte kerätään bio- ja kuivajakeena. Tällöin kotitaloudessa on omat astiansa molemmille jakeille. Edullisin ratkaisu syntyy, kun kerätään biojäte käytöstä poistettuun astiaan ja kuivajäte allaskaappiin sijoitettuun jäteastiaan tai kun sijoitetaan kuivajäteastian sisäpuolelle pieni biojäteastia. Eri tyyppisten kaapin pohjatasoon tai sivuseinään kiinnitettävien jätelajitteluvaunujen (ks. kuva 4) hinnat edustavat

keskitasoa, kun taas jätekuilulliset ratkaisut, joihin sisältyy esimerkiksi pesupöytä ja jäteastiat ovat lajitteluratkaisujen kallein vaihtoehto. [8, 13, 19, 20]



Kuva 4. Allaskaappiin sijoitetut jäteastiat [7]

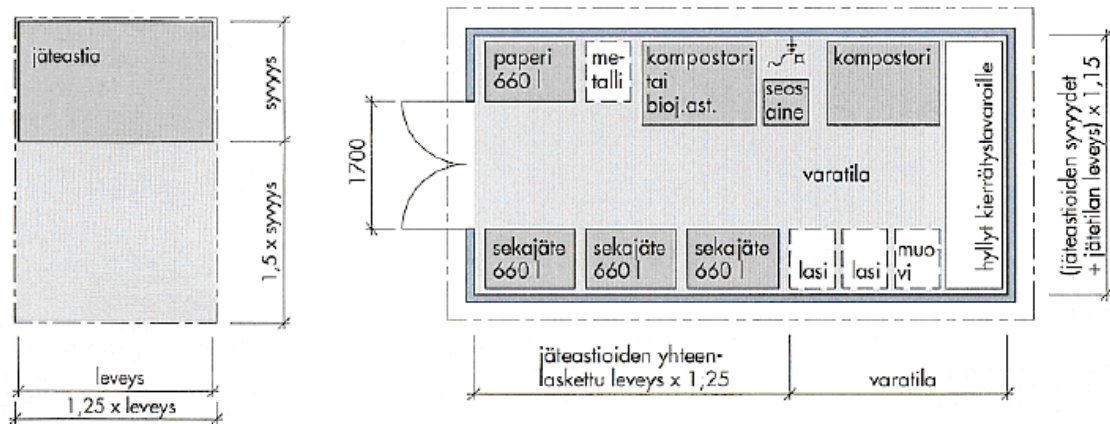
5.2 Keräyspisteet

Syntypaikalta jäte kerätään kuljetusta varten kiinteistön keräyspisteeseen. Keräyspiste muodostuu keräysvälineistä ja mahdollisesta katoksesta. Keräysvälineinä voidaan käyttää säkkejä, astioita, säiliöitä, puristinsäiliöitä tai syväkeräysjärjestelmiä. Keräysvälineiden valintaan vaikuttavat jätejakeiden määrä, käytettävät kuljetusmenetelmät, asunnon sijainti ja kunnalliset jätehuoltomääräykset. [7, 14]

Keräysvälineet ja rakenteet suojaavat jätteitä eläimiltä, tuulelta ja sateelta sekä vähentävät haju- ja terveyshaittoja. Keräysvälineet valitaan kerättävien jätejakeiden ja jätteen määrän mukaan. Jäteastioiden tilantarvetta on havainnollistettu kuvassa 5. Eri kokoisten jäteastioiden mitat ja tilantarve on esitetty taulukossa 4. [8]

Kerros- ja rivitaloalueella keräyspiste sijaitsee joko ulkona tai asuinrakennuksessa. Ulkona keräysvälineet sijoitetaan katettuun jättesuojaan. Asuinrakennukseen sijoitetussa jä-

tehuoneessa tulee olla ilmanvaihto, valaistus ja vesi sekä viemäri. Jätetilan koko mitoite-
taan astiamäärän mukaan. Pientaloalueilla ei useinkaan tarvita erillistä jätekatosta astioi-
den vähäisen määrän vuoksi. [7]



Kuva 5. Jäteastioiden tilantarve [7]

Taulukko 4. Astioiden mitat ja tilantarve

Astia	Leveys	Syvyys	Korkeus	Tilantarve, leveys	Tilantarve, syvyys
140 litraa	50	55	108	63	83
240 litraa	600	750	1100	750	1125
600 litraa	1200	800	1200	1500	1200

5.3 Kuljetus

Kuljetuksella tarkoitetaan jätteen keräystä keräysvälineistä ja kuljetusta jatkokäsittely-
paikalle. Kuljetuksen toteutukseen vaikuttaa kerättävien jätelajien määrä ja kertymä.
Sekajätteen kuljetus tapahtuu yleensä pakkaavalla jäteautolla. Bio- ja kuivajätteen kerä-
ys voidaan toteuttaa yhteis- tai erilliskeräyksenä. [11, 13]

Ajoneuvon valintaan vaikuttavat keräysketjun toteutus ja jätteiden ominaisuudet. Kul-
jetusvälineenä voidaan käyttää mm. pakkaavia jäteautoja, vaihtolava-autoja ja moni-

lokeroautoja. Yleisimmin Suomessa käytetty vaihtoehto on pakkaava jäteauto, joita on keräysajoneuvokannasta noin puolet. [11, 13]

Kotitalouteen kohdistuvat kuljetuskustannukset määritellään jätetaksassa. Se on asiakirja, joka sisältää luettelon käytössä olevista jätemaksuista ja niiden laskentaperusteista. [21]

Jätemaksu on yksittäinen maksu, jota peritään jätteen haltijalta jätehuollosta kunnalle aiheutuvien kustannusten kattamiseksi. Tyypillisesti jätemaksu muodostuu kuljetusmaksusta ja käsittelymaksusta. Viime aikoina on otettu käyttöön lisäksi myös kiinteistö- tai talouskohtaisia niin sanottuja eko- tai palvelumaksuja. Näitä maksuja peritään kattamaan mm. ongelmajätehuollon, hyötykäytön edistämisen ja jäteneuvonnan kustannukset. Tulevaisuudessa nämä maksut tulevat yleistymään ja olemaan osa normaalia jätemaksua. [21]

5.4 Jatko- ja loppukäsittely

Ennen kaatopaikalle sijoittamista jätevirrasta pyritään erottamaan mahdollisimman paljon hyödynnettävää materiaalia. Erottelu voidaan toteuttaa syntypaikka- tai laitospaikalla lajittelulla. Loppukäsittely voidaan toteuttaa esimerkiksi kompostoimalla, mädätyksellä tai kaasutuksella. [22]

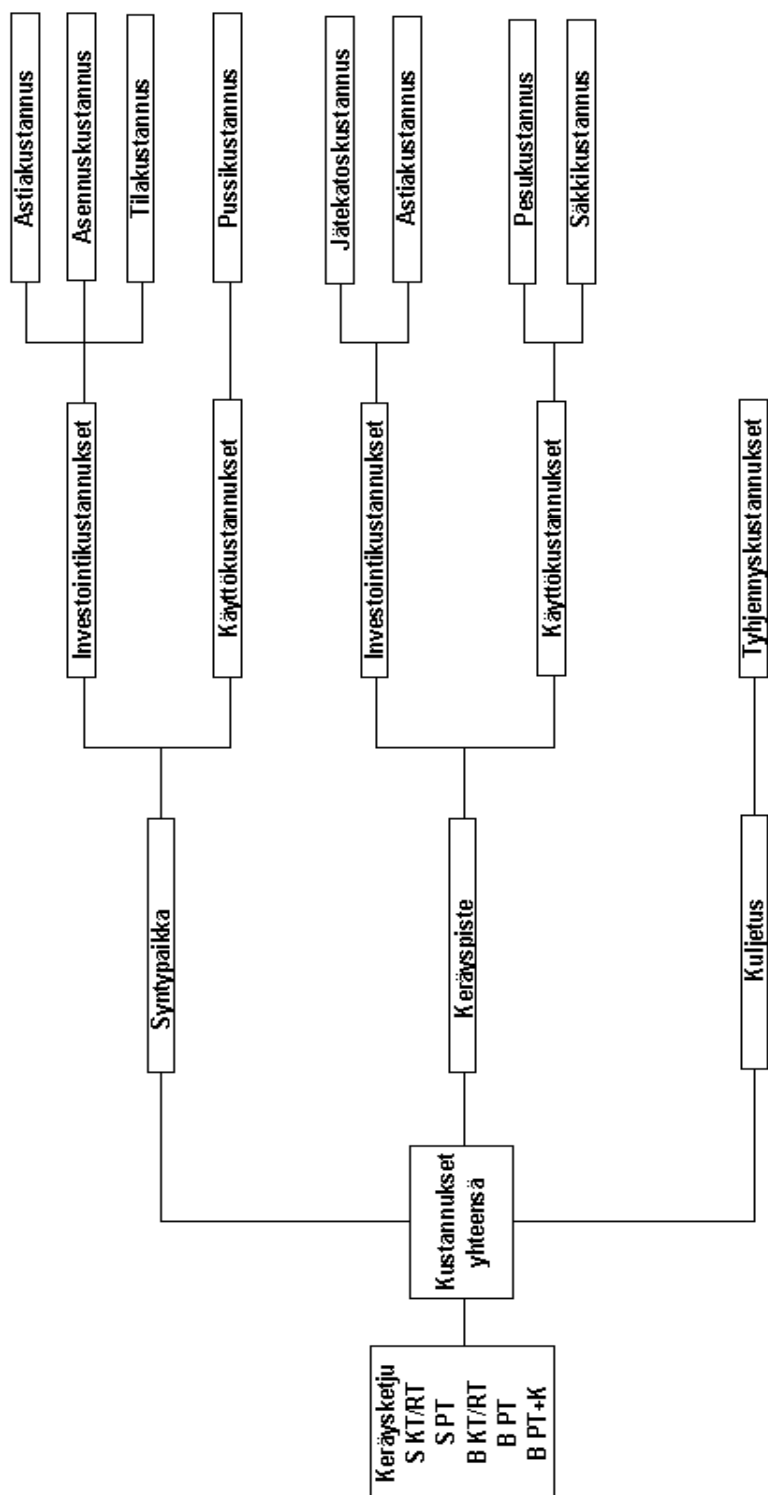
Biojätteen erilliskeräyksessä biojäte ohjataan suoraan jatkokäsittelyyn ja kuivajajetta voidaan edelleen jatkokäsitellä erottelemalla siitä jakeita hyötykäyttöön. Huonosta tai riittämättömästä syntypaikkalajittelusta johtuen kuivajajäte voi sisältää huomattavan osan hyödynnettävää tai haitallista ainesta, joka täytyy erotella esimerkiksi mekaanisesti ennen kaatopaikalle sijoittamista. [22]

Kun jäte kerätään sekajätteenä, se käsitellään ensimmäiseksi mekaanisesti. Mekaanisella käsittelyllä jätevirrasta saadaan erotettua hyödynnettävät materiaalit, tuotettua bioainesta kompostointiin ja jätepolttoainetta. [22]

6 KUSTANNUSLASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Seuraavaksi on eritelty syntyvät kustannukset ja kerätty kustannuslaskentaa varten käytettävät tiedot. Tarkasteltaessa keräysketjua ja valittaessa kustannuslaskennan lähtöarvoja on pyritty huomioimaan toiminta-alueelle tyypilliset käytännöt ja lähtötiedot.

Keräysketjun kustannukset on jaettu syntypaikka-, keräyspiste- ja kuljetuskustannuksiin. Syntypaikka- ja keräyspistekustannukset on edelleen jaettu investointi- ja käyttökustannuksiin (ks. kuva 6). Kustannuslaskennan lähtötietoja tarkastellaan jokaisessa keräysketjun vaiheessa erikseen.



Kuva 6. Jätteenkeräyksen kustannusrakenne

Korkona laskennassa käytetään irtaimistolle, kuten jätteen keräysvälineillekin 6 % ja kiinteistölle ja siihen rinnastettaville investoinneille, kuten keittiön kaapistoille ja jäteka-
tokselle 5 %.

6.1 Syntypaikkakustannukset

Ensimmäiset kustannukset muodostuvat jätteen syntypaikalla, missä jäte lajitellaan ja varastoidaan väliaikaisesti. Kustannukset voidaan jakaa investointi- ja käyttökustannuk-
siin. Investointikustannuksia ovat tila-, astia- ja asennuskustannukset. Käyttökustannuk-
set muodostuvat tarvittavien jätepussien hinnoista. Kustannuksia syntyy myös astioiden
asentamisesta tai niiden asentamiseen tarvittavista muutostöistä johtuvista kustannuksis-
ta.

Asioiden kokoon ja määrään vaikuttavat syntyvän jätteen määrä ja kerättävien jäteja-
keiden lukumäärä. Jäteastioiden ja -vaunujen hinnat vaihtelevat valmistajasta, tyypistä ja
materiaalista riippuen. Astioiden kokonaismäärän tarkastelualueella vaikuttaa myös ta-
louksien koko [19, 20]. Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n toiminta-alueella vuonna 2000
taloudessa oli keskimäärin 2,0 asukasta [2].

Sijoitettaessa jäteastioita keittiöön ne varaavat tietyn tilan. Tilakustannuksessa huomioi-
daan tämän menetetyn tilan arvo ja se lasketaan lisääntyneenä keittiökaapiston tarpeena.
Keittiökaapistojen hinnat asennuskustannuksineen vaihtelevat 1000-2000 markan välillä
metriä kohden. Työssä hinnaksi valitaan 1500 mk/m. Kaappien syvyyden ollessa noin
0,6 metriä saadaan neliöhinnaksi 2500 mk/m². Keskimääräiseksi pitoajaksi kaapistolle
valitaan 10 vuotta. [23, 24]

6.1.1 Sekajätteenkeräys

Seuraavaksi käydään läpi sekajätteenkeräyksen kustannuslaskennan lähtötiedot. Lähtötiedot on jaettu kolmeen ryhmään; jäteastiakustannuksiin, asennus- ja tilakustannuksiin sekä käyttökustannuksiin. Lähtötiedot on koottu taulukkoon 5.

Jäteastiat

Jätteenkeräyksen tapahtuessa sekajätteenä yleisin ratkaisu on yksittäinen jäteastia jätetäi allaskaapissa. Sekajäteastioiden tilavuudet vaihtelevat 8-16 litran välillä ja astian hinnat vaihtelevat 10 ja 100 markan välillä. Työssä käytetään sekajäteastian tilavuutena tyypillistä 16 litraa ja hankintahintana 50 markkaa. [19, 20]

Asennus- ja tilakustannus

Sekajäteastian asennuksesta ei oleteta muodostuvan kustannuksia. Tilakustannus muodostuu astian viemästä tilasta. Yksittäinen sekajäteastia jätekaapin ovesa vie leveys- ja syvyysuunnassa noin 0,26 metriä, jolloin tilavaraus on noin 0,07 m². [19].

Käyttökustannukset

Arvion mukaan noin puolet kotitalouksien jätteistä toimitetaan keräysastioihin tavallisesti kaupan muovikassiin pakattuna ja loput jätteille tarkoitetuissa pusseissa. Tämän perusteella pussien keskimääräinen hinta on noin 0,60 markkaa. Pussin laskennallinen tilavuus on sama kuin jäteastian. [16]

Taulukko 5. Laskennan lähtötiedot sekajätteenkeräykselle syntypaikalla

Suure	Arvo	Yksikkö
Asennuskustannus	0	mk
Jäteastian hankintahinta	50	mk
Jäteastian pitoaika	10	a
Jäteastian tilavaraus	0,07	m ²
Jätepussin hinta	0,6	mk
Jätepussin laskennallinen tilavuus	0,016	m ³
Keittiön kaapiston pitoaika	10	a
Laskentakorko jäteastialle	6	%
Laskentakorko kaapistolle	5	%
Tilavaruuksen yksikköhinta	2500	mk/m ²

6.1.2 Biojätteen erilliskeräys

Seuraavaksi on käyty läpi biojätteen erilliskeräyksen kustannuslaskennan lähtötiedot. Lähtötiedot on jaettu neljään ryhmään; jäteastiakustannuksiin, asennus- ja tilakustannuksiin, käyttökustannuksiin ja kompostointikustannuksiin.

Jäteastiat

Biojätteen erilliskeräyksessä tulee molemmille jätelajakeille olla oma keräysvälineensä. Jätelajitteluratkaisujen hinnat vaihtelevat kymmenistä markoista tuhansiin markkoihin. Työssä valitaan keskiarvoa edustamaan 200 markan hintainen jätelajitteluvaunu, jossa on kuivajakeelle 16 litran ja biojakeelle 10 litran astia. [19, 20]

Asennus- ja tilakustannus

Biojätteen erilliskeräyksessä asennuskustannuksia oletetaan syntyvän keskimäärin 50 mk/astia. Jätelajitteluvaunun tilavaraus kiskoineen leveyssuunnassa on noin 0,3 metriä ja syvyysuunnassa noin 0,55 metriä, jolloin tilavaraus on 0,17 m². [19, 20]

Kompostointi

Pien- ja haja-asutusalueille on tyypillistä, että taloudet kompostoivat biojätteensä itse. Lappeenrannan kaupungin alueella noin 60 % pientaloista kompostoi biojätteensä omatoimisesti [25].

Ympärivuotiseen kompostointiin soveltuvien kompostien hinnat vaihtelevat noin 1500-4000 markkaan materiaalin ja koon mukaan. Lisäksi syntyy käyttökustannuksia esimerkiksi seosaineesta ja kompostin hoitoon tarvittavista välineistä. Kompostorin hinnaksi valitaan 2000 markkaa ja käyttökustannusten arvioidaan olevan noin 200 markkaa vuodessa. [14, 19]

Käyttökustannukset

Biojätteen keräyspusseiksi käyvät esimerkiksi sanomalehden aukeama tai kompostoituva pussi. Biohajoavasta muovista tehdyt pussit ovat kalliimpia kuin paperipussit, mutta helpompia ja kestävämpiä käyttää. Biojätepussien keskimääräinen hinta on 0,80 markkaa. [26]

Kuivajätteelle sopivat samantyyppiset pussit kuin sekajätteelle. Niitä tarkasteltiin alakohdassa 5.3.1.

Taulukko 6. Laskennan lähtötiedot biojätteen erilliskeräykselle syntypaikalla

Suure	Arvo	Yksikkö
Asennuskustannus	50	mk
Jäteastian hankintahinta	200	mk
Jäteastian pitoaika	10	a
Jäteastian tilavaraus	0,17	m ²
Jäteastian laskentakorko	5	%

Taulukko 7. Laskennan lähtötiedot biojätteen erilliskeräykselle syntypaikalla

Suure	Biojäte	Kuivajäte	Yksikkö
Pussin hinta	0,8	0,3	mk
Pussin laskennallinen tilavuus	0,01	0,016	m ³

6.2 Keräyspistekustannukset

Keräyspisteessä kustannukset muodostuvat keräysvälineiden ja jätekatoksen aiheuttamista kustannuksista. Keräysvälinekustannuksiin sisältyvät astian hankinta- ja käyttö-kustannukset. Jätekatokustannukset syntyvät jätekatokseen tarvittavien rakenteiden hinnasta ja jätekatoksen huolto- ja käyttökuluista. Astioiden pesukustannukset on myös huomioitu keräyspistekustannuksissa. Yhden pesukerran hinnaksi valitaan 80 markkaa. [3, 13, 14, 27]

Lisäksi kustannuksia kertyy jätekatoksen huolto- ja käyttökuluista. Niitä ovat esimerkiksi ilkivallasta ja normaalista kulumisesta aiheutuvat kunnostuskustannukset, jätekatoksen siivous ja mahdollisen valaistuksen aiheuttamat kustannukset. Edellä mainittuja kustannuksia ei kuitenkaan tarvitse huomioida vertailtaessa jätteenkeräysvaihtoehtoja, koska ne ovat keräystavasta riippumattomia. [3, 13, 14]

Biojätteen erilliskeräyksessä yleisimmin käytettävät astiat ovat korkeintaan 240 litran kokoisia kannellisia, pyöriin ja tartuntakahvoin varustettuja jäteastioita. Seka- ja kuivajätteelle käytetään 600 litran astioita kerros- ja rivitaloalueilla ja pientaloalueilla enintään 240 litran astioita. [7, 13]

6.2.1 Sekajätteenkeräys

Pientalo- ja haja-asustusalueilla sekajätteenkeräykseen tarvitaan yksi jäteastia taloutta kohti. Käytetyt astiat ovat joko 140 tai 240 litran astioita ja niiden hankintahinta on noin 300 markkaa. Yleisimmin kerros- ja rivitaloalueilla käytetyn 600 litran astian hankintahinta on noin 1000 markkaa. [13, 28]

Jätekatoksen koko riippuu keräysastioiden tilantarpeesta. Astioiden tilantarve määräytyy puolestaan kerättävien jätejakeiden määrästä ja kertymästä [7]. Tavanomaisen betonipohjaisen jätekatoksen rakennuskustannus on noin 1150 mk/m² [29].

Taulukko 8. Laskennan lähtötiedot sekajätteenkeräykselle keräyspisteessä

Suure	Arvo	Yksikkö
Astian hankinta hinta	1000	mk
Astian huoltokustannukset	240	mk/a
Astian leveys	1,2	m
Astian syvyys	0,8	m
Astian tilavuus	0,6	m ³
Katoksen yksikköhinta	1150	mk/m ²
Laskentakorko astioille	6	%
Laskentakorko katokselle	5	%
Pesukerran hinta	80	mk
Pitoaika astioille	5	a
Pitoaika katokselle	15	a

6.2.2 Biojätteen erilliskeräys

Biojätteen erilliskeräyksessä biojakeelle käytetään yleisesti pientaloalueilla joko 140 tai 240 litran astioita ja kuivajakeelle 240 litran astioita. Kerros- ja rivitaloalueella biojäteastioiden tilavuus on 240 litraa ja kuivajäteastioiden 600 litraa.[7, 13]

Taulukko 9. Laskennan lähtötiedot biojätteen erilliskeräykselle syntypaikalla

Suure	Arvo	Yksikkö
Katoksen yksikköhinta	1150	mk/m ²
Laskentakorko astioille	6	%
Laskentakorko katokselle	5	%
Pitoaika astioille	5	a
Pitoaika katokselle	15	a
Pesukerran hinta	80	mk

Taulukko 10. Laskennan lähtötiedot biojätteen erilliskeräykselle syntypaikalla

Suure	Biojäte	Kuivajäte	Yksikkö
Astian hankintahinta	300	1000	mk
Astian leveys	0,6	1,2	m
Astian tilavuus	0,24	0,6	m ³
Astian syvyys	0,75	0,8	m
Jätesäkin hinta	6	0	mk

6.3 Kuljetuskustannukset

Jätteenkuljetuskustannukset muodostuvat jätteiden keräyksestä keräysalueella ja kuljetuskustannuksista purkupaikalle. Keräysvälineiden tyhjennysmaksuihin vaikuttavat mm. kuljetusmatkojen pituudet, kuljetusjärjestelmä, kuljetusyrittäjien määrä ja kilpailutilanne. [30] Seuraavaksi on kerätty tarkastelualueen kuntien keskimääräiset jätteenkuljetusmaksut astiatyyppin mukaan Kuntaliiton tekemästä tutkimuksesta.

Vuonna 2001 Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n toiminta-alueella jäteastian tyhjennysmaksut vaihtelivat 12 markasta 44 markkaan. Useiden kuntien maksuihin on kuitenkin odotettavissa korotuksia. Taulukossa 11 on esitetty kuljetuskustannukset paikkakunnittain ja laskennassa käytetty asukasmäärällä painotettu keskiarvo. [30]

Taulukko 11. Kuljetuskustannukset paikkakunnittain

Kunta	Astia 240 l [mk]	Astia 600 l [mk]
Imatra	26,7	43,9
Lappeenranta	13,3	16,2
Lemi	16,8	22,1
Parikkala	18,2	23,6
Ruokolahti	15,6	13,5
Taipalsaari	18,5	24,5
Ylämaa	15,1	21,1
Joutseno	12,0	12,0
Rautjärvi	12,6	13,2
Savitaipale	13,2	15,8
Painotettu keskiarvo	16,9	22,9

8 KUSTANNUSLASKENNAN KULKU

Seuraavaksi esitellään kustannuslaskennan kulku ja siinä käytetyt yhtälöt. Investointikustannukset on muutettu vuosipääomakustannuksiksi annuiteettikertoimella k . Annuiteettikerroin voidaan laskea yhtälöstä (1) [31].

$$k = \frac{\left(\frac{p}{100}\right)}{1 - \left(\frac{1}{1 + \frac{p}{100}}\right)^t} \quad (1)$$

, missä

p on korkokanta

t on pitoaika

8.1 Syntypaikka

Syntypaikalla kustannuslaskennassa ei ole suuria eroja sekajätteenkeräyksen ja biojätteen erilliskeräyksen välillä. Laskenta aloitetaan laskemalla annuiteettikerroin kaapistolle ja jäteastioille yhtälöstä (1). Tämän jälkeen lasketaan ensin investointikustannukset ja käyttökustannukset, minkä jälkeen voidaan laskea kokonaiskustannukset tuotettua jätetonnin kohden.

8.1.1 Investointikustannukset

Investointikustannusten laskenta aloitetaan laskemalla jäteastioiden tilavarauksesta syntyvä tilakustannus K_{tila} yhtälöstä (2).

$$K_{tila} = k_{ir} \cdot h_{tv,y} \cdot tv_{astia} \quad (2)$$

, missä

- k_{ir} on kaapiston annuiteettikerroin
- $h_{tv,y}$ on tilavarauksen yksikköhinta
- tv_{astia} on jäteastian tilavaraus

Nyt voidaan laskea investointikustannukset vuodessa $K_{inv,a}$ yhtälöstä (3).

$$K_{inv,a} = k_{ir} \cdot (K_{ase} + h_{astia}) + K_{tila} \quad (3)$$

, missä

- K_{tila} on tilakustannus
- K_{ase} on asennuskustannus
- h_{astia} on jäteastian hankintahinta
- k_{ir} on jäteastioiden annuiteettikerroin

8.1.2 Käyttökustannukset

Käyttökustannusten laskentaa varten lasketaan ensin vuodessa käytettävien jätepussien määrä $n_{pussi,a}$ yhtälöstä (4).

$$n_{pussi,a} = \frac{n_{h,t} \cdot Q_i}{V_{i,pussi} \cdot r_{i,pussi}} \quad (4)$$

, missä

- $n_{h,t}$ on henkilöiden lukumäärä taloudessa
- Q_i on jätelajin i kertymä vuodessa
- $V_{i,pussi}$ on jätelajin i pussin laskennallinen tilavuus
- $r_{i,pussi}$ on jätelajin i tilavuuspaino pussissa

Nyt voidaan laskea käyttökustannukset vuodessa $K_{käyttö,a}$ yhtälöstä (5).

$$K_{käyttö,a} = h_{pussi} \cdot n_{pussi,a} \quad (5)$$

, missä

- h_{pussi} on jätepussin hankintahinta
- n_{pussi} on vuodessa käytettävien jätepussien määrä

Syntypaikan kokonaiskustannukset vuodessa $K_{kok,a}$ saadaan laskemalla yhteen käyttö- ja investointikustannukset, yhtälö (6).

$$K_{kok,a} = K_{inv,a} + K_{käyttö,a} \quad (6)$$

Jätejakeiden vuosikertymät taloudessa sekajätteelle $Q_{seka,t}$, biojätteelle $Q_{bio,t}$ ja kuivajätteelle $Q_{kuiva,t}$ saadaan laskettua yhtälöistä (7), (8) ja (9)

$$Q_{seka,t} = Q_{seka} \cdot n_{h,t} \quad (7)$$

, missä

Q_{seka} on sekajätteenkertymä henkilöä kohden
 $n_{h,t}$ on henkilöiden lukumäärä taloudessa

$$Q_{bio,t} = \eta \cdot n_{ht} \cdot \frac{f_{bio}}{100} \cdot Q_{seka} \quad (8)$$

, missä

η on lajittelutehokkuus
 f_{bio} on biojätteen osuus sekajätteestä

$$Q_{kuiva,t} = Q_{seka,t} - Q_{bio,t} \quad (9)$$

Vuosikustannukset muutetaan yksikkökustannuksiksi $K_{kok,y}$ jakamalla kustannukset astian kautta kulkevalla jätemäärällä, yhtälö (10).

$$K_{kok,y} = \frac{K_{kok,a}}{Q_{seka}} \quad (10)$$

, missä

Q_{seka} on jätteen kokonaisvuosikertymä

8.2 Keräyspistekustannukset

Seuraavaksi on esitetty keräyspisteen kustannuksia laskettaessa käytetyt yhtälöt kerros- ja rivitaloalueille sekä pientaloalueille.

8.2.1 Kerros- ja rivitaloalue

Laskennassa lähtökohdaksi otetaan jäteastioiden määrä ja tyhjennysväli. Biojätteen erilliskeräyksessä on biojätettä varten yksi astia. Biojätteen määrän avulla lasketaan kuivajätteen ja kuivajäteastioiden määrä ja keräyspisteen kokonaiskustannukset. Laskettaessa sekajätteenkeräyksen kustannuksia oletetaan keräysastioita olevan yksi.

Keräyspistekustannusten laskenta aloitetaan laskemalla annuiteettikertoimet jäteastioille ja katokselle yhtälöstä (1). Tämän jälkeen lasketaan yhden jäteastian tilavaraus tv_{astia} yhtälöstä (11)

$$tv_{astia} = 1,25 \cdot l \cdot 1,5 \cdot s \quad (11)$$

, missä

l on astian leveys

s on astian syvyys

Lasketaan jäteastioihin mahtuvat jätemäärät m_{astia} yhtälöstä (12)

$$m_{astia} = w_{i,astia} \cdot r_{i,astia} \cdot V_{i,astia} \quad (12)$$

, missä

$w_{i,astia}$ on jätejäte i astian täyttöaste

$r_{i,astia}$ on jätejäte i tilavuuspaino astiassa

$V_{i,astia}$ on jätejäte i astian tilavuus

Seuraavaksi lasketaan jäteastioiden kautta kulkeva jätemäärä vuodessa $m_{a,astia}$ yhtälöstä (13)

$$m_{a,astia} = n_{tyh,a} \cdot m_{astia} \quad (13)$$

, missä

$n_{tyh,a}$ on tyhjennyskertojen lukumäärä vuodessa

Sekajätteenkeräyksessä jätteen kokonaismäärä $m_{seka,astia,a}$ on yhden jäteastian kautta kulkeva jätemäärä vuodessa.

Biojätteen erilliskeräyksessä biojätteen määrä $m_{bio,astia,a}$ on yhden jäteastian kautta kulkeva jätemäärä vuodessa. Vuodessa astioiden kautta kulkeva kuivajättemäärä $m_{kuiva,a}$ lasketaan kuitenkin biojätteen määrän ja lajittelutehokkuuden avulla yhtälöstä (14).

$$m_{kuiva,a} = \frac{m_{bio,astia,a}}{\eta \cdot f_{bio}} - m_{bio,astia,a} \quad (14)$$

Kerros- ja rivitaloalueella biojäteastioiden määräksi valitaan yksi ja sitä vastaava kuivajäteastioiden määrä lasketaan yhtälöstä (15).

$$n_{astia,kuiva} = \frac{m_{kuiva,a}}{m_{kuiva,astia}} \quad (15)$$

, missä

$m_{kuiva,a}$ on kuivajäteastioiden kautta kulkeva jätemäärä vuodessa

$m_{kuiva,astia}$ on yhden kuivajäteastian kautta kulkeva jätemäärä

Nyt voidaan laskea astiakustannukset vuotta kohti $K_{astia,a}$ eri jakeille yhtälöstä (16)

$$K_{astia,a} = k_{ir} \cdot (n_{astia} \cdot h_{astia}) + h_{pesu} \cdot n_{astia} \cdot n_{tyh.a} \quad (16)$$

, missä

k_{ir} on annuiteettikerroin astialle

n_{astia} on astioiden lukumäärä

h_{pesu} on pesukerran hinta

h_{astia} on astian hankintahinta

Lasketaan seuraavaksi katoksen pinta-ala A_{katos} yhtälöstä (17).

$$A_{katos} = tv_i \cdot n_{i,astia} + tv_i \cdot n_{i,astia} \quad (17)$$

, missä

tv_i on jätejäte i astian tilavaraus

$n_{i,astia}$ on jätejäte i astioiden lukumäärä

Nyt voidaan laskea katoksen rakennuskustannukset vuosipääomakustannuksina $K_{katos,a}$ yhtälöstä (18).

$$K_{katos,a} = k_{ki} \cdot h_{y,katos} \cdot A_{katos} \quad (18)$$

, missä

k_{ki} on annuiteettikerroin katokselle

$h_{y,katos}$ on katoksen yksikköhinta

Seuraavaksi lasketaan keräyspisteessä syntyvät käyttökustannukset vuotta kohti $K_{käyttö,a}$ yhtälöstä (19).

$$K_{käyttö,a} = n_{tyh} (n_{i,astia} \cdot h_{i,pussi} + n_{i,astia} \cdot h_{i,pussi}) \quad (19)$$

, missä

$n_{i,astia}$ on jätejäte i astioiden lukumäärä

$h_{i,pussi}$ on jätejäte i pussien hankintahinta

Nyt voidaan laskea keräyspisteen kokonaiskustannukset vuodessa $K_{kok,a}$ yhtälöstä (20).

$$K_{kok,a} = K_{astia,a} + K_{katos,a} + K_{käyttö,a} \quad (20)$$

Kustannukset voidaan muuttaa yksikkökustannuksiksi $K_{kok,y}$ jakamalla vuosikustannukset jätemäärällä, yhtälö (21)

$$K_{kok,y} = \frac{K_{kok,a}}{m_a} \quad (21)$$

8.2.2 Pientaloalue

Pientaloalueella laskenta eroaa joiltain osin kerros- ja rivitaloalueen laskennasta. Laskennan lähtökohdaksi on otettu, että jokaiselle jätejakeelle on varattu yksi astia eikä jätekatosta tarvitse rakentaa. Syntyvä jätemäärä lasketaan kotitalouksien keskekoon avulla.

Sekajätteenkeräyksessä syntyvä jätemäärä lasketaan yhtälöllä (7) ja biojätteen erilliskeräyksessä yhtälöillä (8) ja (9). Lisäksi astioille on laskettu täyttöaste $w_{i,astia}$ yhtälöllä (22).

$$w_{i,astia} = \frac{m_{astia,teo}}{m_{astia,tod}} \quad (22)$$

, missä

$m_{astia,teo}$ on teoreettinen astian kautta kulkeva jätemäärä

$m_{astia,tod}$ on todellinen astian kautta kulkeva jätemäärä

Omatoimisen kompostoinnin kustannusten laskenta aloitetaan laskemalla ensin annuiteettikerroin yhtälöllä (1). Tämän jälkeen lasketaan kompostoinnin vuosikustannukset $K_{kom,a}$ yhtälöllä (23).

$$K_{kom,a} = k_{ir} \cdot h_{kom} + K_{käyttö,a} \quad (23)$$

, missä

k_{ir} on annuiteettikerroin kompostorille

h_{kom} on kompostorin hankintahinta

$K_{käyttö,a}$ on kompostorin vuosittaiset käyttökustannukset

Tämän jälkeen kustannukset lasketaan yhtälöillä (16), (19), (20) ja (21).

8.3 Kuljetuskustannukset

Seuraavaksi on käyty läpi sekajätteenkeräyksen ja biojätteen erilliskeräyksen kuljetuskustannusten laskenta.

8.3.1 Sekajätteenkeräys

Laskenta aloitetaan laskemalla yhden jäteastian kautta kulkeva jätemäärä. Kerros- ja rivitaloalueella lasketaan ensin yhteen astiaan mahtuva jätemäärä yhtälöllä (12). Tämän jälkeen lasketaan vuodessa jäteastian läpi kulkeva jätemäärä tyhjennyskertojen avulla yhtälöstä (13). Pientaloalueella jätemäärä lasketaan jätteen ominaiskertymän ja talouden koon avulla yhtälöstä (7).

Vuosikustannukset saadaan tyhjennyskertojen avulla yhtälöstä (24).

$$K_{kul,a} = \frac{n_{tyh} \cdot h_{tyh}}{m_{a,astia}} \quad (24)$$

, missä

h_{tyh} on yhden astian tyhjennys hinta

8.3.2 Biojätteen erilliskeräys

Biojätteen erilliskeräyksen kustannusten laskenta alkaa laskemalla biojäteastian kautta kulkeva jätemäärä yhtälöillä (12) ja (13). Tämän jälkeen lasketaan kuivajätteen määrä yhtälöllä (14) ja kuivajäteastioiden määrä kerros- ja rivitaloalueella yhtälöllä (15). Pientaloalueella kuivajäteastioiden määrä on jätekertymästä riippumaton.

Vuosittaiset tyhjennyskustannukset lasketaan yhtälöllä (25). Jos kotitaloudessa kompostoidaan biojätteet itse, huomioidaan vain kuivajätteen kuljetuskustannukset.

$$K_{kul,a} = \frac{n_{tyh,bio} \cdot h_{tyh,bio} + n_{tyh,kuiva} \cdot h_{tyh,kuiva}}{m_{a,astia}} \quad (25)$$

8.4 Kustannukset yhteensä

Kustannukset lasketaan yhteen kaavalla 26.

$$K_{yht} = K_{syn,kok} + K_{kp,kok} + K_{kul,kok} \quad (26)$$

, missä

$K_{syn,kok}$	on syntypaikan kokonaiskustannukset
$K_{kp,kok}$	on keräyspisteen kokonaiskustannukset
$K_{kul,kok}$	on kuljetuksen kokonaiskustannukset

Eri keräysketjujen kustannukset muutetaan keskenään vertailukelpoisiksi huomioimalla kerros- ja rivitaloalueella sekä pientaloalueella asuvan väestön määrä ja omatoiminen kompostointi. Sekajätteenkeräyksen kokonaiskustannukset lasketaan yhtälöllä (27) ja biojätteen erilliskeräyksen kustannukset yhtälöllä (28)

$$K_{yht,seka} = f_{PT} \cdot K_{yht,PT} + f_{KT/RT} \cdot K_{yht,KT/RT} \quad (27)$$

$$K_{yht,bio} = f_{PT} \cdot f_{kom} \cdot K_{yht,PT+K} + f_{PT} \cdot (1 - f_{kom}) \cdot K_{yht,PT} + \dots + f_{KT/RT} \cdot K_{yht,KT/RT} \quad (28)$$

, missä

$K_{yht,seka}$	on sekajätteenkeräyksen kokonaiskustannukset
$K_{yht,bio}$	on biojätteen erilliskeräyksen kokonaiskustannukset
$K_{yht,PT}$	on kokonaiskustannukset pientaloalueilla
$K_{yht,KT/RT}$	on kokonaiskustannukset kerros- ja rivitaloalueilla
$K_{yht,PT+K}$	on kokonaiskustannukset omatoimisella kompostoinnilla pientaloalueilla
f_{PT}	on pientalojen osuus asuntokannasta
$f_{KT/RT}$	on kerros- ja rivitalojen osuus asuntokannasta
f_{kom}	on omatoimisen kompostoinnin osuus

9 KUSTANNUSLASKENNAN TULOKSET

Seuraavaksi tarkastellaan kustannuslaskennasta saatuja tuloksia. Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että vuosikustannukset eivät ole vertailukelpoisia keskenään, koska jätemäärä vaihtelee eri keräysketjujen välillä. Tarkasteltaessa yksikkökustannuksia tulee muistaa työssä tehdyt oletukset, kuten molemmille keräysvaihtoehdoille huomiotta jätetyt yhteiset kustannukset. Näitä ovat esimerkiksi jätekatoksen huoltokustannukset. Yksikkökustannukset tietylle keräysketjulle ovat täten suuntaa-antavia ja todellisuutta pienempiä.

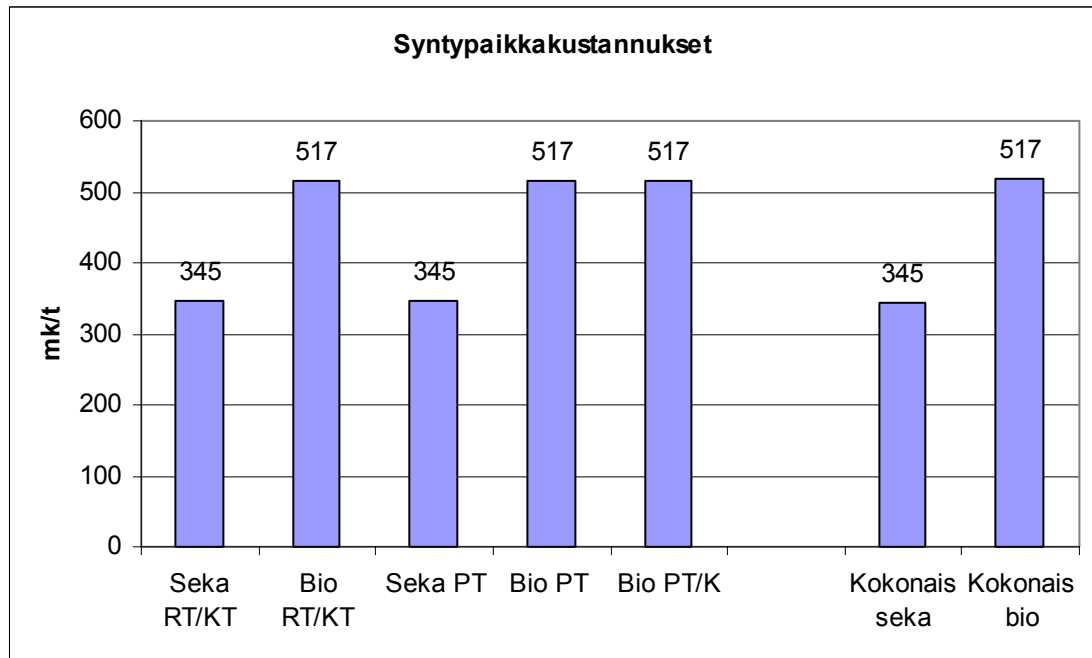
Taulukossa 12 on esitetty tarkastelussa, kaavioissa ja taulukoissa käytetyt lyhenteet. Kaavioissa ja taulukoissa saattaa esiintyä pyörityksestä ja tuntemattomien talouksien huomiotta jättämisestä (ks. taulukko 1) johtuvia vähäisiä eroja.

Taulukko 12. Käytetyt lyhenteet

Symboli	Merkitys
S, SEKA	Sekajätteenkeräys
B, BIO	Biojätteen erilliskeräys
KT/RT	Kerros- ja rivitaloalue
PT	Pientaloalue
SP	Syntypaikka
KP	Keräyspiste
K	Omatoiminen kompostointi
%-kok	Prosenttia kokonaiskustannuksista
%-osa	Prosenttia osakustannuksista

9.1 Syntypaikkakustannukset

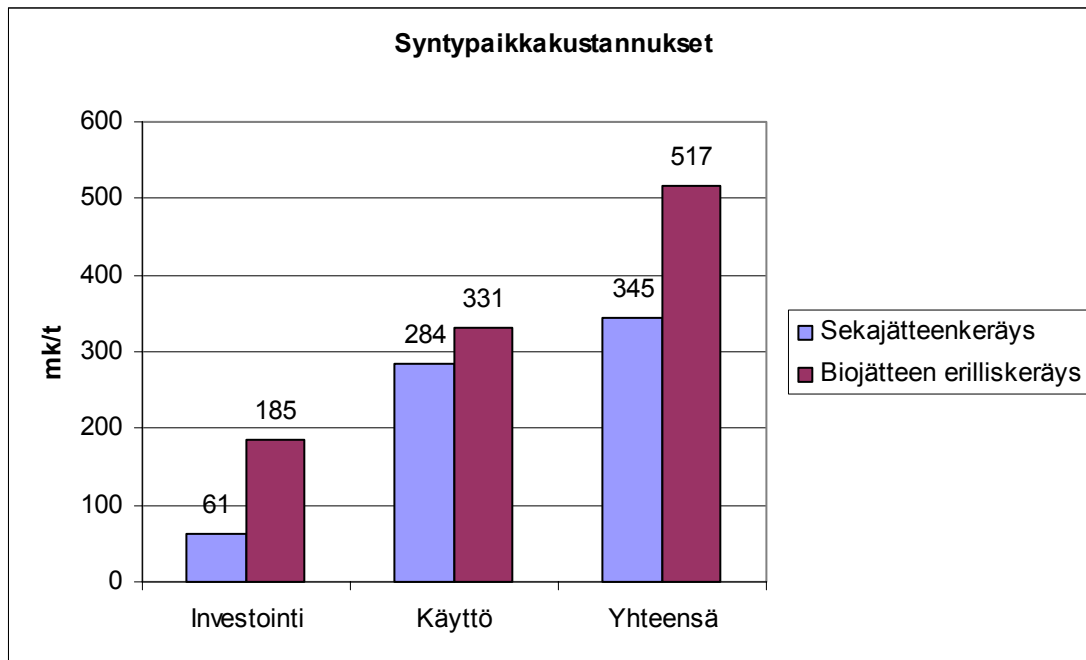
Syntypaikkakustannusten laskennassa ei ollut eroa alueiden välillä vaan ainoastaan keräystavassa. Syntypaikkakustannukset sekajätteen keräyksessä ovat 345 mk/t ja biojätteen erilliskeräyksessä 517 mk/t (ks. kuva 7). Liitteessä 13 on esitetty kaaviomaisesti syntypaikkakustannusten rakenne, yksikkökustannukset ja prosentuaaliset osuudet kokonais- ja syntypaikkakustannuksista.



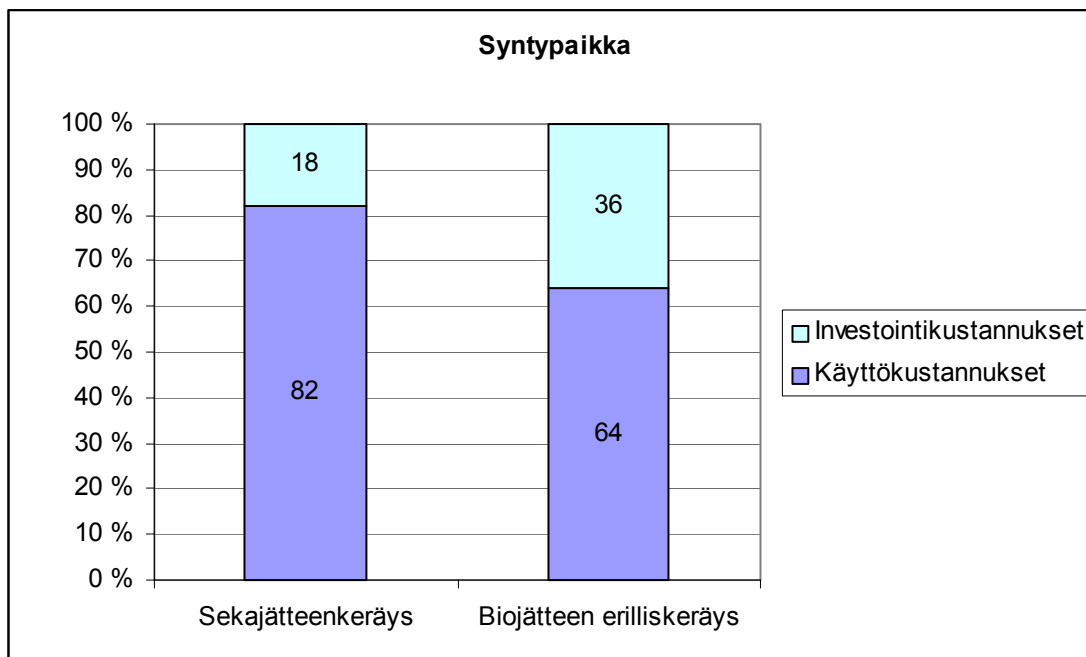
Kuva 7. Syntypaikan kokonaiskustannukset

Syntypaikkakustannukset muodostuvat investointi- ja käyttökustannuksista. Investointikustannuksia ovat astia-, asennus- ja tilakustannus. Käyttökustannukset muodostuvat käytettävien jätepussien hinnasta.

Käyttökustannukset ovat sekajätteenkeräyksessä 284 mk/t ja biojätteen erilliskeräyksessä 331 mk/t. Sekajätteenkeräyksessä käyttökustannukset ovat 82 % syntypaikkakustannuksista ja biojätteen erilliskeräyksessä 64 %. Biojätteen erilliskeräyksen käyttökustannukset ovat suhteellisesti pienempiä, koska jäteastioiden hankintahinta ja tilavaraus ovat suurempia. (ks. kuva 8, kuva 9)

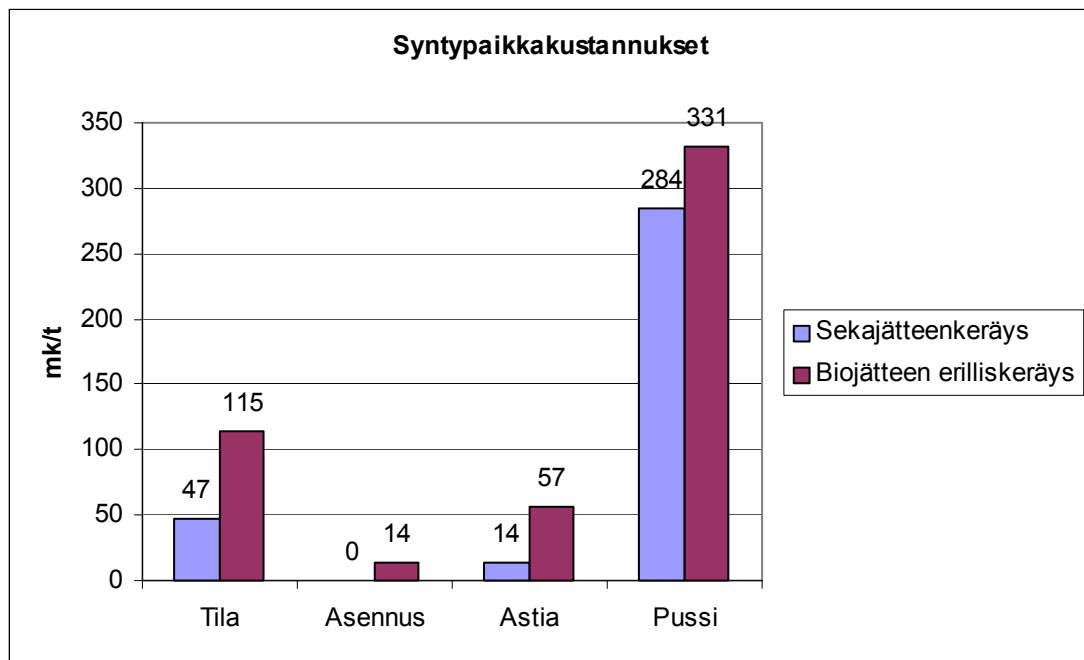


Kuva 8. Syntypaikan investointi- ja käyttökustannukset

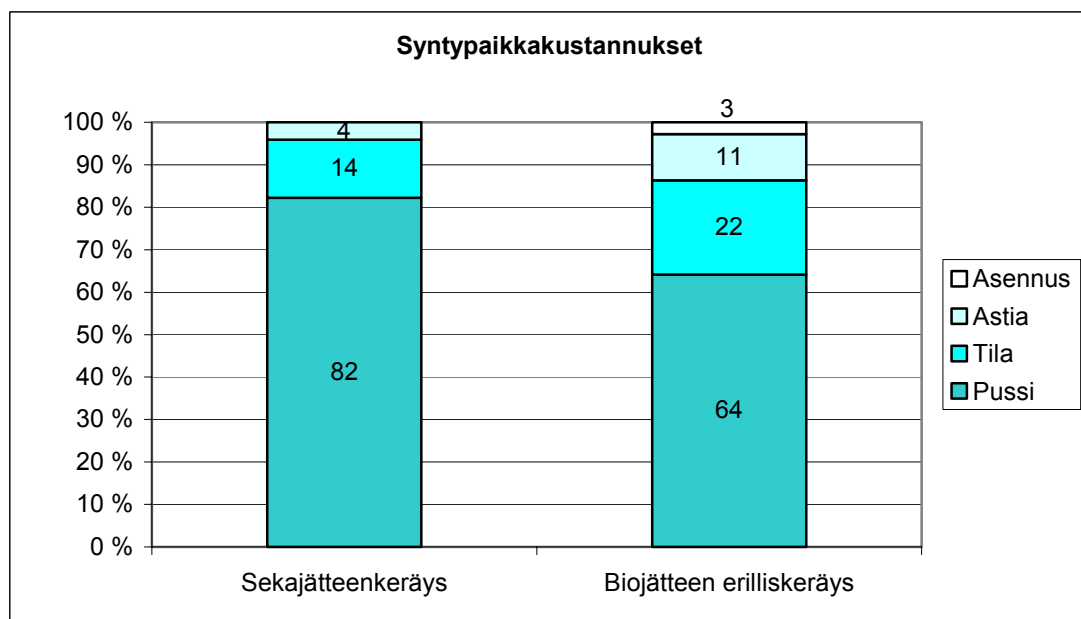


Kuva 9. Syntypaikan investointi- ja käyttökustannusten prosentuaaliset osuudet

Merkittävin osakustannus on pussikustannukset, jotka ovat biojätteen erilliskeräyksessä 331 mk/t eli 64 % ja sekajätteenkeräyksessä 284 mk/t eli 82 %. Tilakustannuksen osuus syntypaikkakustannuksista on biojätteen erilliskeräyksessä noin viidennes ja sekajätteenkeräyksessä 14 %. (ks. kuvat 10, 11)



Kuva 10. Syntypaikan osakustannukset

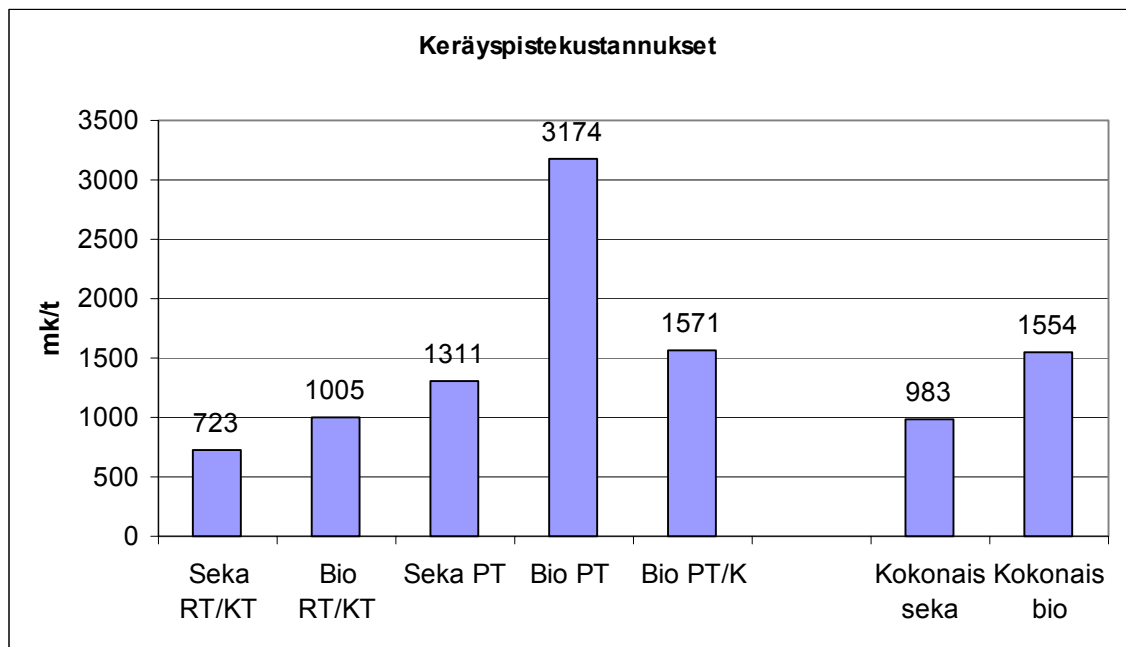


Kuva 11. Syntypaikan osakustannusten prosentuaaliset osuudet

9.2 Keräyspistekustannukset

Sekajätteenkeräyksen kustannukset keräyspisteessä olivat 983 mk/t ja biojätteen erillis-keräyksessä 1554 mk/t. Liitteissä 14 ja 15 on esitetty kaaviomaisesti keräyspistekustannusten rakenne, yksikkökustannukset ja prosentuaaliset osuudet kokonais- ja keräyspistekustannuksista.

Biojätteen erilliskeräyksen kustannukset olivat noin kolme kertaa suuremmat pientalo-alueella kuin kerros- ja rivitaloalueella ja sekajätteen keräyksessä pientaloalueella. Kustannusten suuruus johtuu jäteastioiden alhaisesta täyttöasteesta ja astioiden muodostamista pesukustannuksista. Omatoimisella kompostoinnilla kuitenkin pystytään pienentämään biojätteen erilliskeräyksen keräyspistekustannukset noin puoleen. (ks. kuva 12)

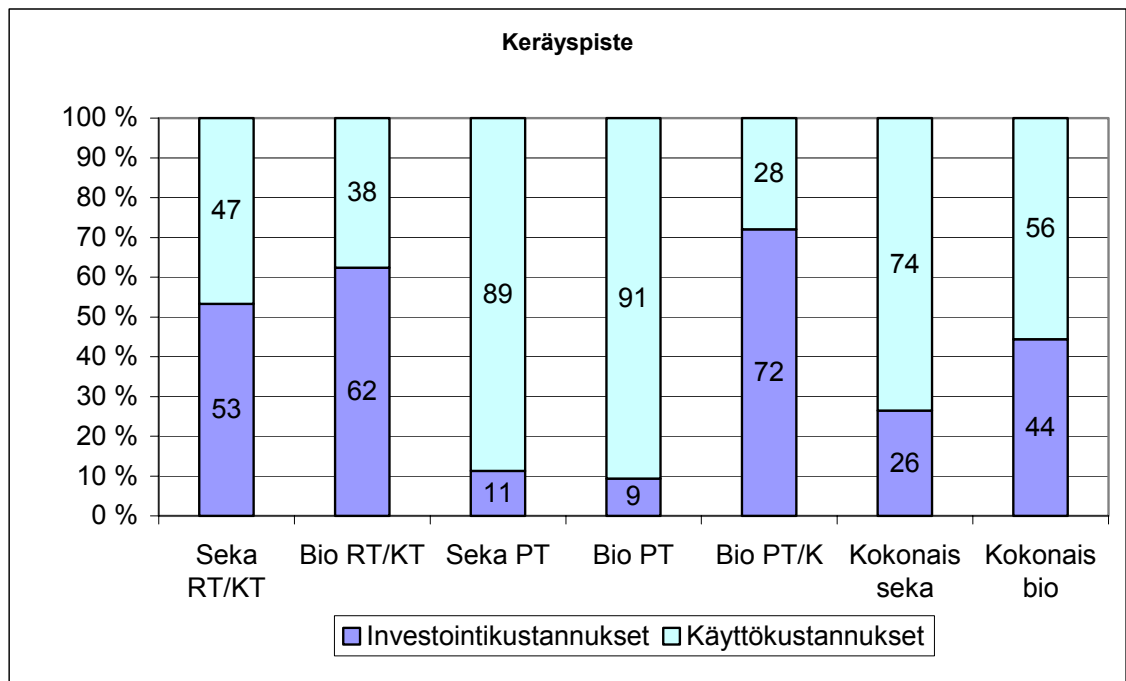


Kuva 12. Keräyspisteen kokonaiskustannukset

Keräyspistekustannukset keräysketjun ja alueen mukaan ovat taulukossa 13. Kerros- ja rivitaloalueella sekajätteen keräyksessä käyttökustannukset olivat noin puolet ja biojätteen erilliskeräyksessä 62 %. Pientaloalueella käyttökustannukset olivat puolestaan molemmissa keräysketjuissa noin 90 %. (ks. kuva 13)

Taulukko 13. Keräyspisteen investointi- ja käyttökustannukset

Kustannus	Sekajäte KT/RT	Biojäte KT/RT	Sekajäte PT	Biojäte PT	Biojäte PT+K	Yksikkö
Investointikustannukset	385	627	148	297	1132	mk/t
Käyttökustannukset	338	378	1163	2877	440	mk/t

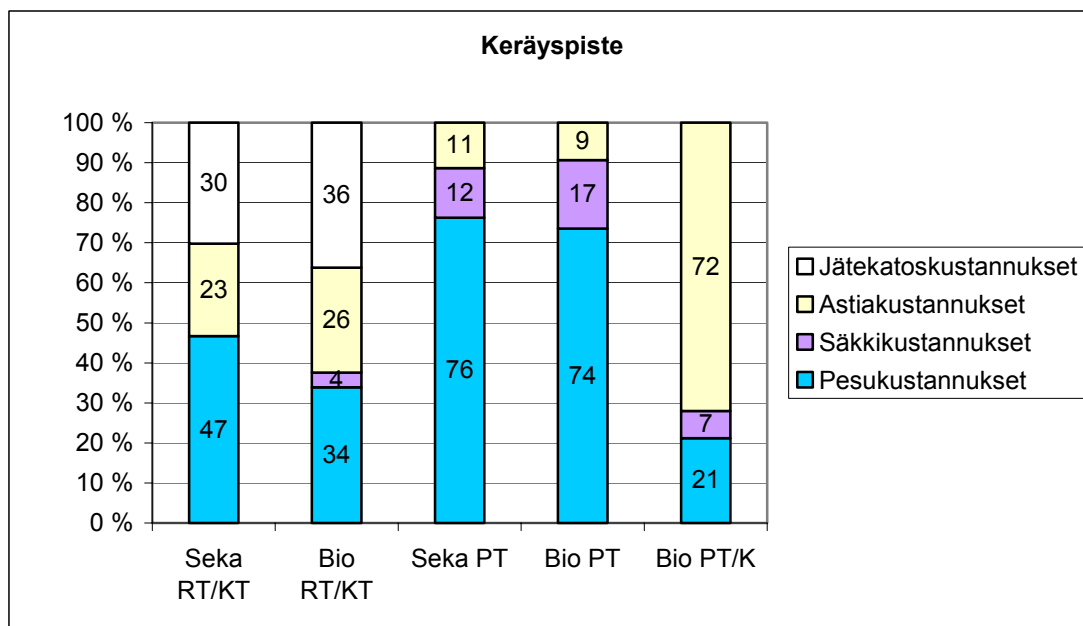


Kuva 13. Keräyspisteen investointi- ja käyttökustannusten prosentuaaliset osuudet

Merkittävin yksittäinen kustannustekijä keräyspistekustannuksissa ovat pesukustannukset. Pesukustannusten osuus kerros- ja rivitaloalueella on yli kolmanneksen ja pientaloalueella yli 70 %. Pientaloalueilla omatoiminen kompostointi pienentää kuitenkin huomattavasti pesukustannuksia lisäten astiakustannuksia. (ks. taulukko 14, kuva 14)

Taulukko 14. Keräyspistekustannusten osakustannukset.

Osakustannukset	Sekajäte KT/RT	Biojäte KT/RT	Sekajäte PT	Biojäte PT	Biojäte PT+K	Yksikkö
Pesukustannus	338	340	1000	2333	333	mk/t
Säkkikustannus	0	38	163	544	106	mk/t
Astiakustannus	167	263	148	297	1132	mk/t
Jätekatoskustannus	218	364	0	0	0	mk/t



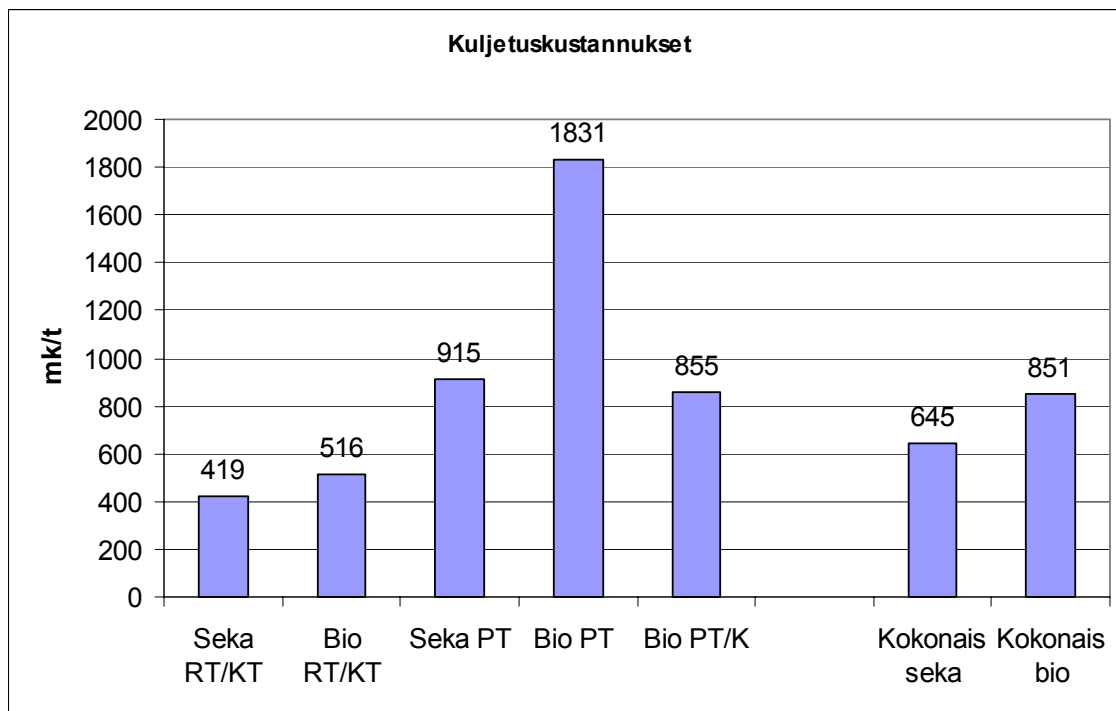
Kuva 14. Keräyspisteen osakustannusten prosentuaaliset osuudet

9.3 Kuljetuskustannukset

Sekajätteen kuljetuskustannukset olivat 645 mk/t ja biojätteen erilliskeräyksessä 851 mk/t. Kuljetuskustannukset olivat kolmasosan kokonaiskustannuksista molemmissa keräysketjuissa.

Kuvassa 15 on vertailtu eri alueiden kuljetuskustannuksia. Kuljetuskustannukset ovat sekajätteenkeräyksessä kaksi kertaa suuremmat ja biojätteen erilliskeräyksessä yli kolme kertaa suuremmat pientaloalueilla kuin kerros- ja rivitaloalueilla. Biojätteen erilliskerä-

yksessä pientaloalueella kuljetuskustannukset pystytään puolittamaan omatoimisella kompostoinnilla.



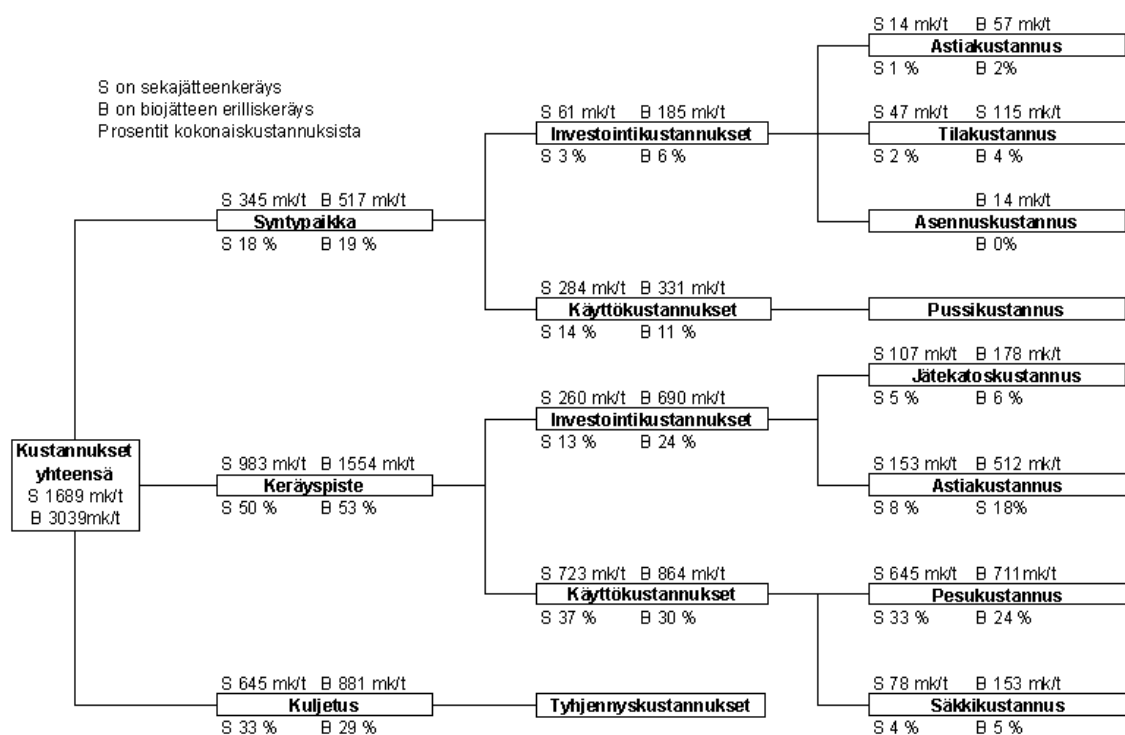
Kuva 15. Kuljetuksen kokonaiskustannukset

9.4 Yhteenveto

Taulukossa 15 on esitetty eri vaiheiden kustannukset keräystavan mukaisesti. Kuvassa 16 on puolestaan sekajätteenkeräyksen ja biojätteen erilliskeräyksen kokonaiskustannukset sekä osakustannusten prosentuaalinen osuus kokonaiskustannuksista.

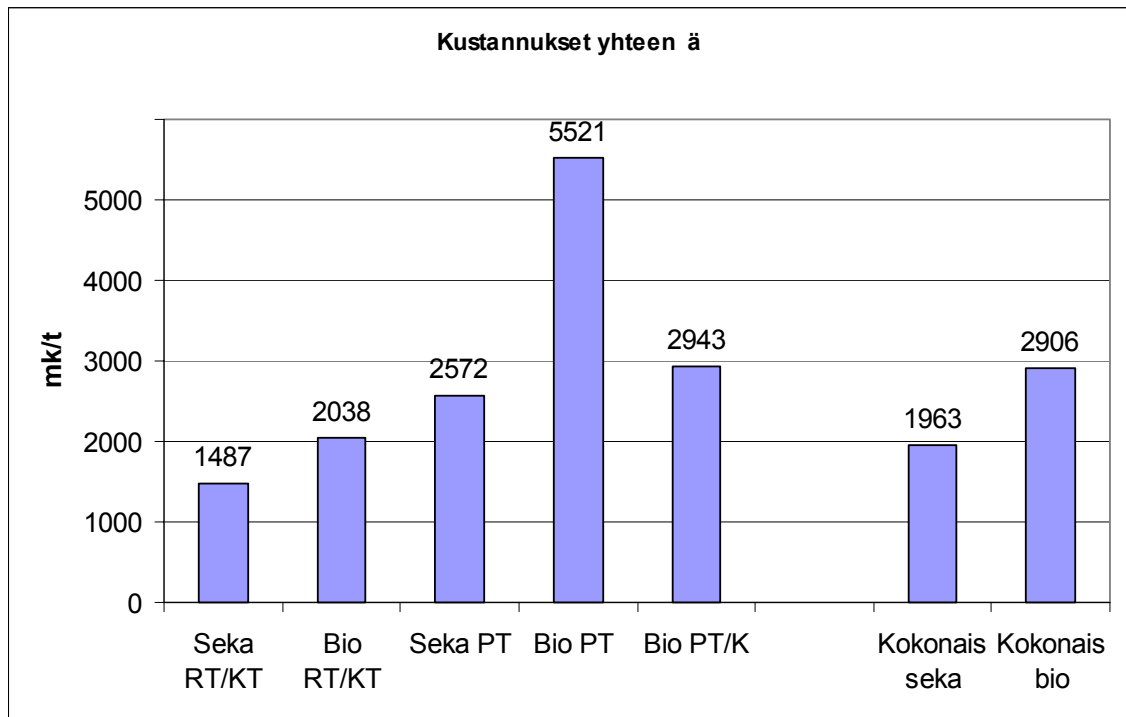
Taulukko 15. Keräysketjun eri vaiheiden kustannukset alueittain

Keräystapa ja alue	Syntypaikka	Keräyspiste	Kuljetus	Yhteensä	Yksikkö
Sekajätteenkeräys rivi- ja kerrostaloalueella	345	723	419	1487	mk/t
Biojätteen erilliskeräys kerros- ja rivitaloalueella	517	1005	516	2038	mk/t
Sekajätteenkeräys pientaloalueella	345	1311	915	2572	mk/t
Biojätteenkeräys pientaloalueella	517	3174	1831	5521	mk/t
Biojätteenkeräys pientaloalueella, omatoiminen kompostointi	517	1571	855	2943	mk/t
Kokonaiskustannukset, sekajät- teenkeräys	345	983	645	1963	mk/t
Kokonaiskustannukset, biojätteen erilliskeräys	517	1554	851	2906	mk/t



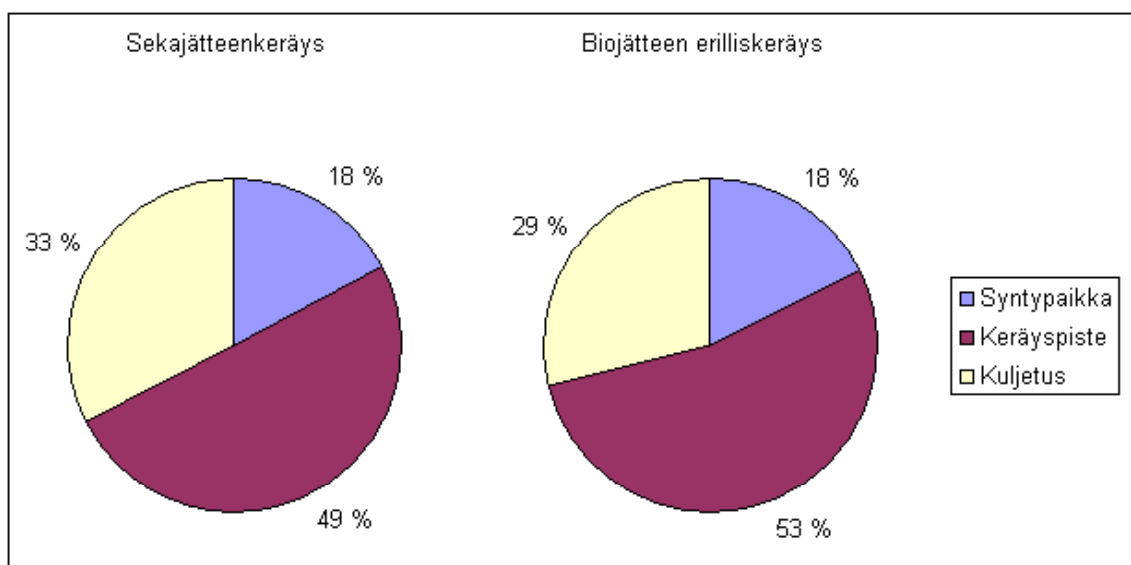
Kuva 16. Kustannuslaskennan tulokset ja osakustannusten prosentuaaliset osuudet

Kuvassa 17 on vertailtu eri alueiden kustannuksia ja sekajätteenkeräyksen ja biojätteen erilliskeräyksen kokonaiskustannuksia. Oletetusti kustannukset olivat korkeimpia pientaloalueilla. Biojätteen erilliskeräyksessä omatoiminen kompostointi laski huomattavasti kokonaiskustannuksia.



Kuva 17. Kustannukset yhteensä

Syntypaikkakustannukset olivat sekajätteenkeräyksessä ja biojätteen erilliskeräyksessä 18 %. Keräyspistekustannukset muodostivat niin sekajätteenkeräyksessä kuin biojätteen erilliskeräyksessä noin puolet kokonaiskustannuksista. Keräyspistekustannuksista puolestaan noin kolmasosa muodostui astioiden pesukustannuksista. Kuljetuskustannukset olivat noin kolmasosan kokonaiskustannuksista. (ks. kuva18) Liitteessä 18 on esitetty kaikkien eri osakustannusten prosentuaaliset osuudet kokonaiskustannuksista.



Kuva 18. Syntypaikka-, keräyspiste- ja kuljetuskustannusten prosentuaaliset osuudet.

Sekajätteenkeräyksen kokonaiskustannukset olivat noin 1960 markkaa tonnia kohden ja biojätteen erilliskeräyksen noin 2900 markkaa tonnia kohden. Kustannuseroksi tulee tällöin noin 940 mk/t. Laskennassa saadut tulokset on esitetty taulukkomuotoisesti liitteessä 19.

Taulukossa 16 on esitetty keräysketjujen kustannusten jako investointi- ja käyttökustannuksiin. Kokonaiskustannuksista sekajätteenkeräyksessä investointi-kustannukset olivat 16 % ja käyttökustannukset 84 %. Biojätteen erilliskeräyksessä investointikustannukset olivat puolestaan 30 % ja käyttökustannukset 70 %.

Taulukko 16. Investointi- ja käyttökustannukset

	Investointi-kustannukset [mk/t]	Käyttö-kustannukset [mk/t]	Yhteensä [mk/t]
Sekajätteenkeräys, syntypaikka	61	284	345
Biojätteen erilliskeräys syntypaikka	185	331	517
Sekajätteenkeräys, keräyspiste	260	723	983
Biojätteen erilliskeräys, keräyspiste	690	864	1554
Sekajätteenkeräys, kuljetus	0	645	594
Biojätteen erilliskeräys, kuljetus	0	851	893
Sekajätteenkeräys, yhteensä	321	1652	1963
Biojätteen erilliskeräys, yhteensä	875	2046	2906

10 HERKKYYSTARKASTELU

Seuraavaksi on arvioitu eri alkuarvojen vaikutusta lopputulokseen. Ensimmäiseksi selvitetään alkuarvojen suunnan ja suuruuden vaikutusta. Tämän perusteella valitaan eniten lopputulokseen vaikuttavat lähtötiedot.

Tarkastelu aloitetaan selvittämällä alkuarvon muutoksen suunnan vaikutus. Jokaista alkuarvoa muutetaan siten, että se kasvattaa biojätteen erilliskeräyksen ja sekajätteenkeräyksen kustannuseroa. Esimerkiksi 120 ja 240 litran astioiden tyhjennysmaksun suurentaminen 10 prosenttia kasvattaa kustannusten erotusta 2,3 %. Toisaalta 600 litran astioiden tyhjennysmaksun pienentäminen kymmenellä prosentilla kasvattaa erotusta 0,1 %.

Seuraavaksi arvioidaan kaikkien muuttujien vaihteluväli. Tämän jälkeen lasketaan pienimmän ja suurimman arvon prosentuaalinen vaikutus lopputulokseen. Tulokset on esitetty liitteessä 16.

Liitteen taulukossa erotuksen kasvusuunnalla tarkoitetaan suuntaa, johon alkuarvoa tulee muuttaa kustannuseron kasvattamiseksi. NEG tarkoittaa alkuarvon pienentämistä ja POS alkuarvon kasvattamista kustannuseron suurentamiseksi. Taulukossa on myös kustannuslaskennassa käytetty arvo ja sen vaihteluvälit (MIN/MAX) sekä lähtötiedon muutoksesta lopputulokseen aiheutunut prosentuaalinen muutos.

Merkittävimpiä lähtötietoja olivat eri astioiden pesu- ja tyhjennyskerrat, tilavuuspainot ja talouden koko.

10.1 Skenaariot

Työssä tehdään kaksi erilaista skenaariota. Toisessa arvioidaan herkkyystarkastelun perusteella lopputulokseen eniten vaikuttavia lähtötietoja tulevaisuudessa. Toisessa ske-

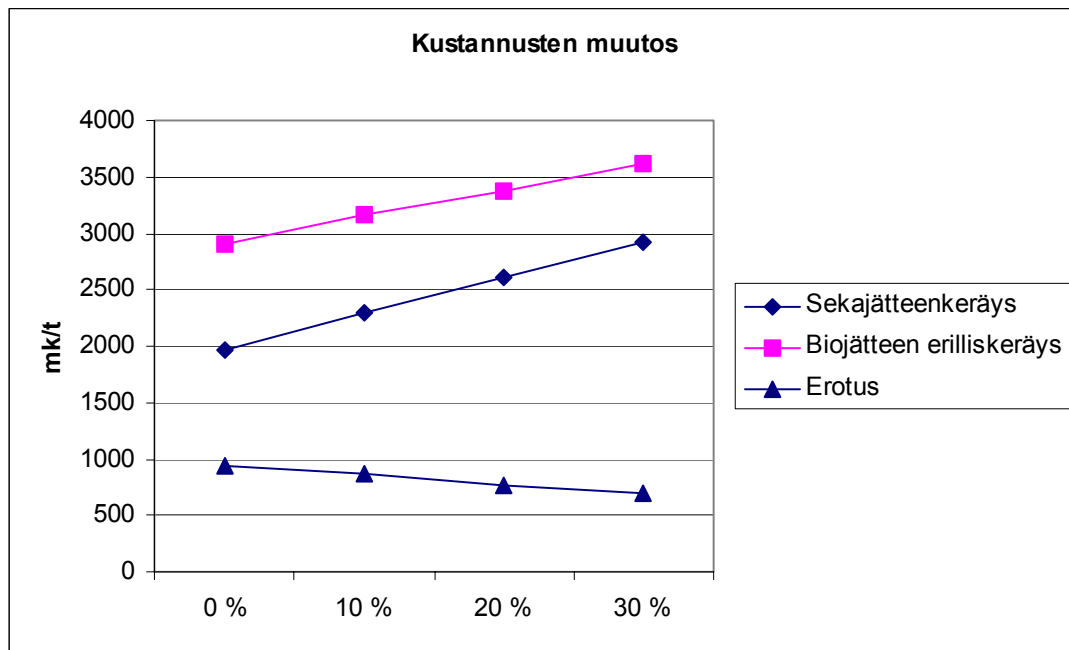
naariossa puolestaan korvataan sekajätteenkeräysketjun alkuarvoja biojakeen alkuarvoilla. Laskennasta esitetään vain lähtötiedot ja lopputulos.

10.1.1 Herkimmät lähtötiedot

Seuraavaksi on tarkasteltu herkkyystarkastelussa yli viiden prosentin muutoksen lopputulokseen aiheuttavia lähtötietoja (ks. liite 17). Lähtötiedot on jaettu kolmeen eri ryhmään: tulevaisuudessa kasvaviin, ennallaan pysyviin ja pienentyviin arvoihin. Tämän jälkeen arvoja on muutettu kymmenen prosenttia kerrallaan ryhmänsä osoittamaan suuntaan. Biojätteen erilliskeräyksen ja sekajätteenkeräyksen välinen kustannuseron muutos on esitetty taulukossa 16.

Taulukko 16. Alkuarvojen muutosten vaikutus

	0 %	10 %	20 %	30 %	Yksikkö
Sekajätteenkeräys	1963	2299	2607	2922	mk/t
Biojätteen erilliskeräys	2906	3171	3376	3620	mk/t
Erotus	943	872	770	698	mk/t
Erotuksen %-muutos	0	-8	-18	-26	%



Kuva 19. Alkuarvojen muutosten vaikutus kustannuksiin

Tarkastelun perusteella voidaan todeta jätteenkeräyksen kustannusten kasvavan. Sekajätteenkeräyksen kustannukset kasvavat kuitenkin nopeammin kuin biojätteen erilliskeräyksen. Tämän seurauksena keräysketjujen välinen kustannusero pienenee. Merkittävin yksittäinen tekijä on omatoiminen kompostointi. Ilman sen lisääntymistä kustannusero kasvaisi.

10.1.2 Pesu- ja kuljetuskustannukset

Sekajätettä tulisi käsitellä samalla tavalla kuin biojätettä, koska sekajäte sisältää noin kolmasosan biohajoavaa ainesta. Seuraavaksi on tarkasteltu sekajäteastioiden pesu- ja tyhjennyskertoja.

Työssä jätemäärä kerros- ja rivitaloalueella lasketaan tyhjennyskertojen perusteella. Tämän seurauksena tyhjennyskertojen lisääminen kasvattaisi jätemäärää ja näin pienentäisi kustannuseroa. Todellisuudessa tyhjennyskertojen kasvattaminen ei lisää jätemäärää vaan pienentää astioiden täyttöastetta. Tyhjennyskertojen lisääminen huomioidaan täyttöasteessa siten, että jätemäärä pysyy vakiona. Täyttöastetta pienennetään 60 %, mikä vastaa tyhjennyskertojen lisäämistä 35:een.

Pientaloalueella jätemäärä lasketaan puolestaan talouden koon mukaan, joten siellä ei vastaavaa tilannetta synny. Pientaloalueella tyhjennyskertojen lukumäärää kasvatetaankin 35:een.

Herkkyystarkastelussa yksi merkittävimmistä lähtötiedoista oli sekajäteastioiden pesukerrat. Biohajoavan aineen huomioiminen hygieniassa ja jätehuoltomääräyksissä on nostanut biojäteastioiden pesukertojen lukumäärää. Näin tapahtuisi myös sekajätteen keräyksessä. Tämän vuoksi sekajäteastioiden pesukertojen lukumäärä nostetaan kuudesta kerrasta 12:een kertaan vuodessa.

Pesu- ja tyhjennyskustannusten kasvattaminen biojätettä vastaaviksi nosti sekajätteenkeräyksen kustannuksia huomattavasti. Sekajätteenkeräys on vielä noin 250 mk/t edullisempaa kuin biojätteen erilliskeräys. Tarkastelussa saadut tulokset on esitetty taulukossa 17.

Taulukko 17. Pesu- ja tyhjennyskustannusten vaikutus tulokseen

	Arvo	Yksikkö
Biojätteen erilliskeräys	2651	mk/t
Sekajätteenkeräys	2906	mk/t
Erotus	256	mk/t
Muutos alkuperäisestä	-73	%

Lajittelutehokkuuden ollessa alhainen myös kuivajäteastioita pitäisi tyhjentää ja pestä useammin. Tämä johtaisi biojätteen erilliskeräyksen kustannusten nousuun ja kustannuseron kasvamiseen.

Toisaalta biojäteastioiden pesukertojen vähentäminen kahteen kertaan vuodessa pienentää keräysketjujen välisen erotuksen 550 markkaan tonnilta. Biojäteastioiden pesukertojen vähentäminen sekajätettä vastaavaksi (kuusi kertaa vuodessa) pienentää erotuksen 700 markkaan tonnilta. Haju- ja terveyshaitoista johtuen tämä ei kuitenkaan ole yleensä mahdollista.

10.2 Herkkyystarkastelun tulokset

Herkimmiksi lähtötiedoiksi osoittautuivat astioiden pesu- ja tyhjennyskerrat, talouden koko ja omatoimisen kompostoinnin osuus. Näillä lähtötiedoilla ei ole myöskään ehdotonta totuutta vaan ne vaihtelevat alueen ja vuodenajan mukaan. Työssä pyrittiinkin käyttämään yleisesti hyväksyttäviä ja tarkastelualueelle tyypillisiä arvoja.

Eri skenaarioissa tarkasteltiin alkuarvoissa mahdollisesti tapahtuvia vaihteluja ja muutoksia. Tarkastelun perusteella voidaan sanoa jätteenkeräyksen kustannuksien olevan kasvamassa. Eräs merkittävimmistä lähtötiedoista on sekajäteastioiden pesukerrat, joi-

den lisääminen biojäteastioiden pesukertoja vastaavaksi pienensi erotuksen noin 250 markkaan.

11 YHTEENVETO

Tutkimuksen mukaan biojätteen erilliskeräyksen kustannukset ovat merkittävästi suuremmat kuin sekajätteenkeräyksen. Omakotitaloalueilla keräyskustannukset ovat yli kaksi kertaa suuremmat kuin kerros- ja rivitaloalueella. Sekajätteenkeräyksen kokonaiskustannukset ovat noin 1960 mk/t, biojätteen erilliskeräyksen noin 2900 mk/t.

Syntypaikkakustannukset muodostavat noin viidenneksen kokonaiskustannuksista ja ovat biojätteen erilliskeräyksessä noin 517 mk/t ja sekajätteenkeräyksessä 345 mk/t. Merkittävin osakustannus syntypaikkakustannuksista on pussikustannus.

Keräyspisteessä kustannukset muodostuivat astia-, pesu-, säkki- ja jätekatokustannuksista. Suurin kustannustekijä keräyspisteessä on pesukustannus. Sen osuus kustannuksista kerros- ja rivitaloalueilla sekajätteenkeräyksessä oli melkein puolet, biojätteen erilliskeräyksessä kolmanneksen ja pientaloalueella yli 70 %. Sekajätteenkeräyksen kustannukset ovat noin 980 mk/t ja biojätteen erilliskeräyksen 1550 mk/t. Keräyspistekustannukset muodostavat puolet jätteenkeräyksen kustannuksista.

Kuljetuskustannukset laskettiin toiminta-alueen kuntien keskimääräisen tyhjennysmaksun perusteella. Sekajätteen kuljetuskustannukset ovat noin 650 mk/t ja biojätteen erilliskeräyksessä noin 850 mk/t. Kuljetuskustannukset muodostivat kolmasosan kokonaiskustannuksista.

Herkkyystarkastelun perusteella merkittävimmät lähtötiedot ovat astioiden pesu- ja tyhjennyskerrat, talouden koko ja omatoimisen kompostoinnin osuus. Näille lähtötiedoille ei myöskään ole olemassa yhtä ainutta oikeata arvoa, vaan ne vaihtelevat esimerkiksi alueen ja vuodenajan mukaan.

Muissa tutkimuksissa sekajätteenkeräyksen ja biojätteen erilliskeräyksen kustannusero on ollut huomattavasti pienempi. Tämä selittyy tarkastelun rajaamisella ja käytetyillä lähtötiedoilla.

11.1 Johtopäätökset

Jätteenkeräyksen kokonaiskustannuksia voidaan pienentää optimoimalla keräysketjun eri vaiheita. Myös jätteenkeräysvälineitä kehittämällä pystytään säästämään keräyskustannuksissa.

Eräs merkittävä tekijä on jäteastian täyttöaste, jota tulisi pyrkiä kasvattamaan. Erityisesti pientaloalueella tulisi pyrkiä usean talouden muodostamiin yhteisiin keräyspisteisiin. Tällöin pystyttäisiin parantamaan jäteastioiden täyttöastetta, mikä taas lisäisi yhden astian läpikulkevaa jätemäärää. Pitkällä tähtäimellä yhteiset keräyspisteet pienentäisivät kuljetuskustannuksia keräysreittien ja keräystyöajan lyhentyessä.

Omatoimisella kompostoinnilla pystytään merkittävästi pienentämään jätteenkeräyksen kustannuksia. Kerros- ja rivitaloalueilla omatoiminen kompostointi on vielä vähäistä, mutta pientaloalueilla se on yleistynyt nopeasti. Lisäämällä omatoimista kompostointia saadaan aikaan merkittäviä säästöjä.

Tutkimuksen mukaan siirtyminen sekajätteenkeräyksestä biojätteen erilliskeräykseen lisää jätteenkeräyksen kustannuksia. Lähitulevaisuudessa kuivajätteen käsittelylaitosten yleistyessä ja tutkimuksen tuloksen perusteella voidaan epäillä syntypaikkalajittelun kannattavuutta. Jatkotutkimuksella voidaan selvittää pystyttäisiinkö tutkimuksessa saadulla kustannuserolla kattamaan lisäinvestointi, jolla kuivajätteenkäsittelylaitos pystyisi käsittelemään myös sekajätettä.

LÄHTEET

1. Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy, Etelä-Karjalan Jätehuolto [Verkkodokumentti], Lappeenranta, [Viitattu 5.3.2002], Saatavissa: <http://www.ekjh.fi/index.shtml>
2. Tilastokeskus, Asunnot talotyyppin ja huoneistotyyppin mukaan 31.12.2000 [Verkkodokumentti], Helsinki, [Viitattu 2.2.2002]. Saatavissa: <http://statfin.stat.fi/statweb/cgi-bin/MTable.dll?PA=Stl001&D1=a,!0,!l&D2=236-245,247,249&D3=&LA=NL&DM=Nl#toel0>
3. Tanskanen Juha-Heikki, Syntypaikkalajitteluun perustuvan yhdyskuntajätehuollon tarkastelu, Helsinki: Suomen ympäristökeskus, 1996, 96 s., Suomen ympäristö nro 38, ISSN 1238-7312, ISBN 952-11-0052-4
4. Ympäristöministeriö, Ympäristöministeriön tietolehti – Jätepolitiikka [Verkkojulkaisu], Helsinki, 5.1.2001 [Viitattu 9.1.2002], Saatavissa: <http://www.vyh.fi/palvelut/eu/fakta/jatepol.htm>
5. Elina Härkönen, Biojäte, Uusio-Uutiset , 5/2001, Kerava: Suomen viestintä Oy, ISSN 0787-0663
6. Ympäristöministeriö, Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2005, [Verkkojulkaisu], Helsinki, 16.1.2001 [Viitattu 10.1.2002], Saatavissa: <http://www.vyh.fi/ympsuo/jate/valtak/kalindex.htm>
7. RT 69-10584 Kiinteistön jätehuolto, Rakennustietosäätiö RTS, 1995
8. Oikeusministeriö, Edita, Valtion Säädöstietopankki-FINLEX, [Verkkojulkaisu], [Viitattu 9.1.2002], Saatavissa: <http://www.finlex.fi/>
9. Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy:n toiminta-alueen kuntien jätehuoltomääräykset
10. Pesari Juha, Kiesilä Asta, Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen alueellinen jätesuunnitelma, Helsinki: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, 1996, 84 s., Alueelliset ympäristöjulkaisut 12, ISSN 1238-8610, ISBN 952-11-0042-7
11. Jätehuolto, Suomen Rakennusinsinöörien liitto(RIL), Rakennuskirja Oy, Paino-asia 1983, ISBN 951-758-034-7
12. Lettenmeier Michael, Roskapuhetta, Jyväskylä: Ympäristöministeriö, Vesi- ja ympäristöhallitus, Rakennusalan kustantajat RAK, 1994, 280 s. , ISBN 952-9687-41-9

13. Nieminen Hanna, Isoaho Simo, Kotitalousjätteen keräys ja kuljetus, Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus, 1995, 151 s. , Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja A 209, ISBN 951-53-0081-9, ISSN 0786-9592.
14. Tanskanen Juha-Heikki, Yhdyskuntajätehuollon lähtötiedot Päijät-Hämeessä, Helsinki: Suomen ympäristökeskus, 1997, 49 s., Suomen ympäristökeskuksen moniste 96, ISSN 1455-0792, ISBN 952-1-1-0182-2
15. Lahtinen Jarmo, Jätteiden seuranta poiminta-analyysillä, Diplomityö, Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu, 1999, 72 s.,
16. Tilastokeskus, Kotitalouksien jätehuolto, [Verkkojulkaisu], Helsinki, [Viitattu 4.2.2002], Saatavissa: <http://www.tilastokeskus.fi/tk/yr/ye16.html>
17. Kaatopaikkaohje, Vantaa: Suomen kunnallisliitto, Suunnittelukeskus Oy, 1982, 87 s., Suomen Kunnallisliiton tekninen julkaisusarja nro 18, ISSN 0359-0038, ISBN 951-773-280-5
18. Villanen Arja, Biojätteen punnitus Imatralla ja Joutsenossa, Lappeenranta: Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy, 2001, Raportti
19. Reisbacka Anneli, Roos Irene, Parkkari Anna, Lajitteluun perustuva jätehuolto, Helsinki: Työtehoseura r.y., 1994, 68 s., Työtehoseuran julkaisuja 335/94, ISSN 0355-0710, ISBN 951-788-208-4
20. Keittiön jätökaapin sisustaminen, Pirkanmaan jätehuolto, 2001, Esite
21. Suomen Kuntaliitto, Jätehuollon Suuntaviivat, [Verkkojulkaisu], 2000 [Viitattu 4.2.2002], Saatavissa: <http://www.kuntaliitto.fi/yhdysk/20stra.htm>
22. Loikkala Jukka, Pääkaupunkiseudun jätteenkäsittelystrategia taustaselvitys, Helsinki: YTV, 2001, 111 s., Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 2001:10, ISSN 0357-5454
23. KeittiöNet, 2002, Henkilökohtainen tiedonanto
24. Haahtela Yrjänä, Kiiras Juhani, Talonrakennuksen kustannustieto 1995 uudisrakentaminen, Helsinki: Rakennustieto Oy, 1995, 349 s., ISSN 1236-2905
25. Korttinen Minna, 2002, Lappeenrannan kaupungin ympäristötoimi, Lappeenranta, Henkilökohtainen tiedonanto
26. Välimäki Pauli, Jätehuolto, [Verkkojulkaisu], Kuluttajavirasto, 2001 [Viitattu 4.3.2002], Saatavissa: <http://www.kuluttajavirasto.fi/ekok/jatehuolto/biojatepussit.html>

27. YTV Jätehuolto hinnasto 2002, YTV Jätehuoltolaitos, Hinnasto
28. Jäteastiahinnasto, Pirkanmaan jätehuolto Oy, 2002, Hinnasto
29. Haahtela Yrjänä, Kiiras Juhani, Talonrakennuksen kustannustieto, Helsinki: Rakennustieto Oy, 2000, 349 s., ISBN 951-682 592-3
30. Paajanen Seija, Marjut Mynttinen, Tietoja kuntien jätehuollosta, Helsinki: Suomen Kuntaliitto, 2001, 135 s., ISBN 951-755-545-5
31. Alamäki Jarmo, Taloudellisuuslaskelmista energiataloudessa, Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, 1980, 33 s.

LIITELUETTELO

Liite 1. Syntypaikkakustannukset sekajätteenkeräyksessä

Liite 2. Syntypaikkakustannukset biojätteen erilliskeräyksessä

Liite 3. Keräyspistekustannukset kerros- ja rivitaloalueilla sekajätteenkeräyksessä

Liite 4. Keräyspistekustannukset pientalotaloalueilla sekajätteenkeräyksessä

Liite 5. Keräyspistekustannukset kerros- ja rivitaloalueilla biojätteen erilliskeräyksessä

Liite 6. Keräyspistekustannukset pientaloalueilla biojätteen erilliskeräyksessä

Liite 7. Keräyspistekustannukset omakotitaloalueilla omatoimisella kompostoinnilla biojätteen erilliskeräyksessä

Liite 8. Kuljetuskustannukset kerros- ja rivitaloalueilla sekajätteenkeräyksessä

Liite 9. Kuljetuskustannukset omakotitaloalueilla sekajätteenkeräyksessä

Liite 10. Kuljetuskustannukset kerros- ja rivitaloalueilla biojätteen erilliskeräyksessä

Liite 11. Kuljetuskustannukset pientaloalueilla biojätteen erilliskeräyksessä

Liite 12. Kuljetuskustannukset omakotitaloalueilla omatoimisella kompostoinnilla biojätteen erilliskeräyksessä

Liite 13. Kustannuslaskennan tulokset syntypaikalla

Liite 14. Kustannuslaskennan tulokset keräyspisteessä

Liite 15. Keräyspistekustannusten prosentuaaliset osuudet

Liite 16. Herkkyystarkastelun tulokset

Liite 17. Herkimmät lähtötiedot

Liite 18. Osakustannusten prosentuaalinen osuus kokonaiskustannuksista

Liite 19. Yhteenveto kustannuslaskennan tuloksista

Liite 1. Syntypaikkakustannukset sekajätteenkeräyksessä

SYNTYPAIKKAKUSTANNUKSET			
KERÄYSTAPA: Sekajätteenkeräys			
ALUE: Kerros-, rivitalo-, pientaloalue			
LÄHTÖTIEDOT			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Asennuskustannus	K_{ase}	0	mk
Jäteastian hankintahinta	K_{astia}	50	mk
Jäteastian pitoaika	t_{astia}	10	a
Jäteastian tilavaraus	tv_{astia}	0,07	m ²
Jätepussin hinta	k_{pussi}	0,6	mk
Jätepussin laskennallinen tilavuus	V_{pussi}	0,016	m ³
Jätteen ominaiskertymä	Q	240	kg/a
Keittiön kaapiston pitoaika	t_k	10	a
Laskentakorko jäteastialle	p_{ir}	6	%
Laskentakorko kaapistolle	p_{ki}	5	%
Talouden koko	$n_{h,t}$	2	henkeä
Tilavarauksen yksikköhinta	h_{tv}	2500	mk/m ²
Tilavuuspaino	r_{seka}	132	kg/m ³
LASKENTASUUREET			
Annuiteettikerroin astioille	k_{ir}	0,1359	
Annuiteettikerroin kaapistolle	k_{ki}	0,1295	
Jätepussien määrä	n_{pussi}	227	kpl

(jatkuu)

Liite 1 jatkuu

TULOKSET			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Tilakustannus	$K_{\text{tila},a}$	23	mk/a
Tilakustannus	$K_{\text{tila},y}$	47	mk/t
Asennuskustannus	$K_{\text{ase},a}$	0	mk/a
Asennuskustannus	$K_{\text{ase},y}$	0	mk/t
Astiakustannukset	$K_{\text{astia},a}$	7	mk/a
Astiakustannukset	$K_{\text{astia},y}$	14	mk/t
Investointikustannukset yhteensä	$K_{\text{inv},a}$	29	mk/a
Investointikustannukset yhteensä	$K_{\text{inv},y}$	61	mk/t
Käyttökustannukset	$K_{\text{käyttö},a}$	136	mk/a
Käyttökustannukset	$K_{\text{käyttö},y}$	284	mk/t
Kustannukset yhteensä	$K_{\text{kok},a}$	166	mk/a
Kustannukset yhteensä	$K_{\text{kok},y}$	345	mk/t

Liite 2. Syntypaikkakustannukset biojätteen erilliskeräyksessä

SYNTYPAIKKAKUSTANNUKSET				
KERÄYSTAPA: Biojätteen erilliskeräys				
ALUE: Kerros-, rivitalo-, pientaloalue				
LÄHTÖTIEDOT				
Suure	Symboli		Arvo	Yksikkö
Asennuskustannus	K_{ase}		50	mk
Biojätteen lajittelutehokkuus	η_{bio}		75	%
Jäteastian hankintahinta	h_{astia}		200	mk
Jäteastian pitoaika	t_{astia}		10	a
Jäteastian tilavaraus	tv_{astia}		0,17	m
Jätteen ominaiskertymä	Q		240	kg/a
Keittiön kaapiston pitoaika	t_k		10	a
Kotitalouden koko	$n_{h,t}$		2	henkeä
Laskentakorko jäteastialle	p_{ir}		6	%
Laskentakorko kaapistolle	p_{ki}		5	%
Tilavaruksen yksikköhinta	h_{tv}		2500	mk/m
		Biojae	Kuivajae	
Määrä jätteestä	f_{bio}	30	70	%
Pussin hinta	h_{pussi}	0,8	0,6	mk
Pussin laskennallinen tilavuus	$V_{biopussi}$	0,01	0,016	m ³
Tilavuuspaino	r_{bio}	330	105	kg/m ³
LASKENTASUUREET				
Annuiteettikerroin jäteastialle	k_{ir}		0,136	
Annuiteettikerroin kaapistolle	k_{ki}		0,130	
		Biojae	Kuivajae	
Jätteen kertymä	m_i	108	372	kg/a
Jätepussien määrä	n_{pussi}	33	221	kpl

(jatkuu)

Liite 2 jatkuu

TULOKSET		Arvo		
Suure	Symboli	Biojaa	Kuivajaa	Yksikkö
Tilakustannus	$K_{tila,a}$		55	mk/a
Tilakustannus	$K_{tila,y}$		115	mk/t
Asennuskustannukset	$K_{ase,a}$		7	mk/a
Asennuskustannukset	$K_{ase,y}$		14	mk/a
Astiakustannukset	$K_{astia,a}$		27	mk/a
Astiakustannukset	$K_{astia,y}$		57	mk/a
Investointikustannukset yhteensä	$K_{inv,a}$		89	mk/a
Investointikustannukset yhteensä	$K_{inv,y}$		185	mk/t
Käyttökustannukset	$K_{käyttö,a}$	26	133	mk/a
Käyttökustannukset molemmille jakeille	$K_{käyttö,a}$		159	mk/a
Käyttökustannukset	$K_{käyttö,y}$		331	mk/t
Kustannukset yhteensä	$K_{kok,a}$		248	mk/a
Kustannukset yhteensä	$K_{kok,y}$	517	517	mk/t

Liite 3. Keräyspistekustannukset kerros- ja rivitaloalueilla sekajätteenkeräyksessä

KERÄYSPISTE			
KERÄYSTAPA: Sekajätteenkeräys			
ALUE: Rivi- ja kerrostaloalue			
LÄHTÖTIEDOT			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Astian hankintahinta	h_{astia}	1000	mk
Astian leveys	l	1,2	m
Astian syvyys	s	0,8	m
Astian tilavuus	V_{astia}	0,6	m ³
Astian täyttöaste	w_{seka}	80	%
Katoksen yksikköhinta	$h_{y,katos}$	1150	mk/m ²
Laskentakorko astioille	p_{ir}	6	%
Laskentakorko katokselle	p_{ki}	5	%
Pesukertojen lukumäärä	n_{pesu}	6	kpl
Pesukerran hinta	h_{pesu}	80	mk
Pitoaika astioille	r_{astia}	5	a
Pitoaika katokselle	t_{katos}	15	a
Tilavuuspaino astiassa	$r_{seka,katos}$	114	kg/m ³
Tyhjennyskerrat vuodessa	n_{tyh}	26	kpl
LASKENTASUUREET			
Annuiteettikerroin astioille	k_{ir}	0,23740	
Annuiteettikerroin katokselle	k_{ki}	0,09634	
Astian tilavaraus	tv_{astia}	2,8	m ²
Astioihin mahtuvat jätemäärät	m_{astia}	55	kg
Astioiden kautta kulkeva jätemäärä	$m_{astia,a}$	1422	kg/a
Keräysastioiden määrä	n_{astia}	1	kpl
Jätekatoksen koko	A_{katos}	2,8	m ²

(jatkuu)

Liite 3 jatkuu

TULOKSET			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Pesukustannukset	$K_{\text{pesu},a}$	480	mk/a
Pesukustannukset	$K_{\text{pesu},y}$	338	mk/t
Käyttökustannukset yhteensä	$K_{\text{käyttö},a}$	480	mk/a
Käyttökustannukset yhteensä	$K_{\text{käyttö},y}$	338	mk/t
Astiakustannukset	$K_{\text{astia},a}$	237	mk/a
Astiakustannukset	$K_{\text{astia},y}$	167	mk/t
Jätekatoksen rakennuskustannukset	$K_{\text{katos},a}$	310	mk/a
Jätekatoksen rakennuskustannukset	$K_{\text{katos},y}$	218	mk/t
Investointikustannukset yhteensä	$K_{\text{inv},a}$	548	mk/a
Investointikustannukset yhteensä	$K_{\text{inv},y}$	385	mk/t
Kustannukset yhteensä	$K_{\text{kok},a}$	1028	mk/a
Kustannukset yhteensä	$K_{\text{kok},y}$	723	mk/t

Liite 4. Keräyspistekustannukset pientalotaloalueilla sekajätteenkeräyksessä

KERÄYSPISTE			
KERÄYSTAPA: Sekajätteenkeräys			
ALUE: Pientaloalue			
LÄHTÖTIEDOT			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Jätteen ominaiskertymä	Q	240	kg/a
Astian hankintahinta	h_{astia}	300	mk
Astian tilavuus	V_{astia}	0,24	m ³
Astioiden lukumäärä	n_{astia}	1	kpl
Jätesäkin hinta	$h_{säkki}$	3	mk
Kotitalouksien keskikoko	$n_{h,t}$	2	henkeä
Laskentakorko astioille	p_{ir}	6	%
Pesukertojen lukumäärä	n_{pesu}	6	kpl
Pesukerran hinta	h_{pesu}	80	mk
Pitoaika astioille	t_{astia}	5	a
Tilavuuspaino astiassa	$r_{seka,katos}$	132	kg/m ³
Tyhjennyskerrat vuodessa	n_{tyh}	26	kpl
LASKENTASUUREET			
Annuiteettikerroin astioille	k_{ir}	0,23740	
Astioihin mahtuvat jätemäärät	m_{astia}	32	kg
Astioiden kautta kulkeva jätemäärä	$m_{astia,a}$	824	kg/a
Todellinen jätteen määrä	m_{tod}	480	kg/a
Astian täyttöaste	w_{astia}	58	%

(jatkuu)

Liite 4 jatkuu

TULOKSET			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Pesukustannukset	K_{pesu}	480	mk/a
Pesukustannukset	K_{pesu}	1000	mk/t
Säkkikustannukset	$K_{\text{säkki}}$	78	mk/a
Säkkikustannukset	$K_{\text{säkki}}$	162	mk/t
Käyttökustannukset yhteensä	$K_{\text{käyttö}}$	558	mk/a
Käyttökustannukset yhteensä	$K_{\text{käyttö}}$	1163	mk/t
Astia- eli investointikustannukset	K_{inv}	71	mk/a
Astia- eli investointikustannukset	K_{inv}	148	mk/t
Kustannukset yhteensä	K_{kok}	629	mk/a
Kustannukset yhteensä	K_{kok}	1311	mk/t

Liite 5. Keräyspistekustannukset kerros- ja rivitaloalueilla biojätteen erilliskeräyksessä

KERÄYSPISTE				
KERÄYSTAPA: Biojätteen erilliskeräys				
ALUE: Rivi- ja kerrostaloalue				
LÄHTÖTIEDOT				
Suure	Symboli		Arvo	Yksikkö
Biojätteen lajittelutehokkuus	η_{bio}		75	%
Biojätteen määrä jätteestä	f_{bio}		30	%
Katoksen yksikköhinta	$h_{\text{katos,y}}$		1150	mk/m ²
Laskentakorko astioille	p_{ir}		6	%
Laskentakorko katokselle	p_{ki}		5	%
Pitoaika astioille	t_{astia}		5	a
Pitoaika katokselle	t_{katos}		15	a
Pesukerran hinta	h_{pesu}		80	mk
		Biojäte	Kuivajäte	
Astian hankintahinta	h	300	1000	mk
Astian leveys	l	0,6	1,2	m
Astian tilavuus	V_{astia}	0,24	0,6	m ³
Astian täyttöaste	w_{astia}	50	80	%
Astian syvyys	s	0,75	0,8	m
Jätesäkin hinta	$h_{\text{säkki}}$	6	0	mk
Pesukertojen lukumäärä	n_{pesu}	12	2	kpl
Tilavuuspaino astiassa	r_{katos}	300	90	kg/m ³
Tyhjennyskerrat vuodessa	n_{tyh}	35	17	kpl
LASKENTASUUREET				
Annuiteettikerroin astioille	k_{ir}		0,23740	
Annuiteettikerroin katokselle	k_{ki}		0,09634	
Astian tilavaraus	tv_{astia}	1,8	2,8	m ²
Astioihin mahtuvat jätemäärät	m_{astia}	36	43	kg
Astioiden kautta kulkeva jätemäärä	$m_{\text{astia,a}}$	1260	734	kg/a
Kuivajätteen määrä biojätteen avulla	m_{kuiva}		4340	kg/a
Kokonaisjätemäärä	m_{kok}		5,6	t/a
Keräysastioiden määrä	n_{astia}	1	6	kpl
Jätekatoksen koko	A_{katos}		18,4	m ²

(jatkuu)

Liite 5 jatkuu

TULOKSET				
		Arvo		
Suure	Symboli	Biojaa	Kuivajae	Yksikkö
Pesukustannukset	$K_{\text{pesu},a}$	960	946	mk/a
Pesukustannukset	$K_{\text{pesu},a}$		1906	mk/a
Pesukustannukset	$K_{\text{pesu},y}$		340	mk/t
Säkkikustannukset	$K_{\text{säkki},a}$	210	0	mk/a
Säkkikustannukset	$K_{\text{säkki},a}$		210	mk/a
Säkkikustannukset	$K_{\text{säkki},y}$		38	mk/t
Käyttökustannukset yhteensä	$K_{\text{käyttö},a}$		2116	mk/a
Käyttökustannukset yhteensä	$K_{\text{käyttö},y}$		378	mk/t
Astiakustannukset	$K_{\text{astia},a}$	71	1403	mk/a
Astiakustannukset	$K_{\text{astia},a}$		1474	mk/a
Astiakustannukset	$K_{\text{astia},y}$		263	mk/t
Jätekatoksen rakennuskustannukset	$K_{\text{katos},a}$		2037	mk/a
Jätekatoksen rakennuskustannukset	$K_{\text{katos},y}$		364	mk/t
Investointikustannukset yhteensä	$K_{\text{inv},a}$		3511	mk/a
Investointikustannukset yhteensä	$K_{\text{inv},y}$		627	mk/t
Kustannukset yhteensä	$K_{\text{kok},a}$		5627	mk/a
Kustannukset yhteensä	$K_{\text{kok},y}$		1005	mk/t

Liite 6. Keräyspistekustannukset pientaloalueilla biojätteen erilliskeräyksessä

KERÄYSPISTE				
KERÄYSTAPA: Biojätteen erilliskeräys				
ALUE: Pientaloalue				
LÄHTÖTIEDOT				
Suure	Symboli		Arvo	Yksikkö
Jätteen ominaiskertymä	Q		240	kg/a
Biojätteen lajittelutehokkuus	η_{bio}		0	%
Kotitalouksien keskipinta-ala	$n_{h,t}$		75	henkeä
Laskentakorko astioille	p_{ir}		2	%
Pesukerran hinta	h_{pesu}		6	mk
Pitoaika astioille	t_{astia}		80	a
		Biojäte	Kuivajäte	
Jätejakeiden osuudet	f	40	60	%
Astian hankintahinta	h_{astia}	300	300	mk
Astian tilavuus	V_{astia}	0,12	0,24	m ³
Astioiden lukumäärä	n_{astia}	1	1	kpl
Jätesäkin hinta	$h_{\text{säkki}}$	6	3	mk
Pesukertojen lukumäärä	n_{pesu}	12	2	kpl
Tilavuuspaino astiassa	r_{astia}	300	90	kg/m ³
Tyhjennyskerrat vuodessa	n_{tyh}	35	17	kpl
LASKENTASUUREET				
Annuiteettikerroin astioille	k_{ir}		0,23740	
Astioihin mahtuvat jätemäärät	m_{astia}	36	22	kg
Astioiden kautta max. kulkeva jätemäärä	m_{teo}	1260	367	kg/a
Todellinen jätejakeiden määrä	m_{tod}	144	336	kg/a
Astian täyttöaste	w_{astia}	11	92	%

(jatkuu)

Liite 6 jatkuu

TULOKSET		Arvo		
Suure	Symboli	Biojao	Kuivajao	Yksikkö
Pesukustannukset	$K_{\text{pesu},a}$	960	160	mk/a
Pesukustannukset	$K_{\text{pesu},a}$		1120	mk/a
Pesukustannukset	$K_{\text{pesu},y}$		2333	mk/t
Säkkikustannukset	$K_{\text{säkki},a}$	210	51	mk/a
Säkkikustannukset	$K_{\text{säkki},a}$		261	mk/a
Säkkikustannukset	$K_{\text{säkki},y}$		544	mk/t
Käyttökustannukset yhteensä	$K_{\text{käyttö},a}$		1381	mk/a
Käyttökustannukset yhteensä	$K_{\text{käyttö},y}$		2877	mk/t
Astia- eli investointikustannukset	$K_{\text{astia},a}$	71	71	mk/a
Astia- eli investointikustannukset	$K_{\text{astia},a}$		142	mk/a
Astia- eli investointikustannukset	$K_{\text{astia},y}$		297	mk/t
Kustannukset yhteensä			1523	mk/a
Kustannukset yhteensä			3174	mk/t

Liite 7. Keräyspistekustannukset omakotitaloalueilla omatoimisella kompostoinnilla biojätteen erilliskeräyksessä

Kotikompostoinnin kustannukset			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Hankintahinta	h_{kom}	2000	mk
Pitoaika	t_{kom}	10	a
Laskentakorko	p_{kom}	6	%
Käyttökustannukset	$k_{\text{kom,käy}}$	200	mk/a
Annuiteettikerroin	k_{ir}	0,13587	
Vuosikustannukset	$K_{\text{kom,a}}$	472	mk/a

KERÄYSPISTE			
KERÄYSTAPA: Biojätteen erilliskeräys			
ALUE: Pientaloalue			
Kompostointi			
LÄHTÖTIEDOT			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Jätteen ominaiskertymä	Q	240	kg/a
Astian hankintahinta	h_{astia}	300	mk
Astian tilavuus	V_{astia}	0,24	m ³
Astioiden lukumäärä	n_{astia}	1	kpl
Biojätteen määrä	f_{bio}	40	%
Jätesäkin hinta	$h_{\text{säkki}}$	3	mk
Kompostorin vuosikustannukset	$k_{\text{kom,a}}$	472	mk/a
Kotitalouksien keskikoko	$n_{\text{h,t}}$	2	henkeä
Lajittelutehokkuus	n_{bio}	75	%
Laskentakorko astioille	p_{ir}	6	a
Pesukertojen lukumäärä	n_{pesu}	2	kpl
Pesukerran hinta	h_{pesu}	80	mk
Pitoaika astioille	t_{astia}	5	a
Tilavuuspaino astiassa	$r_{\text{astia,katos}}$	90	kg/m ³
Tyhjennyskerrat vuodessa	n_{tyh}	17	kpl
LASKENTASUUREET			
Annuiteettikerroin astioille	k_{ir}	0,23740	
Astioihin mahtuvat jätemäärät	m_{astia}	22	kg
Astioiden kautta kulkeva jätemäärä	$m_{\text{astia,a}}$	367	kg/a
Kuivajätteen määrä	m_{kuiva}	336	kg
Astian täyttöaste	w_{astia}	92	%

(jatkuu)

Liite 7 jatkuu

TULOKSET			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Pesukustannukset	$K_{\text{pesu},a}$	160	mk/a
Pesukustannukset	$K_{\text{pesu},y}$	333	mk/t
Säkkikustannukset	$K_{\text{säkki},a}$	51	mk/a
Säkkikustannukset	$K_{\text{säkki},y}$	106	mk/t
Käyttökustannukset yhteensä	$K_{\text{käyttö},a}$	211	mk/a
Käyttökustannukset yhteensä	$K_{\text{käyttö},y}$	440	mk/t
Astia- ja kompostointikustannukset	$K_{\text{astia,kom},a}$	543	mk/a
Astia- ja kompostointikustannukset	$K_{\text{astia,kom},y}$	1132	mk/t
Kustannukset yhteensä	$K_{\text{kok},a}$	754	mk/a
Kustannukset yhteensä	$K_{\text{kok},y}$	1571	mk/t

Liite 8. Kuljetuskustannukset kerros- ja rivitaloalueilla sekajätteenkeräyksessä

KULJETUSKUSTANNUSET			
KERÄYSTAPA: Sekajätteenkeräys			
ALUE: Kerros- ja rivitaloalue			
LÄHTÖTIEDOT			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Tyhjennysmaksu 600 litraa	h_{tyh}	23	mk
Jäteastian tilavuus	V_{astia}	0,6	m^3
Jäteastian täyttöaste	w_{astia}	80	%
Tilavuuspaino astiassa	$r_{astia,katos}$	114	kg/m^3
Tyhjennyskertojen lukumäärä	n_{tyh}	26	kpl
TULOKSET			
Jäteastiaan kertyvä jätemäärä	m_{astia}	55	kg/a
Jäteastian kautta kulkeva jätemäärä	$m_{astia,a}$	1422	kg/a
Astian tyhjennyskustannukset	$K_{tyh,a}$	595	mk/a
Tyhjennyskustannukset	$K_{tyh,y}$	419	mk/t

Liite 9. Kuljetuskustannukset omakotitaloalueilla sekajätteenkeräyksessä

KULJETUSKUSTANNUSET			
KERÄYSTAPA: Sekajätteenkeräys			
ALUE: Pientaloalue			
LÄHTÖTIEDOT			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Tyhjennysmaksu 120 ja 240 litraa	h_{tyh}	17	mk
Astioiden tyhjennyskertojen lukumäärä	n_{tyh}	26	kpl
Jäteastioiden määrä	n_{astia}	1	kpl
Kotitalouden koko	$n_{h,t}$	2	henkeä
Vuotuinen jätekertymä	Q	240	kg/a
TULOKSET			
Jäteastiaan kertyvä jätemäärä	m_{astia}	18	kg
Astian tyhjennyskustannukset	$K_{tyh,a}$	439	mk/a
Tyhjennyskustannukset	$K_{tyh,y}$	915	mk/t

Liite 10. Kuljetuskustannukset kerros- ja rivitaloalueilla biojätteen erilliskeräyksessä

KULJETUSKUSTANNUSET			
KERÄYSTAPA: Biojätteen erilliskeräys			
ALUE: Kerros- ja rivitaloalue			
LÄHTÖTIEDOT			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Tyhjennysmaksu 120 ja 240 litraa	h_{tyh}	17	mk
Tyhjennysmaksu 600 litraa	h_{tyh}	23	mk
Biojäteastioden määrä	n_{bio}	1	kpl
Jätekertymä	Q	240	kg/a
Lajittelutehokkuus	n_{bio}	75	%
Biojäteastian tilavuus	V_{bio}	0,24	m^3
Biojäteastian täyttöaste	w_{bio}	50	%
Biojäteastioden tyhjennyskerrat	$n_{tyh,bio}$	35	kpl
Biojätteen tilavuuspaino astiassa	$r_{bio,astia}$	300	kg/m^3
Biojätteen määrä jätteestä	f_{bio}	30	%
Kuivajätteen määrä jätteestä	f_{kuiva}	70	%
Kuivajäteastian tilavuus	V_{kuiva}	0,6	m^3
Kuivajäteastian täyttöaste	w_{kuiva}	80	%
Kuivajäteastioden tyhjennyskerrat	$n_{tyh,kuiva}$	17	kpl
Kuivajätteen tilavuuspaino astiassa	r_{kuiva}	90	kg/m^3
TULOKSET			
Biojäteastiaan kertyvä jätemäärä	m_{bio}	27	kg
Biojäteastian kautta kulkeva jätemäärä	$m_{bio,a}$	1260	kg/a
Kuivajätteen määrä biojättemäärän avulla	$m_{kuiva,a}$	4340	kg/a
Kuivajäteastiaan kertyvä jätemäärä	m_{kuiva}	43	kg
Kuivajäteastian kautta kulkemaan mahtuva jätemäärä	$m_{kuiva,astia,a}$	734	kg/a
Kuivajäteastioden määrä	n_{kuiva}	6	kpl
Biojäteastian tyhjennyskustannukset	$K_{tyh,bio}$	592	mk/a
Kuivajäteastian tyhjennyskustannukset	$K_{tyh,kuiva}$	2301	mk/a
Kustannukset yhteensä	$K_{tyh,a}$	2892	mk/a
Tyhjennyskustannukset	$K_{tyh,y}$	516	mk/t

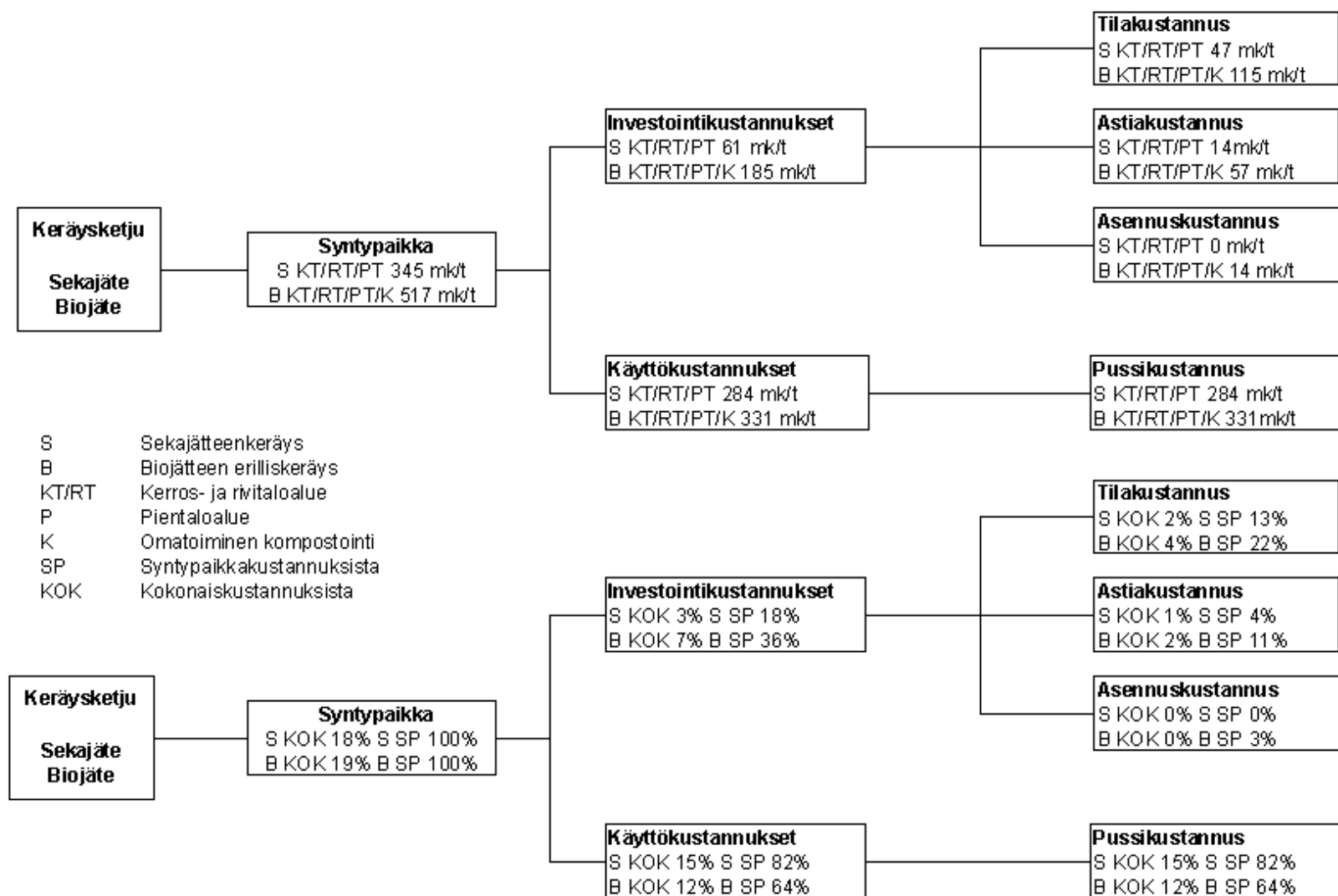
Liite 11. Kuljetuskustannukset pientaloalueilla biojätteen erilliskeräyksessä

KULJETUSKUSTANNUSET			
KERÄYSTAPA: Biojätteen erilliskeräys			
ALUE: Pientaloalue			
LÄHTÖTIEDOT			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Tyhjennysmaksu 120 ja 240 litraa	h_{tyh}	17	mk
Biojäteastoiden määrä	$n_{bio,astia}$	1	kpl
Biojäteastoiden tyhjennyskertojen lukumäärä	$n_{bio,tyh}$	35	kpl
Biojätteen määrä jätteestä	f_{bio}	30	%
Kotitalouden koko	$h_{h,t}$	2	henkeä
Kuivajäteastoiden määrä	n_{kuiva}	1	kpl
Kuivajäteastoiden tyhjennyskertojen lukumäärä	$n_{kuiva,tyh}$	17	kpl
Vuotuinen jätekertymä	Q	240	kg/a
TULOKSET			
Biojäteastian kertyvä jätemäärä	m_{bio}	4,1	kg
Kuivajäteastian kertyvä jätemäärä	m_{kuiva}	19,8	kg
Biojäteastian tyhjennyskustannukset	$K_{bio,tyh}$	592	mk/a
Kuivajäteastian tyhjennyskustannukset	$K_{kuiva,tyh}$	287	mk/a
Kustannukset yhteensä	$K_{tyh,a}$	879	mk/a
Tyhjennyskustannukset	$K_{tyh,y}$	1831	mk/a

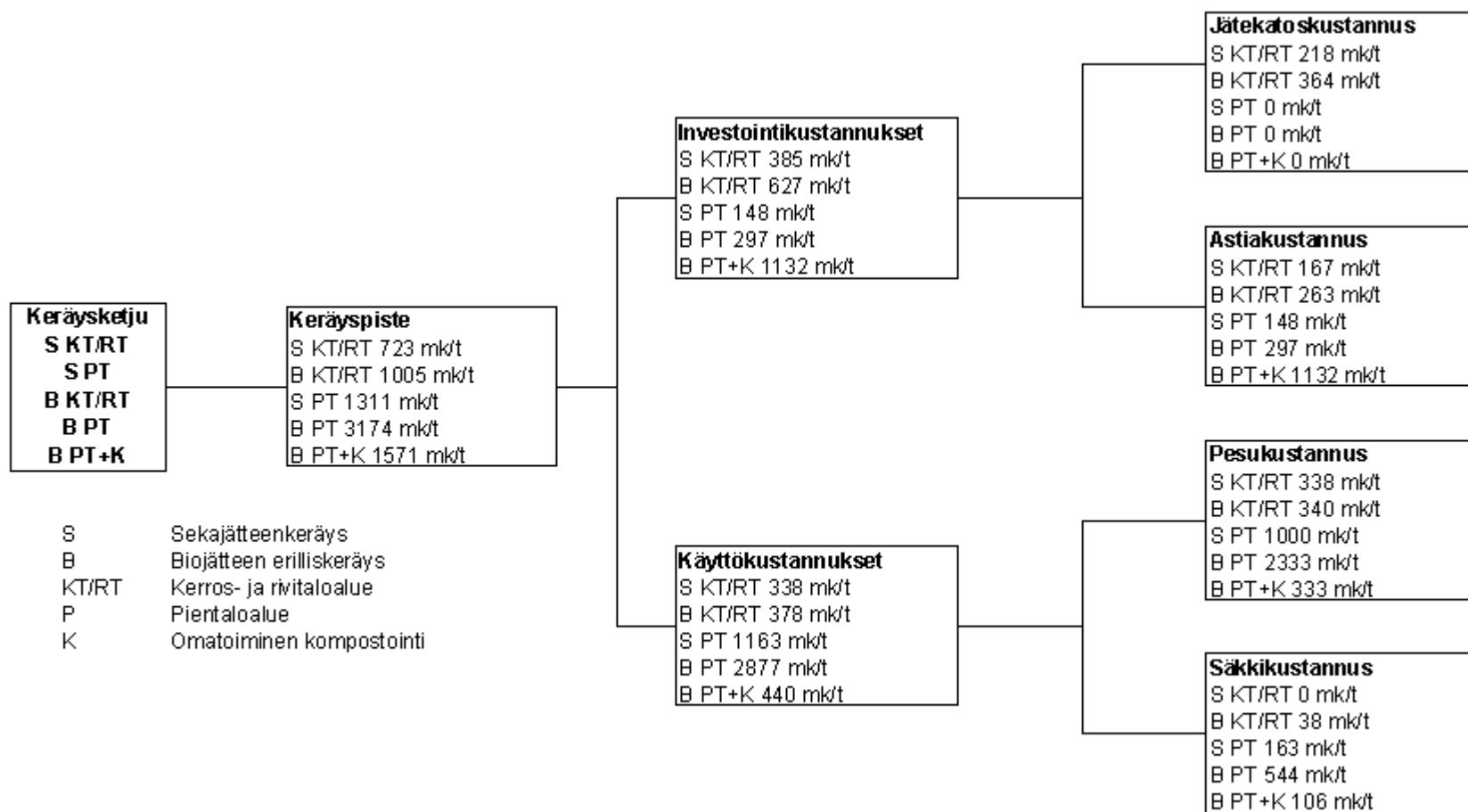
**Liite 12. Kuljetuskustannukset omakotitaloalueilla omatoimisella kompostoinnilla
biojätteen erilliskeräyksessä**

KULJETUSKUSTANNUSET			
KERÄYSTAPA: Biojätteen erilliskeräys omatoimisella kompostoinnilla			
ALUE: Pientaloalue			
LÄHTÖTIEDOT			
Suure	Symboli	Arvo	Yksikkö
Tyhjennysmaksu 120 ja 240 litraa	h_{tyh}	17	mk
Biojätteen määrä jätteestä	f_{bio}	40	%
Kotitalouden koko	$n_{h,t}$	2	henkeä
Kuivajäteastioiden määrä	n_{kuiva}	1	kpl
Kuivajäteastioiden tyhjennyskertojen lukumäärä	$n_{kuiva,tyh}$	17	kpl
Lajittelutehokkuus	n_{bio}	75	%
Vuotuinen jätekertymä	Q	240	kg/a
TULOKSET			
Kuivajäteastiaan kertyvä jätemäärä	m_{kuiva}	19,8	kg
Kuivajätteen määrä	$m_{kuiva,a}$	336	kg/a
Astian tyhjennyskustannukset	$K_{tyh,a}$	287	mk/a
Tyhjennyskustannukset	$K_{tyh,y}$	855	mk/t

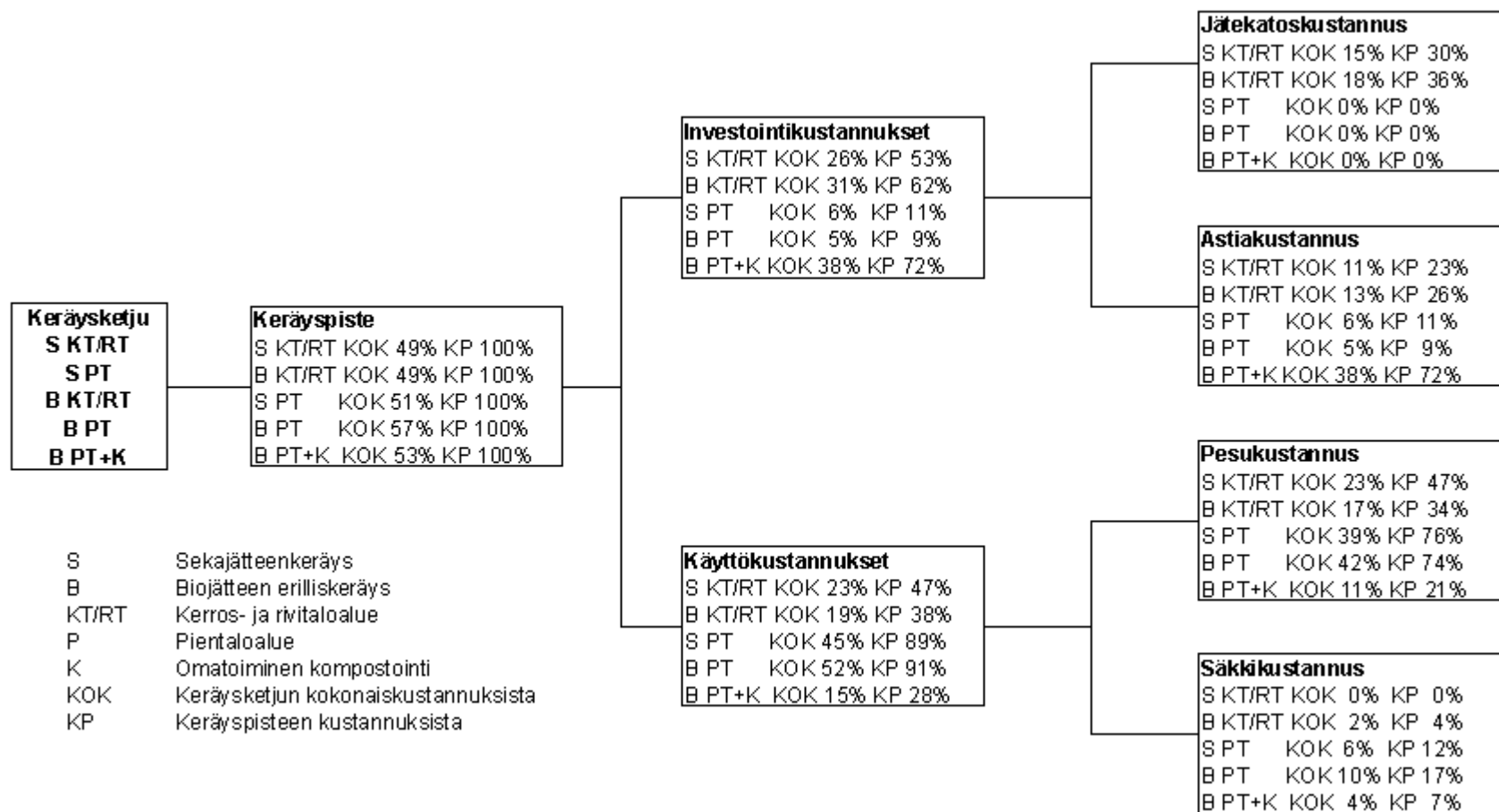
Liite 13. Kustannuslaskennan tulokset syntypaikalla



Liite 14. Kustannuslaskennan tulokset keräyspisteessä



Liite 15. Keräyspistekustannusten prosentuaaliset osuudet



Liite 16. Herkkyystarkastelun tulokset

Alkuarvo	Alkuperäinen arvo	Erotuksen kasvusuunta	min	max	Min arvon vaikutus [%]	Max arvon vaikutus [%]
120 ja 240 litran astian tyhjennysmaksu	16,9	pos	10	30	-9	17
Laskentakorko irtaimistolle	6	pos	4	8	-1	1
Laskentakorko kiinteistölle	5	pos	3	7	-2	2
Keittiöastioiden hankintahinta, biojäte	200	pos	50	400	-4	5
Keittiöastioiden asennuskustannukset, biojäte	50	pos	0	150	-1	3
Keittiön kaapiston yksikköhinta	2500	pos	1500	3000	-3	1
Biojäteastioiden tilavaraus keittiössä	0,17	pos	0,1	0,3	-5	9
Kompostorin vuosikustannukset	472	pos	250	700	-14	15
Seka- ja kuivajätepussien hinta, keittiö	0,6	pos	0,1	1	-1	0
Biojätepussien hinta, keittiö	0,8	pos	0,2	1,2	-5	2
Sekajätepussin laskennallinen tilavuus, keittiö	0,016	pos	0,01	0,024	-30	16
Biojäteastian(120/240l) hankintahinta	300	pos	200	500	-1	0
Biojätessäkin hinta (120/240)	6	pos	3	10	-6	7
Kuivajäteastian (600l) hankintahinta	1000	pos	800	1300	-1	1
Seka- ja kuivajätessäkin hinta (120/240)	3	neg	1	6	1	-3
Kuiva- ja sekajäteastian täyttöaste	80	neg	50	90	0	-1
Pesukerran hinta	80	pos	40	100	-4	1
Jätekatoksen yksikköhinta	1150	pos	800	1400	-3	1
Biojäteastioiden pesukerrat	12	pos	2	20	-42	33
Kuivajäteastioiden pesukerrat	2	pos	1	12	-13	129
Sekajätteen tyhjennyskerrat	26	neg	19	35	1	-9
Omatoiminen kompostointi	60	pos	40	80	26	-26

(jatkuu)

Liite 16 jatkuu

Alkuarvo	Alkuperäinen arvo	Erotuksen kasvu-suunta	min	max	Min arvon vaikutus [%]	Max arvon vaikutus [%]
Keittiöastoiden hankintahinta sekajätteelle	50	neg	20	100	1	-1
Biojätteen tilavuuspaino keittiössä ¹⁾	330	neg	250	400	1	0
Biojätteen tilavuuspaino astiassa (katos) ¹⁾	300	neg	250	400	2	-2
Kuivajätteen tilavuuspaino astiassa (katos) ¹⁾	90	neg	60	120	4	-2
Kuivajätteen tilavuuspaino keittiössä ¹⁾	105	neg	80	140	1	-1
Keittiön jäteastoiden pitoaika	10	neg	5	15	4	-1
Keittiön kaapiston pitoaika	10	neg	5	15	5	-2
Sekajäteastoiden tilavaraus keittiössä	0,07	neg	0,05	0,15	1	-6
Biojättepussin laskennallinen tilavuus, keittiö	0,01	neg	0,005	0,024	6	-3
Kuivajättepussin laskennallinen tilavuus, keittiö	0,016	neg	0,01	0,024	17	-9
600 litran astian tyhjennysmaksu	22,9	neg	12	60	0	-1
Biojätteen lajittelutehokkuus	75	pos	40	85	-4	1
Biojätteen määrä jätteestä kerrostaloissa	30	neg	20	40	0	0
Biojätteen osuus pientaloissa	40	pos	20	50	-5	3
Talouden koko	2	neg	1,8	2,4	8	-13
Jätteen vuotuinen kertymä asukasta kohti	240	neg	180	280	25	-11
Biojäteastian täyttöaste	50	neg	20	80	28	-7
Jäteastoiden (jätekatos) pitoaika	5	neg	3	10	5	-3
Jätekatoksen pitoaika	15	neg	10	20	3	-1
Kuivajäteastoiden tyhjennyskerrat	17		7	20	30	2
Biojäteastoiden tyhjennyskerrat	35	pos	26	52	-5	13
Sekajäteastoiden pesukerrat	6	neg	2	12	46	-68

¹⁾ Vaikuttaa myös sekajätteen tilavuuspainoon

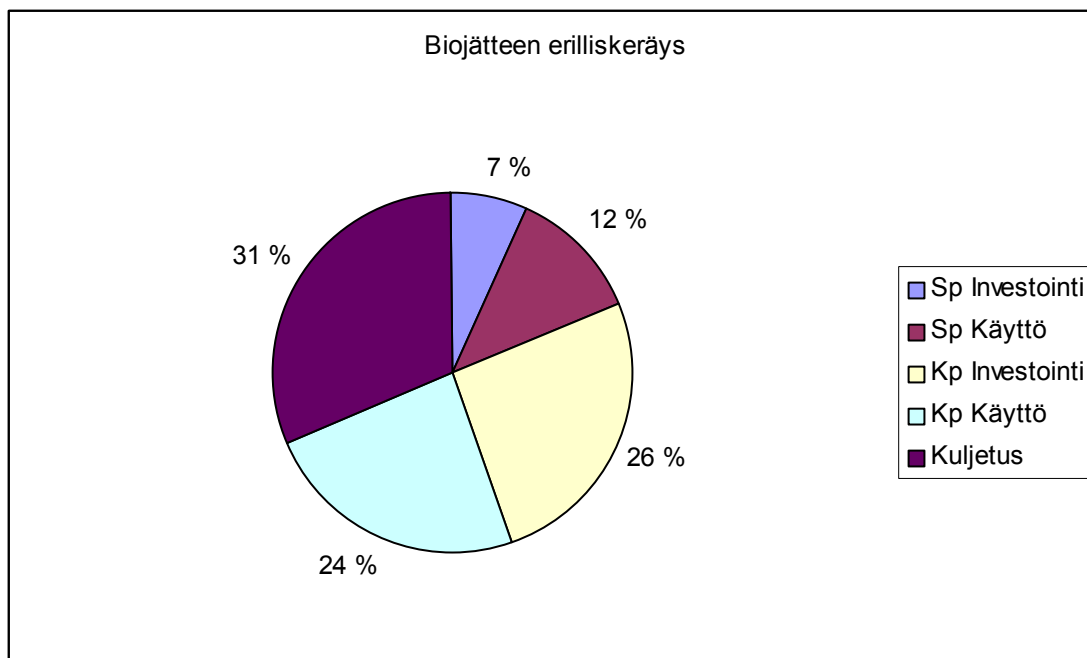
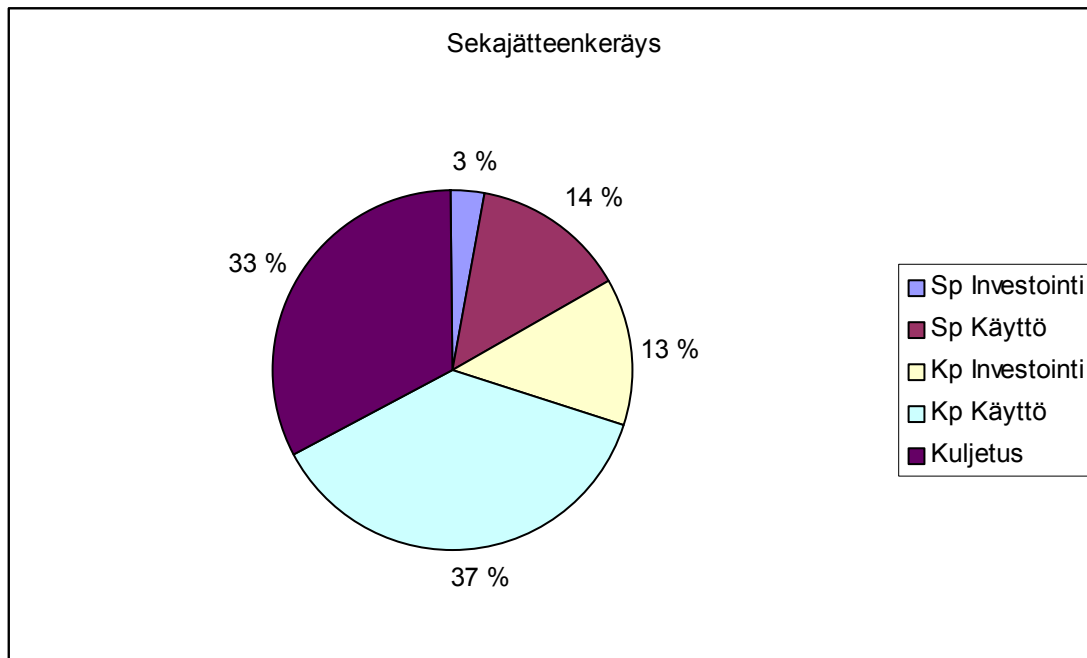
Liite 17. Herkimmät lähtötiedot

Alkuarvo	10%	20%	30%	Arvioitu muutossuunta	Peruste
120 ja 240 litran astian tyhjennysmaksu	18,6	20,3	22	kasvaa	Kust. kasvu esim. ekomaksu
Keittiöastoiden hankintahinta, biojäte	180	160	140	vähentyy	Yleistymisen, tuotekehitys
Biojäteastoiden tilavaraus keittiössä	0,17	0,17	0,17	ennallaan	
Sekajätteen tilavuuspaino keittiössä	132	170	170	ennallaan	
Sekajätteen paino astiassa (katos)	114	150	150	ennallaan	
Kompostorin vuosikustannukset	424	377	330	vähentyy	Yleistymisen, tuotekehitys
Sekajätepussin laskennallinen tilavuus, keittiö	0,016	0,016	0,016	ennallaan	
Biojätessäkin hinta (120/240)	5,4	4,8	4,2	vähentyy	Yleistymisen, tuotekehitys
Pesukerran hinta	80	80	80	ennallaan	
Biojäteastoiden pesukerrat	12	12	12	ennallaan	
Kuivajäteastoiden pesukerrat Muutettu vakioarvolla (+2)	4	6	8	kasvaa	Hygienia
Sekajätteen tyhjennyskerrat	26	26	26	ennallaan	
Biojätteen tilavuuspaino astiassa (katos) ¹⁾	350	400	450	kasvaa	Lajittelun tehostuminen
Kuivajätteen tilavuuspaino astiassa (katos) ¹⁾²⁾	88	87	86	vähentyy	Lajittelun tehostuminen
Kuivajätteen tilavuuspaino keittiössä ¹⁾²⁾	103	102	101	vähentyy	Lajittelun tehostuminen
Keittiön kaapiston pitoaika	10	10	10	ennallaan	
Sekajäteastoiden tilavaraus keittiössä	0,07	0,07	0,07	ennallaan	
Biojätepussin laskennallinen tilavuus, keittiö	0,01	0,01	0,01	ennallaan	
Kuivajätepussin laskennallinen tilavuus keittiössä	0,016	0,016	0,016	ennallaan	
600 litran astian tyhjennysmaksu	25	28	30	kasvaa	Kustannusten kasvu
Talouden koko Muutettu vakioarvolla (-0,1)	1,9	1,8	1,7	vähentyy	Yleinen suuntaus
Jätteen vuotuinen kertymä asukasta kohti Muutettu vakioarvolla (+10)	240	250	260	kasvaa	Keräysketjun kehitys
Biojäteastian täyttöaste	55	60	65	kasvaa	Yhteistyö
Jäteastoiden (jätekatos) pitoaika	5,5	6	6,5	kasvaa	Tuotekehitys
Kuivajäteastoiden tyhjennyskerrat	17	17	17	ennallaan	
Sekajäteastoiden pesukerrat Muutettu vakioarvolla (+2)	8	10	12	kasvaa	Hygienia
Omatoiminen kompostointi	66	72	78	kasvaa	Yleistymisen
Asukkaiden määrä pientaloalueilla	48	48	48	ennallaan	

¹⁾ Sekajätteen tilavuuspaino pysyy vakiona

²⁾ Kuivajätteen tilavuuspaino riippuu biojätteen tilavuuspainosta

Liite 18. Osakustannusten prosentuaalinen osuus kokonaiskustannuksista



Liite 19. Yhteenvedo kustannuslaskennan tuloksista

SYNTYPAIKKAKUSTANNUKSET		
	Arvo	Yksikkö
Biojätteenkeräys	517	mk/t
Sekajätteenkeräys	345	mk/t

KERÄYSPISTEKUSTANNUKSET		
	Arvo	Yksikkö
Biojätteenkeräys kerros- ja rivitaloalueella	1005	mk/t
Sekajätteenkeräys rivi- ja kerrostaloalueella	723	mk/t
Biojätteenkeräys pientaloalueella	3174	mk/t
Sekajätteenkeräys pientaloalueella	1311	mk/t
Biojätteenkeräys omatoimisella kompostoinnilla pientaloalueella	1571	mk/t

KULJETUSKUSTANNUKSET		
	Arvo	Yksikkö
Sekajätteenkeräys rivi- ja kerrostaloalueella	419	mk/t
Biojätteenkeräys rivi- ja kerrostaloalueella	516	mk/t
Sekajätteenkeräys pientaloalueella	915	mk/t
Biojätteenkeräys pientaloalueella	1831	mk/t
Biojätteenkeräys pientaloalueella, omatoiminen kompostointi	855	mk/t

YHTENVETO					
	Syntypaikka	Keräyspiste	Kuljetus	Yhteensä	Yksikkö
Sekajätteenkeräys rivi- ja kerrostaloalueella	345	723	419	1487	mk/t
Biojätteenkeräys kerros- ja rivitaloalueella	517	1005	516	2038	mk/t
Sekajätteenkeräys pientaloalueella	345	1311	915	2572	mk/t
Biojätteenkeräys pientaloalueella	517	3174	1831	5521	mk/t
Biojätteenkeräys pientaloalueella, omatoiminen kompostointi	517	1571	855	2943	mk/t
Sekajätteenkeräys rivi- ja kerrostaloalueella	23	49	28	100	%
Biojätteenkeräys kerros- ja rivitaloalueella	25	49	25	100	%
Sekajätteenkeräys pientaloalueella	13	51	36	100	%
Biojätteenkeräys pientaloalueella	9	57	33	100	%
Biojätteenkeräys pientaloalueella, omatoiminen kompostointi	18	53	29	100	%

KULJETUSKUSTANNUKSET	Sekajäte KT/RT	Sekajäte PT	Biojäte KT/RT	Biojäte PT	Biojäte PT+K	Yksikkö
Kuljetuskustannukset	419	915	516	1831	855	mk/t
% kokonaiskustannuksista	21	47	18	63	29	%
% kuljetuskustannuksista	100	100	100	100	100	%
KOKONAISKUSTANNUKSET	1487	2572	2038	5521	2943	mk/t

(jatkuu)

Liite 19 jatkuu

SYNTYPAIKKAKUSTANNUKSET	Sekajätteen- keräys	Biojätteen erilliskeräys	Yksikkö
Tilakustannus	47	115	mk/t
% kokonaiskustannuksista	2	4	%
% keräyspistekustannuksista	13	22	%
Asennuskustannus	0	14	mk/t
% kokonaiskustannuksista	0	0	%
% keräyspistekustannuksista	0	3	%
Astiakustannukset	14	57	mk/t
% kokonaiskustannuksista	1	2	%
% keräyspistekustannuksista	4	11	%
Investointikustannukset yhteensä	61	185	mk/t
% kokonaiskustannuksista	3	7	%
% keräyspistekustannuksista	18	36	%
Käyttökustannukset	284	331	mk/t
% kokonaiskustannuksista	15	12	%
% keräyspistekustannuksista	82	64	%
Kustannukset yhteensä	345	517	mk/t
% kokonaiskustannuksista	18	19	%
% keräyspistekustannuksista	100	100	%

KERÄYSPISTEKUSTANNUKSET	Sekajäte KT/RT	Sekajäte PT	Biojäte KT/RT	Biojäte PT	Biojäte PT+K	Yksikkö
Pesukustannukset	338	1000	340	2333	333	mk/t
% kokonaiskustannuksista	23	39	17	42	11	%
% keräyspistekustannuksista	47	76	34	74	21	%
Säkkikustannukset	0	162,5	38	544	106	mk/t
% kokonaiskustannuksista	0	6	2	10	4	%
% keräyspistekustannuksista	0	12	4	17	7	%
Astiakustannukset	167	148	263	297	1132	mk/t
% kokonaiskustannuksista	11	6	13	5	38	%
% keräyspistekustannuksista	23	11	26	9	72	%
Jätekatoksen rakennuskustannukset	218	0	364	0	0	mk/t
% kokonaiskustannuksista	15	0	18	0	0	%
% keräyspistekustannuksista	30	0	36	0	0	%
Käyttökustannukset yhteensä	338	1163	378	2877	440	mk/t
% kokonaiskustannuksista	23	45	19	52	15	%
% keräyspistekustannuksista	47	89	38	91	28	%
Investointikustannukset yhteensä	385	148	627	297	1132	mk/t
% kokonaiskustannuksista	26	6	31	5	38	%
% keräyspistekustannuksista	53	11	62	9	72	%
Kustannukset yhteensä	723	1311	1005	3174	1571	mk/t