



## Pienmetallikeräyksen tehostaminen

Kirjoittajat Sirje Vares ja Jarkko Lehtinen

Luottamuksellisuus julkinen

Raportin nimi <b>Pienmetallikeräyksen tehostaminen</b>	
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot YTV Jätehuoltolaitos, Käyttöpäällikkö Marjut Mäntynen, Opastinsilta 6 A, 00520 Helsinki	Asiakkaan viite Dnro 999/62/620/2005
Projektin nimi <b>Kotitalouksien metallin kierrätysjärjestelmän tehokkuus</b>	Projektin numero/lyhytnimi 4753 / METALLI
Raportin laatija(t) Sirje Vares ja Jarkko Lehtinen	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 44
Avainsanat	Raportin numero VTT-R-06362-07
<b>Tiivistelmä</b> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kiinteistökohtaisen pienmetallikeräyksen taloudelliset, ekologiset ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Tutkimuksen peruskysymys oli kannattaako pienmetallin kiinteistökohtainen keräys koko pääkaupunkiseudun alueella ja kannattaako metallikeräys yhdistää lasipakkausten keräyksen kanssa.</p> <p>Tutkimuksen lähtökohta on ollut VTT:n YTV:lle toteuttama tutkimus<sup>1</sup>, jossa todettiin, että lasin keräys olisi tarkoituksenmukaista järjestää pääasiallisesti kiinteistökohtaisena. Tätä tutkimusta jatkettiin kokeilulla, jossa lasin ja metallin keräys toteutettiin kiinteistökohtaisena yhteiskeräyksenä. Kokeilua varten valittiin 50 000 asukkaan alue ja keräyksen piiriin kutsuttiin kiinteistöt, joissa oli yli 20 asuntoa.</p> <p>Koealueelta saatiin kerätyksi noin 50 tn (400 m<sup>3</sup>) metallia, joka muuten olisi päätynyt kaatopaikalle. Kiinteistökohtaiset keräysmäärät vaihtelivat siten, että suurimmat talo-yhtiöt tuottivat noin 240 litraa rusentamatonta metallia kuukaudessa. Pienemmissä taloyhtiöissä määrät olivat tästä vain murto-osa.</p> <p>Koska metallia ja lasia kertyi suunnilleen yhtä paljon ja koska kuljettaja pystyi hoitamaan kummankin jätteen samanaikaisesti, metallin ja lasin keräys kannattaa toteuttaa yhteiskeräyksenä. Näin toteutettuna keräyskustannukset asukasta kohden ovat kohtuulliset. Koska keräyskustannukset ovat alhaiset, pienekin – noin 20 asuntoa - taloyhtiön kannattanee liittyä yhteiskeräykseen. Toisaalta, jos keräyskustannukset tulee yhteiskunnan maksettavaksi, suositeltava asuntoyhtiön koko on noin 40 asuntoa.</p> <p>Tutkimuksen tulokset tukevat yhteiskeräystä myös ympäristövaikutuksien osalta. Logistisesti tehokkaasti hoidetussa keräyksessä ajokilometrit ja polttoaineen kulutus vähenevät, vähentäen myös päästöjä ympäristöön. Lisäksi kierrätysmetallin käyttö vähentää päästöjä ja energiankulutusta uusien tuotteiden valmistuksessa.</p> <p>Tulosta voidaan käyttää YTV:n alueella ja soveltuvin osin myös muualla Suomessa pienmetallin keräysjärjestelmän tehostamisessa ja kehittämisessä.</p>	
Luottamuksellisuus	julkinen
Espoo 6.7.2007 Allekirjoitukset	
Tarja Häkkinen Johtava tutkija	Sirje Vares Tutkija
	Jarkko Lehtinen Erikoistutkija

<sup>1</sup> Vares, S., Lehtinen, J., Granqvist, J., Teerimo, S., Koskinen, P. Lasipakkausten nykyisten keräysjärjestelmien kustannusvaikutukset ja tehokkuus. 2005. VTT. Sisäinen raportti RTE40-IR-4/2005.

VTT:n yhteystiedot  
VTT, PL 1000, 02044 VTT  
Sirje Vares 020 722 6969, Gsm 050 520 7946 ja Jarkko Lehtinen, 020 722 4562,  
Gsm 040 527 4809

Jakelu (asiakkaat ja VTT)  
YTV, alkuperäinen  
VTT/Arkisto, alkuperäinen

*VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.*

## Alkusanat

Lasin ja metallin keräykseen ja hyötykäyttöön on viimevuosina kiinnitetty paljon huomiota. Pakkausjätteen kierrätyksen ja hyötykäytön kehittämällä on olennainen vaikutus yhteiskunnan materiaalitehokkuuteen ja jätteiden synnyn kokonaismäärään. Jätehuollossa on tärkeää huolehtia pakkausjätteen kokonaismäärän vähentämisestä toisaalta lisäten pakkausten kierrätystä ja uudelleenkäyttöä sekä hyötykäyttöä muussa teollisuudessa.

Tämä tutkimus, ”Pienmetallin keräyksen tehostaminen”, toteutettiin vuoden 2006 aikana YTV:n, Mepak-Kierrätys Oy:n ja Lassila & Tikanoja Oyj:n (L & T) toimesta. Tutkimusalueeseen kuului Lauttasaari, Meilahti, Munkkiniemi, Munkkivuori, Niemenmäki, Pikku-Huopalahti, Ruskeasuo ja osa Töölöä. Koealueen kiinteistökohtaisen keräyksen piiriin kutsuttiin kiinteistöt, joissa oli yli 20 asuntoa ja sopimuksiin liittyivät 583 kiinteistöä (asuntoja oli 26 000 ja asukkaita yli 40 000).

Tutkimusta ohjasi ja valvoi johtoryhmä, johon kuuluivat YTV:ltä Marjut Mäntynen, Juha Talvio, Olli Linsiö ja Jouni Kokkola, Keräyslasiyhdistys ry:stä Erik Berghem sekä Markku Piekkänen, Mepak-Kierrätys Oy:stä Heikki Riste ja L & T:lta Juha Tahvanainen. Tutkimuksen toteuttivat Sirje Vares ja Jarkko Lehtinen VTT:ltä. Tutkimukseen osallistuivat myös Seppo Teerimo ja Pertti Koskinen VTT:ltä. Tiedon tuottivat ja kokosivat kuljettaja Reijo Sippola L & T:lta, Martti Topi ja Suvi Anttonen YTV:ltä.

Tutkimuksen aikana johtoryhmän jäsenet, osallistujat sekä erityisesti asukkaat suhtautuivat tutkimukseen myönteisesti ja tekivät työstämme haastavan ja mielenkiintoisen.

Kiitämme kaikkia yhteistyöstä.

Espoossa, 5.6.2007,

Sirje Vares ja Jarkko Lehtinen

# Sisällysluettelo

1	Tausta	6
1.1	Pienmetallipakkausten jätehuolto Suomessa	6
1.2	Jätekeräyksen logistinen järjestelmä ja sen vaikutus yhdyskuntarakenteeseen ja elinympäristöön	7
2	Pienmetallin ja lasipakkausten yhteiskeräys	8
2.1	Toteutus	8
2.2	Tavoite	8
2.3	Tutkimuksen menetelmät	8
3	Pienmetallin keräys	9
3.1	Kuljetuskalusto	9
3.2	Keräyksestä	10
3.3	Aineiston keruu	12
3.4	Korrelaatioista	12
3.4.1	Asukkaiden ja kertyneen metallin välinen korrelaatio	12
3.4.2	Kertyneen lasin ja metallin välinen korrelaatio	13
3.5	Taloyhtiöiden luokittelu	14
3.5.1	Valikoiva keräys	15
3.6	Metallijätteen kertyminen	17
3.6.1	Optimaalinen keräys	17
3.6.2	Keräyskustannukset	18
3.6.3	Keräyskustannusten jakautuminen käyttäjille	19
3.6.4	Keräysauton kapasiteetti	20
3.6.5	Keräykseen kuluva aika	20
3.6.6	Yhteenveto malleista	22
3.6.7	Lasin ja metallin yhteiskeräys	23
3.7	Metallin keräysmäärät vuoden ajalta	24
3.7.1	Arvio mallien soveltuvuudesta käytännön työssä	24
3.7.2	Taloyhtiön optimaalinen koko	25
3.8	Keräyksen ympäristövaikutukset	27
3.8.1	Kuljetuskaluston päästöt	27
3.8.2	Pienmetallin kiinteistökohtaisen keräyksen ympäristövaikutukset	29
3.8.3	Metallipakkausten keräys, ympäristövaikutusten yhteenveto	30
4	Kyselytutkimus	31
4.1	Tutkimuksen tavoite ja menetelmä	31
4.2	Kyselyyn vastaajien profiili	33
4.3	Koealueen mielipidekyselyn vastaukset	34
4.3.1	Vastaajat	34
4.3.2	Melu ja hajuhaitat	36
4.3.3	Kiinteistökohtaisen keräysjärjestelmän tarpeellisuus	36
4.3.4	Kerätyn pakkauksen puhtaus	37
4.3.5	Tiedotus	38

4.3.6	Lapsiperheet	39
4.4	Vastaajien kommentit keräyksestä	40
5	Päätelmät ja suositukset	42
5.1	Ekologisuuden arvio	42
5.2	Taloudellinen arvio	42
5.3	Vaikutus asukkaisiin	44

# 1 Tausta

## 1.1 Pienmetallipakkausten jätehuolto Suomessa

Metallia on hyödynnetty kierrätysmateriaalina pitkään. Metallikeräyksen jälkeen romu lähetetään lajittelu- ja murskausasemalle, jossa eri metallituotteet kuten teräs ja tinapelti, valurauta, alumiini sekä muut metallit erotetaan toisistaan, murskataan ja lähetetään eteenpäin terästehtaalte sekä sulattamoon uusien tuotteiden valmistukseen. Uusien metallituotteiden valmistuksessa käytetään noin 50 % romumetallia. Metallikierrätyksessä voidaan säästää jopa 90 % energia verrattuna neitseellisen raaka-aineen käyttöön.

Pääkaupunkiseudun asuinkiinteistöjen sekajätteen, biojätteen sekä ongelmajätteen jätehuollosta vastaa suurilta osin YTV. Lisäksi YTV ottaa vastaan muitakin kotitalouksien jätteitä kuten metallia, lasia ja puuta. Vastaanottoaikoina toimivat alueelliset keräyspisteet, keräysautot sekä Sortti-asemat. YTV jätteenkäsittelykeskuksessa Ämmässuon kaatopaikalla otetaan vastaan suuria metalliesineitä kuten metallilevyjä, koneen osia ja kylpyammeita. Kotitalouksien metalli voidaan tällä hetkellä tuoda pienkuormina esim. Sortti-asemalle (Kivikko, Konala, Ämmässuo). Polkupyörien runkoja, lämmönvesivaraajia ym. metalliromua voidaan tuoda myös pääkaupunkiseutua kiertäviin keräysautoihin. Metallipakkauksia keräävät kiinteistöiltä myös ympäristöhuoltoalan yritykset kuten L&T.

Kotitalouksien keräyksestä voidaan ottaa talteen kaikki pienet metalliesineet kuten säilyketölkkit, metallipurkit, kannet, vanhat kattilat ja maalitölkkit. Suomessa käytössä oleva alumiinisten juomapakkausten palautusjärjestelmä on vähentänyt yhdyskuntajätteen seassa olevien metallisten juomapakkausten määrä merkittävästi.

Pakkausalan Ympäristörekisteri PYR Oy kerää tietoja markkinoille toimittamista pakkausista ja laatii vuosittain pakkausmateriaalien käytöstä ja hyödyntämisestä viralliset tilastot ([http://www.pyr.fi/hyoty\\_6\\_5.htm#2](http://www.pyr.fi/hyoty_6_5.htm#2)). Tilastojen mukaan (2004) metallipakkauksia käytetään Suomessa yhteensä 425 600 tonnia, josta 383 300 tonnia käytetään uudelleen. Jäljelle jää 42 300 tonnia pakkausjätettä, jotka jakautuvat Suomessa neljään eri alaryhmään: tinapelti (17 700 tn), alumiini (4 450 tn), pantilliset tölkit (2 450 tn) ja teräs (17 700 tn). Siitä kerätään ja hyödynnetään 23 100 tonnia. Voidaan olettaa että loput metallipakkauksista, 19 200 tonnia, päätyy kaatopaikalle. Lisäksi kaatopaikalle päätyy myös muuta metallijätettä kotitalouksista. Jotta kaikki kaatopaikalle päätyvä hyödynnettävä metallijäte voidaan ottaa talteen, tarvitaan kuluttajille helpompaa ja toiminnalta tehokkaampaa talteenottojärjestelmää.

Virallisten tilastojen mukaan metallin keräysaste Suomessa on tällä hetkellä ylittänyt EU:n määrittelemän hyötykäyttötavoitteen (50 % vuoden 2008 mennessä). Kuitenkin edelleen noin 20 000 tonnia pakkausjätettä jää hyödyntämättä.

Tämän hankkeen tavoitteena oli keräyskokeilun avulla selvittää kiinteistökohtaisen metallijätteen keräyksen saanto, kustannukset ja tehokkuusvaikutukset. Aineisto kerättiin YTV:n järjestämän lasikeräystutkimuksen kanssa samanaikaisesti (Lasipakkausten kierrätysjärjestelmän tehostaminen ja jätelasin hyödyntäminen), jossa keräys toteutetaan yli 20-asunnon kiinteistöissä.

## 1.2 Jätekeräyksen logistinen järjestelmä ja sen vaikutus yhdyskuntarakenteeseen ja elinympäristöön

Logistiikan rooli yhteiskunnassamme on nähty kokonaisvaltaisesti vasta viimeisten vuosikymmenien aikana. Koska logistiikka ulottuu lähes kaikkeen toimintaan, käsitteen merkitys on usein jäänyt hämäräksi tai sen osa-alueet on arvioitu usein osina irrotettuna kokonaisuudesta. Logistinen ongelma on ollut helpompi jakaa hallittaviin osiin ja näitä osia on tarkasteltu erikseen. Tässä kierrätys, ja tarkemmin metallin kierrätys, ei tee poikkeusta. Metallin kerääminen ja kierrätys on kysymyksenä hyvin ymmärrettävä, mutta tarkasteltaessa kysymystä laajemmin, tilanne muuttuu. Ovatko keräysastioiden muoto ja koko logistisia kysymyksiä? Entä keräysmäärät, keräysauton tilavuus tai kuljetusreittien suunnittelu?

Pienmetallin kierrätysjärjestelmän kehittäminen on vaativa tehtävä ja logistiikan rooli on työssä keskeisellä sijalla. Logistisen järjestelmän tulee olla sellainen, että erisuuntaiset tavoitteet tulevat optimaalisesti katetuiksi, haitat minimoiduksi ja hyödyt maksimoiduiksi. Investointien aikajänne on hyvin pitkä ja mahdolliset muutokset tapahtuvat pitkällä viiveellä, koska muutostaloudet ovat korkeat. Logistiikan suunnittelu sisältää paljon riskitekijöitä, joiden laukeaminen on sekä yhteiskunnallisesti että elinkeinoelämän kannalta raskasta.

VTT:n aikaisemmissa teoreettisissa tutkimuksissa selvitettiin lasipakkausten keräystä kolmen eri mallin avulla: kaupparamalli, kiinteistökohtainen malli sekä yleisökeräysmalli. Kaupparamallissa kuluttajat tuovat kerättävän lasin kauppojen yhteydessä toimiviin keräyspisteisiin, kuluttajamallissa keräyspisteet ovat asukkaiden nykyisten jätepisteiden yhteydessä. Yleisökeräysmallissa lähtökohtana oli vallitseva käytäntö, missä keräyspisteet sijaitsevat erikseen valituilla paikoilla. Tutkimuksessa pyrittiin löytämään sellainen ratkaisu, missä eri mallien hyvät puolet saavutetaan siten, että heikkoudet minimoituisivat. Lisäksi ratkaisun tulisi olla sellainen, että se hyväksytään yleisesti.

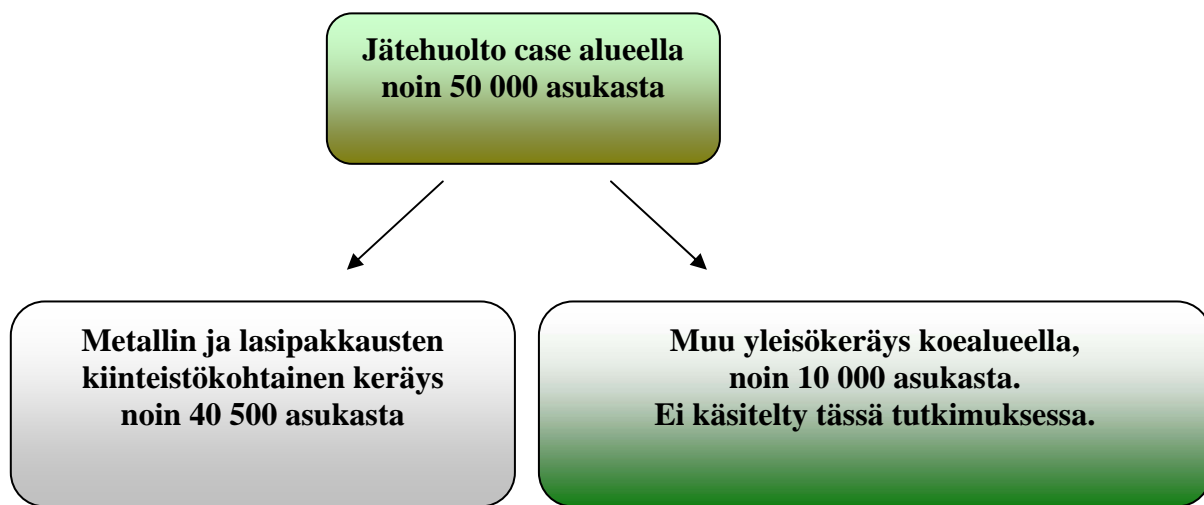
Tutkimuksen perusteella suositeltavin vaihtoehto on muokattu kiinteistökohtainen malli, jossa keräyksen piirissä ovat ainoastaan kerrostalot ja järjestelmää täydennetään sopivien kauppakeskusten yhteyteen sijoitettavilla yleisökeräyspisteillä. Keräysteholtaan parhaaksi arvioidussa kiinteistömallissa on vaarana keräyskustannusten kohoaminen ylisuuriksi mikä puolestaan vaikeuttaa hyötykäyttöä. Kaupparamallin puutteena puolestaan on tilakysymysten lisäksi mm. kaupan taloudelliset ja imagolliset kysymykset. Yleisökeräysmallin epäkohtana pidetään suhteellisen heikkoa keräystehokkuutta, lajitteluongelmaa sekä eräitä sivuvaikutuksia, kuten roskaantumista.

Tämän aikaisemman tutkimuksen pohjalta lähdettiin kehittämään lasipakkausten kiinteistökohtaista keräystä ja jotta keräyksen logistinen järjestelmä olisi mahdollisemman tehokas, lasinkeräykseen yhdistettiin toinen jätelaji, kotitalouksien pienmetalli. Oletuksena oli, että pienien, mutta toisaalta hyödynnettävien jätelajien yhteiskeräyksessä voidaan vähentää keräyskertojen määriä, parantamalla ekologisuutta ja varmistamalla keräyserien taloudellisuutta.

## 2 Pienmetallin ja lasipakkausten yhteiskeräys

### 2.1 Toteutus

Pienmetallin keräysjärjestelmän tehostamista selvitettiin kiinteistökohtaisena keräyksenä nojaten aikaisempaan VTT:n tutkimukseen. Lähtökohtana oli, että pienmetallin ja lasipakkausten keräys yhdistetään valitulla koealueella kiinteistökohtaiseksi. Tutkimusalueeseen kuului Lauttasaari, Meilahti, Munkkiniemi, Munkkivuori, Niemenmäki, Pikku-Huopalahti, Ruskeasuo ja osa Töölöä. YTV hoiti tutkimusalueelle kaikki kiinteistökohtaisen keräyksen järjestelyt. Koealueen kiinteistökohtaisen keräyksen piiriin kutsuttiin kiinteistöt, joissa oli yli 20 asuntoa ja sopimukseen liittyivät 583 kiinteistöä (asuntoja oli 26 000 ja asukkaita yli 40 000). Metallin- ja lasipakkausten yhteiskeräystä koealueella hoiti L & T.



Kuva 1. Koealueen asukasmäärät sekä metallin ja lasipakkausten yhteiskeräys.

### 2.2 Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli verrata kiinteistökohtaisen keräyksen saantotehokkuutta ja kustannuksia, arvioida tulosten yleistettävyyttä koko pääkaupunkiseudulla sekä esittää toimenpidesuosituksia metallikeräyksen toteuttamiseksi YTV:n alueella.

### 2.3 Tutkimuksen menetelmät

Tutkimuksen menetelminä käytettiin kiinteistökohtaisen metallikeräyksen seuranta, kyselytutkimusta ja kustannuslaskentaa. Tutkimuksen menetelmät voidaan jaotella tutkimuksen tavoitteiden suhteen koskien asukkaita, keräystä ja astioita sekä taloudellisuutta.

*Asukkaat:*

Kiinteistökohtaisen keräysjärjestelmän vaikutuksia asukkaisiin tutkittiin kyselytutkimuksen avulla. Tutkimuksessa selvitettiin asukkaiden mielenkiintoa jatkaa kiinteistökohtaista keräystä sekä asukkaiden havaintoja keräyksessä mahdollisesti

aiheutuvista haju- tai meluhaittoja. Asukkaille annettiin myös mahdollisuus esittää omia mielipiteitä ja kokemuksia keräyksestä

*Metallikeräyksen seuranta:*

Tutkimuksessa selvitettiin lasin ja pienmetallin yhteiskeräyksessä metallin keräysmäärät ja saanto asukasta kohden, samalla arvioitiin optimaaliset keräysastioitten koot sekä mitattiin keräysastioitten täyttöasteet.

*Kuljetussuoritteet:*

Alustavasti tyhjennysvälien lähtökohtana oli 1 kerta/kk. Tutkimuksessa selvitettiin optimaalinen keräystiheys sekä yksittäisen metalliastian tyhjentämiseen kulunut aika ja optimaalinen kuljetusmatkan pituus päivässä. Tuloksena arvioitiin myös optimaalinen keräysalueen koko sekä keräysauton tarvittava kapasiteetti.

*Taloudelliset vaikutukset:*


Tuloksena arvioitiin kiinteistökohtaisen metallikeräyksen kustannukset suhteessa saantoon sekä selvitettiin lasi ja metallijätteen yhteiskeräyksen kannattavuus.

## **3 Pienmetallin keräys**

### **3.1 Kuljetuskalusto**

Case alueen keräyskuljetusta hoiti L & T. He käyttivät kiinteistökohtaisessa lasi/pienmetallikeräyksessä kaksikammio-autoa ja yleisökeräysjärjestelmässä nosturityhjennysautoa. Autovalintaan vaikutti lasikeräysastioitten koko sekä kiinteistökohtaisessa keräysjärjestelmässä päätös siitä, että lasipakkaukset sekä pienmetalli halutaan kerätä yhteiskeräyksenä. Taulukossa 1 esitetään L & T:n ilmoittamia kuljetuskaluston massa ja kantavuustietoja.

Taulukko 1. Lasi- ja metallijätteen kuljetuskalusto kiinteistökohtaisessa keräysjärjestelmässä.

Kiinteistökohtainen keräys		
Auton oma massa (kg)	n. 11 000	
Auton kokonaismassa (kg)	26 000	
Auton kantavuus (kg)	n. 15 000	
Auton päästöluokka	Euro 3	
Polttoaineen kulutus (kiinteistökohtaisesta keräysjärjestelmästä): <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ min. (l/100 km) 54</li> <li>▪ keskiarvo (l/100 km) 75</li> <li>▪ max (l/100 km) 100</li> </ul>		Pakkaava lasi- ja metallijätekeräysauto, käytettiin kiinteistökohtaisessa keräysjärjestelmässä.  Autossa on kaksi kammiota, tässä tutkimuksessa käytettiin isompaa kammiota lasikeräykselle, sen koko oli noin 12 m <sup>3</sup> , ja pienempää kammiota metallijätteen keräykseen ja sen koko oli noin 7 m <sup>3</sup> . Lasi-puolelle mahtui noin 2,7 – 4,3 tonnia ja metallikeräyspuolelle mahtui noin 2 – 3,7 tonnia (L & T arvio).

### 3.2 Keräyksestä

Tutkimuksessa oli yhteensä 634 keräyspistettä. Joissakin asunto-osakeyhtiöistä oli useampia keräyspisteitä kuin yksi ja aineistossa oli muutamia kohteita, mistä todellisuudessa ei kerätty lainkaan. Näin ollen aivan täsmällistä asuntojen ja asukkaiden lukumäärää ei voida sanoa, mutta ero on hyvin pieni. Laskelmissa käytettiin asukaslukua 40371, mikä saatiin YTV:n tuottamista asuntokohtaisista tiedoista. Laskelmissa, missä arvioitiin koko tutkimusalueen asukkaita, tämä asukasluku pyöristettiin 50000 asukkaaksi ja tätä vastaavaksi kokeiluun osallistuvien asukkaiden määräksi pyöristettiin 40000 asukkaaksi.

Keräys toteutettiin siten, että alkuvuonna 2006 tammikuusta kesäkuun loppuun kerättiin jokainen kohde samalla kertaa sekä metallin että lasin osalta kerran kuu-kaudessa. Tämän ansioista jokaiselle kohteelle saatiin laskettua profiili, syntyneen lasin ja metallin määrä. Tämän jälkeen keräys muutettiin valikoivaksi siten, että usein täyttyvät kohteet tyhjennettiin useammin ja hitaasti täyttyvät harvemmin. Tämä keräys pyrittiin toteuttamaan siten, miten toiminnan ajateltiin toimivan käytännössä kun järjestelmä on toiminut useita vuosia. Tavoitteena oli ensinnäkin tasainen kuukausikohtainen keräys sekä harvemmin täyttyvien astioiden vuosi-tasolla tapahtuva tasainen keräys. Tämä tavoite ei aivan toteutunut suunnitellulla tavalla.

Koska edellisessä tutkimuksessamme laskettiin keräyksen kustannusvaikutuksia simuloimalla, tämän tutkimuksen tärkein tavoite oli tarkastella koko keräys-systeemiä, missä arvioitiin:

- miten paljon koko tarkasteltava populaatio tuottaa lasia ja metallia
- mikä on kannattavan keräyksen osalta asunto-osakeyhtiön minimikoko

- millainen on riippuvuus asunto-osakeyhtiöiden koon ja kerätyn määrän välillä
- miten lasin ja metallin välinen suhde vaihtelee
- millainen on ihanteellinen keräysastioiden koko
- mikä on kustannusvaikutuksiltaan sekä polttoaineen kulutuksen kannalta edullisin tapa toteuttaa keräystä
- millaisia rajoitteita keräysauto aiheuttaa keräykselle
- mitkä ovat kuljettajan näkemykset keräyksestä

Tutkimuksessa tarkasteltiin kahden erityyppisen tuotteen keräystä. Vaikka näiden välillä on paljon yhtäläisyyksiä, erot vaikuttavat logistiseen tarkasteluun. Metallin hyötykäyttö on helpompaa kuin lasin. Tämä johtuu mm. siitä, että lähes kaikki metalli voidaan hyödyntää ja erotella melko helposti toisistaan. Lisäksi kaikki hyödynnetty metalli menee kaupaksi, jos vain hinta on sopiva. Kummankin tuotteen jatko hyödyntäminen tapahtuu eri pisteissä, jolloin myös keräyksen toteuttaminen samalla keräysautolla saattaa olla hankalaa. Kun vielä huomioidaan, että lasi ja metalli pakkautuvat autossa eri lailla, auton keräyskapasiteetin maksimaalinen hyödyntäminen saattaa kärsiä, jos kumpaakin kerätään samaan autoon. Tutkimuksen aikana tämä kysymys, jäi hieman epäselväksi, joskaan sitä ei nähty suurena ongelmana.

Tutkimuksen alussa noudatettiin kahden keräyspäivän viikkorytmiä. Alue jaettiin kahdeksaan osaan, ja kun tavoitteena oli tyhjentää jokainen kohde kerran kuukaudessa, tämä toteutui siten, että kohteiden lukumäärä (634) jaettiin kahdeksalla, mikä johti noin 80 kohteeseen työpäivän aikana. Auto tyhjennettiin viikon jälkimmäisen työpäivän jälkeen. Koska auto oli tyhjä kun ensimmäinen päivä alkoi, menetelmän avulla saatiin kahden päivän tuotoksen tarkka paino rekisteröidyksi. Pian havaittiin, että auto ei täyttynyt kahden työpäivän tuotoksella.

Tutkimuksen edetessä auton tyhjentäminen toteutettiin vasta kun auto alkoi olla täynnä. Tällöin yleensä ensin tyhjennettiin metalli, joka toimitettiin Valimotielle. Tämän jälkeen – ei välttämättä samana päivänä, vaan seuraavan ajovuoron alussa – tyhjennettiin lasi Ämmäsuolle. Järjestely oli perusteltua tässä tutkimuksessa, mutta kustannuksien kannalta tarkasteltuna menetelmä ei liene optimaalinen. Koska on ilmeistä, että kumpaakaan tuotetta ei tarvitse toimittaa kiireisenä, niiden välivarastointi kannattanee yhdistää samaan pisteeseen. Yhdistäminen etuna kuljettaja voi tyhjentää lastin ilman ylimääräistä kierrosta, paluumatkansa varrella sijaitsevaan pisteeseen, esimerkiksi suurelle lavalle, mistä toimitus jatkokäsittelypisteisiin tapahtuu vasta, kun erän koko on jatkokuljetukselle optimaalinen.

Tutkimuksen aikana keräykseen käytetty aika vaihteli melko paljon tyhjennyspisteittäin. Tähän vaikutti seuraavat tekijät:

- kahden peräkkäisen pisteen välinen etäisyys
- liikenteen määrä
- keräyspisteen sijainti pihalla
- peruuttamisen ja auton käsittelyn vaativuus
- etäisyys ja kulkuyhteys auton pysähtymispaikan ja pisteen välillä
- kuljettajan kokemus ja ammattitaito
- reitin suunnittelu.

Tutkimuksessa ei mitattu systemaattisesti keräysaikaa, mutta sitä arvioitiin havaintojen, kokemusperäisen tiedon sekä keskimääräisten keräystietojen avulla.

### 3.3 Aineiston keruu

Aineisto kerättiin keräyskierroksen yhteydessä. Tutkimukseen oli nimetty avainkuljettaja, joka tunnettiin erinomaisena kuljettajana ja vastuullisena henkilönä. Kuljettaja suunnitteli reitit saamiensa peruslinjausten mukaisesti ja toteutti keräyksen. VTT:n tutkija osallistui kaksi kertaa keräykseen, tutkimuksen alussa sekä puolessa välissä. Kuljettajalla oli käytössään erillinen ajolista, jonka tietojen perusteella hän toteutti ajot. Listaan merkattiin kokonaiskuljetusajat, kulutustiedot, matkan pituus jaoteltuna osiin ja mahdolliset erikoisolosuhteet. Jokaisen astian sisältö arvioitiin silmämääräisesti 5 %:n tarkkuudella. Tämä aiheutti jossakin määrin epätarkkuutta ja mittatikun käyttöä suunniteltiin, mutta siitä luovuttiin. Kun kuljettaja kävi tyhjentämässä lastin, hän sai painotositteen vaaka-asemalta. Tämä liitettiin ajolistaan. Ajolistan ja punnitustiedon perusteella YTV kirjasi tiedot kuukausittain Excel- taulukkoon, joka toimitettiin tutkijoille. Kun astiassa olevan tavaran määrä tiedettiin kuljettajan arvion perusteella, se muutettiin kuutioiksi suhteuttamalla määrä astian tilavuuteen.

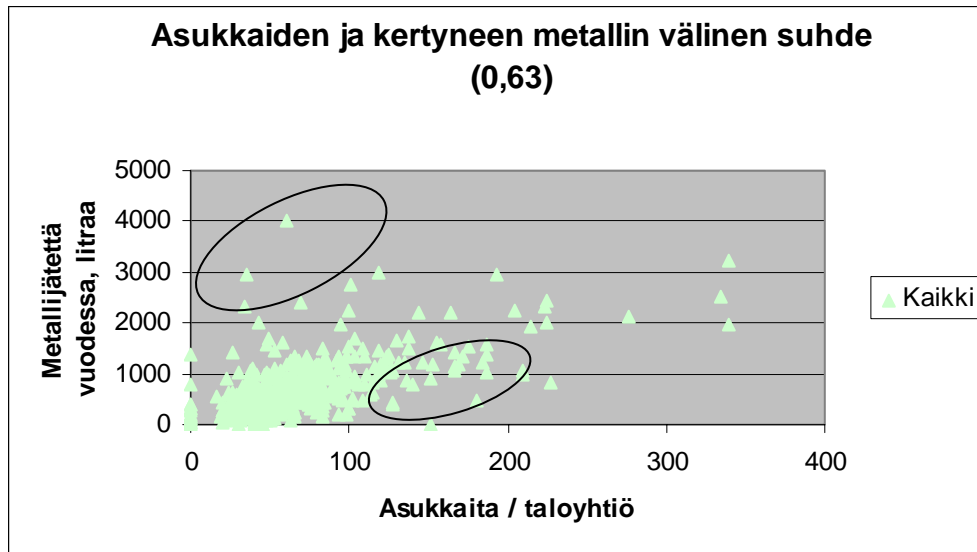
### 3.4 Korrelaatioista

Kun taloyhtiöitä tarkastellaan, havaitaan että eri alueilla ja taloissa asuu erilaisia perheitä. Tästä voidaan olettaa, että perheiden rakenne vaikuttaa suuresti kerääntyvän jätteen määrään. Esimerkiksi lapsiperheet kuluttavat paljon lasten ruokapurkkeja kun taas vanhukset saattavat kuluttaa hyvin vähän kierrätyskelpoista lasijätettä. Tutkimuksessa aikana verrattiin tiedettyä asunto-osaakeyhtiökohtaista asukaslukumäärää kertyneeseen jätteeseen ja arvioitiin, onko tämä riippuvuus riittävän suuri antamaan luotettavan kuvan kerääntyvistä määristä.

Työssä arvioitiin riippuvuutta asukkaiden, asuntojen ja kertyneen lasin ja metallin välillä. Katsottiin, että jos nämä riippuvuudet ovat korkeat, voidaan olettaa, että ne ovat korkeat myös muualla (pääkaupunkiseudulla). Tämä puolestaan tarkoittaisi, että jos keräys toteutetaan tulevaisuudessa koko pääkaupunkiseudulla, perussuunnittelu voidaan toteuttaa melko helposti saatavissa olevan – hieman karkeamman – tiedon avulla.

#### 3.4.1 Asukkaiden ja kertyneen metallin välinen korrelaatio

Oheinen kuva 2 havainnollistaa asuntoyhtiön asukkaiden lukumäärän ja kertyneen metallin välistä riippuvuutta. Vaikka riippuvuus (korrelaatio 0,63) on pienempi kuin lasin ja asukkaiden (0,75) välinen, se on edelleen suurehko ja tämä kertoo, että taloyhtiöissä yksittäisten ihmisten väliset kulutuserot tasaantuvat niin paljon, että myös metallin kierrätyksen näkökulmasta voidaan logistiikan suunnittelun lähtökohta perustaa melko luotettavasti asukkaiden lukumäärään. Kuitenkin poikkeustapauksien tarkastelu on suositeltavaa, koska tällaisia ilmenee. Esimerkiksi suurin yksittäinen tapaus on taloyhtiö, jossa on hieman yli 50 asukasta tuottaa noin 4000 litraa metallijätettä, kun sitä vastaava keskimääräinen arvo olisi hieman alle 1000 litraa. Vastaavasti aineistossa on myös taloyhtiöitä, missä tuotos on hyvin vähäistä. Esimerkiksi noin 180 asukkaan yhtiön tuottaa ”vain” noin 500 litraa metallijätettä, vaikka luku vastaavanlaisissa yhtiöissä olisi noin 1500 – 2000 litraa vuodessa. Kuten kuvasta näkyy, näitä erikoistapauksia on vain muutama koko aineiston 634:ta taloyhtiöstä ja niiden noin 40371 asukkaasta.

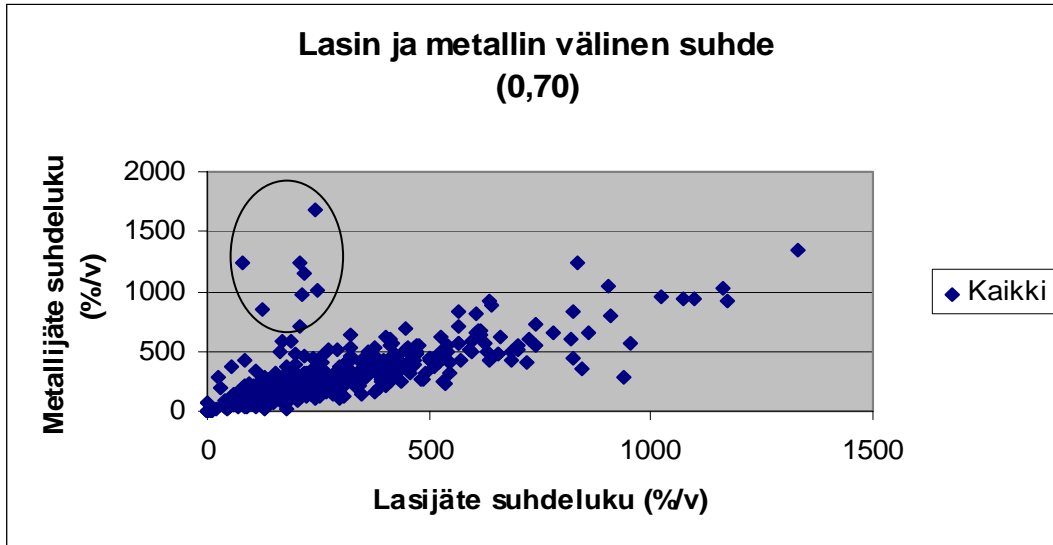


Kuva 2. Missä asukkaita, siellä metallia.

### 3.4.2 Kertyneen lasin ja metallin välinen korrelaatio

On mielenkiintoista havaita, että rusentamatonta lasia ja metallia kertyi koko aineistosta melkein yhtä paljon (tilavuuden mukaan). Myös näiden välinen korrelaatio on melko korkea (0,70; kuva 3). Oheinen kuva on laskettu täyttöastetta kuvaavan suhdeluvun avulla (kuinka monta prosenttia yksi astia täyttyisi koko vuoden aikana). Kuvio on melko lineaarisen muotoinen, minkä perusteella riippuvuus on nähtävissä. Kuvassa on muutamia yksittäisiä poikkeustapauksia erotettu ympyrällä, mutta niiden määrä on hyvin vähäinen.

Kun metallia ja lasia kertyy tulosten perusteella lähes yhtä paljon, voidaan keräys-suunnitelman yhdistämistä pitää perusteltuna siinä tapauksessa, että keräys ylipäänsä kannattaa toteuttaa yhdessä. Koska kuljettaja voi käsitellä kahta astiaa yhtäaikaaisesti, voidaan olettaa, että keräykseen kuluva aika ei paljoa muutu yhteiskeräyksessä. Toinen edellytys on, että tuotteiden jatkokäsittely ei tule esteeksi yhteiskeräykselle.



Kuva 3. Lasin ja metallin välinen riippuvuus.

### 3.5 Taloyhtiöiden luokittelu

Tutkimuksen ensimmäisen vuosipuoliskon aineiston avulla taloyhtiöt luokiteltiin sen perusteella, kuinka täynnä niiden astiat (lasi ja metalli) keskimäärin olivat tarkastelukauden aikana. Tänä aikana kukin piste tyhjennettiin yhteensä neljä kertaa. Kun lasi ja metalli lasketaan yhteen, keräysmäärä oli siis kahdeksan kertaa. Tarkastelussa ensimmäiseen luokkaan otettiin myös sellaiset taloyhtiöt, joiden astia oli enemmän kuin puolillaan vähintään 3 tyhjennyksessä. Luokittelun tavoitteena oli arvioida talokohtaisesti, kuinka montaa kertaa vuodessa kyseisen taloyhtiön vähintään toinen astia tulee tyhjentää. Jatkosuunnitelmissa on huomioitava, että keräys toteutetaan käytännössä neljän viikon jaksoissa. Tällaisia jaksoja on vuodessa noin 13 kpl.

Taulukko 2. Taloyhtiöiden luokittelu keräyskohteiden lukumäärä.

Luokka	Tyhjennys-tarve / v	Kohteita yht.	Kohteita / kk
1	12	48	48
2	6	70	35
3	4	60	20
4	3	49	13
5	2,5	73	15
6	2	188	32
7	1	146	13
Yhteensä		634	176

Edellisestä taulukosta 2 näkee, että kaikista taloyhtiöistä vain 48 kpl oli sellaisia, jotka edellyttävät tyhjennyksen kerran kuukaudessa (neljän viikon). Näistäkin vain pieni osa oli sellaisia, missä astiat olivat todellisuudessa aivan täynnä. Kriteereinä ensimmäisessä luokassa oli, että jos astioiden täyttöaste oli keskimäärin suu-

rempi kuin 50 % tai se oli ollut yli 50 % useammin kuin kolmena tyhjennyskertana (kahdeksasta), se kuului ensimmäiseen luokkaan. Kyseisten kriteerien valinta johtui siitä, että jos astian täyttöaste on yleensä enemmän kuin 50 %, sen tyhjentäminen kahden kuukauden välein olisi todennäköisimmin liian harvaa, ja astia täytyisi ääriään myöten tai asukkaat olisivat jättäneet osan lasista keräyskatokseen, ja mahdollisesti reklamoineet kuljetusliikettä huonosta palvelusta.

Taulukosta nähdään, että valtaosa taloyhtiöistä on sellaisia, että kokeilussa käytössä ollut 240 litran astia täyttyy vain muutaman kerran vuodessa. Koska astia on tyhjentäjän kannalta katsoen ihanteellisen kokoinen, taloudellinen tyhjennysväli vastaa kyseistä luokittelua – astian pienentäminen olisi siis hyödytöntä. Muutaman kerran vuodessa toteutettava tyhjentäminen saattaa johtaa haju- ym. haittoihin. Varsinkin kesäaikana likaiset astiat voivat aiheuttaa paljon haittoja, minkä johdosta tyhjennysväli on pidettävä näistä syistä riittävän tiuhana<sup>2</sup>.

### 3.5.1 Valikoiva keräys

Tutkimuksen loppuosa, heinäkuun alusta vuoden loppuun, pyrittiin toteuttamaan edellä esitetyn taulukon mukaisesti siten valikoiden, että kaikki luokan 1 astiat tyhjenetään joka kuukausi ja muut luokituksen mukaisesti esitetyn taulukon 2 mukaan. Koska tutkimuksessa oli tarkoitus tarkastella mahdollisesti käytännössä toimivaa toimintamallia, havaittiin että kauan toimivassa järjestelmässä on mahdollontta, että keräys alkaisi ”tyhjältä pöydältä”, eli kaikki astiat olisivat tyhjiä yhtä aikaa kauden alussa. Olisi todennäköistä, että eri asiakkaat tekisivät sopimukset tasaisesti pitkin vuotta ja tämä johtaisi tilanteeseen, missä aina pieni osa myös pienten taloyhtiöiden astioista olisi tyhjennysvalmis. Tämä johti suunnitelmaan, missä keräys toteutettaisiin siten, että jokaisesta luokasta tyhjenetään etukäteen suunniteltu osa joka tyhjennyskerralla, vaikka ne kokeilun aikana eivät olisikaan vielä täyttyneet. Käytännössä tämä tarkoittaa, että joka kuukausi luokasta 1 kerätään kaikki 48 kohdetta; luokasta 2 kerätään puolet (eli 35 kohdetta); luokasta 3 kolmasosa (20 kohdetta); luokasta 4 25 % (13 kohdetta); luokasta 5 20 % (15 kohdetta); luokasta 6 17 % (32 kohdetta) ja luokasta 7 9 % (13 kohdetta). Yhteensä joka kuukaudelle tulisi noin 176 tyhjennyskohdetta, jolloin joka kuukausi noin 460 (lasi ja metalli huomioiden 920 astiaa) kohdetta jätetään tyhjentämättä.

Tämä toimintatapa johtaa pitkällä tähtäimellä siihen, että kerättävät virrat ovat joka kuukausi tasaiset, tutkimusalueella noin 176 kohdetta kuukaudessa. Tämä tasainen virta ei tosin näkyne tutkimuksen aikana selkeästi, koska tutkimuksen kesto on liian lyhyt. Menetelmän varjopuolena kokeilussa on, että alkukuukausina myös kohtalaisen pieniä erinä tulee kerätyksi. Lisäksi menetelmä johtaa melko monimutkaiseen suunnittelujärjestelmään, missä yksikään kuukausi ei vastaa edellisiä. Olisi myös todennäköistä, että keräyksen aikana syntyy tilanteita, missä kuljettajan tulee tyhjentää kahden vierekkäisen taloyhtiön astioista vain toinen ja mahdollisesti seuraavan kuukauden kuluttua vain se, joka edellisellä kerralla jätettiin tyhjentämättä. Tämän lisäksi, on oletettavaa, että kuljettajan päiväkohtainen ajomatka kasvaa<sup>3</sup>, koska nyt optimointi tulee tehdä koko suurella alueella

<sup>2</sup> Kun keräysjärjestelmä muutettiin loppuvuonna, seurattiin myös kuinka asiakkaat reagoivat mahdollisiin haittoihin. Tästä tarkemmin luvussa 4.

<sup>3</sup> Teoreettisesti ajoreitin pituus kasvaa alueen kasvun neliöjuurena: Jos alueen koko kasvaa nelinkertaiseksi, kuljetusetäisyys kasvaa tämän neliöjuurena, eli kaksinkertaiseksi (vrt. Malli 2). Kun alue kasvaa kahdeksankertaiseksi, etäisyys kasvaa vain noin 2,8-kertaiseksi (vrt. Malli 3).

aikaisemman pienemmällä, kaupunginosista muodostuvilla alueilla. Kuitenkin etuna muutokselle arvioitiin tarvittavien tyhjennyskohteiden määräksi koko alueella vain noin 176 pistettä kuukaudessa 634 sijasta.

Työ toteutettiin siten, että kuukausikohtaisen suunnitelman teki kuljettaja. Valittavasti väärinymmärryksen johdosta keräys toteutettiin kesäkuukausina astioiden arvioidussa täyttymisjärjestyksessä. Kun virhe havaittiin, ei jäljellä oleva tutkimusaika enää riittänyt luotettavien havaintojen tekemiseen. Loppuvuosi toteutettiin kuitenkin suunnitelman mukaisesti. Koska aineisto on kuitenkin hyvin dokumentoitu, laskentamallien hyödyntäminen saatiin toteutetuksi.

Seuraavassa taulukossa 3 on tarkasteltu asuntojen ja asukkaiden lukumääriä kussakin eri luokassa. Esimerkiksi suurimmassa (luokka 1), on keskimäärin 82 asuntoa, joissa asuu noin 138 henkilöä. Maksimi- ja minimi arvot kuvaavat kunkin luokan sekä asuntojen että asukkaiden ääriarvoja. Luokassa 1 on pienin asuntomäärä ollut 46 asuntoa ja pienin asukasmäärä on ollut 95 asukasta. Vastaavasti luokan suurin asuntomäärä on ollut 148 asuntoa ja 138 asukasta<sup>4</sup>.

*Taulukko 3. Asunto-osakeyhtiöiden luokittelun tarkastelu asuntojen ja asukkaiden lukumäärän perusteella.*

	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3	Luokka 4	Luokka 5	Luokka 6	Luokka 7
LKM	48	70	60	49	73	188	146
Asuntoja keskim.	82	56	43	39	38	35	30
MAX	148	88	72	56	56	65	63
MIN	46	30	28	24	24	20	16
Asukkaita keskim.	138	93	71	64	57	50	39
MAX	215	163	100	91	88	88	86
MIN	95	55	43	36	30	26	10
Taulukossa käytetty liukuvaa keskiarvoa mikä vaikuttaa MAX ja MIN arvoihin							

Taulukosta näkee, että keskimääräisesti luokkajaottelu vastaa melko hyvin sekä asuntojen keskimääräistä lukumäärää sekä asukkaiden lukumääriä. Luokkaan 1 kuuluvat asunnot ovat kuitenkin selvästi suurempia kuin muut. Luokkien 4 – 7 osalta asuntojen lukumäärät muuttuvat hyvin vähän, mutta asukkaiden lukumääräerot ovat selvempiä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että jos tyhjennykset voidaan toteuttaa valikoivasti, luokittelu voidaan tehdä hyvin yksityiskohtaiseksi ja silloin todennäköisimmin riittää, kun sen toteuttaa asunto-osakeyhtiöiden asukkaiden lukumäärän perusteella. Jos esimerkiksi hajuhaitoista johtuen keräys tulee toteuttaa tiheimmin, voisi riittää, että luokittelu tehdään asunto-osakeyhtiön asuntojen lukumäärän perusteella.

<sup>4</sup> Kyseiset maksimi- ja minimiarvot perustuvat laskelmaan missä käytettiin kolmen luvun liukuvaa keskiarvoa. Tämän johdosta esitetyt luvut ovat maksimissa kolmen korkeimman ja minimissa kolmen alhaisimman luvun keskiarvo. Lukuja hieman vääristää myös tulkintakysymys asunto-osakeyhtiöstä: eräissä tapauksissa asunto-osakeyhtiöillä voi olla useita tyhjennyspisteitä. Tällaisessa tapauksessa asunto-osakeyhtiön asukasmäärä jaettiin tyhjennyspisteiden lukumäärällä, koska katsottiin, että logistisessa tarkastelussa on tärkeämpää seurata tyhjennyspisteiden vaikutuksia kuin asunto-osakeyhtiöiden täsmällisiä asukasmääriä.

## 3.6 Metallijätteen kertyminen

Tutkitulla alueella asui yli 20 asunnon kerrostaloissa yhteensä 40 371 asukasta. Kuljettajan mittaustietojen mukaan alueelta saatiin vuodessa kerätyksi yhteensä noin 405 000 (405 221) litraa pienmetallia. Tämä on noin 7 793 litraa viikossa. Aineiston yhteenlaskettu paino on 41 tonnia. Kun huomioidaan muutamat epätarkkuudet aineistossa, päädyttiin laskennalliseen 49 tonnia vuodessa. Tätä arvoa käytetään tutkimuksen analyysien perustana. Henkeä kohden laskettuna alueelta saatiin kerätyksi noin 10 litraa metallia.

Tyhjennyksiä toteutettiin vuoden aikana 5 583 kappaletta, mistä ensimmäisen vuosipuoliskon aikana 3 576 ja loppuvuonna 2 007 tyhjennystä. Kun huomioidaan, että viimeisen puoliskon tyhjennyksiin on laskettu mukaan myös kaikkien astioiden lopputyhjennys, nähdään että tyhjennysten määrä laskee huomattavasti. Ilman lopputyhjennystä (n. 634 tyhjennystä), mutta kuitenkin yhden ”normaalin” keräyskerran (n. 176 tyhjennystä/jakso) huomioiden voidaan arvioida, että loppuvuonna tyhjennyksiä olisi ollut noin 1 500, jos toimintaa olisi jatkettu. Kun vielä huomioidaan, että vuoden alussa keräys alkoi noin kuukauden viiveellä, eli alkuvuodelta ”puuttuu” noin kuukauden keräys normaaliolosuhteisiin verrattuna. Tämä huomioiden voidaan arvioida, että alkuvuotta vastaava keräysmäärä olisi ollut noin 6 200 tyhjennystä. Tarvittavien tyhjennysten määrä saatiin vähenemään noin neljäsosaksi alkuvuoden tyhjennyksistä.

Johtopäätöksenä havainnosta on, että koska koealueen noin 40 000 asukkaan keräys voidaan toteuttaa kahdella keräyskerralla kuukaudessa, noin 20 000 asukkaan keräys voidaan toteuttaa yhdellä keräyksellä. Tämä tarkoittaa käytännössä, että koko pääkaupunkiseudun keräyksen suunnittelu todennäköisimmin kannattaa toteuttaa siten, että koko alue jaetaan noin 20 000 asukkaan muodostamiin loogisiin osiin, missä kunkin osan keräys voidaan toteuttaa yhtenä keräyksenä kuukaudessa. On huomattava, että asukasluvulla tarkoitetaan valikoitujen (yli 20 asunnon) asunto-osakeyhtiöiden asukaslukua. Muissa asuntotyypeissä asuvat ihmiset eivät kuulu tarkoitettuun asukaslukuun.

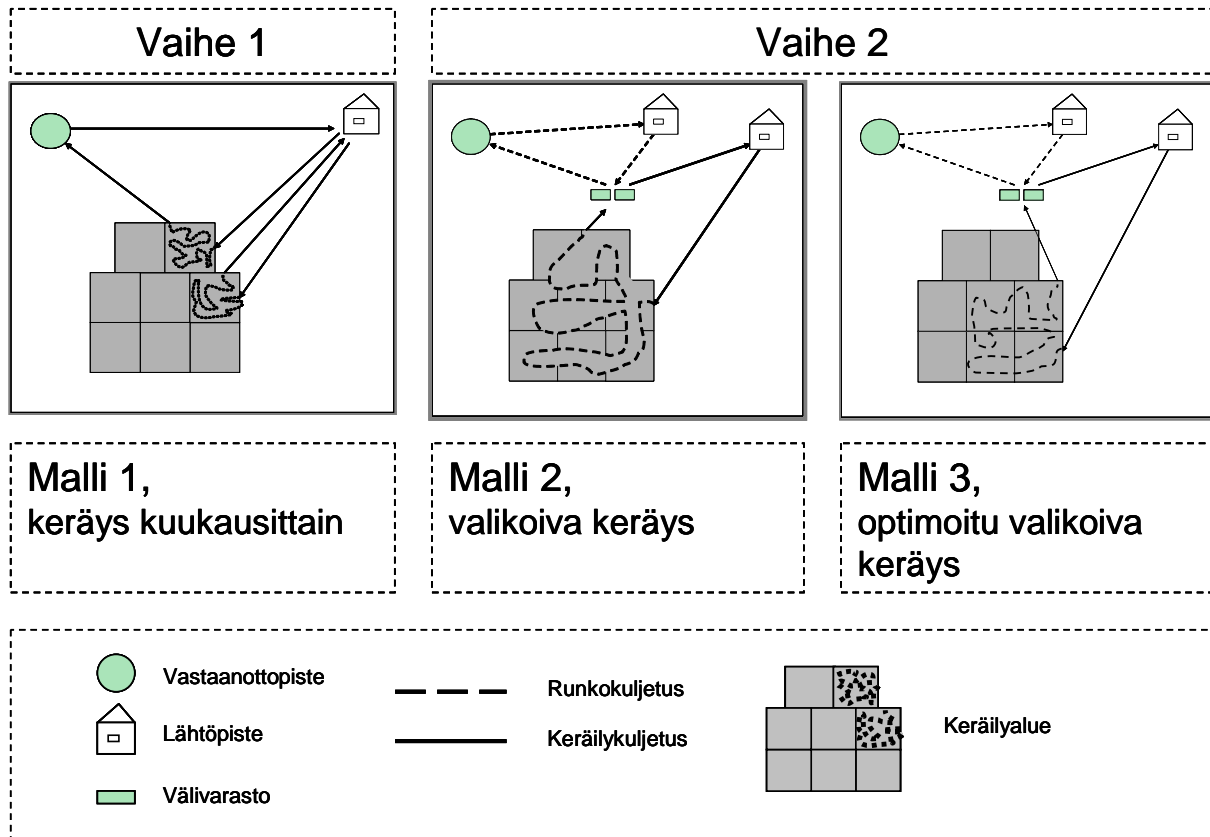
### 3.6.1 Optimaalinen keräys

Tutkimuksen tässä osassa analysoidaan, miten keräys kannattaa toteuttaa yleisemmällä tasolla, mahdollisesti koko pääkaupunkiseudulla. Keräysalue (634 pistettä) jaettiin kahdeksaan osaan siten, että ja kullakin alueella oli hieman yli 80 kohdetta, mikä vastaa yhden päivän keräyskapasiteettia keräysautoa kohden. Kun tavoitteena oli tyhjentää jokainen kohde kerran kuukaudessa (Malli 1, kuva 4), tarvittiin kaksi keräyspäivää viikossa. Auto tyhjennettiin viikon jälkimmäisen työpäivän jälkeen. Koska auto oli tyhjä kun ensimmäinen päivä alkoi, menetelmän avulla saatiin kahden päivän tuotoksen tarkka paino rekisteröidyksi. Pian havaittiin, että auto ei täyttynyt kahden työpäivän tuotoksella.

Valikoivassa mallissa (Malli 2 ja 3, kuva 4) asunto-osakeyhtiöt luokitellaan asukkaiden lukumäärän mukaan seitsemään eri luokkaan. Jokaisesta luokasta valitaan ne kohteet, jotka kulloinkin kerätään ja keräysreitti suunnitellaan näiden mukaan. Mallissa oletetaan, että kumpikin, lasi ja metalli, voidaan tyhjentää autosta väli-varastoon, mistä ne toimitetaan edelleen loppupisteisiin. Tällä mahdollistettaisiin maksimaalinen kuljetuskapasiteetin hyöty. Koska on todennäköistä, että väli-

varastosta eteenpäin lasin ja metallin tiet erkanevat, myös niiden välivarastointi – samassa pisteessä kylläkin – toteutetaan ominaan.

Kun malleissa 2 ja 3 tyhjennys tapahtuu vain laskennallisesti lähes täysille astioille, kerättävien astioiden määrä saatiin vähennettyä merkittävästi, 634 astian sijasta 176 astiaa kuukaudessa, eli kahtena päivänä kuukaudessa. Malli 2 ja 3 eroavat toisistaan siten, että mallissa 2 keräys toteutetaan kaksi kertaa kuukaudessa koko alueella. Mallissa 3 alue jaetaan kahteen yhtä suureen osaan, jotka tyhjennetään kumpikin kerran kuukaudessa. Tämän ansiosta mallissa 3 tyhjennyspisteiden välinen etäisyys lyhenee noin 20 km.



Kuva 4. Lasin ja metallin keräysmallit yhteiskeräyksessä.

### 3.6.2 Keräyskustannukset

Keräyksen seuraavassa vaiheessa oli tarkoitus siirtyä valikoivaan keräykseen, mutta väärinkäsitysten johdosta työ päästiin aloittamaan vasta lokakuussa, mikä oli liian lyhyt aika havaintojen tekemiseksi. Tämän johdosta seuraavat kaksi mallia ovat ehdotuksia keräyksen toteuttamisesta. Ehdotuksemme perustuu seuraaviin oletuksisiin:

- Astioiden tyhjentäminen kannattaa tehdä vain jos ne ovat riittävän täysiä.
- Ajo loppupisteeseen kannattaa tehdä mahdollisimman täysinä kuormina.
- Siirtymämatkojen minimoiminen vähentää kustannuksia ja ajokilometrejä

Keräyksen kustannukset<sup>5</sup> eivät välttämättä ole suorassa suhteessa ajokilometreihin, vaan tärkeimmät tekijät muodostuvat aikasidonnaisista tekijöistä. Alan kuljetusliikkeiden käyttämät veloitukset vaihtelevat, ja seuraavassa taulukossa käytetty vertailu perustuu arvioon ajosuorituksen tuntiveloituksesta, noin 63 euroa tunnissa. Edellisessä tutkimuksessamme käytettiin päiväkustannuksena 400 – 500 euroa riippuen hieman auton käyttötarkoituksesta, mikä vastaa melko hyvin käytettyä tuntiveloitusta.

*Taulukko 4. Mallien mukaiset keräyskustannukset.*

Kustannukset vuodessa	Malli 1			Malli 2			Malli 3		
Suorite	vakiot		YHT	vakiot		YHT	vakiot		YHT
Siirtymäajot (min / vko)	45	47	4 781	45		1 406	45		1 406
Keräyskustannukset työpäivä <sup>6</sup> (h / vrk)	7	438	44 625	8	500	15 000	7,8	469	14 063
Ajot väliavarastoon	0			15	16	469	15	16	469
Tyhjennysajot <sup>7</sup> (min / ajo)	60	63	3 188	60		313	60		313
Ajon tuntiveloitus (€/ h)	63								
Kustannusarvio €/ vuosi			<b>52 594</b>			<b>17 188</b>			<b>16 250</b>

Oheisessa taulukossa 4 Mallin 1 kustannukset on jaettu kolmeen osaan, siirtymäajot, keräys sekä tyhjennys. Laskelmassa Mallin 1 kaksi kolmesta viikoittaisesta siirtymäajosta on sisällytetty riville ”siirtymäajo”. Kolmas siirtymäajo on yhdistetty tyhjennysajoon, koska kuljettaja tyypillisesti päättää jälkimmäisen työpäivän tyhjentämällä auton ja palaa sitten varikolle. Mallissa 2 ja 3 siirtymäajoja on vain kaksi kummassakin, koska kuljetus tyhjennyspaikalle on toteutettu erillisenä toimenpiteenä. Mallien välinen kustannusten ero on erittäin suuri. Mallissa 1 kustannus on arvioitu vuositasolla yli 52 000 euroksi ja edullisimmassa Mallissa noin 16 250 euroksi. Yksittäin itse keräys muodostaa valtaosan kustannuksista ollen Mallissa 1 lähes 45 000 euroa.

### 3.6.3 Keräyskustannusten jakautuminen käyttäjille

Keräyskustannukset malleista riippuen vaihtelevat vuodessa 52 000 ja 16 000 euron välillä. Vaikka tutkimuksessa ei oteta kantaa, miten kustannukset tulisi vyyryttää asunto-osakeyhtiöille ja edelleen asukkaille, aineisto tarjoaa oivan mahdollisuuden arvioida, miten paljon kustannukset eri käyttäjille voisivat olla (taulukko 5).

Kun eri mallien logistiikkakustannukset jyvitetään asukkaille, nähdään että asunto-osakeyhtiötä kohden kustannukset ovat suurimmillaan n. 83 euroa (Malli 1) ja pienimmillään 26 euroa (Malli 3). Laskelma tekee siinä suhteessa vääryyttä, että luku on sama kaikille asunto-osakeyhtiöille, riippumatta tyhjennysvälistä. Tästä huolimatta keräyskustannus vaikuttaa silmämääräisesti arvioituna varsin

<sup>5</sup> Laskelmat sisältävät vain välittömät keräyksestä aiheutuvat kustannukset (esim. astiavuokra, jätemaksut ja siirtokustannukset eivät sisälly laskelmiin)

<sup>6</sup> 7h x 63 € = 438 € 438 € x 102 tp = 44 625 €

<sup>7</sup> 1h x 63 € = 63 € 63 € x 51 tp = 3 188 €

edulliselta, asukasta kohden kustannus olisi vain 0,4 – 1,3 euroa vuodessa<sup>8</sup>. Asuntoa kohden kustannus olisi 0,6 – 2 euroa vuodessa. Laskelman perusteella voi päätellä, että keräyksestä aiheutunut kustannus on tuskin kynnyskysymys laajemman hyödyntämisen aloittamiselle.

Taulukko 5. Mallien keräyskustannukset yksikköä kohden.

Kustannukset vuodessa	lkm	Malli 1		Malli 2		Malli 3	
Asunto-osakeyhtiötä kohden	634		82,96		27,60		26,12
Asukasta kohden	40 371		1,30		0,43		0,41
Tonnia kohden	49		1070		350		330
Litraa kohden	405 221		0,13		0,04		0,04
Kiloa kohden	49 174		1,07		0,35		0,33
Tyhjennystä kohden		5583	9,42	2357	7,42	2357	7,03
Asuntoa kohden	26 238		2,00		0,67		0,63

### 3.6.4 Keräysauton kapasiteetti

On syytä olettaa, että keräysauton edellyttämä kapasiteetti muuttuu, kun päiväkohtainen keräysmäärä kasvaa. Seuraavassa taulukossa (taulukko 6) on arvioitu tätä kapasiteettia vertaamalla kuljettajan arvioimia rusentamattoman metallin kuutioita sekä mitattuja painoja.

Taulukko 6. Keräysauton kapasiteetin tarve.

Kuljetusvolyymit / kuorma		Malli 1		Malli 2		Malli 3	
	vakio	lkm	yht.	lkm	yht.	lkm	yht.
Rusentamattomia kuutioita / kuorma	405 221	102	3,97	30	13,51	30	13,51
Tonneja / kuorma	49	102	0,48	30	1,64	30	1,64

Taulukosta näkee, että metallin osalta kertyvän kuorman paino tuskin tulee ongelmaksi. Malleissa 2 ja 3 työpäivän tuotos on vain 1,64 tn. Metallin tilavuus on rusentamattomana melko korkea, 13,51 m<sup>3</sup>, mikä tarkoittaa että auton tulee olla rusentava, muuten tilavuudesta voi olla haittaa.

### 3.6.5 Keräykseen kuluva aika

Jotta mallit saatiin keskenään vertailukelpoisiksi, oli arvioitava se aika, mikä kuljettajalta menee työtehtävän suorittamiseen. Tähän tutkimuksen aineisto ei anna

<sup>8</sup> Laskelmat sisältävät vain välittömät keräyksestä aiheutuvat kustannukset (esim. astiavuokra, jätemaksut ja siirtokustannukset eivät sisälly laskelmiin)

riittävästi tietoa, mutta tutkija oli kahdella tyhjennyskierröksellä itse osan matkasta mukana ja teki havaintoja. Lisäksi tutkimuksen tilaajilla oli oma aineistonsa käytössä. Seuraavan taulukon tarkoituksena on arvioida ja verrata eri mallien toteuttamiseen tarvittava aika. Tarkastelu on toteutettu arvioimalla, kuinka paljon aikaa menee keskimäärin yhden keräyksen toteuttamiseen. Suurin osa yksittäisistä arvoista on kaikissa malleissa sama. Vertailun kannalta keskeisimmät ovat ne, missä on eroja. Ajankäytön laskennan lähtökohta on ollut tieto siitä, että käytännössä kuljettaja keräsi noin 80 kohdetta työpäivän aikana.

*Taulukko 7. Pisteiden tyhjennykseen kuluva aika eri malleissa.*

Keräyskierröksen ajankäyttö	Malli 1	Malli 2	Malli 3
Ajomatka, km	23	65	46
Tyhjennystarve päivässä, kpl	80	80	80
Pisteiden välinen etäisyys keskim, km	0,288	0,811	0,575
Arvioitu ajonopeus pisteiden välillä, km/h	10	20	15
Ajoon tarvittava aika, s	104	146	138
Työtunnit, laskennallinen tarve	7	8	7,8
Aloitus	0	0	0
Seuraavan kohteen suunnittelu, s	15	15	15
Ajosuoritus, s	104	146	138
Auton käsittely, s	120	120	120
Kävely pisteeseen, s	10	10	10
Astian kuljetus, s	15	15	15
Sisällön tarkistus ja tyhjennys, s	15	15	15
Astian palautus, s	15	15	15
Kävely autolle, s	10	10	10
Tietojen kirjaus, s	10	10	10
Ajankäyttö sekunteina	314	356	348
Ajankäyttö, min	5,2	5,9	5,8
Laskennallinen tyhjennysmäärä päivässä	80,4	80,9	80,7

Taulukon 7 ylimmällä rivillä on arvioitu päiväkierröksen matkan pituus kilometreinä. Pisin matka on keskimmaisessä mallissa, missä keräyspäivän alue on myös suurin. Taulukossa 7 on edelleen arvioitu kahden eri pisteen välinen etäisyys keskimäärin. Tämä vaihtelee mallista riippuen 288 ja 811 metrin välillä. Ajoon tarvittava aika on arvioitu malleissa eri suuriksi. Tämä johtuu siitä, että lyhyellä matkalla varsinainen katuajo on vähäisempää. Kuljettajan ajasta suuri osa kuluu päätielle liittymiseen, jonottamiseen ja muihin yksittäisiin tekijöihin. Matkan kasvaessa hidastavien tekijöiden osuus vähenee ja suurempi osa ajasta menee suoraviivaiseen ajamiseen. Kun kuljettaja aloittaa suorituksen, menee pieni hetki siihen kun hän harkitsee ajoreittiä ja palauttaa mieleen kohteen erityisvaatimukset

ja tämän jälkeen hän lähtee liikkeelle. Matka-aika seuraavaan kohteeseen on mallista riippuen noin 100 – 150 sekuntia.

Hankalin työvaihe on auton käsittely jätepisteen luona. Kuljettaja usein peruuttaa auton hyvin kapeata väylää pitkin ja kääntää sen ahtaassa tilassa sopivaan asentoon. Tämän jälkeen muut suoritukset ovat varsin suoraviivaisia ja ne menevät melko nopeasti<sup>9</sup>.

Taulukon kolmella viimeisellä rivillä on laskettu pisteen kokonaistyhjennysaika ja viimeisellä rivillä on laskettu, montako astiaa päivän aikana keritään tyhjentämään. Taulukon puolessa välissä on esitetty tuloksena saatu tuntimäärä, joka vaihtelee hieman eri mallien välillä. Mallit 2 ja 3 edellyttävät hieman alle tunnin enemmän työtä. Tämä tosin kompensoituu osin, jos tavarat puretaan reitin varrella olevaan välipurkupisteeseen.

### 3.6.6 Yhteenveto malleista

Keräyksen toteuttamistavalla on suuri merkitys keräykseen sekä ympäristö- että kustannusvaikutuksiin. Tutkimuksen tulokset vaikuttavat olevan tässä suhteessa yhdensuuntaiset: kun keräyksen kustannukset minimoidaan, myös ajatut kilometrit (eli päästöjen määrät) minimoituvat.

Tutkimuksessa verrattiin kolmea eri mallia. Näistä ensimmäinen oli malli, missä keräys toteutettiin siten, että kaikki kohteet tyhjennettiin kerran kuukaudessa tietyn viikkorytmin puitteissa. Havainnot osoittivat pian, että valtaosa astioista ei täyttynyt lähes ollenkaan. Tämän johdosta tutkijat ehdottivat siirtymistä valikoivaan keräykseen, missä astioille arvioitiin täyttymisjärjestys. Toimintamallia kehitettiin edelleen siten, että jokaisesta luokasta kerättiin täyttymisasteesta huolimatta laskennallinen osa. Tällä järjestelyllä varmistetaan, että astiat täyttyvät pitkällä tähtäimellä tasaisesti. Olisi ollut myös mahdollista, että hitaasti täyttyvät astiat tyhjennetään samanaikaisesti kerran vuodessa ”urakalla”, mutta tämän seurauksena olisi itse aiheutettu kova ruuhka kerran vuodessa, minkä jälkeen kapasiteetti saattaisi olla vajaakäytössä. Koko pääkaupunkiseudun keräyksen näkökulmasta tällainen järjestely vaikuttaa vielä luonnottomammalta.

Ehdotettujen Mallien 2 ja 3 käytännön toteuttaminen tulee suunnitella huolellisesti. Jokainen kuukausi on erilainen ja näin suunnittelijalta ja kuljettajalta edellytetään alueen hyvää tuntemusta.

Tutkimusalueen tarkasteltujen asunto-osakeyhtiöiden asukasluku oli hieman yli 40000 asukasta (koko alueella on noin 50000 asukasta). Tämä valinta koealueeksi osoittautui erinomaiseksi. Kun malli 2 otettiin tarkasteluun, havaittiin, että alueen keräys voidaan hyvällä suunnittelulla toteuttaa kahdella ajokierroksella kuukaudessa (kahden viikon välein). Tämä lähes maksimoi sekä auton hyötykapasiteetin, astioiden täyttymisen sekä päivittäisen keräysmaksimin.

Malli 3 tuo esille, että jakamalla kohdealue kahdeksi, päästään vielä hieman parempaan tehokkuuteen, koska tämä pienempi alue voidaan kerätä valikoivasti yhdellä keräyksellä kuukaudessa. Tästä seuraa, että keräyksen ajokilometrit saadaan

<sup>9</sup> Yksittäistapauksena mainittakoon taloyhtiö, minne ei oikein kunnollista ajoyhteyttä ollut. Kuljettaja puikkelehti syreenipensaitten ja ruusujen välissä hieman mutaisella nurmikolla kahden ison astian kanssa.

hieman pienemmäksi kuin kaksi kertaa suuremman alueen kahden tyhjennyksen järjestelmällä. Kuitenkin mallin riskinä ovat suuret taloyhtiöt: jos joidenkin yhtiöiden keräystiheystarve on pienempi kuin kuukausi, järjestelmällä on vaara sortua ajoittain.

Kun tarkastellaan koko pääkaupunkiseutua ja jos ajatellaan, että noin puoli miljoonaa asukasta asuu alueella samantapaisissa asunnoissa kuin koalueella on, voidaan karkeasti arvioida tarvittavan kaluston määrä jakamalla suunnitellun keräysalueen väestön määrä 20000 asukkaalla. Tällaisia alueita olisi noin 25 kappaletta. Kun yksi auto hoitaa yhden alueen päivässä, se kerkiää tyhjentämään noin 20 aluetta kuukaudessa. Tästä seuraisi, että koko pääkaupunkiseudulla tarvittaisiin teoriassa hieman alle kaksi keräysautoa hoitamaan koko keräys.

### 3.6.7 Lasin ja metallin yhteiskeräys

On ilmeistä, että lasi ja metalli kannattaa kerätä yhdessä. Tutkimuksemme tulosten valossa näyttää siltä, että keräysaika ei yhteiskeräyksessä lisäänty. Samaten, koska lasi ja metalli tuottavat suunnilleen yhtä paljon (tilavuuden mukaan) puristamatonta jätettä, ja koska ne tyypillisesti kertyvät talokohtaisesti yhtä suurina erinä, keräysrytmi voidaan suunnitella yhdessä. Oheisessa taulukossa 8 on arvioitu yhteiskeräyksessä syntyvät ajokilometrit vuodessa.

*Taulukko 8. Ajokilometrit metallin ja lasi yhteiskeräyksessä.*

Ajokilometrit vuodessa	Yhteiskeräys	
		Yhteensä
Keräysreitien pituus, km	46	
Tyhjennyskertoja vuodessa	30	1 380
Siirtymäajo edestakaisin, km	35	1 050
Matka välivarastoon, km	3	90
Matka loppupisteeseen, km	130	
Käyntien määrä	5	650
Ajokilometrit vuodessa		<b>3 170</b>

Yhdistelyn kustannusvaikutukset ovat samansuuntaiset kuin ajokilometriä ja yhteenveto kustannuksista on esitetty taulukossa 9.

*Taulukko 9. Kustannukset metallin ja lasin yhteiskeräyksessä.*

Kustannukset vuodessa	Yhteiskeräys
siirtymäajo	1 406
keräys	15 938
tyhjennys välivarastoon	938
kuljetus kaatopaikalle	1 250
Kustannusarvio €/ vuosi	<b>19 531</b>

Lasin ja metallin yhteiskeräys logistiikan osalta tulee alueella maksamaan yhteensä hieman alle 20 000 euroa vuodessa. Kun luku jaetaan puoliksi lasille ja metallille, ja verrataan mallin 3 vastaavaa kustannusta, 16 563 euroa, nähdään, että ero – säästö – on noin 40 %.

### 3.7 Metallin keräysmäärät vuoden ajalta

Seuraavassa taulukossa (taulukko 10) esitetään metallin kertymä tutkimusalueella.

*Taulukko 10. Pienmetallin kertyminen yhteensä ja asukasta kohden 2006.*

Metallin kertyminen vuonna	2006
Kiinteistökohtainen keräys yhteensä, kg	49 200
Asukasta kohden, kg	1,220
Asukasta kohden, l	10,037

#### 3.7.1 Arvio mallien soveltuvuudesta käytännön työssä

Vaikka esitetyt mallit ovat yksinkertaistuksia ja hieman teoreettisia, pidämme niiden sovellettavuutta käytännön työhön mahdollisina. Seuraavaksi tarkastelemme Malleja 2 ja 3 tässä valossa.

Jos keräyksen hinnoittelu ja toteutus tapahtuu vapailla markkinoilla asiakkaan ehtoilla ja mitkään säännöt tai määräykset eivät velvoita keräystä toteutettavan tietyn kiinteän aikataulun (esimerkiksi neljän viikon) mukaisesti, on erittäin todennäköistä, että kuljetusliikkeet pyrkivät tyhjentämään astiat valikoivasti. Tutkimus osoitti selvästi, että vain suurimmat taloyhtiöt tuottavat niin paljon tavaraa, että niissä kuukausikohtainen keräys on perusteltua. Voisi ajatella, että asuntojen suuresta määrästä johtuen palvelun tarjonta lisääntyy. Tästä seurauksena pääkaupunkiseudulla olisi tilkkutäkkimäinen eri kuljetusliikkeiden hallitsema sekava järjestelmä.. Kun huomioidaan, että laskelmiemme mukaisesti Mallit 2 ja 3 edellyttävät koko pääkaupunkiseudulle vain 2 – 3 keräysautoa, uskomme että (hinta)kilpailun tuloksena vain yksi tai kaksi kuljetusliikettä lopulta jää jäljelle. Tämän jälkeen keräys asteittain muotoutuu esitetyn mukaiseksi. Pidämme myös todennäköisenä, että harvemmin täyttyvät astiat – valtaosa kohteista – täyttyvät koko keräysalueella tasaisesti. Tämä mahdollistaa keräyksen optimoimisen ja kohtuullisen tasaiset kuukausikohtaiset keräysmäärät. Todennäköisesti keräystoiminta keskittyy muutamalle yritykselle, jotka keskittyvät keräysreittien optimoimiseen ja hankkivat sellaisen kaluston, joka parhaiten soveltuu lasi- ja metallijätteen keräämiseen.

Mallien 2 ja 3 vaihtoehtona emme pidä Mallia 1. Sen sijasta voisi olla mahdollista, että jokin kuljetusliike kerää lasi- ja metallijätteen muun keräyksen yhteydessä. Tätä kuitenkin rajoittavat kapasiteettiongelmat kuten kammioiden eriaikainen täyttyminen, tyhjennyspisteiden hajanainen sijainti ja näiden seurauksena useat tyhjennysajot..

### 3.7.2 Taloyhtiön optimaalinen koko

Tutkimuksen avulla luotiin kolme eri toiminnallista mallia keräyksen tarkastelemiseksi. Lopulta päädyttiin keräyksen kuvaamiseen systeeminä, missä optimaalinen keräys saavutettiin valikoivan keräyksen avulla sisällyttämällä kaikki kohteet mukaan tarkasteluun. Tämä ”optimaalisuus” on kuitenkin suhteellista, sillä raja voi hyvin olla muukin kuin tutkimuksessa käytetty minimiraja 20 asuntoa.

On ilmeistä, että mille tahansa populaatiolle voidaan laskea minimikustannus, ja koska lasin – ja osin metallin osalta kysymys pitkälti onkin kustannusten arvioimisesta, päädytään helposti johtopäätökseen, että mitä vähemmän kohteita, sitä pienemmät kustannukset. Mielestämme kuitenkin jätteen, ja erityisesti kierrätysjätteen osalta kysymys on laajempi ja yhteiskunnallinen. Tämän vuoksi tulisi tarkastelun lähtökohdaksi ensin kysyä, kuinka paljon lasia (ja metallia) halutaan kerätä. Koealueella kerättiin yhteensä kiinteistökohtaisesti noin 3,6 kg lasia ja 1,2 kg metallia henkeä kohden vuodessa. Ihanteellinen keräysmäärä lienee sellainen, joka voidaan hyödyntää ja keräyskustannus säilyy kohtuullisena. Kuten tutkimuksessa esitetään, yhden keräysauton tehokas hyödyntäminen edellyttää melko suuren populaation. Laskelmiemme mukaisesti esitetty malli on tehokas kun yhden työpäivän alueen asukasmäärä on noin 20 000 – 25 000. Näitä alueita siis tarvittaisiin noin 20 yhtä autoa kohden. Vastaavasti koko pääkaupunkiseudulta voitaisiin kerätä noin 3 600 tn lasia.

#### **Minimikeräystavoite**

Eräs tapa arvioida optimaalisen asunto-osakeyhtiön kokoa on asettaa minimikeräystavoite. Tämä voisi olla kolme tyhjennystä vuodessa. Tällöin kaikki sellaiset asunto-osakeyhtiöt, joiden rusementattoman metallin vuotuinen tuotto on alle 720 litraa (=240 l x 3) poistettaisiin. Käytännössä tämä tarkoittaisi luokkien 5, 6 ja 7 (ks. taulukko 2, s. 25) poistamista asukaskohtaisesta keräyksestä. Kerättävien asunto-osakeyhtiöiden määrä laskisi hyvin olennaisesti, luvusta 634 lukuun 227, mutta kerättävien kohteiden määrä laskisi huomattavasti vähemmän, valikoivalla keräyksellä niitä olisi 116 kuukaudessa kun alkuperäisessä vastaava luku olisi 176 kohdetta. Koska kuljettajan mukainen päiväkohtainen tyhjennysmäärä on noin 80 pistettä, tarvittaisiin tutkimusalueella noin 1,5 tyhjennysajoa kuukaudessa hoitamaan tyhjennykset kahden sijasta. Toimenpide mahdollistaisi suuremman alueen hoitamisen (hieman alle 70000 asukkaan populaatio), mutta vastaavasti päiväkohtaiset ajokilometrit kasvaisivat jonkin verran.

#### **Kuka maksaa keräyksen?**

Sopivan kokoista asunto-osakeyhtiötä harkittaessa tulee kustannusten ja yhteiskunnallisen hyödyn lisäksi arvioida keräyksen tuottoja. Esitämme taulukossa 6, että välittömät vuotuiset keräyskustannukset ovat Mallin 3 mukaisesti 0,63 euroa asuntoa kohden, kun kaikki astiat tyhjenetään valikoivasti, ja että yhden tyhjennyksen välitön keräyskustannus on noin 7 euroa. Tämä summa olisi pienimpien taloyhtiöiden vuotuisen keräyskustannuksen suuruus<sup>10</sup>. Jos voidaan olettaa, että

---

<sup>10</sup> Koska saatu luku perustuu keskiarvoihin jotka on laskettu koko keräysalueelta, lukuihin tulee suhtautua suuntaa antavina. Voidaan esimerkiksi olettaa, että täyden astian tyhjentäminen vie enemmän aikaa kuin lähes tyhjän. Tästä voisi seurata, että astiakohtainen keräys on halvempaa pienissä taloyhtiöissä, mutta vastaavasti henkeä kohden laskettuna kustannus on kuitenkin suurempi kuin suuremmissa taloyhtiöissä. Lisäksi

taloyhtiöt ovat valmiita maksamaan keräyksestä tyhjennyskohtaisesti, tarvittava summa vaikuttaa melko kohtuulliselta. Tämä tarkoittaisi, että 20 asunnon minimirajan on varsin perusteltu. Itse asiassa alarajaa ei tässä tapauksessa olisi. Koska kerättävät määrät asunto-osakeyhtiökohtaisesti olisivat hyvin pienet – noin 10 litraa/asukas, tyhjennys tarvitsisi muista syistä todennäköisesti tehdä useammin kuin kerran vuodessa. Kuten olemme esittäneet, tällaisessa tapauksessa taloyhtiö voisi itse määrittää keräystiheydensä ja maksaa sen mukaisesti.

Jos velotusperuste olisi asuntokohtainen, esittämämme keskimääräiset keräyksen kustannukset (0,63 euroa/asunto) eivät kattaisi aivan pienten asuntoyhtiöiden keräyksestä aiheutuvia kustannuksia. Näin ollen tyhjennyskohtainen hinnoittelu vaikuttaa sekä oikeudenmukaiselta että taloudellisesti oikealta menetelmältä.

Jos keräyksen kustannukset tulevat yhteiskunnalle maksettavaksi, on ratkaistava keräyksen tavoite. Laskelmamme osoittavat, että valikoivalla keräyksellä saadaan kustannus melko alhaiseksi. Kuitenkin on huomattava, että valikoivan keräyksen lähtökohta on ollut se, että keräys toteutetaan vasta kun keräysastia on riittävän täysi. Pienille taloyhtiöille riittäisi yksi keräys vuodessa, ja jopa harvemmin. Koska voidaan olettaa, että käytännössä keräys täytyy toteuttaa useammin, esimerkiksi 3 kertaa vuodessa, luonnollinen raja voisi olla tämä. Kun luokassa 5 on keskimäärin 38 asuntoa (ja 57 asukasta), voisi tämä olla siis minimiraja. Käytännössä rajan voisi asettaa 40 asunnoksi ja / tai 60 asukkaaksi.

Kun verrataan keräyskustannuksia Mallin 3 mukaisella keräysmenetelmällä ja yksinkertaistetaan olettamuksia siten, että oletetaan kuljettajalle löytyvän muuta työtä ylimenevälle työpäivälle ja oletetaan edelleen, että pienille taloyhtiöille keräys toteutetaan vain astioiden täytyessä, välittömien keräyskustannuksien ero on seuraava<sup>11</sup>:

Mallin 3 arvioidut välittömät keräyskustannukset ovat 16 250 euroa vuodessa.

Jos puolestaan pienet asunto-osakeyhtiöt jouduttaisiin tyhjentämään yhden sijasta 3 kertaa vuodessa yhteiskunnan varoin, keräyskohteiden määrä kasvaisi noin 25 % Mallin 3 keräysmääristä (176 kohdetta vs. 217). Tästä aiheutuva lisäkustannus olisi myös suuruusluokkana noin 25 % keräyskustannuksista. Tällöin vuotuiset kustannukset kohoaisivat hieman alle 20 000 euroon (19 765 euroksi). Metallin tuotos tässä tapauksessa vastaisi nykyisiä laskelmia, ollen noin 49 tn vuodessa.

Kun tarkastellaan eri vaihtoehtojen välisiä eroja, nähdään että poistamalla luokat 5, 6 ja 7, keräyksen välittömät kustannukset ovat vuodessa noin 12 700 euroa. Vastaavasti sisällyttämällä luokat keräykseen, ja lisäämällä keräyksen minimimäärä kolmeksi vuodessa, kokonaiskustannukset ovat noin 20 000 euroa. Tämä ero on lähes 50 %. Koska käsityksemme on, että metallin tuotos ei muutoksesta kovin merkittävästi laskisi, luokkien 5, 6 ja 7 poistaminen kiinteistökohtaisesta keräyksestä on kustannusten kannalta tarkasteltuna perusteltua.

---

keräyskustannus on vain pieni murto-osa koko lasin kierrätyksen kustannuksista. Ei siis voida olettaa, että mainituilla summilla voitaisiin hoitaa koko järjestelmän kustannukset.

<sup>11</sup> Laskelma on suuntaa antava, siinä esimerkiksi oletetaan, että astioiden välinen etäisyys pysyy vakiona.

## 3.8 Keräyksen ympäristövaikutukset

### 3.8.1 Kuljetuskaluston päästöt

Kuljetuskaluston ajopäästöjen tiedot laskettiin LIPASTO:n päästötietokannan mukaan. Ajosuoritteiden lisäksi laskennassa on otettu huomioon myös polttoaineiden hankinnasta johtuva ympäristöprofiili (tiedot perustuvat Fortum Oil & gas Ekotasetiedotteen 1.3.2002). LIPASTO tietokannassa kuljetuskaluston ajopäästöt ovat ilmoitettu katuajolle sekä maantieajolle kulutettua polttoainelitraa kohden. Auton ajopäästökerroin lasketaan seuraavan kaavan mukaan:

$$\text{Lopullinen päästökerroin [g/l]} = \text{maantieajon osuus [\%]} \times \text{maantieajon päästökerroin [g/l]} + \text{katuajon osuus [\%]} \times \text{katuajon päästökerroin [g/l]}$$

Pienmetallin kiinteistökohtaisen keräysjärjestelmän ympäristövaikutusten laskennassa on käytetty vain katuajopäästöjä (100 %), tämä päätettiin sen takia, että tulos edustaa keräystä pääkaupungin alueella, jossa maantieajon osuus on minimaalista.

Autoluokat kuljetusalan ympäristörekisterin (EMISTRA) mukaan ovat luokiteltu kolmeen kokoluokkaan (taulukko 11).

Taulukko 11. Autojen kokoluokat EMISTRA:n mukaan.

Autoluokka	Kokonaismassa
KA 6 t	3.5 - 10.0 t
KA 15 t	10.1 - 18.0 t
KA 32 t	18.1 - 40 t

Tässä tutkimuksessa keräysauton kokonaismassa oli 26 000 t, joten laskennassa edustavaksi keräysautoluokaksi valittiin EMISTRA-luokan mukaan auto KA 32t (taulukko 11).

Taulukossa 12 esitetään kuljetuskaluston päästöt kulutettua polttoainelitraa kohden autoluokan KA 32t mukaan, siinä on yhdistetty LIPASTO tietokannan ajosuorituspäästöt sekä polttoaineen hankinnasta johtuvat päästöt (Fortum Oil & gas Ekotasetiedote 1.3.2002).

Taulukko 12. Kuljetuskaluston päästöt (sisältävät myös polttoaineen hankinnasta johtuvat päästöt).

	Polttoaineen hankinta	Ajo	Ajo+ hankinta, KA 32t
Uusiutumaton energia (tehollinen polttoarvo) (MJ/l)			36
Uusiutumattomat raaka-aineet (g/l)	305	1000	1305
CO (g/l)	0,080	2,2	2,3
HC (g/l)	0,16	1,5	1,6
NO <sub>x</sub> (g/l)	0,63	16,8	17
PM <sub>10</sub> (g/l)	0,02	0,41	0,43
CH <sub>4</sub> (g/l)		0,048	0,048
N <sub>2</sub> O (g/l)		0,068	0,068
SO <sub>2</sub> (g/l)	0,27	0,025	0,30
CO <sub>2</sub> (g/l)	140	2660	2800

Jätteenkeräysauton ajosykli keräyksen aikana poikkeaa huomattavasti normaalista ajosta, riippuen siitä paljonko on ajoreitillä tasaista ajoa, kiihdytyksiä, joutokäyntejä, massan puristusta. Myös ajosykli yleisökeräysjärjestelmässä on erilainen kuin kiinteistökohtaisessa keräyksessä. Siihen vaikuttaa tyhjennyskertojen määrän lisäksi myös siirtoajat varikolta ja varikkoon sekä ajomatkat välivarastoon.

Kiinteistökohtaisessa keräysjärjestelmässä auton keskimääräiset polttoaineen kulutukset päivässä otettiin talteen joka ajon yhteydessä. LIPASTO tietokannan mukaan jätekeräyksen polttoaineen kulutus tyypillisellä keräysajoreitillä voi olla jopa 186 l/100 km. Kiinteistökohtaisen keräyskuljetuksen päästöt ovat laskettu ajolistoihin merkityn polttoaineen kulutuksen perusteella (päivän minimikulutuksen, maksimikulutuksen ja keskiarvon mukaan). Voidaan todeta, että polttoaineenkulutuksen minimitaso edustaa sellaista keräystä, jossa kerättävää on vähän, jätteen puristusta mahdollisesti ei tarvittu ja maantieajoa oli enemmän.

Taulukossa 13 esitetään kuljetussuoritteiden ympäristöprofiilit 100 km ajosuoritetta kohden riippuen kulutetusta polttoainemäärästä (sisältää myös polttoaineen hankinnan).

Taulukko 13. Pienmetallikeräyksen ympäristöprofiilit KA 32t autolle 100 km ajosuorituksen mukaan, riippuen polttoaineen kulutuksesta.

Päästö/energia	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	energia
Yksikkö	g/100 km	g/100 km	g/100 km	g/100 km	g/100 km	g/100 km	g/100 km	kg/100 km	MJ/100 km
Kiinteistökohtainen keräysjärjestelmä									
min. kulutus, 53,7 l/100 km	124	88	935	23	2,6	3,6	16	150	1 928
Keskikulutus, 75,5 l/100km	175	123	1 314	32	3,6	5,1	22	211	2 709
max. kulutus, 100 l/100km	232	164	1 742	43	4,8	6,8	30	280	3 590

### 3.8.2 Pienmetallin kiinteistökohtaisen keräyksen ympäristövaikutukset

*Kiinteistökohtaisessa pienmetallikeräysjärjestelmässä* astioitten tyhjennys oli alkuvuodesta suunniteltu toteutettavaksi kerran neljässä viikossa. Koko koealueen keräysastioitten tyhjennykseen meni joka kuukausi 8 päivää, auton tyhjennykset välivarastoon tehtiin joka toinen keräyskerta. Päivän keräysreitien pituus kiinteistökohtaisessa keräyksessä oli 23 km (mediaani). Tyhjennysajot välivarastoon sekä varikkoajot olivat laskennoissa samat kuin yleisökeräysjärjestelmässä (yhteensä 38 km). Todellisuudessa kiinteistökohtainen pienmetallin keräys alueella hoidettiin yhteiskeräyksenä pakkauslasin kanssa ja siitä johtuen tyhjennykset välivarastoon metallin ja lasin osalta olivat eri paikoissa. Jos jatkossakin, lasi- ja metallikeräykset kiinteistökohtaisesti hoidetaan yhteiskeräyksenä, lasin ja metallin välivarasto täytyisi sijaita samassa.

*Tehostetussa kiinteistökohtaisessa keräyksessä* (valikoitu keräys) ideana oli, että keräysalue jaetaan luokkiin täyttymisasteiden mukaan. Keräys toteutetaan siten että luokassa 1 on kaikki eniten täyttyvät astiat ja ne tyhjenetään joka keräyskerralla, luokasta 2 tyhjenetään vain puolet kaikista keräysastioista jne. Tällaisen keräysjärjestelmän ideana on löytää optimaalinen astioitten täyttymysaste sekä keräyskertojen määrä. Laskelmien mukaan, jos koealue jaettaisiin 8:ksaksi pienemmäksi keräysalueeksi (keräysluokat), keräysreitien pituus päivässä olisi noin 23 x 2,8 km (tosin alueen muoto ei ole symmetrinen, mikä lisää epätarkkuutta), johon lisäntyy myös varikkoajot sekä tyhjennykset välivarastoon (38 km). Tämän järjestelmän mukaan, tyhjennyskertoja vuodessa tarvittiin vain 30 kpl, joten joka kuukaudessa tyhjennysajoja olisi laskennallisesti noin 2,5 kertaa.

Taulukossa 14 esitetään koealueen kiinteistökohtaisen lasin- ja metallin keräyksen saannot vuodessa. Tuloksen mukaan kiinteistökohtaisessa keräyksessä rusentamatonta lasia ja metallia kerättiin vuodessa melkein yhtä paljon (noin 50 % kumpaakin). Lasin- ja metallin yhteiskeräyksen ympäristövaikutusten laskennassa ympäristöpäästöistä puolet on jyvitetty (kohdennettu) metallille ja puolet lasille (tämä kohdennus on tehty kerättyjen tilaavuuksien mukaan).

Taulukko 14. Koealueen kiinteistökohtaisen lasin ja pienmetallinkeräyksen saanto vuodessa.

	Määrä rusementtamattomana (l/a)	Osuus (%)
Kiinteistökohtainen lasi	393 309	(49 %)
Kiinteistökohtainen pienmetalli	405 221	(51 %)
Yhteensä	798 530	(100 %)

Taulukossa 15 esitetään kiinteistökohtaisen pienmetallikeräysjärjestelmän (perusmalli ja valikoiva keräys) ympäristövaikutukset kerättyä tonnia kohden. Kiinteistökohtaisissa keräysmalleissa on käytetty lasin ja metallin yhteiskeräyksen suhteen edellä mainittua allokointia (noin 50 % ja 50 %).

Taulukko 15. Keräysjärjestelmien ympäristöprofiilit kerättyä tonnia kohden. Kohdennetussa tuloksessa lasin ja metallin yhteiskeräyksen ympäristökuormien tulos on kohdennettu tilavuuden mukaan molemmille tuotteille (noin 50 % ja 50 %).

	Kiinteistökoht. keräys Malli 1	Kiinteistökoht. keräys Malli 1	Kiinteistökoht. keräys + kohdennus Malli 1	Kiinteistökoht. keräys parannettu malli + kohdennus Malli 2
	Tulos per kerätty yhteistonni	Tulos per kerätty metalli tn	Tulos kohdennettuna, per kerätty metallitonni	Tulos kohdennettuna, per kerätty metallitonni
Uusiutuva Energia (MJ/tonni)	-	-	-	-
Uusiutumaton Energia (MJ/tonni)	1168	4290	2180	1140
Päästöt ilmaan				
CO <sub>2</sub> (kg/tonni)	91	335	170	89
CO (g/tonni)	75	277	140	74
No <sub>x</sub> (g/tonni)	567	2081	1060	550
SO <sub>2</sub> (g/tonni)	10	35	18	9
NM VOC (g/tonni)	51	190	96	50
CH <sub>4</sub> (g/tonni)	1,6	5,7	2,9	2
N <sub>2</sub> O (g/tonni)	2,2	8,1	4,1	2
PM <sub>10</sub> (g/tonni)	14	51	26	14
Uusiutumattomat raaka-aineet (kg/tonni)	28	102	52	27

### 3.8.3 Metallipakkausten keräys, ympäristövaikutusten yhteenveto

Kaikki ajosuoritukset vaikuttavat ympäristöön kuormittamalla luontoa polttoaineiden hankinnan sekä niiden käytön osalta, joten keräysjärjestelmän tehokkuus vaikuttaa suoraan syntyvien ympäristökuormien suuruuteen.

Kiinteistökohtainen keräyksen saanto pienmetallin osalta oli noin 1,2 kg/asukas. Jos kiinteistökohtainen keräys järjestetään kaikkiin kerrostaloihin koko Suomessa, ja saanto olisi samaa luokkaa, silloin noin 2600 tonnia pienmetallipakkauksia voitaisiin saada talteen.

Käytössä ollut kiinteistökohtainen keräysmalli ei ollut täysin optimaalinen ja tehokas järjestelmä. Tutkimuksen aikana ehdotettiin myös parannettua kiinteistökohtaista keräystä, jossa metallia kerättiin valikoivasti. Tämän parannetun (valikoivan) kiinteistökohtaisen mallin mukaan keräyksestä johtuvat ympäristökuormat ovat vähemmän ympäristöä kuormittavampia kuin edellinen kiinteistökohtainen keräysmalli.

Kiinteistökohtaisen keräyksen parannetussa mallissa ehdotettiin koealueen jakoa keräysastioitten täyttöasteiden mukaan luokkiin ja hoitamalla tyhjennykset esitetyllä tavalla (parannettu malli). Kiinteistökohtaisessa keräysjärjestelmässä kuu-kaudessa jouduttiin keräys ja tyhjennysajoja tekemään 488 km edestä, sen sijaan parannetussa mallissa ajokilometrien määrä pieneni ja oli arvion mukaan vain 256 km, lisäksi tyhjennyksiä ei tarvinnut tehdä yhtä usein. Tämä vaikutti parannetun mallin ympäristökuormiin ja tulos oli parempi kuin alustavassa kiinteistökohtaisessa keräysmallissa (kts. taulukko 15). Suunnittelemalla kiinteistökohtaisessa keräyksessä keräysreitti optimaalisella tavalla voidaan keräyksestä johtuvia ympäristökuormia pienentää ja samalla lisätä keräyksen saantoa oleellisesti.

## 4 Kyselytutkimus

### 4.1 Tutkimuksen tavoite ja menetelmä

Kyselytutkimuksen tarkoituksena oli selvittää asukkaiden käyttökokemuksia kiinteistökohtaisesta värittömän lasin ja pienmetallin yhteiskeräyksen kokeilusta. Tutkimuksen kohteena oli kokeilualue, johon kuuluivat Lauttasaari, Meilahti, Munkkiniemi, Munkkivuori, Niemenmäki, Pikku-Huopalahti, Ruskeasuo ja osa Töölöä.

Erityiskysymyksiä, joihin kyselyllä haettiin vastauksia, olivat:

- Mitkä olivat keräysjärjestelmän haitat?
- Pidettiinkö kiinteistökohtaista keräysjärjestelmää tarpeellisena?
- Kuinka huolellisia olivat keräilijät
- Miten tiedotus keräyksen järjestämisestä ja ohjeistuksesta oli toiminut?

Jotta koealueen populaatio tulisi käsitelty tasapuolisesti (edustettavasti), tutkimuksen otos jaettiin koko koealueelle seuraavan menetelmän mukaan:

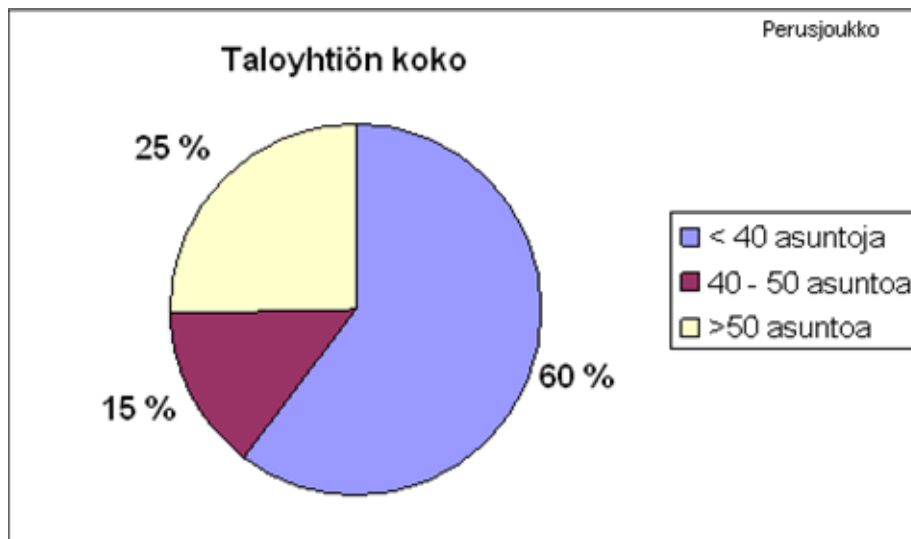
- koealueelta valittiin osoitteet sellaisilta kaduilta, jossa oli enemmän kuin kolme yli 20 asunnon yhtiötä,
- alueelta kerättiin osoitelista, listasta pyrittiin valitsemaan aina keskimmäinen osoite ja sille yhtiölle jaettiin kyselykaavakkeet jokaiseen talouteen.

Yhteensä kiinteistökohtaiseen lasi- ja pienmetallikeräykseen osallistui yli 26 000 taloutta ja siinä asukkaita noin 40 300 kpl (perusjoukko). Mielipidekyselykaavakeita jaettiin 3005 osoitteeseen, mikä on yli 10 % alueen kaikista talouksista (kyselytutkimuksen otanta). Taulukossa 16 sekä kuvissa 5 ja 6 esitetään kiinteistö-

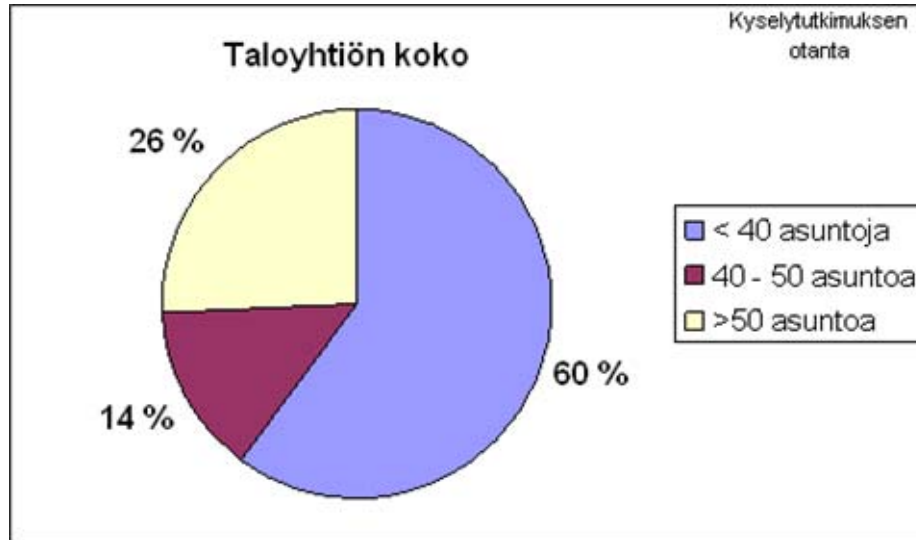
kohtaisen lasi- ja pienmetallikeräysalueen sekä kyselytutkimukseen osallistuvan alueen vertailut kiinteistöjen ja asuntojen lukumäärän sekä kiinteistököön suhteen.

*Taulukko 16. Kiinteistökohtaisen keräykseen osallistuva alue ja otos kyselyyn osallistuvista alueista.*

Kiinteistökohtaisen keräykseen osallistuvat postinumeroalueet	Kaikki > 20 asunnon kiinteistöt kpl	Otos kiinteistöistä, joihin jaettiin kyselyt kpl	Otoksen osuus kaikista kiinteistöistä · %	Otos asunnoista joihin jaettiin kyselyt kpl
200	147	18	12 %	810
210	46	5	11 %	257
250	74	11	15 %	369
260	1			
270	77	7	9 %	317
280	37	5	14 %	221
290	1			
300	60	6	10 %	185
330	91	10	11 %	475
340	5			
350	43	8	19 %	371
Yhteensä	582	70		3005



*Kuva 5. Kiinteistökohtaiseen lasi- ja pienmetallikeräykseen osallistuvien taloyhtiöitten perusjoukon kokojakauma.*



Kuva 6. Kiinteistökohtaiseen lasi- ja pienmetallikeräykseen osallistuvien taloyhtiöitten kokojakauman otanta kyselytutkimukseen.

## 4.2 Kyselyyn vastaajien profiili

Kyselyyn vastanneitten profiilin selvittämiseksi kysyttiin vastaajilta seuraavia tietoja:

- perheen kokoa (1, 2, lapsiperhe)
- vastaajan ikää (< 40, > 40, eläkeläinen),
- vastaajan sukupuolta,
- taloyhtiön asuntojen lukumäärä (< 40, 40 – 50 ja > 50) sekä
- asuinpakkakuntaa (postinumeroa).

Hypoteesina oli, että niillä tekijöillä saattaa olla vaikutusta vastauksiin. Esim. perheen koko ja vastaajan ikää saattaa vaikuttaa jätejakeitten syntyyn (lapsiperheet jossa käytetään lasipurkeissa olevaa vauvaruokaa, tai sitten eläkeläiset jotka eivät käytä yhtä paljon lasipakkauksia/ruokaa/juomaa).

Taloyhtiön koko ja sitä kautta jätekatoksien koko ja -paikka puolestaan saattaa vaikuttaa suhtautumiseen jätejakeitten keräämiseen. Kuitenkin taloyhtiön koon osalta tulokset ovat vain suunta antavia, vastauksissa täytyy ottaa huomioon kaksi epävarmuustekijä, joita ei tässä tutkimuksessa selvitetty: ensiksi, vastauksien perusteella ei voida päätellä kuinka hyvin vastaajat hahmottivat taloyhtiön kokoa ja toiseksi, vastauksien perusteella ei voi päätellä onko taloyhtiön koolla ja väestöprofiililla keskinäistä riippuvuussuhdetta. Jotta, edellä mainitut parametrit voitaisiin selvittää, tarvitaan asukasrakenteesta lisätutkimusta.

Kiinteistökohtaisen lasi- ja pienmetallikeräyksen onnistumiseen vaikuttaa ratkaisevasti asukkaiden suhtautuminen keräykseen sekä keräysperiaatteiden ymmärtämiseen. Tätä varten yhtenä kyselytutkimuksen kohteena oli arvioita tiedotuksen toteuttaminen sekä ohjeistuksen selkeys.

Alueen kiinteistökohtaisen lasi- ja pienmetallikeräyksen järjestämisen tiedottamisesta ja neuvontamateriaalien laatimisesta vastasi YTV. Neuvontamateriaalin osalta koealue jaettiin kahtia, josta toiselle alueelle jaettiin tehostettua neuvontaa

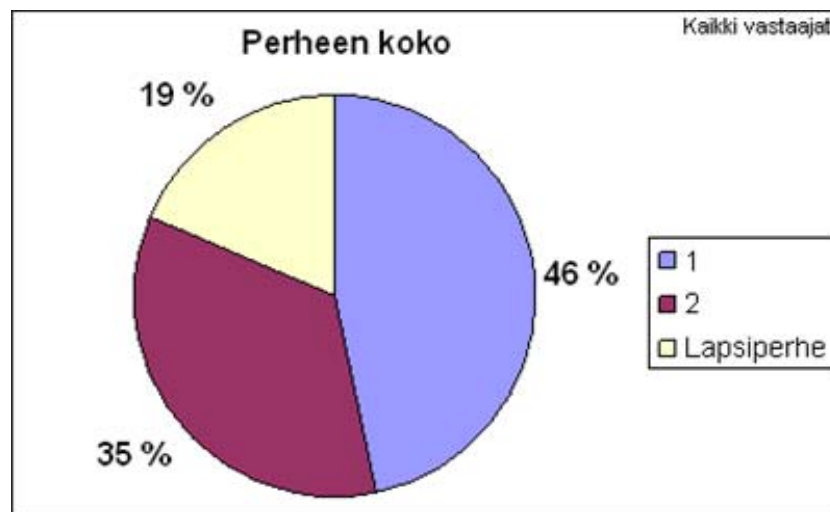
suoraan talouksiin (neuvonta postiluukun kautta) ja toiselle alueelle informaatio keräyksen järjestämisestä lähetettiin isännöitsijälle, tarkoituksena oli että tiedote laitetaan isännöitsijän toimesta taloyhtiöitten ilmoitustauluille. Tehostettua neuvontaa jaettiin kolmella postinumeroalueella, jotka olivat 00200 (Lauttasaari), 00210 (Lauttasaari) sekä 00350 (Munkkivuori-Niemenmäki).

### 4.3 Koealueen mielipidekyselyn vastaukset

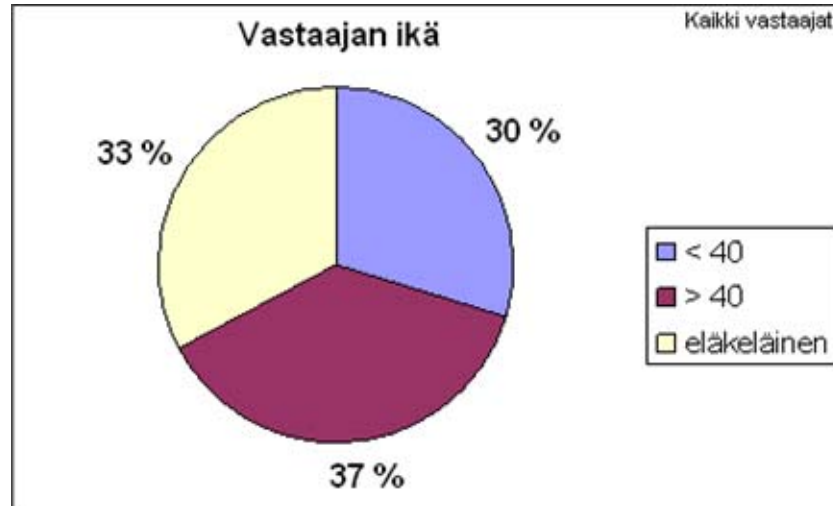
#### 4.3.1 Vastaajat

Mielipidekyselyjä jaettiin koealueelle 3005 kpl ja vastauksia tuli 459 kpl (15 % otannasta). Osa otokseen valituista jäi tavoittamatta ja suurin osa otokseen valituista ei vastannut kyselyyn. Vastaukskadon seurauksena otoksen perusteella tehdyt perusjoukkoa koskevat päätelmät saattavat olla harhaisia, jos vastaamatta jääneet ovat tutkittavissa asioissa erilaiset kuin vastanneet, mutta näin ei ole oletettavissa tässä tutkimuksessa. Otoksato oli pyritty ottamaan huomioon otantamäärää suunniteltaessa, joten toteutuneen otokseen ja vastausmääriin voidaan olla tyytyväisiä.

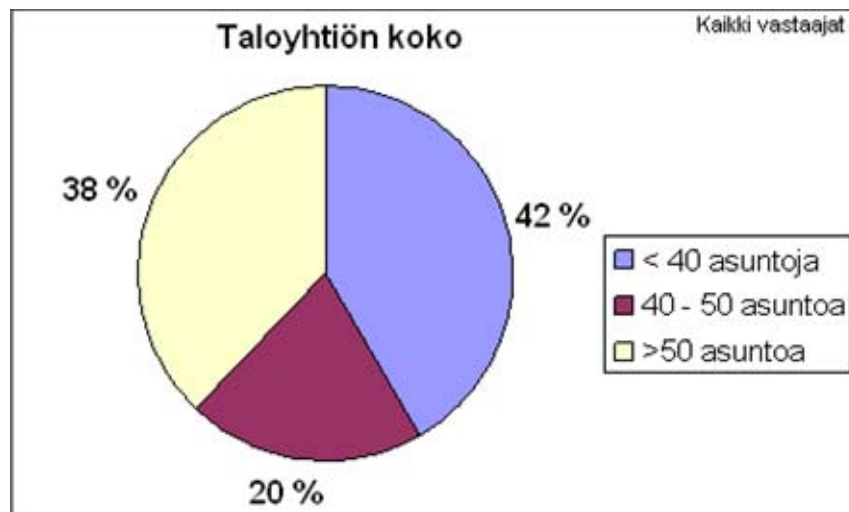
Kuvissa 7, 8 ja 9 esitetään kyselyyn vastanneiden profiili (perheen koko, ikärakenne sekä taloyhtiön kokojakauma).



Kuva 7. Kyselyyn vastaajien perheen koko.



Kuva 8. Kyselyyn vastaajien ikä.



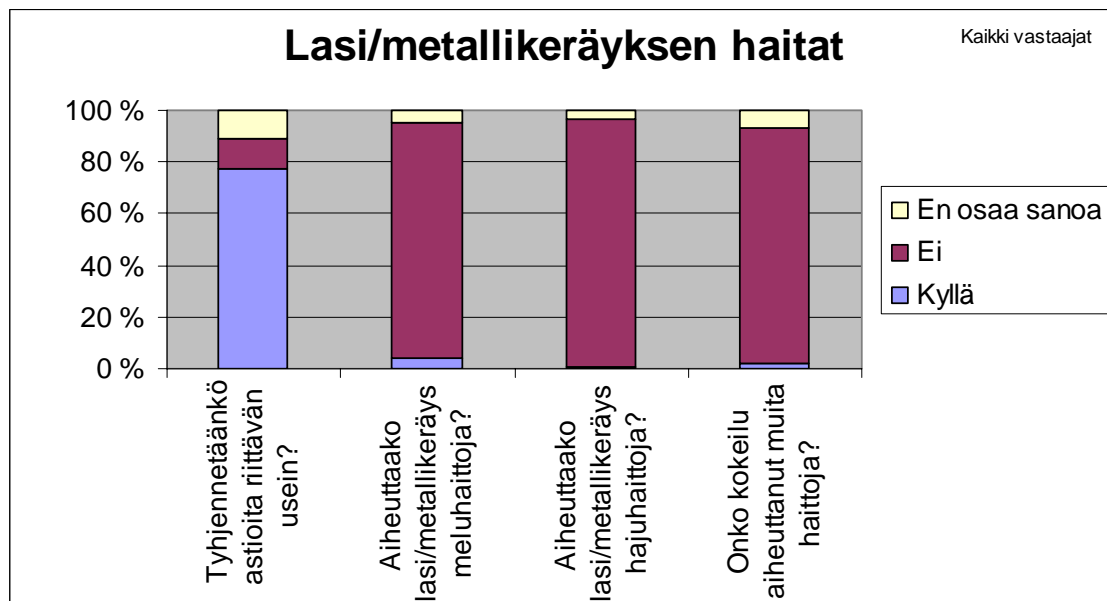
Kuva 9. Kyselyyn vastanneitten taloyhtiön kokojakauma.

#### Yhteenveto:

- Ikäluokkien tarkistuksen mukaan vastaajat jakaantuivat kaiken kolmen ikäluokan mukaan tasaisesti (kutakin noin 1/3 osaa), joten tuloksia ei ole tarvetta tarkistaa ikäryhmäjaottelun mukaan kaikki ikäryhmät ovat vastauksissa tasapuolisesti edustettuna (kuva 8).
- Lapsiperheiden osalta vastaajia oli vain 19 %. Tämä on yli puolet vähemmän vastauksia kuin esim. yhden henkilön talouksien vastauksia. Mieli-pidekyselyn vastukset lapsiperheiden osalta on syytä tarkistaa erikseen.
- Taloyhtiön koon mukaan koko alueen rakennuskannassa oli noin 60 % alle 40 asunnon yhtiötä: Vastauksia tuli kuitenkin alle 40 asunnon yhtiöistä vain 40 %. Tässä täytyy ottaa huomioon kuitenkin edellä mainitut epävarmuustekijät vastaajien käsityksestä taloyhtiön koosta sekä taloyhtiön koon ja asukasprofiilin riippuvuudesta.

### 4.3.2 Melu ja hajuhaitat

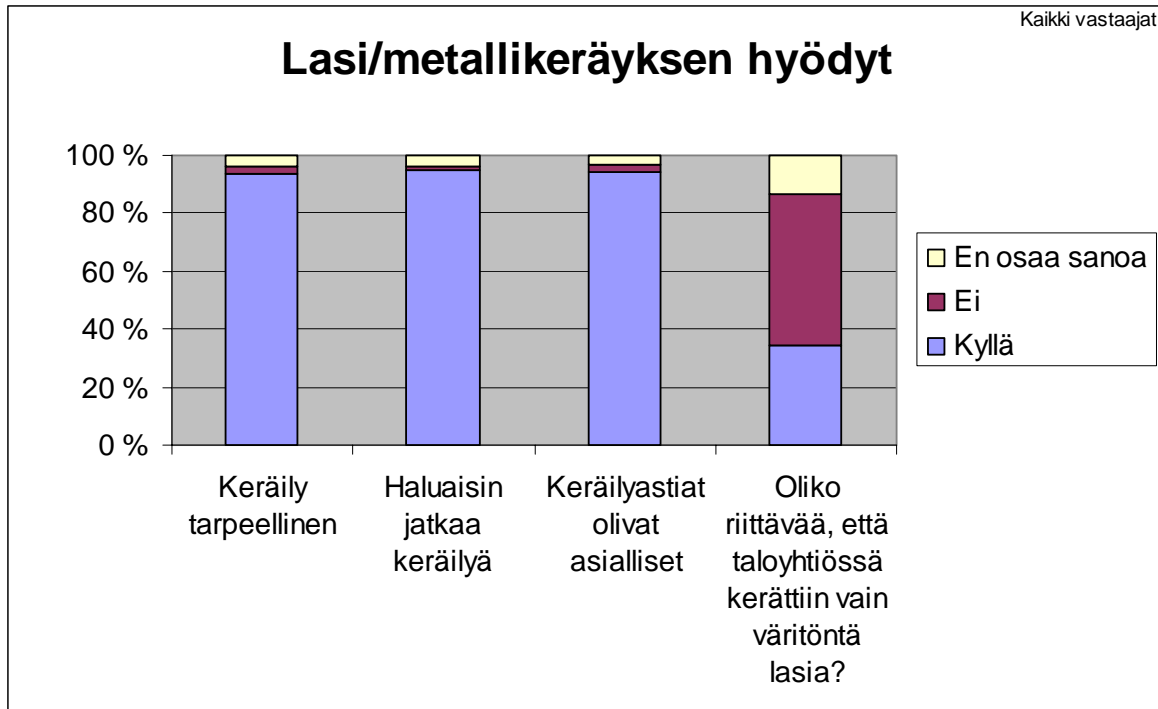
Yhtenä kysymyksenä oli selvittää kiinteistökohtaisen keräyksen aiheuttamia mahdollisia melu- haju- ja muita haittoja asukkaille (kuva 10). Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä että kiinteistökohtaisessa lasi- ja pienmetallikeräyksessä astioitten tyhjennys kerran kuukaudessa oli riittävä eikä sen todettu aiheuttavan melu ja hajuhaittoja. Kuitenkin 11 % oli sitä mieltä että astioita ei tyhjennetty riittävän usein, niistä 45 % asui isoissa taloyhtiöissä (> 50 asunnon yhtiöt). Näin olleen tulisi perusteellisemmin tutkia syyt astioitten täyttymiseen. On mahdollista, että tyhjennys kerran kuukaudessa isoissa yhtiöissä ei riitä kun astioita on 1 kpl/yhtiö ja astian koko on vain 240 l, toisaalta myös tyhjennyksien rytmin muutos saattoi vaikuttaa vastauksiin.



Kuva 10. Kiinteistökohtaisen lasi- ja pienmetallikeräyksen haitat.

### 4.3.3 Kiinteistökohtaisen keräysjärjestelmän tarpeellisuus

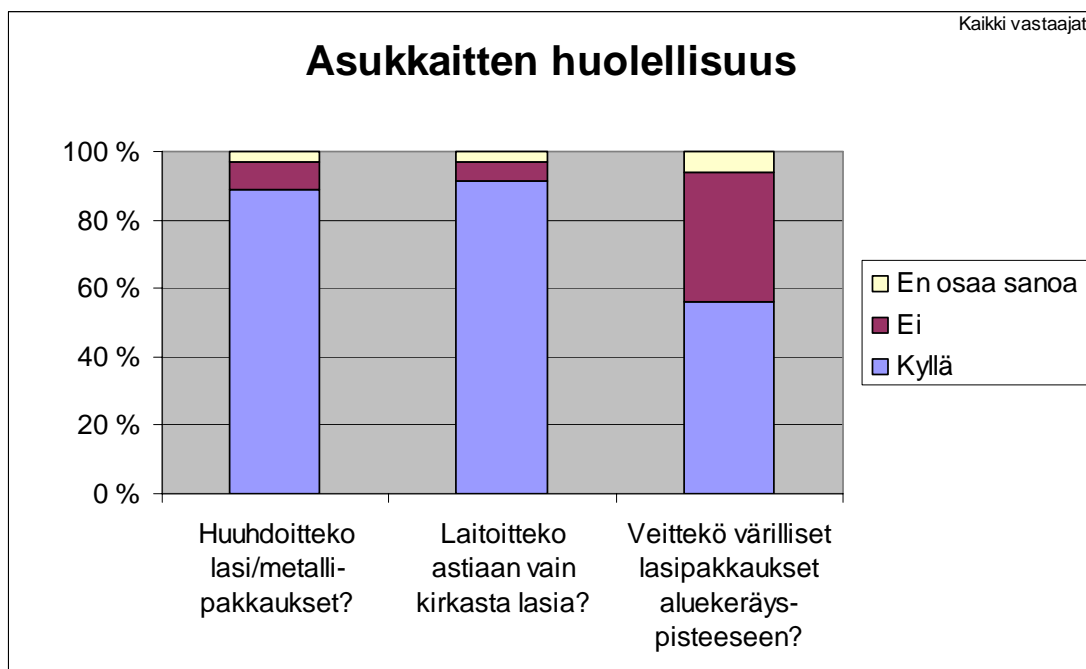
Tärkeä lasi- ja pienmetallikeräyksen jatkamisen suhteen oli alueen asukkaiden mielipide. Tuloksen mukaan suurin osa vastaajista totesi, että kiinteistökohtainen lasi- ja pienmetallikeräys on tarpeellinen ja he haluaisivat jatkaa keräystä (kuva 11).



Kuva 11. Kiinteistökohtaisen lasi- ja pienmetallikeräysjärjestelmän tarpeellisuus.

#### 4.3.4 Kerätyn pakkauksen puhtaus

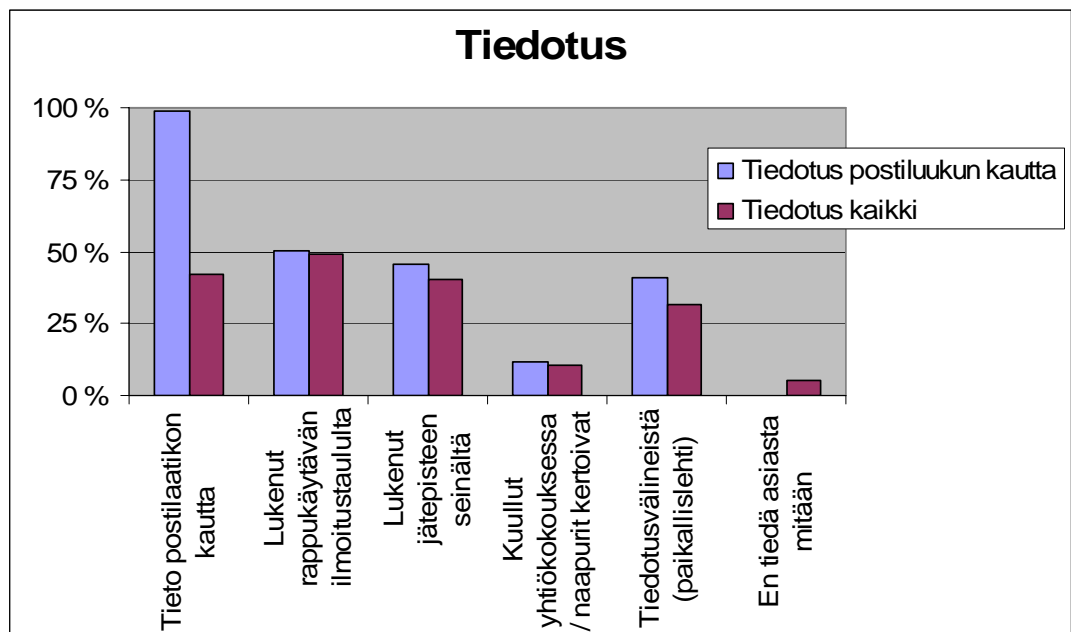
Vastauksien mukaan suurin osaa asukkaista huolehti pakkauksien puhtaudesta ennen keräykseen laittamista, jopa noin 89 % kyselyyn vastaajista huuhtoi lasi- ja metallipakkaukset (kuva 12).



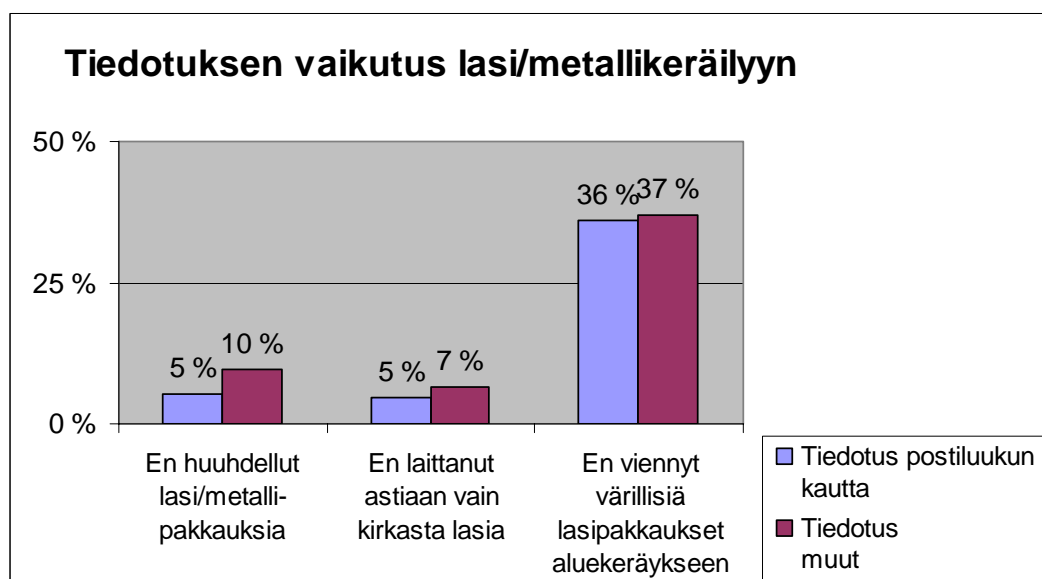
Kuva 12. Asukkaiden huolellisuus kiinteistökohtaisessa lasin ja metallin keräyksessä.

#### 4.3.5 Tiedotus

Tuloksien mukaan melkein kaikki (99 %), jotka saivat ilmoituksen metallin ja lasin keräyksen alkamisesta postilaatikon kautta, myös muistivat sen. Tämä tiedotus postilaatikon kautta vaikutti suotuisasti lasi- ja pienmetallikeräykseen. Tehostettua tiedotusta saaneet vastaajat ilmoittivat muutama prosenttiyksikköä enemmän, että he ovat olleet keräyksessä huolellisia (huuhtoivat pakkauksia, laittoivat astiaan vain kirkasta lasia ja veivät värilliset lasipakkaukset aluekeräykseen). Samoin oli tehostettu tiedotusta saaneitten joukossa vähemmän niitä, jotka ei huuhdelleet lasi/metallipakkauksia, ei laittanut astiaan vain kirkasta lasia sekä ei vienyt värillisiä lasipakkauksia aluekeräyspisteeseen (kuvat 13 ja 14).



Kuva 13. Tiedotuksen vaikutus asukkaisiin.

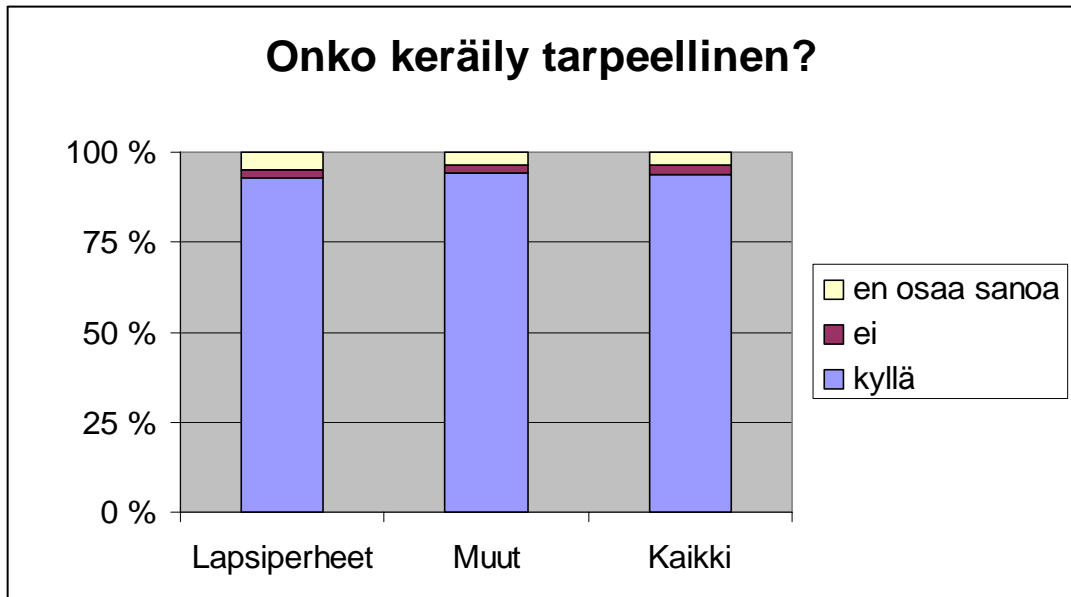


Kuva 14. Tehostetun tiedotuksen vaikutus asukkaisiin.

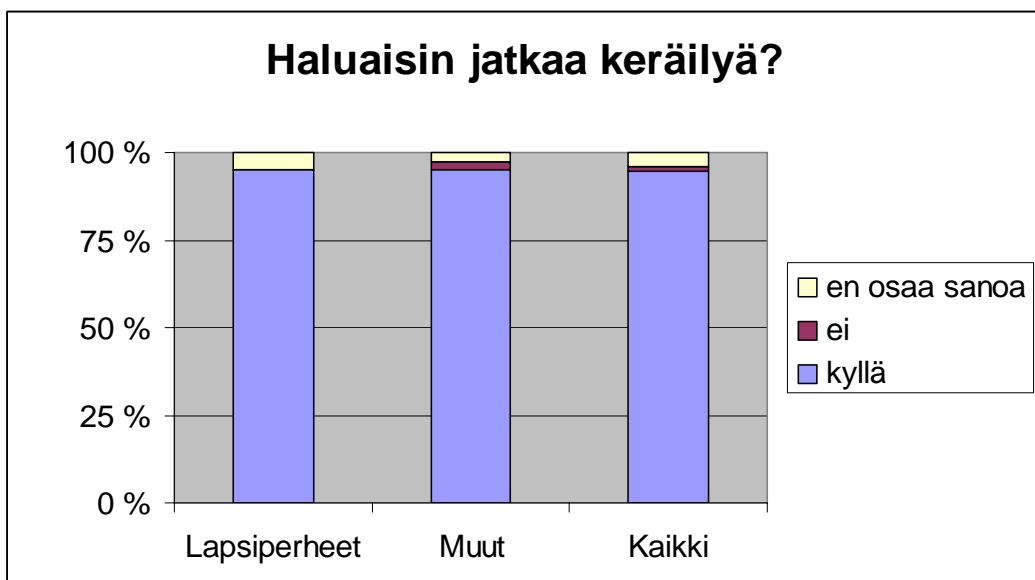
#### 4.3.6 Lapsiperheet

Tutkimuksen tuloksia tarkistettiin lisäksi lapsiperheitten osalta, joita vastanneitten joukossa oli 19 % (kuva 7).

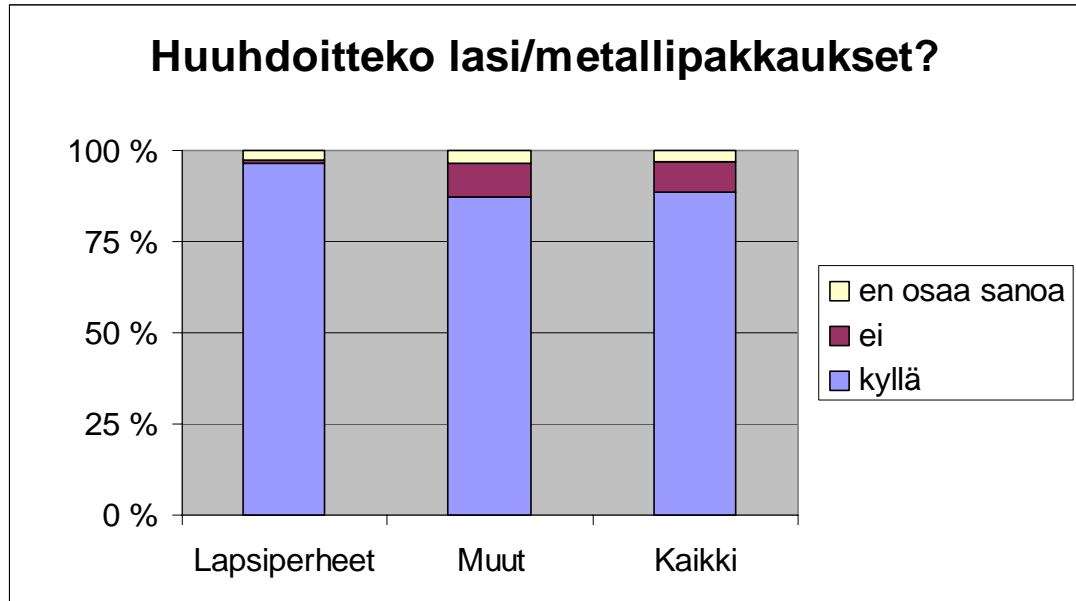
Lapsiperheiden vastaukset ovat hyvin yhteneviä muitten vastausten kanssa. Lapsiperheet olivat myös vähän huoleellisemmat astioitten huuhtelussa, yhteensä 96 % ilmoitti että he huuhtelevat lasi- ja pienmetallipakkaukset enne keräystä, muitten perheitten osalta huuhtelua ilmoitti 87 % vastaajista (tulokset kuvissa 15 – 17).



Kuva 15. Mielipidekyselyn tulos - Onko keräys tarpeellinen?



Kuva 16. Mielipidekyselyn tulos – Haluaisin jatkaa keräystä?



Kuva 17. Mielpidekyselyn tulos – Huuhdoitteko lasi/metallipakkaukset?

#### 4.4 Vastaajien kommentit keräyksestä

Vastaajien kommentit aihealueittain voidaan lajitella seuraaviin osiin:

- ohjeistuksen liittyvät kommentit,
- ehdotuksiin ja toivomuksiin,
- huomautuksiin,
- jätteiden lajitteluun ja
- kiitoksiin keräyksen järjestämisestä.

Ohjeistus:

- Selkeämmät ja yksityiskohtaisemmat ohjeet metallikeräysastiaan. Mitä saa laittaa ja mitä ei!
- Isännöitsijä ei tiedottanut asiasta eikä jakanut materiaaleja.
- Tiedottaminen ei ole mennyt perille. Metalliaastia on liian pieni. Keräysastiaa ei käydä tyhjentämässä riittävän usein.
- Pyydetään eri tiedotustilaisuutta palvelukeskuksen ja senioritalon asukkaille ja henkilökunnalle
- Pyydettiin ohjeet myös ruotsiksi
- Toivottiin tiukkaa ohjeistusta lisää (laiskoille). Keppi/porkkana systeemi.
- Neuvoja, miten järjestetään kotona lajittelu (5 astiako?)
- Ohjeistusta kaivataan tuikkukynttilöiden keräyksen suhteen – Saako laittaa tuikkukynttilöiden pohjat sekä pakastepussin kiinnikkeet metallikeräykseen?
- ”Jouduin itse internetistä etsimään ohjeistusta keräyksestä, tulostamaan ja laminoimaan ilmoituksen sekä laittamaan roskakatokseen. Isännöitsijän homma”.
- Toivottiin selkeitä värillisiä tarroja
- Lisää informaatiota, usealla tavalla, selkeästi

Ehdotukset/Toivomukset:

- Paristokeräys myös kiinteistökohtaiseksi
- Muovipakkauksille/-pulloille oma keräys

- Biojäteastioita lisää, energiajätteelle, ongelmajätteille, lumppuvaatteille omat keräysastiat. Kartongille keräysastia jokaiseen taloyhtiöön, käyttöaste suuri
- Elektroniikkajätteelle parempi keräysjärjestelmä
- ”Muiden keräyslaatikoiden keskittäminen Särkinimentien varteen oudostuttaa. Paikka syrjäinen autottomien ihmisten liikkumista ajatellen”
- ”Miksi keräyspisteiden paikkoja vaihdettiin, uusi paikka liian syrjässä?”
- Toivotaan enemmän tietoa siitä mitä kerätyille jätėjakeille tehdään
- Maito ja mehutölkit erilleen sekajätteestä
- Korttelikohtainen keräyspiste riittää
- Toisaalta toivottiin, että lasi/metalliastiat jäävät omaan lajittelupisteeseen

#### Huomautukset:

- Keräysastiat liian isot, taloyhtiölle jossa ainoastaan 20 asuntoa ja liian pienet suurille taloyhtiöille
- Keräysastiat eivät oikein mahdu, liian monta astiaa, 5 parkkipaikkaa meni noin vain. Ostoskeskuksessa on jo kaikki tarpeellinen keräys, kiinteistöllä jo nytkin astioita liikaa. Yleisökeräyspiste lähellä, ei tarvita kiinteistökohtaista keräystä
- Toivotaan enemmän jätteen erittelyä
- Kotona ei ole tilaa jätteen erittelylle
- Mitä lähempänä astiat sitä paremmin kierrätetään!
- Astioihin laitetaan myös kaikkea "kiellettyä"! Esimerkiksi muovipusseja, joilla tuotu lasiastioita, ym. Muovia.
- Maalipurkkeja on ilmaantunut astioihin
- Ulkomaalaiset/maahanmuuttajat eivät ymmärrä suomea, pitäisikö ohjeistaa esim. myös englanniksi.
- Koko roska-alue ala-arvoinen, epäsiisti
- Todennut, että sekajätteen määrä vähentynyt
- Voisiko naapuritalon tyhjennykset hoitaa samalla kertaa!
- Jos ei huuhtelee, tölkit ja lasipurkit haisevat kuvottavalle. Pitäisi painottaa huuhtelun tarpeellisuutta
- Lasi- ja metallijätteen pesemiseen kuluu paljon kuumaa vettä. Onko keräys kannattava, kuluuko turhaan dieseliä?
- Kun kiinteistössä on lasi- ja metallikeräykselle astiat tämä madaltaa kynnystä lajitella
- Biojätepusit kalliita

#### Jätteen lajittelu:

- Jotkut eivät osaa lajitella, vaan heittävät kaikki sekaisin!
- Keräys kyllästyttää, liian paljon lajiteltavaa
- Menevätkö lajitellut roskat todellakin kierrätykseen?
- Epäily, että nuoret heittävät kaikki sekajätteeseen
- Jotkut laittavat kannelliset lasipurkit lasiasiaan, pitäisi ohjeistaa minne kannet kuuluvat
- Pelko että lasit ja biojätteet päätyvät kuitenkin samaan paikkaan kuin sekajäte!
- Lajittelu vähentää tavallisten roskien määrää
- Pieni kynnös metallikeräykselle

**Kiitokset:**

- Ympäristöystävällinen käyttökokemus
- Useat vastaajat toivoivat keräyksen jatkuvaan myös kokeilun jälkeen. Toivottavasti ”Kierrätyskokeilu as oy” jatkuu
- Hyvää palvelua, kiitos.
- Kiitokset erityisesti pienmetalliasiatioista.

## 5 Päätelmät ja suositukset

### 5.1 Ekologisuuden arvio

Metallin keräys ja kierrätys yleensäkin koetaan mielekkääksi useasta syystä. Kierrätettävien raaka-aineiden käyttö vähentää neitseellisten raaka-aineiden tarvetta ja kiinteiden jätteiden kertymistä. Kierrätysmateriaalin käyttäjän kannalta jäteraaka-aine ei saa maksaa enemmän kuin vastaavat neitseelliset raaka-aineet ja toisaalta keräys, käsittely ja kuljetussuoritteet eivät saa aiheuttaa enemmän ympäristöpäästöjä kuin käyttämällä vastaavia neitseellisiä raaka-aineita.

Suoritettussa kokeilussa metallipakkauksien saanto oli keskimäärin 1,2 kg/asukas per vuosi, joka muuten olisi päätynyt kaatopaikalle. Keräys aiheuttaa joka tapauksessa ympäristökuormia. Logistisesti tehokkaasti hoidetussa keräyksessä ajokilometrit ja polttoaineen kulutus vähenevät jonka seurauksena vähentyvät myös päästöt ympäristöön. Kun keräys toteutetaan yhteiskeräyksenä lasipakkauksien kanssa, ympäristökuormitus ei juurikaan lisääny. Yhteiskeräyksessä keräyksen ympäristövaikutukset voidaan jakaa molemmille kerättäville jättejakeille volyymin suhteessa. Lisäksi kierrätysmetallin käyttö vähentää päästöjä ja energiankulutusta uusien tuotteiden valmistuksessa.

Kierrätykseen liittyy myös kokonaistaloudellisia tekijöitä, joita ei otettu tässä tarkastelussa huomioon. Esim. kierrätysasteen nosto säästää luonnonraaka-aineita, vähentää kaatopaikkakustannuksia, energiantarvetta teollisuudessa sekä ympäristökuormia.

### 5.2 Taloudellinen arvio

Tutkimuksessa tarkasteltiin metallin kiinteistökohtaiseen keräykseen liittyviä taloudellisia tekijöitä kolmen toimintamallin avulla. Tämä salli työn rajaamisen riittävän suppeaksi, joka puolestaan mahdollisti keskittymisen keräysjärjestelmän yksityiskohtien tarkasteluun. Kuitenkin metallin keräysjärjestelmä on huomattavasti laajempi kysymys kuin pelkästään kiinteistökohtainen fyysinen keräys; siihen liittyy useita tekijöitä sekä ennen keräystä että keräyksen jälkeen. Esimerkkinä keräyksen jälkeisistä tekijöistä ovat erilaiset hyötykäyttöön liittyvät kysymykset. Näitä kysymyksiä on tarkasteltu tässä tutkimuksessa, mutta niitä ei ole sisällytetty keräyksen kustannusmalleihin. Lisäksi malleissa ei ole arvioitu yleiskeräyksen taloudellisia vaikutuksia.

Tutkimuksen aineiston perusteella on melko helppoa arvioida, miten keräys tulisi toteuttaa. Esitämme seuraavaksi yhteenvedona tärkeimmät johtopäätökset.

## **Keräyksen kustannukset**

Kun keräys toteutetaan valikoivasti, kustannus/asukas sekä kustannus/tonni vaikuttaa kohtuulliselta ollen edullisimmassa vaihtoehdossa 0,4 euroa/asukas. Kun lasi ja metalli kerätään yhdessä, kustannus laskee noin 40 – 50 % edellisestä.

Oikein toteutettuna keräyksen ajokilometrit ovat kohtuulliset. Ajokilometrien (ja ajamiseen käytettävän ajan) minimoiminen on tehokkaan keräyksen edellytys. Tässä on kaksi keskeistä tekijää. Ensinnäkin lähtökohtaisesti vain tietyn täyttöasteen (esimerkiksi 80 %) ylittävät astiat tyhjenetään. Tämä edellyttää asukas-käyttäytymisen tuntemista ja tutkimuksen perusteella asunto-osakeyhtiön koko ja asukkaiden lukumäärä ovat melko hyvät indikaattorit kertyvästä määrästä. Toiseksi erilaisten siirtymämatkojen minimointi on tärkeitä. Keskeinen kysymys on, mihin ja milloin keräysauto tulee tyhjentää. Tutkimuksessa on esitetty ratkaisuksi ns. välivarastoa, jonka tulee sijaita loogisesti kuljettajan ajoreitin varrella, esimerkiksi varikolla.

Jatkokuljetus jatkokäsittelyyn kannattaa hoitaa keräyksestä erillisenä toimenpiteenä toimintaan tarkoituksenmukaisella kalustolla, jonka täyttöaste maksimoidaan.

## **Taloyhtiön optimaalinen koko**

Tutkimuksen alussa pohdittiin, mikä olisi sopiva taloyhtiön koko ja kokeilussa päädyttiin taloyhtiöihin, joissa on 20 tai enemmän asuntoa. Tutkimuksen aikana harkittiin, kannattaisiko minimiraja nostaa suuremmaksi.

Pienempien taloyhtiöiden saanto oli alhainen, mutta tästä huolimatta näiden sisällyttäminen keräysjärjestelmään on perusteltua. Keräys kannattaa toteuttaa sillä lailla, että asunto-osakeyhtiöt luokitellaan keräyssaannon mukaan tutkimuksessa esitettyihin luokkiin. Taloyhtiöt voivat myös itse määrittellä keräysluokan kuljetusliikkeen kanssa ja siten vaikuttaa astioiden keräystiheyteen.

Taloyhtiön optimaaliseen kokoon vaikuttaa olennaisesti, kuka maksaa keräyksestä aiheutuneet kustannukset. Jos taloyhtiöt maksavat kustannukset itse, raja voisi olla alhainen, esimerkiksi kokeilussa asetettu 20 asuntoa. Jos puolestaan yhteiskunta maksaa keräyskustannukset, ja jos talokohtainen keräyksen minimimäärä on 3 keräystä vuodessa, nostamalla raja 40 asunnoksi ja/tai 60 asukkaaksi, saadaan keräyksen välittömät kustannukset laskemaan hieman alle 50 %. Kuitenkin kun kustannus on noin 7 euroa, tyhjennystä kohti, talokohtaista kustannusta ei voida pitää kohtuuttomana. Tätä vahvistaa se, että kokeilun jälkeen noin 80 % tavoitteista taloyhtiöistä jatkoi keräystä maksullisena.

## **Lasin ja metallin yhteiskeräys**

Metalli ja lasi kannattaa kerätä yhdessä. Teho on paras mahdollinen silloin kun molempien välivarastot sijaitsevat samassa paikassa. Yhteiskeräyksen kustannusvaikutus on noin 40 – 50 % säästöä erilliskeräykseen verrattuna.

## **Keräys pääkaupunkiseudulla**

Keräysjärjestelmän laajentaminen koko pääkaupunkiseudulle on mahdollista.

Yhden keräysalueen optimaalinen koko on noin 20 000 kerrostaloasukasta. Tässä riittää valikoiva tyhjennys noin yhden kerran kuukaudessa (neljän viikon välein) (tutkimusalueella oli noin 40 000 asukasta ja se edellyttää teoriassa kaksi tyhjennystä). Jos arvioidaan, että tällaisia alueita olisi pääkaupunkiseudulla noin 20 – 25 kpl, silloin tarvittaisiin korkeintaan kaksi autoa hoitamaan koko pääkaupunkiseudun lasi- ja metallikeräys. Toisaalta, tämän tutkimuksen jälkeen lasipakkausten ja pienmetallin keräystä on jatkettu ja keräysmäärät ovat edelleen kasvaneet, joten käytännössä autoja voidaan tarvita enemmän.

### **Valtakunnallinen keräys**

Kiinteistökohtaista valikoivaa keräysjärjestelmää voidaan soveltaa myös pienemmissä kaupungeissa, joissa asukasluku ja asuntotyyppien rakenne vastaa edellä mainittuja.

Käytännössä syntyy ongelma keräysauton hyödyntämisestä muuna aikana, noin 20 – 22 työpäivänä kuukaudessa, jolloin autolle tulee löytää muuta käyttöä.

## **5.3 Vaikutus asukkaisiin**

Keräysalueen asukkaat suhtautuivat myönteisesti kiinteistökohtaiseen metallin keräykseen. Asukkaat eivät kokeneet keräystä mitenkään häiritseväksi. Kyselyyn mukaan melkein kaikki vastaajista ilmoitti että he pitivät huolta metallipakkauksen puhtaudesta huuhtelemalla ne ennen keräykseen laittamista. Tämä puolestaan vaikutti siihen, että pakkauksien keräyksessä ei todettu erityisiä hajuhaittoja.

Loppupäätelmänä voidaan todeta, että vastaajien mielestä kiinteistökohtainen lasipakkausten- ja pienmetallikeräys oli heille positiivinen kokemus ja keräyksen haluttiin jatkuvaan myös tämän kokeen jälkeen.