



# Lasipakkausten keräysjärjestelmän tehostaminen ja lasin hyötykäytön ympäristövaikutukset

Yhteenveto

# **Lasipakkausten keräysjärjestelmän tehostaminen ja lasin hyötykäytön ympäristövaikutukset.**

Yhteenveto

YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta

Opastinsilta 6 A

00520 Helsinki

puhelin (09) 156 11

faksi (09) 156 1369

[www.ytv.fi](http://www.ytv.fi)

Lisätietoja: Marjut Mäntynen, puhelin 156 1385  
[marjut.mantynen@ytv.fi](mailto:marjut.mantynen@ytv.fi)

Kansikuva: YTV / Kai Widell

Painopaikka Valopaino

Helsinki 2007

## Tiivistelmäsiivu

Julkaisija: YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta			
Tekijät: Sirje Vares ja Jarkko Lehtinen			Päivämäärä 30.5.2007
Julkaisun nimi: Lasipakkausten keräysjärjestelmän tehostaminen ja lasin hyötykäytön ympäristövaikutukset. Yhteenveto.			
Rahoittaja / Toimeksiantaja: YTV Jätehuolto			
Tiivistelmä:			
<p>Lasipakkausten kierrätysjärjestelmä on hoidettu Suomessa tehokkaasti keräämällä lasipakkauksia uudelleentäyttöön sekä käyttämällä lasipakkauksia uusien lasipakkausten ja lasivillan valmistuksessa. Suomessa kierrätys on pääasiallisesti hoidettu pantillisen järjestelmän avulla. Uudelleentäytön lisäksi, joka vuosi tulee markkinoille ainakin noin 70 000 tn lasipakkauksia hyötykäytettäväksi muualla. Siitä osaa hyödynnetään jo nykyään, mutta kuitenkin lasipakkauksia päättyy myös kaatopaikalle. Jotta arvokas lasiraaka-aine voitaisiin tehokkaasti hyödyntää, tarvitaan tehokkaampia keräysjärjestelmiä.</p> <p>Tämä tutkimus keskittyy lasipakkausten keräysjärjestelmän tehostamiseen pääkaupunkiseudulla. Keräyksen ekotehokkuutta ei voida päätellä ainoastaan keräysjärjestelmän avulla vaan tutkimuksessa on otettu huomioon kaikki prosessissa osallistuvat tahot ja heidän toimintaa. Täten tutkimus sisältää myös lasipakkausten hyödyntäjien toimintoja, kuten uusien lasipakkausten valmistusta, lasivillan valmistusta, villan ja lasipakkausten valmistuksessa käytettyjen luonnon raaka-aineiden valmistusta sekä käytetyn keräyslasin puhdistusta ja lisäksi kaikkia kuljetussuoritteita (keräyksestä hyödyntäjille).</p> <p>Tuloksessa esitetään ekologinen sekä taloudellinen vertailu lasipakkausten nykyisestä keräysjärjestelmästä ja hyötykäytöstä – nykytilanne, lasipakkausten keräyksen tehostamisesta – kiinteistökohtainen keräys, sekä tilanteesta, jossa lasipakkauksia ei kerätä ollenkaan – ei keräystä. Tulosta voidaan käyttää lasipakkausten keräysjärjestelmän uudistamisessa päätöksenteon tukena.</p>			
Avainsanat: Lasipakkausten keräys, logistiikka, hyödyntäminen, ympäristövaikutukset			
Sarjan nimi ja numero: YTV:n julkaisuja 16/2007			
ISSN 1796-6965	ISBN 978-951-798-646-5 (nid.) ISBN 978-951-798-647-2 (pdf)	Sivuja: 28 s	Kieli: Suomi
YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta PL 521, 00521 Helsinki, puhelin (09) 156 11, faksi (09) 156 1369			

# Sisällysluettelo

Tutkimuksen tavoite .....	5
1 Tausta.....	5
1.1 Lasipakkaukset ja jätehuolto Suomessa .....	5
1.2 Keräyksen logistiikka.....	6
1.3 Lasipakkausten ympäristövaikutukset.....	7
1.4 Lasipakkausten hyödyntäminen .....	7
1.5 Lasipakkausten keräysjärjestelmän tehostaminen.....	8
1.6 Tutkimuksen menetelmät .....	9
1.6.1 Asukkaat.....	9
1.6.2 Kuljetussuoritteet.....	9
1.6.3 Ympäristövaikutukset .....	9
1.6.4 Taloudelliset vaikutukset .....	10
1.7 Keräyksestä.....	10
1.8 Esitetyt mallit .....	11
1.9 Keräyskustannukset .....	12
1.10 Keräyskustannusten jakautuminen käyttäjille.....	13
1.11 Lasin ja metallin yhteiskeräys.....	14
1.12 Lasin keräysmäärät vuoden ajalta.....	15
2 Ympäristövaikutukset.....	16
2.1 Keräyksen ympäristövaikutukset.....	16
2.2 Hyödyntämisen ympäristövaikutukset .....	19
2.2.1 Lasivillan valmistus.....	19
2.2.2 Lasipakkausten valmistus .....	20
2.2.3 Lasikeräyksen ja hyödyntämisen skenaariot.....	22
3 Asukaskysely .....	23
3.1 Keräysjärjestelmän haitat (melu ja haju) .....	23
3.2 Keräysjärjestelmän tarpeellisuus.....	24
3.3 Värillisten lasipakkausten käsittely .....	24
4 Päätulokset.....	25
4.1 Ekologisuuden arvio .....	25
4.2 Vaikutus asukkaisiin .....	26
4.3 Taloudellinen arvio .....	27
4.3.1 Keräyksen kustannukset .....	27
4.3.2 Lasin puhtaus .....	28
4.3.3 Keräyksen tehostuminen.....	28
4.3.4 Taloyhtiön optimaalinen koko.....	28
4.3.5 Lasin ja metallin yhteiskeräys.....	28
4.3.6 Keräys pääkaupunkiseudulla .....	29
4.3.7 Valtakunnallinen keräys .....	29

# Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ja tuloksien perusteella laatia koealueen taloudelliset, ekologiset sekä yhteiskunnalliset vaikutukset kiinteistökohtaisen lasipakkauskeräyksen osalta. Tutkimuksen peruskysymys oli kannattaako kiinteistökohtainen keräys koko pääkaupunkiseudun alueella ja mitkä ovat kiinteistökohtaisen keräyksen vaikutukset asukkaisiin sekä ympäristöön? Keräyksen ekotehokkuutta ei voida päätellä ainoastaan keräysjärjestelmän avulla vaan selvityksessä on otettu huomioon kaikki prosessissa osallistuvat tahot ja heidän toimintaa. Täten tutkimus sisältää myös lasipakkausten hyödyntäjien toimintoja, kuten uusien lasipakkausten valmistusta, lasivillan valmistusta, villan ja lasipakkausten valmistuksessa käytettyjen luonnon raaka-aineiden valmistusta sekä käytetyn keräyslasiin puhdistusta ja lisäksi kaikkia kuljetussuoritteita (keräyksestä hyödyntäjille).

Tuloksena esitetään ekologinen sekä taloudellinen vertailu

- o lasipakkausten nykyisestä keräysjärjestelmästä ja hyötykäytöstä – nykytilanne,
- o lasipakkausten keräyksen tehostamisesta – kiinteistökohtainen keräys,
- o sekä tilanteesta, jossa lasipakkauksia ei kerätä ollenkaan – ei keräystä.

Tulosta voidaan käyttää lasipakkausten keräysjärjestelmän uudistamisessa päätöksenteon tukena.

## 1 Tausta

### 1.1 Lasipakkaukset ja jätehuolto Suomessa

Pakkausjätteen kierrätyksen ja hyötykäytön kehittämisellä 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.

Kestävä kehitys tarkoittaa maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuvaa jatkuvaa ja ohjattua yhteiskunnallista muutosta, jonka päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet. Kestävä kehitys tarkoittaa myös, että ympäristö, ihminen ja talous otetaan tasa-vertaisesti huomioon päätöksenteossa ja toiminnassa.

Lasipakkausten kierrätysjärjestelmä on hoidettu Suomessa tehokkaasti keräämällä lasipakkauksia uudelleentäyttöön sekä käyttämällä niitä uudestaan muussa teollisuudessa uusien lasipakkausten ja lasikuidun valmistuksessa. Suomessa kierrätys on hoidettu pantillisen järjestelmän avulla. Pakkausalan Ympäristörekisteri PYR Oy kerää tietoja markkinoille toimittamista pakkauksista 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) lasipakkauksia käytetään yhteensä 308 800 tonnia, josta uudelleen käytetään täyttämällä 241 400 tonnia (78 %). Jäljelle jäävästä erotuksesta, 67 400 tonnista kerätään 50 000

tonnia ja hyödynnetään noin 40 000 tn muussa teollisuudessa. Tästä seuraa, että kerätystä lasista jää käyttämättä noin 10 000 tonnia ja lisäksi 17 000 tonnia päätyy sekajätteen joukossa kaatopaikalle.

Pääkaupunkiseudulla tehtiin YTV:n toimesta vuosina 2003 – 2004 kotitalouksien sekajätteen määrä- ja laatu tutkimus<sup>1</sup>, jonka mukaan kotitalouksista kaatopaikalle päätyi noin 6,2 kg/asukas lasijätettä. Tämän mukaan Suomessa vuosittain kaatopaikalle päätyy noin 30 000 tn lasijätettä suoraan kotitalouksista. Vertaamalla tilastoja (17 000 tonnia) ja ylempänä olevaa YTV:n tutkimustulosta (30 000 tonnia), ero on noin 13 000 tonnia. Näyttää siltä, että tilastoissa on epätarkkuuksia. Tätä vahvistaa hyödyntäjiltä saadut tiedot lasin käyttömääristä, sen mukaan hyötykäyttävä määrä oli noin 20 000 tonnia suurempi kuin tilastoitu (määrä oli vuonna 2006). Ero saattaa johtua esimerkiksi laskentaperusteiden pienistä vaihteluista, tuontilasista sekä muista tilastoihin sisällyttämättömistä eristä.

Lasipakkausten keräys Suomessa on järjestetty tehokkaasti kaupan ja Alko:n keräyspisteiden kautta, lisäksi Suomessa on käytössä myös aluekeräysjärjestelmä, jossa kerätään niin värillisiä kuin kirkkaita lasipakkauksia. Lasipakkauksien keräysmäärät ovat olleet kasvussa. Jotta suoraan kaatopaikalle siirtyvää jättemäärää voitaisiin vähentää, tarvitaan lasipakkausten keräysjärjestelmän muuttamista tehokkaammaksi ja uusien hyötykäyttökohteiden kehittämistä. Jos hyötykäyttöä muussa teollisuudessa ei olisi lainkaan, arvio on että kaatopaikoille päätyisi vuosittain jopa 70 000 – 80 000 tonnia pakkauslasia.

Virallisten tilastojen mukaan lasin keräysaste Suomessa on tällä hetkellä korkeampi kuin EU:n määrittelemä hyötykäyttötavoite, kuitenkin EU:n määrittämässä direktiivissä, jotka on toteutettava viimeistään 31 päivänä joulukuuta 2008, lasipakkausjätteen hyötykäyttötavoite kasvaa ja tulee olemaan 60 paino-%.

## 1.2 Keräyksen logistiikka

VTT:n aikaisemmissa teoreettisissa tutkimuksissa on lasin keräystä tarkasteltu kolmen eri mallin avulla: kauppamalli, kiinteistökohtainen malli sekä yleisökeräysmalli. Kauppamallissa kuluttajat tuovat kerättävän lasin kauppojen yhteydessä toimiviin keräyspisteisiin, kuluttajamallissa keräyspisteet ovat asukkaiden nykyisten jättepisteiden yhteydessä. Yleisökeräysmallissa lähtökohtana oli vallitseva käytäntö, missä keräyspisteet sijaitsivat 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. Keräysohjelmaan parhaaksi arvioidussa kiinteistömallissa on vaarana keräyskustannusten kohoaminen ylisuuriksi mikä puolestaan vaikeuttaa hyötykäyttöä. Kauppamallin puutteena puolestaan on tilakysymysten lisäksi mm. kaupan taloudelliset ja imagolliset kysymykset. Yleisökeräysmallin epäkohtana pidetään suhteellisen heikkoa keräysohjelmaa, lajitteluongelmaa sekä eräitä sivuvaikutuksia, kuten roskaantumista. Lasin kierrätys- ja keräysjärjestelmän tulee olla kehitetty

<sup>1</sup> Pääkaupunkiseudun kotitalouksien sekajätteen määrä ja laatu. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2004:13

kestäville periaatteille. Elinympäristömme kannalta yhdyskuntarakenteen ulkoiset puitteet sekä keräyksen ympäristövaikutukset ovat tärkeitä tekijöitä.

Lasin korkea keräystehokkuus ei ole itsetarkoitus, vaan hyötykäytön määrä sekä kuluttajien tavat ja tottumukset vaikuttavat siihen suuresti. Lisäksi keräyskustannukset asukasta kohden kasvavat jyrkästi harvaan asutuilla alueilla sekä pienissä taloyhtiöissä. Mm. näiden seikkojen johdosta keräyksen logistisen mallin suunnittelu ja testaaminen tulee tehdä sopusoinnussa muiden keräystavoitteiden kanssa. Logistiikkakustannusten lisäksi on otettava huomioon ympäristökysymykset ja erityisesti kuljetuskaluston lisääntyvän käytön päästökysymykset.

### 1.3 Lasipakkausten ympäristövaikutukset

Lasi on yksi nykyaikaisen yhteiskunnan tärkeistä materiaaleista. Tärkeitä ja perinteisiä käyttökohteita ovat olleet pakkaukset, erityisesti elintarvikepakkaukset, sekä ikkunat ja muut lasitukset. Yleisin lasityyppi on ”natronkalkki” – lasi, jota valmistetaan sulattamalla kvartsihiekkää ( $\text{SiO}_2$ ), soodaa ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ja kalkkikiveä ( $\text{CaCO}_3$ ) sekä eräitä lisäaineita.

Lasin valmistuksen ympäristövaikutukset ovat suuria erityisesti  $\text{CO}_2$ -,  $\text{NO}_x$ - ja  $\text{SO}_2$ - päästöjen osalta, johtuen energia intensiivisestä prosessista ja valmistusprosessin käyttämästä korkeasta lämpötilasta. Valmistusprosessista syntyy lisäksi pölypäästöjä ja raaka-aineiden epäpuhtauksien johdosta kloridi-, fluoridi- sekä metallipäästöjä. Paras tapaa vähentää lasivalmistuksen ympäristövaikutuksia on käyttää tehokkaampia uuneja, jolloin saavutetaan parannusta päästöprofiileissa, mutta samalla aiheutetaan lisää kustannusseuraamuksia.

Lasipakkausten paremmalla hyödyntämisellä voidaan vaikuttaa ympäristöön. Kuitenkin Suomessa lisähyödyntämispotentiaali nykyisten hyödyntäjien osalta on vähäinen, tarvitaan uusia lasi-raaka-aineen hyödyntäjiä. Toisaalta jos lasipakkausten uusia hyödyntäjiä löytyy, tarvitaan myös lasin keräysjärjestelmän uusimista, jotta lasipakkauksia saataisiin enemmän talteen.

### 1.4 Lasipakkausten hyödyntäminen

Lasia voidaan kierrättää uusiksi tuotteiksi periaatteessa loputtomasti ilman, että sen kemialliset tai fysikaaliset ominaisuudet merkittävästi muuttuvat. Ihanne tapauksena voidaan kuitenkin pitää tilannetta, jossa kierrätyslasista valmistetaan samaa tuotetta kuin mistä se on peräisin, koska lasityyppien kemialliset koostumuserot rajoittavat kierrättämistä eri lasityyppien välillä. Myös väri vaihtelu haittaa kierrätetyn lasin hyödynnettävyyttä, vaikka eriväristen lasien kemialliset koostumuserot ovatkin vähäisiä.

Kansainvälisesti ottaen merkittävin kierrätyslasin hyödyntäjä on perinteisesti ollut pakkauslasiteollisuus. Sen osuus kierrätyslasin hyötykäytöstä on monissa maissa jopa luokkaa 80 %. Kierrätyslasin käyttöä voitaisiin alalla kuitenkin edelleen selvästi lisätä edellyttäen, että lasi täyttää teollisuuden laatuvaatimukset.

Pakkauslasin valmistusmäärät ovat läntisessä maailmassa vakiintuneet viime vuosien aikana, eikä kasvun tulevinakaan vuosina odoteta olevan merkittävää, mikä osaltaan rajoittaa kierrätyslasin hyödyntämismäärien voimakasta lisäämistä sekto-

rilla. Toinen rajoittava tekijä monissa maissa, myös Suomessa, on se, että vihreän lasin osuus kierrätyslasiavirrasta on selvästi suurempi kuin sen osuus kyseisen maan tuotannosta, mistä seuraa, että toisaalta laatuvaatimukset myös väriltään täyttävää kierrätyslasiä ei ole riittävästi saatavilla ja että toisaalta osaa kierrätyslasiä ei voida pakkauslasituotannossa lainkaan hyödyntää.

Lasivillan valmistus on toinen teollisuudenala, jossa kierrätyslasiä on käytetty merkittäviä määriä. Suomessa lasivillateollisuus on suurin kierrätyslasiin hyödyntäjä. Muun kuitulasin valmistuksessa laatuvaatimukset ovat niin tiukkoja, että ulkopuolisen kierrätyslasiin käyttäminen valmistuksessa ei ole mahdollista.

Kierrätyslasiin osuus lasivillan valmistuksessa voi enimmillään olla 80 – 85 %:n luokkaa. Lasivillan valmistukseen kelpaa sekä kirkas että vihreä lasi. Ruskeaa lasia ei mielellään käytetä, koska sen sisältämä rauta voi aiheuttaa tuotannossa vaahtoamisongelmia. Kierrätyslasiin nostaminen korkeammaksi kuin noin 85 % taas aiheuttaa laatuongelmia kuidutuksessa, koska lasimassan viskositeetti tulee liian alhaiseksi.

Suomessa kerättyjen lasipakkausten hyötykäyttö on tällä hetkellä rajallista. VTT:n tutkimuksen mukaan<sup>2</sup> 20 000 tn lasipakkausta voitaisiin hyödyntää lisää esim. uusien lasipullojen valmistuksessa, jos keräysmääriä kasvatetaan ja pakkauslasin laatuvaatimukset täyttyisivät. Lasipakkausten keräysmääriä voidaan kasvattaa esim. kiinteistökohtaisen keräyksen ansiosta. Oletuksena on että puhtausvaatimukset täytetään keräämällä kirkasta lasia kiinteistökohtaisesti ja lisäksi ennen hyödyntämistä lasi vielä puhdistetaan. Lasin perinteisen hyötykäytön rinnalle tarvitaan myös uusia lasipakkausten hyödyntämiskohteita, jotta saataisiin tehokkaasti hyödyntää kaikenlaista lasitavaraa, jopa sellaista mikä ei kelpaa nykyisille hyödyntäjille laatuvaatimuksien takia.

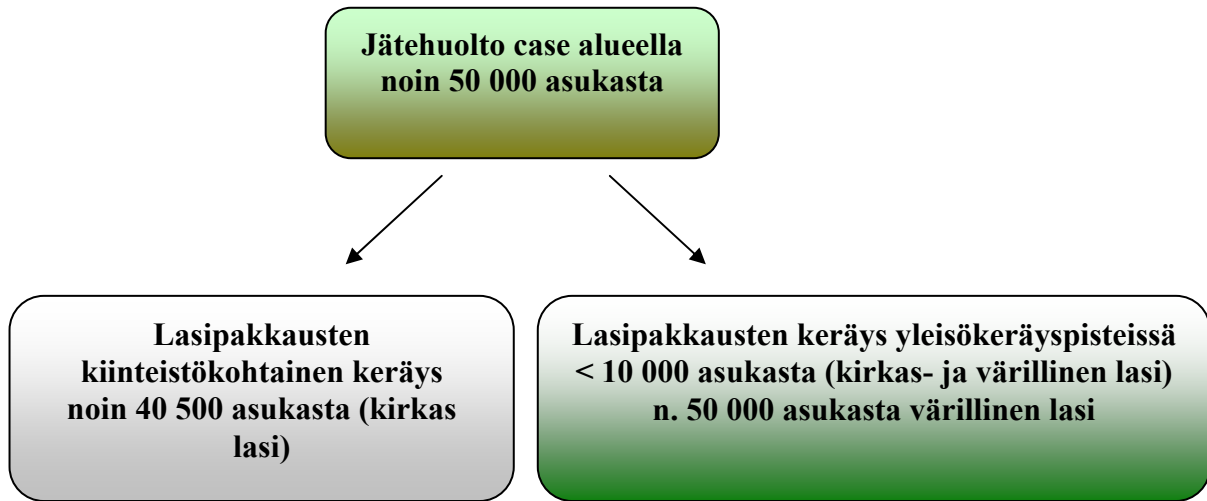
## 1.5 Lasipakkausten keräysjärjestelmän tehostaminen

Lasipakkausten keräysjärjestelmän tehostamista selvitettiin kiinteistökohtaisena keräyksenä nojaten aikaisempaan VTT:n tutkimukseen. Lähtökohtana oli, että lasipakkausten keräystä uudistetaan valitulla koealueella kiinteistökohtaiseksi. Jotta tutkittavan alueen asukasmäärät olisivat korkeampia kuin aikaisemmassa tutkimuksessa tutkimusalueella laajennettiin ja koealueeseen kuuluivat tässä tutkimuksessa Lauttasaari, Meilahti, Munkkiniemi, Munkkivuori, Niemenmäki, Pikku-Huopalahti, Ruskeasuon ja osaa 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). Kiinteistökohtainen keräys järjestettiin vain kirkkaalle lasille. Tämä case alueen kokeilu edusti muokattua kiinteistökohtaista keräysjärjestelmää, jossa muiden kiinteistöjen osalta (muiden kuin yli 20 asunnon kiinteistöt) sekä värillisten lasien osalta lasipakkausten keräystä varten oli edelleen käytössä aikaisempi yleisökeräysjärjestelmä. Yleisökeräyspisteiden määrää alueella kokeen edetessä jouduttiin supistamaan, aluksi keräyspisteitä oli 18 kpl ja lopulta 7 kpl. Keräyspisteiden määrää vähennettiin koska yleisökeräyspisteitä käyttävä asukasmäärä pieneni kiinteistökohtaisen keräysjärjestelmän ansiosta. Lasipakkausten kiinteistökohtaist-

---

<sup>2</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.

a keräystä sekä yleisökeräystä aluekeräyspisteiden kautta hoiti koealueella Lassila & Tikanoja Oyj (L & T).



*Kuva 1. Koealueen asukasmäärät sekä lasinkeräys.*

## 1.6 Tutkimuksen menetelmät

Tutkimuksessa kerättiin aineisto sekä kiinteistökohtaisesta että yleisökeräyksestä. Tutkimusmenetelminä käytettiin kyselytutkimusta, ympäristövaikutusten laskentaa, skenaarioitten mallintamista, keräysjärjestelmän mallintamista sekä taloudellisia analyysejä (ajokilometrit sekä kustannukset). Tutkimuksen menetelmät voidaan jaotella tutkimuksen tavoitteiden suhteen koskien asukkaita, astioita, keräystä, ympäristöä ja taloudellisuutta.

### 1.6.1 Asukkaat

Kiinteistökohtaisen lasipakkauskeräysjärjestelmän vaikutukset asukkaisiin tutkittiin kyselytutkimuksen avulla. Tutkimuksessa selvitettiin neuvonnan vaikutusta keräyksen saantoon ja kerätyn lasin puhtauteen, asukkaitten mielenkiintoa jatkaa lasipakkausten keräystä sekä havaitsivatko asukkaat keräyksen olevan jollain tavalla haitallinen (haju- ja meluhaitat). Asukkaille annettiin myös mahdollisuus esittää keräyksestä omia mielipiteitä ja kokemuksia.

### 1.6.2 Kuljetussuoritteet

Kuljetussuoritteet kerättiin kokeen aikana ajopöytäkirjoihin. Tuloksina kerättiin tietoa ajomatkan pituudesta, polttoaineen kulutuksesta sekä joka keräyskohteen täyttöasteesta. Täyttöasteet kuljettaja ilmoitti silmämääräisen arvion perusteella. Joka kuorman tyhjennyksen yhteydessä mitattiin myös kuorman koko punnitsemalla.

### 1.6.3 Ympäristövaikutukset

Lasipakkausten keräys, kuljetuksen, puhdistuksen sekä hyötykäytön (uusien lasipakkausten valmistuksen, lasivillan valmistuksen ja käyttö betoniteollisuudessa) ympäristövaikutukset selvitettiin standardoidun elinkaariarvioinnin menetelmällä (Life Cycle Assessment, LCA). Ympäristövaikutusten arvioinnin lähtötietoina

lasipakkausten hyödyntäjien osalta käytettiin pääasiallisesti aikaisempia tutkimustuloksia, kirjallisuustietoja sekä valmistajan ilmoittamia tietoja. Vaihtoehtoisena lasimurskeen hyödyntämiskohteena käsiteltiin sovellusta betoni-teollisuudessa. Tämän sovelluksen ympäristövaikutuksista ei ollut kirjallisuustietoja saatavana, joten ympäristövaikutusten tulos laskettiin vain hyvin karkeana arviona.

Kiinteistökohtaisen- sekä yleisökeräyksen ympäristövaikutukset selvitettiin tutkimuksessa koealueen keräyskuljetustuloksien pohjalta. Lasinkeräyksen ympäristövaikutusten laskennassa käytettiin VTT:ssä toteutettua Suomen liikenteen pako-kaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmää LIPASTO:a<sup>3</sup>. Siinä litra-kohtainen päästökerroin määräytyy ajoneuvoyhdistelmätyypin, katuajo-osuuden, Euroluokan ja yhdisteen mukaan. Laskennassa käytettiin autoluokka KA 32 t ja autojen päästötaso oli Euro 3 (1999 – 2004). Polttoaineen kulutustiedot saatiin case alueen keräyskuljetuksien suoritteista.

Ympäristövaikutusten vertailutulokset on esitetty lasipakkausten keräys- ja hyötykäyttökkenaarioitten avulla. Keskeisinä ympäristövaikutuksien indikaattoreina käytetään luonnon materiaaliressurssien kulutusta, energian kulutusta sekä kasvihuonepäästöjä ja kiinteitä jätteitä kaatopaikalle.

#### 1.6.4 Taloudelliset vaikutukset

Taloudelliset vaikutukset arvioitiin edellä selostettujen skenaarioiden aiheuttamat kustannusvaikutukset. Hyödynnettiin edellisten sekä tämän tutkimuksen tuloksia. Arvioitiin mikä on keräyksen kannalta optimaalinen asunto-yhtiön koko.

### 1.7 Keräyksestä

Keräys toteutettiin 634 keräyspisteessä siten, että alkuvuonna 2006 tammikuusta kesäkuun loppuun kerättiin jokainen kohde samalla kertaa sekä metallin että lasin osalta kerran kuukaudessa. 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 vuositasolla tapahtuva tasainen keräys.

Koska edellisessä tutkimuksessamme laskettiin keräyksen kustannusvaikutuksia simuloimalla, tämän tutkimuksen tärkein tavoite oli tarkastella koko keräystä systeeminä, missä arvioitiin:

- miten paljon koko tarkasteltava populaatio tuottaa lasia ja metallia,
- mikä on kannattavan keräyksen 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 keräys,

---

<sup>3</sup> [www.vtt.fi/lipasto](http://www.vtt.fi/lipasto)

- millaisia rajoitteita keräysauto aiheuttaa keräykselle,
- mitkä ovat kuljettajan näkemykset keräyksestä?

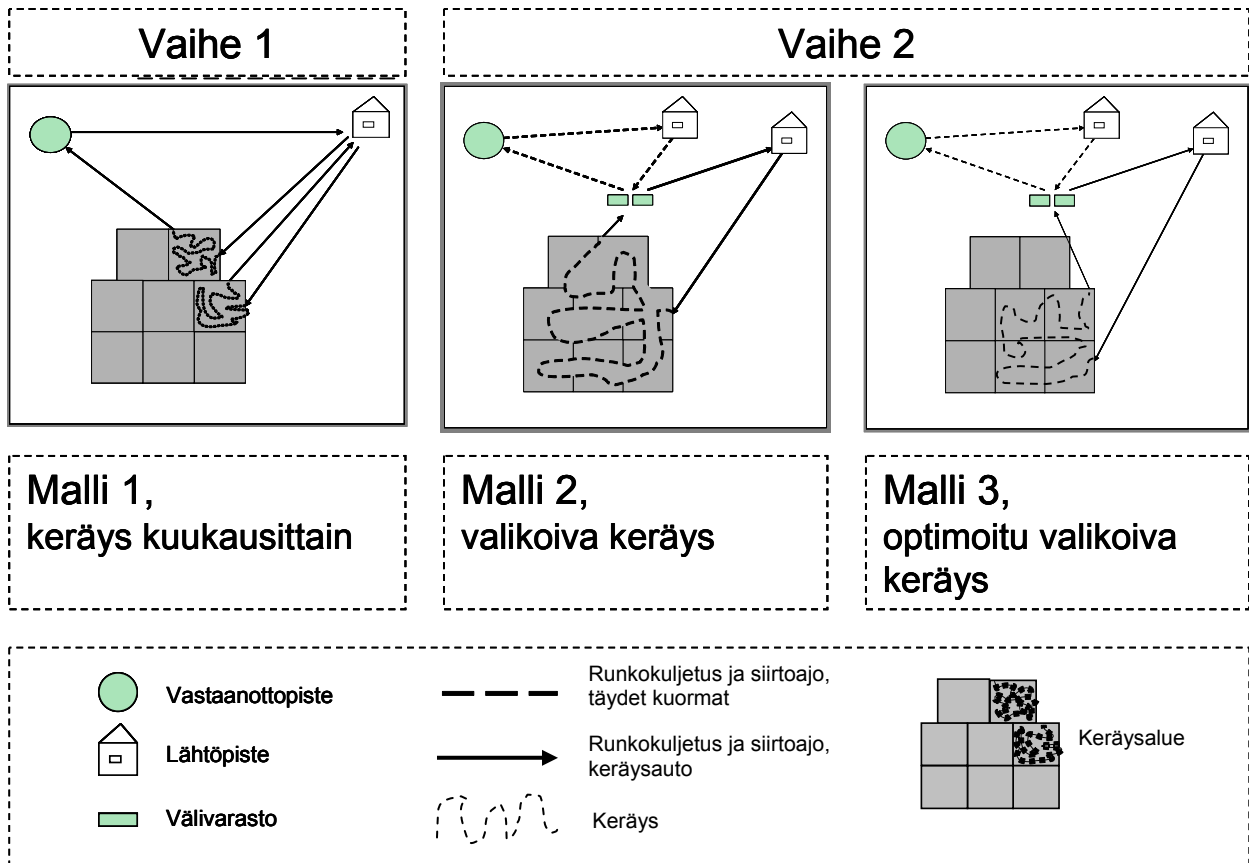
Tutkimuksessa tarkasteltiin kahden erityyppisen tuotteen keräystä. Vaikka näiden välillä on paljon yhtäläisyyksiä, erot vaikuttavat logistiseen tarkasteluun. Metallin hyötykäyttö on helpompaa kuin lasin. Tämä johtuu mm. siitä, että lähes kaikki metalli voidaan hyödyntää ja erotella melko helposti toisistaan. Lisäksi kaikki hyödynnetty metalli menee kaupaksi, jos vain hinta on sopiva. Lasi on keräyksen näkökulmasta huomattavasti vaativampi. Eri lasityyppien erottelu on yleisesti lähes välttämätöntä, mutta erottelu on vaikea ja kallis toimenpide. Lisäksi tällä hetkellä ei vielä ole selvää, voidaanko ylipäänsä kaikki kerätty lasi hyötykäyttää, koska markkinat ovat ainakin osittain täynnä. Näiden seikkojen johdosta kummankin tuotteen jatkohyödyntäminen 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.

## 1.8 Esitetyt mallit

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), tarvittiin kaksi keräyspäivää viikossa. Auto tyhjennettiin viikon jälkimäisen työpäivän jälkeen. Koska auto oli tyhjä kun ensimmäinen päivä alkoi, menetelmän avulla saatiin kahden päivän tuotoksen tarkka paino rekisteröidyksi. Pian havaittiin, että auto ei täytynyt kahden työpäivän tuotoksella.

Valikoivassa mallissa (Malli 2 ja 3, kuva 2) 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 väli-varastointi – 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 tyhjenetään kumpikin kerran kuukaudessa. Tämän ansiosta mallissa 3 tyhjennyspisteiden välinen etäisyys lyhenee noin 20 km.



Kuva 2. Lasin ja metallin keräysmallit.

## 1.9 Keräyskustannukset

Keräyskustannukset<sup>4</sup> eivät välttämättä ole suorassa suhteessa ajokilometreihin, vaan tärkeimmät tekijät muodostuvat aikasidonnaisista tekijöistä. Alan kuljetusliikkeiden käyttämät veloitusvaihtoehdot 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.

<sup>4</sup> Laskelmat sisältävät vain välittömät keräyksestä aiheutuvat kustannukset (esim. astiavuokra, jätemaksut ja siirtokustannukset eivät sisälly laskelmiin)

Taulukko 1. Mallien mukaiset keräyskustannukset.

Kustannukset vuodessa	Malli 1			Malli 2			Malli 3		
Suorite	vakiot		YHT	vakiot		YHT	vakiot		YHT
Siirtymäajot (min / vko)	45	47	4781	45		1 406	45		1 406
Keräyskustannukset työpäivä <sup>5</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>6</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 1 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.

## 1.10 Keräyskustannusten jakautuminen käyttäjille

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). Keräyskustannus vaikuttaa varsin edulliselta (taulukko 2), asukasta kohden kustannus olisi vain 0,4 – 1,3 euroa vuodessa<sup>7</sup> ja asuntoa kohden kustannus olisi 0,6 – 2 euroa vuodessa. Laskelman perusteella voi päätellä, että keräyksestä aiheutunut kustannus on tuskin kynnyskysymys laajemman hyödyntämisen aloittamiselle.

Taulukkoon 2 on myös sisällytetty muita yksikkökustannuksia keräystonneista, litroista sekä tyhjennyksestä. Näistä tyhjennyskustannus vaihtelee eri mallien välillä 7 – 9,4 euron välillä. Ero saattaa vaikuttaa melko pieneltä, kun huomioidaan mallien väliset erot yleisemmin. Tämä johtuu siitä, että mallien väliset erot eivät muodostu keräystyön tehokkuuseroista vaan ”turhan työn” tekemisestä. Itse asiassa varsinainen keräys on mallissa 1 tehokkaampaa kuin Malleissa 2 ja 3, koska kuljettaja joutuu vähemmän ajamaan kilometrejä. Tämän vastapainona kuljettaja joutuu keräämään sellaisia astioita 5583 kappaletta, joista valtaosa on lähes tyhjiä kun malleissa 2 ja 3 kerätään vain lähes täydet astiat. Näiden määräksi on vuodessa arvioitu olevan 2357 kappaletta<sup>8</sup>.

<sup>5</sup> 7h x 63 € = 438 €; 438 € x 102 tp = 44625 €

<sup>6</sup> 1h x 63 € = 63€; 63 € x 51 tp = 3188 €

<sup>7</sup> Laskelmat sisältävät vain välittömät keräyksestä aiheutuvat kustannukset (esim. astiavuokra, jätemaksut ja siirtokustannukset eivät sisälly laskelmiin)

<sup>8</sup> Luku poikkeaa hieman aiemmin esittämistämme (196 vs.176 tyhjennystä / kk). Ero johtuu käytetystä varmuuskertoimesta, missä astia katsotaan täydeksi, kun astia on 80 % täysi.

Taulukko 2. 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	131		401		133		126
Litraa kohden	393 309		0,13		0,04		0,04
Kiloa kohden	131 235		0,40		0,13		0,13
Tyhjennystä kohden		5 583	9,42	2 357	7,42	2 357	7,03
Asuntoa kohden	26 238		2,00		0,67		0,63

## 1.11 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 puristamatonta jätettä, ja koska ne tyypillisesti kertyvät talokohtaisesti yhtä suurina erinä, keräysrytmi voidaan suunnitella yhdessä. Oheisessa taulukossa 3 on arvioitu yhteiskeräyksessä syntyvät ajokilometrit vuodessa.

Taulukko 3. 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 4.

Taulukko 4. 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 metal-

lille, ja verrataan mallin 3 vastaavaa kustannusta, 16 563 euroa, nähdään, että ero – säästö – on noin 40 %.

## 1.12 Lasin keräysmäärät vuoden ajalta

Seuraavassa taulukossa (taulukko 5) esitetään kaiken tutkimuksessa mukana olleen lasin kertymä tutkimusalueella. Aineisto on kerätty vuosilta 2005 ja 2006. Tulokset on ryhmitelty kahteen osaan, alkuvuosi sekä loppuvuosi. Tämä jaottelu on tehty siksi, että se mahdollistaa melko luotettavan mittaamisen siirtymäkausille. Ensinnäkin, on tyypillistä, että vuoden vaihteen molemmilla puolilla keräyksessä on taukoja, minkä johdosta kuukausikohtainen tarkastelu ei välttämättä anna luotettavaa kuvaa kehitystrendistä. Toiseksi, yleinen keräysrytmi tapahtuu neljän viikon rytmissä, minkä johdosta vuodessa on 13 jaksoa normaalin 12 sijasta. Tämän johdosta ääritapauksissa johonkin kuukauteen saattaa sisältyä vain kolme viikon jaksoa ja johonkin toiseen puolestaan viisi. Kolmanneksi, ja tärkein syy oli se, että suuri osa yleisökeräyksen astioista poistettiin vuoden 2006 kesäkuun jälkeen ja samanaikaisesti kiinteistökohtaisen keräyksen systeemi muutettiin. Näiden vuoksi katsoimme, että tarkkajakoisempi luokittelu olisi johtanut lukuisiin tulkinnallisiin ongelmiin ja heikentänyt tulosten tulkintaa.

*Taulukko 5. Lasin kertyminen yhteensä ja asukasta kohden 2005 – 2006.*

Lasin kertyminen eri vuosina	2005			2006		
	1-6	7-12	Yhteensä	1-6	7-12	Yhteensä
<b>Lasi yhteensä, kg</b>						
Yleisökeräys						
-koko testikauden mukana olleet	23 086	19 769	42 855	13 389	19 351	32 740
-poistettiin 6/7/ 2006	25 283	21 179	46 462	14 990	0	14 990
Yleisökeräys yhteensä	48 369	40 948	89 317	28 379	19 351	47 730
Kiinteistökohtainen keräys						
	0	0	0	55 980	75 255	131 235
Yhteensä	48 369	40 948	89 317	84 359	94 606	178 965
Asukasta kohden, kg	0,967	0,819	<b>1,786</b>	1,687	1,892	<b>3,579</b>

Taulukosta näkee, että vuonna 2005 lasin tuotos oli yhteensä noin 90 000 kg. Asukasta (50000) kohden tämä on 1,786 kg. Vuonna 2006 määrä on lähes kaksinkertaistunut ollen hieman alle 180 000 kiloa. Vuonna 2005 kaikki lasi on kertynyt yleisökeräyspisteiden kautta ja määrä on vaikuttanut melko tasaiselta. Vuonna 2006 on yleisökeräyksen määrä laskenut selvästi ollen noin puolet edellisen vuoden määrästä. Lisäksi käytöstä on poistunut 13 yleisökeräyspistettä joiden tuotos on myös poistunut tai siirtynyt muihin keräyskohteisiin. Samanaikaisesti on kiinteistökohtainen keräys alkanut, ja tämän seurauksena lasin yhteenlaskettu tuotos on kasvanut lähes kaksinkertaiseksi. Asukasta kohden vuoden 2006 aikana on lasia kertynyt noin 3,5 kg.

## 2 Ympäristövaikutukset

### 2.1 Keräyksen ympäristövaikutukset

Yleisökeräysjärjestelmässä lasikeräyspisteitä tyhjennettiin kerran neljässä viikossa. Keräysalueen matkan pituus oli noin 20 km ja lisäksi siihen lisäantyi matka välivarastoon ("Ämmäsuolle"). Tässä laskennassa on oletettu, että yleisökeräysjärjestelmän matkan pituus osatehtävineen on 58 km.

Kiinteistökohtaisessa lasikeräysjärjestelmässä astioitten tyhjennys oli alkuvuodesta suunniteltu toteutettavaksi kerran neljässä viikossa. Tässä laskennassa on oletettu, että kiinteistökeräysjärjestelmässä matkan pituus osatehtävineen on 61 km (kiinteistökohtaisen keräysmatkan pituus 23 km ja muut ajosuoritukset 38 km).

*Tehostetussa kiinteistökohtaisessa lasinkeräyksessä* (valikoitu keräys) ideana oli, että keräysalue jaetaan luokkiin täyttymisasteiden mukaan. Keräysreitien pituus päivässä oli 23 x 2,8 km johon lisäantyy 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 5 esitetään koalueen kiinteistökohtaisen lasin- ja metallin keräyksen saannot vuodessa. Tuloksen mukaan kiinteistökohtaisessa keräyksessä rusementonta lasia ja metallia kerättiin vuodessa melkein yhtä paljon (noin 50 % kumpaakin), joten lasin- ja metallin yhteiskeräyksen ympäristövaikutusten laskennassa ympäristöpäästöistä puolet on jyvitetty (kohdennettu) metallille ja puolet lasille.

Taulukossa 6 esitetään yleisökeräysjärjestelmän ympäristövaikutukset kerättyä lasitonna kohden.

*Taulukko 6. Koalueen kiinteistökohtaisen lasin ja pienmetallinkeräyksen saanto vuodessa.*

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

Taulukko 7. Keräysjärjestelmien ympäristöprofiilit kerättyä lasitonna kohden ja polttoainekulutusta kohden.

Yleisökeräysjärjestelmä			
Polttoaineen kulutus	minimi- kulutus	keski- kulutus	maksimi- kulutus
Energia			
uusiutuva (MJ/ lasitonni)	-	-	-
uusiutumaton (MJ/lasitonni)	213	281	510
Päästöt ilmaan			
CO <sub>2</sub> (kg/lasitonni)	17	22	40
CO (g/lasitonni)	14	18	33
NO <sub>x</sub> (g/lasitonni)	104	136	247
SO <sub>2</sub> (g/lasitonni)	1,8	2,3	4,2
NMVOOC (g/lasitonni)	9	12	23
CH <sub>4</sub> (g/lasitonni)	0,3	0,4	0,7
N <sub>2</sub> O (g/lasitonni)	0,4	0,5	1,0
PM <sub>10</sub> (g/lasitonni)	2,5	3,3	6,1
Uusiutumattomat raaka-aineet (kg/lasitonni)	5,0	6,5	11,9

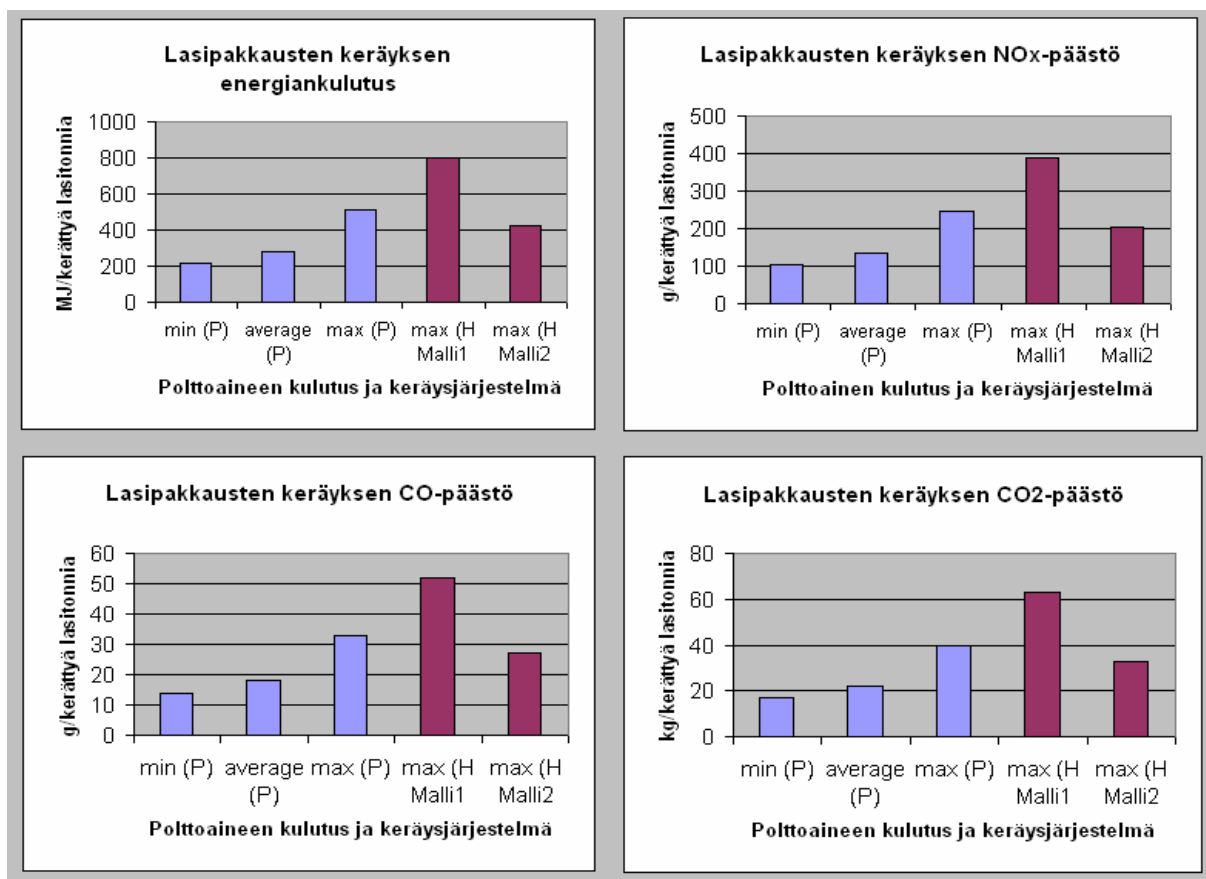
Taulukossa 7 esitetään kiinteistökohtaisen lasikeräysjärjestelmän (perusmalli ja valikoiva keräys) ympäristövaikutukset kerättyä lasitonna kohden. Kiinteistökohtaisissa keräysmalleissa on käytetty lasin ja metallin yhteiskeräyksen suhteen edellä mainittua allokointia (50 % ja 50 %).

Taulukko 8. Keräysjärjestelmien ympäristöprofiilit kerättyä tonnia kohden. Kiinteistökohtaisessa lasin ja metalli yhteiskeräyksessä lasille on kohdennettu 50 % ympäristökuormista.

	Kiinteistökoht. keräys Malli 1	Kiinteistökoht. keräys, Malli 1	Kiinteistökoht. keräys + kohdennus Malli 1	Kiinteistökoht. valikoiva keräys + kohdennus, Malli 2
	Tulos per kerättyä yhteistonnin (lasi + metalli)	Tulos per kerättyä lasitonnin	Tulos kohdennettuna, per kerättyä lasitonnin	Tulos kohdennettuna, per kerättyä lasitonnin
<b>Energia</b>				
uusiutuva (MJ/tonni)	-	-	-	-
uusiutumaton (MJ/tonni)	1170	1600	800	420
<b>Päästöt ilmaan</b>				
CO <sub>2</sub> (kg/tonni)	91	130	63	32
CO (g/tonni)	75	100	52	27
NO <sub>x</sub> (g/tonni)	570	780	380	200
SO <sub>2</sub> (g/tonni)	10	13	6,5	3,5
NMVOOC (g/tonni)	51	71	35	18
CH <sub>4</sub> (g/tonni)	1,6	2,1	1,1	0,6
N <sub>2</sub> O (g/tonni)	2,2	3,0	1,5	0,8
PM <sub>10</sub> (g/tonni)	14	19	9,0	5,0
Uusiutumattomat raaka-aineet (kg/tonni)	28	38	19	9,8

Kiinteistökohtainen keräyksen saanto yleisökeräyksen nähden tuottikin tulosta ja sekajätteestä saatiin lisäksi vuositasolla talteen noin 3,2 kg/asukasta kohden (131 000 kg/ 40 500 asukasta = 3,2 kg/as). Toisaalta, vaikka lasia saatiin enemmän talteen, myös kuljetussuoritteet kasvoivat ja sitä mukaan myös ympäristökuormat (taulukko 6 ja taulukko 7). Käytössä ollut kiinteistökohtainen keräysmalli ei ollut täysin optimaalinen ja tehokas järjestelmä. Tutkimuksen aikana ehdotettiin myös parannettua kiinteistökohtaista keräystä, jossa lasia kerättiin valikoivasti. Tämän parannetun (valikoivan) kiinteistökohtaisen mallin (keräysmalli 2) mukaan keräyksestä johtuvat ympäristökuormat ovat vähemmän ympäristöä kuormittavampia kuin kiinteistökohtainen keräysmalli 1.

Yhdistämällä lasipakkausten kiinteistökohtaiseen keräykseen myös metallin keräys ympäristövaikutukset jakautuvat molemmalle keräystuotteelle ja näin ollen pienenevät noin puoleen. Suunnittelemalla kiinteistökohtaisessa keräyksessä keräysreitti optimaalisella tavalla voidaan keräyksestä johtuvia ympäristökuormia edelleen pienentää ja samalla lisätä keräyksen saantoa oleellisesti (kuva 3). Tulevaisuudessa optimaalinen keräysjärjestelmä ympäristövaikutusten näkökulmasta voisi olla modifioitu kiinteistökohtainen keräysjärjestelmä, jossa suurille taloyhtiöille tarjotaan kiinteistökohtaista keräystä ja pienemmille taloyhtiöille olisi edelleen käytössä aluekeräysjärjestelmä.



Kuva 3. Lasipakkausten keräysjärjestelmän päästöt yleiskeräysjärjestelmässä (P) ja kiinteistökohtaisessa keräysjärjestelmässä (H). Kiinteistökohtaisen keräysjärjestelmän päästöt ovat yhteiskeräyksessä allokoitu kerättyjen tilaavuuksien mukaan lasille ja metallille (noin 50 % ja 50 %).

## 2.2 Hyödyntämisen ympäristövaikutukset

### 2.2.1 Lasivillan valmistus

Lasipakkauksia voidaan hyödyntää lasivillan valmistuksessa sekä uusien lasipakkauksien valmistuksessa. Taulukossa 8 esitetään lasivillan valmistuksessa ja uusien lasipakkausten valmistuksessa käytetyt raaka-aineiden määrät Suomessa.

Taulukko 9. Keräyslasiin hyödyntäminen lasiteollisuudessa.

	Lasivillan valmistus t/a	Uusien lasipakkauksien valmistus t/a	Yhteensä t/a
Raaka-aineet luonnosta	20 882	67 844	88 726
Keräyslasi	22 619	41 890	64 509
Tasolasi	22 739		22 739
Tuotanto	62 502	98 000	160 502

Lasivillan valmistus esitetään kahtena vaihtoehtona, lasivillan raaka-aineena käytetään kierrätyslasiä 72 % ja vaihtoehtona, jossa lasivillan valmistuksessa ei käytetä kierrätyslasiä (taulukko 9).

*Taulukko 10. Lasivillan valmistuksen ympäristöprofiili yhteensä, sisältää myös raaka-aineiden valmistuksen, hankinnan ja kuljetuksen.*

	Yksikkö	0 % kierrätyslasia	72 % kierrätyslasia	Päästöjen pieneneminen
<b>Energia</b>				
Uusiutuva	MJ/kg	2,84	2,51	
uusiutumaton	MJ/kg	22,5	17,9	
<b>Yht.</b>		25,3	20,4	19 %
<b>Uusiutumattomat raaka-aineet</b>	kg/kg	1,41	0,60	58 %
<b>Päästöt ilmaan</b>				
CO <sub>2</sub>	kg/kg	1,0	0,76	27 %
CO	g/kg	1,3	1,1	18 %
NO <sub>x</sub>	g/kg	4,6	3,0	35 %
SO <sub>2</sub>	g/kg	2,8	1,5	47 %
NMVOOC	g/kg	1,2	1,1	7 %
CH <sub>4</sub>	g/kg	3,8	3,2	15 %
N <sub>2</sub> O	g/kg	0,051	0,044	14 %
PM <sub>10</sub>	g/kg	1,5	1,2	22 %
raskametallit	g/kg	0,0072	0,0025	65 %

Silloin kun valmistusprosessissa käytetään kierrätyslasia (tässä laskennassa 72 %) lasivillan ympäristöpäästöt pienenevät noin 7 – 65 % ja energiankulutus noin 20 %.

Lasivillan valmistuksessa käytetty kierrätyslasi vähentää kokonaisprosessin luonnonraaka-aineiden käyttötarvetta yli 50 % (sisältää myös polttoaineiden raaka-aineet).

## 2.2.2 Lasipakkausten valmistus

Lasiteollisuuden ympäristövaikutuksien pienentämiseen Suomessa voidaan vaikuttaa käyttämällä raaka-aineena keräyslasia. Tällä hetkellä Karhula Lasi Oy:llä on ongelmana oikeanvärisen ja puhtaan lasisirun saannissa, joten keräyslasin määrä uusien pakkauksien valmistuksessa jää nykyään jopa alle 40 %. Taulukossa 10 esitetään lasipakkausten valmistuksen ympäristöprofiili keräyslasin käyttömäärän ollessaan 0 %, 38 % ja 60 %.

Taulukko 11. Lasipakkausten valmistuksen ympäristöprofiili yhteensä (raaka-aineet + valmistus).

Keräyslasin määrä		0 %	38 %	60 %	Päästöjen pieneneminen 0 % - 38 %
	Yksikkö				
<b>Energia</b>					
uusiutuva	MJ/kg lasia	0,48	0,42	0,40	
uusiutumaton	MJ/kg lasia	8,8	7,2	6,8	
<b>Yhteensä</b>	MJ/kg lasia	9,3	7,6	7,2	18 %
<b>Päästöt ilmaan</b>					
CO <sub>2</sub>	kg/kg lasia	0,54	0,41	0,40	23 %
CO	g/kg lasia	0,35	0,33	0,32	6 %
NO <sub>x</sub>	g/kg lasia	1,8	1,5	1,4	17 %
SO <sub>2</sub>	g/kg lasia	0,79	0,50	0,49	37 %
NMVOOC	g/kg lasia	0,08	0,08	0,08	0 %
CH <sub>4</sub>	g/kg lasia	2,1	1,7	1,6	16 %
N <sub>2</sub> O	g/kg lasia	0,013	0,013	0,010	21 %
hiukkaset	g/kg lasia	0,29	0,24	0,23	18 %
raskametallit	g/kg lasia	0,0066	0,0038	0,0038	42 %
<b>Uusiutumattomat raaka-aineet</b>	kg/kg lasia	1,8	0,81	0,80	55 %

Lasin valmistusprosessi on erittäin energiaintensiivistä, ja energianlähteen valinta, kuumennusmenetelmä ja lämmön talteenottomenetelmä ovat uunin kannalta sekä ympäristöprofiilin kannalta keskeisiä seikkoja. Suomessa lasinvalmistusprosessi on energiankulutuksen osalta erittäin tehokas.

Käytettyjen raaka-aineiden valmistuksen ja kuljetuksien energiankulutus on 15 % lasin valmistusprosessiin nähden.

Silloin kun valmistusprosessissa käytetään keräyslasia lasinvalmistuksen ympäristökuormitus energiankulutuksen osalta pienenee jopa 18 - 22 % ja CO<sub>2</sub> jopa 26 % (keräyslasin määrä 60 %).

Lasipakkausten valmistuksessa käytetty kierrätyslasi vähentää kokonaisprosessin luonnonraaka-aineiden käyttötarvetta 50 % - 70 % (sisältää myös polttoaineiden raaka-aineet).

Lasipakkauksien valmistuksessa voitaisiin käyttää selvästi enemmän keräyslasia, jos sitä olisi saatavana. Keräyslasin käytöllä voitaisiin säästää lisää luonnon raaka-aineita sekä pienentää ympäristövaikutuksia.

Lasipakkauksien valmistus kokonaan neitseellisistä raaka-aineista vaikuttaa valmistusprosessiin tehokkuuteen, uusien pakkauksien valmistuksen aikaa pitenee selvästi ja koko vuosituotanto pienenee. Myös energiantarve valmistusprosessissa lisääntyy, mikä puolestaan kuormittaa enemmän ympäristöä ja vaikuttaa tuotannon kannattavuuteen.

### 2.2.3 Lasikeräyksen ja hyödyntämisen skenaariot

Lasipakkausten keräyksen, puhdistuksen ja hyötykäytön ympäristövaikutukset esitetään 3 skenaarion avulla. Skenaario 1 esittää lasipakkausten keräyksen ja hyödyntämisen nykytilaa, Skenaario 2 esittää lasipakkausten keräyksen tehostamista ja hyötykäyttöä. Skenaariossa 2 oletuksena on, että keräyksestä saadaan 30 % enemmän lasia talteen ja hyötykäytettäväksi. Skenaario 2P on muuten samaa kuin Skenaario 2, paitsi keräyksen logistista järjestelmää on parannettu (keräysmalli 2). Skenaario 3 esittää lasipakkausten keräyksen lopettamista kokonaan, kuitenkin lasivillateollisuus ja lasipakkasten valmistava teollisuus toimii. Tulos on esitetty suhteutettuna lasipakkausten hyödyntäjien, lasivillavalmistuksen ja lasipakkausten valmistuksen, volyymiin vuodessa (Taulukko 11).

Silloin kun lasiteollisuus ei hyödyntää keräyslasia teollisuuden vuosituotannon määrä putoa (Skenaario 3). Tämä johtuu siitä kun lasinvalmistusprosessissa joudutaan käyttämään luonnon raaka-aineita joiden sulamiseen tarvitaan korkeampia lämpötiloja kuin keräyslasin tapauksessa. Lasin luonnonraaka-aineiden sulamiseksi tarvittava lämpötila voi olla jopa yli 1600 °C<sup>9</sup>, mutta silloin kuin lasin valmistuksessa käytetään valmista lasia, sulamislämpötilat ovat vain luokkaa 800 °C. Mikä on kullakin valmistuserällä prosessin lämpötila, lämpötilan nosto- ja pitoaikaa sekä päivätuotanto, riippuu uunin tehokkuudesta, luonnonraaka-aineiden koostumuksesta, luonnon-raaka-aineiden ja kierrätyslasin käyttösuhteesta. Tässä tutkimuksessa, yhdessä tuotevalmistajan kanssa, päädyttiin kuitenkin 24 % pienempään tuotantomäärään tapauksessa, jossa keräyslasia ei käytetä ollenkaan (Skenaario 3).

---

<sup>9</sup> Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques in the Glass Manufacturing Industry. December 2001

Taulukko 12. Skenaarioittentulos per tuotetonnia(lasipakkaukset + lasivilla).

		Skenaario 1	Skenaario 2	Skenaario 2P	Skenaario 3
		NYKYTILA	Kiinteistö+ yleisökeräys	Kiinteistö+ yleisökeräys, parannettu malli	Ei keräystä
Määrää	tn/a	160 502	160 502	160 502	122 502
Keräyslasi*	tn/a	64 509	86 459	86 459	0
Luonnon raaka-aineet	tn/a	88 726	60 300	60 300	166 452
KAATOPAIKKA	tn/a	872	1 092	1 092	87 551
TULOS PER TUOTANTOMÄÄRÄ (lasipakkaukset + lasivilla)					
Energia					
uusiuutuva	GJ/tn	1,2	1,2	1,2	1,7
uusiuutumaton	GJ/tn	11,5	11,5	11,2	15,8
Päästöt ilmaan		0	0	0	0
CO <sub>2</sub>	kg/tn	560	557	541	793
CO	g/tn	633	615	603	857
NO <sub>x</sub>	g/tn	2 186	2 135	2 062	3 212
SO <sub>2</sub>	g/tn	880	751	747	1 808
NM <sub>VOC</sub>	g/tn	465	463	459	621
CH <sub>4</sub>	g/tn	2 302	2 289	2 232	2 924
N <sub>2</sub> O	g/tn	17	17	17	26
hiukkaset	g/tn	613	591	585	921
raskametallit	g/tn	3	3	3	7
Uusiutumattomat raaka-aineet	kg/tn	731	620	614	1 605

\* Sisältää yleisökeräyksen kautta kerättävän lasin, Alkon järjestelmän kautta kerättävän lasin sekä muun lasikeräyksen.

### 3 Asukaskysely

Kyselytutkimuksen tarkoituksena oli selvittää asukkaiden käyttökokemuksia kiinteistökohtaisesta värittömän lasin ja pienmetallin yhteiskeräyksen kokeilusta.

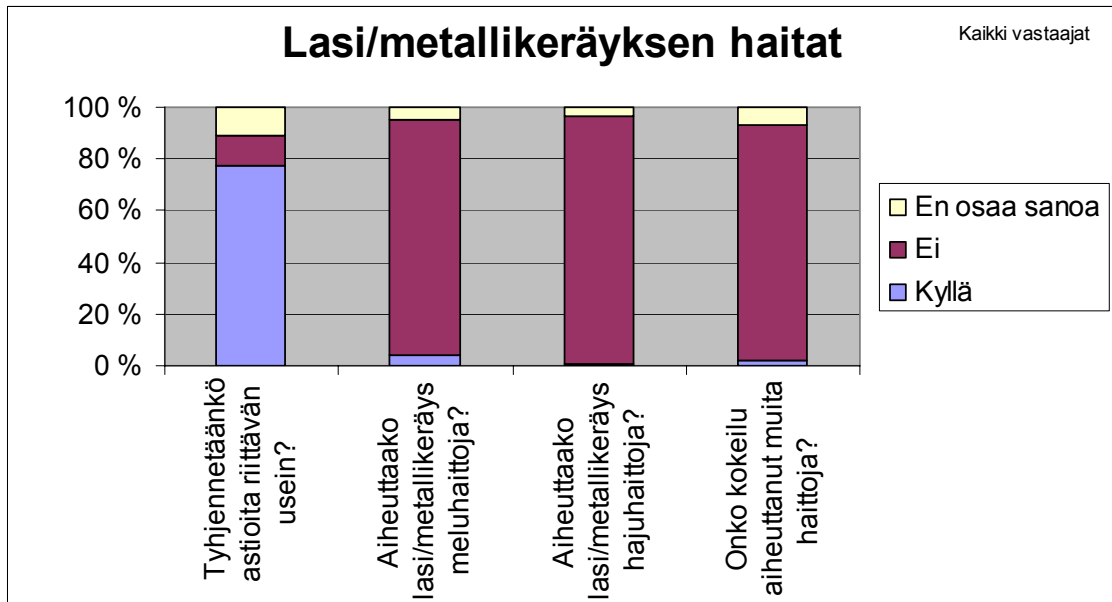
Erityiskysymyksiä, joihin kyselyllä haettiin vastauksia olivat:

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

#### 3.1 Keräysjärjestelmän haitat (melu ja haju)

Kuvassa 4 esitetään kiinteistökohtaisen keräyksen aiheuttamia mahdollisia melu- haju- ja muita haittoja asukkaille. Tuloksista näkyy, että suurin osa vastaajista (> 90 %) ei todennut kiinteistökohtaisessa lasi- ja pienmetallikeräyksessä melu eikä hajuhaittoja. Meluhaittoista valitti 4 % ja hajuhaittoista vain 0,6 % vastaajista.

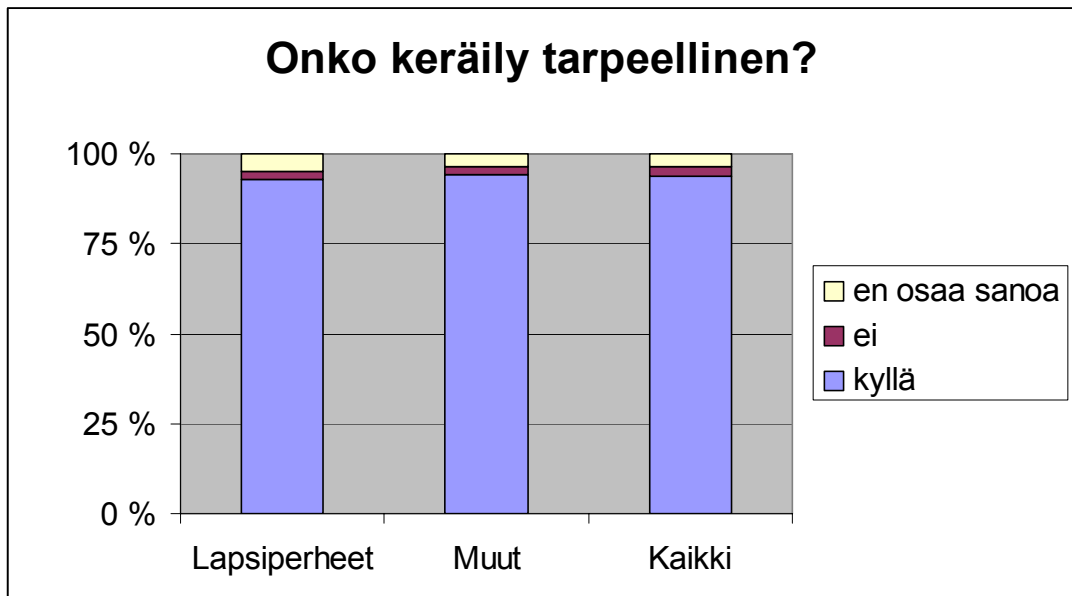
Tämä vahvistaa valikoidun keräyksen järjestämistä keräämällä lasipakkauksia harvemmin kuin kerran kuukaudessa.



Kuva 4. Kiinteistökohtaisen lasi- ja pienmetallikeräyksen haitat.

### 3.2 Keräysjärjestelmän tarpeellisuus

Kuvassa 5 esitetään asukkaiden mielipide keräyksen tarpeellisuudesta. Tuloksien mukaan asukkaiden mielipide on varsin yhtenäinen ja se tukee keräyksen jatkamista kiinteistökohtaisesti.

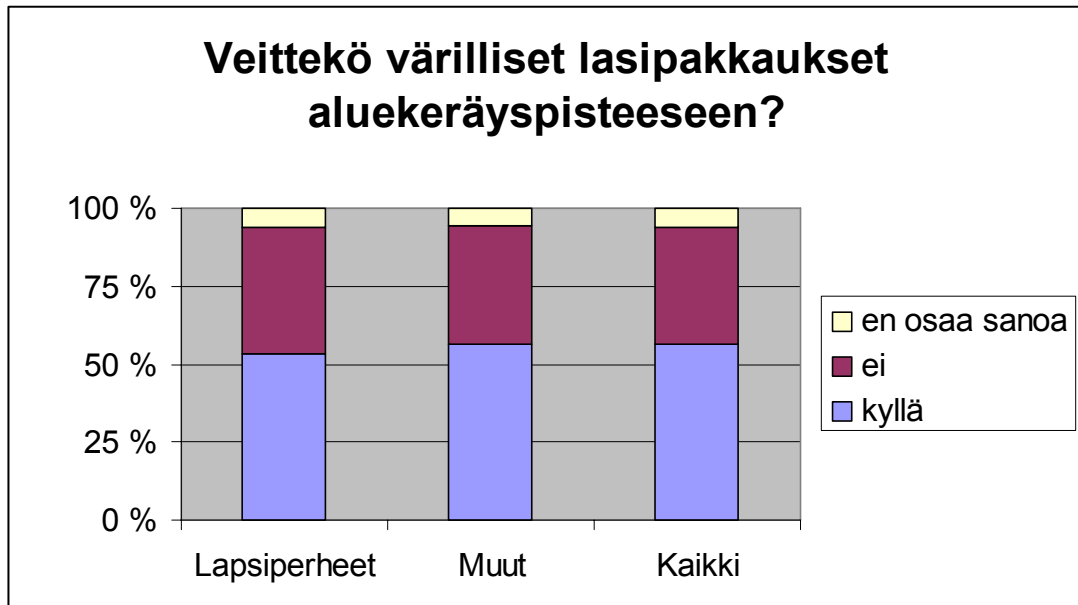


Kuva 5. Mielipidekyselyn tulos - Onko keräys tarpeellinen?

### 3.3 Värillisten lasipakkausten käsittely

Kuvassa 6 esitetään asukkaiden käyttäytyminen värillisen lasikeräyksen osalta. Valitettavasti vain hieman yli 50 % asukkaista vie värilliset lasipakkaukset asian-

mukaiseen keräykseen. Vaikka tuloksista ei ilmene minne värillinen lasi toimitettiin, on syytä uskoa, että osa siitä laitettiin värittömän lasin joukkoon. Tätä vahvistaa tehty pistokoe, jossa havaittiin epäpuhtauksia noin 4 % painosta.



Kuva 6. Mielipidekyselyn tulos – Veittekö värilliset lasipakkaukset aluekeräyspisteeseen?

## 4 Päätulokset

### 4.1 Ekologisuuden arvio

Lasin keräys ja kierrätys yleensäkin koetaan mielekkääksi useasta syystä. Kierrätettävien raaka-aineiden käyttö vähentää neitseellisten raaka-aineiden tarvetta ja kiinteiden jätteiden kertymistä. Toisaalta, jotta lasipakkauksia voidaan kierrättää niiden keräys, puhdistus sekä käsittely vaatii energiaa, aiheuttaa päästöjä sekä kustannuksia. 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 käytämällä vastaavia neitseellisiä raaka-aineita.

Lasipakkausten nykyinen yleisökeräysjärjestelmä on hyvä tapa kerätä lasipakkauksia, toisaalta vuosisaannot ovat jääneet pieniksi. Kiinteistökohtaisen keräyksen ansiosta lasipakkauksien saantoa voidaan kasvattaa jopa yli 3-kertaiseksi, mutta kiinteistökohtainen keräys aiheuttaa enemmän ympäristökuormia, jos tyhjennyksiä hoidetaan kerran kuukaudessa ja tässä tutkimuksessa käytössä olleella tavalla. Toisaalta, kuljetuksista johtuvaa ympäristökuormaa voidaan vähentää suunnittelemalla logistinen järjestelmä paremmin (esim. valikoivan keräyksen kaltainen järjestelmä) ja yhdistämällä keräys metallin kanssa.

Lasiteollisuuden suurimmat ympäristöongelmat ovat päästöt ilmakehään ja energiankulutus. Lasin valmistus tapahtuu korkeissa lämpötiloissa ja kuluttaa paljon energiaa, siitä aiheutuu palamistuotteiden sekä korkeassa lämpötilassa syntyneiden typpioksidien, rikkioksidien ja hiilidioksidien päästöt ilmakehään. Unin

päästöt sisältävät lisäksi myös pölyä ja pieniä pitoisuuksia metalleja. Merkittävä osa lasiteollisuuden päästöistä aiheutuukin valmistusprosessista itsestään (85 – 88 %). Toisaalta käyttämällä keräyslasia villan ja lasipakkauksien valmistuksessa voidaan vähentää neitseellisten raaka-aineiden käyttötarvetta ainakin 50 % (riippuen keräyslasin käyttöasteesta).

Neitseellisten raaka-aineiden korvaaminen keräyslasilla vähentää päästöjä ilma-kehään, erityisesti CO<sub>2</sub>-päästöjä. Tämä aiheutuu siitä, että sulatusenergia tarvitaan vähemmän ja toisaalta siitä, että kierrätyslasista itsestään ei vapaudu kemiallisesti sitoutunutta hiilidioksidia kuten neitseellisiin raaka-ainekoostumuksiin kuuluvasta soodasta, kalsiitista ja dolomiitista. Ympäristöprofiiliin vaikuttaa myös se, että soodan tuotanto vaatii runsaasti energiaa, joka säästetään, kun se korvataan kierrätyslasilla.

Kokonaistarkasteluissa (keräys ja hyötykäyttö) lasipakkausten keräysjärjestelmän ympäristövaikutukset ovat pienet, < 10 %, tämä johtuu energiantensiivisestä lasiteollisuudesta. Lasiteollisuuden ympäristövaikutusten pienentämisen kapasiteetti on keräyslasin käyttömäärien lisääminen. Villateollisuudessa keräyslasin käyttökapasiteetti on melkein saavutettu, lasipakkauksia valmistava teollisuus sen sijaan voisi hyödyntää kirkasta lasisirua huomattavasti enemmän, ehtona on puhtaan sirun saanti.

Kierrätykseen liittyy myös kokonaistaloudellisia tekijöitä, joita ei otettu tässä tarkastelussa huomioon. Esim. kierrätysasteen nosto säästää luonnonraaka-aineita, vähentää kaatopaikkakustannuksia, energiantarvetta teollisuudessa sekä ympäristökuormia. Toisaalta jos lasipakkausmateriaalin käyttö kierrätysmateriaalina lopetetaan kokonaan lasia hyödyntävän teollisuuden vuosituotantomäärää putoa selvästi, teollisuus joutuu lisäämään valmistuksen investointeja huomattavasti ja taloudellinen kannattavuus kärsii.

## 4.2 Vaikutus asukkaisiin

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

Pientä haittaa asukkaille aiheutti se, että kiinteistökohtaisesti kerättiin vain kirkasta lasia ja alueen asukkaat toivoivatkin, että myös värillisen lasin keräys järjestettäisiin kiinteistökohtaiseksi.

Alueen asukkaat kokivat informaation jakamisen puutteelliseksi, mikä saattoi vaikuttaa keräyspuhtauteen (kirkas/värillinen) ja määrään. Toisaalta kirkkaan keräyslasin epäpuhtaudet värillisen suhteen olivat pienet. Epäpuhtauksia aiheutti myös asukkaiden piittaamattomuus, kaikki asukkaat eivät vaivautuneet erottelemaan lasipakkauksia värin suhteen ja laittoivat kaikenväriset lasipakkaukset samaan keräysastiaan.

Kun vain vähän yli puolet vastaajista ilmoitti, että he veivät värillisen lasin asianmukaiseen keräykseen, voidaan olettaa että osaa pakkauslasia päätyy edelleen sekajätteiden joukkoon.

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

## 4.3 Taloudellinen arvio

Tutkimuksessa tarkasteltiin lasin kiinteistökohtaiseen keräykseen liittyviä taloudellisia tekijöitä kolmen toimintamallin avulla. Tämä salli työn rajaamisen riittävän suppeaksi, joka puolestaan mahdollisti keskittymisen keräysjärjestelmän yksityiskohtien tarkasteluun. Kuitenkin lasin keräysjärjestelmä on huomattavasti laajempi kysymys kuin pelkästään kiinteistökohtainen fyysinen keräys; siihen liittyy useita tekijöitä sekä ennen keräystä että keräyksen jälkeen. Esimerkkinä tällaisesta on kysymys, olisiko lasi pitkällä tähtäimellä korvattavissa muilla materiaaleilla. Jos näin tiedettäisiin tapahtuvan, koko keräyssysteemi olisi mahdollisesti turha. 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 yleisökeräyksen taloudellisia vaikutuksia. Yleisökeräys on huomioitu tutkimuksessa, mutta keräysmallien taloudellisista arvioista ne puuttuvat.

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

### 4.3.1 Keräyksen kustannukset

Kun keräys toteutetaan valikoivasti, kustannus/asukas sekä kustannus/tonni vaikuttaa kohtuulliselta ollen edullisimmassa vaihtoehdossa 0,4 euroa/asukas sekä 126 euroa/tonni. Kun lasi ja metalli kerätään yhdessä, kustannus laskee noin 40 – 50 % edellisistä.

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 tyhjennetään. Tämä edellyttää asukasikäyttyymisen tuntemista ja tutkimuksen perusteella asunto-osakeyhtiön koko ja asukkaiden lukumäärä ovat melko hyvät indikaattorit kertyvästä määrästä. Toiseksi erilaisten siirtymämatkojen minimointi on tärkeää. Keskeinen kysymys on, mihin ja milloin keräysauto tulee tyhjentää. Tutkimuksessa on esitetty ratkaisuksi välivarastoa, jonka tulee sijaita loogisesti kuljettajan ajoreitin varrella, esimerkiksi varikolla.

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

Keräys on vain osa kokonaiskustannuksista. Esittämämme keräyskustannus per asukas (n. 0,4 euroa/asukas) on vain osa koko lasinkeräyksen kustannuksista. Lasin jatkokäsittely kuljetuksineen muodostaa hyvin suuren kustannuserän, joka todennäköisesti tulee myös jyvittää keräyksen kustannuksiin.

Keräys kannattaa toteuttaa vain, jos kaikki kerättävä hyötykäytetään. Tutkimuksen aikana on syntynyt käsitys, että asianmukaisesti kerätylle ja käsitellylle lasille on riittävästi kysyntää, mutta kuitenkin tämä tulee varmistaa riittävällä ajajäteellä.

#### 4.3.2 Lasin puhtaus

Lasin puhtaus oli mittauksissa noin 95 – 96 %. Asukaskyselyn perusteella voidaan olettaa, että puhtausaste paranee vielä tästä asukkaitten tehokkaamman informoinnin ja tottumuksien seurauksena.

Värillisen lasin keräyksen toteuttaminen kannattaa harkita. Sitä kertyy vähän, koska suurin osa värillisestä lasista on jo nykyään pantillista ja keräys hoituu sitä kautta. Toisaalta, jos keräys toteutetaan vain yleisökeräyksen avulla, on vaarana että kirkkaan lasin puhtausaste kärsii.

#### 4.3.3 Keräyksen tehostuminen

Asukaskohtaisen keräyksen seurauksena volyymi kasvoi hieman yli kaksinkertaiseksi. Tutkimusalueella kertyi lasia n. 1,8 kg/asukas vuonna 2005, ja tutkimuksen aikana vuonna 2006 kertymä oli 3,6 kg/asukas.

#### 4.3.4 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 määritellä keräysluokan kuljetusliikkeen kanssa ja siten vaikuttaa lasiastioiden keräystiheyteen.

Taloyhtiön optimaaliseen kokoon vaikuttaa olennaisesti, kuka maksaa keräyksestä aiheutuneet kustannukset, sekä kuinka paljon lasia halutaan kerätä. 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, tyhjenystä kohti, talokohtaista kustannusta ei voine pitää kohtuuttomana. Tätä vahvistaa se, että kokeilun jälkeen noin 80 % tavoitetuista taloyhtiöistä jatkoi keräystä maksullisena.

#### 4.3.5 Lasin ja metallin yhteiskeräys

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

#### 4.3.6 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 kaksi tyhjennystä).

Pääkaupunkiseutu kannattaa jakaa noin 20 000 kerrostaloasukkaan muodostamiin alueisiin, jotka tyhjennetään yhden päivän aikana valikoivasti kerran kuukaudessa (tai neljän viikoin välein).

Jos arvioidaan, että tällaisia alueita olisi pääkaupunkiseudulla noin 20 – 25 kpl, silloin tarvittaisiin teoriassa korkeintaan kaksi autoa hoitamaan koko pääkaupunkiseudun lasi- ja metallikeräys.

#### 4.3.7 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.

[www.ytv.fi](http://www.ytv.fi)

**YTV Pääkaupunkiseudun  
yhteistyövaltuuskunta**

PL 521 (Opastinsilta 6 A), 00521 Helsinki  
Puhelin (09) 156 11, faksi (09) 156 1369  
[etunimi.sukunimi@ytv.fi](mailto:etunimi.sukunimi@ytv.fi)

**Huvudstadsregionens  
samarbetsdelegation**

PB 521 (Semaforbron 6 A), 00521 Helsingfors  
Telefon (09) 156 11, telefax (09) 156 1369  
[fornamn.efternamn@ytv.fi](mailto:fornamn.efternamn@ytv.fi)

**YTV:n julkaisuja 16/2007**

ISSN 1796-6965  
ISBN 978-951-798-646-5 (nid.)  
ISBN 978-951-798-647-2 (pdf)