

Juho Nuutinen

# Jäteraportoinnin kehittäminen keräysvälinekohtaisen punnituksen avulla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Ylempi ammattikorkeakoulu; insinööri (ylempi AMK)

Hankintatoimi

Opinnäytetyö

5.12.2016

Tekijä(t) Otsikko  Sivumäärä Aika	Juho Nuutinen Jäteraportoinnin kehittämien keräysvälinekohtaisen punnituk- sen avulla  61 sivua + 0 liitettä 5.12.2016
Tutkinto	Insinööri (ylempi AMK)
Koulutusohjelma	Hankintatoimi
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Lehtori Esa Väänänen
<p>Tämä kehitysprojekti tehtiin Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymälle. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY on kuntayhtymä, joka tuottaa vesihuollon ja jätehuollon palveluja sekä tietoa pääkaupunkiseudusta ja ympäristöstä. Tutkimuksen tavoitteena oli aluksi kehittää punnitusjärjestelmä 140 – 660 litran jäteastioille ja tutkia sen toimivuutta sekä tuottaa tietoa jäteraportointia varten.</p> <p>Kehitysprojektissa hyödynnettiin toimintatutkimuksen menetelmiä. Tutkimuksessa käytettiin laadullisia ja määrällisiä tutkimusmenetelmiä. Teoriapohjana käytettiin benchmarkingia sekä arvon tuottamista.</p> <p>Tässä projektissa käytetyt punnitusjärjestelmät ovat Suomessa harvinaisia. Kehitysprojektissa hyödynnettävää tekniikkaa ei ole käytössä muualla Suomessa. Projektissa keskityttiin ensisijaisesti tutkimaan punnitusjärjestelmän käyttövarmuutta eri näkökulmista.</p> <p>Kehitysprojektin lopputuloksena saatiin tuotettua punnitusjärjestelmä 140 l – 660l jäteastioille. Saadut tulokset eivät vastanneet asetettuja tavoitteita. Järjestelmässä luo paljon mahdollisuuksia toiminnan- ja raportoinnin kehittämiseen toimiessaan. Haasteena on tarjonnan vähäisyys ja jälkimarkkinoinnin puute tällä hetkellä. Tulevaisuudessa tämän kaltaiset järjestelmät tulevat yleistymään mitä suurimmalla todennäköisyydellä, koska kaikessa kuluttamisessa ollaan siirtymässä vahvasti tuottamisperusteiseen laskuttamiseen. Yleistymisen edellytyksenä on, että järjestelmätoimittajia tulee lisää markkinoille ja sen kautta syntyy aitoa tuotekehitystä sekä kilpailua.</p>	
Avainsanat	jäteraportointi, punnitusjärjestelmä, benchmarking, arvon tuottaminen

Author(s) Title Number of Pages Date	Juho Nuutinen Improving Waste Management Reporting With Garbage Bin Weighing System 61 pages + 0 appendices 5 December 2016
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Master's Degree Programme in Supply Chain Management
Specialisation option	
Instructor(s)	Esa Väänänen, Senior Lecturer
<p>The development project described in the present thesis was made for Helsinki Region Environmental Services Authority HSY which is a municipal body with the purpose of producing waste management services, water services and regional and environmental information for its member cities Helsinki, Espoo, Vantaa and Kauniainen. The aim of the project was to study the functionality of a weighing system meant for the collection of waste bins varying in sizes between 140 and 660 liters and provide information for waste reporting. Weighing systems for the bins used in this project are very rare in Finland. The technique researched is not utilized anywhere else in Finland. The main focus of the project was to determine its reliability from different perspectives.</p> <p>The study was carried out as an action research, using qualitative and quantitative research methods. Benchmarking and value creation were used as a theoretical framework.</p> <p>The development project resulted in a weighing system for bins between 140 and 660 liters in size. However, the results did not meet the set targets. When functioning properly, the system creates a lot of opportunities for the development of operations and reporting. Challenges currently are the low supply of optional weighing systems and lacking after-sales marketing. It is very likely that similar systems will become more popular in the future due to a change in consumption culture. Billing will be based more on the actual amount of waste generated by the customer. For these kinds of systems to become widespread, the market needs more system providers. This would increase competition and advance product development.</p>	
Keywords	waste reporting, weighing system, benchmarking, value creation

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Kunnan järjestämä jätehuolto	1
1.2	Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä	1
2	Kehitystehtävän tavoitteet	2
2.1	Tutkimuksen tavoite	2
2.2	Tutkimuskysymykset ja -menetelmät	3
2.2.1	Suorittamistapa	4
2.3	Tavoitteet ja miten niihin päästään	4
2.4	Toimintaperiaate	5
3	Nykytila	5
3.1	Asiakashinnoittelu suursäiliöissä	6
3.2	Asiakashinnoittelu käsin siirrettävissä jäteastioissa	6
3.2.1	Käsin siirrettävien jäteastioiden painon raportointi	7
3.3	Jäteastioiden painojen vertailu	7
3.4	Asiakasraportoinnin nykytila	8
3.5	Tiedon tuottaminen	9
4	Teoreettinen viitekehys	9
4.1	Benchmarking	10
4.1.1	Benchmarkingin hyödyntäminen kehitystehtävässä	11
4.2	Arvon tuottaminen	12
4.2.1	Arvon tuottaminen kehitystehtävässä	13
5	Kokeilun suunnittelu	14
5.1	Kokeilun suunnittelu ja aikataulu	15
5.2	Yhteistyökumppanien hankinta	15
5.3	Lähtökohdat punnitusjärjestelmälle	16
5.4	Punnitusjärjestelmän toimittaja	18
5.5	Projektiorganisaatio	19
5.6	Järjestelmän määrittelyvaihe	19
5.7	Punnitusjärjestelmän toimittajan valinta	20
6	Punnitusjärjestelmä	21

6.1	Punnitusjärjestelmän rakenne	22
6.2	RFID-tekniikka	23
6.2.1	RFID:n käyttö jäteastioissa	24
6.3	Viivakoodit	25
6.3.1	Viivakoodien hyödyntäminen asiakastiedossa	26
6.3.2	RFID tunnisteen asentaminen jäteastiaan	26
6.4	Punnitusjärjestelmän toiminta periaatteet	27
6.4.1	Vaihe 1. Jäteastian punnitus	27
6.4.2	Vaihe 2. punnitustiedon jalostus	28
6.4.3	Vaihe 3. Punnitustiedon varastointi	28
6.4.4	Vaihe 4. Tiedon yhdistäminen	29
6.4.5	Vaihe 5 Raportointi ja seuranta	29
7	Kokeilun toteutus	29
7.1	Asiakasviestintä	31
7.1.1	Asiakaspalaute	32
7.1.2	Tietosuojakäytännöt	32
7.2	Punnituslaitteiden asennus	33
7.3	RFID-tunnisteiden asentaminen jäteastioihin urakka-alueella 56	34
7.4	RFID-tunnisteiden asentaminen jäteastioihin urakka-alueella 33	34
7.4.1	Tunnistimien jälkiasennus	35
8	Mittaaminen	36
8.1	käyttövarmuuden mittaaminen	36
8.2	Punnitukseen käytetyn ajan mittaaminen	37
8.2.1	Punnitukseen käytettävän ajan mittausmenetelmä	38
9	Mittaustulosten analysointi	38
9.1	RFID-tunnisteiden luenta	38
9.1.1	Päiväkohtaisten tulosten analysointi RFID-luennasta	40
9.2	Punnitustiedot	41
9.2.1	Päiväkohtaisten tulosten analysointi punnitustiedon osalta	42
9.3	Validin datan määrä	43
9.3.1	Validin datan päiväkohtainen tarkastelu	44
9.4	Työaika ja tehokkuus	45
10	Tutkimustulosten hyödyntäminen	46
10.1	Asiakasraportointi	46
10.2	Alueelliset jätemäärä kertymät	49

10.3	Painotiedon hyödyntäminen reittisuunnittelussa	51
11	Yhteenveto	57
11.1	Punnitusjärjestelmän kehittäminen	58
11.2	Kehitystehtävän reliabiliteetti ja validiteetti	58
11.3	Arviot	59
	Lähteet	62
	Liitteet	

## 1 Johdanto

### 1.1 Kunnan järjestämä jätehuolto

Jätelaki mahdollistaa jätteenkuljetusten järjestämisen kahdella tavalla. Jätteenkuljetus voidaan järjestää jätteenhaltijan järjestämänä tai kunnan järjestämänä. Mikäli kunta järjestää jätehuollon on kaikkien laissa velvoitettujen kiinteistöjen liikeyttävä kunnan järjestämän jätehuollon piiriin. (Jätelaki 2011, 5 luku 32 §.) Kunta voi myös päättää, että sen alueella tai osassa sen aluetta on jätteenhaltijan järjestämä jätehuolto (kiinteistöittäinen jätteenkuljetus) (Jätelaki 2011, 5 luku 35 §). Tässä tapauksessa jokainen jätteenhaltija (kiinteistö) voi sopia itse jätteen kuljettamisesta haluamansa kuljetusyrityksen kanssa.

Suurin osa Suomesta on kunnan järjestämän jätehuollon piirissä ja jätehuollon käytännön järjestämisestä vastaavat kuntien omistamat yhtiöt tai kuntayhtymät. Näiden toimijoiden tehtävänä on kilpailuttaa kuntalaisille jätteen kuljetuspalvelut, niiltä osin mitä laissa on määrätty. Tämän lisäksi kunnalla on myös mahdollista täydentää omaa toimintaansa toissijaisella vastuulla olevilla jätteillä (Jätelaki, 5 luku 33 §), kuten tuottajavastuun alaisilla keräyksestä poistuvilla pakkausjätteillä (mm. kartonki-, pahvi-, lasi-, metalli-, puu- ja muovipakkaukset). Pääkaupunkiseudulla (Helsinki, Espoo, Kauniainen, Vantaa ja Kirkkonummi) lakisääteisestä kunnan järjestämästä jätehuollosta vastaa Helsingin seudun ympäristöpalvelu -kuntayhtymä HSY.

### 1.2 Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY järjestää asumisessa ja julkisessa toiminnassa syntyvän yhdyskuntajätteen jätehuoltopalvelut Helsingin, Espoon, Kauniaisten, Vantaan sekä erillissopimuksella Kirkkonummen alueella. Lisäksi HSY tuottaa vesihuollon palveluita sekä ajantasaista tietoa pääkaupunkiseudusta. (Tietoa HSY:stä, HSY 2016.)

HSY:n toiminta-alueella asuu n. miljoona asukasta. Jätehuollon asiakaskiinteistöjä oli vuonna 2015 noin 77 900 kappaletta. Vuonna 2015 kiinteistökohtaisen keräyksen pääjätejakeet olivat seka-, bio- ja energiajäte. Vuonna 2015 HSY keräsi asiakaskiinteistöiltä

sekajätettä 193 000 tonnia, biojätettä 37 000 tonnia ja muuta jätettä 10 00 tonnia. Jäteastia tyhjennyksiä suoritettiin näiden jätejakeiden osalta yhteensä n. 7,7 miljoonaa. (tilinpäätös 2015, HSY 2016.)

HSY on perustettu 1.1.2010. Seuraavat vuodet tulevat osoittamaan säilyykö HSY:n selaisenaan vai tuleeeko sen tehtävät tai status muuttumaan. Tämän taustalla on Suomessa käytävä kunta uudistus ja erityisesti pääkaupunki seutua koskeva Metropoli hallinnon perustaminen.

## 2 Kehitystehtävän tavoitteet

Monissa muissa palvelumuodoissa on siirrytty kulutukseen tai tuottamiseen perustuvaan laskutukseen ja sen mittaamiseen. Yleisimpänä esimerkkinä tästä on sähkö, jossa asiakas saa laskun kulutettujen kilowattien perusteella tietyssä aikadimensiossa (esim. keran kuukaudessa). Monitorointi perustuu säännönmukaiseen mittaamiseen. Vastaavanlainen menetelmä on tarjolla jätehuollossa suursäiliöille, lavoille ja puristimille HSY-alueella. Tässä järjestelmässä asiakas maksaa tuotetun jätemäärän mukaisen käsittelymaksun euroa/tonni sekä kuljetusmaksun.

Suursäiliöt, lavat ja puristimet ovat kuitenkin kerättyjen tonnien ja tyhjennettyjen astioiden volyymissa hyvin pieni osa. Suurin volyyymi on perinteisissä jäteastioissa, jotka ovat kooltaan 140 - 800 litraa. Suursäiliöiden ym. volyyymi on n. 10 % kokonaisvolyymista, mutta niistä saatu painotieto on asiakasraportoinnin näkökulmasta katsottuna arvokasta. Tämän tiedon avulla kiinteistö voi seurata hyvin tarkasti jätteen tuottoa ja halutessaan tiedolla pystyy optimoimaan mm. tyhjennysrytmejä sekä parantamaan kiinteistöllä tapahtuvaa lajittelua.

### 2.1 Tutkimuksen tavoite

Nykyisin niin HSY-alueella kuin lähes kaikkialla muuallakin Suomessa perinteisten jäteastioiden painotieto perustuu laskennalliseen painoon. Laskennallisen painon määrittämiseen on monia tapoja, mutta ehkä yleisin tapa on rakentaa kuljetusreitit siten, että jäteautoon tyhjennetään tietyn kokoisia jäteastioita, jotka ovat tyhjennyksessä samalla tyhjennystiheydellä (esim. 1 x viikko, joka 2. viikko, 2 x viikossa jne.). Otanta on mahdollisimman suuri, jotta siitä saadaan edustavuudeltaan kattava. Kun kuormassa olevien



jäteastioiden määrä on tiedossa ja kuorman nettopaino on punnittu vastaanottoaikan vaa'alla, saadaan näiden kahden tekijän välisellä suhteella laskettua keskimääräinen jäteastian paino. Tästä muodostuu laskennallinen paino tietyille jäteastioille ja sen tyhjennystiheydelle.

Kun kyseessä on keskiarvo, se ei edusta jäteastioiden todellista painovarianssia. Kiinteistöiden jäteastioiden painon vaihtelu kiinteistöittäin saattaa olla hyvinkin suuri. Laskutuksen näkökulmasta katsottuna tämä tarkoittaa sitä, että osa asiakkaista maksaa tyhjästä ja osa saa etua ja osalla se pitää paikkansa.

Vuotuinen jätemäärä lasketaan seuraavasti: keräysvälineen laskennallinen paino x tyhjennettyjen keräysvälineiden määrä. Mikäli kiinteistö ei tee muutoksia jätepalveluun, eikä muita muuttuvia tekijöitä ole vuoden aikana, on tuotetun jätteen määrä vuosittain sama. Edellä mainittu tieto ei kuitenkaan auta kiinteistöä tehostamaan jätehuoltoaan ja sen vuoksi tulisi kehittää järjestelmä, jossa voitaisiin punnita myös perinteisiä jäteastioita ja tuottaa niistä painotietoa kiinteistöjen käyttöön.

Tutkimuksen tavoitteena on ensimmäisessä vaiheessa kehittää perinteisille jäteastioille tarkoitettu punnitusjärjestelmä. Toisessa vaiheessa painotietoa tarjotaan asiakkaan käyttöön ja sen tarkoituksena on korvata nykyinen laskennalliseen painoon perustuva jätemääräraportointi. Tutkimus rajataan koskemaan vain järjestelmän kehittämistä ja siitä saatavan painotiedon raportointia. Asiakaslaskutus tai siihen liittyvät prosessit rajataan tutkimuksen ulkopuolelle.

## 2.2 Tutkimuskysymykset ja -menetelmät

Toimintatutkimuksessa tuotetaan tietoa käytännön kehittämiseksi. Toimintatutkimuksen tarkoituksena on kehittää käytäntöjä entistä paremmiksi järjellä käyttämällä. Toimintatutkimukselle on tyypillistä, että se on ajallisesti rajattu tutkimus- ja kehittämisprojekti, jossa suunnitellaan ja kokeillaan uusia toiminnantapoja. (Heikkinen & Rovio & Syrjälä 2007, 16-17.)

Tutkimuskysymykseni ovat seuraavat:

- Mikä on jäteastioiden punnitusjärjestelmän tekninen käyttövarmuus?
- Ovatko punnitustulokset valideja?

- Saadaanko dataa riittävästi raportoinnin tuottamiseksi

Mitä tutkitaan:

- Tutkitaan punnitusjärjestelmän teknistä toimivuutta
  - toimiiko järjestelmä kaikkina vuoden aikoina ja onko siinä toimintahäiriöitä
- Tuotetun punnitustiedon oikeellisuus
  - Verrataan punnittujen jäteastioiden painoja laskennallisiin painoihin ja pyritään todentamaan tämän avulla datan luotettavuus
- Tutkitaan onnistuneiden punnitustapahtumien määrää jossa punnitus ja asiakastieto voidaan yhdistää ja edelleen raportoida asiakkaalle

### 2.2.1 Suorittamistapa

Tutkimuksessa tullaan käyttämään pääosin kvantitatiivista tutkimusmenetelmää, jossa hyödynnetään numeerisesta tietoa punnituksesta. Lisäksi tutkimukseen liittyy kvalitatiivista tutkimusta haastatteluiden muodossa. Haastatteluilla haetaan käyttöreferenssejä vastaavista tai samalla toimintaperiaatteella toimivista laitteistoista, jotka ovat käytössä Suomessa tai Ruotsissa.

### 2.3 Tavoitteet ja miten niihin päästään

Suomessa 140 - 660 litran jäteastioita punnitsevia autoja on vähän. Tutkimuksen alkaessa oli tiedossa, että punnitustekniikkaa hyödyntäviä autoja oli käytössä Pohjanmaalla ja Kymenlaaksossa. Autot oli varustettu yhdellä astiahissiin sijoitetulla vaa'alla, eikä niissä ollut RFID-lukijoita (Hakala 2013). Näissä autoissa voidaan punnita yksi astia kerrallaan, joka on varsin toimiva ratkaisu kun kyseessä on biojätteen keräys. Biojätteen keräyksessä suurimmalla osalla kiinteistöjä on käytössä vain yksi 140 - 240 litran jäteastia, joten yhden jäteastian punnitus kerrallaan on riittävä. Satunnaiset asiakkuudet joissa jäteastia määrä on suurempi kuin yksi, eivät näin ollen lisää merkittävästi työssä käytettävää aikaa.

HSY:n tarkoituksena on rakentaa astiapunnitusjärjestelmä 140 - 660 litran sekajäteastioiden keräykseen ja testata astiapunnitusjärjestelmän toimivuutta ja käyttövarmuutta. Sekajäteastioita on tyypillisesti pienikiinteistöillä yksi kappale ja isommilla kiinteistöillä useampi. Omakotialueilla jätekujettajat tyhjentävät kahden asiakkaan jäteastiat autoon

samanaikaisesti, koska se nopeuttaa työtä ja on myöskin mahdollista pienillä 140 - 360 litran jäteastioilla. 600 - 660 litran astioita ei voida tyhjentää kuin yksi kerrallaan.

Koska työ halutaan pitää tehokkaana ja tulee astiapunnitusjärjestelmässä olla samat ominaisuudet kuin ilman punnitusta. Näin ollen jäteauto tulee varustaa kahdella astiahissiin sijoitettavalla vaa'alla sekä RFID-lukijalla. Tiedossa ei ole, että vastaavanlaista autoa olisi Suomessa missään muualla käytössä. Lähimmät vastaavanlaisella tekniikalla ja toimintaperiaatteelle toimivat autot ovat Ruotsissa. Tutkimuksessa tullaan käyttämään Ruotsista saatuja kokemuksia hyödyksi mahdollisuuksien mukaan.

## 2.4 Toimintaperiaate

Jäteautoon asennetaan astiapunnituslaitteistot sekä RFID-lukijalaitteet. Jäteastioihin asennetaan RFID-tunnisteet, jotka linkitetään asiakastietoon. Jäteauton tyhjentäessä jäteastioita laitteisto lukee jäteastiassa olevan RFID-tunnisteen ja liittää punnitutuksen painotietoon RFID-tunnisteen sarjanumeron. Yhdistelmä tieto lähetetään autosta mobiilidatan avulla palveluntuottajan FTP-palvelimelle (File Transfer Protocol). Palveluntuottajan FTP-palvelimelta haetaan FTP-kyselyllä raakadata, joka yhdistetään HSY:n tietojärjestelmässä oikeaan asiakkuuteen. Tämän jälkeen tieto saadaan raportoitua HSY:n raportointijärjestelmän avulla asiakkaalle.

## 3 Nykytila

Kiinteistöillä olevat jäteastiat voidaan jakaa kahteen pääluokkaan, käsin siirrettäviin keräysvälineisiin ja suursäiliöihin. Suursäilöt ovat osin maan alle tai maan pinnalla olevia suuria säiliöitä tai puristimia, joiden nostamiseen tarvitaan nosturia. Yleisimmät suursäiliöt ovat etukontteja, vaihtolavoja, puristimia tai maan alle sijoitettavia syväkeräysastioita. Käsin siirrettävät jäteastiat ovat pyörin varustettuja ja kooltaan 140 - 800 litraa.

90 % pääkaupunkiseudun jäteastioista ovat käsin siirrettäviä, mutta varsinkin syväkeräyssäiliöiden suosio on kasvanut paljon viimeisten vuosien aikana. Syväkeräysastian etuna voidaan pitää sen suurta tilavuutta, joka mahdollistaa harvemman tyhjennysrytmin. Toisaalta syväkeräyssäiliöiden sijoittaminen ei aina ole mutkatonta maan alla olevien johtojen ja putkien vuoksi. Syväkeräysastioiden käyttöä saattaa rajoittaa myös muut

kiinteistöillä vallitseva olosuhteet kuten pihan kantavuus, rakennusten sijainti, maaperä jne.

### 3.1 Asiakashinnoittelu suursäiliöissä

Asiakkaan jätehuolto maksu koostuu suursäiliöiden osalta kolmesta komponentista: kuljetusmaksusta, käsittelymaksusta ja keräysvälineen vuokrasta. Keräysvälinevuokra ve- loitetaan vain siinä tapauksessa, että asiakas on vuokrannut tuotteen HSY:ltä. Esimer- kiksi syväkeräysastioissa asiakas omistaa keräysvälineen aina itse. Tällöin HSY ei ve- loita asiakkaalta vuokraa ja asiakas maksaa vain kuljetuksesta ja käsittelystä. Suursäili- öiden osalta käsittelymaksu peritään tonniperusteisesti (euroa / tonni), joka määräytyy kulloinkin voimassa olevan taksan mukaisesti. Vuonna 2016 käsittelymaksun osuus on sekajätteen suursäiliöissä 167,10 euroa / tonni (sis. alv. 24 %) (HSY hinnasto 2016,8). Säiliöiden paino punnitaan jokaisella tyhjennyskerralla ja sen mukaan asiakkaalle muo- dostuu käsittelymaksun osuus laskulle. Lisäksi asiakkaalta peritään kuljetusmaksu jokai- sesta tyhjennetystä astiasta.

### 3.2 Asiakashinnoittelu käsin siirrettävissä jäteastioissa

Käsin siirrettävien jäteastioiden osalta asiakaslaskutus koostuu samoista kolmesta kom- ponentista: kuljetusmaksusta, käsittelymaksusta ja astiavuokrasta. Jäteastian vuokrauk- seen pätee samat säännöt kuin edellä mainitussa kappaleessa 3.1.

Käsin siirrettäviä jäteastioita ei punnita. Asiakaslaskutuksessa käsittelymaksun osuus määräytyy laskennallisen painon mukaan, johon vaikuttaa astian koko. Taulukossa 1 on esitetty asiakaslaskutuksessa käytetyt käsittelypainot erikokoisille astioille.

Taulukko 1. Jäteastioiden painot ja tyhjennystiheydet.

Astia koko (litraa)	Käsittelypaino (kiloa)
140	12
240	18
300	22
600 - 660	36
800	45
irtojäte (kg/m <sup>3</sup> )	58

### 3.2.1 Käsin siirrettävien jäteastioiden painon raportointi

On syytä erottaa, että edellä olevat jäteastioiden painot ovat laskutuksen perusta ja ne edustavat keskimääräistä painoa kullekin tuoteryhmälle. Raportoinnissa käytetään kuitenkin eri jäteastian painoja ja ne ovat aavistuksen tarkempia kuin laskutuksessa käytettävät jäteastian painot. Raportoinnissa käytettävät jäteastian painot ovat sidoksissa jäteastian tilavuuteen ja tyhjennystiheyteen. Taulukossa 2 on esitetty raportoinnissa käytettävät painot.

Taulukko 2. Raportointi painot (HSY keräysvälineiden painotaulukko 2011).

Astia koko (litraa)	Tyhjennystiheys	Paino (kiloa)
140	joka 2. vk tai harvemmin	17
140	kerran viikossa	11
240	joka 2. vk tai harvemmin	22
240	kerran viikossa	16
300	joka 2. vk tai harvemmin	26
300	kerran viikossa	19
600 - 660	kerran viikossa tai harvemmin	35
600 - 660	kaksi kertaa viikossa	33
600 – 660	kolme kertaa viikossa tai useammin	32
irtojäte (m3)		41

Raportointi käytössä olevat käsittelypainot perustuvat tilastolliseen seurantaan. Seuranta on tehty siten, että kuormiin on ajettua vain samankokoisia ja samalla tyhjennystiheydellä olevia jäteastioita. Tämän avulla on saatu käyttöön keskiarvopaino kullekin tuoteryhmälle.

### 3.3 Jäteastioiden painojen vertailu

Suursäiliöiden kohdalla asiakashinnoittelu perustuu käsittelyn osalta faktisesti tuotettuun jätemäärään. Sen hinnoittelu on yksiselitteinen ja läpinäkyvä. Asiakkaat joiden jätehuolto hoituu suursäiliöiden avulla saavat myös huomattavasti tarkempaa tietoa tuottamastaan jätemäärästä verrattuna käsin siirrettäviin jäteastioihin, koska suursäiliöt punnitaan jokaisella tyhjennyksellä.

Laskennallisten painojen käyttö on omalla tavallaan ristiriitaista. Asiakas, joka tuottaa jätettä vähemmän kuin mikä on laskennallinen paino, joutuu maksamaan tyhjästä. Toisaalta asiakas, joka tuottaa jätettä enemmän kuin mikä on laskennallinen paino, saa tästä kustannushyötyä. HSY:n näkökulmasta tilanne jossa asiakkaan jäteastia painaa enemmän kuin mitä siitä veloitetaan, on epäedullinen. Vajaasta astiasta saadaan taas kustannushyötyä.

Taloudellisten aspektien lisäksi asiaan liittyy myös oikeudenmukaisuuden periaate. Onko oikein laskuttaa asiakkaalta enemmän jätteestä kuin mitä hän todellisuudessa tuottaa? Onko oikein, että HSY menettää tuloja siksi, että asiakas on tuottanut jätettä enemmän kuin mistä hän maksaa? Asiaan ei varmasti löydy yhtä ja oikeaa vastausta tai ainakin sitä voidaan pyöritellä loputtomasti moraalisten ja eettisten näkökulmien kautta.

Jätelaki lähtee jätteen synnyn ehkäisyistä ja jätteen määrän vähentämisestä (Jätelaki 2011, 1 luku 1 §). Voidaan siis toisaalta ajatella, että jos asiakas saa tarkemman tiedon tuottamastaan jätemäärästä, se saisi asiakkaat toimimaan entistä ympäristövastuullisemmin, vai saisiko?

HSY on saanut asiakkailtaan tasaisin väliajoin yhteydenottoja joissa käsin siirrettävien astioiden punnitusta on tiedusteltu. Yleisesti voidaan todeta, että perusteena ovat kustannukset ja sen oikeudenmukaisuus eli maksan siitä mitä tuotan. Toisaalta suuremmat yritykset ovat heränneet samaan asiaan raportoinnin näkökulmasta. Yritykset ovat kiinnostuneita tuottamastaan jätemäärästä omien ympäristöohjelmiensa ja sertifiointien vuoksi, mutta myös kustannustehokkuus näyttelee suurta roolia osalla toimijoista.

### 3.4 Asiakasraportoinnin nykytila

Kunnallisilla ja yksityisillä jätteenkerääjillä ja -käsittelijöillä on jätelain mukaan raportointi velvollisuus. Raportointi voi koskea kiinteistölle tuotettua palvelua tai se voi koskea jätteen käsittelyä tai molempia. Lain mukaan asiakkaalla on oikeus saada raportti tuottamastaan jätemäärästä pyydettyä. Raportista tulee selvittää mitä jätejakeita tai jakeita on kerätty, kuinka paljon ja minkä suuruisen summan asiakas on palvelusta maksanut. Viranomaiselle tuotettu raportointi on tarkempaa ja sitä ei tässä työssä tulla käsittelemään. Työ keskittyy käsin siirrettävien astioiden punnitukseen ja sen tiedon jalostamiseen asiakkaalle. (Jätelaki 2011, 5 luku 36 §, 39 §, 44 § .)

Asiakasraportoinnin merkitys on noussut viimeisen kolmen vuoden aikana. Edelleenkin suurimmalle osalle asiakkaista riittää raportin saaminen vuosittain, mutta näiden lisäksi on tullut suurasiakkaita joille tuotetaan raportteja kuukausittain. Raporttiin halutun tiedon sisältö vaihtelee asiakkaasta riippuen merkittävästi ja siitä syystä, niin sanottu perusraportti ei kelpaa kovinkaan usein suurasiakkaille. Toisin sanoen räätälöidyn raportoinnin merkitys ja tarve on kasvanut huomattavasti.

### 3.5 Tiedon tuottaminen

Jätehuollon toimialalla on käytössä ERP- ohjelmistona CGI:n ylläpitämä logistiikkajärjestelmä. Järjestelmä koostuu kolmesta osakokonaisuudesta: työnohjaussovelluksesta, ajoneuvosovelluksesta sekä suunnittelusovelluksesta. Näiden rinnalla on myös asiakas- ja laskutusjärjestelmä.

Logistiikkajärjestelmän avulla ohjataan kuljetustoimintaa. HSY:n urakoitsijat saavat logistiikkajärjestelmästä ajolistat autoihin (ajoneuvosovellus), josta kuljettaja kuittaa tehtävät suoritetuksi tai estyneeksi. Työnohjaussovelluksen puolella HSY:n- sekä urakoitsijan henkilökunta näkevät reaaliaikaisesti kuljetusten etenemisen sekä saavat tietoonsa mahdolliset laatupoikkeamat joita asiakkaan palveluun on liittynyt. Logistiikkajärjestelmästä tiedot siirtyvät päivittäin HSY:n omaan Datawarehouseen, josta ne ovat poimittavissa raportointityökalun avulla.

HSY:ssä on tällä hetkellä käytössä erilaisia raportointijärjestelmiä ja ne ovat osin toimialakohtaisia. Jätehuollon toimialalla on käytössä raportointityökaluna SAP:n Business Objects. Tällä hetkellä pääosa asiakasraportoinnista hoidetaan tämän työkalun avulla vaikka asiakkailla olisi mahdollisuus osin myös hakea tiedot itse e-palvelun kautta.

## 4 Teoreettinen viitekehys

Kehitystehtävän tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa 140 - 660 litran jäteastioiden punnitukseen soveltuva järjestelmä. Suunnittelu ei pidä sisällään laitteiden valmistukseen liittyvää suunnittelua, vaan se koskee toimintalogiikkaa ja tiedon tuottamista.

Työ päätettiin toteuttaa teorian näkökulmasta kahdessa osassa. Ensimmäisessä vaiheessa hyödynnettäisiin benchmarkingia etsimällä kokemuksia punnitusjärjestelmistä,

jotka soveltuvat 140 – 660 l jäteastioiden punnitsemiseen ja toisessa vaiheessa keskittyttäisiin lisäarvon tuottamiseen, joka perustuu punnittuun painotietoon ja sen tuomiin hyödyntämismahdollisuuksiin..

#### 4.1 Benchmarking

Benchmarking on yksi menetelmistä joilla voidaan kohentaa tehokkuutta. Sana itsessään pohjautuu vanhaan englanninkielen sanaan, joka tarkoittaa ”suuntamerkkiä” tai kiintopistettä”. Sana on lainattu johtamismaailmaan tarkoittamaan hyvien esikuvien järjestelmällistä tutkimista. (Karlöf 1996,131.)

Benchmarkingin-käsitteeseen sisältyy toiminnan vertaaminen ja kehittäminen kohti parasta tulosta. Benchmarkingia voidaan ajatella myös siten, että huipputuloksista voidaan oppia. Yritykset vertailevat itseään usein toisiin samalla alla toimiviin yrityksiin, niin tuotteiden, palveluiden ja toimintatapojenkin osalta. Benchmarkingia voidaan tehdä kahdella tavalla. Joko siinä verrataan tuloksia ja suoritustasoja tai verrataan toimintatapoja eli prosessien sisältöä ja työvaiheita. Benchmarking voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- sisäinen
- ulkoinen
- toiminallinen

Sisäinen benchmarking on tyypillisesti yrityksen sisällä tehtävää mittausta ja tehokkuusvertailua. Se voidaan sitoa esimerkiksi taloudellisiin ja tuotannollisiin aspekteihin. Tässäkin tarkoituksena on löytää parhaat käytänteet ja oppia yrityksen parhaista yksiköistä, jotta toiminta olisi tehokasta yrityksen kaikissa segmenteissä.

Ulkoisella benchmarkingilla tarkoitetaan oman toiminnan vertaamista kilpailijoihin tai toimialan muihin yrityksiin. Tällöin omia käytäntöjä verrataan toimialan parhaisiin ratkaisuihin ja löytää kohdat joissa oma toiminta on heikompa kilpailijoihin tai toimialaan verrattuna. Yritysten välisen benchmarkingin ongelmaksi voi muodostua vaikea saavutettavuus, koska yritykset pelkäävät kilpailijoiden saavan liikesalaisuuksien piiriin luettavia tietoja selville ja tämän myötä voidaan kadottaa saavutettu kilpailuetu.



Toiminnallisessa benchmarkingissa on tarkoituksena löytää parhaat prosessikäytännöt ja niitä voidaan etsiä myös oman toimialan ulkopuolella. Tarkoituksena on löytää kaikista paras toimija, ”maailmanmestari” Toiminnallinen benchmarking on yrityksen kannalta vaikein ja haastavin. Jos prosessin kehittämisen tavoitetaso on asetettu korkealle, ei toiminnallista benchmarkingia kannata unohtaa. (Lecklin 2006, 160-162.)

Benchmarking on prosessi, joka sisältää seuraavat vaiheet:

- vertailevien prosessien tai prosessivaiheiden identifiointi
- benchmarking-kandidaattien etsintä ja valinta
- tulos- ja mittatietojen kerääminen
- tietojen analysointi
- tulosten hyödyntäminen prosessianalysissä

Benchmarkingin tavoitteet:

- parempien toimintatapojen identifioimiseksi
- oikean tavoitetaso määrittämiseksi
- uusien menetelmien ja ideoiden löytämiseksi
- ennakkoluulojen poistamiseksi parhaiden käytäntöjen oppimiseksi (Lecklin 2006, 163).

#### 4.1.1 Benchmarkingin hyödyntäminen kehitystehtävässä

Benchmarkingin avulla pyritään selvittämään onko Suomessa käytössä 140 - 660 litran jäteastioille punnitusjärjestelmä ratkaisuja, miten ne ovat teknisesti toteutettu ja miten muualla käytössä olevat punnitusjärjestelmät ovat toimineet? Miten niistä saatua tietoa on käytetty hyväksi raportoinnissa ja asiakaslaskutuksessa? Tämän lisäksi pyritään selvittämään myös toiminnan mahdolliset kompastuskivet joihin muualla on törmätty.

Vaikka muualla käytössä olevat punnitusjärjestelmät eivät mahdollisesti ole aivan samanlaisia tekniseltä toteutukseltaan, niiden toimintaperiaate on kuitenkin samanlainen.

Niistä saatava tietosisältö on kuitenkin vertailukelpoinen. Benchmarking tulee perustumaan henkilöhaastatteluihin. Pysin lisäksi selvittämään miten saatua tietoa on pystytty hyödyntämään arvoketju- ja tietojohdamisen näkökulmasta.

#### 4.2 Arvon tuottaminen

Arvo on käsitteenä monimuotoinen ja arvosta puhutaan monissa eri yhteyksissä. Arvon voidaan ajatella olevan jokin asia, jonka ihminen tuntee arvokkaaksi tai se on asia jota tavoitellaan. Asiasta tulee arvo, kun se saavutetaan (Opetushallitus 2011).

Liiketoiminnan näkökulmasta arvo voidaan määritellä seuraavasti: ”Kaiken organisoidun toiminnan lähtökohtana on tuottaa arvoa, joka on suurempi kuin sen tuottamisen kustannukset.” (Karlöf 1996, 98.) Edellä mainittu pätee varsin hyvin taloudennäkökulmasta ja voidaan ajatella, että valmistetaan jotakin tuotetta jota tarvitaan ja sen myyntihinta on korkeampi kuin sen valmistuksesta, varastoinnista, jakelusta jne. aiheutuvat kustannukset.

Arvo syntyy ihmisten, esineiden ja asioiden välisistä suhteista, mutta toisaalta se on riippuvainen siitä mitä arvostetaan (SITRA julkaisusarja 291, 18). Asiakkaalle tuotetusta arvosta puhutaan nykyisin paljon. Mutta mitä se todellisuudessa sitten on? Asiaa voisi ajatella vaikkapa siten, että jokin tuote on ylivoimaisesti teknisiltä ominaisuuksiltaan ja kestävyydeltään paras joka markkinoilla on tarjolla. Seuraavaksi voidaan kysyä, ovatko kaikki tuotteen ominaisuudet sellaisia, joita jokainen kuluttaja ehdottomasti tarvitsee ja mikä on näiden ominaisuuksien valmistamisen hinta, suhteessa tuotteen kokonaishintaan? Entäpä sitten laatu, joka on rinnastettavissa tuotteen elinkaareen eli kestävyteen ja sen jälkimarkkinointiin. Ajattelemalla asiaa siten, että tuotteen käyttöikä on pitkä, saa asiakas maksimaalisen hyödyn tuotteen hankintahintaan nähden.

Edellä oleva esimerkki ei kuitenkaan vastaa siihen kysymykseen, että täyttääkö tuote asiakkaan vaatimustason ja onko asiakas valmis todellisuudessa maksamaan vaikkapa kaksin kertaisen hinnan tuotteesta, jos sillä saa seuraavaksi parhaaseen tuotteeseen nähden kolme vuotta pidemmän käyttöikänsä. Kyse on siis lopulta siitä, mitä asioita tai ominaisuuksia asiakas tarvitsee tai haluaa tuotteelta. Mitkä asiat tai ominaisuudet asiakas arvuuttaa tärkeiksi?

Asiakkaan arvuuttamisen perusteet taas pohjautuvat puhtaasti yksilön omiin arvoihin ja niihin asioihin jotka koemme itsellemme tärkeiksi, eli itseisarvoiksi.

Jos puhutaan tuotteista tai miksei myös palveluista, olisi eriarvoisen tärkeää lähteä tekemään suunnittelua asiakkaan näkökulmasta eikä liiketoiminta edellä vain tuotteistamisen ilosta.

Siksimä tulisi tutkia, mitä asiakkaat tarvitsevat ja mitä asioita he arvuuttavat tuotteessa tai palvelussa. Tämän ajattelun myötä asiakkaista ja asiakkaiden tarpeista voidaan muodostaa kategorioita ja segmenttejä.

Nykyinen älypuhelin business on tästä oivallinen esimerkki. Valmistajat ovat selvästi havahtuneet siihen, että kuluttajilla on hyvin erilaiset tarpeet puhelimelle. Super-käyttäjät vaativat puhelimelta paljon ominaisuuksia. Tähän on vastattu lanseeraamalla ”huippumalleja”, joissa on tarjolla monipuolinen valikoima erilaisia käyttöominaisuuksia, jotka edustavat viimeisimpiä teknisiä innovaatioita. Toiselle käyttäjälle puhelin voi edustaa puhumista ja tekstiviestin lähettämistä. Tässäkin esimerkissä pätee sama asia eli mitä asiakas arvostaa ja tähän puhelinteollisuus on osannut vastata.

#### 4.2.1 Arvon tuottaminen kehitystehtävässä

Omassa kehitystehtävässäni mietin pitkään, mitä hyötyä punnitusjärjestelmästä olisi ja kenen tarpeita se palvelisi. Mielestäni järjestelmä tuottaa arvoa asiakkaalle, HSY:lle ja koko jätehuollon sektorille.

Asiakkaalle tuotettu arvo perustuu puhtaasti tarkemman tiedon tarjoamiseen, koska taloudellista kytköstä ei toistaiseksi ole. Tässäkin tosin tullaan osin siihen problematiikkaan, että arvuuttavatko kaikki asiakkaat tämän tiedon tuottamisen arvokkaaksi. Asiakkailta saadun palautteen perusteella, on kuitenkin perusteltavissa, että tällaista tietoa halutaan ja se voi palvella eri asiakassegmenttejä eri tavoin.

Jos taloudellinen kytkös olisi, se todennäköisesti tuottaisi osalle asiakkaista taloudellista hyötyä nykytilanteeseen nähden ja osalle taas taloudellisia tappioita. Tällä tavoin asiakas voisi saada nykytilanteeseen nähden arvoa, mutta tappiollisissakin tapauksessa tällä mallilla olisi ohjaava vaikutus. Asiakas pystyisi omalla toiminnallaan kääntämään sen itselleen arvoksi. Perusteena voidaan pitää sitä, että jos laskutus suoritettaisiin euroa / tonni perusteisesti, se perustuisi puhtaasti tuottamisperiaatteeseen. Olisi melko todennäköistä, että korkeita jätemaksuja maksavat kiinteistöt tehostaisivat lajittelua ja sen

myötä alettaisiin myös miettimään kulutustottumuksia. Parhaimmillaan vaikutusten voidaan ajatella ulottuvan jopa jätteen synnyn ehkäisyyn asti, joka on jätelaissakin mainittu (Jätelaki 2011, 1 luku 1 §).

HSY:n näkökulmasta arvon tuotto perustuu myöskin taloudellisiin näkökulmiin, mutta myös tiedon tuottamisen näkökulmaan. Taloudellinen näkökulma voi olla esimerkiksi se, että tuotetun tiedon avulla voidaan tutkia, kattavatko nykyiset asiakasmaksut käsittelymaksuosuuden asiakaslaskutuksesta. Toisaalta se mahdollistaa tarkemman tiedon saamisen eri astiakokojen painoista ja tyhjennysrytmeistä ja sen avulla voidaan säätää eri kategorioiden hinnoittelua oikeudenmukaisemmaksi. Tällä myöskin vältetään tuotteiden välistä subventointia.

Tiedon tuottamisen näkökulmasta on myös mahdollista tuottaa tarkempaa tietoa alueellisista jätekertymistä ja tutkia vuodenaikavaihteluiden vaikutuksia aluekohtaisesti tai vaikkapa hyödyntää tietoa reittisuunnittelun näkökulmasta. Voidaan siis todeta, että tieto on arvokasta toiminnankehittämisen näkökulmasta.

Koko alaa taas hyödyntää uusien ratkaisuiden kehittäminen. Saadaan uusia toimintamalleja ja tietoa voidaan jakaa alan sisällä. Jätelaitoksilla on tiivistä yhteistyötä keskenään ja uusista kehitysprojekteista jaetaan kokemuksia ja niistä ollaan kiinnostuneita. Benchmarkkaamalla toinen toisiaan ja keskustelemalla avoimesti, saavutetaan hyötyä kaikkien toimijoiden näkökulmasta.

## **5 Kokeilun suunnittelu**

Kokeilun aihe nousi esille yrityksen sisäisissä keskusteluissa keväällä 2013, koska muutamilta isoilta asiakkailta oli tullut aktiivisesti kyselyitä olisiko astiakohtaisen tiedon saaminen ylipäättään mahdollista. Asiakkaat kokivat laskennallisen painon huonoksi raportoinnin näkökulmasta katsottuna, koska se ei kerro tarkkaa määrää tuotetusta jätteestä. Kokeilu hanke liitettiin osaksi ARVI-hanketta jota koordinoi Aalto yliopisto.

HSY:tä edeltävä YTV (pääkaupunkiseudun yhteistyö valtuuskunta) oli kokeillut RFID- ja punnitustekniikan hyödyntämistä ensimmäisiä kertoja jo 90-luvun puolivälissä yhteistyössä VTT:n kanssa. Näin ollen tekniikasta oli jonkin asteista ymmärrystä talon sisällä ja vanhaan tutkimukseen liittyvää materiaalia oli käytettävissä.

Perehdyttyäni vanhaan Tecnomen System Solutionsin raporttiin (YTV-MobiCID –kokeilu 1994) totesin, että siitä ei olisi kovinkaan paljoa hyötyä tulevaa ajatellen. Hyödynnettäviä osia olisi vain pääperiaatteet, jotka olivat RFID-tunnistin, RFID-lukija ja astiahissiin asennettava vaaka.

## 5.1 Kokeilun suunnittelu ja aikataulu

Projektille tehtiin suunnitelma, joka on esitetty alla olevassa kuvaajassa.

AIKATAULU	2013											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Kokeilun suunnittelu	■											
Kuljetusliikk. Haastattelut		■										
Punnitusjärj. Toimittajan etsintä		■	■									
Järjestelmän suunnittelu				■	■							
Tarjous						■						
Laitteistojen asennennus							■					
Laitteistojen testaus								■				
Laitteiston käyttöönotto								■	■			
Tiedon keruu									■	■	■	

Kuvio 1. Projektin aikataulu.

Projektin suunnittelu aloitettiin sillä, että ensin haastattelin nykyisiä yhteistyökumppaneitamme ja kartoitin kuinka paljon heillä on käytössään tietoa jäteastiakohtaisista vaaoista ja onko heillä ollut näitä käytössä kaupallisissa palveluissa. Selvisi, että kalustoa ei ollut kuin yksi auto ja sekään ei ollut aktiivisessa käytössä.

Kun nykytilanne Suomen osalta oli kartoitettu, alettiin seuraavaksi miettimään millainen tai millaiset olisivat mahdolliset keräysalueet joille autot sijoitettaisiin ajoon. Päädyttiin siihen, että olisi hyvä jos alueita olisi kaksi ja ne poikkeaisivat kiinteistö- ja asukasrakenteeltaan toisistaan mahdollisimman paljon. Tällöin saatava data olisi myös mahdollisimman laaja-alainen ja edustaisi kaikkia mahdollisia kiinteistötyyppejä hyvin.

## 5.2 Yhteistyökumppanien hankinta

Kartoittaessani yhteistyökumppanien tietämystä punnitusjärjestelmistä, olin samalla kysellyt heidän näkemyksiään siitä miten he suhtautuisivat asiaan periaatetasolla:

- kuljetusyritys A:n mielipide asiaan oli: ”emme näe asiaa hyvänä, koska jos järjestelmä toimii, kaikki asiakkaat haluavat käyttöön kyseisen järjestelmän.”
- kuljetusyritys B:n mielipide asiaan oli: ”näemme tässä liikaa riskejä toiminnallisuuden kannalta, joten emme halua sitouttaa kalustoa kokeiluun. Emme myöskään usko, että järjestelmä toimii.”
- kuljetusyritys C:n mielipide asiaan oli: ”voisimme mahdollisesti lähteä kokeiluun mukaan, mutta riippuu pitkälti millainen järjestelmä on kyseessä.”
- kuljetusyritys D:n mielipide asiaan oli: ”Olemme ilman muuta kiinnostuneita kaiken uuden kehittämisestä ja voimme lähteä hankkeeseen mukaan, jos järjestelmä on toimiva.”

Saatujen kommenttien perusteella ei ollut kovin vaikea arvioida ketkä yritykset mahdollisesti hankkeeseen lähtisivät mukaan. Ongelmallisen lähtötilanteesta teki toisaalta se, että ei ollut mitään varmuutta siitä saisinko mukaan yhtään kuljetusyritystä. Jos saisinkin, niin millainen laitteisto autoihin tulisi hankkia ja mitä asioita olisi mahdollisesti huomioitava? Toisaalta lähtötilanteessa ei ollut myöskään tiedossa yhtään toimijaa joka pystyisi edes kyseisen laitteiston rakentamaan.

### 5.3 Lähtökohdat punnitusjärjestelmälle

Jotta tietäisin mitä pitäisi hankkia, päädyin jatko haastattelemaan yrityksiä C ja D. Kummallakin kuljetusyrityksellä oli pitkä kokemus jätteen kuljettamisesta kuntaurakoissa ja heillä oli useita HSY:n urakka-alueita ajossa. Keräysalueiden määrittelyn kannalta tilanne oli oivallinen. Tämä mahdollistaisi sen, että suunnittelun kannalta asetetut tavoitteet täyttyisivät alueiden erilaisuuteen liittyen ja haluttua dataa saataisiin, ainakin lähtökohtaisesti.

Kävin kummankin kuljetusyrityksen kanssa keskustelut siitä, millainen punnituslaitteiston tulisi olla laitteiston ja mitä asioita he näkisivät riskeinä? Keskeisimmät tekijät olivat seuraavat:

- Laitteiston tulisi punnita kerralla vähintään kaksi pientä jäteastiaa
- Tyhjennyksen tulisi tapahtua yhtä nopeasti kuin normaalisti
- Laitteiston tulee olla helppokäyttöinen kuljettajalle

- Vaaitus ei saisi missään nimessä olla ilmajousitukseen sidottu
- Laitteiston tulisi olla kustannuksiltaan edullinen ja ennen kaikkea käyttövarma

Perustelut edellä mainittuihin teeseihin olivat:

- Laitteiston tulisi punnita kerralla vähintään kaksi jäteastiaa
  - Normaalisti varsinkin omakotialueilla kuljettajat tyhjentävät samanaikaisesti kahden eri asiakkaan jäteastiat autoon. Jos jäteastioita voitaisiin tyhjentää vain yksi kerrallaan, se pidentäisi työaikaa merkittävästi ja alentaisi työntehokkuutta ja nostaisi kulurakennetta.
- Tyhjennyksen tulisi tapahtua yhtä nopeasti kuin normaalisti.
  - Mikäli punnitus kestää pitkään se hidastaa työtä ja edelleen laskee työntehokkuutta ja nostaa kulurakennetta. Lisäksi se vähentää kuljettajien työtyytyväisyyttä, koska aikaa kuluu enemmän.
- Laitteiston tulee olla helppokäyttöinen kuljettajalle.
  - Laitteiston käyttö ei saisi olla monimutkaista, jotta se ei lisäisi työvaiheita tyhjennyksen yhteydessä. Ylimääräiset työvaiheet laskevat työntehokkuutta ja lisäävät kulurakennetta. Lisäksi se vähentää kuljettajien työtyytyväisyyttä, koska aikaa kuluu enemmän. Jokaisen kuljettajan pitää pystyä käyttämään laitteistoa lyhyellä perehdytyksellä. Myöskin kaikki toimenpiteet pitää pystyä tekemään auton takaosasta käsin.
- Vaaitus ei saisi missään nimessä olla ilmajousitukseen sidottu.
  - Mikäli vaaka olisi liitetty akseliin ja sen kallistuskulmaan se johtaisi siihen, että auto joutuisi kaltevissa paikoissa hakemaan oikeaa punnituskulmaa, jotta tulos olisi luotettava. Pahimmillaan se johtaisi siihen, että punnitusta ei voisi suorittaa lainkaan.
- Laitteiston tulisi olla kustannuksiltaan edullinen ja ennen kaikkea käyttövarma.

- Laitteiston tulisi olla kustannuksiltaan halpa. Käyttövarmuus on avaintekijä. Mikäli laitteisto ei toimi halutulla tavalla se johtaa jatkuvaan korjaamiseen ja vaatii erityisjärjestelyjä, jotta korvaava kalusto saataisiin ajoon. Lisäksi huolto- ja käyttökulujen tulisi olla kohtuulliset.

Lähes kaikki vastausten perustelut indikoivat suurimman riskin liittyvän rahaan ja työntehokkuuteen. Toisaalta kuljetusyritysten antamat perustelut punnitusjärjestelmän toimintaan liittyen, olivat varsin perusteltuja niin heidän kuin HSY:kin näkökulmasta. Ei olisi järkevää rakentaa punnitusjärjestelmää joka olisi tehoton ja nostattaisi kustannuksia kohtuuttomasti. Saatujen tietojen perusteella aloitettiin punnitusjärjestelmä toimittajan etsintä.

#### 5.4 Punnitusjärjestelmän toimittaja

Pohjatiedon perusteella lähdin kartoittamaan potentiaalisia järjestelmän tarjoajia. Lähtökohtana oli se, että toimittajalla pitäisi olla edustus Suomessa. Ajatus siitä, että mahdollinen jälkimarkkinointi olisi muualla kuin Suomessa, tuntui käytännön kannalta hankalalta ja eittämättä se tulisi myös vaikuttamaan huollon vasteaikoihin.

Kotimaassa on kaksi isoa toimittajaa jotka tarjoavat erilaisia vaakalaitteita jätehuollon toimialalle, joten selvittelin näiden toimijoiden tilannetta. Samaan aikaan sain täysin uudelta toimijalta yhteydenoton, joka oli erittäin halukas lähtemään kehittämään punnitusjärjestelmää. Yritys on globaalisti erittäin tunnettu teknologia-alan yritys, jolla on vahva osaaminen teollisuuden ratkaisuista, automaatioista ja RFID:n käytöstä teollisuudesta.

Punnitusjärjestelmähankinnan näkökulmasta tilanne oli hyvä, koska uudella toimijalla ei olisi toimintaan liittyviä "vanhoja rasitteita", mutta toisaalta taas riski sen toteutuksesta olisi olemassa. Toisella alan toimijalla olisi mahdollisesti tarjota valmis laitteisto ja tuotantoon ottaminen olisi nopeampaa.

Kaikkien selvittelyiden jälkeen olin tullut lopputulokseen, jossa pystyin toteamaan, että nyt olemme luomassa jotain uutta. Muilla ei ole vastaavanlaista punnitusjärjestelmää Suomessa ja olisi mahdollisuus tehdä jotain sellaista mitä ei ole vielä tehty. Käytyäni keskustelua HSY:n sisällä ja pohdittuamme asiaa, niin riskien kuin kustannustenkin näkökulmasta, päätimme lopulta ottaa riskin ja lähteä kehittämään punnitusjärjestelmää uuden toimijan kanssa.



## 5.5 Projektiorganisaatio

Kun valinta toimittajan suhteen oli tehty, perustettiin projektiorganisaatio joka lähtisi tekemään käytännön toteutusta. Projektin omistajana ja vetäjänä toimin itse ja omasta organisaatiostani ei ollut muita henkilöitä mukana varsinaisessa projektiryhmässä. Lisäksi projektiryhmään kuului punnitusjärjestelmätoimittajalta 3 henkilöä, heidän yhteistyökumppaninsa edustajia 3 henkilöä sekä HSY:n tietojärjestelmistä vastaavan CGI:n edustaja.

Työnjako projektissa oli määritelty siten, että varsinainen punnituslaitteiston toimittaja tuottaisi tarvittavan teknologian autoon sekä tarvittavat rajapinnat HSY:n tietojärjestelmiin. Heidän yhteistyökumppaninsa hoitaisi mekaanisen suunnittelun sekä rakentamisen. CGI vastaisi omalta osaltaan rajapinnan tekemisestä HSY:n järjestelmiin ja määrittäisi missä muodossa tiedot tulisi siirtyä järjestelmien välillä.

## 5.6 Järjestelmän määrittelyvaihe

Määrittely aloitettiin käymällä keskustelu siitä, millainen punnitusjärjestelmän tulisi ylipäätään olla ja mitä sillä pitäisi saada tehtyä. Hyvin nopeasti keskustelujen alku vaiheessa kävi ilmi, että kahden jäteastian punnitseminen samanaikaisesti ei olisi teknisesti kovin helppo toteuttaa. Kävimme tutustumassa kuljetusyritysten C ja D jäteautoihin ja totesimme, että autojen päällirakenteiden erilaisuus toisi lisää haastetta projektiin. Teknisesti jouduttaisiin tekemään 2 erilaista räätälöintiä. Teknisestä toteutuksesta vastaava yritys jäi pohtimaan käytännön toteutusta ja siirryttiin teknologian pariin.

Seuraavana vaiheena pohdittiin asiakkaan jäteastian tunnistamista ja miten painotieto saataisiin yhdistettyä asiakastietoon. Lähtökohtana olisi, että jäteastioihin asennettaisiin RFID-tunnisteet ja jäteauto lukisi tunnisteen tyhjennyksen yhteydessä. Tunnistetieto pitäisi saada yhdistettyä punnitustulokseen ja edelleen asiakastietoon. Jäteautoissa on sähköinen ajo-opastusjärjestelmä (Merlot), jonka opastuksella kuljettaja tyhjentää kunkin ajovuorossa olevan asiakkaan jäteastiat. Ensimmäisenä ajatuksena oli rakentaa rajapinta ajo-opastusjärjestelmän ja punnitusjärjestelmän välille. Kun asiakas olisi valittuna kuljettajan ajo-opastusjärjestelmästä, tunnistaisi järjestelmä mille asiakkuudelle tieto tuli

liittää. Ajatuksena tämä oli toki hyvä, mutta se ei toimisi esimerkiksi omakotialueilla lainkaan. Syynä se, että näillä ajoreiteilla tyhjennettäisiin pääsääntöisesti aina kahden eri asiakkaan jäteastiat samanaikaisesti. Tämä vaatisi puolestaan toiminnollisuuden, jossa kuljettaja voisi määritellä ajo-opastusjärjestelmästä mitkä kaksi asiakasta olisivat tyhjennysvuorossa. Tällöinkin jäteastioiden tulisi olla astiahississä aina saman logiikan mukaisesti, jotta paino kohdentuisi oikealle asiakkaalle.

Useiden palaverien jälkeen todettiin, että RFID-tunnistetiedon liittäminen asiakastietoon tulisi järjestää jotenkin muutoin kuin edellä kuvatulla tavalla. Vaihtoehdoksi jäisi käytännössä se, että samalla kun RFID-tunniste asennettaisiin jäteastiaan, se tulisi yhdistää valmiiksi asiakastietoon. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että jouduttaisiin hankkimaan erillinen PDA-laite, joka tukisi viivakoodi luentaa ja RFID-luentaa. Haasteeksi osoittautui myös edelleen punnitustiedon siirtäminen autosta HSY:n tietojärjestelmään. Ajatuksena oli edelleen hyödyntää autossa olevaa tietokonetta. Tulisi kehittää sovellus, joka keräisi punnitusjärjestelmän tiedot ja lähettäisi ne autosta edelleen HSY:n palvelimille. Frekvenssin tulisi olla sama, jolla ajo-opastusjärjestelmästä kuljettajan kuittaamat työtehtävät siirtyisivät palvelimelle.

Sillä välin, kun projektiryhmä oli ratkonut asiakastietoon liittyviä ongelmia, oli mekaniikasta vastannut yritys saanut kehitettyä ratkaisun varsinaiseen punnitusproblematiikkaan. Lähes 6 kuukauden kehitystyön lopputuloksena oli päästy siihen vaiheeseen, että kokonaisuudesta voitiin tehdä tarjous HSY:lle.

## 5.7 Punnitusjärjestelmän toimittajan valinta

Elokuussa 2013 saatiin tarjous, joka lopulta osoittautui niin kalliiksi, että sitä ei hyväksytty. Lisäksi toteutukseen liittyi edelleen hyvin paljon riskejä jotka liittyivät laitteiston toimivuuteen. Vaikka aikaa oli käytetty 6 kuukautta, se oli tietoinen riski ja lopputulokseen oli valmistauduttu. Oppimisen näkökulmasta katsottuna, projekti oli tuottanut paljon lisä arvoa. Tätä voitaisiin hyödyntää jatkossa.

Projektin loppupuolella olin aloittanut keskustelut toisen punnitusjärjestelmä toimittajan kanssa, koska olin varautunut siihen, että projekti ei tulisi tuottamaan haluttua lopputulosta. Uuden toimittajan kanssa aloitettiin keskustelut syyskuussa 2013 ja käytännön määrittelytyötä tehtiin loppu vuosi. Tammikuussa 2014 saatiin tarjous punnitusjärjestelmästä. Tarjouksen pohjalta käytiin keskustelut vielä kuljetusyritysten C ja D kanssa ja

pyydettiin heidän näkemyksiään asiaan ja käytiin laitteiston toimintaperiaatteet läpi, jotta kaikki osapuolet olisivat samaa mieltä toteutuksesta. Punnitusjärjestelmän tarjous hyväksyttiin helmikuussa 2014.

Tämän jälkeen sovittiin vielä kuljetusyritysten kanssa laskutuskäytännöistä ja kuka lopulta laitteistot omistaisi. Reilun kuukauden neuvotteluiden ja laskemisten jälkeen päätettiin sopimukseen toteuttamistavasta.

## **6 Punnitusjärjestelmä**

Punnitusjärjestelmällä on tarkoitus tuottaa jäteastiakohtaista painotietoa kerätystä jätteestä ja hyödyntää saatua tietoa asiakasraportoinnissa sekä muussa toiminnan kehittämisessä. Asiakasraportoinnin liittäminen osaksi kokeilua on luonnollinen asia ja on myös osin yksi juurisyistä koko hankkeen aloittamiselle. Tarkempi painotieto tuottaa lisäarvoa erityisesti niille kiinteistöille joiden jätekustannukset ovat suuret tai he tarvitsevat tietoa omaan ympäristö- tai viranomaisraportointiin. Erilaiset ympäristö- ja laatu järjestelmät sekä yhteiskuntavastuuraportit ovat lisääntyneet viimeisten vuosien aikana varsinkin isojen yritysten keskuudessa.

Raportoinnin tärkeyttä ei pidä myöskään vähätellä perinteisen taloyhtiön tai omakoti asukkaan näkökulmasta. Tarkkaan painotietoon perustuva raportointi on yksiselitteinen asia. Se kertoo puolen kilon tarkkuudella tuotetun jätteen määrän ja sen avulla voidaan seurata lajittelun tehokkuutta. Nykyisellä laskennalliseen painoon perustuvalla metodilla tämä ei ole samalla lailla mahdollista. Jätekeräys on aina sama, mikäli tyhjennyskertojen lukumäärä ajanjaksolla on sama.

Vaikka asiakasnäkökulma onkin keskeinen, niin punnitustietoa voidaan käyttää myös muuhun toiminnan kehittämiseen. Punnituksen avulla saadaan paikallisista jätekertymistä parempaa tietoa. Hyödyntämällä paikka ja asukastietoa, voidaan tehdä erilaisia laskentamalleja siitä, paljonko tietyn tyyppisissä kiinteistöissä tuotetaan jätettä. Laskentamalleja voidaan monistaa muualle toiminta-alueelle ja arvioida tämän perusteella syntyviä jätemääriä, niiden alueiden osalta, joista vastaavaa tietoa ei ole saatavilla.

Toisaalta painotiedon avulla voidaan arvioida jäteastioiden täyttöastetta ja hyödyntää tietoa reittisuunnitteluun. Laskutus käytössä on laskennallinen paino joka vaikuttaa asiakasmaksuun. Punnitustiedon avulla voidaan tarkastella ovatko laskutukseen käytettävät

painoperusteet valideja tai tarvittaessa siirtyä käyttämään painoa laskutusperusteena. Vaikka punnitustieto tämän vaihtoehdon mahdollistaakin, on se rajattu tutkimuksen ulkopuolelle.

## 6.1 Punnitusjärjestelmän rakenne

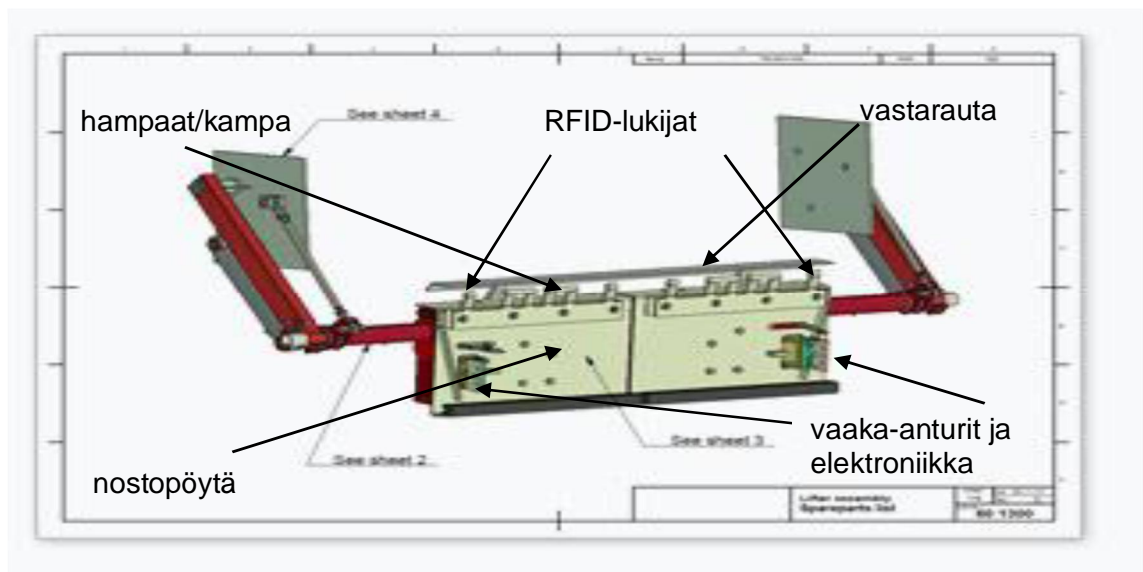
Punnitusjärjestelmä rakentuu seuraavista komponenteista:

- vaakaelektroniikka ja vaaka-anturit
- kallistuksen kompensointi
- astiahissin nostopöytä
- RFID-lukija-anturi
- PDA-laite
- RFID-tunniste
- Greenbox-moduli
- Käyttöliittymä

Komponenttien käyttötarkoitus:

- vaakaelektroniikka ja vaaka-anturit
  - Elektroniikalla ohjataan vaaka-anturien toimintaa
- kallistuksen kompensointi
  - Kallistuksen kompensointi laskee korjauskertoimen punnituksen yhteydessä, mikäli auto ei ole vaakasuoralla alustalla punnitushetkellä.
- astiahissin nostopöytä
  - astiahissin tarkoituksena on nostaa jäteastia. Nostopöydässä on ”kampa” eli hammastus johon jäteastia asetetaan. Hampaat menevät astian kauluksen alle ja kauluksen päälle tulee vasta rauta joka lukitsee astian paikoilleen tyhjennyksen ajaksi.
- RFID-lukija-anturi
  - anturi lukee tietyllä radiotaajudella olevia signaaleita. Anturi asennetaan ”kampaan” ja se korvaa yhden hampaan.
- PDA-laite eli kämmentietokone (Personal Digital Assistant)

- PDA-laitetta käytetään RFID-tunnisteiden luentaan. Laite lukee viivakoodeja sekä toimii RFID-lukijana.
- Greenbox moduli
  - Tietokone joka kokoaa punnitus- ja RFIDlaitteiston lähettämän tiedon yhdeksi tietueeksi.
- Käyttöliittymä
  - käyttöliittymän avulla päästään tarkastelemaan autosta tulleita punnitustiedostoja FTP-palvelimelta



Kuvio 2. Punnituslaitteiston rakenne.

## 6.2 RFID-tekniikka

RFID (Radio Frequency IDentification), eli radiotaajuinen etätunnistus on menetelmä tiedon etälukuun ja -tallentamiseen käyttäen RFID-tunnisteita eli tageja. RFID-tunniste tai saattomuisti on pieni laite, joka voidaan sisällyttää tuotteeseen valmistusvaiheessa tai liimata siihen jälkikäteen. (Wikipedia 2015.)

Radiotaajuuksia on erilaisia, mutta RFID-tunnisteiden osalta niiden käyttötaajuudet voidaan jakaa kolmeen pääluokkaa LF (low frequency), HF (high frequency) ja UHF (ultra high frequency). LF tunnisteet toimivat nykyisin taajuudella 134,5 kHz, aiempi standardi oli 125 kHz, HF-tunnisteet toimivat taajuusalueella 13,56 MHz ja UHF-tunnisteet taajuudella 856 MHz. Jotta lukijalaite voi lukea tunnistetta sen tulee toimia samalla taajuusalueella.

eella tunnisteen kanssa. Riippuen käytettävästä taajuudesta lukijalaite muodostaa kentän käyttäen joko induktiivista kytkentää tai sähkökenttään perustuvaa kytkentää. Taajuus alue vaikuttaa lukuetaisyyteen ja läpäisykykyyn. Yleisimpiä matala taajuudella toimivia tunnisteita ovat esim. kellokorttilaitteiden tunnistevaimet tai sähköiset oviavaimet. Näissä lukuetaisyys on lyhyt ja siksi ne soveltuvat käyttötarkoitukseltaan hyvin em. käyttöön. (Wikipedia 2015.)

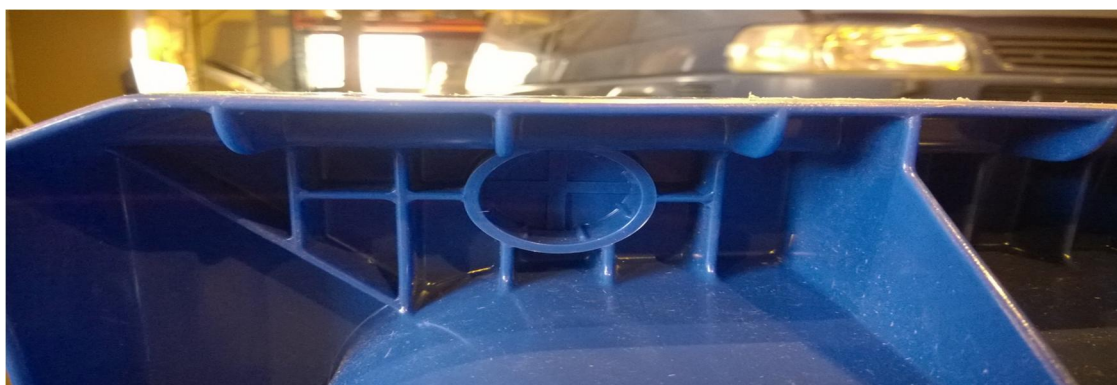
Lisäksi tunnisteeet voidaan jakaa erilaisiin käyttötyyppeihin joita ovat passiivinen, puoli passiivinen ja aktiivinen. Passiivinen tunniste ei sisällä omaa virtalähdettä ja yleensä se ei myöskään sisällä muuta tietoa kuin tunnisteen id-numeron. Lukuetaisyys on yleensä pieni. (Wikipedia 2015.)

Puolipassiivinen tunniste sisältää oman virtalähteen, mutta ei lähetintä. Virtalähde mahdollistaa tietojen säilyttämisen tunnisteen omassa muistissa ja niiden luentaetaisyys on passiivisia tunnisteita pidempi. (Wikipedia 2015.)

Aktiiviset tunnisteeet sisältävät oman virtalähteen ja muistin sekä niiden muistikapasiteetti on passiivisia tunnisteita isompi. Aktiiviset tunnisteeet voivat myös vastaanottaa lähettimeltä tulevia tietoja. Niiden lukuetaisyudet ovat useita kymmeniä metrejä. (Wikipedia 2015.)

#### 6.2.1 RFID:n käyttö jäteastioissa

Jäteastioilla on oma standardi SFS-EN840, jossa on määritelty jäteastioiden ominaisuuksia. Standardin mukaisissa astioissa on varaus RFID-tunnistetta varten. Tunniste sijoitetaan kuviossa 2 esitettyyn astian etukauluksen alla olevaan koloon.



Kuvio 3. RFID-tunnisteen paikka jäteastiassa etukauluksen alla.

Jäteastioita varten on myös kehitetty oma RFID-tunniste. Tunniste on niin kutsuttu passiivinen tunniste eli ei se ei pidä sisällään muuta tietoa kuin id-numeron. Jokaisella RFID-tunnisteella on oma yksilöllinen tunniste ID-numero. Tunnistesarjan pituus on 16 merkkiä.



Kuvio 4. Jäteastian RFID-tunniste

Kokeilussa on tarkoitus asentaa valitulle alueelle jokaiseen jäteastiaan RFID-tunniste. Tunnisteen malli on Chip RFID 134,2 kHz HDX/RO/FSK/coil/RAL/BDE.

### 6.3 Viivakoodit

"Viivakoodi on informaation esitysmuoto, jossa tietoalkiot koodataan optiseen koneellisesti luettavaan muotoon. Viivakoodissa jokaista merkkiä vastaa tietynlainen mustien ja valkoisten raitojen tai pisteiden yhdistelmä. Viivakoodin keksivät Norman Joseph Woodland ja Bernard Silver Yhdysvalloissa (patentti v. 1952). Keksinnössä morseaakkosia venytettiin ohuiksi ja paksuiksi viivoiksi. Viivakoodi tuli tuotteissa käyttöön 1970-luvulla kaupallisten lukulaitteiden tultua markkinoille."(Wikipedia 2016.)

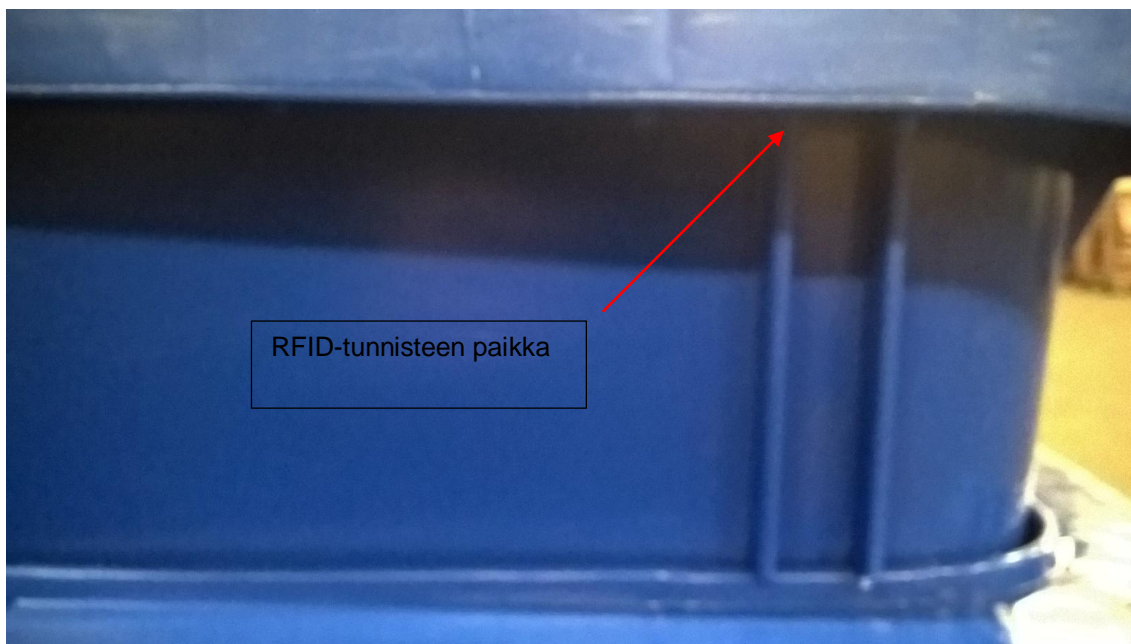
Viivakoodoja käytetään yleisesti tuotepakkauksissa ja yritysten välisessä logistiikassa. Tuote voidaan tunnistaa viivakoodinlukijalla esimerkiksi kaupan kassalla. Viivakoodistandardeihin, kuten EAN, sisältyy viivakoodin tyyppin lisäksi sopimus tietosisällöstä. Esimerkiksi laskuissa on usein viivakoodi, joka sisältää tiedot maksettavasta rahasummasta, tilistä, jolle se on maksettava, eräpäivästä ja laskun viitenumeron. (Wikipedia 2016.)

### 6.3.1 Viivakoodien hyödyntäminen asiakastiedossa

Jotta tiedettäisiin mille asiakkaalle jäteastia kuuluu, pitää saada tuotettua aineisto, jossa on määritelty, mikä RFID-tunniste kuuluu millekin asiakkuudelle. Tiedon tuottamiseksi jokaisesta asiakkaasta tulostetaan erillinen viivakoodi (EAN-128), jossa oli asiakkaan yksilöivä palvelutunnus, jätepisteen numero sekä urakka-alue numero. Kirjoitetussa muodossa viivakoodi olisi seuraavan lainen \*BB110123456-1-56\*.

### 6.3.2 RFID tunnisteen asentaminen jäteastiaan

RFID-tunniste sijoitetaan jäteastian etukauluksen alla olevaan koloon painamalla tai kiertämällä, jos jäteastia on standardin mukainen. Mikäli se ei ole, joudutaan tunniste sijoittamaan vasemman puoleisen sivuseinän etuosaan kauluksen alle kuvion 4 mukaisesti.



Kuvio 5. RFID-tunnisteen kiinnityspaikka.

Tällöin astiaan porataan reikä ja tunniste kiinnitetään paikoilleen popniitillä. Tällaisiin astioihin tunnisteiden asentaminen on huomattavasti hitaampaa kuin standardi astioihin. Asennettuaan tunnisteen asentaja lukee PDA-laitteella (Personal Digital Assistant) asiakastiedon viivakoodilla ja sen jälkeen RFID-tunnisteen. Tietojen suhde tulee olla 1:1. Jos asiakkaalle on kolme jäteastiaa, lukee asentaja kolmesti viivakoodin ja kolmesti tunnisteen. PDA-laite puretaan erillisillä ohjelmistolla asennuskierroksen jälkeen. Ohjelma tekee koosteen joka sisältää asiakastiedon ja tunnistetiedon aikaleimalla varustettuna.



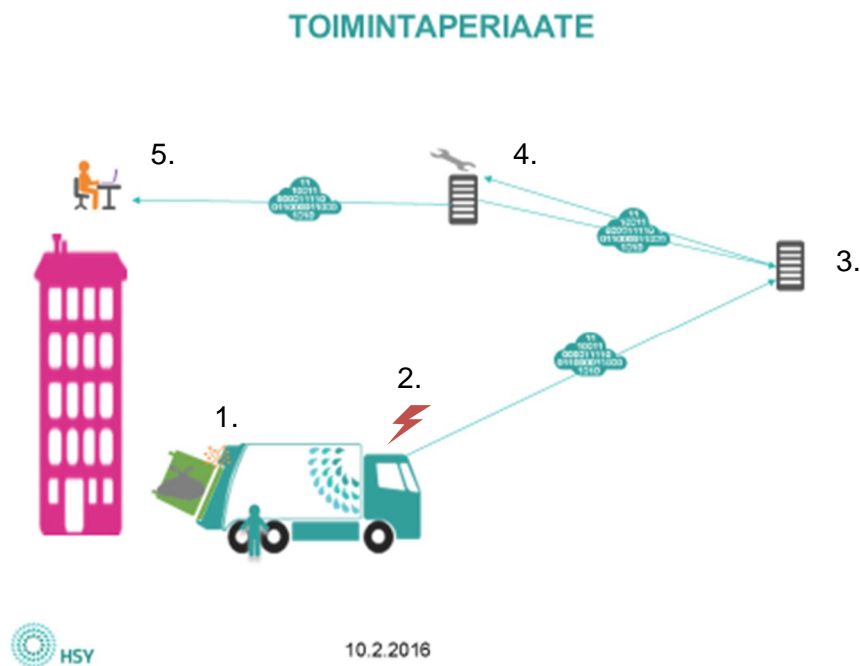
Purkutiedosto voidaan tallentaa esimerkiksi txt.-muodossa tai csv.-muodossa, riippuen käyttötarkoituksesta ja tavasta. Alla esimerkki purkutiedostosta, jossa asiakkaalla on ollut 2 jäteastia.

```
16.07.2015;17:05:07;BB110123456-1-56;004000001001CAF8;;;;;
```

```
16.07.2015;17:05:18;BB110123456-1-56;0040000007BA5424;;;;;
```

Purku tiedostot lähetetään CGI:lle, joka vastaa HSY:n logistiikkajärjestelmän ylläpidosta ja tuotantotoiminnasta. CGI tallentaa tiedot omaan tietokantaansa, jota hyödynnetään tuotantokäytössä.

#### 6.4 Punnitusjärjestelmän toiminta periaatteet



Kuvio 6. Punnitusjärjestelmän toimintaperiaate.

##### 6.4.1 Vaihe 1. Jäteastian punnitus

Kuljettaja asettaa jäteastian astiahissin kampaan, johon se lukittuu vastaraudan avulla. Astiahissi nostaa astiaa n.20-30 cm ja pysähtyy n. 1 sekunnin ajaksi, jolloin järjestelmä

tekee astialle ensimmäisen taarapunnituksen ja lukee samalla RFID-tunnisteen kampaan asennetun RFID-lukija-anturin avulla. Tämän jälkeen astiahissi nostaa jäteastian ylös asti tyhjennystä varten. Kun astiahissi on käynyt liikeradan yläpään lakipisteessä se palaa takaisin alas ja pysähtyy vastaavaan kohtaan kuin ylös nosto vaiheessa. Tässä vaiheessa punnitusjärjestelmä suorittaa toisen taarapunnituksen joka on kestoaltaan n. 1 sekunti. Tämän jälkeen astiahissi palaa liikeradan alapäähän ja vastarauta vapauttaa jäteastian, jonka jälkeen kuljettaja voi siirtää astian pois kammasta. Tyhjennyksen yhteydessä tehtyjen taarapunnitusten (taarapunnitus 1 – taarapunnitus 2) erotus on astian nettopaino. Saatu nettopaino kertoo, paljonko astiassa on ollut jätettä.

Mikäli auto on ollut kallistuneena maaston epätasaisuudesta johtuen, vaakalaitteiston kallistuksen kompensointi tunnistaa kallistuskulman ja korjaa taarapunnitusten tulosta kallistuskulmaa vastaavalla kertoimella.

Jokainen taarapunnitus saa järjestelmässä oman sarjanumeron, joten jäteastia painoja voidaan tarvittaessa tutkia jälkikäteen, jos tarvetta ilmenee. Sarjanumeroloki on pakollinen, koska vaaka on tarkoitettu kaupalliseen käyttöön.

#### 6.4.2 Vaihe 2. punnitustiedon jalostus

Punnitustapahtuma yhdistetään auton Greenbox-moduulissa yhdeksi kokonaisuudeksi. Taarapunnituksista saatu nettopaino ja luettu RFID-tunnisteen sarjanumero yhdistetään toisiinsa ja samalla tapahtuma saa myös aikaleiman sekunnin tarkkuudella. Tämä tieto siirretään Greenbox-moduulista langattoman internet-yhteyden avulla palveluntuottajan FTP-palvelimelle, jonne tieto tallentuu pysyvästi. Yksi siirtotiedosto pitää sisällään normaalisti 20-50 tapahtumaa, koska ei ole mielekästä tuottaa jokaisesta punnituksesta omaa siirtotiedostoa. Jos RFID-tunnisteen luenta tai punnitus epäonnistuu, saa kyseinen tapahtuma arvokseen nollan.

#### 6.4.3 Vaihe 3. Punnitustiedon varastointi

Autosta lähetetty tiedosto tallentuu palveluntuottajan FTP-palvelimelle jossa kaikkia auton lähettämiä tiedostoja säilytetään. Tiedostot tallennetaan autokohtaisesti omiin kansioihinsa palvelimelle. Käyttäjillä on oikeudet mennä tutkimaan raakadataa palvelimelle.

Myöskin tätä kautta käyttäjät voivat seurata lähettääkö auto säännöllisesti dataa vai ei. Muuta käyttöliittymää asian seuraamiseen ei ole.

#### 6.4.4 Vaihe 4. Tiedon yhdistäminen

CGI hakee FTP-tiedonsiirrolla palveluntarjoajan palvelimelta sinne tallennetut tiedostot ja edelleen tallentaa ne omaan tietokantaansa. Haetuissa tiedostoissa olevia RFID-tunnistetietoja verrataan alkuperäiseen tietokantaan tallennettuun lähdeaineistoon, joka sisältää RFID-tunnistetiedot sekä asiakastiedot. Kun haetusta aineistosta ja lähdeaineistosta löytyy vastaava RFID-tunniste pari, tiedetään mille asiakkaalle jäteastia kuuluu ja paljonko se on sisältänyt jätettä. Tämä tieto voidaan edelleen tallentaa asiakastietoon logistiikkajärjestelmässä.

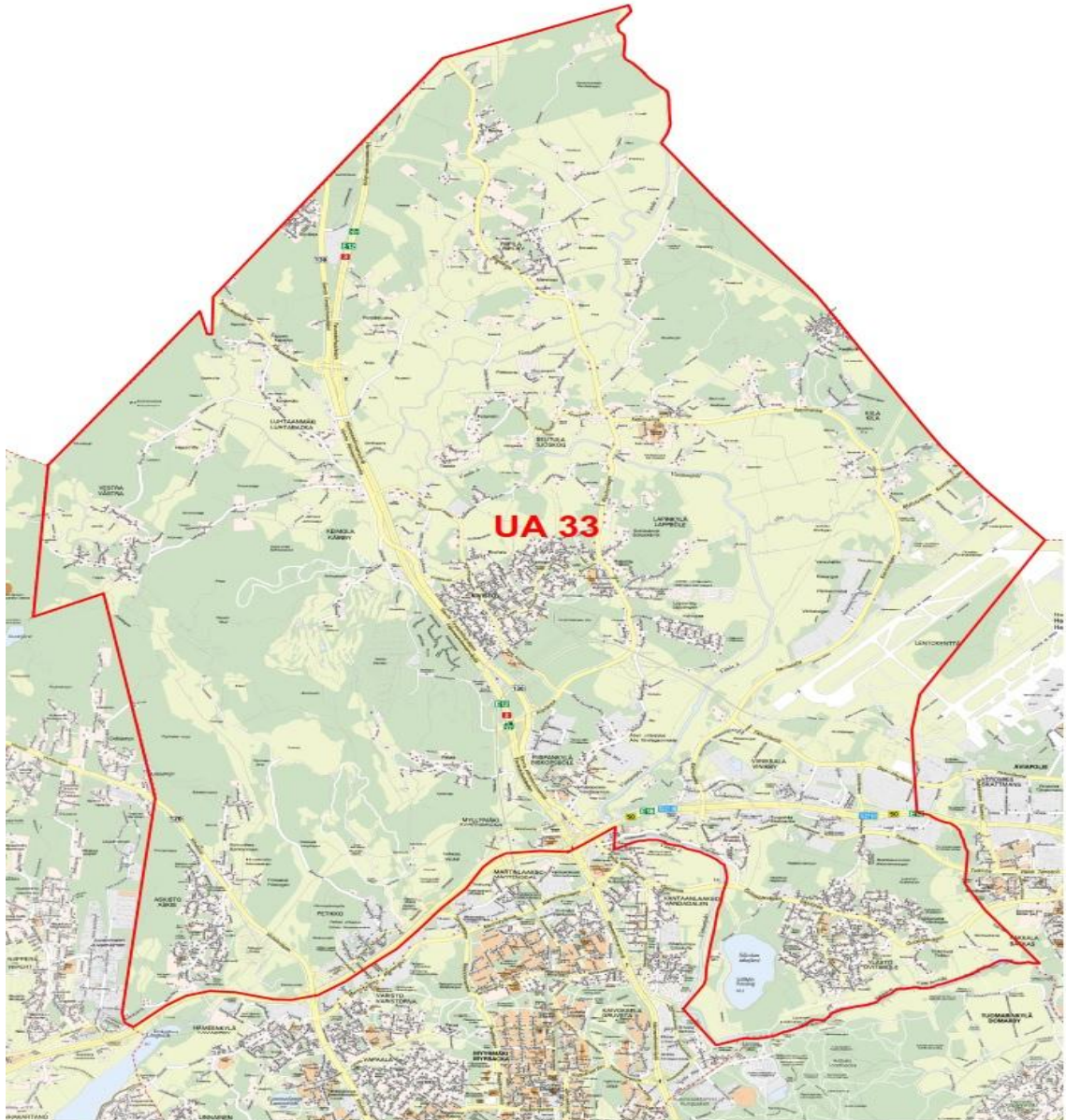
#### 6.4.5 Vaihe 5 Raportointi ja seuranta

Vaiheessa 4 tuotetusta tiedosta voidaan tuottaa erilaisia raportteja hyödyntämällä HSY:n käytössä olevaa raportointityökalua (Business Object). Hakemalla painotietoja halutulta ajanjaksolta voidaan tarkastella esimerkiksi tietyn kokoisten jäteastioiden paino jakaumia sekä laskea keskiarvo painoja koko tarkastelussa olevasta aineistosta. Tarkastelu voi olla myös hienojakoisempaa ja tutkitaan samankokoisten ja samalla noutotiheydellä olevien jäteastioiden painojakaumaa. Näin saadaan helposti suurista massoista käsiteltävää dataa ja sitä voidaan hyödyntää hyvin erilaisiin käyttötarkoituksiin.

Samalla työkalulla voidaan myös tuottaa asiakkaalle raportti kerätyistä jätemääristä halutulla ajanjaksolla. Tietoa voidaan käsitellä summa tasoisena tai vastaavasti siitä voidaan tuottaa tapahtumakohtaista tietoa, jossa jokainen tyhjennyskerta on oma rivinsä. Tyhjennyskerroittain esitettävässä muodossa asiakkaalle esitettävä tieto tulee olemaan summa tasoinen, jos asiakkaalla on useampi kuin yksi astia kerralla tyhjennyksessä. Tavoitteena olisi saada toiminto, jossa asiakas voisi porautua tämän tiedon sisälle ja saada näistä tapahtumista astiakohtaisen varianssin näkyviin.

## 7 Kokeilun toteutus

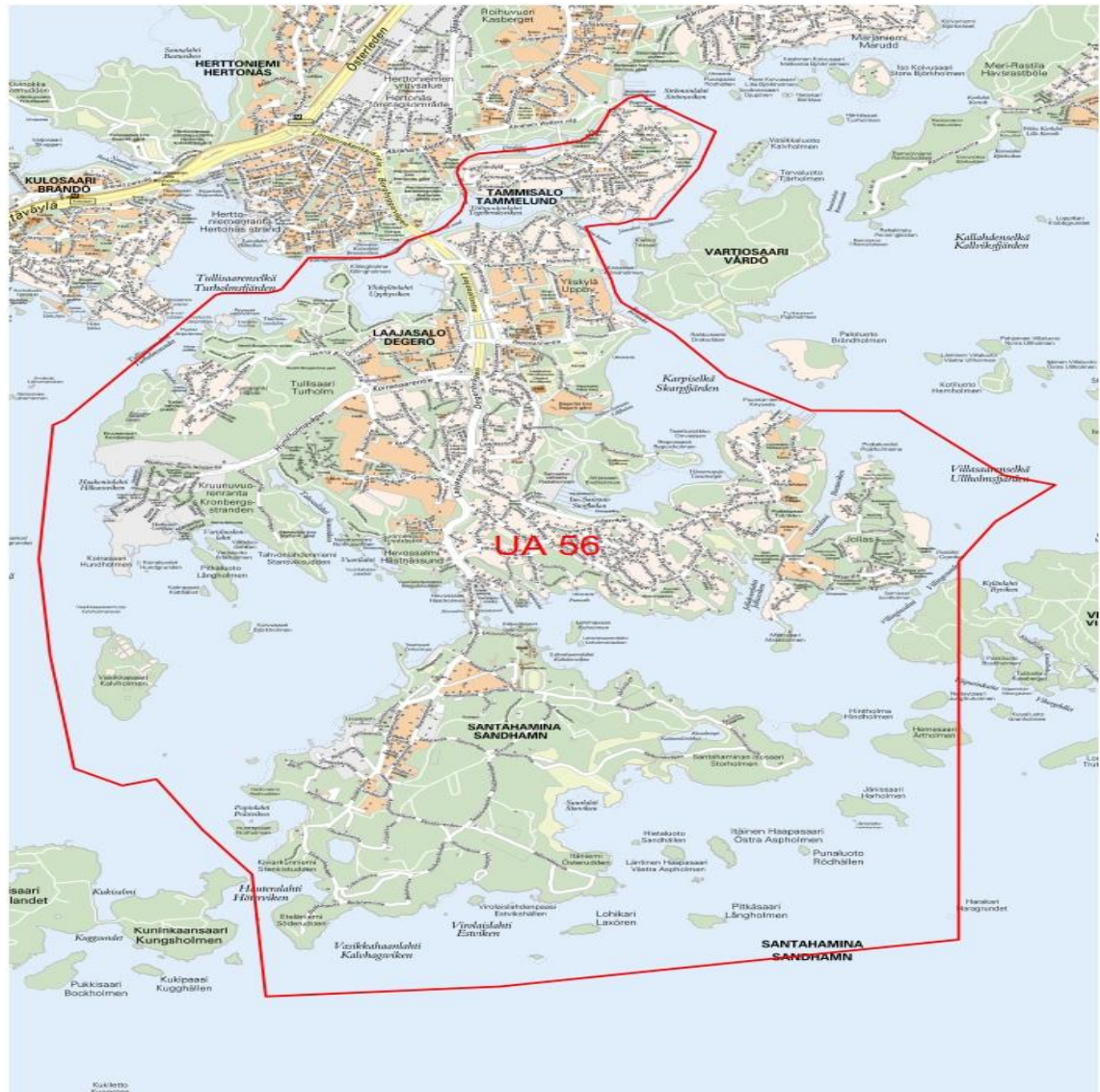
Kokeilun varsinainen toteutus alkoi toukokuussa 2014. Punnitustietoa alettaisiin keräämään urakka alueelta 33, joka sijaitsee Pohjois-Vantaalla ja urakka-alueelta 56 joka sijaitsee Itä-Helsingistä. Kuviossa 7. ja 8. on esitetty urakka-alueiden maantieteelliset sijainnit.



Kuvio 7. Urakka-alueen 33 kartta.

Urakka-alue 33 on infraaltaan hyvin omakoti ja pientalo painotteinen alue. Pääsääntöisesti alueella olevilla kiinteistöillä on käytössä vain yksi sekajäteastia. Kooltaan ne ovat tyypillisemmin 140 - 360 litraa. Alueella on yhteensä 3658 kiinteistöä ja 3841 jäteastiaa jotka ovat kooltaan 140 - 660 litraa.

Urakka-alue 56 on infraltaan sekoitus pientaloja sekä kerrostaloja. Pääpaino alueella on kerrostaloissa ja tämän vuoksi myös suurin osa jäteastioita on kooltaan 600 - 660 litraa. Tyypillisesti kerrostalo kiinteistöllä on useampia jäteastia per kiinteistö ja jättepisteitä voi olla myös useita. Alueella on yhteensä 1475 kiinteistöä ja 1921 jäteastia jotka ovat kooltaan 140 - 660 litraa.



Kuvio 8. Urakka-alue 56 kartta.

## 7.1 Asiakasviestintä

Asiakasviestintä toteutettiin yhteistyössä HSY:n viestintäyksikön kanssa. Aluksi HSY:n internet-sivuilla julkaistiin tiedote syyskuussa, jossa kerrottiin HSY:n aloittavan jäteastioiden punnituskokeilun valituilla alueilla. Ne kiinteistöt jotka olisivat kokeilun piirissä, saivat erillisen kirjeen HSY:lta. Kirje oli sisällöltään lähes sama kuin tiedote. Vaikka informaatio sisältö ei sinällään paljoa poikennutkaan, niin tällä haluttiin kuitenkin viestittää yksilöllisesti kiinteistöille, että he ovat kokeilun piirissä. (HSY 2014.)

### 7.1.1 Asiakaspalaute

Tiedotteen julkaisun ja kirjeiden lähetyksen jälkeen tuli muutamia yhteydenottoja. Yleisradio teki aiheeseen liittyen lyhyen haastattelun ruotsinkieliselle puolelle ja se julkaistiin Yleisradion ruotsinkielisillä internetsivuilla. Tämän lisäksi palautetta tuli yksittäisiltä kiinteistöiltä, jotka ilmoittivat, että heidän jäteastiaansa ei saa kyseistä tunnistetta asentaa, eivätkä he halua olla mukana kokeilussa. Tapaukset olivat kuitenkin yksittäisiä ja nämä kiinteistöt jätettiin kokeilun ulkopuolelle. (Yleisradio 2014.)

Suurin asiakaspalaute tuli kuitenkin asennustyön yhteydessä. Koska jäteastiat ovat omakotitalojen pihossa ja varsin näkyvällä paikalla, tuli lähes poikkeuksetta asukkailta kyselyitä millä asialla kiinteistöllä liikutaan.

Lähes kaikki olivat lukeneet kyseisen tiedotteen ja saatu palaute vaihteli laidasta laitaan. Osan mielestä kokeilu oli mielenkiintoinen, varsinkin jos sen lopputuloksena jossain vaiheessa siirryttäisiin laskuttamaan todellisen jätemäärän mukaisesti. Osan mielestä oli hyvä asia, että jätehuoltoa kehitetään ja uusia tapoja tutkitaan, vaikka ne eivät johtaisikaan mihinkään. Osan mielestä tämä oli asiakkaiden käyttämistä.

Ilmeisesti asia oli kuitenkin jossain määrin herkempi, kuin mitä saaduista palautteista pystyi päättelemään. Pian asiakaskirjeiden lähettämisen jälkeen ja RFID-tunnisteiden asennusten alettua, tietosuojavaltuutettu otti yhteyttä HSY:n.

### 7.1.2 Tietosuojakäytännöt

HSY:ssa on luotu rekisteriselosteita eri käyttötarkoituksia varten ja ne löytyvät asiakkaille selkeästi HSY:n verkkosivuilta. Pääsääntö rekisteriselosteissa on, että asiakkaaseen liittyvät tiedot ovat vain HSY:n käytössä eikä niitä luovuteta ulkopuolisille tahoille kuin poikkeusedellytyksin. (Rekisteriselosteet HSY 2016.)

Henkilötietolaki 523/1999 määrittää mitä tietoja henkilöstä saa kerätä ja mihin tarkoitukseen niitä saa soveltaa. Tietosuojavaltuutetun tehtävänä on käsitellä ja ratkaista henkilötietojen ja luottotietojen käsittelyä koskevat asiat siten kuin henkilötietolaissa ja luottotietolaissa säädetään sekä hoitaa muut mainituista laeista johtuvat tehtävät. (Tietosuojavaltuutetun tehtävät 2013.)

Tietosuojavaltuutetun yhteydenotto HSY:n liittyi kokeilun piirissä olleen asiakkaan yhteydenottoon. Huolen aiheena oli RFID-tunnisteiden käyttö ja niiden mahdollisesti sisällään pitämien tietojen luettavuus ja edelleen yhdistäminen henkilöön. Koska kyseessä oli passiiviset tunnisteet ne eivät pitäneet sisällään muuta tietoa kuin tunnisteiden ID-numeron. ID-numeron pystyy lukemaan, jos käytettävissä on lukijalaite, mutta itse ID:llä ei tee mitään. ID linkitetään asiakkaaseen vasta HSY:n omien tietojärjestelmien sisällä.

HSY laati tietosuojavaltuutetun kysymyksiin vastaukset ja lopputuloksena todettiin, että mitään huomautettavaa toimintaan liittyen ei ollut.

## 7.2 Punnituslaitteiden asennus

Punnituslaitteet autoihin tilattiin syyskuussa 2014. Laitteistojen toimitusaika oli 8-10 viikkoa, joten niiden arvioitu saapumisaika tulisi olemaan joulukuun alku. Asennus aikojen sovittaminen jäteautoihin on sinällään haastavaa, koska autot ovat keskimäärin 10 - 16 tuntia päivässä ajossa ja korvaavaan kaluston saaminen ei ole yksinkertaista. Alustavat asennusajat varattiin ennakkoon joulukuun alkuun 2014. Marraskuun lopussa saatiin tieto, että laitteet oli lähetetty matkaan. Niiden pitäisi saapua joulukuun alku puolella Suomeen. Tuotteiden saapuessa todettiin, että autoon asennettavat RFID-lukijat olivat kadonneet matkalla. Laitteita ei löytynyt jäljityksestä huolimatta ja lopulta uudet laitteet saapuivat kolme viikkoa myöhemmin perille.

Koska jäteautojen asennusaikataulut olivat tässä vaiheessa paukkuneet, yritettiin korvaavia asennusaikoja etsiä. Ensimmäiset asennus ajat saatiin sovittua vasta useamman viikon päähän valitsevien kalusto rikkujen ja aikataulu päällekkäisyyksien vuoksi. Lopulta toinen autoista saatiin käyttö vasta syyskuussa 2015. Laitteiden asennukseen ja testaukseen kului aikaa n. 5 työpäivää. Tämän jälkeen päästiin vasta suunnittelemaan toisen auton asennukseen liittyviä asioita ja valmiiksi auto saatiin vasta lopulta marraskuussa.

### 7.3 RFID-tunnisteiden asentaminen jäteastioihin urakka-alueella 56

Asennettavia astioita oli kaikkineen tällä alueella 1921 kappaletta. Asennuksen alussa lokakuussa 2014 törmättiin tilanteeseen, jossa havaittiin, että alueella on paljon sellaisia jäteastioita jotka eivät olleet standardin mukaisia. Näissä jäteastioissa ei ole valmista RFID-tunnisteen paikkaa jäteastian etukauluksen alla, joten kiinnitys pitäisi tehdä poraamalla jäteastiaan reikä. RFID-tunnistin kiinnitettäisiin pop-niitillä jäteastian vasemman puoleisen kyljen etureunaan kauluksen alle. Tällaisia tunnisteita ei ollut tilattu, koska oletusarvo oli, että näitä astioita olisi tästä massasta vain hyvin pieni osa. Todellisuus oli kuitenkin se, että noin viidennes jäteastioista oli tällaisia. Jotta työ saataisiin eteenpäin, tilattiin uudenlaisia RFID-tunnisteita 1000 kappaletta ja asennuksia jatkettiin niissä kiinteistöissä joissa oli standardin mukaiset jäteastiat.

Kiinteistöillä joilla oli useita jäteastioita, oli työ kuitenkin suhteessa nopeaa kerrostalo voitteisella alueella. Parhaimmillaan RFID-tunnisteita pystyttiin asentamaan n. 50 kappaletta tunnissa. Alue haluttiin saada mahdollisimman nopeasti valmiiksi ja siksi töitä tehtiin myös osin viikonloppuisin.

Kun isot kerrostalo alueet oli saatu valmiiksi, siirryttiin pienikiinteistöiden asennusten pariin. Pienikiinteistöllä asennus vauhti oli parhaimmillaankin vain puolet isojen kerrostalokiinteistöiden tehokkuudesta ja näin ollen asennustyö myöskin hidastui merkittävästi. Asennustyö saatiin valmiiksi lokakuun lopussa niiden astioiden osalta joihin tunnistimia oli olemassa. RFID-tunnisteet olivat olleet asennettuina lähes vuoden ennen kuin urakka-alueen 56 auto oli lopulta valmis.

### 7.4 RFID-tunnisteiden asentaminen jäteastioihin urakka-alueella 33

Urakka-alueen 33 asennukset aloitettiin myöskin lokakuussa 2014 ja lopulta niitä tehtiin rinnakkain alueen 56 kanssa, johtuen siitä, että kaikkia tarvittavia tunnisteita ei ollut saatavilla. Urakka-alueella oli yhteensä 3841 jäteastiaa ja kiinteistöjä 3658 kappaletta. Näistä kiinteistöistä vain alle 10 prosentilla oli useampi kuin yksi jäteastia kiinteistöllä, joten alueen asennuksiin käytettävä aika tulisi olemaan huomattavasti pidempi kuin urakka-alueella 56. Urakka-alueella oli paljon asiakkaiden omistamia astioita, kun taas vastaavasti urakka-alueella 56 oli vuokrattuja astioita. Urakka-alueella 33 tuli sama ongelma vastaan kuin alueella 56 eli joukossa oli merkittävä määrä jäteastioita, jotka eivät



olleet standardin mukaisia. Tässä vaiheessa se ei kuitenkaan haitannut tilannetta erityisesti, koska työtä oli paljon tehtävänä ja uusia tunnistimia oli jo tilattu. Näin ollen asennusten suhteen toimittiin kuten urakka-alueella 56. Asennusvauhti oli parhaimmillaan 25 - 30 RFID-tunnistinta / tunti, mutta pääsääntöisesti asennusvauhti oli 15 - 20 RFID-tunnistinta / tunti. RFID-tunnistimien asennus saatiin valmiiksi lokakuun lopussa niiden astioiden osalta, joihin tunnistimia oli olemassa. Alueen auto valmistui noin vuotta myöhemmin.

#### 7.4.1 Tunnistimien jälkiasennus

Molemmilla alueilla oli yhteensä satoja kappaleita astioita, jotka eivät täyttäneet standardin vaatimuksia. Uusia pop-niitillä asennettavia tunnisteita tuli vuoden vaihteessa Suomeen ja niiden asennukset lykkääntyivät helmikuulle 2015.

Ennen asentamista olin yhteydessä punnitusjärjestelmän toimittajaan ja tiedustelin mihin kohtaa jäteastiaa tunnisteet tulisi sijoittaa. Asennusohjeeksi saatiin, että tunnisteet tulisi asentaa astian kaulukseen vastaavaan kohtaan kuin standardin mukaisissa astioissa. Metallisella kauluksella varustettuihin 600 litran jäteastioihin kiinnittäminen ei onnistuisi, mutta muovisiin 140 - 360 litran astioihin tämä olisi mahdollista. Metallikauluksella varustettujen jäteastioiden ongelma olisi myös kauluksen metalli, joka aiheutti sen, että lukija ei pystynyt lukemaan jäteastian RFID-tunnistinta. Tästä syystä nämä jäteastiat jätettiin suosiolla asennuksen ulkopuolelle. Kokonaisuudessaan määrä oli n. 500 astiaa. Muiden jäteastioiden osalta asennuksia alettiin suorittamaan saatujen ohjeiden mukaisesti ja ne saatiin valmiiksi kahdessa viikossa.

Olin hieman epäuskoinen järjestelmätoimittajan antamaan asennusohjeeseen. Omalla tavallaan ohje oli järkevä, koska paikka oli käytännössä sama kuin standardi astiassa. Kun asiaa mietti tarkemmin, niin tuntui hyvin hassulta, että tunnistin tulisi pysymään paikallaan, koska sillä ei ollut käytännössä mitään suojaa jäteauton ”hampaisiin” nähden, kuten standardi astiassa Kuvio 3.

Käydessäni jälkitarkastamassa kohteita asennusten jälkeen, totesin että iso osa tunnistimista on kadonnut ja samaan aikaan oli myös tullut kuljettajilta poikkeamia asiasta. Toisin sanoen kahden viikon työ oli mennyt käytännössä lähes kokonaan hukkaan, koska

95 % tunnisteista oli irronnut siinä vaiheessa, kun astioita oli tyhjennetty. Syynä oli jäteauton ”hampaiden” osuminen tunnistimiin kuljettajan laittaessa jätteastiaa auton kampan.

Otin yhteyttä uudelleen järjestelmätoimittajaan kysyin, että eikö todella ole mahdollista asentaa tunnistetta mihinkään muuhun kohtaan jätteastiaa? Parin päivän päästä sain vastauksen, että lukijalaite lukeekin tunnistetta kauempaa kuin oli ajateltu ja tunnistimen voisi asentaa jätteastiat vasemman puoleiseen seinän etuosaan kauluksen alle Kuvio 5.

Kohta on juuri samainen, jota olimme alun perin miettineet asennuskohdaksi asennusryhmän kanssa ennen kuin asia varmistettiin järjestelmätoimittajalta. Tässä vaiheessa todettiin, että otettaisiin parin kuukauden aikalisä asennusten suhteen ja kartoitettaisiin asennustarve kaikkien tunnisteiden osalta. Tiedossa oli, että osa standardia astioissa olevista tunnisteista oli lähtenyt myöskin irti.

## **8 Mittaaminen**

Työn kannalta tärkeimpiä mittaamisen kohteita ovat järjestelmän käyttövarmuus sekä punnitukseen kuuluva aika. Päivittäiset suoritelmäärät ovat isoja. Jätteastioita tyhjennetään yhden vuoron aikana keskimäärin 300 - 500 kpl. Tästä syystä ajan merkitys yksittäisessä punnitustapahtumassa on merkittävä. 2 sekunnin punnitusaika tarkoittaa lisä työaikaa 10 - 17 minuuttia per päivä. Vuositasalla lisäys tarkoittaa 43 – 74 tuntia työaikaa, joka vastaa 1-2 viikon työmäärää.

Koska tyhjennettävien jätteastioiden määrä on suuri, myös saatavan datan määrä on vastaavasti suuri. Saatua dataa on sisällöltään arvokasta, koska sitä voidaan käyttää moniin eri tarkoituksiin, niin raportoinnin kuin toiminnankehittämisenkin näkökulmasta. Jokainen epäonnistunut punnitus on tiedon menettämistä ja se voidaan luokitella tämän työn kannalta myös merkittäväksi riskitekijäksi. Jos data ei ole ehyttä, koko laitteiston toiminta menettää merkityksensä.

### **8.1 käyttövarmuuden mittaaminen**

Käyttövarmuus voidaan ymmärtää monella tavoin. Tässä käyttövarmuudella tarkoitetaan laitteiston teknistä toimintaa eli miten se kestää fyysistä ja mekaanista kulutusta sekä

kuinka hyvin laitteisto pystyy tuottamaan ehyttä dataa. Ehyeksi dataksi luetaan ne tapahtumat jotka siirtyvät autosta palvelimelle ja pitävät sisällään RFID-tiedon sekä punnitustiedon. Mikäli jompikumpi tiedoista puuttuu se aiheuttaa virheen, eikä dataa voida käyttää.

Jokaiselle päivälle on tiedossa suorite määrä eli kuinka montaa jäteastia ajoreitillä on tyhjennyksessä. Vertaamalla palvelimelle tulleita tietoja ajolistalla olleeseen jäteastiamäärään, pystytään selvittämään käyttövarmuus. Käyttövarmuuden mittareita ovat:

- Käyttövarmuus (RFID-luennassa) %
  - luettujen tunnisteiden määrä (kpl) / astioiden määrällä (kpl) x 100
- Käyttövarmuus (vaa'an toiminnassa) %
  - painotietojen määrä (kpl) / astioiden määrällä (kpl) x 100

## 8.2 Punnitukseen käytetyn ajan mittaaminen

Punnituksen mittaamiseen käytetään urakoitsijalta saatavaa dataa. Urakoitsijalla on tiedossa työnsuorittamiseen käytetty kokonaisaika, jonka mukaan he maksavat kuljettajilla palkkatuloja. Työn kokonaiskesto on vaikuttaa myös ulkoiset tekijät jotka ovat kuljettajista riippumattomia, kuten esimerkiksi sääolosuhteet, kellon ajat, muu liikenne ja muut odottamattomat esteet kiinteistöllä. Tämän vuoksi punnitukseen kuluvan ajan erottaminen kokonaistyöajasta ei ole yksinkertaista.

Mittausajanjakson vertailukelpoisuus on myös yksi huomioitava asia. Kokeilun kannalta käytettävissä ei ole tietoa identtisistä kuukausista (esim. toukokuu vs. toukokuu). Toisaalta tällä ei ole suurta merkitystä, koska kuukausitasolla suorittemäärät ovat suhteellisen stabiilit, joten voidaan olettaa, että suoriteperusteisesti työhön käytettävä aika olisi suhteellisesti sama. Koska tiedossa on, että kokonaistyöaikaan vaikuttavat myös ulkoiset tekijät, on vertailun kannalta paras vaihtoehto määrittää lähtötaso pidemmällä aikajaksolla. Yhden kuukauden mittausjakso ei anna tarkkaa kuvaa, koska ulkoisten tekijöiden vaikutus voi olla suurempi yhden kuukauden mittausjakson aikana kuin esimerkiksi kumulatiivisesti kolmen kuukauden jaksossa.

Pitkän ajan historia tiedon perusteella pystytään toteamaan, että jätteen tuotto on suhteellisesti samanlainen eri vuoden aikoina. Jos verrataan maaliskuu-toukokuun aikana kerättyjä jätetonneja syys-marraskuun aikana kerättyihin jätetonneihin, ovat jätemäärät hyvin lähellä toisiaan. Maalis-toukokuussa 2015 jätettä kerättiin 60497 tonnia, niin vastaa-

vasti syys-marraskuussa jätettä kerättiin 60843 tn. Vertailu arvot on otettu yhdeltä vuodelta, mutta ne toistuvat tilastollisesti samanlaisina muinakin vuosina. Koska jätteen tuotto on samanlainen vastaavina verrokki kuukausina, on oletettavaa että työmääräkin on suhteellisesti sama.

### 8.2.1 Punnitukseen käytettävän ajan mittausmenetelmä

Menetelmässä esitettävät luvut eivät ole todellisia käytettyjä työtunteja, koska ne katsotaan olevan liikesalaisuuden piirissä olevaa tietoa. Esitettävät tulokset sen sijaan edustavat todellista mittauksen avulla saatuja tuloksia.

Lähtötason määrittämiseksi laskettiin kolmen kuukauden ajanjaksolla tehdyt työtunnit yhteen. Kokeilun käynnistyttyä verrattaisiin kolmen kuukauden ajanjaksolla tehtyjä työtunteja lähtötasoon. Näiden työtuntien prosentuaalinen ero kuvastaa punnitukseen kuluva-aikaa ja samalla oletetaan, että ulkoisten tekijöiden määrä ja vaikutus ovat samat valituilla ajanjaksoilla. Tämä oletus voidaan tehdä kerättyjen jätetonnien perusteella, koska suoritelmäärät ovat lähes yhtenevät, niin voidaan olettaa toimintaan vaikuttavien tekijöidenkin olevan yhtenevät.

## 9 Mittaustulosten analysointi

Tässä osiossa käsitellään mittaustuloksia ja niihin johtaneita syy-seuraussuhteita. Järjestelmän toiminnan kannalta keskeinen mittauksen kohde oli käyttövarmuus ja se on jaoteltu eri osiin toiminnollisuuksien mukaisesti. Näitä olivat RFID-tunnisteiden lukuprosentti, punnitusten lukuprosentti, onnistuneiden tapahtumien prosenttiosuus sekä työaika ja työntehokkuus.

### 9.1 RFID-tunnisteiden luenta

Ensimmäiset RFID-luenta tiedot saatiin palvelimelle 12.10.2015. Taulukossa 3 esitetään RFID-tunnisteiden luentojen määrä sekä tyhjennettyjen jäteastioiden määrä kuukausittain.

Taulukko 3. RFID-luentojen vertailu

Kuukausi	Luettuja tunnisteita (kpl)	Tyhjennettyjä jäteasteita (kpl)	%-osuus
10/2015	436	8230	5,30
11/2015	3606	7794	46,27
12/2015	3917	8558	45,77
1/2016	384	7717	4,97
2/2016	0	7880	0
3/2016	0	8635	0
4/2016	895	7851	11,40
5/2016	1654	8334	19,85
<b>Yhteensä</b>	<b>10 892</b>	<b>64 999</b>	<b>16,76</b>

Yllä olevassa taulukossa, on luetuiksi RFID-tunnisteiksi huomioitu ne kaikki tunnisteet joista on saatu tietoon RFID-tunnisteen id-numero. Lokakuun osalta ensimmäiset tiedot on saatu 12.10. Koska lähes puolet kuukauden työpäivistä puuttuu, selittää se osaltaan erittäin alhaista luentaprosenttia. Marras- ja joulukuun osalta luentojen määrä on huomattavasti parempi, mutta siltikin onnistumisprosentti on huono.

Tammikuussa luentoja on onnistuttu saamaan vain parilta päivältä. Ohjelman lissenssi-oikeus oli mennyt vanhaksi, eikä järjestelmän toimittaja ollut muistanut kyseistä asiaa. Tästä syystä tietoja ei tallentunut minnekään ja virhe huomattiin vasta helmikuun alussa. Epäonnistuneiden lissenssipäivitys yritysten, muun sähläämisen ja aikataulu ongelmien vuoksi järjestelmä saatiin toimintaan vasta seuraavan kerran 21.4.2016 järjestelmätoimittajan toimesta. Toukokuun osalta tietoja saatiin taas paremmin, mutta siltikin suoritusprosentti on erittäin alhainen.

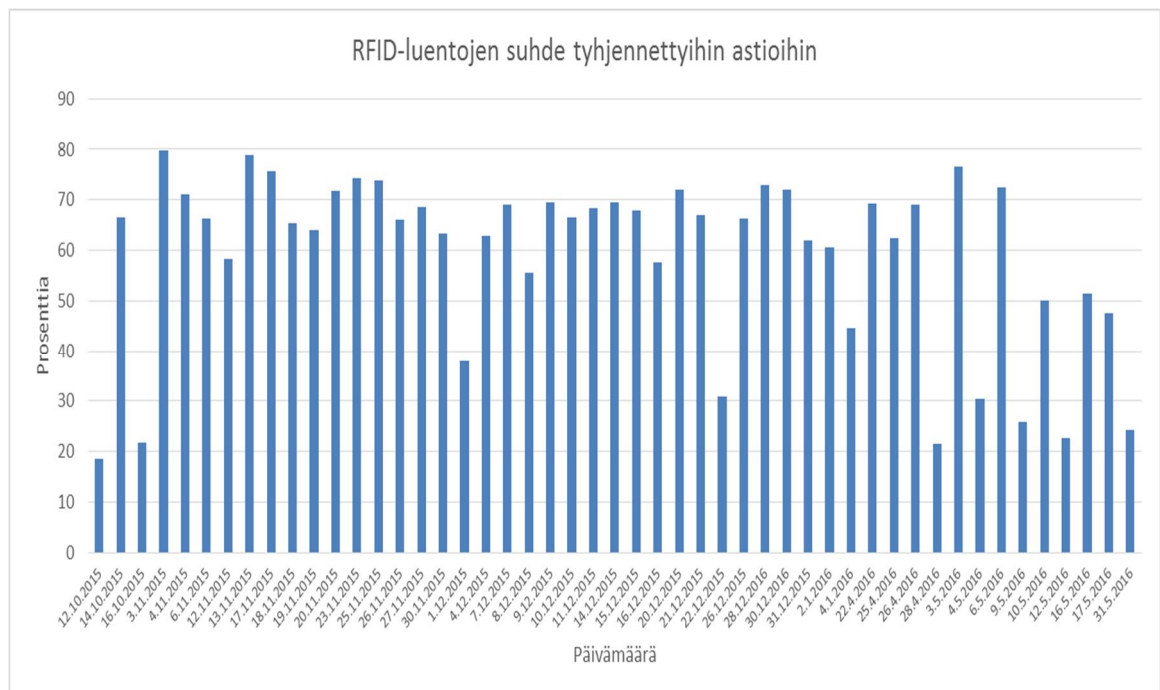
Toiminnan kannalta RFID-tunnisteen id-numero on olennainen. Ilman id-tietoa painotietoa ei voidaan linkittää asiakastietoon. Toukokuussa aloitettiin selvittämään miksi nolla-luentojen määrä oli kasvanut huomattavan suureksi. Nolla luennalla tarkoitetaan tietoa, jossa RFID-tunnisteen id-numero saa arvon nolla. Käytännössä tällaisen tilanteen voisi aiheuttaa jäteasteista puuttuva RFID-tunniste, rikkoutunut RFID-tunniste tai luentalaitteen vika. Punnitusjärjestelmästä jää aika- ja päivämääräleima, jonka avulla pystyttiin päättämään auton reitti. Vertailu tehtiin siten, että punnitusjärjestelmän aikaleimoja verrattiin logistiikkajärjestelmästä saatuihin autosta tullessiin työtehtävien kuittausaikoihin.

Kenttätutkimuksen perusteella pystyttiin todentamaan, että RFID-tunnisteet löytyivät jäteastioista ja olivat toimivia, joten vika pystyttiin paikallistamaan auton luentalaitteeseen.

Jokaisella toiminta kuukaudella on myös huomattava määrä nolla-statusella olevia RFID-tunnistin tapahtumia. Alkuun ajateltiin, että nämä tiedot tulevat niistä jäteastioista joihin tunnisteita ei ollut asennettu. Urakka-alueella 56 näitä astioita oli kaikkineen 450 kpl, joihin ei asennettu RFID-tunnisteita lainkaan. Tarkemman analyysin perusteella marras- joulukuun nollatapahtumien määrä vastasi melko hyvin tätä määrää. Toukokuussa määrät olivat kaksin kertaiset verrattuna marras-joulukuuhun. Urakka alueelta 33 ei saatu lainkaan suoritetietoja.

### 9.1.1 Päiväkohtaisten tulosten analysointi RFID-luennasta

Kuten edeltä voidaan todeta, oli RFID-luentojen määrä prosentuaalisesti erittäin alhainen. Alhaista lukemaa selittää se, että laskenta on tehty kokonaismääristä, joten joukkoon mahtuu myös päiviä joista ei ole siirtynyt tietoa lainkaan. Päiväkohtaisessa tarkastelussa, on tarkasteltu niitä päiviä joista dataa on saatu sekä verrattu sitä päivittäiseen tyhjennettyjen astioiden määrään.



Kuvio 9. RFID-luennat päivittäin.

Päivittäisissä määrissä paras luentaprosentti oli 79,83 prosenttia ja huonoin oli 18,47 prosenttia. Kokonaisuudessaan luentaprosentti oli 57,75 prosenttia. Päiväkohtaisessa vertailussa saadut luvut ovat huomattavasti paremmat kuin kokonaisuudesta laskettaessa, jossa luentaprosentti oli vain 16,76. Vertailusta jätettiin pois kaikki sellaiset päivät joista tietoa oli saatu alle 50 tapahtumaa, koska alle tämän määrän olevat tapahtumat voidaan luokitella nolla informaatioksi, jolla ei ole arvoa.

Laitteiston luotettavan toiminnan näkökulmaa arvioitaessa voidaan todeta, että saadut tulokset eivät vastanneet odotuksia, eivätkä tulokset ole riittävän hyviä. Jotta laitteistoa voitaisiin pitää toimivana, tulisi luentaprosentin olla 90. Käyttövarmaksi laittoista voitaisiin määritellä 99 prosentin tuloksella. Koska päivittäiset suoritemäärät ovat isoja, tulee käyttövarmuuden olla määritellyllä tasolla, jotta sitä voitaisiin käyttää esimerkiksi laskutusperusteena tai raportointi perusteena asiakkaalle. Luentadataa saatiin kaikkineen 53 päivältä ja niistä laskennassa huomioitiin 49 päivän tulokset. Lopulta urakka-alueelta 33 ei saatu lainkaan tietoa, koska järjestelmä ei ikinä toiminut kyseisessä autossa.

## 9.2 Punnitustiedot

Ensimmäiset punnitustiedot saatiin palvelimelle 12.10.2015. Taulukossa 4. esitetään punnitustapahtumien määrä sekä tyhjennettyjen jäteastioiden määrä kuukausittain.

Taulukko 4. Punnitustietojen määrä kuukausittain

Kuukausi	Punnitusten määrä (kpl)	Tyhjennettyjä jäteastioita (kpl)	%-osuus
10/2015	1303	8230	15,83
11/2015	4298	7794	55,14
12/2015	4736	8558	55,34
1/2016	452	7717	5,86
2/2016	0	7880	0
3/2016	0	8635	0
4/2016	1312	7851	16,71
5/2016	3126	8334	37,51
<b>Yhteensä</b>	<b>15 227</b>	<b>64 999</b>	<b>23,43</b>

Saatujen painotietojen suhde tyhjennettyihin jäteastiamääriin oli jonkin verran parempi kuin RFID-tunnisteiden luenta prosentti. Taulukossa 4. on huomioitu kaikki ne tapahtumat joissa painotieto on jokin muu kuin nolla. Syyt helmi- maaliskuun nolla tietoihin on sama kuin RFID:kin osalta.

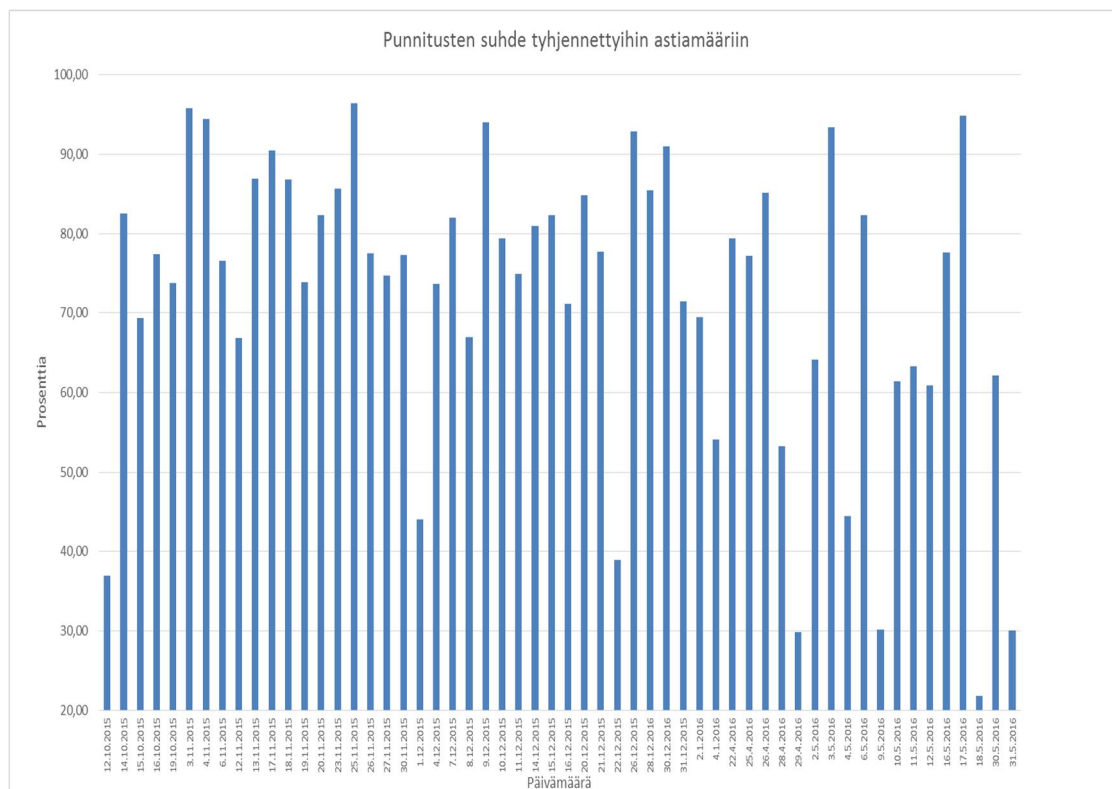
Saatu painotieto on sinällään arvokasta tietoa, jopa siinä tapauksessa että sitä ei voida kohdentaa yksittäiseen asiakkuuteen. Sen avulla saadaan jätekertymistä alueellista tietoa eri vuoden aikoina ja sitä voidaan käyttää erilaisiin toiminnan analyysihin. Käyttötarkoituksia ja mahdollisuuksia tarkastellaan tarkemmin luvussa 10.

Kaikkineen voidaan kuitenkin todeta, että saadun painotiedon suhde tyhjennettyihin jäteastioihin parhaimpinakin kuukausina on huono. Käytännössä joka toisesta astiasta on saatu palvelimelle asti tieto. Näin ollen voi kyseenalaistaa, ovatko järjestelmän molemmat vaa'at toimineet kuten pitää? Prosentuaalisesti tarkasteltuna loka-marraskuun osalta voidaan todentaa, että on, koska painotietojen saanti prosentti on yli 50. Palvelimelle saatavasta aineistosta ei kuitenkaan pysty tarkasti arvioimaan tätä, koska tiedoista ei löydy kummalta vaa'alta painotieto on tullut. Tämä lokitieto pitäisi kuitenkin olla jäljitettävissä järjestelmästä jollain tavalla. Jos saatuja painotietoja vertaa eri astiakokojen laskennallisiin painoihin ja huomioi sen, että isoissa 660 litran jäteastioissa tarvitaan molempia vaakoja painotiedon tuottamiseen, voidaan todeta, että vaa'at ovat toimineet. Voidaan myös faktisesti todeta, että järjestelmä ei rekisteröi kaikkia punnitustapahtumia. Urakka alueelta 33 ei saatu lainkaan suoritettietoja, koska laitteisto ei toiminut lainkaan.

#### 9.2.1 Päiväkohtaisten tulosten analysointi punnitustiedon osalta

Päiväkohtaisten punnitustietojen osalta on käytetty laskennassa samoja perusteita kuin RFID osalta. Punnitustietojen saanti oli kokonaisvertailussa hieman parempi kuin RFID tiedon, mutta siltikin prosentti osuus oli erittäin alhainen.





Kuvio 10. Punnitustietojen prosentuaalinen jakauma päivittäin.

Punnitustiedon osalta paras päivittäinen saantiprosentti oli 96,42 prosenttia ja alhaisimmillaan 21,77 prosenttia. Kokonaisuudessaan punnitustietojen saanti prosentti oli 71,20. Saanti prosentti on punnitustiedon osalta myöskin alhainen eikä se täytä 90 prosentin tavoitetta, jotta se voitaisiin todeta toimivaksi. Näin ollen myös käyttövarmuus tavoitetta ei saavutettu, jonka pitäisi olla 99 prosenttia. Punnitustietoa saatiin kaikkineen 56 päivältä ja kaikki tapahtumat huomioitiin laskennassa, koska alle 50 tapahtuman päiviä ei ollut.

### 9.3 Validin datan määrä

Ensimmäiset punnitustiedot saatiin palvelimelle 12.10.2015. Taulukossa 5. on esitetty punnitus- ja RFID luentojen määrä, jotka on pystytty yhdistämään asiakkuuteen sekä tyhjennettyjen jäteastioiden määrä kuukausittain.

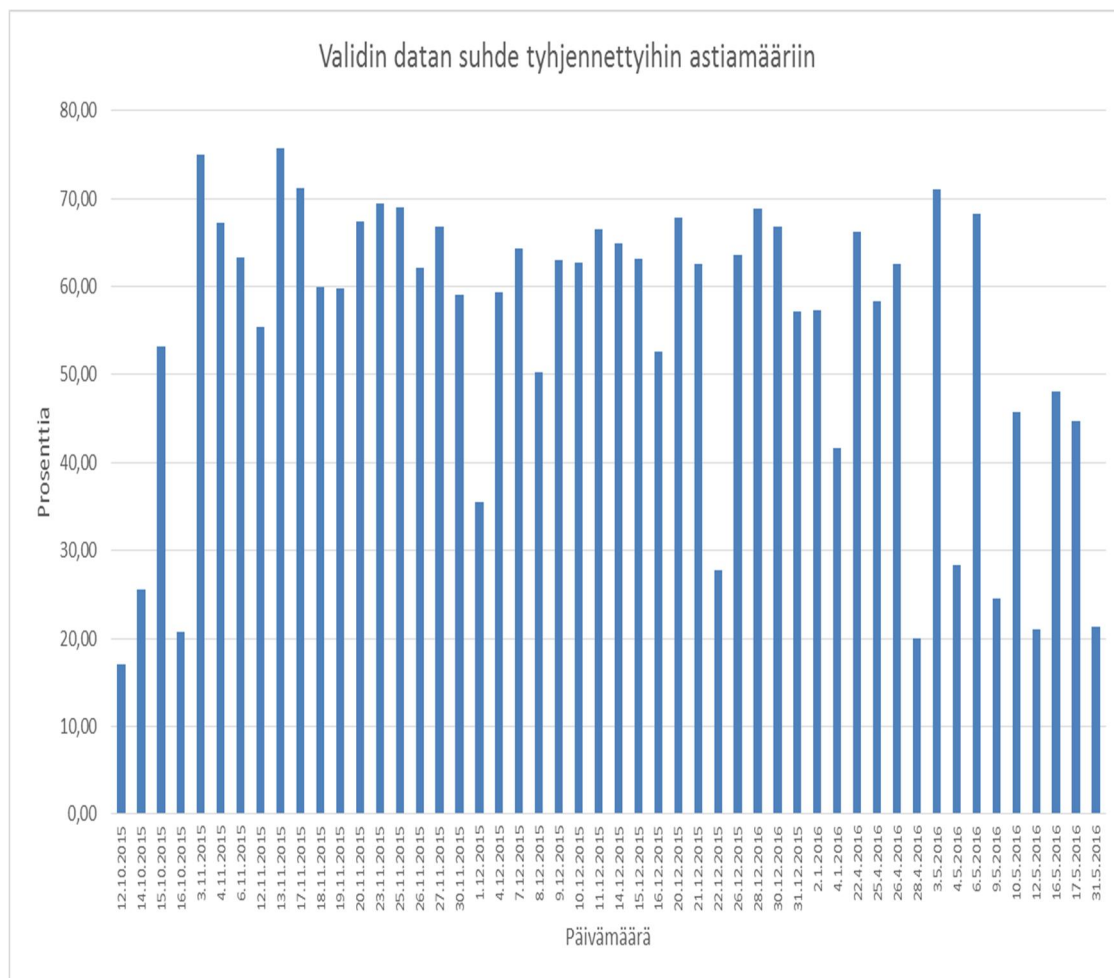
Taulukko 5. Punnitus- ja RFID luentojen määrä.

Kuukausi	Validin datan määrä (kpl)	Tyhjennettyjä jäteastioita (kpl)	%-osuus
10/2015	401	8230	4,87
11/2015	3390	7794	43,49
12/2015	3657	8558	42,73
1/2016	361	7717	4,68
2/2016	0	7880	0
3/2016	0	8635	0
4/2016	836	7851	10,65
5/2016	1534	8334	18,41
<b>Yhteensä</b>	<b>10 179</b>	<b>64 999</b>	<b>15,66</b>

Validia dataa arvioidessa voidaan todeta, että prosentuaalinen onnistuminen on korrelaatiossa RFID-luentojen kanssa. Jotta validia dataa saadaan, pitää RFID tieto olla olemassa ja siitä pitää löytyä linkitys asiakkaaseen. RFID taulukossa prosentti oli 16,76, joka on 1,1 prosenttia parempi kuin validin datan prosenttiosuus. Eron selittää se, että RFID:ssä on mukana myös sellaisia tapahtumia joissa RFID-luenta on onnistunut, mutta sitä ei ole pystytty yhdistämään asiakastietoon. Validin datan alhaista määrää selittää samat tekijät kuin RFID:n ja punnitustiedonkin osalta. Vaikka prosentuaalisesti määrä on pieni, niin tapahtuma tasolla määrä on kuitenkin suhteellisen iso. Aineisto on määrällisesti niin iso, että sitä voidaan hyödyntää tiedon tuottamiseen ja sillä voidaan tehdä myöskin melko kattavasti erilaista tutkimusta. Aineisto on luovutettu tiedeyhteisöjen käyttöön ja jatkojalostettavaksi tutkimustarkoituksessa.

### 9.3.1 Validin datan päiväkohtainen tarkastelu

Validin datan osalta on käytetty samoja laskenta periaatteita kuin edellä olevissakin osissa.



Kuvio 11. Validin datan prosentuaalinen jakauma päivittäin.

Validin datan osalta paras päiväkohtainen saanti prosentti oli 75,67 ja huonoin 17 prosenttia. Kokonaisuudessaan validin datan saantiprosentti oli 53,35. Näin ollen myöskään tässä osiossa toimivuudelle ja käyttövarmuudelle asetetut prosenttiosuudet eivät täytyneet. Kaikkineen tapahtumia on yli 10 000 kpl ja kuten edellisessäkin kappaleessa todettiin, on data sisällöltään kuitenkin erittäin arvokasta ja kuvaavaa. Urakka alueelta 33 ei saatu lainkaan suoritustietoja, kuten edelläkin.

#### 9.4 Työaika ja tehokkuus

Työajan ja sitä kautta tehokkuuden laskeminen oli yksi mittaroinnin kohteista. Alkuun työajan määrittämisen ajateltiin olevan yksi haastavimmista mittauksen kohteista, mutta kokeilun kuluessa tämä osoittautui helpoiten mitattavaksi asiaksi. Kuljetusyritys oli ajanut

usean vuoden ajan kyseisellä alueella ja ajoreitti on pysynyt suhteellisen muuttumattomana. Tästä syystä pohjatieto käytetystä ajasta pitkällä aikavälillä oli olemassa. Lopulta työajan mittaus toteutettiin siten, että laskettiin kokonaistyöaika kokeilujaksolta yhteen ja jaettiin työpäivien määrällä. Koska kuljetusyrittäjä katsoo käytetyn työajan olevan liikesalaisuuden piirissä olevaa tietoa, ei tässä osiossa esitetä todellisia käytettyjä työtunteja. Lisäksi päädyttiin siihen, että kuukausittaisia työtunteja ei esitetä edes suhdelukujen avulla kuukausittain, koska vaihtelut olivat niin pieniä. Kokeilujakson työtuntivertailun kautta päädyttiin tulokseen, jossa kokonaistyöaika pidentyi punnituksen myötä 5,5 prosenttia. Vuosittain lisäys on noin 2 työviikkoa.

Työntehokkuus laski samassa suhteessa työajan kanssa. Tehokkuus mitattiin käytetyn työajan ja tyhjennettyjen astioiden suhteella. Samoin kuin käytetty työaika, on tehokkuus luku myös liikesalaisuuden piirissä olevaa tietoa. Alentava vaikutus oli 1,5 astiaa/työtunti, joka on kappaleissa mitattuna erittäin pieni määrä.

Kokonaisuutena voidaan todeta, että punnitukseen kuluva aika ei nostata merkittävästi työaikaa, eikä toisaalta alenna tehokkuutta. Toisaalta saatu tieto mahdollistaa sen, että tulevaisuudessa, jos järjestelmiä otetaan laajemmin käyttöön ja sen vaikutus halutaan huomioida tarjouskilpailutuksen yhteydessä, voidaan tätä tietoa käyttää laskennan perusteena tarjousvertailuita tehtäessä.

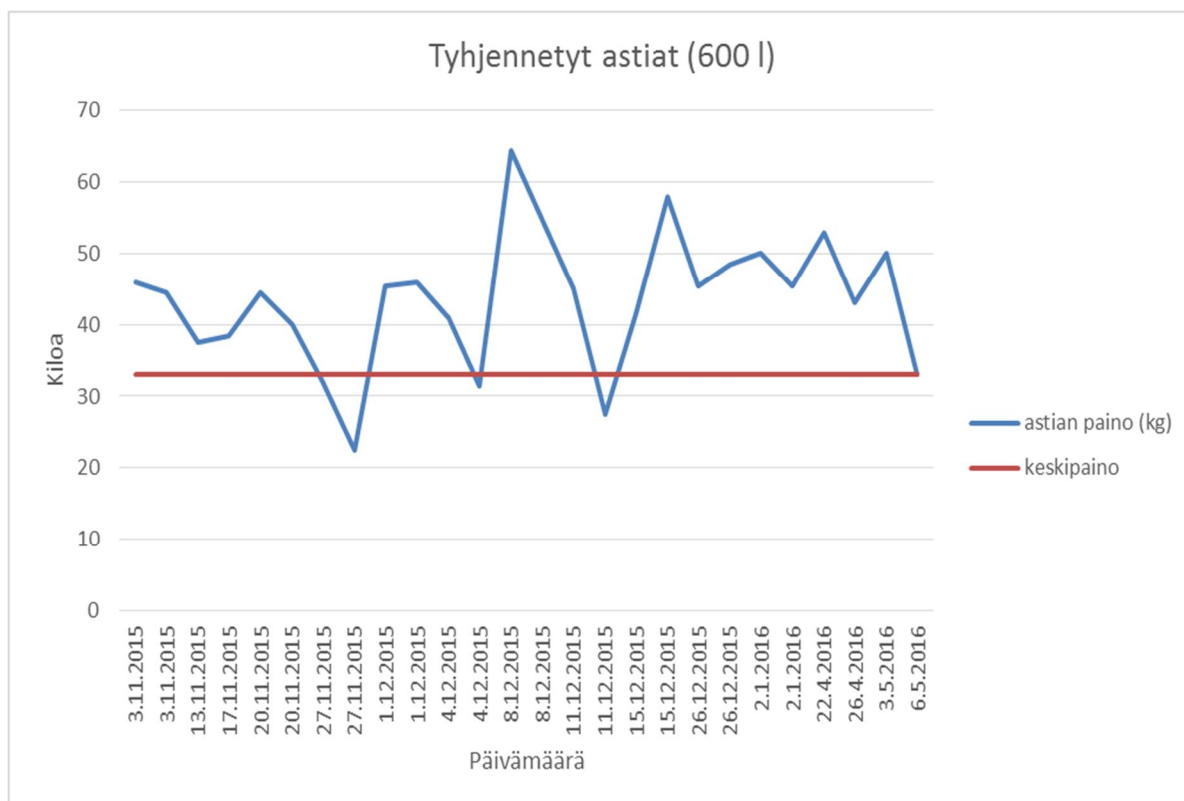
## **10 Tutkimustulosten hyödyntäminen**

Tutkimuksen ensisijainen tarkoitus oli tuottaa raportointitietoa asiakkaille. Koska saatu data on kuitenkin monikäyttöisempää, on tässä osiossa tarkoitus esitellä mihin kaikkiin muihin tarkoituksiin tietoa voidaan hyödyntää. Toisaalta tilanne on asiakasraportoinnin näkökulmasta epäsuotuisaa koska, aineistosta ei saa kohdennettua yhdelle asiakkuudelle kovinkaan montaa tapahtumaa loppujen lopuksi, vaikka saadun datan määrä kappalemäärällisesti olikin suhteellisen iso. Esimerkkien avulla voidaan kuitenkin näyttää miten dataa voidaan hyödyntää erilaisiin käyttötarkoituksiin tulevaisuudessa.

### **10.1 Asiakasraportointi**

Datan ensisijainen hyödyntämismuoto on asiakasraportointi. Koska kokeilussa ei kuitenkaan saatu riittävällä tasolla dataa tämän toteuttamiseksi, katsottiin järkeväksi, että

mitään erillistä projektia tietojärjestelmien osalta ei toteutettaisi datan siirtämiseksi raportointi kantoihin. Esimerkit ovat tehty Exceliä hyödyntämällä, mutta raportointiin tarkoitettuilla ohjelmilla toteutus olisi yhtäläillä mahdollista.



Kuvio 12. Jäteastian painokertymät.

Kaaviossa 12 on esitetty esimerkki kiinteistöltä saatua painotietoa. Sininen väri kuvaa todellista punnittua painoa ja punainen viiva kuvaa jäteastian laskennallista painoa. Kyseessä on 600 litran jäteastia joka tyhjennetään kaksi kertaa viikossa. Laskennallinen paino jäteastialle on 33 kg. Jäteastian laskutus perustuu keskimääräiseen painoon ja kuljetusmaksuun. Esimerkistä voi hyvin päätellä, että asiakas saa huomattavaa etua tässä tilanteessa, koska jätekertymät ovat merkittävästi isompia, kuin mistä asiakas maksaa.

Jos asiaa tarkastellaan kiinteistökohtaisella tasolla, erotus jää tällöin HSY:n maksettavaksi, kun jäte toimitetaan käsiteltäväksi. Kokonaisuutta tarkasteltaessa tilanne ei kuitenkaan ole näin. Syynä on se, että osalla kiinteistöistä suhde on taas edullisempi HSY:lle eli tuotetun jätteen määrä on pienempi kuin laskutusperuste ja näin ollen HSY hyötyy tilanteesta.

Mikäli syy-seuraussuhteita mietitään esimerkki kiinteistön osalta, miksi tilanne on tämän kaltainen, on vastaus mitä todennäköisimmin se, että kiinteistöllä ei lajitella kovinkaan tehokkaasti. Sekajätteen paino lisääntyy merkittävästi, jos biojätettä ei lajitella erikseen. Esimerkki kiinteistöllä on biojätteen erilliskeräys velvoite, mutta velvoite sinällään ei automaattisesti tarkoita sitä, että biojätteestä 100 % päätyy erilliskeräyksen piiriin. Lajittelun tehokkuus perustuu huoneistossa tapahtuvaan lajitteluun ja jos siihen ei ole panostettu, eivät jätelajit myöskään päädy käsittelyn kannalta oikeisiin paikkoihin jätetilassa.

Taulukko 6. Jättemäärien vertailu taulukko

Päivämäärä	Astia määrä (kpl)	Punnittu (kg)	Laskennallinen määrä (kg)
3.11.2015	2	90,5	66
13.11.2015	1	37,5	33
17.11.2015	1	38,5	33
20.11.2015	2	84,5	66
27.11.2015	1	54,5	33
1.12.2015	2	91,5	66
4.12.2015	2	72,5	66
8.12.2015	2	119,5	66
11.12.2015	2	72,5	66
15.12.2015	2	99,5	66
26.12.2015	2	94	66
2.1.2016	2	95,5	66
22.4.2016	1	53	33
26.4.2016	1	43	33
3.5.2016	1	50	33
6.5.2016	1	33	33
<b>YHT.</b>	<b>25</b>	<b>1129,5</b>	<b>825</b>

Yllä olevassa taulukossa on esitetty jättemäärät tyhjennyskerroittain yhteenlaskettuna sekä vertailu määräksi laitettu laskennallinen jättemäärä tyhjennyskerralle. Osalla tyhjennyskertoja painotietoa ei ole saatu yhdistettyä kiinteistöön kuin toisesta asiasta. Tätä taulukkoa analysoimalla voi edelleenkin vahvistaa sitä näkemystä, että sekajätteessä on mukana biojätettä. Biojätteen osuus lajittelututkimusten perusteella on n. 30 %. Punnitun ja laskennallisen määrän ero on 36 %, joka tukee näkemystä.

Asiakkaalle raportoitaessa voisi laskennallinen paino toimia tavoitepainona. Vertaamalla tuotettua todellista jättemäärää laskennalliseen painoon ja sen muutosuhdetta tietyllä ajanjaksolla, voidaan nähdä miten lajittelussa on onnistuttu. Painon laskiessa lajittelun

määrä on lisääntynyt tai vaihtoehtoisesti tuotetun jätteen kokonaismäärä on laskenut. Taloyhtiön osalta järkevää olisi myös suhteuttaa kertymät asukasmäärään, jolloin laskenta huomioi myös luonnolliset vaihtelut asukasmäärien muutoksissa. Tällöin raportoitava luku olisi kiloa / asukas. Tällainenkin tieto on mahdollista tuottaa raportointityökalun avulla, koska HSY:llä on käytettävissä myös kiinteistötietoa, josta asukas- ja huoneistomäärät saadaan selvitetty kiinteistöittäin.

Asiakkaalle voitaisiin tuottaa tämän aineiston perusteella referenssitietoa, jossa se saisi vertailuaineistoa saman koko luokan kiinteistöistä ja niillä tuotetuista jätemääristä. Tämän tyyppistä ajattelumallia on rakennettu Aalto-yliopiston kierrätyspalvelin hankkeessa. Vertaamalla oman kiinteistön jätetuottoa referenssi aineistoon ja tavoitelaan, voitaisiin tuottaa kiinteistökohtainen jäteindeksi luku. Mitä pienempi indeksi olisi, sen parempi olisi tuotetun jätemäärän suhde tavoitelaan nähden. Jos taas jätemäärä indeksi olisi korkea, tulisi raportin myös tuottaa suoraan ehdotuksia miten jätteen kierrätystä voitaisiin lisätä. Tällaisella raportoinnilla saavutettaisiin myös kannustimia eivätkä luvut olisi vain lukuja.

Vaikka raportointia kehitettäisiin kuinka pitkälle, sillä ei ole mitään merkitystä ellei asia todellisuudessa kosketa asukkaita tai sillä ei ole konkreettista sidonnaisuutta arkeen. Konkreettisuus voi olla arvovalinta tai se voi olla ekonomisen kannustin asumiseen tai näiden molempien yhdistelmä.

## 10.2 Alueelliset jätemäärä kertymät

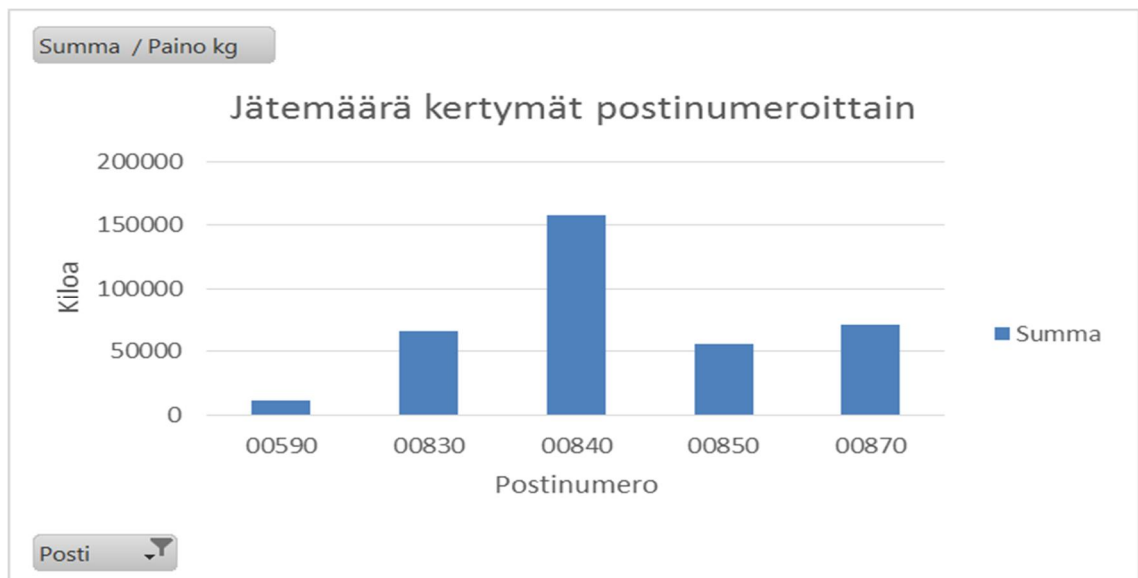
Punnituilla jätemäärillä saadaan helposti tuotettua alueellista jätetietoa. Toki tätä tietoa voidaan myös tutkia vastaanottoaikojen vaakatiedoista, mutta punnitulla tiedolla päästään kuitenkin parempaan tarkkuustasoon. Urakka-alue on maantieteellisesti rajattu alue. Urakka-alueen sisällä on monia postinumeroalueita ja ajopiiri kulkee useiden postinumeroalueiden läpi normaalisti. Näin ollen kaupunginosa kohtaista tietoa ei ole saatavilla edes vastaanottoaikojen vaakatietoa hyödyntämällä, koska ajoreitti voi olla usean postinumeroalueen yhdistelmä. Toiminnanohjausjärjestelmästä (logistiikkajärjestelmästä) pystytään saamaan tiedot ajotusta reitistä ja osoitteista joissa auto on käynyt, mutta tästä ei ole apua asian ratkaisemiseen. Jakamalla käyntiosoitteiden määrän prosentuaalisessa suhteessa postinumeroalueen osoitteiden suhteen antaa tämä hyvin yleistasoisen käsityksen tilanteesta.

Paikkatiedon käytön yleistäminen ja siihen pohjautuvien tiedonkeruu välineiden määrä on lisääntynyt viimeisten vuosien aikana merkittävästi. Pääkaupunkiseudun asukkaista

on saatavilla paljon erilaista sosio-ekonomista tietoa, joita voidaan linkittää myös jätteen tuottoon. Väestöstä saatava tieto on kattavalla tasolla, mutta todellisten jätetonnien alueellista tietoa ei ole saatavilla. Tämä vaikeuttaa monien tutkimusasioiden eteenpäin viemistä. Tarkalla painotietoon perustuvalla datalla voitaisiin esimerkiksi vertailla taloudellisesta näkökulmasta jätteen tuottoa ja lajitteluastetta. Tuottavatko hyvä tuloiset enemmän jätettä kuin heikompi tuloiset, tuottavatko helsinkiläiset enemmän jätettä kuin vantaalaiset tai espoolaiset? Miten kaupungin osien välillä jätemäärät poikkeavat toisistaan? Ylä-tason vastauksia kuntakohtaisiin kysymyksiin pystytään toki ratkomaan nykyiselläänkin, mutta kun halutaan tarkemman tason tietoa kaupunginosittain, on jäljitettävyyden nykyisellään hyvin huono.

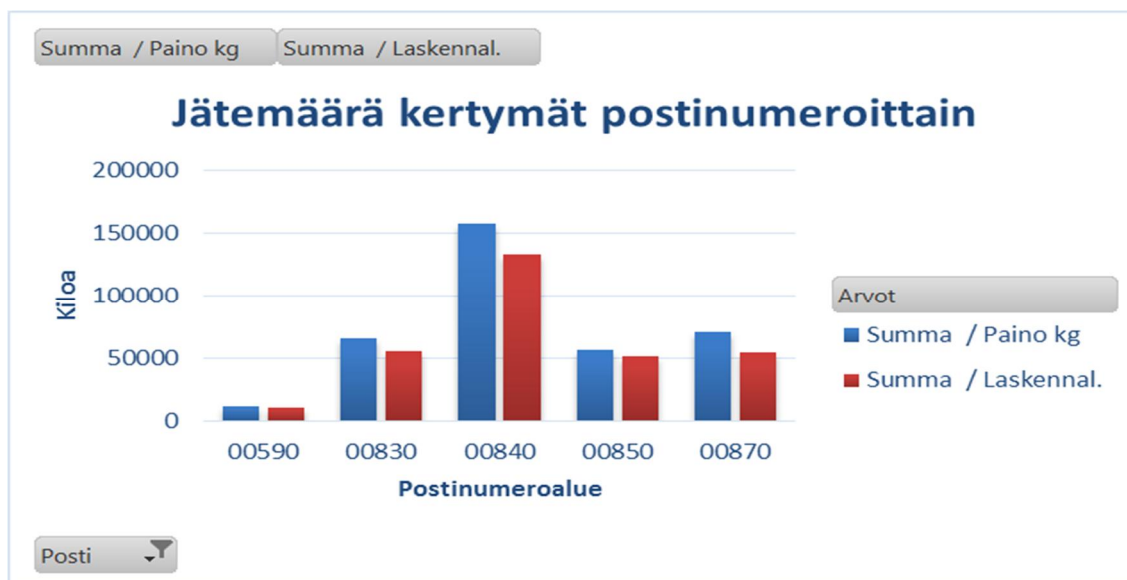
Edellä mainitut seikat ovat herättäneet kiinnostusta tiedeyhteisöissä ja alalla on käyty keskustelua asian ympärillä suhteellisen paljon viimeisen parin vuoden aikana. HSY on omalla toiminnallaan ollut mukana tuottamassa tietoa näiden asioiden ympärille tämän projektin myötä ja se on myös yksi ARVI-kehityshankkeen osaprojekti, jota rahoittaa TEKES.

Alla olevassa Kaaviossa on kerättyä validin datan perusteella saatua painotietoa postinumeroalueittain. Kertymät ovat koko kokeilujaksolta, mutta tietoa voidaan toki jalostaa kuukausi- ja päiväkohtaiselle tasolle.



Kuvio 13. Jättemäärät postinumeroittain punnitustiedolla.





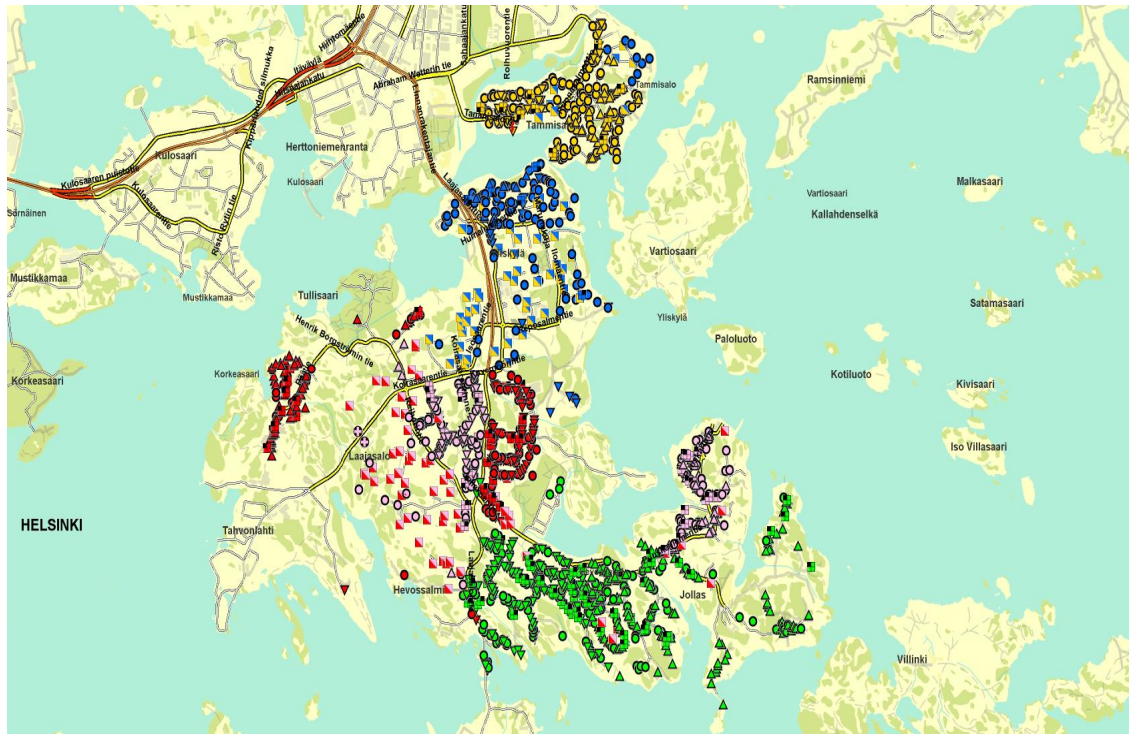
Kuvio 14. Jättemäärät postinumeroittain punnittu ja laskennallinen paino.

Kaaviossa 14. on tehty vertailu jossa on laitettu rinnakkain kokeilualueelta saatu punnustieto (Paino kg) ja laskennallinen paino (Laskennal.). Tästä kaaviosta voi hyvin päätellä mikä on laskennallisen painon perusteella arvioidun jättemäärä laskennan ongelma. Kokeilu alueella laskennallinen paino ei vastaa todellisuudessa tuotetun jätteen määrää ja näin ollen koko alue on tappiollinen HSY:n näkökulmasta. Alueelta tulee 18 % enemmän jätettä kuin mitä oletetaan.

Jakamalla dataa lyhempiin aikadimensioihin voitaisiin tällä datalla tehdä myös kuukausivaihteluun liittyviä ennusteita ja tutkia, ovatko kaikki kuukaudet selvästi tappiollisia vai noudattaako alue yleisesti tiedossa olevaa kausivaihtelua. Tätä analyysiä ei kuitenkaan voi tehdä pilottiaineiston perusteella, koska kuukausittain saatu datamäärä poikkeaa toisistaan liikaa.

### 10.3 Painotiedon hyödyntäminen reittisuunnittelussa

Nykyisin reitit suunnitellaan erillisellä suunnittelusovelluksella, jossa asiakkaiden tyhjennysrytmit on esitetty erillisillä kartta symboleilla, jotka ovat sidottu nouto-osoitteeseen. Tämän tiedon lisäksi suunnittelija näkee kohteen astiamäärät.



Kuvio 15. Urakka-alue 56 ajoreitit.

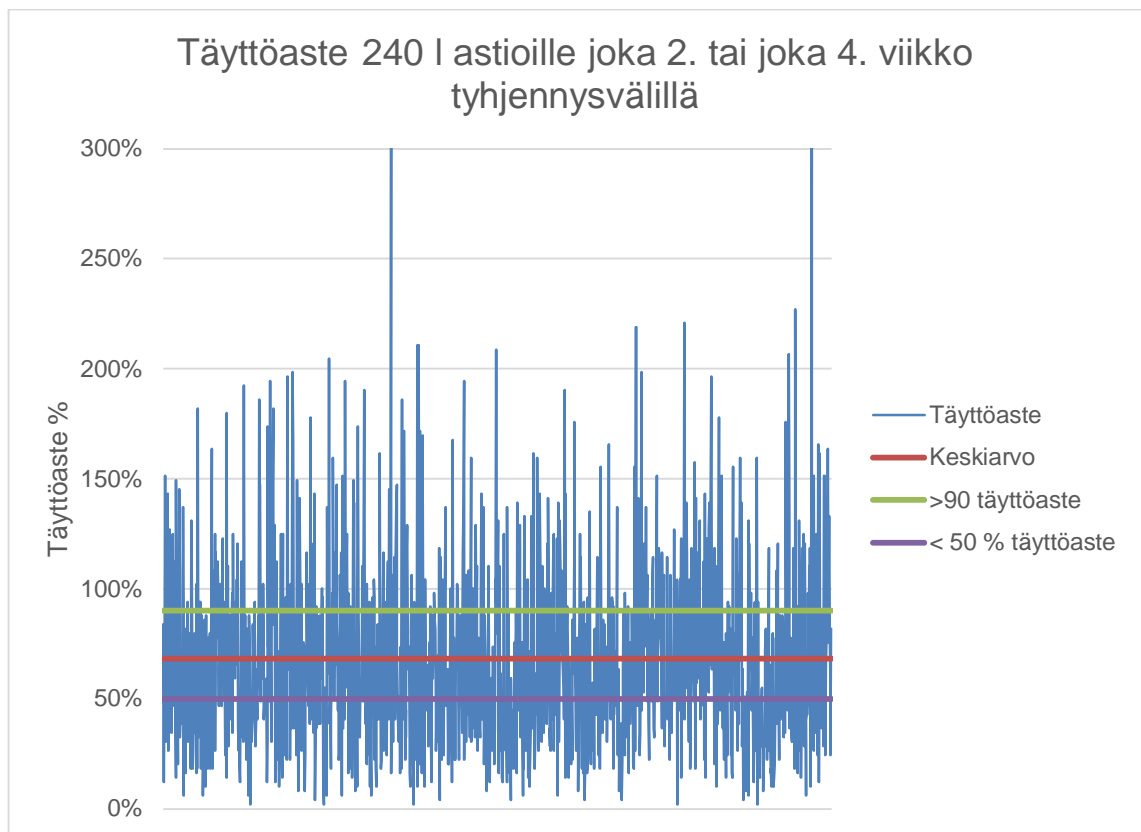
Suunnittelun lähtökohtana toimii siis asiakkaan määrittelemä tyhjennysrytmi, joka voi vaihdella joka 8. viikko tyhjennyksestä 5 kertaa viikossa tyhjennykseen. Useammin kuin kerran viikossa tyhjennettävissä jäteastioissa pääsääntö on, että jäteastiat ovat ääriään myöden täynnä alkuviikon tyhjennyksellä ja viikon puoli välin tienoilla tyhjennettävät jäteastiat ovat tyhjempiä. Tämä ilmiö johtuu siitä, että viikonloppuisin ihmiset viettävät enemmän aikaa kotona ja kulutus on suurempaa kuin muutoin arkena.

Ilmiö on myös nähtävillä selkeästi vastaanottoaikojen vaakatilastoinnista. Vaikka tyhjennettävien jäteastioiden määrä on suunnilleen sama maanantaisin ja torstaisin, niin maanantaisin jätemäärä vastaanottoaikoihin on noin 20 - 25 prosenttia suurempi kuin torstaisin. Omakoti- ja kerrostaloalueilla yleisin tyhjennysrytmi on joka 2. viikko tyhjennys ja tyyppinen astia ovat kooltaan 240 litran tai 360 litran jäteastia. Kerrostaloissa vastaava on 600 - 660 litran jäteastia jonka tyhjennys 2 kertaa viikossa. Koska jokaiselle astiakoolle ja tyhjennysrytmille on arvioitu laskennallinen paino, voidaan tätä painokertymää verrata todelliseen punnittuun painoon. Harvoilla tyhjennysrytmeillä olevat pienet jäteastiat ovat tyyppillisesti täynnä tyhjennyksen yhteydessä, mutta esimerkiksi kerran viikossa tyhjennettäessä täyttöaste on n. 65 % luokkaa. Oletamus on tehty syväkeräysjärjestelmästä saadusta täyttöaste datasta, joka mittaa jäteastian pinnankorkoa. Jos samaa

olettamusta käytetään perinteisiin jäteastioihin, voidaan täyttöaste määrittää tämän tiedon sekä laskennallisen painon avulla. Taulukossa 7. on esitetty astiakoon ja täyttöasteen sekä painon yhdistelmä.

Taulukko 7. Täyttöasteen ja painon suhde.

Astia koko (l)	Täyttöaste (%)	Paino (kg)
140	65/90	11/17
240	65/90	16/22
300	65/90	19/26
660	65/90	33/35



Kuvio 16. Täyttöastejakauma

Kuviossa 16. on tehty laskenta kaikille 240 litran astioille joiden tyhjennysväli on joka 2. tai joka 4. viikko. Kaikkiaan aineistossa on 1402 kappaletta tyhjennyksiä. Keskimääräinen täyttöaste koko aineistoille oli 68 %, joka oli melko hyvä. Laskennassa on oletettu, että astia on 90 prosenttisesti täynnä, kun sen paino on 22 kg. Laskennallinen paino on jaettu punnitulla painolla ja näiden suhdetta on verrattu 90 % täyttöasteeseen. 363 kappaleessa tapahtumia täyttöaste oli 90 % tai yli ja 544 tapahtumalla täyttöaste oli 50 prosenttia tai alle. Käytännössä 26 prosentilla kiinteistöistä tyhjennysväli pitäisi tihentää joka 2. tai kerta viikko tyhjennysrytmille ja 39 % kiinteistöistä tyhjennysväliä voisi harventaa joka 2. viikosta joka 4. viikkoon tai joka 8. viikkoon.

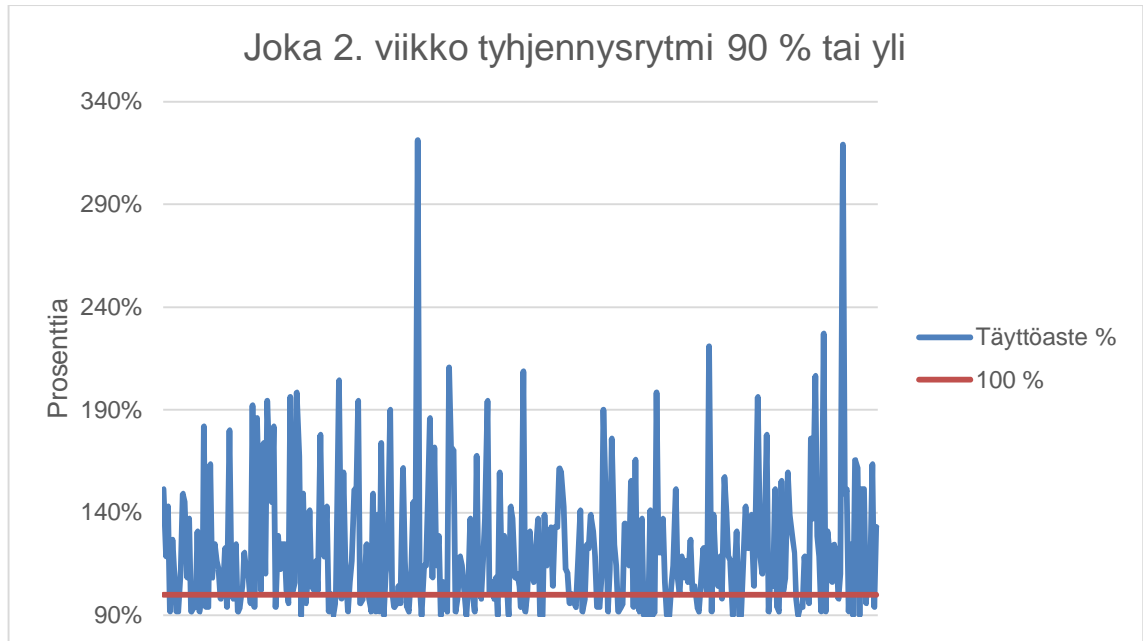
Kun tutkittiin aineistoista joka 4. viikko tyhjennyksessä olevia kiinteistöitä joiden täyttöaste oli 90 % tai yli, selvisi, että 12 kiinteistön osalta tyhjennysrytmiä tulisi tihentää. Muilla kiinteistöillä täyttöaste oli optimaalinen eli 90 % - 100 %. Kaikkiaan joka 4. viikko tyhjennyksessä olevia kiinteistöjä oli 25 kappaletta. Kertymät on esitetty kuviossa 17.



Kuvio 17. Täyttöaste prosentti.

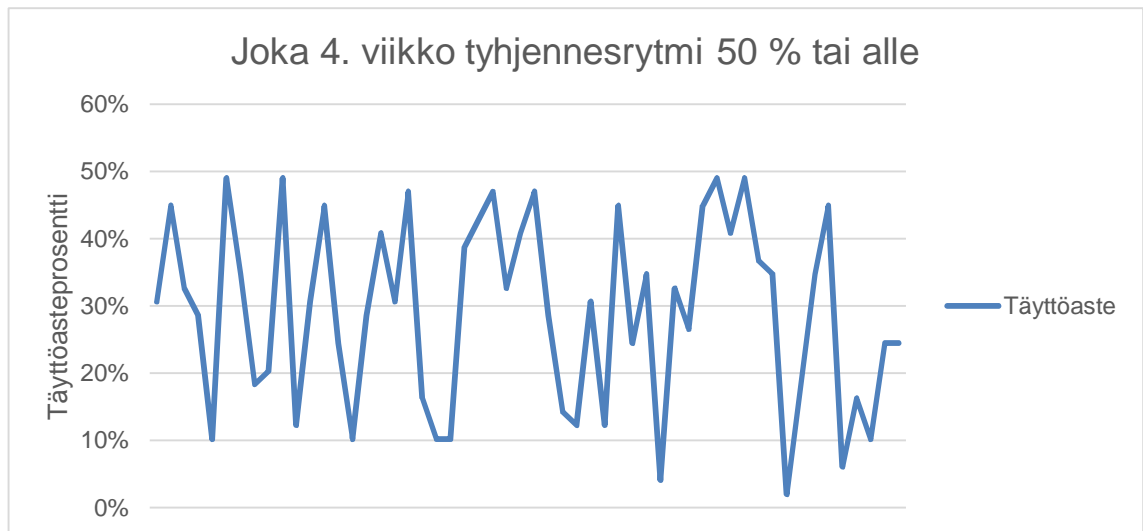
Joka 2. viikon tyhjennysrytmillä olevia kiinteistöjen joiden täyttöaste oli 90 prosenttia tai yli tutkittaessa 183 kiinteistöllä tyhjennysväli tulisi tihentää kerta viikko tyhjennysrytmille. Kaikkiaan kiinteistöjä oli 338 kappaletta. Muilla kiinteistöillä täyttöaste oli optimaalinen.

Tarkemman analyysin perusteella voidaan siis todeta, että todellisuudessa 195 kiinteistöllä joiden täyttöaste oli 90 % tai yli tyhjennys rytmi tulisi tihentää kerta viikon tyhjennysrytmille. Näin ollen muutos tarve tihennyksille oli 13,9 % 26 % sijaan. Kertymät on esitetty kuviossa 18.



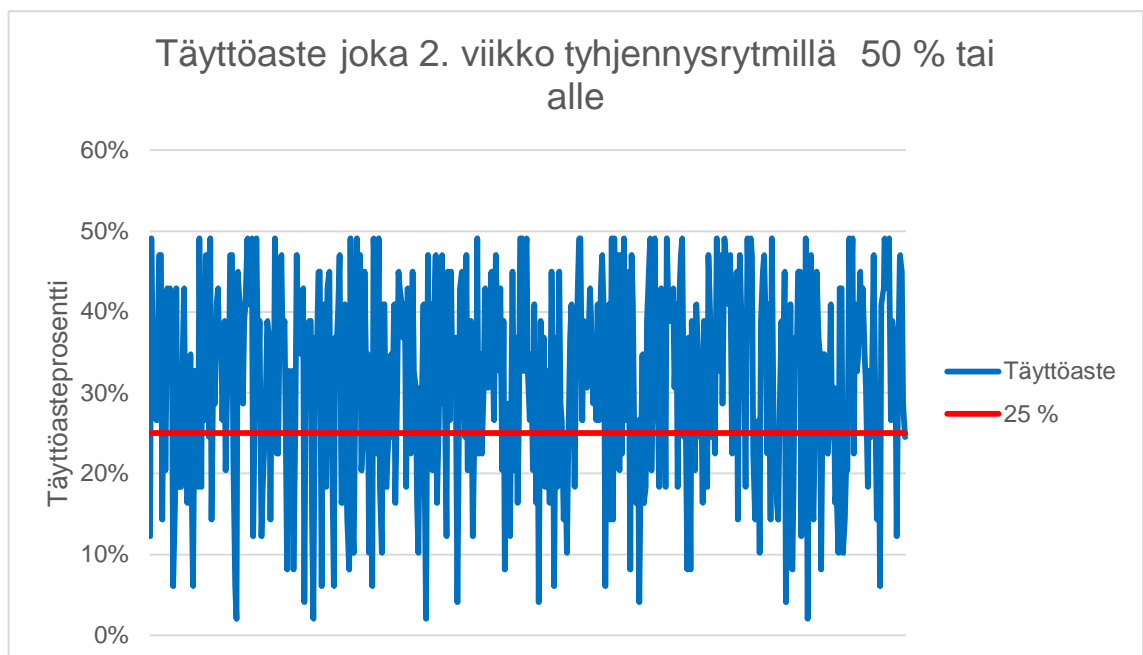
Kuvio 18. Täyttöasteprosentti

Tutkittaessa tapahtumia joiden täyttöaste oli 50 % tai alle ja tyhjennysrytmillä joka 4. viikko oli näitä tapahtumia yhteensä 54 kappaletta. Kaikki kiinteistöt voitaisiin muuttaa joka 8. viikko tyhjennysrytmille. Kertymät on esitetty kuviossa 19.



Kuvio 19. Täyttöasteprosentti

490 kiinteistöllä joilla oli tyhjennysrytmi joka 2. viikko ja täyttöaste 50 % tai alle, voitaisiin tyhjennysrytmiä harventaa. 161 kiinteistölle tyhjennysrytmiä voitaisiin muuttaa joka 4. viikko rytmien sijasta suoraan joka 8. viikko rytmille, koska niiden täyttöaste oli 25 % tai alle. Kertymät on esitetty kuviossa 20.



Kuvio 20. Täyttöasteprosentti.

Tarkemman analyysin perusteella alussa esitetty 39 % muutostarve tyhjennysrytmien harvennukselle toteutui.

Edellä esitettyjen laskentamallien avulla punnittua painotietoa voidaan hyödyntää reit-tiensuunnittelun pohjana. Koska nykyinen ohjelmisto ei sitä kuitenkaan tue ja ottaen huomioon validin datan vähäisen määrän, edellä esitetyt luvut eivät ole täysin yksiselitteisiä. Suuremmalla validin datan määrällä tulokset saattavat muuttua hyvinkin radikaalisti.

Ottaen kuitenkin huomioon, että tälläkin datan määrällä 39 % kiinteistöistä voitiin tyhjennysrytmiä harventaa ja vain 13,9 % kiinteistöistä rytmi tihentyi, on sillä eittämättä vaikutuksia tyhjennysmääriin ja sitä kautta ajettaviin kilometreihin.

Valittu tyhjennysrytmi ja astiakoko olivat koko validin datan määrästä 13,7 %. Jos arvioidaan, että sama suhde pätee kaikkiin jäteastia tyhjennyksiin, jota pilotti alueella on tehty kokeilujakson aikana (64 999 kappaletta), olisi näiden astioiden määrä yhteensä 8934 kappaletta. Tyhjennystarve tippuisi laskennan perusteella n. 25 % ja vähentäisi tyhjennysten määrää 2242 kpl. Tekemällä laskentaa kaikille astiakooille ja tyhjennysrytmeille voitaisiin kokonaisuutta hallita entistä paremmin. Tällä saataisiin myös tasoitettua epäsuotuisaa suhdetta käsittelymaksujen osalta vastaamaan paremmin laskutusperustetta ja se olisi myös tasapuolisempi niin asiakkaille kuin HSY:lle.

## 11 Yhteenveto

Tutkimukselle asetetut tavoitteet saavutettiin osittain. Tavoitteena oli saada astiakoh-taista painotietoa kahdelta pilotti alueelta. Vantaan urakka-alueelta 33 ei onnistuttu saa-maan kuin muutamia yksittäisiä punnitustietoja kaikista yrityksistä huolimatta.

Projekti epäonnistui punnitusjärjestelmän asennusten osalta totaalisesti. Toiseen autoon käytetyt varat menivät täysin hukkaan, mutta tämän selvittelyä jatketaan punnitusjärjes-telmän toimittajan kanssa. Lopputyön aikajänne oli todella pitkä. Projekti alkoi vuonna 2013: Meni lähes kolme vuotta ennen kuin ensimmäisiä tietoja saatiin vasta hyödynnet-tyä.

Urakka-alueen 56 osalta saatiin kaikkineen yli 10 000 riviä validia dataa, jota voidaan käyttää jatkossa erilaiseen tutkimuskäyttöön ja toiminnan kehittämiseen. Kuitenkaan ra-portoinnin pohjaksi datan määrä oli liian vähäistä ja näin ollen alun alkaen suunnitteilla olleita rajapintoja järjestelmien välille ei lähdetty rakentamaan ja näin ollen asiakasrapor-tointia ei pystytty toteuttamaan halutulla tavalla.

Asetettuihin mittareihin saatiin vastaukset. Mittaustulokset eivät olleet hyviä, mutta ne kertoivat selkeästi, että oikeita asioita mitattiin. Tässä työssä isoin osa tekijä oli rakentaa itse punnitusjärjestelmä ja toisena tekijänä hyödyntää saatua tietoa raportoinnin näkökulmasta.

### 11.1 Punnitusjärjestelmän kehittäminen

Vaikka saadut tulokset ovatkin heikkoja, ei punnitusjärjestelmästä olla kuitenkaan luopumassa. Jatkon osalta on päätetty, että järjestelmän parissa työskentelyä jatketaan ja nyt esiin tulleet ongelmat pyritään ratkaisemaan yhdessä järjestelmätoimittajan kanssa. Positiivisia näkymiä punnituslaitetoimittajien osalta on näkyvissä, koska alalla olevat muut yritykset ovat lähteneet työstämään omia tuotteitaan. Kilpailun lisääntyessä laitteistot kehittyvät ja sen myötä niiden hankintahinnat tulevat myöskin alenemaan. Tutkimushankkeessa ollut laitteisto on ainut laatuaan Suomessa ja se on herättänyt paljon mielenkiintoa alan toimijoiden keskuudessa. Mikäli vastaavia järjestelmiä otetaan muualla käyttöön, on tämä vain positiivinen asia, koska myös tällä tavalla saadaan asioita kehittelemään.

### 11.2 Kehitystehtävän reliabiliteetti ja validiteetti

Reliabiliteetin ja validiteetin avulla arvioidaan toimintatutkimuksen luotettavuutta (Heikkinen ym. 2007,147). Validiteetilla arvioidaan kuinka hyvin käytetty tutkimusmenetelmä soveltuu juuri kyseiseen tutkimukseen ja reliabiliteetilla todennetaan kuinka luotettavia tutkimustulokset ovat.

Toimintatutkimus sopi hyvin tutkimustavaksi. Toimintatutkimus mahdollistaa muutosten tekemisen kehitysprosessin kuluessa. Tutkimuksen alkuvaiheessa ei ollut käytännössä mitään referenssiä johon olisi voinut verrata kehitteillä olevaa punnitusjärjestelmää. Referenssi löytyi vasta siinä vaiheessa, kun ensimmäinen kehitysprojekti päätettiin hylätä. Järjestelmätoimittajan kautta ei saatu ainuttakaan kontaktia ruotsiin, jossa vastaavia järjestelmiä on käytössä, vaikka näitä tiedusteltiin useaan otteeseen. Vasta vuoden 2016 keväällä saatiin ensimmäinen varsinainen referenssi HSY:n toisen kuljetusurakoitsijan kautta. Saadut vertailu tulokset Ruotsista ovat toki paremmat kuin tässä projektissa. Ruotsin kokemusten perusteella voidaan sanoa, että punnitusjärjestelmät lisäävät työtä merkittävästi ja ne eivät ole käyttövarmoja. Niistä aiheutuu paljon huoltokustannuksia ja ne aiheuttavat käyttäjilleen päänvaivaa (Hakala 2016).



Tutkimuksen validiteetti oli huono. Jos tutkimuksen alkuvaiheessa olisi ollut käytettävissä enemmän benchmarking tietoa, olisi lopputulos ollut ehkä parempi. Tätä tietoa saatiin hyödynnettyä vasta siinä vaiheessa kehitysprojektia, kun kaikki tarpeellinen oli jo tehty ”oppimisen ja erehdyksen”- tutkimusmenetelmällä.

Tutkimuksen reliabiliteetti oli mielestäni hyvä. Asetetut mittarit kuvasivat juuri niitä asioita joista haluttiin tietoa ja mittaustulokset olivat mielestäni hyvin yksiselitteisiä.

### 11.3 Arviot

Työntarkoituksena oli kehittää keräysvälinekohtainen punnitusjärjestelmä 140 - 660 litran jäteastioille ja edelleen hyödyntää saatua punnitustietoa raportointiin.

Tutkimuksen lähtökohtana käytettiin benchmarking teoriaa, jonka avulla oli tarkoitus selvittää punnitusjärjestelmien heikkoudet ja sen myötä välttää mahdolliset muiden tekemät virheet. Suomesta ei kuitenkaan löytynyt yhtään vastaavaa järjestelmää, jollaista oltiin hankkimassa, mutta kaksi punnitusjärjestelmällä varustettua autoa löytyi Suomestakin. Tämän avulla päästiin kiinni tekniikkaan ja sitä kautta saatiin selvitettyä ketkä Suomessa ylipäätään tällaisia järjestelmiä toimittaisivat. Käytin kaikkia tiedossa olevia kontakteja ja pyrin saamaan selville, mistä vastaavia ratkaisuja löytyisi. Tehtävä ei kuitenkaan osoittautunut helpoksi, koska oli yleisesti vain tiedossa, että tällaisia tai tämän kaltaisia ratkaisuja olisi käytössä Ruotsissa. Kukaan ei kuitenkaan osannut sanoa missä päin ruotsia ja kenellä näitä olisi.

Tämä vaikeutti kehitysprojektia teorianäkökulmasta katsottuna. Kuten aiemmin totesin, lopullisella järjestelmätoimittajalla oli tiedossa, että vastavia autoja oli käytössä Tukholmassa, mutta kenen omistuksessa autot olivat, ei selvinnyt kuin vasta keväällä 2016 toisen pilotissa olleen kuljetusyrityksen kautta.

Benchmarking tieto ei kuitenkaan mennyt hukkaan tulevaisuutta ajatellen. Sen avulla pystyttiin todentamaan, että myös ruotsissa käytössä olevissa autoissa oli vastaavanlaisia järjestelmäongelmia. Benchmarkingin avulla saatiin myös arvokasta tietoa sen osalta, mitä kaikkea järjestelmä ja sen oheistoimenpiteet vaatisivat, jos punnitusjärjestelmä olisi puhtaasti laskutuskäytössä, kuten ruotsissa on.

Lisäarvon teoriaa ei tässä työssä päästy hyödyntämään, koska tutkimustulokset eivät olleet niin hyviä, että dataa olisi voitu käyttää aidosti raportointitarkoituksiin.

Järjestelmä tuottaa toimiessaan hyvää tietoa, mutta sen käyttövarmuus on erittäin huonolla tasolla. Jotta se palvelisi myös raportointitarkoitusta, on selvää että käyttövarmuuden tulee olla 98 – 99 % tasolla.

Laskutusperusteena käyttöä ei voida ajatella kuin aikaisintaan 8-10 vuoden kulutta, vaikka järjestelmä saataisiin toimintaan ”heti huomenna”. Punnitukseen perustuvan dataa pitää olla pitkältä aikaväliltä, vähintään kolmelta vuodelta talouden näkökulmasta ja tällöinkin sen tulee olla ennen kaikkea ehyttä. 3-5 vuoden aikajänne on riittävä trendien tekemiselle ja rahavirtojen ennustamiselle, jotta järjestelmää voitaisiin ajatella laskutuksen perusteena. Kun tähän vielä huomioidaan 5 vuoden hankintakierto kuljetusurakoissa, että järjestelmä olisi käytettävissä kaikissa jäteautoissa, on aikajänne todellakin 8-10 vuotta.

Uskon kuitenkin, että nämä järjestelmät tulevat lisääntymään alalla lähivuosina merkittävästi ja kaupallisen B2B jätehuollon puolella laskutusperusteena käyttö tulee olemaan todennäköisesti hyvin paljon nopeampaa. Syynä ovat pienemmät volyymit sekä ylipääntään notkeammat toimintamallit liiketoiminnan kehittämisessä. Tämä puolestaan mahdollistaa alan nopean kehittymisen ja se tulee lisäämään kilpailua järjestelmien toimittajien osalta.

Vaikka tulevaisuudessa järjestelmiä saisikin jokaisen valintamyymälän hyllyltä, tulee voittaja olemaan se toimittaja, jolla on luotettavin laitteisto ja toimivin jälkimarkkinointi. Ehdottomasti tämän kehitysprojektin yksi kompastuskivistä oli olematon jälkimarkkinointi ja siihen liittyvät pitkät vaste ajat. Koska alalla on suuret volyymit pitää virhetilanteissa huollon vasteaikojen olla todella lyhyitä. Uskon, että tämäkin tulee muuttumaan tulevaisuudessa.

Tutkimuksessa saatiin kuitenkin vastaukset kaikkiin tutkimuskysymyksiin. Tutkimuskysymykset olivat esitetty kappaleessa 2.2 ja ne olivat seuraavat:

- Mikä on jäteastioiden punnitusjärjestelmän tekninen käyttövarmuus?
- Ovatko punnitustulokset valideja?
- Saadaanko dataa riittävästi raportoinnin tuottamiseksi?

Vastaus tekniseen käyttövarmuuteen on esitetty luvussa 9. Punnitustulosten validiteetti on hyvä niiltä osin kuin data on ehyttä. Tulokset on esitetty luvussa 9.3 ja 9.3.1. Dataa ei saatu tarpeeksi raportoinnin tuottamiseksi. Kappaleessa 10 on esitetty datan käyttömahdollisuuksia ja sitä on analysoitu ehyen datan perusteella.

## Lähteet

Jätelaki 17.6.2011/646.

Hakala, Kalle. HFT Network. Liiketoimintajohtaja Haastattelu 14.2.2013,1.6.2016.

Heikkinen, Hannu L.T & Rovio, Esa & Syrjälä, Leena 2007.Toiminnasta Tietoon. Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat. 2.tark.painos. Dark Oy, Vantaa.

HSY jätehuollon hinnasto 2016. Luettu 11.11.2016.

HSY keräysvälineiden painotaulukko 2011. Luettu 11.11.2016.

HSY 2016. Rekisteriselosteet. Päivitetty 28.4.2016. <https://www.hsy.fi/fi/rekisteriselosteet/Sivut/Jatehuollon-tietojarjestelman-seloste.aspx>. Luettu 22.11.2016.

HSY 2016. Tietoa HSY:stä. Päivitetty 15.9.2016. <https://www.hsy.fi/fi/tietoa-hsy/Sivut/default.aspx>. Luettu 2.12.2016,

HSY 2016. Tietoa HSY:stä. Päätöksenteko. Tilinpäätökset. Päivitetty 7.7.2016. <https://www.hsy.fi/fi/tietoa-hsy/paatoksenteko/Documents/tilipaatos-2015.pdf>.

HSY 2014. Tietoa HSY:stä. Uutishuone 2014. Päivitetty 26.1.2015. [https://www.hsy.fi/fi/tietoa-hsy/uutishuone/2014/Sivut/sekajateastioden\\_punnituskokeilu\\_alkaa\\_syksylla.aspx](https://www.hsy.fi/fi/tietoa-hsy/uutishuone/2014/Sivut/sekajateastioden_punnituskokeilu_alkaa_syksylla.aspx). Luettu 18.11.2016.

Karlöf, Bengt 1998. Strategia – suunnitelmasta toteutukseen. 2 painos. WSOY, Porvoo. Lecklin, Olli 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. uud. painos. Karisto Oy, Hämeenlinna.

Opetushallitus 2011. Hyvä elämä. 1.3 arvon ja normin käsite. Päivitetty 22.8.2011, [http://www.edu.fi/miina\\_ja\\_ville\\_etiikka\\_etsimässä/hyvä\\_elämä/kommentit/arvo\\_ja\\_normi](http://www.edu.fi/miina_ja_ville_etiikka_etsimässä/hyvä_elämä/kommentit/arvo_ja_normi). Luettu 25.11.2016.

Pasanen, Jari & Romanainen Jari 2011. Unohda innovointi. Keskity arvonluontiin. Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra. 1. painos. Julkaisusarja 291. <http://www.sitra.fi/julkaisut/sitra291.pdf>. Luettu 25.11.2016

Tecnomen, System Solutions 22.3.1994. Loppuraportti / YTV-MobiCID jätteenkeräysprojekti. YTVTUL02.DOC. 1. Painos.

Tietosuojavaltuutettu 2013. Tietosuojavaltuutetun toimisto. Tehtävät. Päivitetty 2.9.2013. <http://www.tietosuojafi.fi/index/tietosuojavaltuutetuntoimisto/tehtavat.html>. Luettu 22.11.2016.

Wikipedia 2015. RFID. Päivitetty 6.11.2015. <https://fi.wikipedia.org/wiki/RFID>. Luettu 15.11.2016.

Wikipedia 2016. Viivakoodi. Päivitetty 6.10.2016. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Viivakoodi>. Luettu 15.11.2016.

Yleisradio 2014. Svenska Yle. Huvudstadsregion. Päivitetty 10.10.2014.  
<https://svenska.yle.fi/artikel/2014/10/10/sophanteraren-vill-vaga-ditt-avfall>. Luettu  
10.11.2016.

**Liitteen otsikko**

Liitteen sisältö

**Liitteen otsikko**

Liitteen sisältö