

Marko Linikko

MITTAAVIEN SENSOREIDEN KÄYTTÖ JÄTEKERÄYSASTIOISSA

Opinnäytetyö

Logistiikan insinööritutkinto

2018



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Marko Linikko	Insinööri (AMK)	Helmikuu 2018
Opinnäytetyön nimi		33 sivua 5 liitesivua
Mittaavien sensoreiden käyttö jätekeräysastioissa		
Toimeksiantaja		
Helsingin paperinkeräyspalvelu Oy		
Ohjaaja		
Juhani Heikkinen, Lehtori		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön aiheena oli mittaavien sensoreiden käyttö jätekeräysastioissa. Työn tarkoituksena oli selvittää, onko mahdollista luoda sekä hyödyntää sensoriteknologiaa jätehuollossa. Sensoriteknologian hyödyntäminen perustuisi keräysastioiden jatkuvaan täyttöasteen mittaamiseen, jotta voitaisiin kontrolloida paremmin keräysastioiden ali- ja ylitäytymistä.</p> <p>Teoriaosuudessa käsiteltiin aiheita, jotka käsittelevät sensoriteknologiaa sekä jätehuoltoa eri näkökulmista. Jätehuoltoon liittyviä teorioiden aihealueita olivat lainsäädäntö, historia ja tulevaisuuden näkymät, jätelajit sekä jätteiden lajittelu. Internet of thingsiä, Big Dataa, sensoreita, RFID/NFC sekä reittioptimointia käsiteltiin myös teoriaosuudessa, koska kyseiset teknologian tuotteet ovat yleistymässä jätehuollon toiminnassa.</p> <p>Empiirisen tutkimuksen avuksi valittiin kaksi erilaista kyselyä: jätehuollon tyytyväisyyskysely sekä sensoriteknologian käyttäjäkokemuskysely. Jätehuollon tyytyväisyyskysely jaettiin sosiaalisessa mediassa, johon saivat vastata kaikki, jotka käyttävät jätehuoltoa. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon ihmiset ovat havainneet ylitäytymistä jätekeräysastioissa sekä kerätä mielipiteitä jätehuollon toimivuudesta. Sensoriteknologian käyttäjäkokemuskysely lähetettiin jätehuollon yrityksille, joilla on ollut käytössä sensoriteknologiaa toiminnassaan. Kyselyn tarkoitus oli selvittää heidän mielipide palvelusta sekä sen toimivuudesta.</p> <p>Molempien kyselyiden perusteella sensoriteknologialle olisi tarvetta jätehuollon alalla. Nykyiset sensoripalvelut ovat olleet toimivia, mutta paljon kehitettävää on vielä, koska palvelu on vielä uusi jätealalla. Taloudellisia sekä ympäristön kannalta säästöjä on todettu tulleen merkittävästi. Myös asiakastyytyväisyys on lisääntynyt.</p>		
Asiasanat		
jätehuolto, sensorit, säästöt, keräysastiat		

Author	Degree	Time
Marko Linikko	Bachelor of Engineering	February 2018
Thesis title Using measuring sensors in waste collector containers		33 pages 5 pages of appendices
Commissioned by Helsingin paperinkeräyspalvelu Oy		
Supervisor Juhani Heikkinen, Senior Lecture		
<p data-bbox="164 723 300 757">Abstract</p> <p data-bbox="164 797 1460 943">The subject of the thesis was the use of measuring sensors in waste collector containers. The aim of this work was to find out, if it is possible to create and exploit sensor technology in waste management business. Sensor technology would measure waste collecting containers continuously, so it would be easier to control under- and overfilling of containers.</p> <p data-bbox="164 981 1465 1196">The theoretical section covered topics that deal with sensor technology and waste management from different perspectives. The themes of the theories related to waste management were legislation, history and prospects, waste types and waste sorting. Internet of things-solution, Big Data, sensors, RFID/NFC and route optimizing were dealt with in the theory section, because these technology products have become more common in waste management business.</p> <p data-bbox="164 1234 1460 1563">Two different surveys were suggested for the help of empirical research; waste management customer satisfaction survey and sensor technology user experience survey. Waste management customer satisfaction survey was shared on the social media platforms and everyone who uses waste management services was able to answer the questionnaire. The purpose of survey was to find out, how much people have detected overfilling in waste collection containers and to gather opinions on how the waste management works. The sensor technology user experience survey was sent to waste management companies that have been using sensor technology in their operations. The purpose of the survey was to find out what they think about the service and how it works.</p> <p data-bbox="164 1601 1465 1747">Based on both surveys, sensor technology would be needed in the waste management business. The current sensor services have been functional, but a lot of development is still needed, because the service is still new in the waste sector. Economic and environmental savings have been found significant. Customers satisfaction has also increased.</p>		
<p data-bbox="164 1787 320 1821">Keywords</p> <p data-bbox="164 1861 1015 1895">waste management, sensors, savings, collection containers</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tutkimuksen taustaa.....	6
1.2	Tutkimuskysymys ja -ongelma.....	7
1.3	Tutkimuksen kohderyhmät.....	7
1.4	Tavoite.....	8
2	VIITEKEHYS JA TUTKIMUSMENETELMÄT.....	8
2.1	Viitekehys	9
2.2	Tutkimusmenetelmät	10
3	JÄTEHUOLTO SUOMESSA.....	10
3.1	Jätelainsäädäntö.....	11
3.2	Jätelajit ja lajittelu.....	11
3.2.1	Jätelajit.....	11
3.2.2	Lajittelu	12
4	HISTORIA JA TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT JÄTEHUOLLOSSA.....	13
4.1	Historia	13
4.2	Tulevaisuuden näkymät jätehuollossa	14
5	JÄTEHUOLLOSSA HYÖDYNNETTÄVÄT TEKNOLOGIAT.....	16
5.1	IoT - Internet of Things	16
5.2	Sensorit	17
5.3	Big Data.....	18
5.4	Reittioptimointi	19
5.5	RFID/NFC.....	20
6	JÄTEHUOLLON TYYTYVÄISYYSKYSELY.....	21
6.1	Kysely ja tulokset.....	21
6.2	Yhteenveto	26
7	KÄYTTÄJÄKOKEMUKSIA SENSORITEKNOLOGIASTA.....	27
7.1	Palvelun tarjoamat ominaisuudet käyttäjälle.....	28

7.2	Sensoripalvelun yleisiä ongelmatilanteita	28
7.3	Käyttäjien mielipiteet sensorilaitteistosta	29
8	LOPPUPÄÄTELMÄT JA TUTKIMUSKYSYMYKSIIN VASTAAMINEN.....	29
8.1	Tutkimuskysymyksiä käsittely	30
8.2	Sensortechnologiaa toimeksiantajan toiminnassa?	31
8.3	Tuloksien arviointi sekä jatkotutkimuksen mahdollisuus	32
9	LÄHTEET	33
10	KUVALUETTELO	35
11	LIITTEET	36

LIITTEET

Liite 1. Jätehuollon käyttäjien tyytyväisyyskysely.

Liite 2. Roskín rollin käyttäjäkokemuskysely ja vastaukset.

Liite 3. Yrityksen X käyttäjäkokemuskysely ja vastaukset.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on mittaavien sensoreiden hyödyntäminen jätekeräysastioissa. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaista teknologiaa mittaavat sensorit vaativat jätealalla ja onko niiden sijoittaminen taloudellisesti kannattavaa. Työssä on myös tarkoitus tarkastella jätehuollon toimivuutta käyttäjien ja jätealanyritysten näkökulmasta. Tuloksia laadittaessa hyödynnetään myös yritysten käyttäjäkokemuksia mittaavista sensoreista jätehuollon yhteydessä.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii jätealan yritys Helsingin paperinkeräyspalvelu Oy, joka on perustettu 1970-luvun alussa. Helsingin paperinkeräyspalvelu Oy on pieni perheyritys, joka toimii erilaisten paperi-, kartonki- ja pahvijätteen kerääjänä pääkaupunkiseudulla. Yrityksen toimitusjohtaja Markku Linnikon lisäksi yrityksessä työskentelee kuusi työntekijää. Kuljetuskalustona on yksi pakettiauto ja neljä jätteen keräämiseen tarkoitettua kuorma-autoa. Yrityksen palveluihin kuuluu paperi-, pahvi- ja kartonkiastioiden tyhjennys asiakailta sekä keräysastioiden ja rullakoiden vuokraaminen. Myös tietoturvamateriaalin kuljettaminen hävitettäväksi kuuluu palveluihin.

1.1 Tutkimuksen taustaa

Työskennellessäni Helsingin paperinkeräyspalvelu Oy:lle toimin kuorma-autonkuljettajana. Kiireisinä viikkoina, kuten, joulupyhinä joudutaan suorittamaan kaikki viiden arkipäivän ajot kolmessa päivässä. Kyseinen toimenpidettä on täysin mahdotonta toteuttaa, joten ainoa ratkaisu on tyhjentää niiden asiakkaiden keräysastiat, joiden voidaan todeta kokemuksen perusteella olevan täysiä. Viikkoon tulee väkisin niin sanottuja turhakäyntejä, mikä tarkoittaa sitä, että asiakkaan keräysastiat ovat tyhjiä. Tämä vie kallisarvoista aikaa sekä lisää polttoainekuluja. Aloin pohtia kyseistä ongelmaa ja miettiä, millaisia ratkaisuja olisi ajan sekä resurssien säästämiseksi. Ajatuksiin tuli sensori, joka mitaisi jatkuvasti keräysastioiden täyttymisastetta ja lähittäisi tyhjennyskohteessa olevanastian täyttymistiedot kuljettajalle, jotta tiedetään, onko kyseisessä paikassa tarvetta käydä.

1.2 Tutkimuskysymys ja -ongelma

Opinnäytetyön tarkoituksen on selvittää, onko mahdollista ja järkevää luoda mittaava laite, joka sopisi suomalaisiin olosuhteisiin mittaamaan jäteastioiden täyttymisastetta. Mittauslaitteiston tarkoituksena on lisätä asiakastyytyvää syyttä, tuoda säästöjä yrityksen logistiikassa sekä vähentää ympäristön kuormittumista.

Asiakastyytyvää syyttä lisäksi asiakkaalle tulevat jätekulujen säästöt sekä oikea jäteastian tyhjennysväli, jolloin ei tule ylitäyttymistä. Asiakkaan ei myöskään tarvitse ilmoittaa kerääjälle, milloin astia on täynnä, koska mittauslaitteisto hoitaa sen. Jätteiden kerääjälle tulisi myös huomattavia säästöjä niin ajallisesti kuin taloudellisesti. Tyhjien astioiden turhista noutokäynneistä säästetään polttoainetta sekä muita huoltokuluja. Lisäksi aikaa jää enemmän kerääjälle hoitaa sellaisia keräyskohteita, jotka vaativat tyhjennystä. Jäteastioiden ylitäyttymisen välttäminen kasvattaisi jäteyrityksen mainetta, sekä vähentäisi ympäristön kuormittamista. Ylitäyttyminen voi aiheuttaa jätekatoksissa sotkua, mikä leviää luontoon. Jätekatoksien sotku lisää myös taloudellisia kuluja siivoamisen takia. Ympäristön kuormitusta vähentäisivät myös vähentyneet pakokaasut, joita syntyy turhasta ajosta.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset, joiden perusteella ongelmaa lähdetään tutkimaan, perustuvat tekniikkaan, säästöihin ja laitteiston ominaisuuksiin. Myös asiakastyytyvää syyttä olisi hyvä tarkastella tutkimuksen aikana. Onko mahdollista tai kannattavaa luoda mittauslaitteisto, joka kestää Suomessa hallitsevia erilaisia sääolosuhteita? Esimerkiksi sen tulisi kestää kylmää ja kuumaa ilmaa, iskuja ja tärinää, sekä märkää ja roiskeita. Mistä jäteastiassa oleva sensori saa virtaa ja kuinka se on yhdistetty verkkoon? Saako laitteistoa hyödyntävä yritys säästöä palvelusta? Mitä muita ominaisuuksia voitaisiin laitteistoon lisätä?

1.3 Tutkimuksen kohderyhmät

Tutkimuksen kohderyhmät ovat jätehuoltoa käyttävät henkilöt sekä jätealan yritykset. Jätehuollon käyttäjille on laadittu kysely, jossa tarkastellaan vastaa-

jien tyytyväisyyttä omaan jätehuoltoon. Kyselyllä on tarkoitus tuoda esille jätehuoltoon liittyviä ongelmia sekä parannuskohteita. Tämän hetkinen tilanne jätehuollossa jakaa varmasti mielipiteitä jätehuollon käyttäjien keskuudessa. Jotkut kokevat jätehuollon olevan toimivalla mallilla, kun toiset taas eivät ole tyytyväisiä nykyiseen jätehuoltoon. Eroavaisuudet voivat johtua esimerkiksi asuinpaikasta, sääolosuhteista tai kerättävästä jätelajista. Myös jäteyrityksillä, jotka suorittavat jätepisteiden tyhjennyksiä, on erilaisia toimintatapoja, jotka eivät sovi kaikille asiakkaille.

Jätealan yritykset kuuluvat myös kohderyhmään, koska ne olisivat niitä, jotka käyttäisivät kyseistä palvelua ja näin voitaisiin tehostaa yrityksen toimintaa sekä pienentää yrityksen aiheuttamaa hiilijalanjälkeä.

1.4 Tavoite

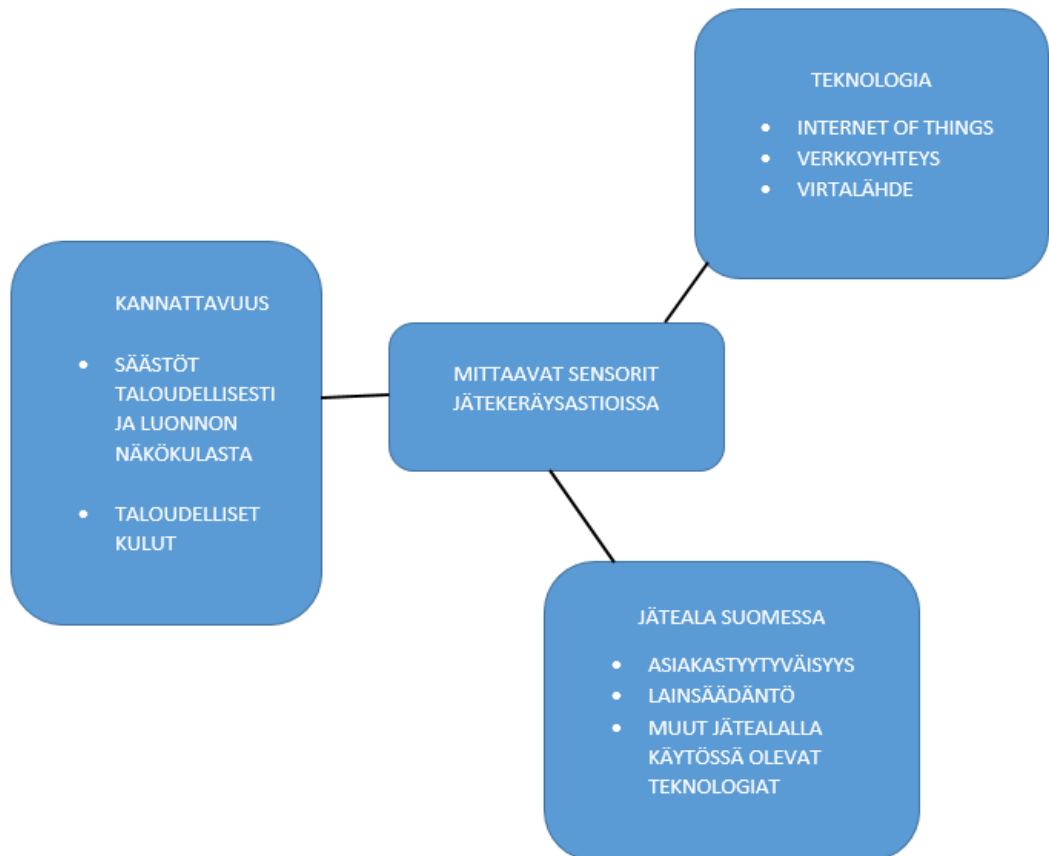
Työn tavoitteena on saada kohderyhmiltä kattavaa ja tarvittavaa tietoa, jota voidaan hyödyntää lopullisten tuloksien ja johtopäätöksien laatimiseksi. Tuloksilla ja johtopäätöksillä pyritään vastaamaan tutkimusongelmaan. Tuloksissa ja johtopäätöksissä hyödynnetään myös erilaisista julkaisuista ja kirjallisuudesta saatuja materiaaleja sekä tietoa. Tutkimusongelmaan sekä tutkimuskysymyksiin vastausten löytyminen on osa tavoitteiden saavuttamista. Tavoitteiden saavuttamiseksi sekä tutkimusongelmaan vastaamiseksi halutaan saada selvyys, minkälaista tekniikkaa tutkien olisi mahdollista hyödyntää ja mikä olisi se paras vaihtoehto? Kun tarvittavasta tekniikasta ollaan hankittu tietoa, voidaan alkaa tutkia, onko laite kannattava sijoitus yrityksille taloudellisesti sekä toimivuudeltaan.

2 VIITEKEHYS JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Teoreettisella viitekehyksellä luodaan perusta, joka teoriallaan tukee tutkimuksen aihetta. Teoreettinen viitekehys sisältää yleensä keskeisten termien, käsitteiden, erilaisten teoria-aiheiden määrittelyn. Viitekehys ei siis ole koskaan samanlainen, vaan se muodostuu tutkittavan aiheen ja siihen sisältyvien aihealueiden mukaan. (Juho, A 2012. 13-14.) Tutkimusmenetelmien läpikäymisellä on tarkoituksena luoda tietoa siitä, millaisilla tutkimusmenetelmillä hyödynnettävää materiaalia on kerätty opinnäytetyöhön.

2.1 Viitekehys

Tutkimuksen keskeisinä tekijöinä ovat kannattavuus taloudellisesta ja luonnon näkökulmasta, teknologian hyödyntäminen sekä jätealan toiminta Suomessa. Näitä kolmea osa-aluetta tutkittaessa voidaan saada tarvittavia tuloksia ja tietoa mittaavien laitteistojen hyödyntämiseen.



Kuva 1. Viitekehys.

Teknologisesta puolesta tarkastelun kohteena on laitteen kestävyys ja toimivuus erilaisissa sääolosuhteissa ja tilanteissa. Lisäksi oikeanlaisen teknologian valitsemisella voidaan miettiä mittariston hyödyntämistä muillakin aloilla kuin jätealalla. Suomen jätealaa tarkasteltaessa voidaan selvittää, mitä muita teknologioita jäteyritykset hyödyntävät jo nykypäivänä toiminnan tehostamiseksi. Lainsäädännöstä voidaan selvittää vaatimukset ja säännöt jätehuololle, joiden mukaan yrityksen toiminta pitää perustaa. Logistiikan ja jätealan megatrendeinä voidaan pitää taloudellisuutta sekä hiilijalanjäljen seuraamista.

2.2 Tutkimusmenetelmät

Tiedon hankintaan valitut menetelmät työn luonteen vuoksi ovat kyselyt, haastattelut, oman kokemuksen hyödyntäminen sekä erilaisten kirjallisuuden ja julkaisujen tutkiminen. Kyselyn laatimiseen hyödynnetään Webropol-ohjelmaa, jolla saadaan hyvin rakennettua kyselykaavake vastaajille. Sillä saadaan myös valmiiksi lasketut ja halutut raportit kyselyn tuloksista. Kyselyohjelma on luotu käyttäjäystävälliseksi ja sitä on todella helppo käyttää. Webropolilla laaditaan vuosittain kyselyitä 70 000 käyttäjältä. Käyttäjiä voivat olla esimerkiksi yksityiset henkilöt, yritykset ja eri oppilaitokset. (Webropol Oy 2017.)

Kyselyitä luodaan yksi jätehuollon käyttäjille. Sen tarkoituksena on kartoittaa jätehuollon käyttäjien tyytyväisyyttä omaan jätehuoltoonsa sekä siihen liittyviä ongelmia. Jätealanyrityksille laaditaan jokaiselle omat haastattelut ja niiden tarkoituksena on selvittää, millaista teknologiaa yritykset hyödyntävät omassa toiminnassaan jätteen keräämisen tehostamiseksi. Jätealan yritysten hyödyntämien teknologioiden selvittäminen auttaa selvittämään syitä mahdollisten jätehuollon ongelmien ratkaisemiseksi, joita käyttäjät ovat havainneet. Haastattelut toteutetaan joko sähköpostitse, puhelimitse tai henkilökohtaisella tapaamisella.

Kirjallisuuden ja erilaisten julkaisujen hyödyntämistä käytetään teoreettisen pohjatiedon luomiseksi työlle, jonka avulla voidaan luoda eri yrityksille kysely ja haastattelut. Lisäksi pohjatietoa hyödynnetään haastatteluista ja kyselyistä saatujen vastausten kanssa, jotta tutkimuksesta voidaan luoda johtopäätökset lopullisten tuloksien saamiseksi.

3 JÄTEHUOLTO SUOMESSA

Suomessa jätekeräystä on järjestetty sinne, missä on jätteen tuottajia sekä jätteen syntyä paikoille. Jätteet kuljetetaan erilaisiin kierrätyslaitoksiin, missä niitä hyödynnetään uudelleen ja niille suoritetaan loppukäsittely. Jotta jätettä voidaan kerätä, varastoida tai käsitellä, tarvitaan jokaiselle toiminnalle vaadittavat luvat. Jätteen haltijan täytyy varmistaa, että jätehuoltoa suorittavalla kerääjällä ja kuljettajalla on jätehuoltorekisterissä hyväksyttävät merkinnät. Merkintöjen

täytyy myös sisältää hyväksyntä kyseisten jätteiden kuljettamiselle. Jätteiden kerääjä tarvitsee myös ympäristöluvan. (Ympäristö.fi 2013.)

3.1 Jätelainsäädäntö

Suomessa jätelainsäädännön osalta seurataan Euroopan unionin kehittämää jätelainsäädäntöä. Suomessa käytössä oleva jätelainsäädäntö on tiukempi ja laajempi kuin Euroopan unionin asettamat säädökset. Lainsäädännössä on säädökset kaikista jätteistä, pois lukien eräät erityisjätteet, esimerkiksi ydinjätteet. Tavoitteina lainsäädännöllä on vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta, lisätä luonnonvarojen kestävää hyödyntämistä, luoda toimiva jätehuolto, mikä vähentää myös roskaantumista sekä ehkäistä vaaraa ja haittoja terveyden ja ympäristön kannalta, joita jätteet ja jätehuolto synnyttävät. Yleisimmät jättesäädökset ovat jätelaki 646/2011, jäteasetus 179/2012, ympäristönsuojelulaki 527/2014, Ympäristönsuojeluasetus 713/2014. (Ympäristöministeriö 2017a.)

3.2 Jätelajit ja lajittelu

Nykypäivänä loppujätteeksi muodostuneelle jätteelle on helppo suorittaa lajittelua. Jätteiden lajittelulla pystytään hyötykäyttämään materiaalit uudelleen ja samalla sillä vähennetään ympäristön saastumista. Oikein kierrätetyt jätteet säästävät luonnonvaroja, sillä niitä voidaan hyödyntää uudelleen raaka-aineina. Joitakin materiaaleja, kuten metallia, voidaan hyödyntää loputtomiin. Fossiilisia polttoaineita säästyy, kun energijätteeksi luokiteltu jäte voidaan hyödyntää teollisuudessa kierrätyspolttoaineena. Jotta lajittelu toimii kunnolla, vaatii se jokaiselta henkilöltä omaa panostusta sekä hyviä lajitteluohjeita. Jätteyritykset räätälöivät jokaiselle jätehuollon käyttäjälle heidän jätekeräyspisteeseen tarvittavat jätteasiat tarpeidensa mukaan. Kun jätteiden kierrättäminen ja hyötykäyttö toimivat yhdessä hyvin, jää kaatopaikalle menevän jätteen määrä hyvin pieneksi. (L&T 2011.)

3.2.1 Jätelajit

Lajitteleamalla jätteet oikein, ne voidaan sijoittaa uudelleen hyötykäyttöön. Kun jätteet ovat lajiteltu oikein, niistä voidaan luoda esimerkiksi raaka-aineita tai uusioenergiaa. Seuraavana on luettelo yleisimmistä jätteistä, joita kerätään

Suomessa ja joiden keräämisessä voitaisiin hyödyntää sensoriteknologiaa. On kuitenkin hyvä huomioida, että erilaisista metallijätteistä sensorit voivat mennä sekaisin, koska metallit voivat heijastaa sensoreiden lähettämän signaalin eri lailla, kuin muut materiaalit. Myös muita mahdollisia mittaushetkiä ovat erilaiset nestesäiliöt.

- **Biojäte:** eloperäistä, luontoon maatuva ja kiinteätä ainesta.
- **Energiajäte:** Kaikki poltettavaksi sopiva jäte.
- **Kartonki:** paperi-, kartonki-, pahvipakkaukset.
- **Lasi:** värilliset ja värittömät lasiset pullot ja purkit.
- **Pienmetalli:** metalliset pakkaukset.
- **Muovi:** tyhjät muoviset pakkaukset.
- **Paperi:** postiluukusta tulevat erilaiset paperit, kirjoitus- ja tulostuspaperi.
- **Sekajäte:** sekalainen loppujäte, josta on eroteltu vaaralliset jätteet sekä raaka-aineeksi kelpaava jäte.
- **Vaarallinen jäte:** entisetä nimeltään ongelmajäte on aine tai esine, joka voi aiheuttaa haittaa terveydelle tai luonnolle tai erityistä vaaraa.
- **Vaatteet ja Tekstiilit:** Hyväkuntoiset vaatteet ja tekstiilit voidaan sijoittaa vaatekeräyspisteisiin, joista ne otetaan uudelleen käyttöön.

(HSY 2015.)

3.2.2 Lajittelu

Loppujätteeksi jäävä materiaalin kierrättäminen vähentää huomattavasti ympäristön kuormitusta sekä luonnosta saatavien koskemattomien raaka-aineiden käyttöä. Taloudellisesti ja teknisesti kelpotonta jättemateriaalia voidaan hyödyntää polttoaineena energiantuotannossa, jos sitä ei voida käyttää uusissa tuotteissa raaka-aineena. Kierrätetyistä materiaaleista esimerkiksi paperi, puu, lasi, pahvi, muovi, rakennusjäte, autonrenkaat, sähkö- ja elektroniikkaromu sekä teollisuuden sivutuotteet voidaan hyödyntää tehokkaasti uudelleen. Lisäksi oikein lajiteltuna biohajoavat ja vaaralliset jätteet voidaan hyödyntää. (L&T 2011.)

Oikein lajitelluilla jätteillä on iso merkitys ilmastonmuutoksen ehkäisemisessä. Jos jätteitä viedään kaatopaikoille, se aiheuttaa huomattavia kasvihuonekaasupäästöjä. Kierrättäminen ja lajittelu saavuttavat sen sijaan merkittäviä korvaushyötyjä. Tällöin päästöjen syntyminen vähenee esimerkiksi materiaalien kierrätyksellä sekä fossiilisten polttoaineiden korvaamisella. Ilmaston kannalta kuitenkin paras ratkaisu on ehkäistä jätteiden syntymistä. (L&T 2011.)

4 HISTORIA JA TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT JÄTEHUOLLOSSA

Jätehuollon historiaa sekä suurimpia kehityksiä ja tapahtumia on hyvä tarkastella lyhyesti. Myös työn aiheen kannalta tärkeää on tarkastella jätehuollon tulevaisuutta ja sen näkymiä, mihin suuntaan jätehuolto on kehittymässä.

4.1 Historia

1900-luvun alkupuolella alkoi jätehuollon konkreettinen kehitys. Tuolloin jäte oli pääosin ihmisten ja eläinten lantaa, jota oli aiemmin ollut kaduilla. Jätteiden ja sairauksien yhteys huomattiin ja siitä syystä tuli puhtaanapitosäädökset, jotka vähensivät kuolemia merkittävästi. Helsingissä maanviljelijät hyödynsivät lannan noutamalla sitä hevoskärryillä omille viljelyksille. Osa kuljetettiin juna-vaunuilla Malmin kompostialueelle. 1920-luvulla kuitenkin lannan arvo alkoi tippua, sillä lannan seassa alkoi olla lasia, lumppua sekä kemikaaleja. WC-alkoikin yleistyä kaupungeissa, joita varten rakennettiin toimiva viemärijärjestelmiä. (Saarinen, E 2017.)

Monissa kaupungeissa alettiin kehittää lajittelujärjestelmiä. Tukholmassa 1910 rakennettu jätteenpolttolaitos alkoi kiinnostaa myös Helsingissä ja Turussa. Kuitenkin ensimmäinen ja toinen maailmansota keskeyttivät jätehuollon kehityksen kokonaan. Vasta 1962 Kyläsaareen valmistui jättepolttolaitos, joka poltti jopa 60 prosenttia helsinkiläisten jätteistä. Asukasmäärän ja jätemäärän noustessa tippui jättepolttoprosentti nopeasti 20 prosenttiin. 1967 Suomen täyttäessä 50 vuotta, oli Suomessa vielä paljon kaatopaikkoja. Lainsäädäntöön oli tullut ainoastaan yksi muutos, vaikka jätteen koostumus oli muuttunut täysin. Terveyslakiin oli tehty muutos, jossa kuntien on järjestettävä kaatopaikkoja jätteille. (Saarinen, E 2017.)

Jättemäärät alkoivat nousta teollistumisen ja muuttuneiden elintapojen myötä. Jäte ei enää kelvannut lannoitteeksi koostumuksen vuoksi. Jätteet alkoivat sisältää paperia sekä muovia. Muutamat yritykset alkoivatkin kerätä kierrätyskelpoista materiaalia konttoreista sekä teollisuudesta. Ongelmaksi alkoikin muodostua kaatopaikat ja niiden sijainnit. Usein kaatopaikkoina hyödynnettiin vanhoja sorakuoppia tai suoalueita, jolloin vaarana oli pohjavesien pilaantuminen. Kaikki jätteet haudattiin samoihin kasoihin kemikaalitynnyreitä myöten. (Saarinen, E 2017.)

Kaupungeissa jätehuollon ongelmat korostuivat ja jätehuoltoa olisi pitänyt kehittää, mutta kellään ei ollut siihen valtuuksia. Jätteenpoltolla yritettiin löytää ratkaisua. Kiinteistöissä oli polttouuneja, joiden kautta jätteitä pyrittiin hävittämään, mutta tuhka ja osittain palaneet jätteet heikensivät ilmanlaatua. 1967 terveydenhoitolakiin säädettiin muutos, jossa vaadittiin uunien polttolämpötilaksi 800 astetta. Vasta melkein 30 vuoden päästä kunnat saivat jätelaissa valtuudet jätehuollon järjestämiseksi. Tällöin alettiin rakentaa käsittelylaitoksia, jotka korvasivat kaatopaikat. Vuodesta 1967 meni 50 vuotta, kun orgaanisten aineiden kuljetus kaatopaikoille kiellettiin laissa. (Saarinen, E 2017.)

4.2 Tulevaisuuden näkymät jätehuollossa

Niin Suomessa kuin ulkomaillakin, jätehuollossa ollaan kehityksen kannalta alettu keskittymään siihen, kuinka jätettä syntyy vähemmän. Suomessa valtakunnallisen jättesuunnitelman tavoitteena oli vuoteen 2016 mennessä hyödyntää kierrättämällä puolet yhdyskuntajätteestä, jotka syntyvät Suomessa. Loput kierrätykseen kelpaamattomat jätteet hyödynnetään energiana. Kierrättämisen merkitystä halutaan nostaa, sillä jätteiden sijoittaminen kaatopaikoille on erittäin kallista sekä haitallista ympäristön näkökulmasta. (Eurooppatiedotus.fi 2012.) Tällä hetkellä kehitteillä on uusi valtakunnallinen jättesuunnitelma, joka ulottuisi vuoteen 2023 asti. Suunnitelmassa on tuotu esille toimenpiteet sekä kuinka tavoitteita voitaisiin edistää seuraavan kuuden vuoden aikana. Valtakunnallisen jättesuunnitelman painopisteet on jaettu neljään osaan: biohajotavat jätteet, rakennusjätteet, yhdyskuntajätteet ja sähkö- ja elektroniikkaromu. Kyseiset neljä painopistettä on valittu siitä syystä, että näillä kohteilla on todettu olevan haasteita jätteen syntymisen ehkäisyssä. Ongelmia tuottaa myös

kierrätyksen edistäminen. Suunnitelmaan on lisätty vuoteen 2030 ulottuvat tavoitteet. Vuoteen 2030 mennessä jätehuollon tulisi kuulua osaksi suomalaista kiertotaloutta. Materiaalitehokas tuotanto ja kulutus tuovat säästöjä luonnonvaroihin sekä luovat lisää uusia työpaikkoja. Muut tavoitteet liittyvät kierrätysmarkkinoiden toimivuuteen, jätteen määrään, kierrätyksen tason nousuun, kierrätysmateriaalien ja vaarallisten aineiden loppukäsittelyn tehostaminen sekä kansalaisten ja yritysten yleisen jäteosaamisen ylläpito korkealla tasolla. (ympäristöministeriö 2017b.)

Jätehuollon kehittyminen on edennyt siten, että alussa tärkeintä oli jätteiden kuljettaminen pois sekä loppusijoittaminen. 2000-luvulla keskittyminen kohdistui jätteiden hyödyntämiseen ja vuoteen 2025 jätehuollon kehityksen visio keskittyy jätteiden syntymisen ehkäisyyn sekä energian ja materiaalien hallintaan. Vuoteen 2025 mennessä suomalaisia jätehuollonyrityksiä on päässyt vahvasti vaikuttamaan kansainvälisille markkinoille kaikille mantereille. Kansainvälisellä tasolla palvelut ovat yhtyneet tuotteisiin, mikä tarkoittaa sitä, että palveluihin kuuluu teknologiaa ja vastaavasti teknologioihin sisältyy palvelu. Jätehuollon teknologiaan panostavat myös teollisuus ja kauppa, eivätkä pelkästään jätehuollonyritykset. Tällöin jätehuollonyrityksille vastuu jää vain teollisuuden ja kaupan sivutuotteista, joiden hyödyntäminen muuten on mahdotonta. (Hietanen ym. 2006, 92-93.)

Tämäkin kehityssuunta sisältää logistiikkaa, teknologiaa sekä kuljetusta, mutta jätteiden synnyn ehkäisyyn liittyy kaikista suurimmat ja merkittävimmät mahdollisuudet. Suunnittelu, neuvonta, kasvatus, koulutus, konsultointi, kehittäminen, kokonaisuuksien hallinta sekä tutkiminen ovat uusia palvelukonsepteja, jotka luovat paljon uusia toimialoja, yrityksiä ja työpaikkoja, jotka etenevät nopeasti kansainvälisille markkinoille. Palvelut ja teknologiat, jotka ovat energia- ja materiaalitehokkaita, omaavat isommat markkinat kuin jätekuljetus ja jätteen käsittely sekä sen loppusijoitus. Jätehuollonalalle nousee merkittäviksi toimijoiksi teollisuus, kauppa, julkishallinto, yliopistot ja korkeakoulut, kuluttajajärjestöt sekä brändin omistajat. Näiden toimijoiden muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan teollisen ekologian klusteriksi. (Hietanen ym. 2006, 93.)

Vuoteen 2050 mennessä jätehuolto- sekä ympäristöala ovat vahvasti kasvaneet ja kehittyneet, jonka seurauksena puolet maailman koko maailmantaloudesta toimii energia- ja materiaalitehokkaana käänteistaloutena. Materiaalin- ja kokonaisenergian täydellinen kulutus on alkanut vähentyä maailmanlaajuisesti. Suomen merkitys tässä murrosprosessissa on merkittävä suunnannäytäjän ja edelläkävijän roolissa. (Hietanen ym. 2006, 95.)

5 JÄTEHUOLLOSSA HYÖDYNNETTÄVÄT TEKNOLOGIAT

Tässä luvussa keskitytään logistiikassa ja erityisesti jätehuollossa hyödynnettävien teknologian muotoihin. Erilaiset teknologiat ovat tärkeässä osassa nykyaikana yritysten toiminnassa. Näiden avulla yritysten toimintaa sekä informaation kulkua voidaan tehostaa ja nopeuttaa. Monien teknologioiden etuna on, että niitä voidaan soveltaa moniin eri käyttötarkoituksiin, eikä pelkästään yhteen alaan tai toimintaan.

5.1 IoT - Internet of Things

Internet of Thingsiä eli esineiden internetin tekniikkaa hyödyntäen pystytään eri laitteita kytkemään internetverkkoon. Kytketyistä laitteista pystytään keräämään informaatiota. Laitetta voidaan myös ohjata internetin kautta. Automaatiotekniikassa ollaan hyödynnetty jo vuosikymmeniä samankaltaista ratkaisua, joten esineiden internetiä ei voida pitää kovinkaan uutena asiana. Alun perin käytössä oli e-liiketoiminnan muotona termi M2M eli machine-to-machine. (Logistiikan maailma s.a.)

Esineiden internetiä voidaan soveltaa useilla eri alueilla. Teollisuudessa voidaan eri prosesseja valvoa sekä ohjata. Terveystieteissä erilaisilla älyrannekkeilla ja sensorilaitteilla pystytään valvomaan elämäntapojen hallintaa. Kotona joillakin ihmisillä saattaa olla älyjääkaappi, jonka sisällön ihminen voi tarkistaa, vaikka ei olisikaan kotona. Myös kiinteistöjen energiankulutusta voidaan hallita ja valvoa. Logistiikan alalla Esineiden Internet on jo laajasti hyödynnettynä ja tulevaisuudessa kyseisen tekniikan hyödyntäminen on entistäkin enemmän käytössä ja esillä. Liikennejärjestelmien valvontaan käytetään erilaisia havainnointi- sekä ohjauslaitteistoja, joista kerätystä tiedosta voidaan

luoda ihmisille eri verkko- ja mobiililaitapalveluita. Esimerkiksi julkista liikennettä käyttävä henkilö voi saada tiedon, milloin kyseinen kulkuväline saapuu haluttuun paikkaan. Kuorman ja kuormatilan olosuhteita voidaan tarkkailla ajantasaisesti, jolloin tiedetään, jos vaikka lämpötila laskee liian matalaksi tai nousee liian suureksi. Tällöin voidaan välittömästi vaikuttaa lämpötilan muutokseen varmistuen, ettei kuorma mene pilalle matkan aikana. Myös eri ajoneuvojen ja työkoneiden käyttöä sekä huoltotarvetta pystytään valvomaan. Valvomisen kohteina voivat olla esimerkiksi taloudelliseen ja turvalliseen ajotapaan liittyvä seuranta, tai ajoneuvon tai työkoneen omat vikailmoitukset. (Logistiikan maailma s.a.)

Mittaavat sensorit, jotka liittyvät olennaisesti tähän opinnäytetyöhön, käyttävät Internet of Things -tekniikkaa. Juuri jätealalla kyseisiä laitteita on otettu käyttöön erilaisten keräysastioiden sisälle, jotta astian täyttymispistettä voidaan valvoa tarkasti. Tämän avulla voidaan ennustaa, milloin kyseinen astia tulisi tyhjentää, jotta ylitäyttymistä ei syntyisi, eikä vastaavasti tyhjennettä alitäyttynyttä astiaa. (Logistiikan maailma s.a.)

5.2 Sensorit

Sensorit ja niistä muodostuvat sensoriverkot toimivat erilaisten toimintojen ja tilojen valvojina. Ne voivat valvoa minkä tahansa kohteen tilaa ja ne keräävät tarvittavaa tietoa kohteestaan IoT-verkkoon. Esimerkiksi sensoreilla voidaan valvoa suoritteita, lämpötilaa, kosteutta, ilman laatua, tärinää tai rakenteiden kuormitusta. Sensorit ovat vähän virtaa kuluttavia sekä toimivat langattomasti sensoriverkossa. Sensoreiden seuranta tapahtuu internetin kautta, ja niiden keräämät tulokset ja tieto luovat suuria tietomääriä eli big dataa. (Pöyskö, T 2016, 14.)

Tällä hetkellä jätehuollon markkinoilla on yritys, joka tarjoaa sensoritekniikkaa jätehuollon yrityksille. Enevo Oy on suomalainen uusi jätealan yritys, joka on perustettu vuonna 2010. Opinnäytetyötä tehtäessä yritykseen yritettiin olla yhteydessä lisämateriaalin saamiseksi, mutta valitettavasti yhteydenotot eivät tuottaneet tulosta. Alussa yrityksen toiminta perustui pelkästään sensoreiden myymiselle, mutta yrityksen liian hidas kasvu pakotti yrityksen muuttumaan

koko jätehuoltoa päivittäin hallinnoivaksi yritykseksi. Enevo on onnistunut levittäytymään Suomen lisäksi muihinkin maihin Eurooppaan ja Amerikkaan. (Talouselämä 2017.)

Yritys myy asiakkailleen sensoripalvelua, joka mittaa jätekeräysastian täyttymistä. Palvelu optimoi valmiiksi kuljetusreitit jäteautoille sekä tyhjennysaika-
taulut hyödyntämällä sensoridataa sekä koneoppimalla historiatiedoista. Jäteastian kanteen kiinnitettävä nyrkin kokoinen laite toimii kaikuluotaimen lailla. Mitatut tulokset ja tiedot laite välittää Enevon pilvipalveluun 3G-verkon avulla. Jätettä keräävä kuljettaja voi seurata päivittäin päivittyvää ajoreittiänsä Android-tabletilta, joka on valmistettu vaativiin olosuhteisiin. Myös työnjohtajat voivat seurata ohjelmasta tulevia kustannuksia sekä jätteen keräysennustetta. (Kauppalehti. 2015.) Sensorit saavat virtansa pattereista, jotka toimivat vaativissa sääolosuhteissa. Niille myös luvataan usean vuoden käyttöikä. Verkko-yhteys 3G-verkkoon muodostuu sim-korttien avulla kuten puhelimissakin. (liite 3.)

Kauppalehden julkaisemassa artikkelissa: Enevo on ”roskisten uber”. Enevon toimitusjohtaja Fredrik Kekäläinen toteaa, että markkinoilla on muutama kilpailija, mutta heidän toimintansa perustuu pelkästään täyttöasteantureiden valmistamiseen. Näin ollen voidaan todeta, että Enevo on sensortechnologian pioneeri jätehuollonalalla. (Kauppalehti 2015.)

5.3 Big Data

Big Data on käsite, jolla tarkoitetaan todella suuria informaatio määriä. Tietomäärät voivat olla edelleen kasvavia, koska uutta tietoa kerätään ja mitataan koko ajan lisää erilaisilla laitteilla ja antureilla. Tällä kerätyllä tiedolla voidaan luoda uutta tietoa matemaattisesti, tilastollisesti tai tietoteknisillä tavoilla. Tätä kerättyä tietoa hyödyntäen yritykset nykyään pystyvät seuraamaan ja valvomaan esimerkiksi omaa toimintaansa tai prosessejaan, jotta tiedetään, voidaan toimintaa tehostaa tai puuttua virheisiin. Ennakoivalla analytiikalla voidaan kertyneen tiedon perusteella luoda ennusteita. (Pöyskö, T 2016, 14.)

Big datan eli suurien tietomäärien lähteitä voivat olla aika-, paikka- ja kustannustiedot, sensorit ja RFID-tunnistimet sekä telemetria. Myös internetsivujen lokitiedot ja asiakaspalautteet ovat lähteitä Big datalle. (Pöyskö, T 2016, 14.)

Englannissa maan suurin ”Suur-Manchesterin jätteenhävitysviranomaisen” hyödyntää Big dataa omien palveluiden kehittämiseksi. Se jakaa keräämänsä tiedon yhteistyökumppanilleen Manchesterin yliopistolle, jonka kanssa luovat yhdessä uusia ympäristöystävällisiä ratkaisuja Manchesterissa syntyvälle jätteelle, jota syntyy vuosittain noin 1,1 miljoonaa tonnia. (Dataflog s.a.)

5.4 Reittioptimointi

Reittioptimoinnilla voidaan nykypäivänä ratkaista monia logistisia ongelmia. Optimointi on silloin tarpeellinen, kun ajoneuvon päivittäisellä reitillä on paljon tilauksiin liittyviä pysähdyksiä. Reittejä optimoivaan ohjelmaan syötetään tarvittavat tiedot, kuten esimerkiksi tilaustiedot, nouto- ja toimitusosoitteet, ajoneuvotiedot, tilausten aikaikkunat, kuljettajien taukoajat sekä lastaus- ja purkuajat. Ohjelma yhdistää tiedot sekä laskee sopivimman reitin oikealle ajoneuville. Ohjelma ottaa huomioon tarvittavat purkaus- ja lastausajat, tauot sekä erityisaikataulut eri tilauksille. Jos ohjelmaan on määritetty ajoneuvojen kilometri- ja aikakustannukset, silloin ohjelma pystyy ottamaan kyseiset tiedot huomioon, jotta reitistä saadaan mahdollisimman edullinen. Reittioptimoinnin hyödyt eivät rajoitu pelkästään taloudellisiin tai ajallisiin säästöihin, vaan se helpottaa ja nopeuttaa kuljetusreittien suunnittelua. Valmiiksi suunniteltuja reittejä voidaan muokata myöhemmin mahdollisten muutosten varalta. (LogiApps s.a.)

Optimoinnin kannalta tärkein tarvittava tieto on karttatiedot. Jotta ohjelmalla saadaan toimivat ja tarkat reitit luotua, tulee tieverkostojen, osoitetietojen, ajonopeuksien sekä painorajoitustietojen olla ajan tasalla. LogiApps on yleinen logistiikassa hyödynnetty kuljetusreittien optimointiohjelma, joka käyttää PTV Groupin HERE-karttoja. Logistiikan kannalta merkittäviä optimoinnin sovellusalueita ovat esimerkiksi pakettien jakelu, jätehuolto, koulukuljetukset sekä ruoka- ja päivittäistuotteiden kuljetukset. (LogiApps s.a.)

5.5 RFID/NFC

Radio Frequency Identification eli RFID on nimike tekniikalle, joka hyödyntää radiotaajuuksia. RFID:tä käytetään tuotteiden ja muiden asioiden tunnistamiseen, havainnointiin sekä näiden yksilöintiin. Kyseinen teknologian toiminta toimii siten, että tarvittava tieto tallennetaan RFID-tunnisteeseen, joka sitten kiinnitetään haluttuun kohteeseen ja sitä voidaan lukea RFID-lukijalla langattomasti radioaaltoja käyttämällä. Lukijat välittävät tiedon eteenpäin järjestelmään, josta kerättyjä tietoja voidaan lukea. RFID-teknologia on verrattavissa viivakoodeihin, mutta näiden kahden välillä on eroja. RFID-tunnisteen tunnistaminen voidaan suorittaa ilman suoraa katsekontaktia tunnisteeseen. Lukijalla voidaan tarvittaessa muuttaa tietoja RFID-tunnistimeen, mutta viivakoodin sisältämää tietoa ei voida muuttaa. RFID-tunnisteet ovat myös paljon kestävämpiä ja soveltuvat paremmin likaisiin olosuhteisiin kuin viivakoodit. RFID-teknologiaa hyödynnetään logistiikassa tavaravirtojen valvomisessa sekä tuotannon tehostamisessa ja laadunvalvonnassa. (Mitä on RFID? s.a.)

Near Field Communication eli NFC perustuu RFID-teknologiaan. Nykyään suurin osa matkapuhelimista ja muut mobiililaitteet ovat varustettuina NFC-tekniikalla. NFC-teknologiasta hyviä esimerkkejä ovat kulkukortit ja matkakortit. NFC-tunnisteet ovat yleensä tarroja, mutta niitä voidaan myös asentaa erilaisiin esineisiin sisäpuolelle. NFC toimii siten, että NFC-tekniikalla varustettu laite tai esine esimerkiksi matkapuhelin vie NFC-tunnistimen lähelle. Tällöin matkapuhelin reagoi tunnistimeen ja suorittaa tunnistimeen asennetun toiminnon, esimerkiksi avaa selaimen avulla tiedot, mitä tunniste sisältää. (NFC s.a.)

RFID-teknologiaa hyödynnetään jätekeräysastioissa asentamalla astiaan pieni tunniste, jota voidaan lukea käsitietokoneella. Erityisesti paperijätteen, niin keräyspaperin kuin tietoturvapaperin keräyksessä, teknologia on yleinen. Näin saadaan kerättyä tietoa, mitä materiaalia on kerätty, kuinka paljon sekä milloin jäte on kerätty. (Paperinkeräys s.a.)

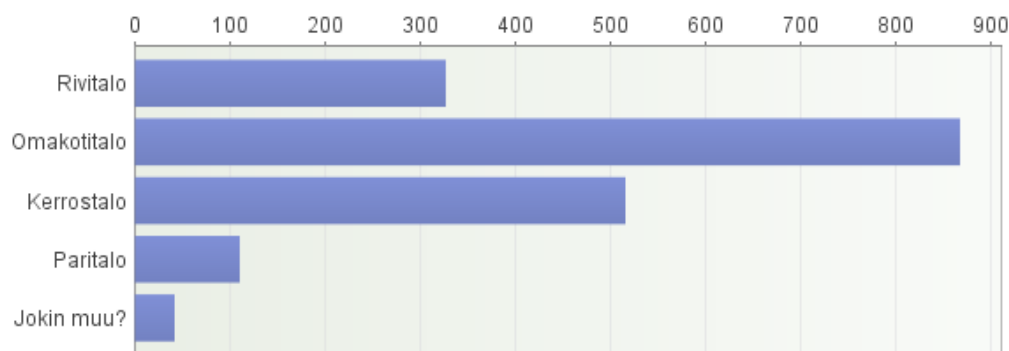
6 JÄTEHUOLLON TYYTYVÄISYYSKYSELY

Webropol-kyselytyökalun avulla loin yhdeksän kysymyksen kyselyn, jonka tarkoituksena oli saada selville jätehuollonkäyttäjien kokemuksia ja huomioita sekä heidän jätehuoltopisteeseen liittyviä tietoja opinnäytetyötäni varten. Kysely julkaistiin sosiaalisessa mediassa 31.10.2017, jotta se saataisiin nopeasti leviämään jokaiselle jätehuollonkäyttäjälle. Kyselyyn vastasi 1862 henkilöä.

6.1 Kysely ja tulokset

1. Talotyyppi, jossa asut?

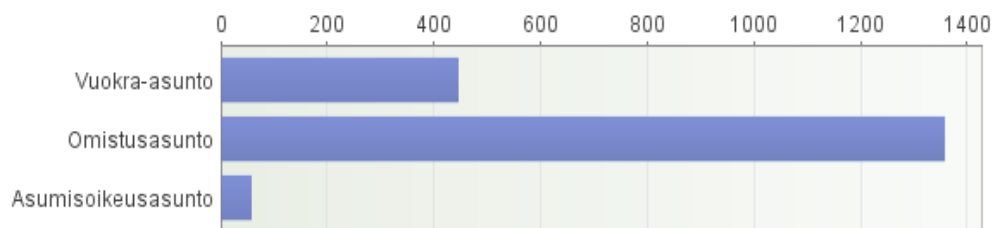
Vastaajien määrä: 1862



Kuva 2. Talotyyppien jakauma.

2. Asunnon omistusmuoto?

Vastaajien määrä: 1862

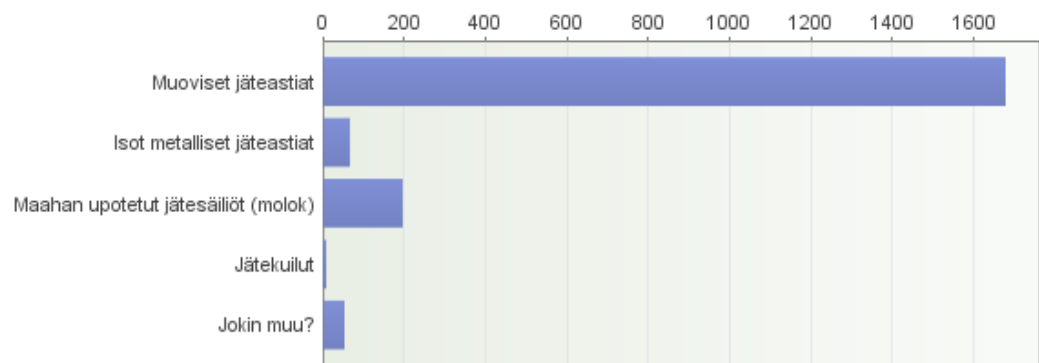


Kuva 3. Asuntojen omistusmuotojen jakauma.

Ensimmäisten kahden kysymyksen tarkoitus oli saada tietoa siitä, millaisissa asunnoissa käyttäjät asuvat sekä mikä on asunnon omistusmuoto. Taulukoista voidaan hyvin todeta, millaisissa asunnoissa vastaajat vastausten perusteella asuvat sekä mikä on asunnon omistusmuoto. Muita vastaajien asuinpaikkoja olivat mökki, erillistalo, luhtitalo sekä tehdashallien erilliset osat.

3. Mihin teillä kerätään jätteet?

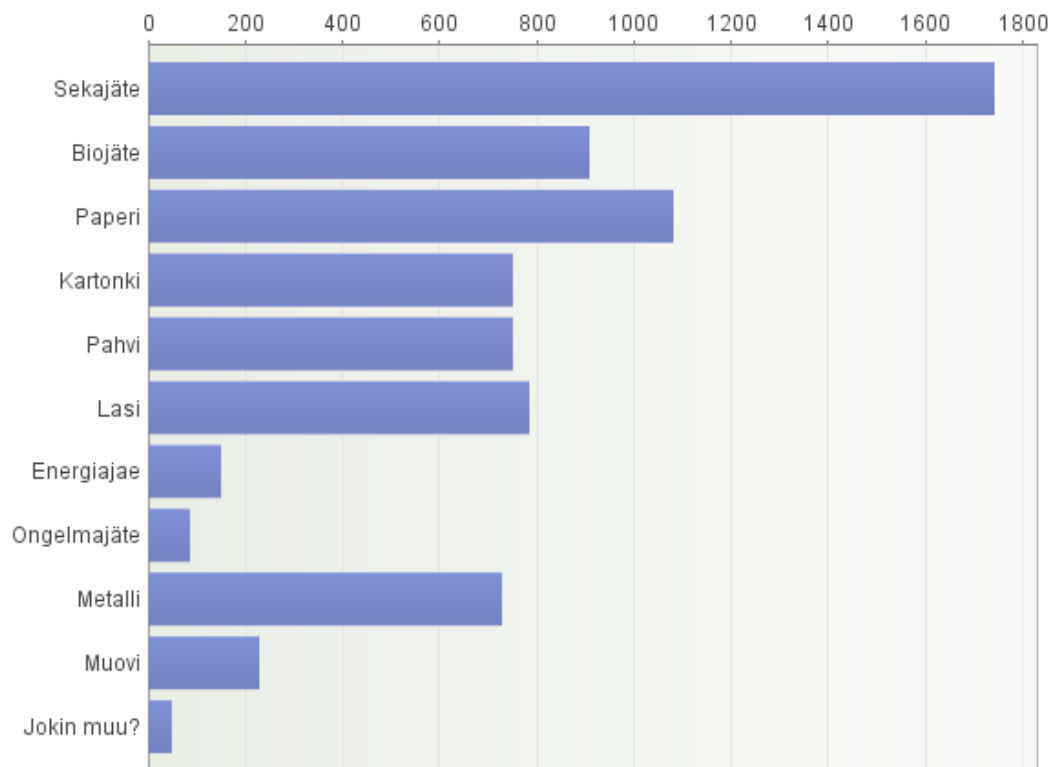
Vastaajien määrä: 1862



Kuva 4. Jätekeräysastioiden jakauma.

4. Mitä jätteitä keräyspiisteestänne kerätään?

Vastaajien määrä: 1862



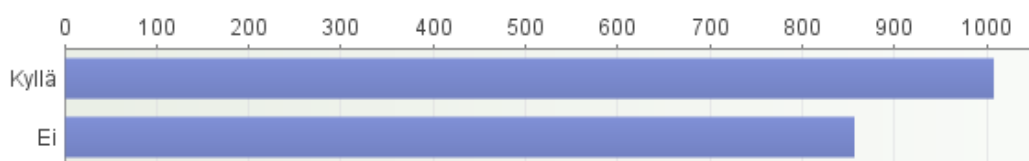
Kuva 5. Kerättävät jätteet.

Kolmas ja neljäs kysymys liittyi jätekeräyspisteen rakenteeseen: mitä jätteitä kerätään sekä mihin niitä kerätään? Eniten vastaajien jätteistä kerätään perinteisiin muovisiin keräysastioihin. Vastaajilta kerätään jätteitä myös rullakoihin. Myös omaa kompostia sekä ostoskeskuksien yhteisiä jätekeräyspisteitä hyödynnetään jätteiden hävittämiseksi.

Sekajätettä kerätään melkein jokaisen vastaajan keräyspisteestä. Muita yleisimpiä kerättäviä jätteitä ovat biojäte, paperi, kartonki, pahvi, lasi sekä metalli. Energiajätettä, ongelmajätettä sekä muovia kerätään harvemmissa keräyspisteissä. Muita jätteitä ovat tuhka, tekstiilit, patterit, lamput, akut, kuivajäte ja elektroniikka jäte.

5. Oletteko havainneet keräyspisteessä ns. ylitäyttymistä keräysastioissa?

Vastaajien määrä: 1862

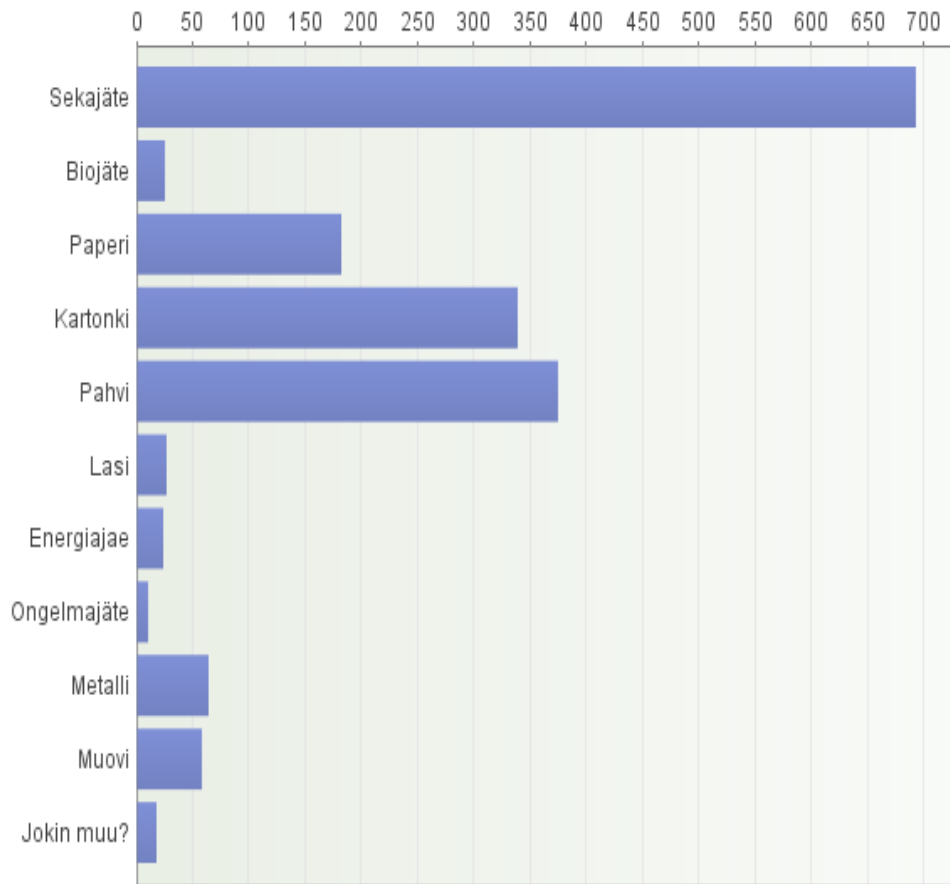


Kuva 6. Ylitäytyminen.

Viidennessä kysymyksessä kysyttiin keräysastioiden ylitäyttymisen havainnoista. Hieman yli tuhat vastaajaa on havainnut omassa keräyspisteessään jossakin jäteastiassa ylitäyttymistä. Tämän seurauksena jäte ei mahdu keräysastiaan, vaan jää astian ulkopuolelle esimerkiksi lattialle. Noin 850 vastaajaa ei ole huomannut ylitäyttymistä jätekeräysastioissa.

6. Missä jätteenkäsittelylaitoksissa on havaittu ylitäyttymistä?

Vastaajien määrä: 1031



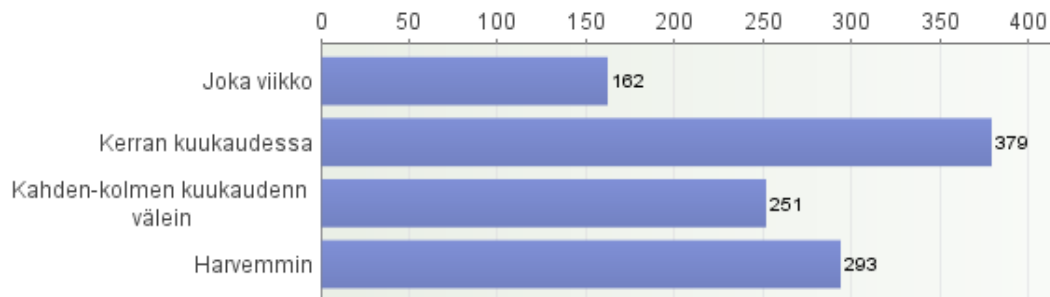
Kuva 7. Jätelajit, joille osoitettu jätekeräyssäiliö on ylitäyttynyt.

Kuudennessa kysymyksessä haluttiin selvittää, mitkä jätelajit ovat sellaisia, minkä kohdalla on havaittu ylitäyttymistä. Kysymys koski vain vastaajia, jotka olivat huomanneet ylitäyttymistä. Eniten ylitäyttymistä on ollut sekajätteenkäsittelylaitoksissa. Paperi-, kartonki- sekä pahvikeräyslaitoksissa on havaittu ylitäyttymistä monissa pisteissä. Muita merkittäviä ylitäyttymisen kohteita olivat vaatekeräyssäiliöt.

7. Jos keräysastiat ovat ylitäyttyneitä, tapahtuuko sitä useinkin?

Jos vastasit 5. kysymykseen "Ei", voit ohittaa tämän kysymyksen

Vastaajien määrä: 1085



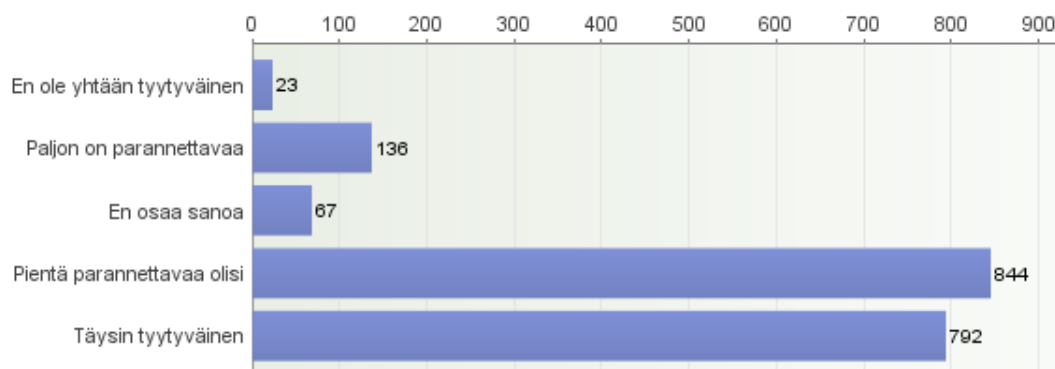
Kuva 8. Ylitäyttyamisen tapahtumaväli.

Ylitäyttymisestä haluttiin myös selvittää, kuinka usein sitä tapahtuu? Tämä kysymys oli tarkoitettu myös pelkästään vastaajille, jotka ovat huomanneet ylitäyttymistä keräyspisteessään. 541 vastaajaa kokevat, että keräysastioiden ylitäyttymistä tapahtuu joka viikko tai kerran kuukaudessa. Loput 544 vastaajaa taas ovat havainneet ylitäyttyamisen tapahtuvan kahden-kolmen kuukauden välein tai harvemmin.

8. Oletteko tyytyväinen jätehuoltoon?

Tyhjennetäänkö jäteastiat tarvittavan usein? onko jätehuone siisti? onko jäteastiat ehjät? ym...

Vastaajien määrä: 1862



Kuva 9. Vastaajien tyytyväisyys jätehuoltoon.

Viimeiset kaksi kysymystä koskivat vastaajien yleistä tyytyväisyystasoa jätehuoltoon ja sen toimivuuteen. Suurin osa vastaajista kokee, että ovat täysin tyytyväisiä tai pientä parannettavaa olisi jätehuollossa. Kuitenkin 226 vastaajaa ei ole lainkaan tyytyväisiä, kokevat jätehuollossa olevan paljon parannettavaa tai eivät osaa sanoa mielipidettä.

Viimeisessä kysymyksessä sai vastata avoimesti kysymykseen ”Kerro lyhyesti, mikä on hyvää ja/tai huonoa jätehuollossanne?” Hyviä ja huonoja kokemuksia sekä hyviä kehitysideoita tuli monipuolisesti. Niistä on tähän kerätty yleisimmät sekä tämän työn kannalta merkittävimmät vastaukset:

- Huonot lajitteluohjeet. Jätteitä heitetään väärin keräysastioihin.
- Kattavat eri materiaalien lajittelu mahdollisuudet.
- Pahvikeräysastiat täyttyvät liian nopeasti, koska pahvilaatikoita ei litistytä ohjeiden mukaisesti.
- Ylimääräisten tilauksien tilaaminen voisi olla helpompaa esimerkiksi internetin välityksellä.
- Keräysastioiden tyhjennysväli on hyvä.
- Keräysastioiden pesu sekä jätekatoksen siistiminen tapahtuvat riittävän usein.
- Keräysastioiden pesu saisi tapahtua useammin.
- Pyhäpäivät venyttävät tyhjennysvälin liian pitkäksi.
- Energiajätteen sekä muovin keräystä enemmän.
- Alitajuttomuusongelma. Maksetaan puolityhjien astioiden tyhjennyksestä.

6.2 Yhteenveto

Kyselyyn vastasi 1862, joten tuloksia voidaan pitää luotettavina sekä suuntaa antavina. Palautteesta päätellen kysely levisi ympäri Suomea, mutta kuitenkin pääosin Etelä-Suomeen. Vastauksia saatiin siis niin maaseudulta kuin kaupunkialueilta. Kyselyllä saatiin hyviä vastauksia ja palautetta jätehuollonkäyttäjiltä. Myös mahdolliselle opinnäytetyön jälkeiselle jatkotutkimukselle saatiin hyviä ideoita sekä näkökulmia. Palautteesta kävi ilmi, että jätehuollolla ja sen toimivuudella on suuri merkitys ihmisten asumisen sekä talouden kannalta.

Opinnäytetyön kannalta erityisesti huomiota herättävät kysymykset ja niiden tulokset olivat ylitäyttymisen havainnoissa sekä siinä, kuinka usein sitä tapahtuu. Yli tuhat eli yli puolet vastaajista ovat havainneet ylitäyttymistä omassa jätekeräyspisteessään ja heistä 541 vastaajaa ovat havainneet ylitäyttymistä joka viikko tai kerran kuukaudessa. Syitä ylitäyttymiseen voi olla monia. To-

dennäköisimmät syyt voivat johtua liian pitkästä tyhjennysvälistä tai satunnaisesta tapahtumasta, esimerkiksi jollain jätehuollonkäyttäjällä on poikkeuksellisesti syntynyt enemmän jätettä tai jätteen keräävä yritys on olosuhteiden pakosta myöhästynyt tyhjennyksestä. Myös huonot lajitteluohjeet voivat aiheuttaa ylitäyttymistä, sillä jos väärää jätettä on lajiteltu väärään keräysastiaan. Tästä syystä jotkin keräysastiat saattavat jäädä myös alitäytetyiksi, koska siihen astiaan kuulunut jäte on sijoitettu väärään astiaan. Tässä vaiheessa herää kysymys, kuinka vastausten määrä ylitäyttymisen havainnoimisessa olisi muuttunut, jos kysymykseen olisi sisälletty myös alitäytyminen havainnointi. Alitäytyminen ei myöskään ole hyvä asia jätehuollonkäyttäjän kannalta, koska silloin käyttäjä maksaa puolityhjiä keräysastioiden tyhjennyksestä.

Reaaliajassa mittaavien sensoreiden avulla pystyttäisiin moniin edellä mainittuihin ongelmiin puuttua. Yli- ja alitäyttymistä ei tapahtuisi, jäteastioiden tyhjennysväli olisi sopiva sekä ylimääräisten tilausten tekeminen jäisi kokonaan pois, koska sensori ilmoittaisi heti tarvittaessa kerääjälle jäteastian täyttymisestä. Myös jätekeräyspisteet pysyvät siistimpinä, koska jätteet eivät pääse leviämään ympäristöön. Näin myös pystyttäisiin vaikuttamaan merkittävästi jätehuollonkäyttäjien tyytyväisyyteen sekä jätehuollosta aiheutuviin kuluihin.

7 KÄYTTÄJÄKOKEMUKSIA SENSORITEKNOLOGIASTA

Jätehuollon tyytyväisyyskyselyä tehdessä usealta vastaajalta tuli tietoa, että kyseistä sensoriteknologiaa hyödynnetään jätehuollossa. Jätehuoltoon sensoripalveluita tarjoavaan yritykseen oltiin moniin eri tahoihin yhteydessä, jotta opinnäytetyöhön saataisiin lisää tietoa jo toimivasta sensoriteknologiasta, mutta yhteydenottoihin ei valitettavasti saatu vastausta. Näin ollen selvitettiin yrityksiä, joilla on ollut käytössä sensoriteknologiaa, jotta heiltä voitaisiin tiedustella käyttäjäkokemuksia kyseisestä palvelusta. Kolmeen yritykseen saatiin yhteyttä, mutta kahdelta saimme vastaukset kyselyyn. Kysely sisälsi 12 kysymystä, joiden avulla pyritään selvittämään käyttäjien mielipiteet palvelusta sekä kehityskohteita. Koska palvelua tarjoavaan yritykseen ei saatu yhteyttä, käyttäjien kyselyyn sisällettiin kaksi kysymystä, jotka koskivat sensoreiden teknisistä puolta. Tämän luvun tiedot perustuvat Rosk´n rollin (liite 2.) ja yrityksen X (liite 3.) sähköpostihaastatteluihin.

7.1 Palvelun tarjoamat ominaisuudet käyttäjälle

Sensoreiden avulla pystytään jättämään turhat tyhjennyskäynnit pois. Sensori ilmoittaa, kun astia on lähes täynnä. Ilmoitus tulee kuitenkin sen verran ajoissa, että kyseiseen jätekeräysastiaan voidaan vielä kerätä jätettä ennen tyhjennyksen suorittamista. Näin ollen jätteen kerääjän ei tarvitse siivota ylitäyttymisestä aiheutunutta sotkua sekä keräysastian tilavuus saadaan hyödynnettyä kokonaan. Palvelulla on myös mahdollista hyödyntää automaattista ajojen reititystä. Lisäksi sensorit mittaavat keräysastian lämpötilaa. Näin pystytään reagoimaan äkillisiin lämpötilan nousuihin, mikä voi johtua esimerkiksi tulipalosta. Vastanneet yritykset ovat yhdistäneet palvelun sekajätteen, kartongin sekä keräyspaperin jäteastioihin. Kaikissa näissä jätelajeissa sensorit ovat toimineet hyvin.

7.2 Sensoripalvelun yleisiä ongelmatilanteita

Vastaajilta saatujen vastausten perusteella, sensoreilla on tiettyjä ongelmia erilaisissa tilanteissa toimivuuden suhteen. Kapeat jätekeräysastiat aiheuttavat heijastumaa, jonka takia sensori lähettää väärää tietoa täyttymisasteesta. Väärää tietoa saattaa lähteä myös silloin, kun sensori ylikuumenee. Tällöin ilmoitus tulee lämpötilannoususta, mikä taas aiheuttaa turhan palohälytyksen.

Tiedonsiirrossa on myös havaittu ongelmia. Välillä sensori saattaa sammua selittämättömästi syystä, jolloin tietoa ei tule keräysastian täyttymisestä. Näin keräysastia jää tyhjentämättä, ellei joku ilmoita asiasta erikseen jätteen kerääjälle. Suomessa muuttuvien sääolosuhteiden vuoksi sensoreiden piirikortteihin saattaa päästä kosteutta sisään, jolloin sensorin toiminta sammuu. Tiedonsiirtoon liittyviä ongelmia on havaittu myös silloin, kun järjestelmään tehdään muutoksia tai ohjelmistopäivityksiä. Edellä mainitut ongelmat ovat kuitenkin harvinaisia, eikä jatkuvasti toistuvia.

Kyselyyn sisällettiin kaksi kysymystä, joiden avulla haluttiin selvittää muita mahdollisia ongelmatilanteiden aiheuttajia. Ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin, että pystyykö sensori mittaamaan tyhjän taittelemattoman pahvilaatikon läpi. Molemmilta vastaajilta saatiin vastaukseksi, että ei mittaa, vaan sensori

saa vastakaiun lähimmästä pinnasta. Toisin sanoen, jos tyhjän pahvilaatikon kansi on sensoria vasten, tämä ilmoittaa astian olevan täynnä. Toinen kysymys käsitteli sensorin toimintaa häiritsevistä materiaaleista. Esimerkkinä annettiin folio, joka voisi sekoittaa sensorin mittaustuloksen. Kumpikaan vastaajista ei ollut havainnut minkään materiaalin aiheuttavan vääriä mittaustuloksia, mutta toinen vastaaja kuitenkin toteaa tämän mahdolliseksi juuri folion osalta.

7.3 Käyttäjien mielipiteet sensorilaitteistosta

Molemmat vastaajat ovat ilmaisseet olevansa tyytyväisiä sensorilaitteistoon sekä sen toiminnan taustalla olevaan ideaan. Kumpikin kyselyyn vastaajista toteaa, että asiakastyytyväisyys ainakin lisääntyy, koska jätekatokset pysyvät siistimpinä ja jätteille on tilaa keräysastioissa ylitäyttymisen vähenemisen myötä. Siistit jätekatokset vähentävät ympäristölle aiheutuvaa rasiitusta. Myös puolityhjien keräysastioiden tyhjentämiset vähenevät, mikä taas tarkoittaa pienempiä jätehuoltoon liittyviä kuluja.

Toinen kyselyyn vastaajasta osasi todeta, että paikat, joissa heillä on sensorit olleet käytössä, on tyhjennyskustannukset tippuneet 25 % aikaisempiin kuluihin verrattuna. Tämä johtuu siitä, että sensoreiden avulla voidaan joko tihentää tai harventaa tyhjennysväliä. Myös toisen yrityksen edustaja toteaa tyhjennyskulujen vähenemisen mahdolliseksi, kun oikea tyhjennysväli on kehitetty. Kuitenkin huomioon on otettava, että monesti kaikista tehokkain keino on kerätä yksi alue kerralla. Näin ei kerry ylimääräisiä ajokilometrejä.

Jätehuollon organisoimiseen liittyviä ongelmia laitteisto on myös ratkaissut. Järjestelmä toimii hyvin itsenäisesti: se suorittaa mittaukset, optimoi tyhjennykset sekä suorittaa tilauksen tekemisen suoraan ajojärjestelmään. Ainoat tehtävät, joita järjestelmä ei itse pysty suorittamaan, ovat muutoksien tekeminen sekä virhearviointeihin puuttuminen.

8 LOPPUPÄÄTELMÄT JA TUTKIMUSKYSYMYKSIIN VASTAAMINEN

Kattavan teoria osuuden, jätehuollon käyttäjien tyytyväisyyskyselyn sekä jätehuollon yritysten käyttäjäkokemuskyselyn avulla voidaan kerätty tieto yhdis-

tää ja saada vastauksia tutkimuskysymyksiin. Teoria osassa sekä empiirissä tutkimuksessa saatiin kerättyä riittävää sekä luotettavaa tietoa loppupäätelmien sekä loppupohdintojen muodostamiseksi.

8.1 Tutkimuskysymyksien käsittely

Opinnäytetyön päätarkoituksena oli selvittää, onko mahdollista ja kannattavaa luoda sensorilaitteisto, jolla voidaan seurata jätekeräysastioiden täyttymisastetta. Sensoreiden teknologiasta haluttiin selvittää erityisesti laitteiston virtalähde sekä verkkoyhteyden saanti sensoriin. Myös muita laitteiston tuomia etuja, kuten asiakastyytyväisyys sekä logistiset ja ympäristön kuormittumiseen liittyviä säästöjä tarkasteltiin.

Jätehuollon käyttäjien tyytyväisyyskyselyn vastauksia kerätessä kävi ilmi, että Suomessa on yritys, joka on kehittänyt sensoreilla toimivan laitteiston, joka mittaa jätekeräysastioiden täyttymisastetta. Kyseiseen yritykseen, Enevoon, oltiin yhteydessä lisätietojen saamiseksi, mutta valitettavasti lisätietoja ei saatu kerättyä. Onneksi kuitenkin eri verkkolähteistä saatiin tarvittavaa tietoa verkkoyhteyden ja virtalähteen saamiseksi. Myös yritykset, jotka vastasivat käyttäjäkokemuskyselyyn, osasivat vahvistaa nämä tiedot oikeiksi. Virtalähteenä hyödynnetään pattereita/akkua, jonka käyttöikä on arvioitu 2-10 vuotta. Virtalähteen käyttöikä sekä virransäästöominaisuudet täytyy olla tarpeeksi pitkä ja hyvä, sillä muuten jätealalla laitteiston hyödyntäminen olisi mahdotonta, koska sensorit ovat päivittäisessä käytössä. Jatkuva virranloppuminen laitteistosta tekisi laitteen hyödyttömäksi. Myös vaihtuvien sääolosuhteiden vuoksi virransäästö laitteessa on tärkeää huomioida. SIM-korttien avulla ollaan mahdollistettu verkkoyhteyden saaminen sensoreihin. Näin saadaan kerätyt tiedot lähetettyä eteenpäin ajoreittien luomiseksi.

Käyttäjäkokeemuskyselyn perusteella asiakastyytyväisyys on lisääntynyt, taloudellisia säästöjä on saatu sekä ympäristön kuormitusta ollaan vähennetty. Asiakastyytyväisyyden kasvu on todettu sillä, että jätekatokset ovat huomattavasti siistimpiä, koska sensoreiden avulla tyhjennysväli ollaan saatu oikeaksi, eikä ylitäyttymistä ole havaittu. Ylitäyttymisen vähenemisen myötä roskia ei ole päässyt sotkemaan luontoa, mikä taas vähentää ympäristön kuormittumista. Asiakastyytyväisyyttä on myös lisännyt jätehuollosta johtuvien kulujen

vähentäminen, sillä laitteiston myötä jätekeräysastiat tyhjenetään vasta silloin, kun astia on melkein täynnä. Ei siis makseta tyhjien tai puolityhjien jätekeräysastioiden tyhjentämisestä. Koska turhia tyhjennyskäyntejä ollaan onnistuttu vähentämään, tarkoittaa tämä sitä, että jätettä keräävät yrityksetkin ovat voineet saada säästöjä. Kuitenkin on mahdollista, että keräisyriitykselle on voinut myös tulla lisää polttoainekuluja lisääntyneiden ajokilometrien myötä. Tällaisessa tapauksessa on hyvä miettiä, että onko keräisyriityksen taloudellisempaa ajaa täyttyneet astiat pelkästään, vai ajaa tietty alue kerrallaan, vaikka siellä olisikin puolityhjiä keräysastioita. Kyseinen huomio nousi esille yrityksen X käyttäjäkokemuskyselyn vastauksissa, jossa vastaaja totesi tiettyissä tapauksissa parhaimmaksi vaihtoehdoksi ajaa yksi alue aina kerralla tehokkuuden vuoksi.

Jätehuollon tyytyväisyyskyselyn vastauksista kävi ilmi, että keräysastioiden ylitäyttymistä on havaittu yli tuhannen vastaajan jätekeräyspisteessä. Tätä tapahtuu todella monissa paikoissa joka viikko tai ainakin kerran kuukaudessa. Sensorilaitteiston hyödyntäminen näissä paikoissa olisi kohdallaan, jotta saataisiin määritettyä kohteille oikeat tyhjennysvälit. Kuten tyytyväisyyskyselyn tuloksia käsitellessä tuli todettua, niin alitäyttymisestä olisi myös ollut hyvä saada tietoa, kuinka paljon sitä tapahtuu.

Enevon toiminta on ollut käynnissä vuodesta 2010 lähtien ja muita vastaavia yrityksiä ei ole tällä hetkellä. Kuitenkin sensortechnologia jätehuollossa on levinnyt muihinkin maihin Suomen lisäksi, joten kilpailevia yrityksiä varmasti tulee vielä tulevana vuosina. Tämä tuo markkinoille hyvää kilpailua sekä varmasti kiihdyttää sensoreiden kehitystä, jotta laitteiston tarjoamasta palvelusta saadaan vieläkin parempi. Käyttäjäkokemuskyselyn sekä jätehuollon tyytyväisyyskyselyn perusteella laitteisto ja sen toiminta-ajatus koettiin hyväksi, joten sensortechnologian hyödyntämistä jätealalla kannattaa ehdottomasti lähteä kehittämään pidemmälle.

8.2 Sensoriteknologiaa toimeksiantajan toiminnassa?

Sensortechnologian hyödyntäminen Helsingin paperinkeräyspalvelu Oy:n toiminnassa ei ole kannattavaa tällä hetkellä yrityksen asiakasmäärän perusteella. Toiminta on yrityksessä tehokkainta, kun eri materiaalit kerätään alueittain. Yrityksessä on hyvin organisoitu ja laskettu tyhjennysvälit asiakkaiden,

kuljettajien sekä muiden yrityksen toimihenkilöiden yhteistyöllä. Tämä on pienen yrityksen etuja, kun tieto kulkee nopeasti asiakkaalta yritykselle sekä yrityksen sisällä.

Sensorilaitteisto tulisi tarpeelliseksi tilanteissa, kun viikon ajoja ei eri syistä keretä ajamaan. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi kuljettajien sairastumiset, kuljetuskaluston hajoaminen tai työpäiviä vähentävät pyhäpäivät. Näissä tilanteissa kuljettajat voivat saada sensoreiden avulla tiedon, mitkä kohteet ovat tyhjennyksen tarpeessa ja missä kohteissa keräysastiat ovat tyhjiä. Näin voidaan välttyä turhalta ajolta ja aikaa säästyy tyhjennystä tarvitsevien kohteiden tyhjentämiseen. Tilanteet ovat kuitenkin harvinaisia, joten sensoripalvelusta jatkuva maksaminen ei olisi taloudellisesti kannattavaa, koska palvelua ei kuitenkaan käytetä päivittäin.

8.3 Tuloksien arviointi sekä jatkotutkimuksen mahdollisuus

Kerätyn teorian sekä kyselyillä kerätyn tietojen perusteella tutkimus on onnistunut, vaikka toimeksiantajan toiminnassa sen hyödyntäminen ei ole kannattavaa. Kaikki kerätty materiaali on luotettavaa tietoa. Tutkimuskysymyksiin saatiin logistiikan näkökulmasta positiiviset vastaukset. Sensorilaitteisto on mahdollista luoda sekä hyödyntää jätehuollon alalla. Lisäksi sensorilaitteiston tuomat säästöt sekä asiakastyytyväisyys on vahvistettu jätehuollon yritysten toimesta.

Sensortechnologian hyödyntäminen jätehuollossa on vielä uusi aihealue. Jotta sensortechnologiasta saataisiin paras mahdollinen hyöty irti, tulee tuotetta ja palvelua vielä paljon tutkia sekä kehittää. Varmasti sensortechnologian jokaisella osa-alueella on vielä kehitettävää, mutta jätehuollon parhaimman toimivuuden kannalta olisi hyvä selvittää, kuinka palvelu saataisiin hyödynnettäväksi jokaisen jätehuollon yrityksen toiminnassa; niin pienten kuin suurien yritysten.

9 LÄHTEET

Dataflog. s.a. How Big Data Shapes Urban Waste Management Services in Manchester. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://dataflog.com/read/how-big-data-shapes-urban-waste-management-service/662> [viitattu 20.2.2018].

Eurooppatiedotus.fi, Ulkoasiainministeriö. 2012. Jätehuollon taso vaihtelee huomattavasti eri EU-maissa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://eurooppatiedotus.fi/2012/08/21/jatehuollon-taso-vaihtelee-huomattavasti-eri-eu-maissa/> [viitattu 12.12.2017].

Hietanen, O., Lauttamäki, V., Vehmas, J., Heikkilä, J., Lehmann-Chada, M. 2006. Jätealan megatrendit ja haasteet Euroopassa. PDF-julkaisu. Saatavissa: https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/tutu-julkaisut/Documents/Tutu_2006-5.pdf [viitattu 3.1.2018].

HSY. 2015. Lajitteluohjeet. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujakierratus/lajitteluohjeet/Sivut/default.aspx> [viitattu 13.12.2017].

Juho, A., Kantola, H., Lehenkari, M., Lämsä, T., Moilanen, S., Nuutilainen, R., Nätti, S. 2012. Ohjeita opinnäytetyön kirjoittamiselle. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.oulu.fi/sites/default/files/content/Kirjoitusohje.pdf> [viitattu 14.3.2018].

Kauppalehti. 2015. Enevo on roskisten uber. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/enevo-on-roskisten-uber/yVtmjs6w> [viitattu 20.2.2018].

Klaus, T. 2018. Palvelupäällikkö. Sähköpostikysely. 1.2.-13.2.2018. Rosk'n roll.

LogiApps. s.a. Reittien optimointi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.logiapps.fi/toiminnot/reittien-optimointi/> [viitattu 24.1.2018].

Logistiikan maailma. s.a. Esineiden Internet. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/digitalisaatio/esineiden-internet/> [viitattu 4.1.2018].

L&T. 2011. Miksi lajitella?. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.lajitteluapuri.fi/miksi> [viitattu 13.12.2017].

Paperinkeräys. s.a. Encore tietoturvapalvelu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.paperinkerays.fi/yrityksille/encore-tietoturvapalvelu/> [viitattu 20.2.2018].

Pöyskö, T., Hurskainen, E., Lapp, T., Vaarala, H. 2016. Automaatio ja digitalisaatio logistiikassa. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2016-41_automaatio_digitalisaatio_web.pdf [viitattu 4.1.2018].

RFIDLab Finland ry. s.a. Mitä on RFID?. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/mita-on-rfid/> [viitattu 5.1.2018].

RFIDLab Finland ry. s.a. NFC. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/nfc/> [viitattu 5.1.2018].

Saarinen, E. 2017. Millaista oli jätehuolto Suomessa 100 vuotta sitten? Artikkel. Saatavissa <http://www.uusiouutiset.fi/millaista-oli-jatehuolto-suomessa-100-vuotta-sitten/> [viitattu 15.12.2017].

Talouselämä. 2017. Jättitappiot pakottivat hakemaan uuden bisneksen – Enevo sai 10 miljoonaa lisää Yhdysvaltojen valloittamiseen. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.talouselama.fi/uutiset/jattitappiot-pakottivat-hakemaan-uuden-bisneksen-enevo-sai-10-miljoonaa-lisaa-yhdysvaltojen-valloittamiseen/ac50507c-a37c-3603-95a8-4780739c9c59> [viitattu 20.2.2018].

Ymparisto.fi. 2013. Jätteiden keräys ja kuljetus Suomen sisällä. WWW-dokumentti. Päivitetty 2017. Saatavilla: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Jatteiden_kerays_ja_kuljetus_Suomen_sisalla [viitattu 11.12.2017].

Ympäristöministeriö. 2017a. Jätelainsäädäntö edistää luonnonvarojen järkevää käyttöä ja ehkäisee jätteistä aiheutuvia haittoja. WWW-dokumentti. Saatavilla: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Jatelainsaadanto [viitattu 12.12.2017].

Ympäristöministeriö. 2017b. Jättemäärät vähemmäksi ja kiertotalous nousuun – uusi suunnitelma luo tavoitteet Suomen jättepolitiikalle. WWW-dokumentti. Saatavilla: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteet/Valtakunnallinen_jatesuunnitelma/Jatemaarat_vahemmaksi_ja_kiertotalous_no\(43271\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteet/Valtakunnallinen_jatesuunnitelma/Jatemaarat_vahemmaksi_ja_kiertotalous_no(43271)) [viitattu 12.12.2017].

Webropol Oy. s.a. Asiakastytyväisyyskysely. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://webropol.fi/kayttotarkoitukset/asiakastytyvaisyyskysely/#.Wh1sQHlpG00> [viitattu 28.11.2017].

10 KUVALUETTELO

Kuva 1. Viitekehys. Linikko, M. 1.11.2017.

Kuva 2. Talotyyppien jakauma. Linikko, M. 1.2.2018.

Kuva 3. Asuntojen omistusmuotojen jakauma. Linikko, M. 1.2.2018.

Kuva 4. Jätekeräysastioiden jakauma. Linikko, M. 1.2.2018.

Kuva 5. Kerättävät jätteet. Linikko, M. 1.2.2018.

Kuva 6. Ylitäytyminen. Linikko, M. 1.2.2018.

Kuva 7. Jätelajit, joille osoitettu jätekeräyssäiliö on ylitäytynyt. Linikko, M. 1.2.2018.

Kuva 8. Ylitäyttymisen tapahtumaväli. Linikko, M. 1.2.2018.

Kuva 9. Vastaajien tyytyväisyys jätehuoltoon. Linikko, M. 1.2.2018.

11 LIITTEET

Liite 1. Jätehuollon käyttäjien tyytyväisyyskysely.

1. Talotyyppi, jossa asut? *

- Rivitalo
- Omakotitalo
- Kerrostalo
- Paritalo
- Jokin muu?

2. Asunnon omistusmuoto? *

- Vuokra-asunto
- Omistusasunto
- Asumisoikeusasunto

3. Mihin teillä kerätään jätteet? *

- Muoviset jäteastiat
- Isot metalliset jäteastiat
- Maahan upotetut jätessäiliöt (molok)
- Jätekuilut
- Jokin muu?

4. Mitä jätteitä keräyspisteestänne kerätään? *

- Sekajäte
- Biojäte
- Paperi
- Kartonki
- Pahvi
- Lasi
- Energiajäte
- Ongelmajäte
- Metalli
- Muovi
- Jokin muu?

5. Oletteko havainneet keräyspisteessä ns. ylitäyttymistä keräysastioissa? *

Jätettä kertynyt niin paljon, että jätteet eivät mahdu sille osoitettuun keräysastiaan

- Kyllä
- Ei

6. Missä jätteastioissa on havaittu ylitäyttymistä?

Jos vastasit edelliseen kysymykseen "Ei", voit ohittaa tämän kysymyksen.

- Sekajäte
- Biojäte
- Paperi
- Kartonki
- Pahvi
- Lasi
- Energiajäte
- Ongelmajäte
- Metallit
- Muovi
- Jokin muu?

7. Jos keräysastiat ovat ylitäyttyneitä, tapahtuuko sitä useinkin?

Jos vastasit 5. kysymykseen "Ei", voit ohittaa tämän kysymyksen

- Joka viikko
- Kerran kuukaudessa
- Kahden–kolmen kuukauden välein
- Harvemmin

8. Oletteko tyytyväinen jätehuoltoon? *

Tyhjennetäänkö jätteastiat tarvittavan usein? onko jätetuone siisti? onko jätteastiat ehjät? ym...

- En ole yhtään tyytyväinen
- Paljon on parannettavaa
- En osaa sanoa
- Pientä parannettavaa olisi
- Täysin tyytyväinen

9. Kerro lyhyesti mikä on hyvää ja/tai huonoa jätahuollossanne? *

Kerro omat kehitysideat

Liite 2. Roskín rollin käyttäjäkokemuskysely ja vastaukset.

1. Mitä ominaisuuksia palvelu tarjoaa käyttäjälle?

Anturit mittaavat jätesäiliön täyttöastetta ja tekee hälytyksen kun astia on täyttymässä. Tällä tavoin tyhjennys voidaan suorittaa silloin kun säiliö on täyttämässä mutta ei vielä niin täynnä, että se estää käytön. Turhia tyhjennyksiä, jollin säiliö ei ole täynnä ei tehdä. Asiakkaan näkökannalta palvelu on aina käytettävissä. Yrityksen kannalta turhia kustannuksia ei tule.

2. Mihin jätelajien keräykseen olette yhdistäneet palvelun ja onko laite soveltu- nut hyvin kyseisten jätelajien keräämiseen.

Anturit ovat käytössä sekajätesäiliössä sekä kartonkisäiliöissä. Palvelu soveltuu molemmille jätelajille hyvin.

3. Mitkä ovat olleet tunnistimen yleisimmät ongelmatilanteet?

Tunnistimen ylikuumentuminen eli saamme virheellisen palohälytyksen. Tai anturi lakkaa toimimasta ja mittaustulosta ei tule ja säiliö jää tyhjentämättä. Kelin vaihtelujen vuoksi piirikortteihin pääse joskus kosteutta ja anturi mykistyy. Tiedonsiirrossa on välillä ongelmia kun tyhjennyshälytys tietoa siirretään ajonohjausjärjestelmään, tehtävät eivät siirry. Tämä tapahtuu herkästi silloin kun johonkin järjestelmistä tehdään muutoksia ja ohjelmistopäivityksiä. Kaikki näistä on aika harvinaisia tilanteita.

4. Jos astiaan on viety taittelematon pahvilaatikko, mikä on tyhjää täynnä. Pys- tyykö laite mittaamaan pahvilaatikon läpi vai heijastaako pahvilaatikko ultra- äänisignaalin takaisin, jolloin laite toteaa astian olevan täynnä?

Laite ei mittaa laatikon läpi. Jos siis laatikko on kansi auki anturia päin mittaustulos sen pohjasta tasolta ja jos taas kylki on anturia kohden, mittaa se täyttöastetta kyljestä. Laite siis mittaa aina lähimmän pinnan.

5. Onko jokin materiaali esim. folio, mikä sekoittaa ultraäänisensorin ja antaa väärää tietoa sen seurauksena?

Emme ole huomanneet ongelmia eri jätemateriaalien aiheuttamista mittausrvirheistä.

6. **Kuinka jäteastiassa oleva tunnistin saa virtaa, ja kuinka kauan laitteessa kestää virta lämpimällä ja kylmällä ilmalla?**

Anturit toimivat patterilla, jolle luvataan käyttöikä ajaksi 2-4 vuotta. Meillä olosuhteet on haastavat ja käyttöikä on lähempänä 2 vuotta. Kelivaihtelut aiheuttavat kosteutta ja kesällä aiheettomia ylikuumentamisilmoituksia.

7. **Miten verkkoyhteys saadaan tunnistimeen?**

Anturin sisällä on minitietokone joka hoitaa yhteydet.

8. Koetteko, että mittaavat tunnistimet sekä niiden hyödyntäminen jätealalla vä- hentävät taloudellisia kuluja, luonnon rasitusta sekä lisäävät asiakastytyväi- syyttä niin teidän kuin jätehuollonkäyttäjien keskuudessa.

Ehdottomasti kyllä. Antureiden myötä tyhjennyskustannukset paikoilla, joissa käytämme antureita ovat laskeneet 25 %. Voimme kohdentaa tyhjennyksiä tarpeen mukaan eli tihentää ja harventaa tyhjennyksiä käytön mukaan. Tyhjennystarve ilmoituksen myös ehkäisevät säiliöiden ylitäyttymistä ja jäte ei kerry säiliön ulkopuolelle, jolla on ympäristövaikutuksia ja asiakastytyväisyys kasvaa koska keräyspiste on siisti ja tilaa asiakkaan jätteille löytyy.

9. Onko kyseinen ohjelmisto/laitteisto ratkaissut teidän jätehuollon organisoimiseen liittyviä ongelmia?

Kyllä, järjestelmää toimii hyvin itsenäisesti; optimoi tyhjennyksiä ja tekee tilauksen suoraan ajojärjestelmään. Tehtäväksi jää tarvittavat muutokset ja reagointi virhetilanteisiin.

10. Oletteko saaneet tietoa, kuinka paljon turhia tyhjennyskäyntejä on jäänyt pois tunnistimen ansiosta? Ja toisaalta onko tullut enemmän tyhjennyskäyntejä tunnistimen ansiosta?

Järjestelmä on vähentynyt turhia käyntejä merkittävästi. Järjestelmä vähentää käyntejä talvikaudella ja lisää kesäkaudella joka korreloi suoraan säiliöden käyttöä. Paras hyöty on juuri tyhjennysten oikea-aikaisuus.

11. Oletteko olleet tyytyväisiä laitteistoon?

Olemme tyytyväisiä.

12. Onko jotain kehitysideoita laitteistolle?

Alunperin järjestelmää markkinoitiin meille siten, että algoritmi on oppiva ja huomio myös edellisen vuoden saman ajankohdan. Tätä ei kuitenkaan vielä tapahdu. Odottelemme sitä, että järjestelmä itse huomaa että joulu on tulossa ja sillä on toisenlainen tarve kuin talvikuukaususina yleensä.

13. Jotain muuta mieleen tullutta kommentoitavaa?

Liite 3. Yrityksen X käyttäjäkokemuskysely ja vastaukset.

1. Mitä ominaisuuksia palvelu tarjoaa käyttäjälle?

Reaaliaikaistietoa astioiden täyttöasteista. Astian luona ei koskaan käydä turhaan, vaan aina oikeaan aikaan ja näin ollen kerättävä jae ei pääse ylitäyttymään (kuljettajan ei tarvitse siivota jätettä astian ulkopuolelta). Mahdollisuus automaattiseen ajojen reititykseen.

2. Mihin jätelajien keräykseen olette yhdistäneet palvelun ja onko laite soveltu-
nut hyvin kyseisten jätelajien keräämiseen.

Keräyspaperin. Anturit toimivat hyvin. Ilmoittivat myös äkillisistä lämpötilojen nousuista (tulipalot).

3. Mitkä ovat olleet tunnistimen yleisimmät ongelmatilanteet?

Kapeissa keräysvälineissä reunoista tuli heijastumaa, jolloin täyttöaste oli väärä.

4. Jos astiaan on viety taittelematon pahvilaatikko, mikä on tyhjää täynnä. Pysyykö laite mittaamaan pahvilaatikon läpi vai heijastaako pahvilaatikko ultraäänisignaalin takaisin, jolloin laite toteaa astian olevan täynnä?

Toteaa astian olevan täynnä

5. Onko jokin materiaali esim. folio, mikä sekoittaa ultraäänisensorin ja antaa väärää tietoa sen seurauksena?

Ilmeisesti kyllä juuri folio on tällainen

6. **Kuinka jäteastiassa oleva tunnistin saa virtaa, ja kuinka kauan laitteessa kestää virta lämpimällä ja kylmällä ilmalla?**

Laitteessa akku, jonka pitäisi kestää 10 vuotta. akku vissiin sama kuin avaruusmönkijöissä.

7. **Miten verkkoyhteys saadaan tunnistimeen?**

Laitteisen sisällä puhelimen sim-kortti ja samassa on paikannus

8. Koetteko, että mittaavat tunnistimet sekä niiden hyödyntäminen jätealalla vähentävät taloudellisia kuluja, luonnon rasitusta sekä lisäävät asiakastyytyväisyyttä niin teidän kuin jätehuollonkäyttäjien keskuudessa.

Asiakastyytyväisyys paranee ainakin, kun ei synny ylitäytymisiä ja kohteessa saateen käydä harvemmin. Toisaalta monesti on tehokkainta ajaa tietty alue aina kerrallaan, jonka jälkeen sitten kipille. Ei tule turhia kilometrejä näin.

9. Onko kyseinen ohjelmisto/laitteisto ratkaissut teidän jätehuollon organisoimiseen liittyviä ongelmia?

Taitaa olla kartongissa parempi, Keräyspaperissa tulevat materiaalivirrat ovat melko tasaisia.

10. Oletteko saaneet tietoa, kuinka paljon turhia tyhjennyskäyntejä on jäänyt pois tunnistimen ansiosta? Ja toisaalta onko tullut enemmän tyhjennyskäyntejä tunnistimen ansiosta?

Sekä että. Kohteissa on eroja

11. Oletteko olleet tyytyväisiä laitteistoon?

Laita ja idea on hyvä

12. Onko jotain kehitysideoita laitteistolle?

13. Jotain muuta mieleen tullutta kommentoitavaa?