

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS**

Raimonda Mieliauskaitė

**IŠMANI ATLIEKŲ SURINKIMO SISTEMA – POVEIKĮ
APLINKAI MAŽINANTI PRIEMONĖ DARNIAME MIESTE**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Dr. Inga Gurauskienė

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS

**IŠMANI ATLIEKŲ SURINKIMO SISTEMA – POVEIKĮ APLINKAI
MAŽINANTI PRIEMONĖ DARNIAME MIESTE**

Baigiamasis magistro projektas
Aplinkos apsaugos vadyba ir švaresnė gamyba
(kodas 621H17002)

Vadovas

(parašas) Dr. Inga Gurauskienė
(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. dr. Irina Kliopova
(data)

Projektą atliko

(parašas) Raimonda Mieliauskaitė
(data)

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Aplinkos inžinerijos institutas

(Fakultetas)

Raimonda Mieliauskaitė

(Studento vardas, pavardė)

Aplinkos apsaugos vadyba ir švaresnė gamyba, 621H17002

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Išmani atliekų surinkimo sistema – poveikį aplinkai mažinanti priemonė darniame mieste“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

m.

_____ Kaunas _____

Patvirtinu, kad mano, **Raimondos Mieliauskaitės**, baigiamasis projektas tema „Išmani atliekų surinkimo sistema – poveikį aplinkai mažinanti priemonė darniame mieste“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

_____ (vardą ir pavardę įrašyti ranka)

_____ (parašas)

Mieliauskaitė, Raimonda. Išmani atliekų surinkimo sistema – poveikį aplinkai mažinanti priemonė darniame mieste. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Inga Gurauskienė; Kauno technologijos universitetas, Aplinkos inžinerijos institutas.

Mokslų kryptis ir sritis: Technologijos mokslai, bendroji inžinerija.

Reikšminiai žodžiai: atliekos, surinkimas, jutikliai, darnus, išmanus, emisijos.

Kaunas, 2016. 61 p.

SANTRAUKA

Magistro baigiamajame darbe nagrinėjama atliekų surinkimo problema. Atliekų tvarkymo įmonės surenka atliekas pagal iš anksto sudarytus grafikus, neatsižvelgiant į konteinerio užpildymo laipsnį, sunkvežimiai ištuština visus tai teritorijai priklausančius konteinerius. Eikvojami degalai, laikas ir teršama aplinka: automobiliui pradėdant judėti iš vietos, oras teršiamas 50 kartų labiau, nei važiuojant greitai ar vidutiniu greičiu. Šalyje nėra tikslios ir patikimos atliekų turėtojų ir atliekų apskaitos, trūksta atliekų tvarkymo sistemos kontrolės. Darbo tikslas yra sukurti išmanią atliekų surinkimo sistemą, kuri išspręstų pustuščių konteinerių problemą ir užtikrintų nuolatinę duomenų analizę, bei įvertinti ją aplinkosauginiais, ekonominiais, socialiniais aspektais.

Išmaniai surinkimo sistemai sukurti darbe naudojama aplinkos sistemų teorijos metodika, pateikiamos dvi alternatyvos: jutiklinių tinklų diegimas ir mobiliosios aplikacijos kūrimas. Tyrimui naudojami UAB „Ekonovus“ duomenys, nagrinėjamas Ringaudų maršrutas. Apskaičiuotos transporto emisijos, vertinamos investicijos, sutaupymai bei socialiniai aspektai.

Atlikus tyrimą matyti aplinkosauginė, ekonominė bei socialinė nauda. Gauta, jog pradėjus stebėti konteinerio užpildymo laipsnį ir tuštinant tik tuos konteinerius, kurių užpildymo laipsnis didesnis arba lygus 70%, transporto emisijos sumažėja 24%. Nuo kiekvieno maršruto įmonė galėtų sutaupyti 35,22 Eur. Įdiegtos inovacijos mažintų gyventojų nepasitenkinimą ir nepasitenkinimą atliekų tvarkymo įmone.

Mieliauskaitė, Raimonda. Smart Waste Collection system as Environmental Impact Mitigation Measure in a Sustainable City: Master's thesis / supervisor assoc. prof. Inga Gurauskienė. Institute of Environmental Engineering, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Technological Sciences, General Engineering.

Key words: waste, collection, sensors, sustainable, smart, issue.

Kaunas, 2016. 61 p.

SUMMARY

This master paper analyzes the problem of waste collection. The collection of waste and recyclables has been done by waste collection companies using fixed schedules where containers are collected every day or every week, regardless if they are full or not. Fuel and time are wasted and environment more polluted, because when the car begins to move out of a place, the air is polluted 50 times greater compared to the car that is driving fast or medium speed. The country has no accurate and reliable waste holders and waste accounting; it is a lack of waste management system control. The aim of this paper is to create a smart waste collection system in order to solve the problem of inefficient collection of containers, to ensure ongoing data analysis and evaluate new model by environmental, economic and social aspects.

Smart waste collection system is evaluated using the methodology of environmental systems theory. Two alternatives are proposed: to create a sensor network and/or develop a mobile application. The study uses data collected from JSC "Ekonovus" and calculations are made for Ringaudai route. There have been calculated emissions from transport, costs of innovation calculation and social evaluation has been performed at the research.

The study analyzes the environmental, economic and social benefits. It is calculated that measurement of the fill-level of waste containers can help to reduce 24% of road emissions. New system can provide up to 35,22 Eur cost savings in waste logistics and increase customer confidence and satisfaction of the waste disposal company work.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	7
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	8
SANTRAUPŲ SĄRAŠAS	9
ĮVADAS.....	10
1. ATLIEKŲ SURINKIMO SISTEMA IR NAUJŲ TECHNOLOGIJŲ TAIKYMAS ATLIEKŲ VALDYME.....	12
1.1. Atliekų tvarkymo sistemos.....	12
1.2. Atliekų surinkimas atliekų tvarkymo sistemoje	14
1.2.1. Atliekų surinkimas	14
1.2.2. Atliekų surinkimo efektyvumas	21
1.2.3. Atliekų surinkimo efektyvumą sąlygojantys veiksniai	23
1.3. Naujos technologijos siekiant miesto darnumo	25
1.3.1. Jutikliniai tinklai.....	26
1.3.2. Išmaniosios aplikacijos	30
2. TYRIMO METODIKA.....	32
2.1. Efektyvi sistema	32
2.2. Esamos sistemos optimizavimas taikant aplinkos sistemų teorijos metodiką	33
2.3. Transporto priemonių sudaromos oro taršos vertinimas	35
2.4. Ekonominis vertinimas: transporto priemonės darbo laiko ir išlaidų skaičiavimai	37
3. ATLIEKŲ SURINKIMO SISTEMOS ANALIZĖ UAB „EKONOVUS“	39
3.1. Atliekų surinkimo sistemos kūrimas	39
3.2. Atliekų surinkimas Alytaus regione	40
3.3. Aplinkos valdymo teorijos taikymas atliekų surinkimo sistemos kūrime	41
3.4. Atliekų surinkimas įmonėje UAB „Ekonovus“	45
3.5. Atliekų surinkimo sistemos vertinimas aplinkosauginiu aspektu Ringaudų seniūnijoje	45
3.6. Atliekų surinkimo kaštai ir reikalingos investicijos	48
3.7. Socialinis atliekų surinkimo sistemos vertinimas.....	51
IŠVADOS	53
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	55
PRIEDAI	59

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Atskirų komunalinių atliekų srautų surinkimo priemonės ir kiekiai regionuose.....	17
2 lentelė. Atliekų surinkimo talpos.	17
3 lentelė. Sunkvežimių dyzelinių variklių toksiškumas – Euro normos.	19
4 lentelė. Atliekų surinkimas Lietuvoje 2014 metais (Aplinkos apsaugos agentūra 2015).	21
5 lentelė. Skirtingų atliekų kategorijų kiekis (Lietuvos Respublikos vyriausybė 2014).....	22
6 lentelė. Informacinės ir komunikacinės technologijos bei jų taikymas atliekų valdyme	26
7 lentelė. Efektyvios sistemos kūrimas (BURCH et al. 2014).....	33
8 lentelė. CO ₂ emisijų faktorius skirtingoms kurų rūšims	37
9 lentelė. Atliekų tvarkymo, surinkimo sistemos kūrimas.....	39
10 lentelė. Šiukšliavežės parametrai.....	45
11 lentelė. Surinktas atliekų tūris pagal konteinerių pripildymo laipsnį.....	46
12 lentelė. Gauti skaičiavimų rezultatai.....	47
13 lentelė. Koeficiento K ₂ skaitinės vertės.....	47
14 lentelė. Transporto emisijų kiekiai.....	48
15 lentelė. Reikalingas atliekų surinkimo laikas teritorijai aptarnauti.....	49
16 lentelė. Atliekų surinkimo sistemos sutaupomų lėšų įvertinimas prieš ir po priemonių įdiegimo.	50
17 lentelė. Atliekų surinkimo sistemos optimizavimo investicijų preliminarus įvertinimas.	50

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav.	Atliekų tvarkymo ciklas	12
2 pav.	Atliekų tvarkymo hierarchinė piramidė (PTO)	13
3 pav.	Konteineris esantis Songdo mieste.....	17
4 pav.	Pneumatinė atliekų surinkimo sistema.....	16
5 pav.	Kainos, kurią vartotojas moka už atliekų tvarkymą, sudedamosios dalys.	20
6 pav.	Atliekų surinkimo sistemos Pietų Korėjoje.	24
7 pav.	Konteinerio užpildymo laipsnio matavimas	27
8 pav.	Atliekų surinkimo valdymo sistema matuojanti atliekų užpildymo laipsnį konteineriuose.	28
9 pav.	Išmaniųjų tinklų veikimo principas.	29
10 pav.	„Enevo“ jutiklis.....	29
11 pav.	Išmaniosios aplikacijos Lietuvoje („Rūšiuklis“; „Žaliasis Taškas“; „Ecoservice“).	31
12 pav.	Darbo tyrimo eiga.	32
13 pav.	Aplinkos sistemų teorijos taikymas atliekų surinkimo sistemoje.....	35
14 pav.	Duomenų mainai su vežėjais (VENGRIENĖ 2015).....	41
15 pav.	Valdymo sistemos schema – pirma alternatyva.....	44
16 pav.	Valdymo sistemos schema – antra alternatyva.....	45
17 pav.	Gyventojų besinaudojančių internetu amžiau grupės (Lietuvos statistikos departamentas 2015).....	53

SANTRAUPŲ SĄRAŠAS

APA – atliekų priėmimo aikštelės;

DGASA – didelių gabaritų atliekų surinkimo aikštelės;

EAA – Europos apsaugos agentūra;

EEĮ – elektros ir elektroninė įranga;

ES – Europos sąjunga;

GIS (angl. graphical information system) – Geografinė informacinė sistema

GPRS (angl. general packet radio service) – bendras paketinis radijo ryšys;

GPS (angl. global position system) – globali padėties nustatymo sistema;

GSM (angl. global standart for mobile communications) – globalus mobilių telefonų ryšio standartas;

QR (angl. quick response code) – greito atsakymo kodas.

RATC – Regioninis atliekų tvarkymo centras;

RFID (angl. radio frequency identification) – radijo dažnio identifikavimo technologija;

RS (angl. remote sensing) – nuotolinis stebėjimas.

ĮVADAS

Atliekų tvarkymas grįstas socialiniu, ekonominiu bei aplinkosauginiu požiūriais yra viena iš pagrindinių darnaus vystymo sąlygų, siekiant mažinti poveikį aplinkai, tausoti ir efektyviai naudoti gamtinius išteklius bei gerinti gyvenimo kokybę. Protingas atliekų valdymas ypač svarbus miestuose, kur didžiausia gyventojų koncentracija ir susidarančių atliekų kiekiai.

Atliekų surinkimo sistema yra tarpinė grandis tarp atliekų turėtojo, panaudojimo arba šalinimo. Surinkimo sistema privalo funkcionuoti nepriekaištingai, laiku užtikrinti operatyvų atliekų surinkimą, kokybišką ir nenutrūkstamą sistemos darbą. Tolimesnis atliekų panaudojimas priklauso nuo to, kaip bus surinktos atliekos. Surinkimas turi būti organizuojamas siekiant išlaikyti kuo geresnę atliekų kokybę, todėl pageidautinas atskiras skirtingų atliekų kategorijų surinkimo užtikrinimas.

Temos aktualumas. Pastaruoju metu pasaulyje sparčiai plinta žiedinės ekonomikos idėja. Tinkamas atliekų tvarkymas yra žiedinės ekonomikos pagrindas siekiant sumažinti priklausomybę nuo importuojamų žaliavų. Tam įvykdyti būtinas šimtaprocentinis atliekų surinkimas, perdirbimas bei panaudojimas, nes atlieka, tai prarasta žaliava. Išmanūs sprendimai atliekų valdyme prisideda prie atliekų kokybės išsaugojimo ir padeda sumažinti kaštus perdirbant atliekas.

Temos problema. Už atliekų tvarkymo sistemos kūrimą ir plėtojimą Lietuvoje atsakingi regioniniai atliekų tvarkymo centrai, kuriuos įsteigė savivaldybės. Tačiau regioninės atliekų tvarkymo sistemos neužtikrina darnios atliekų tvarkymo veiklos, centrų veiklos pobūdis, funkcijos bei atsakomybės labai skiriasi. Šalyje nėra tikslios ir patikimos atliekų turėtojų ir atliekų apskaitos, surinkti duomenys dažnai skiriasi, trūksta atliekų tvarkymo sistemos kontrolės. Atliekų tvarkymo įmonės sudarinėja atliekų surinkimo maršrutus bei grafikus iš anksto. Nėra galimybės realiu laiku matuoti atliekų susidarymo intensyvumą ir atitinkamai koreguoti maršrutus. Atliekų vežėjai švaisto laiką stodami prie pustuščių konteinerių, teršiama aplinka, eikvojamas kuras. Išmani atliekų surinkimo sistema padėtų išspręsti šias problemas, užtikrintų atliekų turėtojų registrą bei duomenų kaupimą apie juos, palengvintų atliekų monitoringą.

Temos naujumas. Atliekų rūšiavimo sistema šalyje palyginus pradėta diegti nesenai, dar nėra susiformavusios rūšiavimo tradicijos. Lietuvoje trūksta informacijos apie išmanių sprendimų taikymą atliekų valdyme bei skatinimo priimti inovatyvius sprendimus. Tuo tarpu užsienio valstybėse gerųjų pavyzdžių netrūksta. Europos Sąjunga kuria naujas programas skatinančias inovacijų kūrimą ir diegimą, naujausių technologijų naudojimą.

Praktinė reikšmė. Pagal Atliekų tvarkymo įstatymo ir kitų teisės aktų pataisas Lietuvoje siekiama įvesti vienodą kainodaros modelį visose savivaldybėse. Aplinkos ministerijos parengtoje rinkliavos ar kitos įmokos už komunalinių atliekų surinkimą iš atliekų turėtojų ir atliekų tvarkymą dydžio nustatymo metodikoje numatyta nuo šių metų liepos mėnesio nustatyti vietinės rinkliavos už atliekų surinkimą dydį. Mokestis susidėtų iš pastovios ir kintamosios dalies, kuri turėtų priklausyti nuo konkretaus pas kiekvieną gyventoją susidarančio atliekų kiekio. Tačiau dalis savivaldybių neturi sąlygų matuoti susidarančių atliekų kiekiui, atliekų turėtojų

registro. Sukurta išmani atliekų surinkimo sistema leistų vykdyti surinktų atliekų kiekio monitoringą bei identifikuotų atliekų turėtoją. Įvedus ekonomines priemones didėtų gyventojų motyvacija rūšiuoti.

Darbo tikslas – sukurti išmanią atliekų surinkimo sistemą ir įvertinti ją aplinkosauginiais, ekonominiais bei socialiniais aspektais.

Darbo uždaviniai:

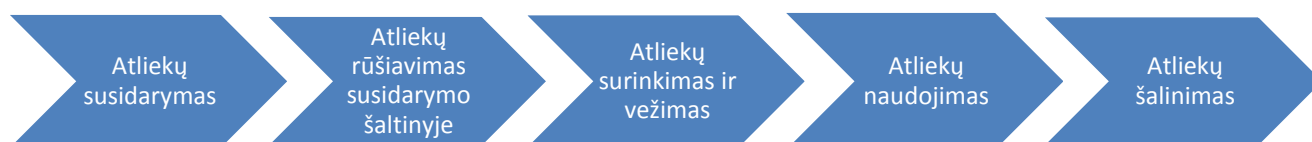
1. Išanalizuoti atliekų surinkimo sistemas Lietuvoje bei nustatyti surinkimo efektyvumą sąlygojančius veiksnius.
2. Atliekų tvarkyme naudojamų inovacijų analizė.
3. Sudaryti metodiką efektyvios atliekų surinkimo sistemos darnumo kontekste įvertinimui.
4. Atliekų surinkimo sistemos vertinimas socialiniais, ekonominiais bei aplinkosauginiais aspektais prieš ir po inovacijos įdiegimo.

1. ATLIEKŲ SURINKIMO SISTEMA IR NAUJŲ TECHNOLOGIJŲ TAIKYMAS ATLIEKŲ VALDYME

1.1. Atliekų tvarkymo sistemos

Šiuolaikinėje visuomenėje vyrauja vartotojiška kultūra, todėl viena iš svarbiausių ir aktualiausių aplinkosaugos problemų yra atliekų susidarymas ir tvarkymas. Atliekų tvarkymo sistema – tai sudėtinga sistema, kuriai būdingi dideli susidarančių atliekų kiekiai, jų rūšių įvairovė, skirtingi sistemos dalyvių interesai, jų ryšiai ir sąsajos su aplinka (BIVAINIS, PODGAISKYTĖ 2010).

Nagrinėjant atliekų tvarkymo sistemas, tvarkymo ciklas dažniausiai skaidomas į penkias fazes (žr. 1 pav.): atliekų susidarymą, atliekų rūšiavimą, surinkimą ir vežimą, atliekų naudojimą bei galiausiai atliekų šalinimą.



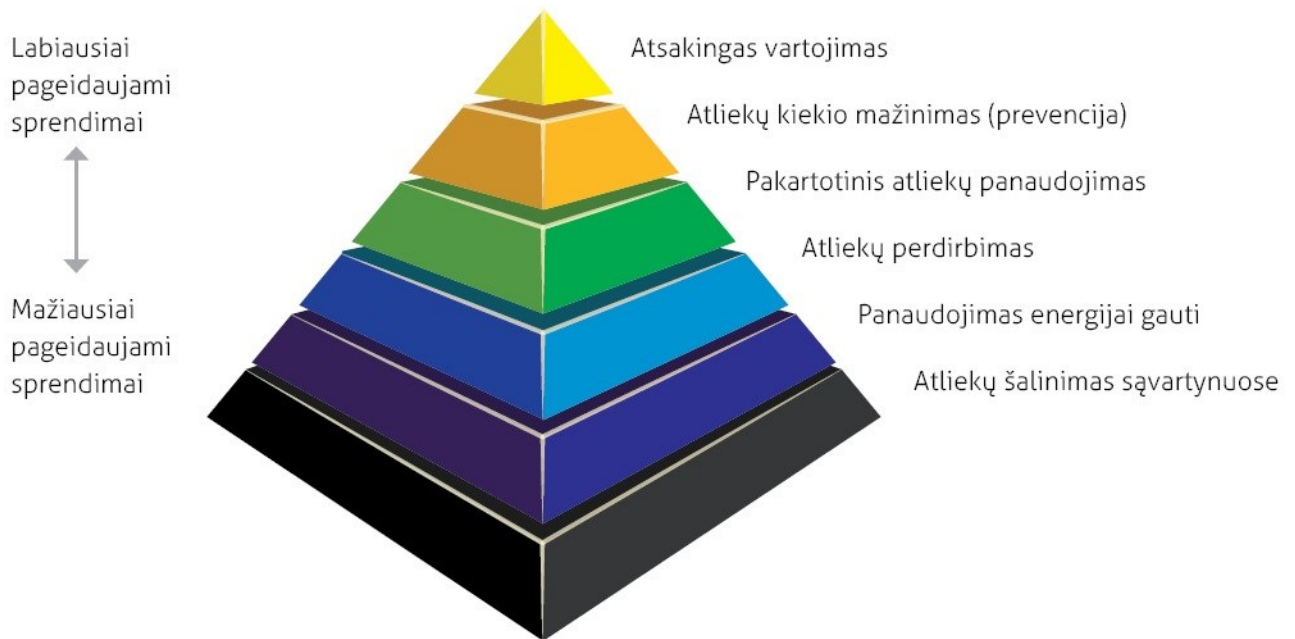
1 pav. *Atliekų tvarkymo ciklas.*

Atlieka – tai daiktas ar medžiaga, kurios turėtojas atsikrato, nori ar privalo atsikratyti (Lietuvos Respublikos seimas 1998). Atliekų susidarymas yra neišvengiamas, o jų atsiradimas sukelia ekologinių ir ekonominių problemų. Tolimesnės atliekų panaudojimo galimybės priklauso nuo atliekų rūšiavimo jų susidarymo šaltinyje, siekiant išvengti atliekų užteršimo bei brangaus jų rūšiavimo perkrovimo stotyse. Atliekų susidarymas ir rūšiavimas tiesiogiai priklauso nuo asmenų sudariusių atliekas. Tam turi įtakos asmeniniai prioritetai, savybės, įpročiai, sąmoningumas, išsilavinimas, bendroji ir vartojimo kultūros, statusas visuomenėje, socialinė atsakomybė, įsigalėjusios normos, ekonominiai, politiniai ir kiti veiksniai. Trečiąją atliekų tvarkymo ciklo fazę galima skaidyti į dvi dalis – surinkimą ir vežimą. Kiekviena šalis turi savitą surinkimo sistemą. Lietuvoje įprastas trijų frakcijų, nerūšiuotų atliekų bei bioskaidžių atliekų surinkimas. Atliekų surinkimo paslauga tiesiogiai sieja atliekų turėtoją ir atliekų vežėją, kurio pareiga atliekas perduoti jų naudotojui ar šalintojui. Atliekų vežimas yra mažiausiai reglamentuotas, Lietuvoje nustatyta, kad atliekų vežėjai turi registruotis atliekas tvarkančių įmonių registre, tačiau asmenys, vežantys atliekas, nepriskiriami atliekų naudotojų kategorijai ir jiems netaikomas (išskyrus pavojingų atliekų vežimą) atliekų naudojimo reglamentavimas (BIVAINIS, PODGAISKYTĖ 2010). Atliekų naudojimo fazėje atliekos yra paruošiamos perdirbimui, perdirbamos ir vėl naudojamos. Kitas mažiau norimas, tačiau pasaulyje plačiai taikomas, atliekų panaudojimo būdas yra jų deginimas energijai išgauti. Paskutinė atliekų tvarkymo ciklo fazė yra atliekų šalinimas, ilgalaikis jų saugojimas sąvartynuose.

Atliekų tvarkymo sistema remiasi keliais pagrindiniais principais:

- Pirmiausia sistema privalo būti pagrįsta Europos Sąjungos teisės aktuose pateikta atliekų tvarkymo hierarchija, kuri nustato prioritetingą atliekų tvarkymo eilę (Europos Sąjunga 2008).

Atsakingas vartojimas yra atliekų tvarkymo hierarchinės piramidės viršuje, norint mažinti atliekų kiekius pirmiausiai reikia keisti vartotojiškus įpročius. Visos atliekos, kurių išvengti neįmanoma, turi būti perdirbamos ar kitaip panaudojamos. Norint tai įgyvendinti privaloma užtikrinti tinkamą atliekų surinkimą bei jų rūšiavimą.



2 pav. *Atliekų tvarkymo hierarchinė piramidė (PTO).*

- Sistema remiasi „gamintojo atsakomybės principu“, kuriame teigiama, jog gamintojai ir importuotojai yra atsakingi už savo gaminių ir pakuočių, teikiamų vidaus rinkai, poveikį aplinkai viso būvio ciklo metu, įskaitant surinkimo, vežimo, perdirbimo, naudojimo ir šalinimo sistemos organizavimą bei finansavimą (Aplinkos apsaugos agentūra 2014).
- „Artumo ir pakankamumo“ principas įpareigoja valstybę užtikrinti pakankamą atliekų šalinimo įrenginių skaičių ir reikalauja, jog atliekos būtų šalinamos artimiausiame, tinkamai įrengtame tokiam įrenginyje.
- Principas „teršėjas moka“ teigia, kad atliekų tvarkymo išlaidas turi apmokėti atliekų turėtojas.
- Atskirų atliekų srautų tvarkymas – reikalauja atliekas skirstyti į atskirus srautus, pagal jų charakteristikas ir nustatytus reikalavimus.

Valstybių ekonomikoje vis dar prarandami dideli kiekiai potencialių antrinių žaliavų atliekų sraute. 2013 metais iš viso ES susidarė maždaug 2,5 mlrd. tonų atliekų, iš kurių 1,6 mlrd. tonų nebuvo pakartotinai panaudotos arba perdirbtos (European Commission 2015). Daug išteklių, naudojamų įvairių produktų gamybai yra ne Europos Sąjungoje, todėl Europos pramonė ir visuomenė tampa priklausoma nuo importo, pažeidžiama dėl aukštų kainų, rinkos svyravimo ir politinės padėties šalyse tiekėjose. Norint sumažinti priklausomybę nuo importuojamų žaliavų būtina užtikrinti žiedinės ekonomikos veikimą Europos Sąjungos šalyse. Praėjusių metų duomenimis tik nedidelė dalis, t.y. 43% atliekų Europos Sąjungoje buvo perdirbamos, o likusi dalis pašalinta

sąvartyne (31%) arba sudegintos (26%). Lietuvoje šie rodikliai dar prastesni, net 64% atliekų vis dar šalinamos sąvartynuose, perdirbta 21% atliekų ir 7% sudeginama (TOMILINAS 2016).

Siekiant geriau įtvirtinti ir sustiprinti pagrindinius principus bei konsoliduoti naujuosius (ekologinio projektavimo, žaliųjų viešųjų pirkimų ir pan.), būtina nustatyti plataus užmojo tikslus. Europos Komisijai persvarsčius teisės aktus dėl atliekų, šių metų gruodžio 2d. Briuselyje, buvo nustatyti nauji atliekų mažinimo uždaviniai ir siekiai, susiję su atliekų tvarkymu ir perdirbimu (Europos Komisija 2015):

- užtikrinti, kad iki 2030 m. būtų perdirbama 65 proc. komunalinių ir 75 proc. pakuočių atliekų;
- iki 2030 m. sumažinti į sąvartynus išmetamų atliekų kiekį iki 10 proc. visų atliekų bei uždrausti mesti į sąvartynus atskirai surinktas atliekas;
- skatinti ekonomines priemones, kuriomis siekiama užkirsti kelią atliekų išmetimui į sąvartynus;
- skatinti pakartotinį panaudojimą ir pramonės simbiozę, vienos pramonės šakos šalutinį produktą paverčiant kitos pramonės šakos žaliava;
- ekonominės paskatos gamintojams į rinką teikti ekologiškesnius produktus, taip pat remti atliekų (pvz., pakuočių, baterijų, elektros ir elektroninės įrangos, transporto priemonių) naudojimo ir perdirbimo sistemas.

1.2. Atliekų surinkimas atliekų tvarkymo sistemoje

Atliekų tvarkymo sistemoje atliekų surinkimas yra vienas iš pagrindinių etapų, kuris lemia tolesnes atliekų apdorojimo ir panaudojimo galimybes. Atliekoms surinkti ir toliau jas apdoroti reikia didelių organizacinių pastangų, techninių priemonių ir investicijų. Tačiau tinkamai ir racionaliai organizuojant surinkimo ir rūšiavimo sistemų darbą, atliekų rūšiavimo sąnaudos labai sumažėja.

Atliekų surinkimas lemia tolesnes atliekų apdorojimo ir panaudojimo galimybes. Pradėjus atliekų tvarkymą sieti su gamtinių išteklių valdymu, principas „nuo lopšio iki kapo“ keičiamas „nuo lopšio iki lopšio“. Pasaulyje materialinių išteklių kiekis nėra begalinis – didėjant gamybos apimčiai jų rezervai nuolat mažėja ir nyksta. Svarbu suvokti, jog energija, atliekos ir antriniai produktai gali tapti žaliava, ištekliais kitiems. Siekiant žiedinės ekonomikos reikia permainų visoje vertės grandinėje: pradedant nuo gaminio projektavimo, naujų verslo ir rinkos modelių iki naujų atliekų vertimo ištekliais būdų, vartotojų elgsenos tipų. Tačiau net ir pažengusioje žiedinėje ekonomikoje tam tikras linijiškumo elementas yra neišvengiamas, nes ne visas atliekas įmanoma racionaliai panaudoti, taip pat yra reikalingi ir pirminiai ištekliai. Efektyvus atliekų surinkimas, ypač atskirų srautų, yra būtinas siekiant žiedinės ekonomikos (Europos Komisija 2014).

1.2.1. Atliekų surinkimas

Atliekų surinkimo būdas parenkamas pagal aptarnaujamos teritorijos užstatymo pobūdį, apgyvendinimo laipsnį bei vyraujančias ūkines veiklas toje teritorijoje. Surinkimo procesą sudaro tokie elementai (MINALGA 2010):

- reikalingos surinkti atliekų rūšys;
- atliekų susidarymo vieta ir kiekis;
- įsipareigojimas dalyvauti surenkant atliekas;
- surinkimo talpos (atliekų konteineriai);
- talpų ištuštinimo dažnumas;
- atliekų surinkimo mokesčiai;
- atliekų surinkimo automobiliai.

Egzistuojančios surinkimo sistemos

Pagal atskiriamų atliekų rūšių kiekį skiriamos daugiarūšės surinkimo sistemos, apimančios visas naudotas medžiagas ir dalinės sistemos, apimančios tam tikras atliekų rūšis. Lietuvoje egzistuoja pakuočių konteinerinė ir užstato sistemos.

Pakuočių konteinerinę sistemą sudaro konteineriai, skirti surinkti skirtingų rūšių pakuotes, ir specialios transporto priemonės šiems konteineriams surinkti ir gabenti į pakuočių apdorojimo vietas. Pakuotės yra rūšiuojamos pagal medžiagų, iš kurių jos pagamintos, rūšis. Viename kolektyvinių konteinerių komplekte skirtingų medžiagų pakuotėms surinkti naudojami trys atskiri konteineriai arba konteinerių komplektą gali sudaryti vienas konteineris, kuriame yra kelios atskiros talpos. Konteineriai priklausomai nuo renkamų atliekų rūšies yra skirtingų spalvų. Polimerinių medžiagų (plastmasių), metalinės, medinės bei kombinuotos pakuotės atliekos yra metamos į geltonos spalvos konteinerius. Mėlynos spalvos konteineriuose šalinamos popierinės ir kartoninės atliekos, o žaliuose – stiklinė pakuotė. Pagal 2014 metų duomenis Lietuvoje viena kolektyvinių konteinerių aikštele buvo skirta 387 gyventojams (KASTANAUSKIENĖ 2014).

Nuo 2006 m. taikoma užstato sistema daugeliui pakartotinio naudojimo stiklinių gėrimų buteliams, o nuo šių metų vasario 1 dienos Lietuvoje įsigalėjo užstato sistema ir metalinei bei plastikinei tarai. Pakuotes, pažymėtas užstato sistemos ženklu, galima gražinti parduotuvėse kurių plotas didesnis nei 300 kv. m., arba kaimo parduotuvėse, daugelyje vietų pakuotes priima taromatai. Visos surinktos pakuotės perduodamos į skaičiavimo centrą ir vėliau yra perdirbamos. Internetiniame tinklapyje www.grazintiverta.lt galima pasižiūrėti kiek pakuočių jau yra surinkta, informacija nuolatos naujinama (Gražinti verta 2015).

Specifinės atliekos, tokios kaip: didelių gabaritų atliekos, elektros ir elektroninės įrangos (EEĮ) atliekos, buityje susidariusios pavojingos atliekos, statybos ir griovimo atliekos, padangų atliekos, turi būti surenkamos atskirai nuo komunalinių atliekų taikant įvairius atliekų surinkimo būdus ir priemones.

Surinkimo sistemoje egzistuoja du surinkimo būdai – paėmimo ir pristatymo. Pirmuoju paėmimo, arba kitaip apvažiuojamuoju, būdu atliekos surenkamos tiesiai iš atliekų gamintojų kiemų Antrasis būdas dažniausiai naudojamas pristatyti didelį kiekį reguliariai susidarančių atliekų. Naudojant šį būdą atliekas į surinkimo aikšteles, ar kitas specialiai tam įrengtas vietas, pristato patys atliekų gamintojai, vėliau atliekos perduodamos atliekų tvarkytojams. Pagal aplinkos apsaugos agentūros pateiktus duomenis Lietuvoje veikia 110 didelių gabaritų atliekų surinkimo aikštelių (DGASA) ir 198 atliekų priėmimo punktai. Visos DGASA surinktos atliekos yra išrūšiuojamos į atskirus konteinerius ir vėliau perduodamos atitinkamiems atliekų tvarkytojams.

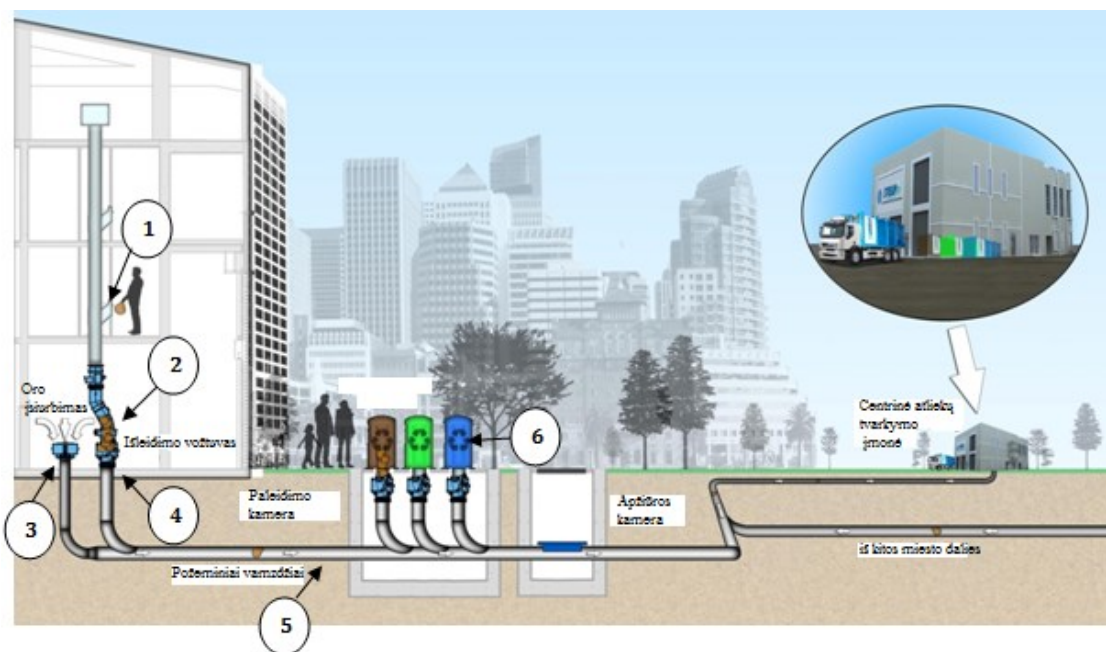
Bioskaidžios atliekos priimamos žaliųjų atliekų kompostavimo aikštelėse. Surinkimo aikštelės turi būti patogios ir lengvai pasiekiamos, atstumas nuo gyventojų namų iki jų turi būti sąlyginai nedideli. Būtina nuolatinė surinkimo aikštelių kontrolė dėl dažnai perpildytų talpų, šiukšlinimo, vandalizmo.

Požeminė pneumatinė atliekų surinkimo sistema dar vienas alternatyvus surinkimo būdas. Tai naujasi atliekų transportavimo įrenginiai. Šios sistemos veikimo principas (žr. 4 pav.): atliekos iš gyvenamųjų namų latakais (1) patenka į sandėliavimo talpą (2), kur atliekos yra kaupiamos. Atidarius vožtuvą (4) atliekos oro pagalba (3) yra transportuojamos požeminiais vamzdžiais (5) iki atliekų tvarkymo centro. Kitos atliekos iš papildančių atliekų surinkimo sistemų skirtingais laiko momentais, išvengiant srautų maišymo (6) vamzdžiais transportuojamos iki galutinių tvarkytojų. Tokios sistemos vis dažniau yra diegiamos išmaniame, darniame mieste. Ši sistema leidžia išvengti atliekų transportavimo sunkvežimiais, oro taršos, tačiau reikalauja didelių investicijų ir eksploatacijos sąnaudų.

Išmaniajame mieste Songdo, Pietų Korėjoje, tokia sistema jau veikia. Visi gyvenamieji namai, komercinės patalpos sujungti vamzdžiais, kuriais atliekos pasiekia atliekų tvarkymo centrą, kur automatiškai yra išrūšiuojamos, perdirbamos arba sudeginamos. Gatvėse stovi specialūs konteineriai, kurios gyventojai gali atidaryti tik su savo kortele (žr. 3 pav.). Visa atliekų tvarkymo sistema automatizuota, jai aptarnauti reikia tik 7 darbuotojų.



3 pav. Konteineris esantis Songdo mieste.



4 pav. Pneumatinė atliekų surinkimo sistema.

1 lentelė. Atskirų komunalinių atliekų srautų surinkimo priemonės ir kiekiai regionuose.

Savivaldybė	Kiekis, surinktas konteineriuose, t	Kiekis, surinktas didelių gabaritų atliekų surinkimo aikštelėse, t	Kiekis, surinktas apvažiuojant atliekų turėtojus (maišai, betaris surinkimas), t	Kiekis, surinktas kitomis priemonėmis (papildančios sistemos, kita), t	Iš viso, t
Alytaus regionas	50706,74	9431,84	55,77	3180,12	63374,47
Kauno regionas	181979,76	4406,69	8733,45	6334,29	201454,18
Klaipėdos regionas	124039,85	2467,30	9394,43	6865,95	142767,52
Marijampolės regionas	53232,17	1034,75	721,02	18807,11	73795,05
Panevėžio regionas	61700,97	5983,78	4224,50	24216,49	96125,74
Šiaulių regionas	100168,03	5809,10	329,95	29270,19	135577,28
Tauragės regionas	40614,84	3605,87	1123,45	32,95	45377,11
Telšių regionas	40947,48	3313,33	500,49	4001,26	48762,56
Utenos regionas	31949,81	4083,62	2348,07	11307,11	49688,61
Vilniaus regionas	220247,08	1922,70	12171,19	32861,33	267202,30
IŠ VISO	905586,73	42058,98	39602,31	136876,80	1124124,82

Lietuvoje didžiausi atliekų kiekiai, 80,56 proc. visų atliekų kiekio, surenkami konteineriuose (žr. 1 lentelę). Viena iš galimų priežasčių ta, jog kitos surinkimo sistemos yra nepatogios vartotojams, dažniausiai surinkimo aikštelės yra nutolusios nuo namų, visa atliekų surinkimo sistema išsklaidyta.

Surinkimo talpos

Surinkimo talpos viena iš techninių priemonių reikalingų užtikrinti sistemos funkcionavimą. Dažniausiai surinkimui naudojami antžeminiai arba požeminiai konteineriai, jie gaminami iš plastiko arba metalo, skiriasi savo forma, tūriu. Vis rečiau naudojamos šachtos (žr. 2 lentelę).

2 lentelė. Atliekų surinkimo talpos.

Surinkimo talpos	Aprašas
Antžeminiai konteineriai	Labiausiai paplitęs atliekų surinkimo būdas, šis būdas neriboja atliekų turėtojo laiko atžvilgiu, tačiau jam būdinga tai per didelė, tai per maža konteinerių koncentracija. Dėl netolygaus konteinerių skaičiaus pasiskirstymo gali kisti higieninės sąlygos, pradėti formuotis mažieji sąvartynai.
Požeminiai konteineriai	Konteineriai įrengti po žeme, užimantys nedaug ploto, tačiau pasižymintys dideliu atliekų kaupimo ir laikinojo saugojimo pajėgumu. Požeminiai konteineriai užima 4-5 kartus mažiau vietos nei tokios pat talpos paprasti (antžeminiai) konteineriai.
Šachtos	Inžinerinės sistemos naudojamos daugiaaukščiuose pastatuose. Reikalauja atitinkamų technologinių įrengimų. Tampa nepopuliarūs dėl prastos atliekų tvarkymo paslaugos kokybės, netinkamų higienos sąlygų (kvapai, parazitais, kylantys gaisrai).

Atliekų surinkimo priemonių paskirstymas ir atliekų surinkimo dažnumas nustatomi taip, kad atitiktų pas atliekų turėtoją susidaranti komunalinių atliekų surinkimo poreikį. Atliekų surinkimo priemonių talpa ir atliekų surinkimas gali būti nustatomi individualiai, atsižvelgiant į tai, ar atliekos rūšiuojamos ir kompostuojamos jų susidarymo vietoje. Paprastai surinkimo talpos tuštinamos kas savaitę, tai maždaug atitinka atliekų susidarymo intensyvumą (LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRAS 2012).

Atliekų surinkimo automobiliai

Atliekų surinkimo sistemoje naudojami specialių konstrukcijų kroviniai automobiliai pritaikyti gabenti įvairių rūšių atliekas. Automobiliai renkami atsižvelgiant į atliekų surinkimo būdą (konteineriuose, maišuose, laisvai supiltos ar didelių gabaritų atliekos). Jeigu atliekos renkamos konteineriuose, automobilis turi turėti specialų konteinerio išpylimo (apvertimo) mechanizmą. Automobiliai gali būti kelių tipų: pakraunami iš šono, priekio ar galo. Pastarieji Lietuvoje paplitę labiausiai (MINALGA 2010). Skiriasi ir automobilių kėbulo tūris, dažniausiai jis būna 12-20 m³, didelių gabaritų atliekoms gabenti naudojami automobiliai su didesniu kėbulo tūriu. Siekiant racionaliai panaudoti uždara mašinos kėbulo talpą, automobiliai paprastai turi hidraulinius presavimo įrenginius, kuriais atliekos yra sutankinamos. Tai pat, labai svarbus atliekų homogeniškumas, siekiant išvengti tuščių transporto priemonių reisų bei panaudoti visą kėbulo tūrį. Būtinai surinkimo maršrutų planavimas, kuris padeda mažinti sunaudojamo kuro kiekį ir šiltnamio dujų išsiskyrimą (MAIMOUN et al. 2013).

Didžiausia dalis, t. y. 65 proc., visų automobilio išmestų teršalų į orą patenka per išmetamąjį vamzdį, pro kurį į aplinką šalinamos degimo produktų liekanos, 20 proc. iš variklio karterio, 9 proc. angliavandeniliams garuojant iš karbiuratoriaus ir 6 proc. iš degalų bako. Nustatoma daugiau kaip du šimtai skirtingų cheminių junginių vidaus degimo variklių išmetamose dujose, svarbiausi iš jų yra anglies monoksidas (CO), azoto oksidai (NO_x), sieros junginiai (SO₂), nesudegę angliavandeniliai (CH_x), suodžiai bei švino junginiai. Dauguma šių junginių turi neigiamą poveikį žmogaus sveikatai, visų gyvųjų organizmų vystymuisi bei aplinkai. Automobilių išmetimai didžiausi yra pradedant važiuoti, stabdant ir važiuojant lėtai. Nustatyta, kad automobiliui pradedant judėti iš vietos, oras teršiamas 50 kartų labiau, nei važiuojant greitai ar vidutiniu greičiu (BALTRĖNAS et al. 2008). Klasifikuojant transporto priemones pagal išmetamų teršalų kiekį, Europos Sąjunga nustatė EURO standartus. Lietuvoje atliekoms surinkti dažniausiai naudojami kroviniai dyzelinių variklių automobiliai, lentelėje (žr. 3 lent.) pateikti šio tipo sunkvežimių EURO standartai (European Union 2015). Euro standartai užtikrina, kad laikui bėgant būtų gaminamos transporto priemonės su vis mažesnėmis emisijomis, reikalavimui automobilių gamintojams keliami kas keletą metų.

3 lentelė. *Sunkvežimių dyzelinių variklių toksiškumas – Euro normos.*

Standartas	Metai	g/kWh				Dūmingumas, l/m
		CO	HC	NO _x	PM	
EURO 0	1988	11,2	2,4	14,4		
EURO I	1992, ≤ 85 kW	4,5	1,1	8,0	0,612	
	1992, > 85 kW	4,5	1,1	8,0	0,36	
EURO II	1996.10	4,0	1,1	7,0	0,25	
	1998.10	4,0	1,1	7,0	0,15	
EURO III	1999.10	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15
	2000.10	2,1	0,66	5,0	0,10	0,8
EURO IV	2005.10	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5
EURO V	2008.10	1,5	0,46	2,0	0,02	0,5
EURO VI	2013.01	1,5	0,13	0,40	0,01	

Mokestis už atliekų tvarkymą

Lietuvos savivaldybėse iki šiol vyrauja skirtinga mokesčio už atliekų tvarkymą skaičiavimo tvarka, vienoje savivaldybėje taikomas rinkliavos mokestis, kitose skaičiuojamas tarifas, tačiau jos visos privalo užtikrinti principo „teršėjas moka“ įgyvendinimą. Taikant tarifų sistemą, atliekų turėtojai tiesiogiai atsiskaito su atliekų vežėju, neviršydami savivaldybės patvirtinto tarifo. Atliekų vežėjas vykdo atliekų turėtojų apskaitą, renka, kaupia ir atnaujina duomenis apie atliekų turėtojus, siunčia sąskaitas, renka iš jų įmokas už atliekų tvarkymą ir vykdo kitas funkcijas. Veikiant rinkliavų sistemai mokesčio dydį nustato savivaldybės. Rinkliavų sistema pranašesnė už tarifų sistemą, nes, ją taikant, už atliekų tvarkymą surinktos lėšos patenka į savivaldybės biudžetą, todėl savivaldybės arba regioniniai atliekų tvarkymo centrai turi daugiau įtakos nustatant įmokas už atliekų tvarkymą ir jas paskirstant. Tačiau nei viena sistema nesiejama su faktiniu atliekų kiekiu, dažniausiai mokesčio dydis apskaičiuojamas pagal nekilnojamojo turto paskirtį, plotą arba gyventojų skaičių. Tokia sistema neskaitina gyventojų rūšiuoti ir mažinti atliekų kiekį.

Galutinę komunalinių atliekų tvarkymo kainą sudaro trys komponentai (žr. 5 pav.) (LIETUVOS RESPUBLIKOS KONKURENCIJOS TARYBA 2015):

- Surinkimas ir vežimas – priklauso nuo komunalinių atliekų tvarkymo paslaugą teikiančio ūkio subjekto.
- Administravimo kaštai – kiekvienos savivaldybės individualiai nustatomas rinkliavos dydis arba, jei sutartis sudaryta su atliekų tvarkymo įmone, kainą nustato paslaugos teikėjas.

- Šalinimo sąvartyne kaina – priklauso nuo konkretaus sąvartyno, gali skirtis priklausomai nuo atstumo iki sąvartyno.



5 pav. Kainos, kurią vartotojas moka už atliekų tvarkymą, sudedamosios dalys.

Surinkimo, perdavimo ir kiti transportavimo kaštai sudaro apie 60 – 80 proc. visos atliekų tvarkymo kainos (Md. ABDULLA et al. 2013).

Atliekų tvarkymo sistemos dalyviai

Galima išskirti kelias atliekų tvarkymo sistemos dalyvių grupes:

- Gamintojai ir importuotojai, atsakingi už jų vidaus rinkai tiekiamų gaminių ir pakuočių poveikį aplinkai per visą būvio ciklą nuo gamybos iki saugaus atliekų sutvarkymo;
- Atliekų turėtojai arba vartotojai, savo veiklos metu sudaro atliekas, jas rūšiuoja ir moka įmokas už jų tvarkymą;
- Atliekų vežėjai atsakingi už atliekų surinkimą, priima atliekas iš atliekų turėtojų, veža ir perduoda jas atliekų tvarkytojui, naudotojui ar šalintojui;
- Atliekų tvarkytojai, įmonės ar kiti juridiniais asmenys, kurie tvarko atliekas pagal atliekų tvarkymo įstatymus ir teisės aktų reikalavimus;
- Aplinkos ministerija atsakinga už atliekų tvarkymo proceso administravimą, reglamentuoja ir administruoja visų atliekų tvarkymą, kontroliuoja nustatytų reikalavimų ir užduočių vykdymą;
- RATC atsakingi už atliekų tvarkymo funkcijų vykdymą, vykdo savivaldybių pavestas funkcijas;
- Savivaldybės atsakingos už atliekų tvarkymo organizavimą;
- Aplinkos apsaugos agentūra atsakinga už atliekų apskaitą, renka, tvarko ir analizuoja atliekų tvarkymo apskaitos duomenis;
- Regioniniai aplinkos apsaugos departamentai renka ir apdoroja duomenis apie regionuose susidariusias ir sutvarkytas atliekas;

- Kitos institucijos pagal kompetenciją vykdo su sveikatos priežiūra ir atliekų prevencija susijusias funkcijas;
- Kitos interesų grupės – nevyriausybinės organizacijos, mokslo įstaigos, atstovaujantios įvairių sistemos dalyvių interesams.

Norint užtikrinti efektyvią atliekų surinkimo sistemą, visi sistemos dalyviai turi atlikti jiems skirtas funkcijas bei bendradarbiauti tarpusavyje.

1.2.2. Atliekų surinkimo efektyvumas

Lietuvoje atskirai yra surenkamos mišrios komunalinės atliekos, didelių gabaritų atliekos, elektros ir elektroninės įrangos atliekos, pavojingos atliekos ir antrinės žaliavos – popierius ir kartonas, stiklas, plastikas, metalas, įskaitant ir pakuočių atliekas. Lentelėje pateikti surinkti skirtingų atliekų kategorijų kiekiai 2014 metais (žr. 4 lentelę). Iš lentelėje patektų duomenų matome, jog ne visos atliekos yra surenkamos, ypač išsiskiria pakuočių atliekų surinkimas, 2014 metais jų surinkta buvo tik 40,8 proc. Šis procentas parodo tinkamos ir rūšiuoti atliekas skatinančios infrastruktūros trūkumą šalyje.

4 lentelė. *Atliekų surinkimas Lietuvoje 2014 metais* (Aplinkos apsaugos agentūra 2015).

Atliekos rūšis	Pateiktas vidaus rinkai gaminio kiekis, t	Surinkta Lietuvoje atliekų, t
Padangų atliekos	22.219,8	18.171,4
Pakuočių atliekos	344.724,9	140.663,6
EEĮ atliekos	31.515,9	22.960,2
Baterijos ir akumuliatoriai	–	15.745,415
Pavojingos atliekos	–	156.906
Statybos ir griovimo atliekos	–	658.417,7
Komunalinės atliekos	–	1.270.245

Susidariusių padangų atliekų kiekiai kiekvienais metais vis didėja. Padangų atliekos surenkamos DGASA, tačiau dalis gyventojų nesivargina padangų pristatyti į aikšteles ir jas tiesiog palieka prie mišrių komunalinių atliekų konteinerių. Šias atliekas surinkti ir sutvarkyti įsipareigojusios savivaldybės už savo, RATC ar kitų finansavimo šaltinių lėšas. Ši problema iškyla dėl veikiančių nelegalių servisų bei į Lietuvą įvežamų padangų tikslios apskaitos nebuvimo, gamintojų, importuotojų atsakomybės principo neviseiško veikimo, nepakankamos aplinkos apsaugos inspektorių vykdomos kontrolės (KASTANAUSKIENĖ 2014).

Elektros ir elektroninė įrangos platintojai priima gyventojų atneštas EEĮ atliekas, taip pat šios atliekos surenkamos gamintojų, importuotojų įrengtose atliekų surinkimo vietose, DGASA, APA bei įvairių organizuojamų akcijų metu.

Kitų atliekų surinkimo efektyvumą vertinti sudėtinga, nes nėra duomenų apie gaminio kiekio pateikimą vidaus rinkai.

2015 metais Lietuvoje buvo surinkta 1 124 124,82 tonų komunalinių atliekų. Iš jų 700 931,42 t atliekų (t. y. 62 proc.) buvo pašalinta sąvartynuose (REIPAS 2016). Šis skaičius rodo neefektyvų atliekų tvarkymo sistemos veikimą, sąvartynuose išrūšiuojamas nedidelis atvežtų į sąvartyną mišrių komunalinių atliekų kiekis, rūšiavimo linijų pajėgumas per mažas, tačiau situacija gali pasikeisti pradėjus sklandžiai veikti visiems mechaninio apdorojimo įrenginiams Lietuvoje.

Susidarančių atliekų kiekis priklauso nuo daugelio veiksnių: gyventojų skaičiaus, ekonomikos augimo, vartojimo kultūros pokyčių, sezoniškumo, asmeninių prioritetų, socialinės atsakomybės, įsigalėjusių normų, ekonominių, politinių, socialinių ir kitų veiksnių. Numatomas nežymus susidarančių atliekų kiekio augimas, skirtingų atliekų kategorijų kiekiai nurodyti lentelėje (žr. 5 lentelę). Atliekų susidarymo prognozės yra pagrįstos Lietuvos ekonominių rodiklių projekcijomis ir gyventojų skaičiaus kitimo prognozėmis, daroma prielaida, kad bus tobulinama atliekų tvarkymo kontrolė bei atliekų apskaita, ir vis mažiau gamybos ir kitos ūkinės veiklos atliekų pateks į komunalinių atliekų tvarkymo sistemą. Prognozuojama, kad sparčiausiai šalyje gali augti statybinių atliekų kiekiai (Lietuvos Respublikos vyriausybė 2014).

5 lentelė. Skirtingų atliekų kategorijų kiekis (Lietuvos Respublikos vyriausybė 2014).

Atliekų rūšis	Numatomas susidarančių atliekų kiekis per metus (t/m)		
	2016 m.	2017 m.	2018 m.
Komunalinės atliekos	1 382 102	1 386 709	1 391 332
Pakuočių atliekos	312 118	316 239	320 417
Pramonės atliekos	4 392 339	4 455 588	4 519 749
Pavojingos atliekos	188 665	191 818	195 035
Elektros ir elektroninės įrangos atliekos (EEĮA)	13 700	15 617	17 535
Baterijos ir akumuliatoriai	18 192	18 920	19 676
Biologiškai skaidžios komunalinės atliekos	612 255	614 296	616 344
Statybos ir griovimo atliekos	857 767	868 060	878 477

1.2.3. Atliekų surinkimo efektyvumą sąlygojantys veiksniai

Atliekų surinkimo sistema yra sudedamoji atliekų tvarkymo sistemos dalis, kuriai įvertinti naudojami ekologiniai, ekonominiai ir socialiniai kriterijai.

Jungtinėse Amerikos Valstijose buvo atlikti tyrimai, išanalizuotas 104 paėmimo sistemų darbas ir atliktas statistinis surinkimo sistemos vertinimas. Gauti tyrimo rezultatai parodė, jog įsipareigojantis dalyvavimas surinkimo sistemos darbe lemia didesnę dalyvių skaičių. Surenkamų ir atskiriamų naudotų medžiagų rūšių skaičius neturi ryšio su dalyvaujančių jas surenkant gyventojų skaičiumi. Naudoti pateiktų surinkimo talpų vietų skaičius neturi jokios įtakos įsipareigojančiai surinkimo sistemai, tačiau turi įtakos savanorišku principu pagrįstai surinkimo sistemai. Nustatyta, jog ekonominės priemonės, t. y. nuo talpų tūrio ir atliekų svorio priklausantys mokesčiai, baudos, daro teigiamą įtaką surinkimo sistemai funkcionuoti. Tačiau atliekų paėmimo diena neturi jokios įtakos surinkimo sistemos dalyvių skaičiui (MINALGA 2010).

VšĮ „Pakuočių tvarkymo organizacijos“ (PTO) inicijuotos apklausos, kurią atliko bendrovė „Norstat“, rezultatai parodė, jog arti namų stovintys specialūs konteineriai 70 proc. respondentų yra svarbus veiksnys, kuris motyvuoja rūšiuoti atliekas (Pakuočių Tvarkymo Organizacija 2013). Aplinkos ministerijos užsakymu atliktas viešosios nuomonės tyrimas, kurį atliko rinkos analizės ir tyrimų grupė UAB „RAIT“ parodė, kad 35 proc. apklaustųjų meta visas atliekas į vieną buitinių atliekų konteinerį, nes tai jiems tiesiog yra patogiau.

Evelina Mačiulskienė savo magistro diplominiame darbe nagrinėjo Kauno miesto gyventojų atliekų rūšiavimo motyvaciją. Respondentų buvo paprašyta įvertinti veiksnius, veikiančius jų motyvaciją rūšiuoti. Atlikus tyrimą gauti duomenys: beveik kas antras iš apklaustųjų nurodė, jog rūšiuoja skatinami ekonominės naudos faktorių (t.y. 48 proc. respondentų). Aplinkos apsaugos veiksnius pasirinko kas trečias respondentas (33 proc.). Socialinio priklausomumo (bendruomeniškumo) motyvus pasirinko mažiausiai – vos penktadalis respondentų (19 proc.) (MAČIULSKIENĖ 2014).

Apibendrinant, galima išskirti du pagrindinius veiksnius lemiančius atliekų surinkimo efektyvumą:

- Patogumo vartotojams (techniniai komponentai) – aprūpinimas surinkimo talpomis, atstumas iki surinkimo talpų, ištuštinimo dažnumas, nemalonių kvapų bei parazitų išvengimas;
- Motyvacijos ir vartotojų požiūrio (informaciniai komponentai) – gyventojų švietimas, rūšiavimo populiarinimas, ekonominės priemonės.

Kaip viena iš efektyvių ekonominių priemonių – vietinės rinkliavos už atliekų surinkimą dydžio nustatymas, taikant dvinarę sistemą, kuri susidėtų iš pastovios ir kintamosios dalies. Kintamoji dalis turėtų priklausyti nuo konkretaus pas kiekvieną gyventoją susidarančio atliekų kiekio. Tačiau, norint įgyvendinti tokią sistemą, reikia turėti atliekų turėtojų registrą, transporto priemones su svėrimo technologija. Dar didesnė problema būtų su daugiabučių namų gyventojais, besinaudojančiais bendrais atliekų konteineriais, kaip įvertinti jų sudarytą atliekų kiekį. Taip pat, atsirastų atliekų „migracijos“ pavojus, gyventojai bandytų atsikratyti

atliekomis, jog netektų už jas mokėti. Kokiu būdu ateityje būtų galima įgyvendinti šią sistemą galima mokytis iš kitų šalių patirties.

Viena iš lyderių atliekų tvarkyme yra Pietų Korėja. Ši šalis priversta surinkti ir perdirbti visas atliekas, nes tiesiog nebeturi laisvo ploto joms kaupti. Nors atliekos šalyje buvo pradėtos rūšiuoti tik prieš gerą dešimtmetį ir šalyje nėra priimtos bendros, nacionalinio lygio atliekų tvarkymo ir atsiskaitymo už šias paslaugas tvarkos, tačiau visi vyraujantys būdai parenti taisykle „mokėk už tai, kiek išmeti“. Įdiegus atliekų rūšiavimo sistemą, miestuose beveik nebeliko bendro naudojimo šiukšliadėžių, taip siekiant išvengti atliekų „migracijos“. Pietų Korėjos sostinėje Seule vyrauja tokie atliekų surinkimo būdai (Asia today 2013):

- Maisto atliekos surenkamos naudojant konteinerius su įdiegta (RFID) identifikavimo sistema. Kiekvienas vartotojas turi asmeninę kortelę, kurią nuskaičius galima atidaryti konteinerį, tuomet atliekos pasveriamos ir automatiškai paskaičiuojamas mokestis už atliekų sutvarkymą, mėnesio gale vartotojas gauna suminę sąskaitą.
- Iš anksto apmokėtų maišelių sistema paremta tuo, jog gyventojai prekybos centruose gali įsigyti skirtingų spalvų ir dydžių maišelius. Spalvos skiriasi atitinkamai skirtingoms atliekų rūšims (organinėms, neorganinėms) ir aptarnaujamoms teritorijoms, skirtingi rajonai turi skirtingos spalvos maišelius. Maišelio kaina priklauso nuo dydžio ir atliekų rūšies.
- Brūkšninių kodų identifikavimo sistema, dar vienas būdas maisto atliekoms surinkti. Vartotojai atliekas deda į standartizuotų dydžių kompostavimo dėžes, už kurias sumoka nuskaičius brūkšninį kodą, priklijuotą prie dėžės.



6 pav. Atliekų surinkimo sistemos Pietų Korėjoje.

Pietų Korėjoje įdiegus identifikavimo sistemas ir pradėjus taikyti atliekų šalinimo mokestį proporcingą šalinamo atliekų kiekiui, maisto atliekų susidarymas sumažėjo 20 proc. Šis pavyzdys įrodo, jog ekonominės priemonės būtinos norint mažinti susidariusių atliekų kiekį.

Šių metų balandžio 20 dieną, Vyriausybė patvirtino Vietinės rinkliavos ar kitos įmokos už komunalinių atliekų surinkimą iš atliekų turėtojų ir atliekų tvarkymą dydžio nustatymo taisyklės, kurios įsigalios nuo 2017 metų. Taisyklėmis nustatoma, įtraukti pastoviąsias ir kintamąsias dalis apskaičiuojant rinkliavos už komunalines

atliekas dydį. Įmokos dydį bus privaloma apskaičiuoti tik pagal vieną iš taisyklėse išvardintų kriterijų: plotą, gyventojų skaičių ar nustatytą atliekų susikaupimo normą.

1.3. Naujos technologijos siekiant miesto darnumo

2014 metais 54% visų Žemėje gyvenančių žmonių gyveno miestuose, Jungtinių Tautų prognozėmis 2050 metais šis procentas gali padidėti iki 66% (CHIFARI et al. 2016). Šis masinės urbanizacijos fenomenas kelia tam tikrų ekologinių, ekonominių bei socialinių problemų, 80% CO₂ emisijų susidaro miestuose. Suvokus ir įvertinus neigiamus padarinius pradėtas skatinti darnaus miesto vystymasis, išmaniųjų miestų planavimas bei kūrimas (LAZAROIU, ROSCIA 2012).

Darniai plėtojant miestą siekiama suderinti ekonominį augimą ir socialinę pažangą, neeikvojant neatsinaujančių gamtinių išteklių ir nekeliant grėsmės ekologiniai pusiausvyrai. Darniame mieste turi būti užtikrinamos trys pagrindinės dimensijos:

- Socialinė – užtikrinanti gyventojų būsto, darbo, mokslo ir sveikatos poreikius;
- Ekonominė – svarbu užtikrinti valdymo bei ekonominių galimybių efektyvumą;
- Aplinkosauginė – turi prisidėti prie švaraus oro, vandens ir ekologinės pėdos palaikymo.

Išmanaus miesto sąvoka apima visas šias dimensijas, tačiau dar reikia įtraukti tokius komponentus kaip, mobilumas bei valdymas. Miestai tapo priklausomi nuo informacijos srautų, o mus supantys daiktai po truputį tampa aktyviais informacijos mainų dalyviais. Daiktų internetas tai darinys, kuriame fiziniai objektai yra sujungti į informacinį tinklą, jie gali būti identifikuojami siekiant siųsti ir priimti informaciją (ŠIUPŠINSKAS 2014).

Daugelis tankiai apgyvendintų miestų susiduria su atliekų valdymo problemomis jau dabar, todėl būtinas naujų technologijų taikymas siekiant esamų sistemų ir miesto darnumo. Lentelėje pateikiamos informacinės ir komunikacinės technologijos bei jų taikymas atliekų valdyme (žr. 6 lent.). Erdvinės technologijos kaupia erdvėje koordinuotus duomenis, juos saugo, vaizduoja, integruoja bei analizuoja. Šios technologijos naudojamos logistikos ir atliekų transportavimo srityse, atliekų srautų ir atliekų infrastruktūros planavime. Identifikavimo technologijų panaudojimas aprašytas 1.2.3. skyrelyje, šios technologijos naudojamos identifikuoti atliekų turėtoją. Sensorių pagalba vykdomas stebėjimas, priklausomai nuo sensoriaus tipo gali būti stebimas atliekų kiekis, matuojama drėgmė, dujų susidarymas ir kiti parametrai. Duomenų perdavimo technologijos turi palaikyti ryšį tarp bet kurių įtaisų. Tinklai skiriasi savo veikimo atstumas ir duomenų perdavimo sparta, energijos suvartojimu bei kaina. Dažniausiai atliekų valdyme naudojamas ZigBee tinklas dėl sąlyginai mažos kainos ir energijos taupymo. ZigBee veikimo atstumas tarp įrenginių 10m, tačiau naudojant mažesnę perdavimo spartą atstumas gali išaugti iki 100m (KAROTKIS 2015).

6 lentelė. Informacinės ir komunikacinės technologijos bei jų taikymas atliekų valdyje (HANNAN et al. 2015).

Informacinių ir komunikacinių technologijų (IKT) klasifikavimas	Pavyzdys	Taikymas
Erdvinės technologijos	GIS	Vietos parinkimas; planavimas; valdymas; vertinimas; optimizavimas
	GPS	Maršrutų ir atliekų surinkimo optimizavimas; transporto sekimas; planavimas; atsiskaitymas už paslaugas
	RS	Vietos parinkimas; poveikio aplinkai vertinimas; stebėjimas
Identifikavimo technologijos	Brūkšniniai kodai	Pažangus perdirbimas; atliekų šalinimas; atsiskaitymas už šalinimą; sąvartyno mažinimas; rizikos valdymas
	RFID	Konteinerio identifikavimas; atsiskaitymas už atliekų šalinimą; optimizavimas; rūšiavimas ir perdirbimas
Duomenų rinkimo technologijos	Sensoriai	Rūšiavimas; optimizavimas; drėgmės išvengimas; energijos ir kvapo matavimas; planavimas
Duomenų perdavimo technologijos	GSM/GPRS	Ilgo nuotolio komunikacijos
	ZigBee	Trumpojo nuotolio komunikacijos
	Wi-Fi	Trumpojo nuotolio komunikacijos
	Bluetooth	Trumpojo nuotolio komunikacijos

1.3.1 Jutikliniai tinklai

Viena iš priežasčių lemiančių neefektyvų atliekų surinkimą yra nesugebėjimas prognozuoti kada reikia ištuštinti konteinerius. Dažnai sunkvežimiai siunčiami surinkti atliekas, tačiau konteineriai būna pustuščiai, taip eikvojami degalai, laikas ir teršiama aplinka, išskiriant anglies dvideginį. Arba atvirkščiai konteineriai būna perpildyti, dėl to nukenčia atliekų kokybė, pažeidžiamos higienos sąlygos bei kyla gyventojų nepasitenkinimas.

Šiuolaikinės informacijos ir komunikacijos technologijos bei telekomunikacinių tinklų vystymasis sudaro sąlygas stebėti įvairius aplinkos ir objektų parametrus bei juos kontroliuoti. Duomenys per tinklą gali būti perduodami ne tik naudojant sąveiką „žmogus-žmogus“ ar „žmogus-kompiuteris“, bet ir per jutiklius sąveikaujant „įrenginys-įrenginys“. Tokiu principu sujungiami tiek fiziniai, tiek virtualieji daiktai, sukuriant globalią infrastruktūrą, kitaip dar vadinamą daiktų internetu (angl. IoT arba Internet of Things). Sistemos

sukūrimui reikalingi sąlyginai nebrangūs belaidžiai jutikliai ir jų prijungimas prie duomenų bazės. Jutiklių tinklų dengiami plotai, sritys bei duomenų atnaujinimo dažnumas priklauso nuo esamos duomenų perdavimo tinklų infrastruktūros ir energijos kiekio, reikalingo informacijai surinkti ir jos tolimesniam perdavimui užtikrinti. Belaidžiai tinklai naudojami labai plačiai: nuo interneto duomenų perdavimo iki karybos, medicinos, valdymo sistemų buityje, pramonėje ir aplinkoje kūrimo, vykstančių procesų stebėjimo, ne išimtis ir atliekų valdymas (BALBONAS, D., DAUNYS, G. 2012). Sensorių pagalba galima užtikrinti nuolatinį monitoringą ir tiesioginį ryšį tarp erdvės naudotojų ir administratorių.

Išmanią atliekų surinkimo sistemą sudaro keli komponentai (ANAGNOSTOPOULOS et al. 2015):

- Išmanusis konteineris;

Konteineris turi turėti globalią padėties nustatymo sistemą (angl. Global Positioning System – GPS), būti paženklintas RFID (radijo dažnio identifikavimo) ženkliuku, tam kad būtų identifikuotas, turėti sensorius, kurie matuotų atliekų tūrį, drėgmę, temperatūrą ar kitus norimus parametrus konteineryje, priklausomai nuo sensoriaus tipo.



7 pav. Konteinerio užpildymo laipsnio matavimas

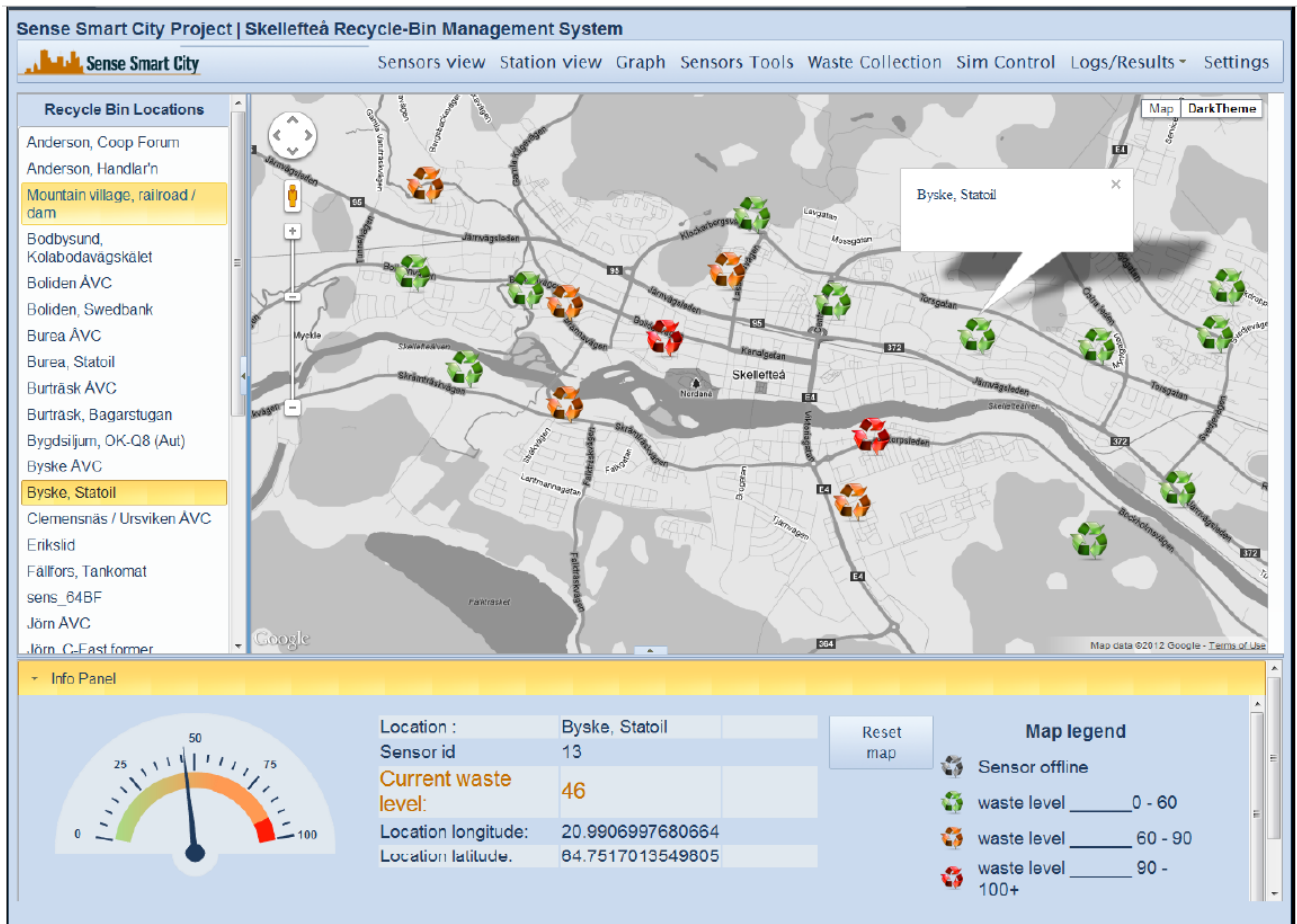
- Atliekų surinkimo sunkvežimis;

Sunkvežimyje turi veikti geografinė informacinė sistema (GIS), kuri sektų sunkvežimių ir konteinerių koordinates bei parinktų optimaliausius maršrutus. GIS atsižvelgia į visus statinius ir dinامينius duomenis, tokius kaip konteinerio vieta, užpildymo laipsnis, kelių infrastruktūrą bei eismo sąlygas.

- Duomenų bazė.

Duomenų bazėje turi būti užregistruoti visi klientai, administruojami jų duomenys, pagal gautus duomenis vykdoma analizė, sudaromi aptarnavimo grafikai, formuojamos sąskaitos – faktūros.

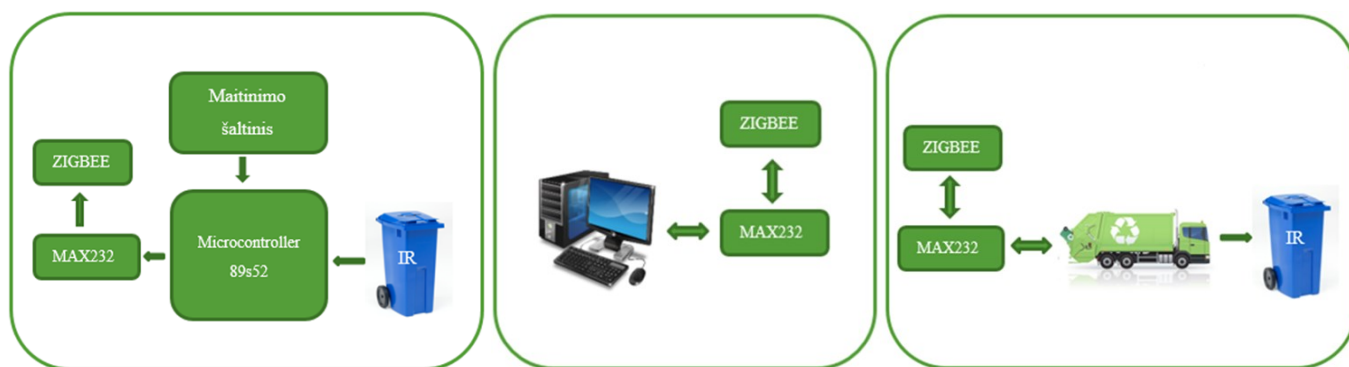
Visi šie komponentai turi būti sujungti į vieną tinklą, naudojant vieną iš duomenų perdavimo technologijų.



8 pav. Atliekų surinkimo valdymo sistema matuojanti atliekų užpildymo laipsnį konteineriuose.

Išmanūs sprendimai tampa vis populiariesni dėl pingančių sensorių. Tapo palyginti nesudėtinga integruoti įvairius daviklius tiek į esamą miesto infrastruktūrą, tiek kurti didelius naujus sensorių tinklus. Tokiu būdu urbanistinė miesto terpė išlieka mažai pakitus (ŠIUPŠINSKAS 2014).

Jutiklių tinklų veikimo principas pateiktas 9 pav. (Enevo 2014, PAVITHRA 2014). Konteineriye įmontuotas infraraudonųjų spindulių (IR) sensorius, matuoja konteinerio užpildymo laipsnį. IR spinduliai tai elektromagnetinė spinduliuotė, kurios ilgis didesnis nei matomos šviesos. Šie sensoriai pasižymi sąlyginai maža kaina ir sunaudojama energija. Mikrovaldiklis nustatytas taip, kad konteineriui užsipildžius iki tam tikros ribos, bus siunčiamas signalas į atliekų tvarkymo įmonės kompiuterį. Duomenų perdavimas būtų neįmanomas be „MAX232“ mikroschemos, kuri konvertuoja signalą gautą iš mikrovaldiklio ir perduoda jį ZigBee“ belaidžiu tinklu. Tokiu būdu visi komponentai: konteineris, kompiuteris ir šiukšliavežė, sujungiami į vieną tinklą ir gali „bendrauti“ tarpusavyje.



9 pav. Išmaniųjų tinklų veikimo principas.

Suomių kompanija „Enevo“ siūlo sprendimą, kaip supaprastinti ir optimizuoti atliekų valdymą. Naudojant įmonės sukurtą belaidį ultragarsinį jutiklį, galima išmatuoti atliekų užpildymo laipsnį, temperatūrą konteineryje, taip pat jutiklis įspėja apie ištuštinimo laiką, gaisro arba vandalizmo pavojų. Matavimai ir įspėjimai yra automatiškai perduodami į „Enevo One“ serverius, naudojant 3G korinį tinklą. Vartotojai įmonės svetainėje gali tiesiogiai stebėti savo konteinerio statusą ir peržiūrėti įvykius. Jutiklyje įmontuota didelio našumo ličio baterija, kurios veikimo laikas daugiau nei 10 metų. Jutiklis pagamintas iš poliuretano, yra atsparus šiukščioms aplinkos sąlygoms, hermetiškas (Enevo 2014).



10 pav. „Enevo“ jutiklis

Nuo 2014 metų Europos Komisija renka miestą, kuris kuria geriausią inovacijų aplinką, siejančią piliečius, viešąsias organizacijas, mokslo bendruomenę bei verslą, ir suteikia inovacijų sostinės (angl. „iCapital“) titulą (European Commission 2016). Pirmasis miestas gavęs apdovanojimą – Barselona – išmanus miestas galintis pasigirti nemažu kiekiu naujų technologijų ir novatoriškų sprendimų. Barselonoje atliekos surenkamos naudojant jutiklinius tinklus. Užpildžius konteinerį daugiau nei 80 proc. siunčiamas signalas atliekų tvarkymo įmonei. Įmonė realiu laiku seka duomenis, žemėlapyje konteineriai žymimi šviesoforo spalvomis, raudonai žymimi konteineriai kuriuos būtina kuo skubiau ištuštinti, tuomet pagal turimus duomenis sistema parenka optimaliausią maršrutą (SOMAYYA, RAMASWAMY 2015). Barselonoje naudojami Vokiečių kompanijos sukurti MOBA atliekų lygio matavimo prietaisai. Išmatuoti duomenys yra reguliariai perduodami naudojant mobiliojo ryšio tinklą. Pasitelkus išmanią atliekų tvarkymo sistemą Barselona įrodė, jog sensoriai

padeda taupyti laiką, pinigus ir kurą, taip pat sumažina išmetamųjų dujų kiekį bei triukšmo lygį. Įdiegus MOBA prietaisus, atliekų surinkimo maršrutų skaičius sumažėjo 30% (Pepperl+Fuchs 2016).

1.3.2 Išmaniosios aplikacijos

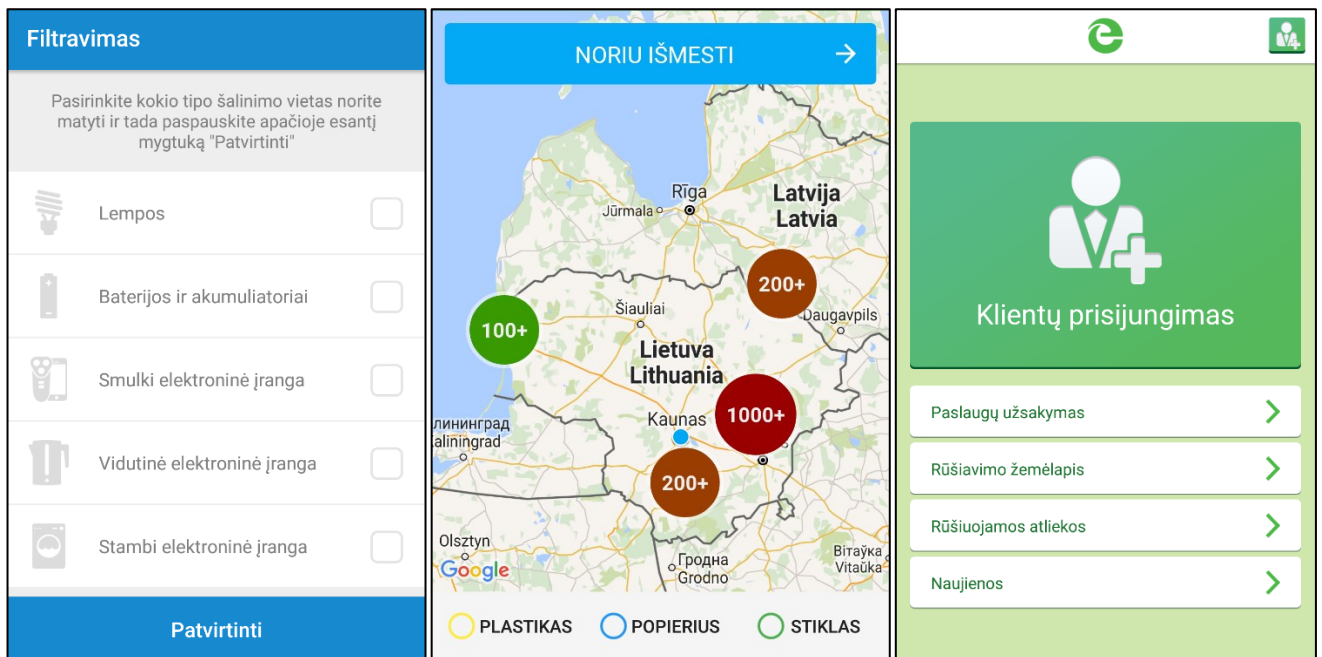
2014 metais suskaičiuota 1,59 bilijonų išmaniųjų telefonų vartotojų, manoma, jog 2019 metais šis skaičius sieks 2,66 bilijonų (The Statistics Portal 2016). Skaitmeninė revoliucija suteikia didžiules galimybes, išmaniosios aplikacijos gali prisidėti prie efektyvesnio ir veiksmingesnio atliekų surinkimo, perdirbimo, atliekų logistikos.

Informacijos apie rūšiavimo svarbą ir naudą pateikiama daug, tačiau gyventojams vis dar kyla klausimų į kurį konteinerį mesti vieną ar kitą atlieką. Išmaniosios aplikacijos gali padėti teisingai rūšiuoti atliekas. Dauguma išmaniųjų telefonų dabar turi fotokameras, kurių pagalba gali nuskaityti brūkšninį arba QR (angl. Quick Response Code, greito atsakymo kodas) kodus. Nuskaityti kodą esantį ant atliekos, programėlė pateikia kokios rūšies tai atlieka ir kaip teisingai ją pašalinti (GLOUCHE, COUDERC 2014).

Britų sukurta išmanioji programėlė (angl. Keep Britain smartphone app) padeda stabdyti vandalizmą - šiukšlinimą, konteinerių vartymą ir palaikyti tvarką mieste. Šią programėlę naudoti paprasta ir greitai, piliečiai tiesiog užfiksuoja pažeidimą ar perpildytą konteinerį, jį nufotografuojant ir pažymint vietą, ir tiesiogiai siunčia į vietos valdos instituciją, kuri greitai reaguoja į gautą informaciją ir imasi atitinkamų sprendimų (Environmental Industries Commission 2014).

Lietuvoje išmaniųjų telefonų naudotojai gali prisijungti Elektronikos platintojų asociacijos sukurta mobiliąją aplikaciją „RŪŠIUOKLIS“. Ši programėlė padeda gyventojams rasti informaciją apie mažų, vidutinių ar didelių gabaritų elektros ar elektroninės technikos prietaisų šalinimo vietas bei leidžia nemokamai užsisakyti prietaisų išvežimą iš namų gyventojams patogiu metu. Įjungus programėlę ir nustatčius norimo išmesti prietaiso rūšį, navigacijos įrenginys aptinka telefono buvimo vietą ir parenka artimiausius prietaiso surinkimo taškus. Taip pat mobiliojoje aplikacijoje veikia įspėjimo funkcija, kurios pagalba vartotojai gali pranešti apie tam tikrus konteinerio gedimus ar perpildymą ir taip paspartinti atliekų išvežimą (GRYNAS 2015).

„Ecoservice“ tai dar viena atliekas padedanti tvarkyti išmanioji programėlė. Programėlė skirta tarifinių rajonų gyventojams, sudariusiems tiesiogines sutartis su atliekų vežėju. Vartotojai prisijungę prie savo paskyros gali matyti atliekų surinkimo grafikus, pasitikrinti skolos likutį, nusistatyti priminimą apie artėjantį atliekų išvežimą, realiu laiku reaguoti į bendrovės teikiamų paslaugų kokybę, pranešti apie netvarkingus konteinerius. Taip pat, programėlės naudotojams prieinamas rūšiavimo žemėlapis, visa informacija kaip rūšiuoti bei galimybė užsisakyti statybinių ir stambiagabaričių atliekų, padangų išvežimą, pavojingų atliekų surinkimą ir išvežimą (Made In Vilnius 2014).

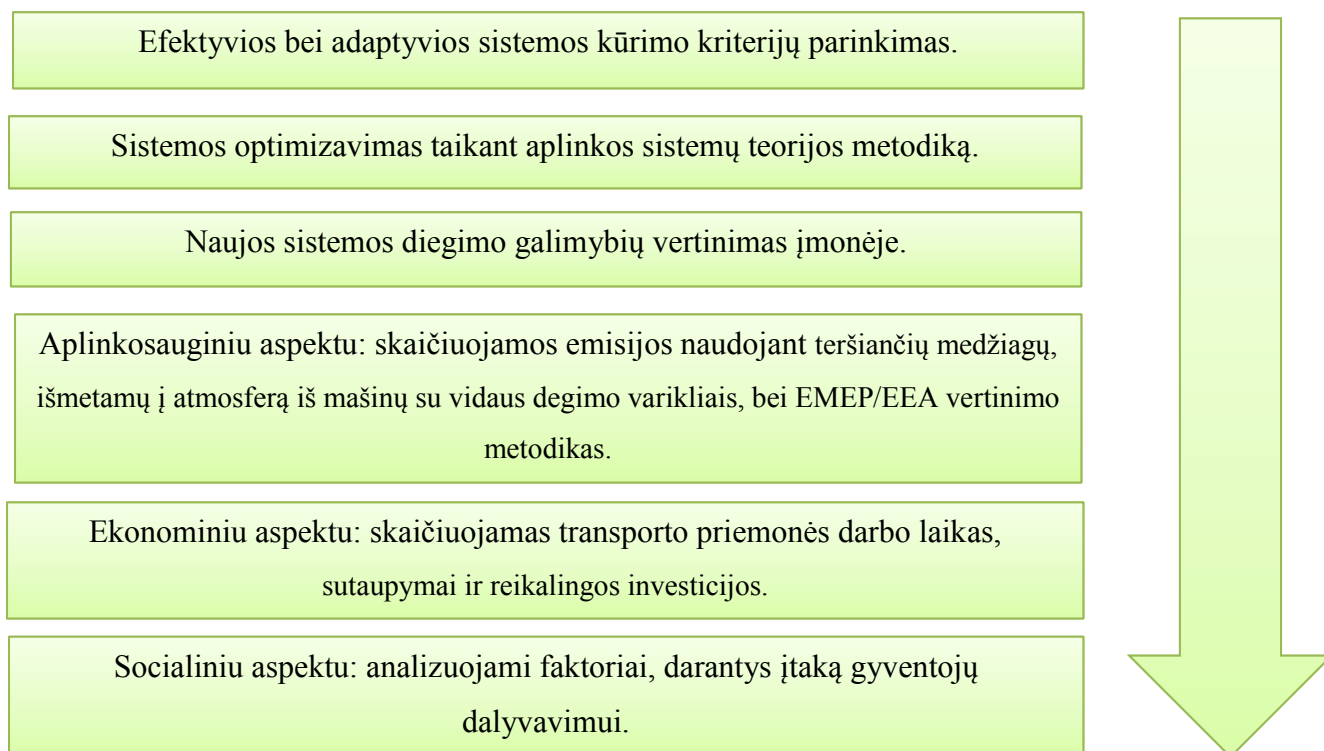


11 pav. Išmaniosios aplikacijos Lietuvoje („Rūšiuklis“; „Žaliasis Taškas“; „Ecoservice“).

Didžiausia Lietuvoje pakuočių atliekų tvarkymo organizacija „Žaliasis taškas“ sukūrė programėlę kuri leis vartotojams sužinoti kur stovi artimiausiai esantys rūšiavimo konteineriai bei rasti visą reikalingą informaciją kaip tai teisingai daryti. Tačiau kol kas dar neužbaigtas visą Lietuvos teritoriją apimantis atliekų rūšiavimo konteinerių žemėlapis, trūksta informacijos apie Kauną (GRYNAS 2016).

2. TYRIMO METODIKA

Vienas iš darbo uždavinių yra sudaryti metodiką efektyviai atliekų surinkimo sistemai sukurti ir įvertinti. Kadangi literatūroje atliekų surinkimo fazė nėra plačiai aprašoma ir nėra sukurtos tikslios vertinimo metodikos, todėl remiantis užsienio ir lietuvių literatūros šaltiniais šio darbo metodika sudaryta savarankiškai (žr. 12 pav.).



12 pav. Darbo tyrimo eiga.

2.1. Efektyvi sistema

Pirmiausiai norint sukurti efektyvią sistemą reikia nusistatyti kriterijus. Apie kintančios sistemos kūrimą savo darbe rašė prof. Sarah Burch, kuri teigė, jog tik sistema turinti visus aštuonis komponentus, gali veikti efektyviai (žr. 7 lent.). Tiriamojoje dalyje pagal šiuos kriterijus bus analizuojama atliekų surinkimo sistema ir vertinamas jos efektyvumas.

7 lentelė. *Efektvios sistemos kūrimas* (BURCH et al. 2014).

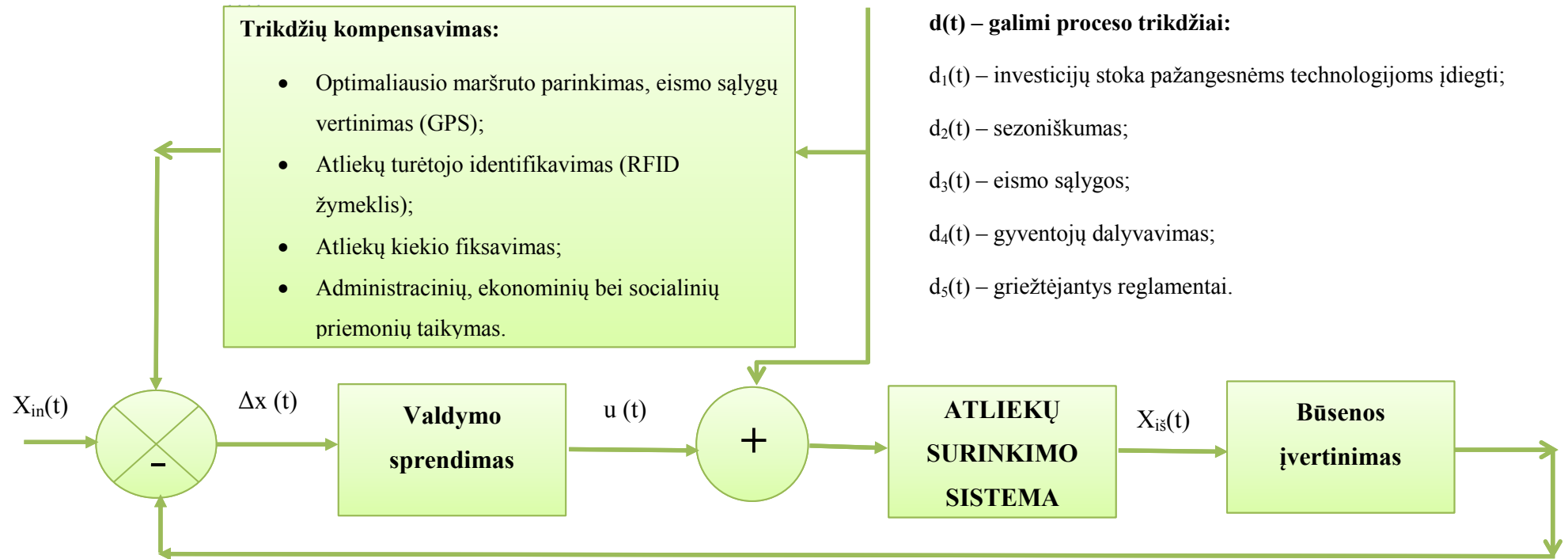
Kriterijus	Aprašymas
Valdžios ir visuomenės dalyvavimas	Bendradarbiavimas tarp valstybinių ir nevalstybinių organizacijų, įtraukiant visą visuomenę bei privačius sektorius strategijų kūrime ir įgyvendinime.
Sisteminis požiūris	Ryšių tarp klimato kaitos, ekonomikos vystymo, socialinės lygybės, problemų kompleksiško suvokimas.
Tikslai	Ambicingų tikslų nustatymas, atitinkamų finansavimo mechanizmų, metodikų kūrimas bei protingas terminų nustatymas.
Priemonės	Priemonių įvairovė siekiant užsibrėžtų tikslų.
Duomenys	Duomenų rinkimas, stebėjimas ir vertinimas, indikatorių kūrimas.
Adaptivus valdymas	Planų ir strategijų pritaikymas atsižvelgiant į gautus rezultatus, naujų suinteresuotų šalių įtraukimas
Strateginė partnerystė bei integruotų sprendimų priėmimas	Partnerių paieška, bendradarbiavimas su užsienio šalimis
Inovacijų skatinimas	Įvairūs apdovanojimai, konkursai, finansavimas, projektai.

2.2. Esamos sistemos optimizavimas taikant aplinkos sistemų teorijos metodiką

Esamų sistemų, procesų optimizavimas, taikant procesų valdymo teoriją, gali būti vienas iš taršos prevencijos būdų. Proceso vykdymą užtikrina automatinis valdymas, tai techninių, organizacinių ir kitokių priemonių kompleksas.

Pagal sistemų teoriją išskiriami reaktyvūs ir prevenciniai metodai. Reaktyviaja veikla siekiama mažinti neigiamą poveikį ir riziką jau „po įvykio fakto“ (pavyzdžiui: valdymo sistemos kūrimo priežastis – siekimas atitikti esamą reglamentą). Prevencinis aplinkos sistemos valdymas pagrįstas tuo, kad stengiamasi nustatyti medžiagas, procesus žalojančius aplinką ir juos eliminuoti, išvengiant neigiamo poveikio (pavyzdžiui: siekiama pasirengti griežtėjančių reglamentų atitikti) (KLIPOVA 2002).

Trikdžių kompensavimo sistema, kuri naudojame darbe, yra prevencinė aplinkos vadybos sistema (žr. 13 pav.) Valdymo sistemos objektas gali būti įvairūs ūkio sektorių procesai (pavyzdžiui: pramonės, energijos gamybos, komunalinių paslaugų, valymo įrenginių, transporto ir kt.). Pagrindinis procesų valdymo diegimo tikslas – padidinti proceso veiklos efektyvumo rodiklius, surasti tinkamus strateginius veiksniai, kurie leistų užtikrinti teigiamą U (t) valdymo poveikį (KLIPOVA 2002).

 **$x_{in}(t)$ – reikalavimas procesui:**

$x_{in1}(t)$ – konteinerio užpildymo laipsnis, $x_{in1}(t) > 70\%$;

$x_{in2}(t)$ – surinkimo apkrova, viso šiukšliavežės kėbulo tūrio panaudojimas, $x_{in2}(t) \rightarrow 100\%$;

$x_{in3}(t)$ – maršrutų optimizavimas, trumpiausio atstumo parinkimas, $x_{in3}(t) \rightarrow \min$;

$x_{in4}(t)$ – maršruto laikas, kamščių, kelių tvarkymo darbų vengimas,

$x_{in4}(t) \rightarrow \min$;

$x_{in5}(t)$ – degalų sąnaudos, $x_{in5}(t) \rightarrow \min$;

 $x_{is1}(t)$ – proceso parametrai:

$x_{is11}(t)$ – konteinerio užpildymo laipsnis, %;

$x_{is12}(t)$ – šiukšliavežės kėbulo tūris, m^3 ;

$x_{is13}(t)$ – konteinerio tūris, m^3 ;

$x_{is14}(t)$ – konteinerių skaičius aptarnaujamoje teritorijoje, vnt.;

$x_{is15}(t)$ – šiukšliavežės kėbulo užpildymo laipsnis, %;

$x_{is16}(t)$ – nuvažiuotas atstumas, km;

$x_{is17}(t)$ – degalų sąnaudos, l/km.

 $x_{is2}(t)$ – produkto parametrai:

$x_{is21}(t)$ – priemaišos atliekų sraute, %;

$x_{is22}(t)$ – atliekų svoris, kg;

$x_{is23}(t)$ – transporto emisijos (CO , CH , NO_x , SO_2 , PM), g.

13 pav. Aplinkos sistemų teorijos taikymas atliekų surinkimo sistemoje.

Siekiant išanalizuoti atliekų surinkimo sistemą, sudaryta schema (žr. 13 pav.). Uždarą trikdžių kompensavimo sistemą aprašo tokie kintamieji:

- $X_{in}(t)$ – įėjimo kintamieji, sistemos tikslai arba pageidaujami dydžiai (konteinerio užpildymo laipsnis, šiukšliavežės apkrova, degalų sąnaudos ir kt.);
- X_{is} – išėjimo kintamieji, vertinami materialinių ir energetinių srautų fiziniais parametrais: atliekų svoris, priemaišos, kokybė, transporto emisijos, konteinerio užpildymo laipsnis, atstumas ir kt.;
- $D(t)$ – trikdžiai, nekontroliuojamieji įėjimo kintamieji, paprastai jie būna atsitiktinio pobūdžio;
- $\Delta X(t)$ – objekto būsenos kintamųjų nukrypimai nuo nustatytų tikslų (apribojimų), atsirandantys dėl trikdžių veikimo;
- $U(t)$ – valdymo poveikis, nustato žaliavų, medžiagų, energijos ir kitų išteklių naudojimo bei susidariusios taršos pokyčius proceso metu;

Schemoje identifikuoti visi trikdžiai galintys daryti poveikį objektui – atliekų surinkimo sistemai. Sezoniškumas bei besikeičiantys įstatymai daro įtaką atliekų susidarymo kiekiui, pvz. įvedus užstato sistemą plastikinei tarai, manoma, jog gyventojai plastiko atliekų šalins mažiau. Nuo gyventojų aktyvumo ir inovacijų priklauso atliekų surinkimo efektyvumas, atliekų surinkimui turi įtakos eismo sąlygos, kelio darbai.

Toliau darbe valdymo sistemos objektas sukonkretinamas ir išanalizuotai sistemai siūlomi sprendimai, kelios alternatyvos esamiems trikdžiams kompensuoti. Valdymo sistemos realizavimas galimas tik tuo atveju, jeigu inovacijų įvykdomumo analizės rezultate bus pasiekama ekonominė nauda (KLIPOVA 2002). Pasirinktomis inovacijoms bus atliktas aplinkosauginis, ekonominis bei socialinis įvertinimas.

2.3. Transporto priemonių sudaromos oro taršos vertinimas

Šios dalies tikslas yra transporto, reikalingo surinkti atliekas, susidariusias Ringaudų seniūnijoje poreikio įvertinimas. Žinant aptarnaujamojoje teritorijoje esančių konteinerių skaičių ir talpą, galima apskaičiuoti, koks bus bendras tūris telpantis konteineriuose.

$$V_{k,i} = n_i \cdot V_{kt} \text{ (m}^3\text{)}; \quad (1)$$

Čia: n_i – konteinerių skaičius zonoje, vnt.;

V_{kt} – konteinerio talpa, m³.

Apskaičiuojamas atliekų bendras tūris, pagal konteinerio pripildymo laipsnį.

$$V_i^{a3} = V_{k,i} \cdot k \text{ (m}^3\text{)}; \quad (2)$$

Čia: k – konteinerių pripildymo laipsnis (parenkamas pagal literatūros duomenis: dažniausiai 0,67 – 0,85).

Atliekų surinkimo transporto maršrutų skaičius, reikalingas surinkti pasirinkto laikotarpio atliekas kiekvienoje zonoje, apskaičiuojamas (mišrioms komunalinėms, antrinėms žaliavoms):

$$n_{m,i} = \frac{V_i^{a3}}{V_u \cdot d}; \quad (3)$$

Čia: V_u – atliekų surinkimo mašinos kėbulo talpa, priimama pagal šiuo metu rinkoje esančių transporto priemonių parametrus arba gamintojų technines charakteristikas, m^3 ;

d – transporto priemonės sutankinimo laipsnis ($2 \div 3$).

Transporto emisijoms skaičiuoti darbe bus taikoma teršiančių medžiagų, išmetamų į atmosferą iš mašinų su vidaus degimo varikliais vertinimo metodika pateikta G. Denafos knygoje „Atmosferos apsauga“ I dalis (DENAFAS 2000).

Automobilių, traktorių ir kitų savaeigių bei nesavaeigių ir stacionarių mašinų su vidaus degimo varikliais į aplinkos orą išmetamos medžiagos „k“ kiekis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$P_{k,f} = m_{k,f} \cdot B_i \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (4)$$

Čia: $m_{k,f}$ – savitasis teršalų (anglies monoksido, azoto oksidų, angliavandenilių, sieros dioksido, kietų dalelių) kiekis, sudegus „i“ rūšies degalų kiekio vienetui, reikšmės pateiktos I priedo lentelėje;

B_i – sunaudotas „i“ rūšies degalų kiekis;

K_1 – koeficientas, įvertinantis variklio darbo sąlygų įtaką teršalų „k“ kiekiui;

K_2 – koeficientas, įvertinantis mašinos amžiaus įtaką teršalų „k“ kiekiui;

K_3 – koeficientas, įvertinantis mašinos konstrukcijos įtaką (pvz. karbiuratoriaus pakeitimą įpurškimo sistema) teršalų „k“ kiekiui, įskaitant ir išmetamų dujų nukenksminimo priemones (katalizatorius, filtrus); jei mašinos konstrukcijoje pakitimų nėra, tai $K_3=1,0$.

Koeficientas K_1 nustatomas pagal degalų sunaudojimo rodiklį M , kurio reikšmės nurodytos II priedo lentelėje arba apskaičiuojamos pagal formulę:

$$M = G(f)/G(v); \quad (5)$$

Čia: $G(f)$ – faktinės lyginamosios degalų sąnaudos (l/100 km);

$G(v)$ – vidutinės lyginamosios degalų sąnaudos (l/100 km).

Koeficiento K_2 reikšmės pateiktos III priedo lentelėje. Senėjant mašinoms dėl blogėjančio degimo režimo didėja CO, angliavandenilių ir kitų dalelių išmetimai. Blogėjant degimo sąlygoms azotų oksidų susidaro mažiau. Didėjant automobilio amžiui, daugelio teršalų išmetimai ilgainiui stabilizuojasi.

Transporto priemonės išskiriamos CO₂ emisijos skaičiuojamos naudojant EMEP/EEA oro teršalų inventORIZACIJOS vadovą (European Environment Agency 2013). Transporto emisijos vertinamos pagal suvartotą degalų kiekį (žr. 8 lent.).

8 lentelė. CO₂ emisijų faktorius skirtingoms kuro rūšims

Kuro rūšis	kg CO ₂ /kg kuro
Benzinas	3,180
Dyzelinas	3,140
Suskystintos dujos (LPG)	3,017

Darbe naudojama sena metodika, esant galimybėms, siūloma naudoti patogesnę ir naujesnę COPERT metodologiją. COPERT tai programa, kurios kūrimą inicijavo Europos aplinkos agentūros (EAA), skaičiavimuose naudojama EAA šalių narių duomenų bazė – CIRONAIR. Teršalų emisijos įvertinamos sujungiant pastovius techninius duomenis ir veiklos duomenis. Teršalų emisijos įvertinimas priklauso nuo kuro suvartojimo bei tipo, transporto tipo, EURO standarto, vidutinio greičio, atstumo, kelio tipo, klimato sąlygų ir kitų faktorių.

2.4. Ekonominis vertinimas: transporto priemonės darbo laiko ir išlaidų skaičiavimai

Transporto priemonės darbo laiko skaičiavimams naudojami D. Martuzevičiaus metodiniai nurodymai (MARTUZEVIČIUS 2012). Konteinerių surinkimo laikas zonoje apskaičiuojamas:

$$P = t_k \cdot n_i + t_x \cdot \left(\frac{n_i}{n_{sg}} - 1 \right) (h); \quad (6)$$

Čia: t_k – laikas, reikalingas ištuštinti pakrautą konteinerį, h (0,008 – 0,067, priklausomai nuo konteinerio dydžio);

n_i – konteinerių skaičius zonoje, vnt.;

t_x – važiavimo laikas tarp konteinerių, h;

n_{sg} – konteinerių skaičius grupėje, vnt.

Važiavimo laikas tarp konteinerių grupių priklauso nuo atstumo tarp jų. Atstumas tarp konteinerių grupių yra skirtingas kiekvienoje zonoje, priimamas projektavimo metu.

$$t_x = a + b \cdot x (h); \quad (7)$$

Čia: x – atstumas tarp konteinerių grupių, km;

a – empirinė pervežimo laiko konstanta, h/važiav. (0,06 ÷ 0,016);

b – empirinė pervežimo laiko konstanta, h/km (0,067 ÷ 0,018).

Vienos transporto priemonės sugaištas laikas vienam maršrutui:

$$t_m = \frac{P}{n_{m,i}} + s + a + b \cdot l \quad (\text{h}); \quad (8)$$

Čia: l – vidutinis kelionės pirmyn atgal nuo perkrovimo stoties iki konteinerių surinkimo vietos atstumas, km;

s – prastovėjimo laikas, h (0,05 – 0,1).

Transporto priemonės darbo laikas, reikalingas išvežti visas atliekas iš tam tikros zonos:

$$h_i = \frac{t_1 + t_2 + n_{m,i} \cdot t_m}{1 - w} \quad (\text{h}); \quad (9)$$

Čia: t_1 – važiavimo laikas nuo garažo iki pirmojo konteinerio, h;

t_2 – važiavimo laikas nuo paskutiniojo konteinerio iki garažo, h;

w – pašalinio kelio faktorius (priimama $w = 0,15$).

Išlaidos aptarnaujančio personalo I_2 atlyginimui:

$$I_2 = h \cdot D \cdot a; \quad (10)$$

Čia: D – darbuotojų skaičius, vnt;

h – išdirbtos valandos, h;

a – darbuotojo valandinis atlyginimas, Lt.

Išlaidos kurui I_1 apskaičiuojamos pagal kuro kainą ir nuvažiuotą kilometrų skaičių:

$$I_1 = L \cdot D_s \cdot D_k; \quad (11)$$

Čia: L – bendra transporto priemonių rida atliekomis surinkti ir pervežti, km/m;

D_s – degalų sąnaudos, l/km;

D_k – degalų kaina, Lt/l.

3. ATLIEKŲ SURINKIMO SISTEMOS ANALIZĖ UAB „EKONOVUS“

3.1. Atliekų surinkimo sistemos kūrimas

Kad sistema pradėtų funkcionuoti, būtina žinoti jos tikslus ir nusistatyti kriterijus.

9 lentelė. *Atliekų tvarkymo, surinkimo sistemos kūrimas.*

Kriterijus	Atliekų tvarkymo, surinkimo sistemos kūrimas
Valdžios ir visuomenės dalyvavimas	Atliekų turėtojų bei tvarkytojų, nevyriausybinių organizacijų, mokslo institucijų ir valdžios bendradarbiavimas. Visų atliekų tvarkymo sistemos dalyvių aptartų 1.2.1. skyrelyje dalyvavimas ir jiems skirtų funkcijų atlikimas.
Sisteminis požiūris	Darnaus miesto samprata, žiedinės ekonomikos kūrimas, išteklių valdymas.
Tiksiai	Ekologiniai tikslai – materialių išteklių taupymas, jų išsklaidymo išvengimas. Surinkimo sistema suteikia galimybę sumažinti energijos sunaudojimą ir jos išsklaidymą perdurbant panaudotas medžiagas į antrines žaliavas, palyginti su jos sunaudojimu gaminant pirmines žaliavas. Ekonominiai tikslai – pasiekti planuojamą surinkimo našumą minimaliais kaštais. Socialiniai tikslai – laiko sąnaudų, tenkančių atskiriems surinkimo procesams, mažinimas, naudojant organizacines ir technines priemones, gyventojų pasitenkinimo didinimas.
Priemonės	Administracinės priemonės, ekonominiai, informaciniai instrumentai, socialinės iniciatyvos vartotojų požiūriui ir motyvacijai kurti. Techninės priemonės, tokios kaip aprūpinimas surinkimo talpomis, ištuštinimo dažnumas.
Duomenys	Indikatorių sistemos kūrimas ir nuolatinis stebėjimas. Suvartoto kuro, nuvažiuoto atstumo matavimai, konteinerių užpildymo laipsnis, atliekų svoris, atliekų apskaita, monitoringas.
Adaptyvus valdymas	Pradėjus vykdyti monitoringą po tam tikro laiko peržvelgti sistemą ir keisti strategiją, tobulinant sistemą.
Strateginė partnerystė bei integruotų sprendimų priėmimas	Visų atliekų tvarkymo sistemos dalyvių bendradarbiavimas, grįžtamojo ryšio kūrimas, gerųjų pavyzdžių taikymas.
Inovacijų skatinimas	Europos Sąjungos apdovanojimai „iCapital“, LIFE, „Horizon 2020“ finansavimo programos, Interreg, Eureka.

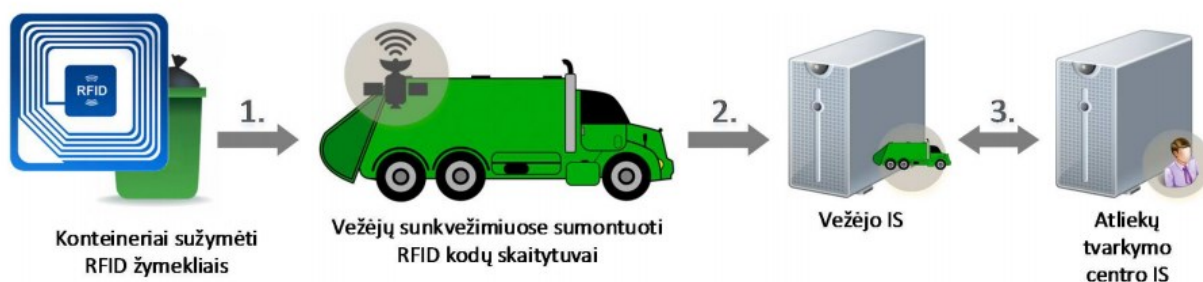
3.2. Atliekų surinkimas Alytaus regione

Alytaus regionas yra vienas iš pirmaujančių Lietuvoje atliekų tvarkymo srityje – būtent čia pradėjo veikti pirmieji mechaninio biologinio apdorojimo įrenginiai, apdorojus komunalines atliekas į sąvartyną jų patenka tik 10 – 15 % (Alytaus RATC). Alytaus regioninis atliekų tvarkymo centras pirmasis Lietuvoje ėmė taikyti informacines ir komunikacines technologijas atliekų valdyme. Alytaus regiono savivaldybėse mišrios komunalinės surenkamos iš šalia daugiabučių gyvenamųjų namų įrengtų komunalinių atliekų surinkimo aikštelių, individualių namų konteinerių bei bendro naudojimo konteinerių, skirtų nuo pagrindinių kelių nutolusioms sodyboms. Nuo praėjusių metų gruodžio mėnesio prie visų individualių mišrių atliekų konteinerių buvo tvirtinami specialūs žymekliai. Šie žymekliai sužymėti specialioje atliekų vežėjų sistemoje, kuri fiksuoja ar konteineris buvo ištrauktas išvežimui ir pakeltas išpylimui. Naujoji komunalinių atliekų surinkimo sistema padeda kontroliuoti vežėjų teikiamų paslaugų kokybę.

Alytaus RATC papildė ir sutvarkė atliekų turėtojų registrą ir pradėjo rinkti duomenis (VENGRIENĖ 2015):

- Unikalus konteinerio numeris;
- Konteinerio rūšys (likutinių atliekų, plastiko, stiklo, pakuočių ir t.t.);
- Konteinerio tūris;
- Konteinerio aikštelės vieta;
- Konteinerio pastatymo data;
- Konteineriui priskirtas mokėtojas.

Duomenys apie konteinerių faktinį ištuštinimą gaunami automatiškai iš vežėjų informacinių sistemų (žr. 14 pav.) Visi konteineriai sužymėti RFID, pakėlus konteinerį sunkvežimiai automatiškai nuskaityti konteinerio numerį ir tuomet informacinė sistema perduoda reikiamus duomenis, konteinerio ištuštinimo koordinatas, datą, laiką arba neištuštinimo priežastį, į atliekų tvarkymo centro IS.



14 pav. Duomenų mainai su vežėjais (VENGRIENĖ 2015).

Sukauptus didelius kiekius duomenų, duomenų analizės įrankių pagalba, galima nagrinėti įvairias pjūviais pagal norimas dimensijas. Rinkliavos skaičiavimas regione kol kas dar nepakeistas, tačiau esant poreikiui jį nesunkiai galima pakeisti, nes regionas tam sparčiai ruošiasi – naujoji atliekų surinkimo sistema jau veikia penkiose iš septynių Alytaus regiono savivaldybėse (Alytaus RATC).

Šią sistemą Alytaus RATC įdiegė UAB „Algoritmų sistemos“, įmonė užsiimanti įvairių informacinių sistemų kūrimu. ECO.IS – kita šios įmonės sukurta programa padedanti tvarkant atliekas. Programa administruoja atliekų operatorių ir atliekų tvarkytojų klientų duomenis, planuoja maršrutus, sudaro grafikus ir valdo užsakymus. ECO.IS padeda mažinti įmonės naudojamus resursus bei taupo laiką, optimizuojant maršrutus taip, kad automobilis aplankytų visas numatytas vietas trumpiausiu atstumu.

3.3. Aplinkos valdymo teorijos taikymas atliekų surinkimo sistemos kūrime

Metodinėje dalyje buvo analizuojama atliekų surinkimo sistema, identifikuoti galimi trikdžiai, parametrai. Atliekų surinkimas yra kompleksinė problema, kurią būtina spręsti. Išanalizavus probleminius atliekų surinkimo aspektus, aišku, jog pirmiausiai privaloma sutvarkyti atliekų turėtojų registrą, išspręsti konteinerių identifikavimo problemą. Pasimokyti galima iš Alytaus regiono, pritvirtinus prie visų individualių atliekų konteinerių specialius RFID žymeklius, būtų galima lengvai identifikuoti konteinerio savininką. Pakėlus konteinerį šiukšliavežė automatiškai nuskaito RFID žymeklį ir perduoda duomenis apie konteinerį į duomenų sistemą. Fiksuojami tokie duomenys, kaip konteinerio savininkas, konteinerio koordinatės, data, laikas, konteinerio užpildymo laipsnis, atliekų svoris. Duomenys kaupiami sistemoje, vykdoma duomenų analizė. Įgyvendinus siūlomus sprendimus įmonė turėtų galimybę taikyti dvinarę vietinės rinkliavos už atliekų surinkimą dydžio sistemą, mokesį už atliekų tvarkymą galėtų skaičiuoti nuo konkretaus pas kiekvieną gyventoją susidarancio atliekų kiekio.

Susidarancio atliekų kiekis priklauso nuo daug veiksnių: sezoniškumo, gyventojų skaičiaus, gyventojų vartojimo įpročių, rūšiavimo tradicijų, ekonomikos augimo, įsigalėjusių normų, ekonominių, politinių, socialinių ir kitų veiksnių. Nuspėti atliekų susidarymo iniciatyvumą sunku ir jis gali kisti laikui bėgant. Ne retai šiukšliavežės eikvoja kurą bei laiką tuštindamos ne pustuščius konteinerius, užuot tuos kurie jau kurį laiką stovi pilni. Dėl to, kyla gyventojų nepasitenkinimas ir skundai dėl atliekų tvarkymo įmonių aptarnavimo bei mokesčio už atliekų tvarkymą, nukenčia atliekų kokybė. Atliekų surinkimo sunkvežimiai kelia triukšmą bei teršia aplinką, sunkvežimiu pradedant judėti iš vietos sunaudojama daugiau energijos ir aplinka teršiama labiau, nei važiuojant vidutiniu greičiu. Problema ta, jog atliekų surinkimo maršrutų tvarkaraščiai sudarinėjami iš anksto ir atliekos iš gyventojų surenkamos pagal numatytą laiką, atliekų surinkėjai neturi galimybės gauti informaciją apie konteinerio užpildymo laipsnį. Šioje dalyje atliekų surinkimo sistema labiau sukonkretinama ir siūlomi išmanūs sprendimai galintys padėti išspręsti individualių namų gyventojams priklausančių konteinerių tuštinimo problemą.

Sistemos objektas – konteineris.

Išėjimo parametrai: užpildytas konteinerio tūris, m³.

Kontroliuojamieji parametrai: konteinerio užpildymo laipsnis.

Parametrų apribojimai: konteinerio užpildymo laipsnis ≥ 70 %, esant mažesniau užpildymo laipsniui konteineris paliekamas stovėti iki kitos atliekų surinkimo dienos.

Galimi trikdžiai: vertinimo sistemos nebuvimas.

Valdymo sprendimai:

- Trikdžių kompensavimo: nuolatinė duomenų analizė ir adaptyvus valdymas. Sukauptus duomenis, duomenų analizės įrankių pagalba, galima nagrinėti įvairias pjūviais pagal norimas dimensijas. Pradėjus atliekų susidarymo intensyvumo matavimus, būtų galima tiksliau ir lengviau prognozuoti atliekų surinkimo poreikį ateityje, sudarinėti maršrutus, parinkti konteinerių talpas, aptarnaujamojo transporto tipą.
- Grįžtamojo ryšio:
 1. Pirmuoju atveju – jutiklių diegimas;
 2. Antruoju atveju – išmaniosios aplikacijos kūrimas;

Valdymo sistemos veikimo aprašymas:

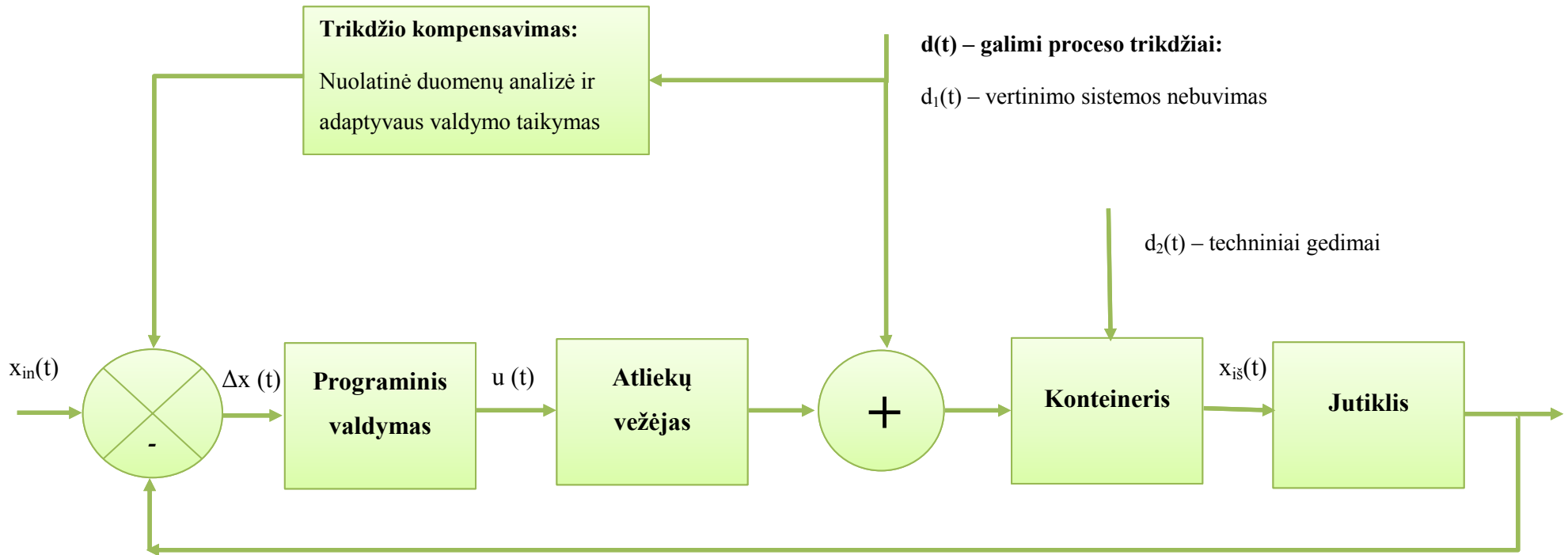
Kaip nustatyti ir fiksuoti konteinerių užpildymo laipsnį nagrinėjamos dvi alternatyvos:

- Pirmoji alternatyva – jutiklių diegimas (žr. 15 pav.);

Sistemos objekte, konteineryje, būtų įdiegtas „Enevo“ sukurtas belaidis ultragarsinis jutiklis, kuris matuotų atliekų užpildymo laipsnį konteineryje. Jutiklis užprogramuotas taip, jog atliekoms užpildžius konteinerį daugiau nei 70%, automatiškai, naudojant 3G tinklą, siunčiamas signalas į atliekų tvarkymo centro informacinę sistemą. Sistema reaguoja į gautus signalus ir pagal turimus duomenis sudarinėja atliekų surinkimo maršrutus atliekų vežėjams. Galimi sistemos komponentų gedimai, kurių galima išvengti periodiškai tikrinant jų veikimą. „Enevo“ jutiklyje įkonstruota ličio baterija užtikrina 10 metų veikimą, įdiegta programinė įranga fiksuoja svarbius įvykius, tokius kaip konteinerio ištuštinimas, gaisras ar vandalizmo atvejais, sistemoje galima matyti jutiklio vietą. „Enevo“ yra itin atsparus, pritaikytas ekstremalioms aplinkos sąlygoms ir lengvai pritvirtinamas prie bet kokio tipo konteinerio. Vartotojai gali tikrinti savo konteinerių užpildytą tūrį bet kuriuo metu prisijungus prie savo paskyros, matyti visus įvykius.

- Antroji alternatyva – mobilios aplikacijos kūrimas (žr. 16 pav.);

Programėlė būtų skirta gyventojams, sudariusiems tiesiogines sutartis su atliekų tvarkymo įmone. Kiekvienas vartotojas turėtų savo asmeninę paskyrą, kurioje galėtų matyti atliekų surinkimo grafikus, paskaičiuotą mokestį už atliekų sutvarkymą bei įvertinti teikiamų paslaugų kokybę. Viena svarbiausių šios programėlės funkcijų – vartotojas turėtų galimybę pažymėti artėjant konteinerių tuštinimo dienai, ar nori, jog jo konteineris būtų ištuštintas ar ne. Pats gyventojas atlieka vizualinę patikrą ir nusprendžia ar reikia ištuštinti konteinerį. Priimta, kad konteinerį reikia tuštinti tik tada, jei konteinerio užpildymo laipsnis lygus arba didesnis nei 70%. Pagal gautus duomenis iš vartotojų, būtų sudaromi maršrutai. Atsižvelgiant į tai ar konteineris buvo ištuštintas ar ne, būtų skaičiuojamas atliekų tvarkymo mokestis vartotojams. Vienas iš galimų trikdžių darančių poveikį sistemos veikimui – gyventojų pasyvus dalyvavimas sistemoje. Tačiau taikant ekonomines priemones galima didinti gyventojų motyvaciją.

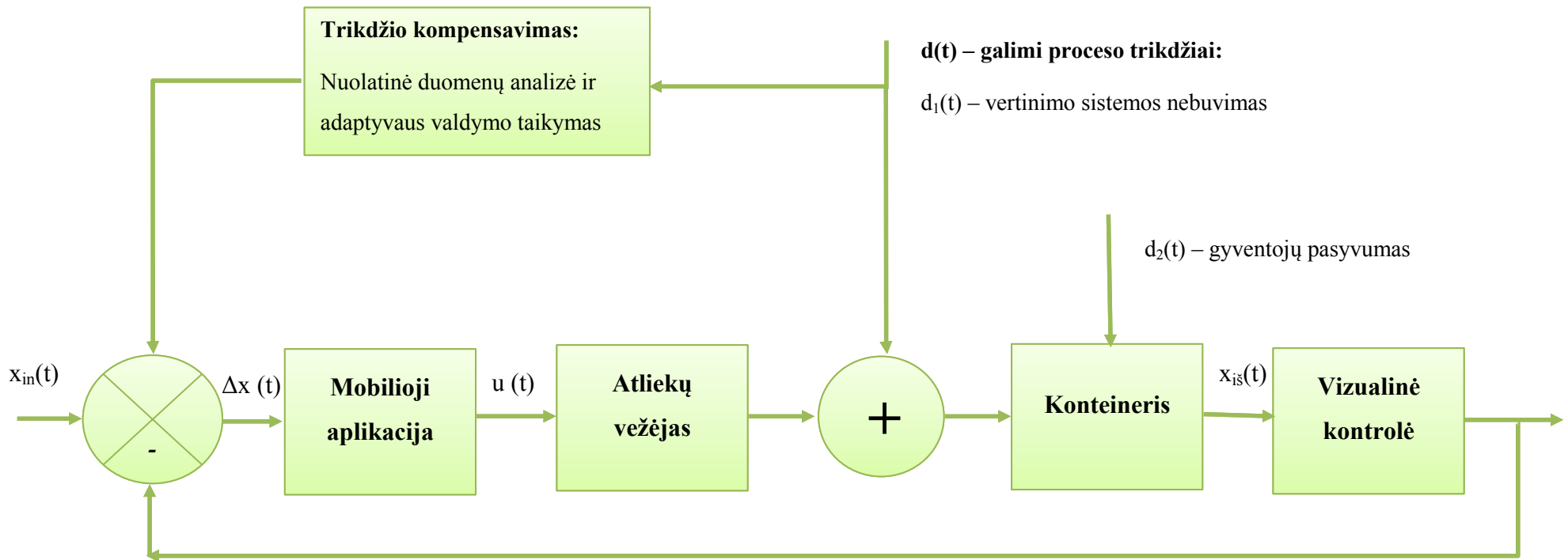
**Reikalavimas procesui:**

$x_{in}(t)$ – konteinerio užpildymo laipsnis, nemažesnis 70 proc. $\rightarrow x_{in} \leq 70\% V$

Proceso parametrai:

$x_{is}(t)$ – užpildytas konteinerio tūris $\rightarrow x_{is} = V$

15 pav. Valdymo sistemos schema – pirma alternatyva.

**Reikalavimas procesui:**

$x_{in}(t)$ – konteinerio užpildymo laipsnis, nemažesnis 70 proc. $\rightarrow x_{in} \leq 70\% V$

Proceso parametrai:

$x_{is}(t)$ – užpildytas konteinerio tūris $\rightarrow x_{is} = V$

16 pav. Valdymo sistemos schema – antra alternatyva.

3.4. Atliekų surinkimas įmonėje UAB „Ekonovus“

UAB “Ekonovus” – atliekų tvarkymo bendrovė, užsiimanti antrinių žaliavų, pakuotės, gamybos atliekų ir komunalinių atliekų surinkimu ir apdorojimu. Įmonė surenka antrines žaliavas iš organizacijų bei gyventojų Kauno rajone. Įmonėje yra rūšiavimo (HORSTMANN) linija, skirta antrinių žaliavų rūšiavimui.

Kauno rajone individualių konteinerių aptarnavimui (tik pakuočių atliekoms) sudaryti 18 skirtingų maršrutų (žr. IV priedą), šie maršrutai kartojasi kas dvi savaites. Įmonė neretai susiduria su nepatenkintų gyventojų priekaištais dėl neištuštintų konteinerių, sudaryti grafikai neatitinka atliekų susidarymo intensyvumo, trūksta darbo jėgos. Įdiegus vieną iš siūlomų priemonių įmonėje būtų pradėti matavimai, kuriais remiantis būtų galima priimti tikslingesnius sprendimus, išsaugoti atliekų kokybę bei efektyviau rinkti atliekas, sumažinti darbo valandas.

Norint įvertinti atliekų surinkimo efektyvumą buvo pasirinktas vienas maršrutas ir atliktas konteinerių užpildymo laipsnio stebėjimas prieš ištuštinant konteinerį.

Pasirinktas Ringaudų teritorijos AŽ – 14 maršrutas. Įmonėje surinkti duomenys:

- Konteinerių skaičius tiriamoje teritorijoje – 639 vnt.;
- Maršrutą aptarnaujančių transporto priemonių skaičius ir charakteristikos – maršrutą aptarnauja viena šiukšliavežė, jos parametrai pateikti lentelėje (žr. 10 lent.).
- Bendras nuvažiuotas atstumas aptarnaujant teritoriją – 104 km.;
- Maršrutui sunaudotas kuro kiekis – 55 litrai.

10 lentelė. Šiukšliavežės parametrai.

Parametras	Reikšmė
Pagaminimo metai	1996
Standartas	Euro 2
Kuras	Dyzelinas
Kėbulo tūris	20 m ³
Kuro sąnaudos	53 l/100 km

3.5. Atliekų surinkimo sistemos vertinimas aplinkosauginiu aspektu Ringaudų seniūnijoje

Transporto emisijos bus skaičiuojamos dviem atvejais: pirmuoju, nepriklausomai nuo konteinerio užpildymo laipsnio tuštinant visus konteinerius, ir antruoju, surenkant konteinerius kurių užpildymo laipsnis yra didesnis arba lygus 70 proc. Įmonėje buvo atliktas tyrimas: užfiksuotas konteinerių užpildymo laipsnis pateiktas lentelėje (žr. 11 lent.). Ringaudų teritorijoje aptarnaujami 639 konteineriai, tyrimo dieną buvo pastatyti tuštinti 609 konteineriai, prieš ištuštinant konteinerį atliktas atliekų tūrio patikrinimas.

Žinant aptarnaujamojoje teritorijoje esančių konteinerių skaičių ir talpą, pagal (1) formulę buvo apskaičiuotas bendras atliekų tūris telpantis konteineriuose. Toliau, pagal (2) formulę, atsižvelgiant į konteinerių užpildymo laipsnį, gautas bendras surinktų atliekų tūris, gauta reikšmė lygi 112 m³ (žr. 11 lent.).

11 lentelė. *Surinktas atliekų tūris pagal konteinerių pripildymo laipsnį.*

Konteinerio užpildymo laipsnis, %	Konteinerio tūris, m ³	Skaičius, vnt.	Surinktas tūris, m ³
100	0,24	202	48,48
90		57	12,31
80		102	19,58
70		56	9,41
60		62	8,93
50		89	10,68
40		18	1,73
30		9	0,63
20		2	0,10
10		12	0,30
VISO			609

Žinant reikalingą surinkti atliekų tūrį ir šiukšliavežės kėbulo tūrį bei priimant, jog atliekos transporto priemonėje sutankinamos 2,3 karto, apskaičiuojame maršrutų skaičių, pagal (3) formulę, reikalingą surinkti atitinkamam atliekų kiekiui abiem atvejais:

$$n_{m,i} = \frac{112,14}{20 \cdot 2,3} = 2,43 \text{ vnt.};$$

Gauta, jog aptarnaujant Ringaudų teritoriją surinkti susidariusioms atliekoms bus reikalingi 3 maršrutai iki atliekų surinkimo stoties, norint iškrauti atliekas. Paskutiniu maršrutu šiukšliavežės kėbulas bus užpildytas tik 43%. Toliau vertiname, jog bus tuštinami tik tiek konteineriai, kurių užsipildymo laipsnis didesnis nei 70 proc. Antruoju atveju bendras surinktas atliekų tūris būtų lygus 89,78 m³. Pagal (3) formulę apskaičiuota, jog surinkti tokio tūrio atliekas būtų reikalingi 2 maršrutai, paskutinio maršruto metu kėbulo tūris užpildytas 95%. UAB „Ekonovus“, Kauno filialo, atliekų surinkimo centras įsikūręs Kaune, Vandžiolgos g. 92. Atstumas nuo centro iki aptarnaujamosios teritorijos, šiuo atveju – Ringaudų, yra 12 km. Iš gautų duomenų įmonėje yra žinoma, jog aptarnaujant maršrutą, tuštinant visus konteinerius buvo nuvažiuota 104 km. Antruoju atveju, vertiname, kad šiukšliavežė pravažiuos tas pačias gatves, tačiau reikalingų maršrutų skaičius yra mažesnis, todėl nuvažiuotas atstumas sumažės 24 km. Gauti skaičiavimų rezultatai pateikti lentelėje (žr. 12 lent.).

12 lentelė. Gauti skaičiavimų rezultatai.

	Gauta reikšmė pirmuoju atveju	Gauta reikšmė antruoju atveju
Surinktas atliekų tūris, m ³	112,14	89,78
Maršrutų skaičius, vnt.	3	2
Nuvažiutas atstumas, km	104	80
Sunaudotas kuras, l	55	42,4

Žinant sunaudoto kuro kiekį apskaičiuojame transporto emisijas pagal teršiančių medžiagų, išmetamų į atmosferą iš mašinų su vidaus degimo varikliais vertinimo metodiką pateiktą metodinėje dalyje. Iš II priedo lentelės, priimame, jog K_1 reikšmė lygi 1,0. Įvertinus mašinos amžiaus įtaką, pagal III priedo lentelę, nustatytos K_2 reikšmės (žr. 13 lent.). Vertinant mašinos konstrukcijos įtaką, priimama, jog mašinos konstrukcijoje pakitimų nėra, $K_3=1,0$.

13 lentelė. Koeficiento K_2 skaitinės vertės.

Teršalas	Kai automobilio amžius > 13 m.
CO	1,5
CH	1,6
NO _x	0,89
SO ₂	1,0
Dalelės	1,2

Skaičiavimams reikalingas sunaudoto kuro kiekis turi būti pateiktas tonomis. Perskaičiuojame sunaudotą kuro kiekį, kai žinoma, jog dyzelino tankis lygus 0,82 – 0,845 kg/l.

Apskaičiuojame suvartotą degalų kiekį:

$$m_1 = B_1 = V_1 \cdot \rho = 55 \cdot 0,83 = 45,65 \text{ kg} = 0,046 \text{ t};$$

$$m_2 = B_2 = V_2 \cdot \rho = 42,4 \cdot 0,83 = 35,19 \text{ kg} = 0,035 \text{ t};$$

Pagal (4) formulę, skaičiuojami į aplinkos orą išmetami anglies monoksido, azoto oksidų, angliavandenilių, sieros dioksido bei kietųjų dalelių kiekiai.

$$P_{CO} = 130 \cdot 0,046 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 = 8,97 \text{ kg};$$

$$P_{CH_1} = 40,7 \cdot 0,046 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1 = 2,99 \text{ kg};$$

$$P_{NO_{x,1}} = 31,3 \cdot 0,046 \cdot 1 \cdot 0,89 \cdot 1 = 1,28 \text{ kg};$$

$$P_{SO_2,1} = 1 \cdot 0,046 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,046 \text{ kg};$$

$$P_{PM_1} = 4,3 \cdot 0,046 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 0,24 \text{ kg};$$

Tuo pačiu metodu apskaičiuojamos emisijos ir antruoju atveju, gauti rezultatai pateikiami lentelėje (žr. 14 lent.). Apskaičiuotos CO₂ emisijos pagal EMEP/EEA metodiką (žr. 8 lent.), žinant sunaudoto kuro rūšį ir kiekį.

$$P_{CO_2} = 3,140 \cdot 45,65 = 143,34 \text{ kg};$$

14 lentelė. *Transporto emisijų kiekiai.*

Teršalas	Kiekis, kg	
	I – uoju atveju	II – uoju atveju
CO	8,97	6,83
CH	2,99	2,28
NO _x	1,28	0,97
SO ₂	0,046	0,035
Dalelės	0,24	0,18
CO ₂	143,34	110,49

Gauti rezultatai, jog renkant konteinerius, kurių užpildymo laipsnis didesnis arba lygus 70%, transporto emisijos sumažėja 24%. Skaičiavimams naudota metodika, kuri remiasi sunaudotų degalų kiekiu, rezultatai būtų tikslesni skaičiuojant išsiskyrusias emisijas pagal sunaudotos energijos kiekį. Norint sunkvežimį pajudinti iš vietos yra sunaudojama daugiau energijos negu važiuojant vidutiniu greičiu, automatiškai išskiriama ir daugiau teršalų į aplinką. Pradėjus matuoti susidarančių atliekų intensyvumą, būtų galima geriau parinkti transportą bei konteinerius tai teritorijai, sumažinti maršrutų skaičių, pilnai panaudojant šiukšliavežės kėbulo tūrį. Perpildžius rūšiuojamų atliekų konteinerį, dalis antrinių žaliavų gali papulti su komunalinių atliekų srautu, įdiegus vieną iš inovacijų ir laiku surenkant atliekas būtų galima to išvengti ir išsaugoti kuo aukštesnę atliekų kokybę.

3.6. Atliekų surinkimo kaštai ir reikalingos investicijos

Pirmiausiai vertinamos išlaidos aptarnaujančio personalo atlyginimams, skaičiuojamos transporto priemonės darbo laikas. Konteinerių surinkimo laikas aptarnaujamoje teritorijoje apskaičiuojamas pagal (6) formulę. Pirmuoju atveju, kai aptarnaujami 639 konteineriai, antruoju – 417 konteineriai.

$$P = 0,01 \cdot 609 + 0,016 \cdot \left(\frac{609}{1} - 1\right) = 15,81 \text{ h}$$

Važiavimo laikas tarp konteinerių grupių apskaičiuojamas pagal (7) formulę.

$$t_x = 0,016 + 0,018 \cdot 0,025 = 0,016 \text{ h}$$

Vienos transporto priemonės sugaištas laikas vienam maršrutui gaunamas pagal (8) formulę.

$$t_m = \frac{15,81}{3} + 0,05 + 0,016 + 0,018 \cdot 12 = 5,55 \text{ h}$$

Galiausiai apskaičiuojamas transporto priemonės darbo laikas, reikalingas išvežti visas atliekas iš Ringaudų teritorijos pagal (9) formulę. Ta pačia metodika apskaičiuotas laikas ir antruoju atveju, skaičiavimo rezultatai pateikiami lentelėje (žr. 15 lent.).

$$h_i = \frac{0,145 + 0,166 + 3 \cdot 5,55}{1 - 0,15} = 19,95 \text{ h}$$

15 lentelė. Reikalingas atliekų surinkimo laikas teritorijai aptarnauti.

Parametras	Laikas, h	
	I – uoju atveju	II – uoju atveju
Surinkimo laikas zonoje, h	15,81	10,83
Važiavimo laikas tarp konteinerių grupių, h	0,016	0,016
Vienos transporto priemonės sugaištas laikas vienam maršrutui, h	5,55	5,69
Transporto priemonės darbo laikas, reikalingas išvežti visas atliekas, h	19,95	13,75

Žinant transporto priemonės darbo laiką, apskaičiuojamos išlaidos aptarnaujančio personalo atlyginimui, pagal (10) formulę. Skaičiavimuose priimtas darbuotojo valandinis atlyginimas pagal statikos departamento duomenis (Lietuvos statistikos departamentas 2015b). Išlaidos kurui apskaičiuojamos naudojant (11) formulę. Vieno litro dyzelino kaina buvo priimta pagal degalines „Statoil“ pateiktas vidutinės kuro kainas 0,95 eur/l (Statoil 2016). Skaičiuojamos išlaidos Ringaudų maršrutui aptarnauti dabar ir po inovacijų įdiegimo, skaičiavimų rezultatai pateikiami lentelėje (žr. 16 lent.).

16 lentelė. *Atliekų surinkimo sistemos sutaupomų lėšų įvertinimas prieš ir po priemonių įdiegimo.*

	Esama situacija			Po priemonės įdiegimo			Sutaupoma
	h/d	eur/h	eur/d	h/d	eur/h	eur/d	eur/d
Išlaidos maršrutą aptarnaujančio personalo atlyginimui	19,95	3,75	74,81	13,75	3,75	51,56	23,25
	l/d	eur/l	eur/d	l/d	eur/l	eur/d	eur/d
Išlaidos kurui	55	0,95	52,25	42,40	0,95	40,28	11,97
IŠ VISO							35,22

Gauti rezultatai, jog įdiegus išmanias technologijas aptartas anksčiau, vieno maršruto metu galima būtų sutaupyti 35,22 eur. UAB „Ekonovus“ Kauno filialas vykdo 18 skirtingų maršrutų surinkti vien pakuočių atliekoms, įmonė užsiima ir komunalinių atliekų surinkimu. Todėl įdiegus vieną iš pateiktų alternatyvų viso Kauno filialo mastu sutaupymai žymiai išaugtų. Preliminariai įvertintos reikalingos investicijos inovacijų įdiegimui įmonėje (žr. 17 lent.). Vertinant investicijas „Enevo“ jutiklių diegimui, išlaidos paskaičiuotos būtent Ringaudų teritorijai, 639 konteineriams, priimama, jog vieno sensoriaus kaina lygi 200 eur (Startup Prophet 2016). Todėl diegiant šią sistemą viso UAB „Ekonovus“ Kauno filialo mastu reikalingos investicijos išaugtų proporcingai konteinerių skaičiui.

Mobiliosios aplikacijos kūrimo kaina priklauso nuo daugelio faktorių: funkcionalumo, dizaino, patogumo vartotojams, vidinės sistemos, duomenų paėmimo, svetainės turinio, valdymo sistemos ir kt. Preliminarios investicijos priimtos pagal Lietuvos rinkoje vyraujančias kainas. Kuriant mobiliąją aplikaciją viso filialo mastu, investicijos padidėtų nedaug.

17 lentelė. *Atliekų surinkimo sistemos optimizavimo investicijų preliminarus įvertinimas.*

Valdymo sprendimas	Techninis aprašymas	Preliminarios investicijos, eur
„Enevo“ jutiklis	Bevielis ryšys: GSM (850 / 900 / 1800 / 1900 / 2100 MHz); Maitinimo šaltinis: 3.6V didelio našumo ličio baterija; Baterijos veikimo laikas: 10+ metų; Pagamintas iš poliuretano;	115 000
Mobilioji aplikacija	Pritaikyta „Android“ ir „iPhone“ operacinių sistemų telefonams; Sujungimas su internetine įmonės svetaine;	15 000

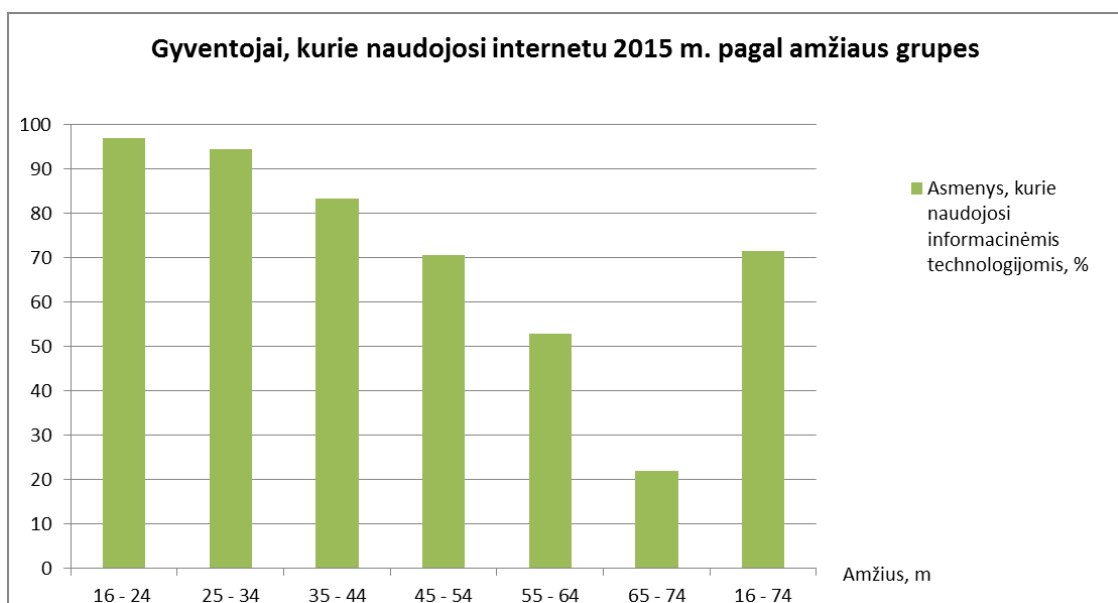
Atsipirkimo trukmė – laikas, per kurį surenkama grynujų pinigų suma pradiniais kapitaliniams įdėjimams visiškai atlyginti, darbe nevertinama. Sutaupymai apskaičiuoti tik vienam maršrutui, pagrindžiama ekonominė nauda įmonei po inovacijų, tačiau sutaupymai viso Kauno filialo mastu nevertinami dėl duomenų trūkumo.

Vykdamas inovacinės veiklos projektus galimas finansavimas iš Europos Sąjungos ar kitų fondų. Lietuvos Respublikos ūkio ministerija 2014 – 2020 m. kviečia teikti paraiškas „Eco-inovacijos LT+“ projektų finansavimui. Programa skatina mažinti neigiamą poveikį aplinkai ir tausoti gamtos išteklius įmonėse pritaikant naujausias technologijas ir optimizuojant procesus. „Horizon 2020“ – didžiausia ES inovacijų ir mokslinių tyrimų programa, skatinanti mokslo vystymąsi, pramonės lyderystę bei darnius visuomenės pokyčius. Programa įgyvendinama 2014 – 2020m., bendras biudžetas siekia 80 mlrd. eurų (Europos Komisija 2014a). Kitos galimos tarptautinės finansavimo priemonės: aplinkos ir klimato politikos finansavimo priemonė LIFE, mokslinių tyrimų, technologijų plėtros ir bendradarbiavimo programa „Eureka bei tarpregioninio bendradarbiavimo programa INTERREG EUROPE.

3.7. Socialinis atliekų surinkimo sistemos vertinimas

Atliekų tvarkymo įmonės dažnai susiduria su klientų nepasitenkinimu, skundais dėl laiku neištuštintų konteinerių, kitų nesklandumų. Įdiegus bet kurią iš inovacijų gyventojų pasitikėjimas atliekų tvarkymo įmone išaugtų, nes jiems patiems būtų prieinami visi duomenys, atliekų surinkimas taptų „skaidresnis“.

Įdiegus jutiklius konteineriuose įmonė automatiškai matuotų atliekų lygį konteineryje, gyventojai tiesiogiai procese nedalyvautų. Tačiau kultų gyventojų nepasitenkinimas, kodėl jie konteinerius paruošia ištuštinimui, bet įmonė juos palieka. Norint to išvengti būtina gyventojus tinkamai informuoti apie įgyvendintas naujoves, taip pat, vartotojai įmonės svetainėje galėtų rašyti atsiliepimus, pagal kuriuos įmonė galėtų gerinti aptarnavimo kokybę, sekti įvykius.



17 pav. Gyventojų besinaudojančių internetu amžiaus grupės (Lietuvos statistikos departamentas 2015a).

Kuriant mobiliąją aplikaciją būtina įvertinti žmogiškąjį faktorių, nes gyventojai tiesiogiai dalyvauja procese. Patys gyventojai atlieka konteinerių vizualinę kontrolę ir turi pranešti įmonei naudojant programą apie poreikį ištuštinti konteinerį. Sistemos veikimas tiesiogiai priklauso nuo gyventojų dalyvavimo (aktyvaus ar pasyvaus), dalis gyventojų gali pamiršti patikrinti konteinerį, todėl programėlė turėtų priminti apie būtinybę patikrinti konteinerį pavyzdžiui kas savaitę. Gyventojų aktyvumą būtų galima skatinti žaidimais: programėlė turėtų funkciją, kuri skaičiuotų kiek gyventojai sudaro atliekų per mėnesį, metus, mažiausiai atliekų sudarančiai šeimai, atsižvelgiant į asmenų skaičių šeimoje, būtų įsteigti prizai. Naudotis mobiliąja aplikacija vartotojams turėtų būti lengva, ji turėtų būti suprantama ir paprasta bei greitai įsimenama, kad kiekvieną kartą vartotojams netektų vis iš naujo mokytis kaip ja naudotis (HARRISON et al. 2013). Kitas faktorius – įrangos turėjimas – išmanieji telefonai vis populiarėja, tačiau dar ne visi gyventojai jais naudojami, todėl būtina sukurti prieigą prie programos ir per įmonės interneto svetainę, jog ji būtų pasiekama kuo daugiau vartotojų. 2015 metais 71% gyventojų naudojami internetu (žr. 17 pav.). Didžiausias informacinėmis technologijoms besinaudojantis procentas – 94%, vyrauja tarp 16 – 24 m. amžiaus gyventojų grupės, mažiausias – 22%, gyventojai tarp 65-74 m. Nagrinėjamoje Ringaudų teritorijoje aptarnaujami individualūs namai, šeimos, galima vertinti, kad bent vienas iš gyventojų namuose mokės ir turės galimybę naudotis internetu. Tačiau siekiant šimtaprocentinio paslaugos naudojimo galima būtų pasiūlyti gyventojams, neturintiems galimybės naudotis internetu, nemokamo skambučio paslaugą, kad jie galėtų paskambinti ir pranešti apie konteinerio užpildymą.

Viena iš priežasčių, kodėl gyventojai veža išvežti net ir pustuščius konteinerius, yra dėl to, jog mokesčiai už atliekų tvarkymą nepriklauso nuo to ar konteineris bus ištuštintas, ar ne. Gyventojai nemoka mokesčio už antrinių žaliavų konteinerio aptarnavimą, tačiau įdiegus sistemą su komunalinėmis atliekomis, pradėjus matuoti jų kiekį ir pagal tai skaičiuoti mokesčių už atliekų tvarkymą, gyventojams atsirastų motyvacija mažinti susidarančias atliekas ir jas rūšiuoti. Ekonominės priemonės yra vienos iš efektyviausių instrumentų (žr. 1.2.3 skyrelį), galinčios užtikrinti sklandų sistemos veikimą.

IŠVADOS

1. Atlikus literatūros analizę paaiškėjo, jog beveik visiems atliekų turėtojams sudarytos galimybės rūšiuoti atliekas, tačiau to neužtenka užtikrinti atliekų surinkimą. Dideli kiekiai šalinami sąvartynuose rodo tinkamos atliekų infrastruktūros trūkumą, atliekų surinkimo sistema yra per daug išsklaidyta. Lietuva atsilieka nuo Europos Sąjungos rodiklių. Duomenys apie susidariusias, surinktas bei pašalintas sąvartynuose komunalines atliekas ir jų sudėtį dažnai nesutampa su kitų institucijų turimais duomenimis. Šalyje nėra vedamas atliekų turėtojų registras, nėra tikslios ir patikimos atliekų apskaitos. Atliekų vežėjai neturi galimybės matuoti atliekų konteinerių užsipildymo laipsnio, atliekų surinkimo maršrutai ir grafikai sudarinėjami iš anksto, todėl priimami sprendimai gali būti netikslingi. Šiukšliavežėms stojant ir tuštinant pustuščius konteinerius eikvojamas kuras, gaišamas laikas ir teršiama aplinka. Išskirti du pagrindiniai veiksniai lemiantys atliekų surinkimo efektyvumą: patogumas vartotojams ir vartotojų požiūris bei motyvacija. Patogumas priklauso nuo techninių komponentų – surinkimo talpų aprūpinimo, atstumo iki jų, ištuštinimo dažnumo, kvapų. Gyventojų švietimas ir rūšiavimo populiarinimas gali ženkliai prisidėti prie atliekų surinkimo efektyvumo didinimo, tačiau kaip vienas iš efektyviausių būdų nustatytas ekonominių instrumentų taikymas.
2. Darbe išanalizuotas informacinių ir komunikacinių technologijų taikymas atliekų valdyje. Išanalizavus užsienio valstybių pavyzdžius, matyti naujausių technologijų taikymo nauda: Pietų Korėjoje įdiegus identifikavimo sistemas ir pradėjus taikyti atliekų šalinimo mokesčių proporcingą šalinamo atliekų kiekiui, maisto atliekų susidarymas sumažėjo 20 proc. Jutiklinių tinklų įdiegimas Barselonoje sumažino atliekų surinkimo maršrutų skaičių 30 proc. Prie efektyvesnio ir veiksmingesnio atliekų surinkimo, perdirbimo, atliekų logistikos gali prisidėti ir išmaniosios aplikacijos.
3. Tam, kad įvertinti atliekų surinkimo sistemą sudaryta vertinimo metodika. Pirmiausiai išanalizuojami efektyvios sistemos kriterijai ir taikant aplinkos sistemų teorijos metodiką kuriama pati sistema. Toliau taikant skirtingas metodikas sistema įvertinama aplinkosauginiais, ekonominiais ir socialiniais aspektais. Transporto emisijos buvo skaičiuojamos naudojant teršiančių medžiagų, išmetamų į atmosferą iš mašinų su vidaus degimo varikliais bei EMEP/EEA vertinimo metodikas.
4. Atlikus tyrimą pasiūlytos dvi alternatyvos atliekų surinkimo sistemos efektyvumo didinimui ir optimizavimui. Pirmoji alternatyva siūlo „Enevo“ jutiklių įdiegimą, antroji – mobiliosios aplikacijos kūrimą. Atliktas konteinerių užpildymo laipsnio stebėjimas UAB „Ekonovus“, sudarytas modelis pritaikytas Ringaudų maršrutui. Abi alternatyvos įvertintos skirtingais aspektais:
 - Gauta, jog pradėjus stebėti konteinerio užpildymo laipsnį ir tuštinant tik tuos konteinerius, kurių užpildymo laipsnis didesnis arba lygus 70% transporto emisijos sumažėja 24%.
 - Įdiegus vieną iš inovacijų, tirtu maršruto metu, sunaudojama 12,6 litrų mažiau kuro ir transporto priemonės darbo laikas sumažėja 6,2 valandomis. Tokiu būdu įmonė galėtų sutaupyti 35,22 Eur.

- Visi turimi duomenys apie iš gyventojų surenkamas atliekas, jų kiekį, dažnumą, mokestį būtų pasiekiami klientams. Tai mažintų jų nepasitikėjimą ir nepasitenkinimą atliekų tvarkymo įmone. Diegiant jutiklinius tinklus patys gyventojai tiesiogiai procese nedalyvautų, tačiau antruoju atveju jie tiesiogiai turėtų įtakos atliekų surinkimo efektyvumui.

Atlikus tyrimą matyti aplinkosauginė, ekonominė bei socialinė nauda. Ši nauda padidėtų įdiegus inovacijas visos įmonės ar filialo mastu, tačiau dėl duomenų trūkumo šis vertinimas neatliktas.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

Alytaus RATC. *Alytaus regiono atliekų tvarkymo centro internetinis puslapis* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-09]. Prieiga per: <http://www.aratc.lt/>

ANAGNOSTOPOULOS, T., et al, 2015. Assessing Dynamic Models for High Priority Waste Collection in Smart Cities. *Journal of Systems and Software*, 12, vol. 110, pp. 178-192 ISSN 0164-1212. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.049>

Aplinkos apsaugos agentūra. *Atliekų apskaitos duomenys* [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2016-04-29]. Prieiga per: <http://atliekos.gamta.lt/cms/index?rubricId=583649ff-8ed3-457b-b0a5-41678e86529f>

Aplinkos apsaugos agentūra. *Gamintojams ir importuotojams* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2016-04-25]. Prieiga per: <http://atliekos.gamta.lt/cms/index?rubricId=b7f03c87-6c17-433a-bbdb-2dfe1c64141a>

Asia today. *South Korea's Food Waste Solution : You Waste, You Pay* [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2016-04-30]. Prieiga per: <http://www.asiatoday.com/pressrelease/south-koreas-food-waste-solution-you-waste-you-pay>

BALBONAS, D., DAUNYS, G. *Jutiklių tinklai: mokomoji knyga*. Kauno Technologijos Universitetas, 2012. vol. 179.

BALTRĖNAS, P., VAITIEKŪNAS, P., VASAREVIČIUS, S. and JORDANEH, S. Automobilių išmetamų dujų sklaidos modeliavimas. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 2008, vol. 65-75.

BIVAINIS, J. and PODGAISKYTĖ, V. Komunalinių atliekų tvarkymo struktūrinė analizė. *Verslas: teorija ir praktika*. 2010, vol. 323-334.

BURCH, S., SHAW, A., DALE, A. and ROBINSON, J. Triggering Transformative Change: A Development Path Approach To Climate Change Response in Communities. 2014, vol. 456-487.

CHIFARI, R., LO PIANO, S., BUKKENS, S.G.F. and GIAMPIETRO, M. A Holistic Framework for the Integrated Assessment of Urban Waste Management Systems. *Ecological Indicators*. 2016. ISSN 1470-160X. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.006>.

DENAFAS, G. *Atmosferos apsauga (I dalis)*. KTU leidykla "Technologija", 2000.

Enevo. *Sensor for Solid Waste* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2016-05-10]. Prieiga per: <http://www.enevo.com/technology/>

Environmental Industries Commission. *Getting the Green Light: Will Smart Technology Clean Up City Environments?* 2014.

European Commission. *The European Capital of Innovation Award - iCapital* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-11]. Prieiga per: http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index_en.cfm?section=icapital

European Commission. *Proposal for a directive of the european parliament and of the council Amending Directive 2008/98/EC on Waste*. 2015.

European Environment Agency. *EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook* [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2016-06-03]. Prieiga per: <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013/#>.

- European Union. *Conventional Pollutant Emission Limits* [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2016-05-13]. Prieiga per: http://transportpolicy.net/index.php?title=EU:_Heavy-duty:_Emissions
- Europos Komisija. *Uždaro ciklo kūrimas*. Briuselis, 2015 m. gruodžio 2 d.
- Europos Komisija. *HORIZON 2020: ES Bendroji Mokslinių Tyrimų Ir Inovacijų Programa* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2016-05-18]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_LT_KI0213413LVN.pdf
- Europos Komisija. *Žiedinės Ekonomikos Kūrimas. Europos be Atliekų Programa* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2016-05-02]. Prieiga per: http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/documents/com/com_com%282014%290398_/com_com%282014%290398_lt.pdf.
- Europos Sąjunga. *Europos parlamento ir tarybos direktyva 2008/98/eb dėl atliekų*. 2008.
- GLOUCHE, Y. and COUDERC, P. A Smart Waste Management with Self-Describing Objects. *SMART 2013 : The Second International Conference on Smart Systems, Devices and Technologies*. 2014.
- Gražinti verta. *Vienkartinių gėrimų pakuočių užstato sistema* [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2016-04-20]. Prieiga per: www.grazintiverta.lt
- GRYNAS. *Naudojant mobiliąją programėlę rūšiuoti bus daug paprasčiau* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-04-28]. Prieiga per: <http://www.delfi.lt/grynas/aplinka/naudojant-mobiliąją-programėlę-rūšiuoti-bus-daug-paprasciau.d?id=70034926>
- GRYNAS. *Rūšiuoti atliekas padės mobilioji aplikacija* [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2016-04-28]. Prieiga per: <http://www.delfi.lt/grynas/gyvenimas/rusiuoti-atliekas-pades-mobilioji-aplikacija.d?id=69535332>
- HANNAN, M.A., et al. A Review on Technologies and their Usage in Solid Waste Monitoring and Management Systems: Issues and Challenges. *Waste Management*, 2015, 9, vol. 43, pp. 509-523 ISSN 0956-053X. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.05.033>
- HARRISON, R., FLOOD, D. and DUCE, D. Usability of Mobile Applications: Literature Review and Rationale for a New Usability Model. *Journal of Interaction Science*. 2013. DOI 10.1186/2194-0827-1-1.
- KAROTKIS, M. *Daiktų interneto protokolų saugos ir energijos sąnaudų tyrimas*. Baigiamasis magistro darbas ed. Kauno Technologijos Universitetas, 2015.
- KASTANAUSKIENĖ, R. *Kauno regiono atliekų tvarkymo 2014 - 2020 m. planas*. Kauno RATC: VšĮ Kauno regiono atliekų tvarkymo centras. 2014.
- KLIPOVA, I. *Procesų valdymas švaresnėje gamyboje: analizė, metodika ir diegimas*. Desertacija ed. KTU, 2002.
- LAZAROIU, G.C. and ROSCIA, M. Definition Methodology for the Smart Cities Model. *Energy*. 2012, 11, vol. 47, no. 1, pp. 326-332 ISSN 0360-5442. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2012.09.028>.
- LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRAS. *Įsakymas dėl minimalių komunalinių atliekų tvarkymo paslaugos kokybės reikalavimų patvirtinimo*. 2012.

LIETUVOS RESPUBLIKOS KONKURENCIJOS TARYBA. *Pranešimas apie atliktą komunalinių atliekų tvarkymo paslaugų rinkos tyrimą*. 2015.

LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo įstatymas*: 1998 m. birželio 16 d. Nr. VIII-787.

LIETUVOS RESPUBLIKOS VYRIAUSYBĖ. *Valstybinis atliekų tvarkymo 2014–2020 metų planas*. 2014, Vilnius: ISBN Nr. 519.

Lietuvos statistikos departamentas. *Gyventojai, kurie naudojami kompiuteriu, internetu pagal amžių* [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2016-05-20]. Prieiga per: <http://osp.stat.gov.lt/web/guest/statistiniu-rodikliu-analize?portletFormName=visualization&hash=631de7a1-469e-48f0-8f4b-a2844b8f7637>

Lietuvos statistikos departamentas. *Vidutinis Valandinis Bruto Darbo Užmokestis Pagal Ekonominės Veiklos Rūšis Ir Sektorius* [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2016-05-19]. Prieiga per: <http://osp.stat.gov.lt/web/guest/statistiniu-rodikliu-analize?portletFormName=visualization&hash=fa93df68-cd9e-46f1-8d6d-4e1517757406>

MAČIULSKIENĖ, E. *Kauno miesto gyventojų atliekų rūšiavimo motyvacijos sąsajos su EKO taškų įkūrimu*. 2014.

Made in Vilnius. *Atliekas rūšiuoti padės išmanioji programėlė* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2016-04-27]. Prieiga per: <http://www.madeinvilnius.com/lt/gyvenimas/atliekas-rusiuoti-pades-ismanioji-programele/i/>

MAIMOUN, M.A., REINHART, D.R., GAMMOH, F.T. and MCCAULEY BUSH, P. Emissions from US Waste Collection Vehicles. *Waste Management*. 2013, 5, vol. 33, no. 5, pp. 1079-1089 ISSN 0956-053X. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.12.021>.

MARTUZEVIČIUS, D. *Atliekų Tvarkymo Įrenginių Projektavimo Metodiniai Nurodymai*. 2012.

MD. ABDULLA, A.M., HANNAN, M.A. and AINI, H. Wireless Sensor Network Prototype for Solid Waste Bin Monitoring with Energy Efficient Sensing Algorithm. *2013 IEEE 16th International Conference on Computational Science and Engineering*. 2013.

MINALGA, R. *Atliekų Šalinimo Logistika*. Justitia, 2010.

Pakuočių Tvarkymo Organizacija. *Apklausa: atliekų rūšiavimas Lietuvoje* [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2016-04-17]. Prieiga per: <http://www.pto.lt/apklausa-atlieku-rusivimas-lietuvoje-labiau-rupi-pensininkams-o-ne-jaunimui/>

PAVITHRA. Smart Trash System: An Application using ZigBee. *IJISSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*. 2014, vol. 1, no. 8.

Pepperl+Fuchs. *Smart Waste Management with Sensorik 4.0* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-04-08]. Prieiga per: <http://www.pepperl-fuchs.com/global/en/27019.htm>.

PTO. *Pakuočių Tvarkymo Organizacijos internetinis tinklapis* [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2016-04-10]. Prieiga per: <http://www.pto.lt/svietimas/tvarkymo-prioritetai/>

REIPAS, A. *Komunalinių atliekų tvarkymas Lietuvoje 2015 metais* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-04-16]. Prieiga per: <http://www.slideshare.net/LRATCA/komunalini-atliek-tvarkymas-lietuvoje-2015-m>

ŠIUPŠINSKAS, M. Kritiniai išmaniojo miesto aspektai. 2014, vol. 333-339.

SOMAYYA, M. and RAMASWAMY, R. *Barcelona Smart City: The Heaven on Earth (Internet of Things: Technological God)*. 2015.

Startup Prophet. *Enevo Helps Dumpsters Talk* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-17]. Prieiga per: <http://startupprophet.com/p/enevo-helps-dumpsters-talk-trash-1287>

Statoil. *Vidutinės degalų kainos* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-24]. Prieiga per: http://www.statoil.lt/lt_LT/pg1334072530198/Privatiems/DEGALAI/Degalukainos.html

The Statistics Portal. *Number of Smartphones Users Worldwide from 2014 to 2019* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-20]. Prieiga per: <http://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>

TOMILINAS, Tomas. *Vien Rūšiuoti - Nebemadinga, Žalioji Ekonomika Tampa Žiedine* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-15]. Žalioji Lietuva: Prieiga per: <http://www.zaliojilietuva.lt/vien-rusiuoti-nebemadinga-zalioji-ekonomika-tampa-ziedine-5183.html>.

VENGRIENĖ, E. *Dvinarės rinkliavos ar kitų įmokų už komunalines atliekas iššūkius padeda spręsti informacinės technologijos*. 2015.

PRIEDAI

I PRIEDAS. Savitasis vidaus degimo variklių išmetamų teršalų kiekis (kg), sudegus vienai tonai degalų.

Degalai	Teršalai				
	CO	CH	NO _x	SO ₂	Dalelės
Benzinas	398,2	80,9	29,6	1,0*	
Dyzelinis kuras	130,0	40,7	31,3	1,0*	4,3
Biodyzelinis kuras	91,65	31,54	34,43		3,83
Suskystintos naftos dujos	398,2	80,9	29,6		
Suslėgtos gamtinės dujos	231,8 (178,3)**	47,6 (36,6)**	25,6 (19,7)**		

* - priklauso nuo sieros kiekio degaluose (čia pateiktas SO₂ kiekis degalams, kurių sieringumas 0,05 %)

** - teršalų kiekis, kg, sudegus 1000 m³ gamtinių dujų.

II PRIEDAS. Automobilių degalų sąnaudų rodikliai M

Automobiliai	Eksploatavimo sritys		
	Žemės ūkis	Miestas	Užmiesčio, statybos keliai
Lengvieji automobiliai	1,0	1,0	0,9
Autobusai	1,1	1,1	1,0
Krovininiai	1,1	1,1	1,0
Autotraukiniai	1,2	1,2	1,1

III PRIEDAS. Koeficientas K_2 , kurio įvertinama automobilių amžiaus įtaka teršalų kiekiui.

Teršalai	Automobilio amžius (metais) R				
	iki 3 m	3-8 m	8-10 m	10-13 m	virš 13
Lengvieji automobiliai su Otto tipo varikliais					
CO	1,0	1,28	1,43	1,57	1,57
CH	1,0	1,2	1,4	1,6	1,6
NO _x	1,0	1,3	1,1	1,0	0,9
SO ₂	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Krovininiai automobiliai ir autobusai su Otto tipo varikliais					
CO	1,0	1,25	1,5	1,5	1,5
CH	1,0	1,4	1,6	1,6	1,6
NO _x	1,0	1,05	0,95	0,9	0,8
SO ₂	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Automobiliai su dyzeliniais varikliais					
CO	1,0	1,25	1,5	1,5	1,5
CH	1,0	1,4	1,6	1,6	1,6
NO _x	1,0	1,05	0,89	0,89	0,89
SO ₂	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Dalelės	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2

IV PRIEDAS. UAB „Ekonovus“ aptarnaujamos teritorijos konteinerių tuštinimo grafikai (Kauno filialas).

Eil. Nr.	Seniūnija	Miestelis/ Gatvė	Grafiko Nr.	Konteinerių skaičius	Aptarnavimo laikas/ kiekis
1	Karmėlavos	Karmėlava, Sergeičikų k., Margavos k., Narėpių k.	AŽ-1	507	2 kartus per mėnesį
2	Karmėlavos	Ramučiai	AŽ-2	614	2 kartus per mėnesį
3	Domeikavos	Laimės g., Bažnyčios g., Perkūno g., Pienių g., Akacijų g., Aukščių g., Aušros g., Aviečių g., Beržų g., Gėlių g., Jaunimo g., Joninių g., Juozapavos takas, Kaštonų g., Kopų g., Kreivoji g., Lakštingalų g., Lantainių g., Liepų g., Mokslo g., Naujo Gyvenimo g., Obelių g., Pakalnės g., Parko g., Pavasario g., Putinų g., Radikių g., Ramunių g., Rožių g., Rytmečio g., Šaltinėlių g., Saulės g., Saulėtekio g., Šermukšnių g., Slėnio g., Smilčių g., Sodų g., Taikos g., Vėjo g., Vėtrungės g., Vyšnių g., Žaibo g.	AŽ-3	628	2 kartus per mėnesį
4	Domeikavos	Muitinės g., Slyvų g., Bangos g., Topolių g., Raguvos g., Kalnelio g., Plačioji g., Kauno g., Klevų g., Tulpių g., Šlaito g., Vaškonys, Šakių k.	AŽ-4	305	2 kartus per mėnesį
5	Vandžiogalos	Valeravos k., Didžiųjų Ibenų k., Boniškės		259	
6	Raudondvario	Raudondvaris	AŽ-5	561	2 kartus per mėnesį
7	Neveronių	Neveronys	AŽ-6	380	2 kartus per mėnesį
8	Kulautuvos	Kulautuva		236	
9	Babtų	Babtai, Piepalių k., Panevėžiukas, Sitkūnai, Juodonių k., Kaniūkų k., Pagynė, Muniškiai	AŽ-7	487	2 kartus per mėnesį
10	Užliedžių	Giraitė, Vijūkai, Užliedžiai, Naujieji Muniškiai, Sausinė, S/B "Vanagynė"	AŽ-8	569	2 kartus per mėnesį
11	Garliavos apylinkių	Ilgakiemis, Pajiesio k., Pagirių k. (dalis), Rašnavos k., Juragiai, Tvarkiškių k., Jurginiškių k., Kalinavos k., Stanaičių k.	AŽ-9	323	Pirmadienis lyginė metų savaitė
12	Ringaudų	Bajorų k., Gaižėnų k., Miriškių k., Kazliškių k., Poderiškių k., Pyplių k., Armoniškių k., Tabariškių k., Virbališkių k.		96	
13	Garliavos apylinkių	Ireniškių k., Jonučių k., Karkazų k., Naugardiškių k., Ražiškių k., Seniavos k., Teleičių k.	AŽ-10	419	Antradienis lyginė metų savaitė
14	Ringaudų	Noreikiškiės, Karkiškių k.		128	
15	Kačerginės	Kačerginė	AŽ-11	760	Trečiadienis lyginė metų savaitė
16	Zapyškio	Zapyškis, Dievogalos k., Kluoniškių k., Papiškių k., Vilemų k.			
17	Ringaudų	Gaižėnėlių k.			
18	Alšėnų	Masataičiai, Jonučių k., Smailių k., Padainupio k., Digirių k., Bijūnų k., Dievogalos k., Kampiškių k., Girininkų k., Pabartupio k., Pamaišupio k., Pažerių k., Šniūrų k.			
19	Lapių	Didžiosios lapės, Draseikių k., Ginėnų k., Lapės, Lepiškių k., Masteikių k., Šatijų k.	AŽ-12	441	Ketvirtadienis lyginė metų savaitė
20	Taurakiemio	Visi			
21	Samylių	Visi	AŽ-13	383	Penktadienis lyginė metų savaitė
22	Ringaudų	Ringaudai	AŽ-14	639	Pirmadienis nelyginė metų savaitė
23	Zapyškio	Altoniškis, Baziūkų k., Jadagonių k., Kuro k., Novos k., Riogliškių k., Vincentavos k., Šulių k., Zizų k.	AŽ-15	219	Antradienis nelyginė metų savaitė
24	Rokų	Visi		118	
25	Ežerėlio	Ežerėlis			
26	Garliavos	Garliava (dalis)	AŽ-16	745	Trečiadienis nelyginė metų savaitė
27	Garliavos apylinkių	Budrių k., Rinkūnų k. (dalis), Narsiečių k. (dalis)			
28	Garliavos	Garliava (dalis)	AŽ-17	729	Ketvirtadienis nelyginė metų savaitė
29	Garliavos apylinkių	Rinkūnų k. (dalis), Pagirių k. (dalis)			
30	Alšėnų	Jonučių k. (dalis)			
31	Garliavos	Garliava (dalis)	AŽ-18	424	Penktadienis nelyginė metų savaitė
32	Alšėnų	Jonučių k. (dalis), Narsiečių k. (dalis)			