



ATLIEKŲ KIEKIO PROGNOZAVIMO SISTEMA – RODIKLIUS VEIKIANČIŲ VEIKSNIŲ LIETUVOJE TYRIMAS

Vida Davidavičienė¹, Rasma Janeliūnienė², Ginta Liberytė³

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva
El. paštas: ¹vida.davidaviciene@vgtu.lt; ²rasma.janeliuniene@vgtu.lt; ³ginta.liberyte@vgtu.lt

Įteikta 2011-11-17; priimta 2012-02-26

Santrauka. Spartėjanti technologinė pažanga, ekonomikos augimo nulemti gamybos ir vartojimo mastai, atliekų kiekio augimas ir su tuo susiję iššūkiai yra aktuali mokslinė problema, kurią įvairiais aspektais analizuoja tiek informacinių technologijų, tiek aplinkosaugos, tiek vadybos ir ekonomikos specialistai. Atliekų valdymas analizuojamas tiek sisteminiu požiūriu, tiek sprendžiant atskiras atliekų susidarymo, atliekų kiekių prognozavimo, atliekų tvarkymo, laikinojo saugojimo ir kitas problemas. Visuose minėtuose etapuose intensyviai taikomos įvairios informacinės sistemos (IS). Atliekų tvarkymo sistemos efektyvumui didinti ir neigiamam atliekų tvarkymo poveikiui aplinkai mažinti itin aktualus yra atliekų kiekių susidarymo prognozavimas, kuris glaudžiai siejasi su informacinių technologijų sukuriamomis galimybėmis. Straipsnyje keliamas tikslas identifikuoti pagrindinius atliekų susidarymo kiekius veikiančius veiksniai, kurie turėtų būti integruoti projektuojant informacinę atliekų kiekio prognozavimo sistemą. Tuo tikslu straipsnyje analizuojamos informacinės ir komunikacinės technologijos, jų naudojimo atliekomis tvarkyti galimybės, atliekų tvarkymo sistemos, atliekų kiekio prognozavimo modeliai, vertinami atliekų susidarymo rodiklius lemiantys ekonominiai, demografiniai ir socialiniai veiksniai. Straipsnyje taikomi metodai: sisteminė literatūros analizė, sugretinimas, koreliacinė regresinė analizė.

Reikšminiai žodžiai: atliekų kiekio prognozavimas, atliekų sistema, informacinė atliekų valdymo sistema, informacinės technologijos, atliekų kiekį veikiančios veiksniai.

WASTE MANAGEMENT PLANNING SYSTEM – FACTORS INFLUENCING WASTE COMPOSITION IN LITHUANIA

Vida Davidavičienė¹, Rasma Janeliūnienė², Ginta Liberytė³

Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania
E-mails: ¹vida.davidaviciene@vgtu.lt (corresponding author); ²rasma.janeliuniene@vgtu.lt; ³ginta.liberyte@vgtu.lt

Received 17 November 2011; accepted 26 February 2012

Abstract. Rapid changes in the field of information technologies, growing production and consumption forced by economic growth lead to growth of waste causing the new challenges to waste management. All these fields are widely analyzed by scientists as separate scientific, technological, environmental or economic problems as well as integrated questions. Waste management is analyzed comprehensively and systematically as well as individual questions of waste generation, waste forecasting, waste storage, and other questions. The information technologies (information systems) are engaged in different stages of waste management. One of such fields – is waste forecasting of waste generation. This paper aims to identify the factors influencing waste composition and amounts, which should be integrated into the design of waste management information system. Thus, the information and communication technologies, current waste management systems, waste quantity forecasting models are analyzed, economic, social and demographic factors influencing waste composition are evaluated. The methods used are: a systematic literature analysis, comparison, correlation regression analysis.

Keywords: forecasting of waste composition and amount, waste management system, information systems for waste management, information technologies, factors influencing waste composition.

JEL Classification: Q51, Q53, Q56, O33, M15.

1. Įvadas

Atliekų valdymui Europoje pastaraisiais metais buvo skiriamas išskirtinis dėmesys. Daugelyje Europos valstybių nuo 1995 m. atliekų kiekis sąvartynuose nuolat mažėja ir auga dėmesys atliekų perdirbimui ir kompostavimui (Eurostat 2009). Veiksmingas atliekų valdymas skatina tiek aplinkosaugą, tiek ekonominį augimą, tačiau, kita vertus, nuolat spartėjantis augimas lėmė didėjantį prekių ir paslaugų vartojimo mastą, o tai neišvengiamai tiesiogiai nulėmė buitinių ir pramoninių atliekų kiekio augimą (Lazauskas, Tilinga 2011). Pastaruoju metu ypač daug dėmesio skiriama atliekų surinkimui ir tvarkymui, tam pasitelkiamos modernios informacinės technologijos. Pabrėžtina tai, kad atliekų valdymo klausimams spręsti Europos šalyse pasirinktos gana skirtingos strategijos, atsižvelgiant į šalies prioritetus. Pavyzdžiui, Skandinavijoje šiuo metu prioritetas skiriamas atliekoms deginti kaip elektros ir šilumos energijos šaltiniui, o Danijoje ši praktika siekia šimtą metų ir dabar pereinama prie moderniausių technologijų, orientuotų į energijos išgavimo efektyvumą ir taršos mažinimą (Gentil *et al.* 2009). Didžiojoje Britanijoje vyksta atliekų tvarkymo sistemos ir infrastruktūros pokyčiai, siekiant mažinti sąvartynų apkrovas, pereinama prie naujų metodų. Skirtingi požiūriai ir sistemos atskleidžia iš to kylančius gana skirtingus iššūkius, kuriems valdyti būtini laiku priimami sprendimai. Mokslininkai (Den Boer *et al.* 2005) pabrėžia, kad priimant šiuos sprendimus ir pasirenkant atliekų tvarkymo sistemą būtina atsižvelgti į susidarančių atliekų kiekius, tenkančius vienam gyventojui. Šie rodikliai ES šalyse taip pat labai skirtingi, o juos lemia tiek socialiniai, tiek ekonominiai veiksniai. Pavyzdžiui, 2000 m. didžiausiuose 15 ES šalių senbuvų miestuose atliekų susidarė gerokai daugiau (apie 510 kg/1 gyv. per metus), o naujųjų ES narių ir šalių kandidatų miestuose apie – 354 kg/1 gyv. per metus (Den Boer *et al.* 2005). Vertinant bendrą ES27 atliekų, tenkančių vienam gyventojui per metus, kiekį, galima teigti, kad nuo 2004 m. iki 2008 m. drastiškų pokyčių neįvyko. Pavyzdžiui, 2004 m. vienam ES27 gyventojui per metus teko 5224 kg atliekų, o 2008 m. – 5475 kg (Eurostat 2011). Tai galėjo lemti įvairios priežastys, tokios kaip naujų narių atliekų tvarkymo sistemos tobulėjimas, ekonominiai, ekologiniai ir socialiniai pokyčiai ir pan. Auganti ekonomika naujose ES šalyse darė poveikį ir situacijos atliekų tvarkymo sektoriuje pokyčiams bei iššūkiams identifikuojant šalių atliekų tvarkymo prioritetus ir priimant strateginius sprendimus. Tikslingas, socialiniu, ekonominiu ir aplinkosaugos požiūriais grįstas atliekų tvarkymas – viena pagrindinių darnaus vystymo sąlygų, siekiant efektyviai ir taupiai naudoti gamtinius išteklius, mažinti aplinkos taršą, kelti visuomenės sveikatos lygį ir gerinti gyvenimo kokybę (Bivainis, Podgaiskytė 2010). Siekiant spręsti kylančius iššūkius šioje srityje itin aktualu prognozuoti atliekų kiekį. Tai vienas pagrindinių elementų, kuris sudaro galimybes atliekų „gamintojams“,

atliekų valdytojams ir tvarkytojams, valstybinėms organizacijoms pasirengti ateities iššūkiams ir priimti strateginius sprendimus dėl tvarios atliekų tvarkymo sistemos šalyje. Moksliniuose tyrimuose dažnai stokojama sisteminio požiūrio nagrinėjant informacines atliekų tvarkymo sistemas ir jų sukuriamas galimybes. Praktikoje pasitelkiamos informacinės sistemos (IS), skirtos tam tikriems atliekų tvarkymo etapams optimizuoti, tačiau gana mažai dėmesio skiriama atliekų kiekiui prognozuoti, o tam būtina identifikuoti atliekų kiekius veikiančius veiksniai.

Nepaisant didelės pažangos atliekų tvarkymo srityje, atliekų kai kuriose ES šalyse daugėja, tačiau tyrimų rezultatai, o tai daro įtaką atliekų kiekiui, yra nepakankami. Identifikavus atliekų susidarymo rodiklius veikiančius veiksniai, galima efektyviau valdyti atliekų susidarymą ir jų tvarkymą, atsižvelgiant į tai rengti kompleksinę atliekų valdymo šalyje sistemą. Kiekvienos šalies prioritetai ir strategijos atliekų tvarkymo srityje skiriasi, o tai gali nulemti ir skirtingus atliekų susidarymą lemiančius ekonominius, socialinius ir kitus veiksniai, todėl straipsnyje pasirinkta Lietuvos atliekų tvarkymo sistema ir atliekų kiekius lemiančių veiksnių analizė. *Straipsnio tikslas* – identifikuoti veiksniai, veikiančius atliekų susidarymo kiekius Lietuvoje, kuriuos tikslinga integruoti į informacinę atliekų valdymo sistemą. *Taikomi metodai*: sisteminė literatūros analizė, sugretinimas, koreliacinė regresinė analizė.

2. IS ir atliekų valdymas

Šiuolaikinės informacijos ir komunikacijos technologijos (IKT) naudojamos įvairiose srityse, ne išimtis ir atliekų valdymas. IKT gali prisidėti prie veiksmingesnio ir efektyvesnio atliekų perdirbimo, efektyvesnės atliekų logistikos (Hilty *et al.* 2006a). Atliekoms valdyti naudojamos ir kuriamos naujos informacinės sistemos, pritaikytos specifinėms atliekų tvarkymo ir valdymo reikmėms. Jau sukurtos informacinės sistemos gali būti pritaikytos pagal poreikį, tačiau akcentuotina tai, kad specifinėms veiklos sritims jos turi būti adaptuojamos įvertinus tos veiklos aspektus. Kita vertus, skirtingo tipo informacinių sistemų integravimas ar adaptavimas veiklos procesams optimizuoti, kelia naujų iššūkių. Vertinant IKT pritaikymo atliekų valdymo sistemai aspektus, tikslinga įvardyti pagrindines IS rūšis, tokias kaip geografinė informacinė sistema (GIS), santykių su klientais valdymo sistema (CRM), atsargų valdymo sistema (SCM), išteklių planavimo sistema (ERP), verslo analitikos sistema (BI), personalo valdymo sistema (HRM), ir įvertinti jų taikymo atliekų valdymo sistemoje galimybes. Prieš analizuojant kiekvienos iš šių sistemų pritaikymo atliekoms valdyti galimybes, tikslinga detaliau įvertinti kiekvienos iš jų specifika:

- **Geografinė informacinė sistema** (*Geographic Information System*, GIS) skirta darbui su erdvine ir aprašo-

mąja informacija, skaitmeniniams koordinuotiems erdvėje duomenims kaupti, saugoti, vaizduoti, redaguoti, integruoti bei analizuoti. Turint tam tikros teritorijos daugiasluksnę duomenų bazę su įvairia informacija, galima ją naudoti praktiškai bet kokios srities problemoms spręsti – teritoriniam planavimui, gamtinių ir ekonominių išteklių tvarkymui ir prognozėms, transporto sistemos modeliavimui ir t. t. (Davidavičienė et al. 2009; Chang et al. 2008; Hilty 2006b; Ogra 2003). GIS glaudžiai siejasi su naujovėmis geografijos, kartografijos, nuotolinių tyrimų, geodezijos, civilinės inžinerijos, statistikos, demografijos, ir kitose srityse. Hilty et al. (2006a, b) tiria informacinių technologijų, t. y. GIS naudojimo darniai atliekų valdymo sistemai, galimybes. Sharholly et al. (2007) išskiria GIS, kaip pagalbinės priemonės tikrinti atliekų valdymo sistemos efektyvumą, naudojimo galimybę. Lunkapis (2004), Batzias et al. (2005), Fiorese ir Guariso (2010) analizuoja GIS kaip priemonę priimant sprendimus dėl sąvartynų vietos, galimybių apskaičiuoti geomembranos apimtis ir reikalingo dumblo kiekius, sąvartyno užpildymo ribas, nustatyti vietas, kuriose turi būti įrengti filtrai ir t. t. GIS taip pat gali būti naudojamos siekiant išlaikyti sąvartyno pripildymo ir tūrio parametrus arba, uždarius sąvartyną, atliekant buvusio sąvartyno stebėseną (monitoringą). GIS naudojimo logistikos ir atliekų transportavimo srityse galimybės ir pranašumus akcentuoja Ghosh et al. (2005) ir Ogra (2003). GIS kaip priemonę įtraukti visuomenę į integruotus darnios plėtos aplinkosaugos ir aplinkotvarkos procesus išskiria Higgs et al. (2006). Taigi GIS padeda sprendžiant pagrindinius atliekų srautų tvarkymo ir atliekų infrastruktūros planavimo klausimus (atliekų kilmė, atliekų nusėdimas, transportavimo metodai ir maršrutai ir galutinė laidojimo vieta (inventorizacija); praktinis ir institucinis atliekų teisinės bazės įgyvendinimas; bendras atliekų duomenų tvarkymas pasirinktame regione, bendras monitoringas, atliekų stebėjimo ir ataskaitų rengimo sistemos; atliekomis suinteresuotų pusių įtraukimas regione ir plačiau; bendras sutarimas ir geriausios praktikos dėl specifinio atliekų srautų surinkimo ir tvarkymo būdų sklaida; atliekų tvarkytojų pasirinktame regione sąrašas ir jų vertinimas; regioninis vadovas nacionalinei atliekų tvarkymo infrastruktūrai planuoti). Taigi galima daryti išvadą, kad GIS taikymas atliekų valdymo sistemoje yra labai platus ir planuojant integruotą atliekų valdymo informacinę sistemą turi būti integruojamas.

– **Atsargų valdymo sistema** (*Supply Chain Management, SCM*) – sistema, leidžianti sustiprinti tiekimo grandies bendradarbiavimą, pagerinti planavimą (Davidavičienė et al. 2009; Tan et al. 1998). SCM vertinama kaip teigiamai veikianti verslo efektyvumą ir

našumą, koordinuojant tiekimo grandines (Tan et al. 1998; Anderson, Katz 1998; Chandra, Kumar 2000; Stadtler 2005; Iakovou et al. 2010). Pagrindiniai SCM moduliai skirti poreikiui planuoti ir prognozuoti, tiekimo grandžiai valdyti, planuoti ir įvertinti, atsargoms valdyti, gamybai, tiekėjams, užsakymams, pradavimams valdyti (Davidavičienė et al. 2009). Daugelis SCM modulių taikytini atliekų valdymo sistemoje, tai patvirtina ir atlikti mokslininkų tyrimai: RFID technologijos taikymo atliekų sistemoje kartu su SCM galimybės atliekų kiekio apskaitai tvarkyti, planuoti ir valdyti (Battini et al. 2009), GIS ir SCM integravimas atliekų srautams valdyti (Ayoub et al. 2007) bei kitos SCM galimybės atliekų valdymo (Iakovou et al. 2010) ir logistikos srityje (Frombo et al. 2009). Šios sistemos galimybės ir elementai, derinami kartu su GIS, sukurtų papildomų galimybių ir sudarytų sąlygas dar labiau optimizuoti atliekų valdymo procesus.

– **Santykių su klientais valdymo sistema** (*Customer Relationship Management, CRM*) naudojama santykiams su klientais kurti ir palaikyti, sistemingai juos valdyti (Davidavičienė et al. 2009; Richard et al. 2007; Rigby, Ledingham 2004; Goodhue et al. 2002; Dibb 2001; Bull 2003). CRM praplečia santykių su klientais rinkodaros akiratį naudojantis informacinėmis technologijomis. Analizuojant CRM funkcijas galima identifikuoti ir šios sistemos pritaikymo atliekoms valdyti aspektus: kaupti, sisteminti ir analizuoti informaciją apie esamus ir potencialius klientus (atliekų turėtojus, tvarkytojus, valdymo institucijas ir pan.); vykdyti paieškas per įvykius, klientus, jų kontaktinius asmenis bei kitą informaciją; matyti bendravimo istoriją; išvengti neaiškumų, jei su vienu klientu bendrauja keli vadybininkai; klientų problemas spręsti greitai ir veiksmingai; sumažinti nuostolius keičiantis įmonės darbuotojams. Svarbiausios CRM savybės atliekų valdymo verslui: lokalizacija, praktiškumas, skambučių centras, žinių bazė, ataskaitų rengimas, priminimai yra esminiai pranašumai, kuriuos sukurtų įdiegtos CRM funkcijos.

– **Įmonės išteklių planavimo sistema** (*Enterprise Resource Planning, ERP*) – programinė įranga, skirta įmonės valdymui kompiuterizuoti, galinti apimti ir integruotis į visus įmonės verslo procesus, tokius kaip atsargų valdymo, efektyviam visų išteklių naudojimui, gamybos planavimo, garantinės priežiūros, santykių su klientais valdymo, finansų ir sąnaudų apskaitos, žmoniškųjų išteklių ir daug kitų funkcijų (Davidavičienė et al. 2009; Sedera et al. 2003; Muscatello, Chen 2008). Vienas iš ERP sistemos taikymų tvarkant atliekas yra atliekų apskaita, ji leidžia sumažinti pasikartojantį rankinį duomenų įvedimą, yra automatiškai formuojamas pirminis atliekų apskaitos žurnalas, metinė atliekų apskaitos ataskaita ir kiti susiję doku-

mentai. Kompiuterizavus atliekų apskaitą paprastesnis tampa atliekų kiekių ir tipų atitikties aplinkosaugos leidimams kontrolės procesas.

– **Personalo valdymo sistema** (*Human Resource Management System*, HRM) skirta struktūrizuotam organizacijos personalui valdyti. Pagrindinės žmogiškųjų išteklių valdymo funkcijos yra žmogiškųjų išteklių planavimas, naujų darbuotojų paieška ir atranka, personalo socializacija, mokymas ir tobulinimas bei veiklos vertinimas, kuris skatina motyvuoti personalą, pvz., paaugstinimas, perkėlimas į kitas pareigas (Guest *et al.* 2003; Boxall *et al.* 2007; Delbridge, Whitfield 2007; Geare *et al.* 2006). Vertinant HRM sistemos pritaikymą atliekoms valdyti, galima teigti, kad nėra specifinių ir išskirtinių šios srities reikalavimų. Šioje veikloje, kaip ir kitose, būtinas personalo motyvavimas, kompetencijos užtikrinimas, kvalifikacijos kėlimas ir pan. Taigi HRM sistema padėtų valdyti tokius procesus, kaip organizuoti mokymus, pritaikyti gebėjimus prie veiklos pokyčių administruojant atliekų tvarkymą, planuojant ir tobulinant patį atliekų valdymą.

– **Verslo analitika** (*Business Intelligence*, BI) – svarbiausių duomenų analizės ir ataskaitų pateikimo sistema, leidžianti vadovams skirtingais organizacijos lygiais realiuoju laiku ir lengvai pasinaudoti informacija, padeda priimti valdymo sprendimus (Davidavičienė *et al.* 2009; Elbashir *et al.* 2008; Hannula, Pirttimaki 2003; Gibson *et al.* 2004). Šios sistemos pateikia visą informaciją ir ataskaitas skirtingais aspektais ir periodais, analizuoja duomenis, užtikrina jų kokybę ir vientisumą. Pagrindinis verslo analitikos sistemos tikslas – padėti sukurti verslo vertę organizacijai ir priimti sprendimus. Tai sistema, suteikianti reikiamą informaciją valdymui, strategijai ir taktikai. Verslo analitikos sistemos valdant atliekas gali būti naudojamos administravimo ir strateginiams sprendimams priimti, informacijai kaupti apie surinktas atliekas, jų kiekius bei frakcijas, tam tikrais laikotarpiais, taip pat padėti organizuoti atliekų surinkimą, transportavimą, perdirbimą ir šalinimą. Sujungę reikalingus analizuotų informacinių sistemų (GIS, SCM, CRM ir kt.) funkcionalumus, gautume aplinkai valdyti skirtą BI.

Siekiant identifikuoti skirtingų informacinių sistemų pritaikymo galimybes atliekų valdymo sistemos procesuose, atlikus literatūros analizę buvo išskirti penki pagrindiniai atliekų tvarkymo proceso etapai (Sharholy *et al.* 2007; Den Boer *et al.* 2005; Bivainis, Podgaiskytė 2010; Tinmaz, Demir 2006). Jie išskirti atsižvelgiant į atliekų tvarkymo ciklą ir atliekų tvarkymo sistemos dalyvius. Senesniuose šaltiniuose išskiriamos trys pagrindinės atliekų tvarkymo fazės: atliekų susidarymas, naudojimas, šalinimas. Tačiau pastaruoju metu mokslininkai (Den Boer *et al.* 2005) išskiria keturias fazes (laikinas saugojimas, surinkimas, transportavimas ir apdo-

rojimas/šalinimas/perdirbimas), o atsižvelgiant į darnaus vystymo gaires integruoto atliekų tvarkymo ideologinius principus, atliekų tvarkymo ciklas vis dažniau skaidomas į penkias fazes (Bivainis, Podgaiskytė 2010): *atliekų susidarymas, atliekų rūšiavimas susidarymo vietoje, surinkimas ir vežimas, atliekų naudojimas ir atliekų šalinimas*. Taigi, vertinant tendencijas ir vykstančius pokyčius, šiam tyrimui pasirinktas penkių fazių skirstymas. Kadangi kiekvienoje fazėje (etape) vyksta keletas procesų ir veiklų, kurioms optimizuoti gali būti taikomos IS, atliekant tyrimą buvo išskirtos kelios pagrindinės (žr. lentelę). Pavyzdžiui, atliekų susidarymo etape vertinami tokie procesai, kaip komunikacija su pirminiais atliekų „tiekėjais“, t. y. gyventojais arba įmonėmis (tai apima visuomenės švietimą, klientų aptarnavimą, administravimą ir pan.). Atliekų sistemos tvarkymo dalyvius pagal jų vaidmenį galima sujungti į tokias grupes, kaip *atliekų turėtojai* (asmenys, pas kuriuos veiklos metu susidaro atliekų), *atliekų tvarkytojai* (įmonės ar kiti juridiniai asmenys, kurie tvarko atliekas pagal atliekų tvarkymo įstatymo ir kitų teisės aktų reikalavimus), *valdymo institucijos* (viešojo valdymo institucijos, planuojančios, organizuojančios, reguliuojančios ir kontroliuojančios atliekų tvarkymą), *interesų grupės* (nevyriausybinių organizacijų, atstovaujančių įvairių sistemos dalyvių interesams). Atliekant analizę buvo vertinama tam tikrų informacinių sistemų naudojimo tam tikrame atliekų tvarkymo etape galimybė, neatsižvelgiant į tai, kas iš dalyvių bus IS sukuriamos naudos gavėjas.

Atlikus sistemų taikymo galimybių atliekų valdymo sistemoje vertinimą, galima teigti, kad kiekviena sistema gali būti naudinga įmonei, tačiau pažymėtina, kad plačiausias pritaikymas yra GIS, žemiausias HRM. Vertinant GIS taikymą, stiprioji šios sistemos pusė yra vizualizavimas, o sprendimams priimti dėl maršrutų, atliekų kiekių ir srautų valdymo, planavimui bei prognozei būtina pasitelkti SCM ar ERP, kaip ir kalbant apie ryšius su visuomene – svarbiu sėkmės elementu tampa CRM. Bet kuri iš analizuotų sistemų gali būti integruota, taip pat gali būti integruojami pagrindiniai kelių sistemų moduliai ir funkcionalumai, kuriant informacinę specializuotą atliekų valdymo sistemą.

3. Atliekų valdymo sistema: atliekų prognozavimo ir valdymo modeliai

Priimant strateginius sprendimus dėl šalies atliekų valdymo sistemos, pasitelkiami įvairūs modeliai ir koncepcijos. Vieni mokslininkai akcentuoja atliekų tvarkymo veiklos ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio santykį bei įtaką globalinio atšilimo procesams (Fisher 2006; Skovgaard *et al.* 2008), kiti orientuojasi į komunalinių atliekų valdymo problemas ir aspektus, pavyzdžiui, gyvavimo ciklo vertinimas (GCV), kuris pagrįstas komunalinių atliekų valdymu, atsižvelgiant į žalos ir naudos aplinkosaugai aspektus (Cliff *et al.* 2000; Ekvall, Finnveden 2000; McDougall *et al.* 2001; Den Boer 2005; Cherubini *et al.* 2008). GCV iš-

Lentelė. Informacinių valdymo sistemų taikymo galimybės atliekų tvarkymo procesuose (sudaryta autorių)

Table. Application possibilities of information management systems in waste management processes (Source: compiled by authors)

Atliekų valdymo procesai	SCM	CRM	ERP	GIS	BI	HRM
Atliekų susidarymas						
Piliečių informavimas ir motyvavimas		±		±		
Gyventojų, įmonių administravimas	±	±	±	±		
Mokesčių už atliekų tvarkymą administravimas		±	±			
Atliekų rūšiavimas susidarymo vietoje						
Atliekų kiekio apskaita	±		±	±	±	
Atliekų frakcijos kiekio apskaita	±		±	±	±	
Surinkimas ir vežimas						
Surinkimo taškų apskaita	±	±		±	±	±
Surenkamų atliekų kiekio/frakcijų apskaita	±		±	±	±	
Atliekų surinkėjų ir vežėjų apskaita	±	±	±		±	±
Maršrutai (rengimas, optimizavimas)	±			±		
Atliekų kiekio/frakcijų judėjimo apskaita	±		±	±	±	
Atliekų naudojimas						
Atliekų perdirbėjų apskaita	±	±		±	±	±
Perdirbtų atliekų kiekio apskaita	±		±	±	±	
Perdirbimo būdų apskaita	±			±	±	
Atliekų tvarkymo monitoringas				±	±	
Atliekų šalinimas						
Atliekų šalinimo vietų apskaita	±	±		±	±	±
Šalinamų atliekų kiekio apskaita	±		±	±	±	

vystyti du įrankiai: būsimo atliekų kiekiui ir jų frakcinei sudėčiai prognozuoti. Šie įrankiai įvertina ekonominius, socialinius ir demografinius pokyčius ir jų įtaką atliekų sudėčiai bei kiekiui. Prognostinis įrankis leidžia suprognozuoti ateityje susidarysiančius namų ūkio atliekų kiekius ir sudėtį, remiantis tokiais duomenimis, kaip dabartiniai atliekų kiekiai ir sudėtis, numatyti būsiami socialiniai ir ekonominiai rodikliai ir įskaičiuoti jau anksčiau žinomi rodikliai. Šalia GCV modelio, skirto komunalinėms atliekomis prognozuoti, valdymo sistemai planuoti ir nustatyti, mokslininkų rekomenduojami bei praktikoje taikomi ir kiti modeliai bei metodai: kietųjų atliekų analizės metodas (*Solid Waste Analyses Tool*, SWA-Tool) skirtas optimizuoti ir standartizuoti kietųjų atliekų apskaitos analizę; „Mokėk už tiek, kiek išmeti“ modelis (*Pay-As-You-Throw*, PAYT) skirtas miestų atliekų vadybai; išteklių naudojimo ir atliekų vadybos ekologiniuose pramonės parkuose modelis (*Optimisation of resource use and waste management in an Eco-Industrial Park*, ORMA), leidžiantis imituoti išteklių naudojimo ir atliekų valdymo ekologinės pramonės parke ir kt. Apibendrinant literatūroje pateikiamus atliekų valdymo modelius galima išskirti tokias grupes (Pires et al. 2011; Chang et al. 2008; Cherubini et al. 2008; Den Boer et al. 2005): 1) sistemų inžinerijos modeliai, įskaitant sąnaudų ir naudos analizę (*cost and benefit analysis*), prognozavi-

mo modelius (*forecasting models*), modeliavimą (*simulation models*), optimizavimo modelius (*optimization models*), ir integruotos modeliavimo sistemos (*integrated modeling system*); 2) sistemos įvertinimo priemonės, įskaitant informacines valdymo sistemas, sprendimų paramos sistemas, ekspertines sistemas, scenarijų metodas, materialijų srautų analizė, gyvavimo ciklo įvertinimas, rizikos vertinimas, aplinkos poveikio vertinimas, strateginis poveikio aplinkai vertinimas, socioekonominis vertinimas ir darni plėtra.

Įvertinus įvairius modelius, kaip vienas iš tinkamiausių išskirtinas GCV, kurio principus galima taikyti ir kitų atliekų rūšims prognozuoti, jis gali būti integruotas į informacinę atliekų valdymo sistemą. Siekiant patikrinti GCV rekomenduojamų rodiklių tinkamumą, tikslinga atlikti tyrimą įtraukiant papildomus rodiklius ir praplečiant atliekų sąrašą kitomis atliekų grupėmis (ne komunalinėmis atliekomis), nes tradiciniai kietųjų komunalinių atliekų (KKA) prognozavimo metodai, tokie kaip GCV, dažniausiai pasikliauna demografiniais, socialiniais ir ekonominiais rodikliais vienam gyventojui. Iki šiol daugelyje tyrimų įvairių veiksmų įtaka buvo tiriama namų ūkio ir apgyvendinimo srityse, kai analizuojami atliekų kiekis ir sudėtis. Nustatyti KKA veikiančios veiksniai (Den Boer 2005):

– *Bendrasis vidaus produktas*: šis regiono ekonominės galios rodiklis dažnai naudotas atliekų srauto kitimui

įvertinti. Šio veiksnio įtaka yra teigiama (didėjant BVP, daugėja komunalinių atliekų).

- *Socialiniai rodikliai*: tokie rodikliai, kaip kūdikių mirtingumas (neigiama įtaka), vidutinė gyvenimo trukmė (teigiama įtaka) ir gyventojų užimtumo žemės ūkyje dalis (neigiama įtaka), turi didelę įtaką, ypač greitai besivystančiose Rytų Europos šalyse.
- *Amžius*: tiesioginį ryšį tarp 15–59 metų amžiaus žmonių (ekonomiškai aktyviausios gyventojų grupės) skaičiaus ir komunalinių atliekų susidarymo.
- *Namų ūkio dydis*: nedidelis vidutinio dydžio būstuose gyvenančių žmonių skaičius taip pat yra didesnio komunalinių atliekų kiekio susidarymo požymis.

Atlikti tyrimai ir ekspertų vertinimai nurodo daugelį komunalinių atliekų susidarymo rodiklių sąveiką su išoriniais veiksniais (tokiais kaip gyventojų skaičius ar BVP), tačiau atskirų atliekų frakcijų ir kitų atliekų rūšių susidarymą lemiantys veiksniai yra ištirti nepakankamai. Siekiant nustatyti (patikslinti) atliekų susidarymą veikiančius veiksnius, tikslinga praplėsti GCV siūlomą veiksnų sąrašą ir ištirti ryšį su kitomis atliekų grupėmis, atliekant koreliacinę regresinę analizę.

4. Atliekų kiekio susidarymo rodiklius lemiančių veiksnų tyrimas

Lietuvos atliekų susidarymo kiekių ir galimai juos veikiančių veiksnų statistiniai duomenys tyrimui surinkti iš Aplinkos apsaugos agentūros ir Statistikos departamento pateiktos informacijos apie Lietuvoje susidariusias ir sutvarkytas atliekas. Išskirta trylika ekonominių, socialinių, demografinių veiksnų, kurie galbūt daro įtaką atliekų susidarymo kiekiui: X_1 – BVP to meto kainomis, mln. litų; X_2 – suvartojamo alkoholio kiekis, l/vienam gyventojui; X_3 – žemės ūkis, medžioklė, miškininkystė ir žuvininkystė, BPV mln. litų; X_4 – pramonė, BPV mln. litų; X_5 – statyba, BPV mln. litų; X_6 – prekyba, viešbučiai ir restoranai, transportas, sandėliavimas ir ryšiai, BPV mln. litų; X_7 – maisto produktų, gėrimų, tabako gamyba, BPV mln. litų; X_8 – eksportas, tūkst. litų; X_9 – importas, tūkst. litų; X_{10} – vidutinės disponuojamos pajamos vienam namų ūkio nariui; X_{11} – gyventojų skaičius; X_{12} – bendrosios kuro sąnaudos transporto, tūkst. t naftos ekvivalentais; X_{13} – kelių transporto priemonių skaičius, vnt. Atliekų susidarymo kiekiai buvo skaičiuojami remiantis Lietuvos Respublikos teisės aktais, atliekų tvarkymo taisyklėmis (LR aplinkos ministro... 2003). Vienas iš tyrimo iššūkių – skirtingas duomenų grupavimas metinėse atliekų susidarymo ataskaitose dėl pakitusių atliekų tvarkymo taisyklių, tvarkų, klasifikatorių 2000–2010 m. (duomenys pateikiami sugrupuoti pagal skirtingus kriterijus, ne visų atliekų grupių statistika pateikiama). Siekiant užtikrinti tyrimo rezultatų patikimumą, renkant duomenis, buvo atsižvelgta į esamus statistinius duomenis ir tyrimui atrinktos tos atliekų grupės, apie

kurias duomenys pateikiami visam tiriamajam periodui. Tokia situacija atskleidė ir dar kartą pabrėžė bendros, kompleksinės, informacinės atliekų valdymo sistemos poreikį. Tyrimui atrinktos atliekų grupės:

A_1 – *pavojingosios atliekos* (rodiklį sudaro: atliekos, kurios pasižymi viena ar keliomis pavojingumą lemiančiomis savybėmis, išvardytomis Taisyklių 3 priede, ir atitinka Taisyklių 4 priede nurodytus kriterijus (LR aplinkos ministro... 2003));

A_2 – *statybos ir griovimo atliekos* (rodiklį sudaro: betonas, plytos, čerpės ir keramika (17 01); medis, stiklas ir plastmasė (17 02); varis, bronzos, žalvaris, aliuminis, švinas, cinkas, geležis ir plienas, alavas, metalų mišiniai (17 04 01–07); gruntas ir akmenys, kuriuose yra pavojingųjų cheminių medžiagų, gruntas ir akmenys, nenurodyti (17 05 03), išsiurbtas dumblas, kuriame yra pavojingųjų cheminių medžiagų, išsiurbtas dumblas (17 05 03–06); izoliacinės medžiagos ir statybinės medžiagos, kuriose yra asbesto (17 06). Skaičiuojant atliekų kiekius neįtraukti bituminiai mišiniai, akmens anglių derva ir gudronuotieji gaminiai (17 03), kitos statybinės ir griovimo atliekos (17 09));

A_3 – *pakuočių atliekos* (rodiklį sudaro: visos pakavimo atliekos (įskaitant atskirai surinktas komunalines pakavimo atliekas) (15 01). Neįtraukti absorbentai, filtrų medžiagos, pašluostės ir apsauginiai drabužiai (15 02));

A_4 – *baterijų ir akumuliatorių atliekos* (rodiklį sudaro visos 16 06 kodu žymimos atliekos);

A_5 – *netinkama naudoti įranga, išskyrus eksploatuoti netinkamas transporto priemones ir baterijas bei akumuliatorius* (rodiklį sudaro: transformatoriai ir kondensatoriai, kuriuose yra polichlorintųjų bifenių ir polichlorintųjų terfenilų (PCB/PCT) (16 02 09), nebenaudojama įranga, kurioje yra pavojingų sudedamųjų dalių, nenurodytų 16 02 09 – 16 02 12 (16 02 13), nebenaudojama įranga, nenurodyta 16 02 09 – 16 02 13 (16 02 13));

A_6 – *eksploatuoti netinkamų transporto priemonių atliekos* (rodiklį sudaro: eksploatuoti netinkamos transporto priemonės (16 01 04), eksploatuoti netinkamos transporto priemonės, kuriose nebėra nei skysčių, nei kitų pavojingųjų sudedamųjų dalių (16 01 06), kitaip neapibrėžtos atliekos (16 01 99));

A_7 – *padangų atliekos* (rodiklį sudaro naudotos padangos (16 01 03));

A_8 – *alyvos atliekos* (rodiklį sudaro: alyva hidrauliniams sistemoms, kurioje yra PCB1, chlorintosios emulsijos, nechlorintosios emulsijos, chlorintoji alyva hidrauliniams sistemoms, kurioje yra mineralų, nechlorintoji alyva hidrauliniams sistemoms, kurioje yra mineralų, sintetinė alyva hidrauliniams sistemoms, kurioje yra mineralų, tepalinės alyvos atliekos (13 02); izoliacinės ir šilumą perduodančios alyvos atliekos (13 03). Neįtraukti lijaliniai vandenys (13 04), naftos produktų/vandens separatorių turinys (13 05), skystojo kuro atliekos (13 07), kitaip neapibrėžtos naftos atliekos (13 08));

A_9 – komunalinės atliekos (rodiklį sudaro: sodų ir parkų atliekos (įskaitant kapinių atliekas) (20 02); kitos komunalinės atliekos (20 03). Neįtrauktos atskirai surenkamos frakcijos (20 01)).

Atlikto tyrimo rezultatai atskleidė, kad visų tirtų veiksnių X ryšys su A_1 (pavojingosios atliekos) yra silpnas. Didžiausi koreliacijos koeficientai buvo: pavojingosios atliekos – maisto produktų gėrimų ir tabako gamyba (–0,36) ir pavojingosios atliekos – alkoholio suvartojimas (–0,31). Analizuojant statybos ir griovimo atliekų (A_2) ryšį su galimais įtakos veiksniais, nustatyta stipri koreliacija visais atvejais, išskyrus pajamas, tenkančias vienam namų ūkio nariui (0,46), ir koreliacija su gyventojų skaičiumi šalyje (0,57). Tai rodo silpną įtaką statybos ir griovimo atliekų susidarymui. Natūralu, kad stipriausiai A_2 koreliuoja su statybos pramonės sukuriama bendrąja pridėtine verte (BPV), koeficientas – 0,93. Pakuočių atliekų (A_3) susidarymas labai stipriai koreliuoja su BPV, gaunamu iš statybos sektoriaus (koeficientas – 1), bei su importu ir bendrosiomis kuro sąnaudomis transporte (0,98). Visų kitų rodiklių ryšį su pakuočių atliekų susidarymu galima vertinti kaip stiprų. Taigi visi veiksniai yra reikšmingi prognozuojant pakuočių atliekų susidarymą. Vertinant baterijų ir akumuliatorių atliekų (A_4) susidarymo statistinį ryšį su analizei naudotais rodikliais, galima teigti, kad visi rodikliai yra reikšmingi. Visų rodiklių koreliacijos koeficientas yra tarp 0,7 ir 1, tai apibrėžiama kaip stipri koreliacija. Stipriausias ryšis yra tarp baterijų ir akumuliatorių atliekų ir bendrojo kuro suvartojimo transporte. Netinkamos naudoti įrangos (A_5), išskyrus eksploatuoti netinkamas transporto priemones ir baterijas bei akumulatorius, statistinis ryšys stipriausias su gyventojų skaičiumi ir kelių transporto priemonių skaičiumi (0,74 ir –0,74). Kitų rodiklių reikšmingumas vertintinas kaip vidutinis. Eksploatuoti netinkamų transporto priemonių (A_6) ryšys su vertinamais rodikliais yra vidutinis, išskyrus bendrąsias kuro sąnaudas transporte, čia ryšys vertinamas kaip stiprus (0,74). Padangų atliekos statistinio ryšio (A_7) su vertinamais rodikliais reikšmingumas yra stiprus. Kaip vidutinis vertinamas tik ryšys tarp padangų atliekų ir vidutinių disponuojamų pajamų vienam namų ūkio nariui (0,63). Alyvos atliekų (A_8) susidarymo koreliacija su tirtais veiksniais gali būti vertinama tik kaip silpna ir labai silpna (silpniausia iš visų tirtų atliekų grupių). Didžiausios koreliacijos koeficiento reikšmės yra tarp alyvos atliekų susidarymo ir maisto produktų, gėrimų ir tabako gamybos sukuriamos bendrosios pridėtinės vertės (–0,2), disponuojamų pajamų vienam namų ūkio nariui (–0,34) ir gyventojų skaičiaus šalyje (0,26). Vertinant komunalinių atliekų (A_9) ryšį su analizuojamais rodikliais, galima išskirti žemės ūkio, miškininkystės ir žuvininkystės sukuriamą BPV – šie rodikliai koreliuoja stipriausiai (0,79). Kaip turinčius stiprų statistinį ryšį su komunalinių atliekų susidarymu galima vertinti statybos sukuriamą BVP, importą ir bendrąsias kuro

sąnaudas transporte. Labai silpnu ir silpnu statistiniu ryšiu pasižymi maisto produktų, gėrimų ir tabako gamybos sukuriama bendroji pridėtinė vertė, vidutinės disponuojamos pajamos vienam namų ūkio nariui, gyventojų skaičius, kelių transporto priemonių skaičius. Jų koreliacijos koeficientas neviršija 0,5 reikšmės. Kiti rodikliai vertinami kaip turintys vidutinį statistinį ryšį.

Taigi tiriant regionų atliekų kiekius ir juos prognozuojant tikslinga atsižvelgti į koreliacinės analizės metu identifikuotus svarbius veiksnis: BVP; alkoholio suvartojimą; žemės ūkio, medžioklės, miškininkystės ir žuvininkystės BPV; pramonę; statybą; prekybą, viešbučių ir restoranų, transporto, sandėliavimo ir ryšių BPV; eksportą; importą; vidutines disponuojamas pajamas vienam namų ūkio nariui. Svarstyti mažiau koreliuojančių veiksnių ($X_7, X_{10}, X_{11}, X_{13}$), integravimo į sistemą klausimas. Pabrėžtina tai, kad šie veiksniai ne visais atvejais buvo nereikšmingi, o jų ryšys su tam tikrų atliekų grupėmis buvo stiprus. Taigi, esant galimybei, rekomenduotina įtraukti visus tirtus veiksnis ir įvertinti papildomų veiksnių poreikį.

5. Išvados

Atlikus informacinių sistemų taikymo ir integravimo atliekų valdymo informacinėje sistemoje vertinimą prieita prie išvados, kad kiekviena sistema gali būti naudinga, tačiau pažymėtina tai, kad tik vienos sistemos (pavyzdžiui, GIS) integravimas nebūtinai duos optimalius rezultatus. Tikslinga organizacijos poreikius vertinti per procesų ir dalyvių poreikių prizmę ir priimti integruotą kompleksinį sprendimą (pavyzdžiui, diegti tam tikrus GIS ir ERP modulius).

Vertinant esamas atliekų valdymo sistemas nepaneigiamą yra atliekų kiekio prognozavimo svarba. Išanalizavus pasaulio praktikoje naudojamus atliekų kiekio prognozavimo modelius, įvertinus jau atliktus tyrimus šioje srityje, atlikta koreliacinė regresinė analizė, siekiant patikrinti ir patikslinti atliekų kiekių prognozavimui svarbių veiksnių sąrašą. Atlikus tyrimus identifikuoti atliekų susidarymo kiekius (ne tik KKA) veikiančys veiksniai.

Atlikto regresinės analizės rezultatai taikytini vykdant Lietuvos regionų atliekų kiekių prognozavimą, prognozuojant galima atmesti labai silpną ir silpną ryšį konkrečiai atliekų grupei turinčius veiksnis. Kita vertus, jei visi duomenys būtų kaupiami informacinėje atliekų valdymo sistemoje, siekiant užtikrinti kompleksiskumą ir tikslumą, visus veiksnis galima įtraukti vykdant daugianarę regresinę analizę ir prognozuojant. Ateityje tikslinga iširti papildomų veiksnių ryšį ir įtraukimo į atliekų valdymo informacinę sistemą poreikį bei galimybes.

Literatūra

Ayoub, N.; Martins, R.; Wang, K.; Seki, H.; Naka, Y. 2007. Two levels decision system for efficient planning and implemen-

- tation of bioenergy production, *Energy Conversion and Management* 48(3): 709–723.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2006.09.012>
- Anderson, M. G.; Katz, P. B. 1998. Strategic sourcing, *International Journal of Logistics Management* 9(1): 1–13.
<http://dx.doi.org/10.1108/09574099810805708>
- Battini, D.; Faccio, M.; Persona, A.; Sgarbossa, F. 2009. A new methodological framework to implement an RFID project and its application, *International Journal of RF Technologies: Research and Applications* 1(1): 77–94.
<http://dx.doi.org/10.1080/17545730802320174>
- Batzias, F. A.; Sidiras, D. K.; Spyrou, E. K. 2005. Evaluating livestock manures for biogas production: a GIS based method, *Renewable Energy* 30(8): 1161–1176.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2004.10.001>
- Bivainis, J.; Podgaiskytė, V. 2010. Komunalinių atliekų struktūrinė analizė, *Verslas: teorija ir praktika* [Business: Theory and Practice] 11(4): 323–334.
<http://dx.doi.org/10.3846/btp.2010.35>
- Boxall, P.; Purcell, J.; Wright, P. 2007. *Oxford handbook of human resource management*. Prieiga per internetą: <http://search.informit.com.au/documentSummarydn=989987802666928;res=IELBUS>
- Bull, Ch. 2003. Strategic issues in customer relationship management (CRM) implementation, *Business Process Management Journal* 9(5): 592–602.
<http://dx.doi.org/10.1108/14637150310496703>
- Chandra, Ch.; Kumar, S. 2000. Supply chain management in theory and practice: a passing fad or a fundamental change?, *Industrial Management and Data Systems* 100(3): 100–114.
<http://dx.doi.org/10.1108/02635570010286168>
- Chang, N. B.; Parvathinathan, G.; Breeden, J. 2008. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region, *Journal of Environmental Management* 87: 139–153.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.01.011>
- Cherubini, F.; Bargigli, S.; Ulgiati, S. 2008. Life cycle assessment (LCA) of waste management strategies: landfilling, sorting plant and incineration, *Energy* 34(12): 2116–2123.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2008.08.023>
- Clift, R.; Doig, A.; Finnveden, G. 2000. The application of life cycle assessment to integrated solid waste management, Part 1 – methodology, *Process Safety and Environmental Protection* 78(4): 279–287.
<http://dx.doi.org/10.1205/095758200530790>
- Davidavičienė, V.; Gatautis, R.; Paliulis, N. K.; Petrauskas, R. 2009. *Elektroninis verslas: vadovėlis*. Vilnius: Technika. 468 p. ISBN 978-9955-28-513-7.
- Delbridge, R.; Whitfield, K. 2007. More than mere fragments? The use of the workplace employment relations survey data in HRM research, *The International Journal of Human Resource Management* 18(12): 2166–2181.
<http://dx.doi.org/10.1080/09585190701695317>
- Den Boer, E.; den Boer, J.; Jager, J.; Denafas, G.; Račys, V.; Rimaitytė, I., et al. 2005. *Waste Management Planning and Optimization: Handbook for Municipal Waste Prognosis and Sustainability Assessment of Waste Management Systems*. Ibidem-Verlag, Stuttgart. 284 p.
- Dibb, S. 2001. Customer relationship management and barriers to the segment of one, *Journal of Financial Services Marketing* 6(1): 10–23.
<http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.fsm.4770037>
- Ekvall, T.; Finnveden, G. 2000. The application of life cycle assessment to integrated solid waste management, Part 2 – perspectives on energy and material recovery from paper, *Process Safety and Environmental Protection* 78(4): 288–294.
<http://dx.doi.org/10.1205/095758200530808>
- Elbashir, M. Z.; Collier, P. A.; Davern, M. J. 2008. Measuring the effects of business intelligence systems: the relationship between business process and organizational performance, *International Journal of Accounting Information Systems* 9: 135–153. <http://dx.doi.org/10.1016/j.accinf.2008.03.001>
- Eurostat. 2009. *Municipal solid waste generation, landfilling, incineration, recycling and composting from 1995 to 2007*. Prieiga per internetą: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/sectors/municipal>
- Eurostat. 2011. *Generation of waste (tons, kg per person)*. Prieiga per internetą: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/database#>
- Fiorese, G.; Guariso, G. 2010. A GIS-based approach to evaluate biomass potential from energy crops at regional scale, *Environment Modeling and Software* 25(6): 702–711.
- Fisher, K. 2006. *Impact of energy from waste and recycling policy on UK greenhouse gas emissions*. Environment Resource Management for Department of Environment, Food and Rural Affairs. Prieiga per internetą: http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=WR0609_5737_FRP.pdf
- Frombo, F.; Minciardi, R.; Robba, M.; Rosso, F.; Sacile, R. 2009. Planning woody biomass logistics for energy production: a strategic decision model, *Biomass and Bioenergy* 33(3): 372–383. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.09.008>
- Geare, A.; Edgar, F.; McAndrew, I. 2006. Employment ideology and HRM: an empirical study, in *Proceedings of the 20th Conference of the Association of Industrial Relations Academic of Australia and New Zealand*. University of South Australia, 201–208.
- Gentil, E.; Clavreul, J.; Christensen, T. H. 2009. Global warming factor of municipal solid waste management in Europe, *Waste Management and Research* 27(9): 850–860.
<http://dx.doi.org/10.1177/0734242X09350659>
- Ghosh, M. K.; Dikshit, A. K.; Sharma, S. K. 2005. A GIS based transportation model for solid waste disposal – a case study on Asansol municipality, *Waste Management* 26(11): 1287–1293.
- Gibson, M.; Arnott, D.; Jagielska, I. 2004. Evaluating the intangible benefits of Business Intelligence: review and research agenda, in *Proceedings of the International Conference on Decision Support Systems (DSS2004)*. Australia: Monash University, 295–305.
- Goodhue, D. L.; Wixom, B. H.; Watson, H. J. 2002. Realizing business benefits through CRM: hitting the right target in the right way, *MIS Quarterly Executive* 1(2): 79–94.
- Guest, E. D.; Michie, J.; Conway, N.; Sheehan, M. 2003. Human resource management and corporate performance in the UK, *British Journal of Industrial Relations* 41(2): 291–314.
<http://dx.doi.org/10.1111/1467-8543.00273>

- Hannula, M.; Pirttimaki, V. 2003. Business intelligence empirical study on the top 50 Finnish companies, *Journal of American Academy of Business* 2(2): 593–599.
- Higgs, G. 2006. Integrating multicriteria techniques with geographical information systems in waste facility location to enhance public participation, *Waste Management and Research* 24(2): 105–117.
<http://dx.doi.org/10.1177/0734242X06063817>
- Hilty, L. M.; Arnfalk, P.; Erdmann, L.; Goodman, J.; Lehmann, M.; Wager, P. A. 2006a. The relevance of information and communication technologies for environmental sustainability – a prospective simulation study, *Environmental Modelling and Software* 21(11): 1618–1629.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2006.05.007>
- Hilty, L. M.; Kohler, A.; Scheele, F.; Zah, R.; Ruddy, T. 2006b. Rebound effects of progress in information technology, *Poiesis & Praxis: International Journal of Technology Assessment and Ethics of Science* 4(1): 19–38.
- Iakovou, E.; Karagiannidis, A.; Vlachos, D.; Toka, A.; Malamakias, A. 2010. Waste biomass-to-energy supply chain management: a critical synthesis, *Waste Management* 30(10): 1860–1870. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2010.02.030>
- Lazauskas, M.; Tilinga, A. 2011. Statybos ir griovimo atliekų susidarymą, rūšiavimą bei panaudojimą įtakojančių veiksnių analizė, iš 14-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“. Vilnius, 1–6. ISSN 2029-7149.
- LR aplinkos ministro įsakymas nr. 722 „Dėl LR aplinkos ministro 1999 m. liepos 14 d. įsakymo „Dėl Atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo“ pakeitimo“.
- Lunkapis, G. J. 2004. GIS as decision support tool for landfills siting, in *Map Asia Conference 2004*. Beijing, China, 1–11. Prieiga per internetą: [http://www.docstoc.com/docs/22055240/ABSTRACT-Geographical-Information-System-\(GIS\)-can-aid-decision](http://www.docstoc.com/docs/22055240/ABSTRACT-Geographical-Information-System-(GIS)-can-aid-decision)
- McDougall, F. R.; White, P. R.; Franke, M.; Hindle, P. 2001. *Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science. 544 p. ISBN 0-632-05889-7.
- Muscattello, J. R.; Chen, I. J. 2008. Enterprise resource planning (ERP) implementations: theory and practice, *International Journal of Enterprise Information Systems* 4(1): 63–77.
<http://dx.doi.org/10.4018/jeis.2008010105>
- Ogra, A. 2003. Logistic management and spatial planning for solid waste management systems using geographical information system, in *Map Asia Conference 2003*. Prieiga per internetą: <http://www.gisdevelopment.net/application/urban/overview/pdf/ma03136.pdf>
- Pires, A.; Martinho, G.; Chang, N. 2011. Solid waste management in European countries: a review of systems analysis techniques, *Journal of Environmental Management* 92: 1033–1050. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.11.024>
- Richard, J. E.; Thirkell, P. C.; Huff, S. L. 2007. An examination of customer relationship management (CRM) technology adoption and its impact on Business-to-Business customer relationships, *Total Quality Management and Business Excellence* 18(8): 927–945.
<http://dx.doi.org/10.1080/14783360701350961>
- Rigby, D. K.; Ledingham, D. 2004. CRM done right, *Harvard Business Review* 82(11): 118–133.
- Sedera, D.; Gable, G.; Chan, T. 2003. Knowledge management for ERP success, in *The 7th Pacific Asia Conference on Information Systems, 10–13 July 2003*. Adelaide, Australia, 1405–1420.
- Sharholy, M.; Ahmad, K.; Vaishya, R. C.; Gupta, R. D. 2007. Municipal solid waste characteristics and management in Allahabad, India, *Waste Management* 27(4): 490–496.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2006.03.001>
- Skovgaard, M.; Heddal, N.; Villanueva, A.; Andersen, F. M.; Larsen, H. 2008. Municipal waste management and greenhouse gases, in *ETC/RWM Working Paper 2008/1*. Copenhagen, Denmark. 61 p.
- Stadler, H. 2005. Supply chain management – an overview, *Supply Chain Management and Advanced Planning Part I*: 9–35.
- Tan, K. C.; Kannan, V. J.; Handfield, R. B. 1998. Supply chain management: supplier performance and firm performance, *International Journal of Purchasing and Materials Management* 34(3): 2–9.
- Tinmaz, E.; Demir, I. 2006. Research on solid waste management systems: to improve existing situation in Corlu town of Turkey, *Waste Management* 26(3): 307–314.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2005.06.005>

Vida DAVIDAVIČIENĖ. Associate Professor at the Department of Business Technologies, Faculty of Business Management, Vilnius Gediminas Technical University. Research interests: e-business, e-marketing, business changes caused by ICT development, ICT in knowledge management.

Rasma JANELIŪNIENĖ. Master of Information technologies, Assistant at the Department of Information Technologies, Faculty of Fundamental Science, Vilnius Gediminas Technical University. Research interests: IT in business and public sector, IT audits.

Ginta LIBERYTĖ. Master student at Vilnius Gediminas Technical University, Department of Business Technologies. Research interests: IT in business and public sector.