

Natālija Cudečka-Puriņa

**Sadzīves atkritumu apsaimniekošanas
vadīšana atkritumu poligonu ilgtspējas
nodrošināšanai**

Promocijas darba kopsavilkums

Nozare: vadībzinātne

Apakšnozare: uzņēmējdarbības vadība

Zinātniskā vadītāja:
prof. *Dr. oec.* Dzintra Atstāja

Rīga 2018

Cudečka-Puriņa, N. Sadzīves atkritumu apsaimniekošanas vadīšana Latvijas atkritumu poligonu ilgtspējas nodrošināšanai. Promocijas darba kopsavilkums. – Rīga, 2018. 110 lpp.

Iespiests saskaņā ar 2018. gada ____ RISEBA Promocijas padomes sēdes lēmumu, protokols Nr. ____

Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā
"Atbalsts Banku augstskolas doktora studiju īstenošanai".



PROMOCIJAS DARBS IZVIRZĪTS UZŅĒMĒJDARBĪBAS VADĪBAS ZINĀTŅU DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI BANKU AUGSTSKOLĀ.

Promocijas darbs izstrādāts Banku augstskolā. Promocijas darbs doktora grāda iegūšanai vadībzinātnē tiks publiski aizstāvēts ____ gada ____ RISEBA Promocijas padomē, RISEBA, Rīgā, Meža ielā 3, ____ telpā plkst. ____.

RECENZENTI

Tatjana Vasiļjeva, prof., *Dr. oec.*, Biznesa, mākslas un tehnoloģiju augstskola "RISEBA" (Latvija)

Konstantins Didenko, prof., *Dr. oec.*, Rīgas Tehniskā universitāte (Latvija)

Rozita Susniene, *Dr. oec.*, Kaunas University of Technology (Lietuva)

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājusi šo promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai RISEBA Promocijas padomei doktora grāda iegūšanai vadībzinātnē. Promocijas darbs nav iesniegts nevienā citā universitātē zinātniskā grāda iegūšanai.

Natālija Cudečka-Puriņa

2018. gada ____

Promocijas darbs ir uzrakstīts angļu valodā, sastāv no ievada, 3 nodaļām, secinājumiem un priekšlikumiem, bibliogrāfiskā saraksta – kopā 166 lappuses un 8 pielikumi. Literatūras sarakstā ir 295 literatūras avoti.

Ar promocijas darbu un tā kopsavilkumu var iepazīties RISEBA bibliotēkā Rīgā, Meža ielā 3, un tīmekļa vietnē www.riseba.lv. Atsauksmes par promocijas darbu sūtīt: RISEBA Promocijas padomes

sekretārei Annai Strazdai, RISEBA, Meža iela 3, Rīga, LV-1048, Latvija. E-pasts: anna.strazda@riseba.lv; fakss: +371 67500252; tālr.: +371 67807963.

SATURS

PROMOCIJAS DARBA ANOTĀCIJA	4
DARBĀ LIETOTIE TERMINI	5
PROMOCIJAS DARBA VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS	6
ZINĀTNISKĀS ATZINĀS	20
1. ATKRITUMU POLIGONA ILGTSPĒJĪGAS ATTĪSTĪBAS TEORĒTISKIE ASPEKTI	20
2. LATVIJAS ATKRITUMU APSAIMNIEKOŠANAS NOZARES UZŅĒMUMU DARBĪBAS NOVĒRTĒJUMS UN UZLABOJUMU NEPIECIEŠAMĪBA	28
3. INDUSTRIĀLĀS SIMBIOZES MODELIS UN LĒMUMU PIEŅĒMŠANAS MATRICA	35
SECINĀJUMI	47
KOPSAVILKUMĀ IZMANTOTĀ LITERATŪRA	51

PROMOCIJAS DARBA ANOTĀCIJA

Natālijas Cudečkas-Puriņas promocijas darbs “Sadzīves atkritumu apsaimniekošanas vadīšana atkritumu poligonu ilgtspējas nodrošināšanai”, izstrādāts doktora grāda iegūšanai Vadībzinātnē.

21. gadsimtā ilgtspējīga atkritumu apsaimniekošana kļūs par nepieciešamu priekšnosacījumu turpmākos ekonomikas attīstības posmos. Atkritumu apglabāšana poligonos ir viena no sešām funkcionālām atkritumu apsaimniekošanas metodēm. Atkritumu poligonos apglabājamo atkritumu krasa samazināšana līdz 10% 2035. gadā ir nopietns izaicinājums atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu vadīšanai un to ekonomiskās efektivitātes nodrošināšanai. Ir zinātniskie darbi un pētījumi par atkritumu plūsmas novirzīšanu no poligoniem, tomēr konstatēts, ka trūkst pētījumu tieši par poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu ilgtspējīgu vadību, mainoties atkritumu apsaimniekošanas hierarhijas uzsvāriem un tādējādi atstājot atkritumu apglabāšanu kā visnelabvēlīgāko apsaimniekošanas metodi.

Promocijas darba mērķis ir izstrādāt risinājumu sadzīves atkritumu apsaimniekošanas vadīšanai atkritumu poligonos pie ienākošo atkritumu apjoma samazināšanas tendencēm. Promocijas darba rezultātā ir izstrādāts industriālās simbiozes modelis, kā arī lēmumu pieņemšanas matrica, kas ļauj izvērtēt pašreizējo uzņēmumu situāciju un var noderēt par lēmumu pieņemšanas atbalsta rīku, izvēloties turpmākos uzņēmuma attīstības virzienus.

Promocijas darba *pirmā nodaļa* ir veltīta zinātniskās literatūras apskatam un analīzei atkritumu apsaimniekošanas un aprites ekonomikas jomā, ievērot pētījuma ierobežojumu – atkritumu apsaimniekošana poligonu stadijā. Nodaļā ir apskatītas resursu pieejamības un resursu atkarības teorijas, arī daudzkritēriju lēmumu pieņemšana un analizēti aprites ekonomikas biznesa modeļi. Ir pamatota pētījuma aktualitāte, izceļot līdzšinējo pētījumu trūkumus un nepieciešamību veikt pētījumu tieši par industriālo simbiozi ar atkritumu poligonu kā tā sākumpunktu. *Otrā nodaļa* ir veltīta Latvijas atkritumu apsaimniekošanas nozares izvērtējumam, gadījumu izpētei, kā arī tajā ar anketu palīdzību analizēts teorētiskais redzējums par problēmām un to potenciāliem risinājumiem. No analīzes arī secināts, ka nepieciešams izstrādāt poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu vadības modeli, lai nodrošinātu pāreju uz aprites ekonomiku. *Trešā nodaļa* ir veltīta praktiskam pētījumam, izstrādājot industriālās simbiozes modeli, nosakot tā replicējamības priekšnoteikumus un lēmumu pieņemšanas matricu, kā arī aprobējot tos ar konkrētu atkritumu plūsmu. Promocijas darbs ir uzrakstīta angļu valodā, tā apjoms ir 205 lpp., ieskaitot 166 lpp. pamatteksta, 39 attēlus, 42 tabulas, 8 pielikumus, darba izstrādē izmantoti 295 literatūras avoti. Atslēgvārdi: aprites ekonomika, atkritumu apsaimniekošana, industriālā simbioze, uzņēmumu vadība. JEL klasifikators: M1, M21, Q57.

Darbā lietotie termini

Atkritumu apsaimniekošana	Atkritumu savākšana, uzglabāšana, pārvadāšana, reģenerācija un apglabāšana (tai skaitā sadedzināšana sadzīves atkritumu sadedzināšanas iekārtās), šo darbību pārraudzība, atkritumu apglabāšanas vietu aprūpe pēc to slēgšanas, kā arī tirdzniecība ar atkritumiem un starpniecība atkritumu apsaimniekošanā.
Atkritumu apglabāšanas rezultātā radītie resursi/ blakusprodukti	Resursi, kuri radušies poligona ikdienas darbības rezultātā un kurus var izmantot industriālās simbiozes nolūkos. Resursi iedalās 3 grupās: enerģija (elektroenerģija, siltumenerģija), materiāli (infiltrāts, tehniskais ūdens, otrreizējās izejvielas, dūņas u. tml.), pakalpojumi (iekšējā infrastruktūra, tehniskais aprīkojums, ekspertu zināšanas).
Aprites ekonomika	Tāda veida ekonomika, kurā produktu un materiālu vērtība tiek uzturēta iespējami ilgi, atkritumu radīšana un primāro resursu patēriņš tiek samazināti, un, kad produkts ir sasniedzis dzīves cikla beigas, resursi paliek ekonomikā, kur tos izmanto atkārtoti, lai radītu papildu vērtību.
Industriālā simbioze	Sadarbība starp diviem vai vairākiem uzņēmumiem, kā rezultātā viena uzņēmuma atkritumi vai blakusprodukti var kļūt par otra uzņēmuma izejvielu.
Industriālās simbiozes komplekss	Fiziska vieta, kur ir izveidota industriālā simbioze starp vairākiem uzņēmumiem.
Industriālās simbiozes modelis	Modelis, kas izstrādāts poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem, kuri ņem vērā poligona iekšējo resursu plūsmu un piedāvā industriālās simbiozes moduļus lietderīgai resursu apsaimniekošanai.
Poligonu apsaimniekošanas uzņēmums	Starppašvaldību uzņēmums, kas darbojas vienā no 10 Latvijas atkritumu apsaimniekošanas reģioniem un sniedz sadzīves atkritumu apglabāšanas pakalpojumu (sabiedriskais pakalpojums). Sabiedrisko pakalpojumu sniedzējam ir lietotājiem jānodrošina iespēja saņemt nepārtrauktu sabiedrisko pakalpojumu, ievērojot drošības prasības un atbilstošu sabiedriskā pakalpojuma kvalitāti. Regulators sadzīves atkritumu apsaimniekošanas nozarē regulē vienīgi sadzīves atkritumu apglabāšanas pakalpojuma sniegšanu sadzīves atkritumu poligonos.
Sadzīves atkritumi	Sadzīves atkritumi tirdzniecībā, pakalpojumu sniegšanas procesā vai citur radušies atkritumi, ja tie īpašību ziņā ir pielīdzināmi mājāsaimniecībās radītajiem atkritumiem.
Sadzīves atkritumu poligons	Fiziska atkritumu apglabāšanas vieta, kas tiek izvēlēta, balstoties uz tehniski ekonomisko pamatojumu. Ilgtermiņa inženiertehniskā būve paredzēta 25–30 gadiem, parasti veido vienu šādu būvi uz visu atkritumu apsaimniekošanas reģionu.

PROMOCIJAS DARBA VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS

Pētījuma aktualitāte

Sākot ar 20. gadsimta beigām, atkritumu apsaimniekošana ir kļuvusi par nopietnu tautsaimniecības nozari, kas ir cieši saistīta ar sabiedrību un apkārtējo vidi. Risinot tautsaimniecības jautājumus, uzņēmējdarbība neizbēgami nokļūst pretrunā ar ekoloģiskajiem jautājumiem. Tā rezultātā pastāvīgi ir jāmeklē kompromisi, lai vienlaikus tiktu izpildītas vides prasības un nodrošināta uzņēmumu konkurētspēja un ilgtspējīga attīstība.

Pēc neatkarības atgūšanas Latvijā sākās sagatavošanās posms, lai iestātos Eiropas Savienībā (ES). 1995. gadā tika veikta valsts mēroga atkritumu apsaimniekošanas inventarizācija, kurā tika konstatēts, ka valstī pastāv 558 darbojošās izgāztuves un aptuveni 160 slēgtas izgāztuves, kuru stāvoklis neatbilst sanitārajām prasībām un izraisa gaisa un ūdens piesārņojumu. Pirmais solis sistēmas sakārtošanai bija programma “500-Nacionālās sadzīves atkritumu apsaimniekošanas sistēmas izveide Latvijā”. Tai sekoja Vides aizsardzības politikas plāna izveide 1998. gadā un Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2002. gadā. Valsts mēroga programmas, kā arī valsts un reģionālie atkritumu plāni balstījās uz iedzīvotāju skaita izmaiņām un citām prognozēm, kas paredzēja stabilu IKP pieaugums līdz 6% gadā un radīto atkritumu apjoma pieaugumu līdz 3% gadā. Latvija gatavojās iestāties ES, un tās prasības bija slēgt visas direktīvu noteiktajiem standartiem neatbilstošās atkritumu izgāztuves, izveidot atkritumu apsaimniekošanas reģionus un izbūvēt atkritumu poligonus, kas atbilstu ES direktīvām. Turklāt turpmāk atkritumu savākšana un apglabāšana bija jāīsteno videi draudzīgā veidā. Atkritumu poligoni ir ilgtermiņa infrastruktūras objekti un ir izveidoti tā, lai varētu darboties samērā ilgu laiku – 20–30 gadus. Atkritumu apsaimniekošanas reģionu izveide un infrastruktūras būvniecība prasīja samērā ilgu laiku un norisinājās no 2000. gada līdz 2012. gadam. Līdz 2012. gadu Latvija tika sadalīta 10 atkritumu apsaimniekošanas reģionos, katrā no tiem izveidojot atsevišķu atkritumu apsaimniekošanas infrastruktūru (sanitārais poligons sadzīves atkritumiem, šķiroto atkritumu savākšanas vietas un laukumi, šķirošanas stacijas, pārkraušanas stacijas utt.), kuru pārvalda starppašvaldību poligonu apsaimniekošanas uzņēmumi (PAU). Lai nodrošinātu šo uzņēmumu ilgtspējību, ir svarīgi izvēlēties pareizu turpmāko attīstības virzienu un noteikt prioritāros mērķus to attīstībai.

Laikā, kad Latvijā norisinājās aktīva atkritumu apsaimniekošanas infrastruktūras izveide, aktīvs darbs pie normatīvo aktu pilnveides notika arī ES līmenī. Tā piemēram, 21. gadsimta pirmās desmitgades vidū tika izvērtēta Direktīvas 2008/98/EK (Pamatdirektīva par atkritumiem) ieviešanas iespējamība un izdarīti grozījumi šajā direktīvā. Grozījumi paredzēja nopietnas pārmaiņas ES politikā, atkritumu apsaimniekošanas hierarhijas akcentu maiņu, kā arī vairākus aizliegumus

saistībā ar atkritumu apglabāšanu poligonos. Šim attīstības posmam bija būtiska ietekme uz PAU darbību un ilgtermiņa attīstības virzienu. Tādējādi ES līmenī tika neapzināti apdraudēta atkritumu poligonu ilgtspējīga attīstība, jo īpaši dalībvalstīs, kurās nozīmīgs atkritumu apjoms vēl joprojām tika apglabāts poligonos. Piemērojot šos normatīvo aktu grozījumus PAU darbībai, jāatzīmē, ka atkritumu poligoni ir sarežģīti inženiertehniskās infrastruktūras elementi, kuru pārvaldība nespēj ātri pielāgoties šādām pārmaiņām. Tāpēc sākotnējās prognozes par atkritumu apjomu un ieņēmumiem no to pārstrādes var nepiepildīties. Tas nozīmē, ka Latvijā pēc iespējas ātrāk ir jālemj par būtiskām pārmaiņām atkritumu poligonu ilgtspējīgā attīstībā.

Tuvākajos gados nav paredzēts Latvijā ieviest jebkādas revolucionāras atkritumu pārstrādes tehnoloģijas, un atkritumu poligonos apglabāto atkritumu samazināšana no 71% (no kopējā savāktā atkritumu apjoma valstī) 2014. gadā līdz 10% 2035. gadā ir nopietns izaicinājums atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu pastāvēšanai un ekonomiskajai stabilitātei. Būvēta to atkritumu daudzuma samazināšanās, kas nonāk atkritumu poligonā, ir pieaugošā ES saistību spiediena rezultāts. Latvijā ir veikts nedaudz zinātnisko pētījumu par atkritumu apsaimniekošanu, galvenokārt koncentrējoties uz bīstamiem atkritumiem, atsevišķiem atkritumu apsaimniekošanas pasākumiem vai atkritumu apsaimniekošanas nozares analīzi no ekonomiskā viedokļa. Tomēr nav veikti pētījumi par atkritumu apsaimniekošanas vadību poligonu stadijā, kas ir izvērtēta šajā pētījumā. Izvērtējot starptautiskos pētījumus, ir konstatējami vairāki zinātniskie darbi un pētījumi par atkritumu plūsmas novirzīšanu no poligoniem. Izvirzītie vides mērķi ir ambiciozi, tomēr nav atrasti nopietni pētījumi, kas risinātu poligonu kā ilgtermiņa infrastruktūras objektu turpmākās uzņēmumu pārvaldības attīstības jautājumus, mainoties atkritumu apsaimniekošanas hierarhijas uzsvaram un tādējādi atstājot atkritumu apglabāšanu kā visnelabvēlīgāko apsaimniekošanas metodi.

Tarifa par atkritumu apglabāšanu (turpmāk – tarifs) kā galvenā PAU ieņēmumu avota pieaugums var uzlabot uzņēmumu ekonomisko stāvokli tikai daļēji un noteiktās robežās, un tas noteikti aktualizēs sociālo mērķi. Tiesa, jāņem vērā, ka tarifa pieaugumu var attaisnot tikai tad, ja ir iespējams piemērot konkurētspējīgas cenas (ECOTEC, 2001).

Tā kā Latvijā atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumi pieder pašvaldībām, ir vitāli nepieciešams izveidot pārdomātu un ilgtspējīgu lēmumu pieņemšanas sistēmu, kas ļautu PAU ne tikai izpildīt finansiālās saistības, bet arī nodrošināt pozitīvu naudas plūsmu un izvēlēties attīstības virzienu. Analizējot pašreizējo situāciju Latvijas PAU, ir atklājusies negatīva tendence – dažiem uzņēmumiem, piemēram, starppašvaldību uzņēmumiem, ir grūtības pieņemt savstarpēji saskaņotus lēmumus par uzņēmuma pārvaldi, uzņēmējdarbību un vides jautājumiem. Galvenokārt šādas problēmas vērojamas uzņēmumos, kas nodarbojas vienīgi ar atkritumu apglabāšanu. Tādi PAU ir ieinteresēti palielināt poligonos apglabāto atkritumu daudzumu, bet tas savukārt rada pretrunu ar

atkritumu apsaimniekošanas jaunākajām tendencēm, kas paredz, ka valstīm pēc iespējas vairāk jācenšas samazināt poligonos apglabāto atkritumu apjomu. Turklāt ES atbalsta pārstrādes un reģenerācijas pasākumus, tāpēc šīs nozares infrastruktūra turpinās attīstīties. Vienlaikus tiek īstenotas arī iedzīvotāju izglītošanas programma un atkritumu rašanās novēršanas programma. Minētie pasākumi ietekmēs poligonos nonākošo atkritumu apjomu. Iepriekšminētais liek secināt, ka PAU ir vajadzīga jauna pārvaldības pieeja, lai nodrošinātu to ekonomisko efektivitāti arī ilgtermiņā. Šī pētījuma ietvaros ir padziļināti analizētas atkritumu apsaimniekošanas koncepcijas, jaunākās tendences un jauninājumus, kā arī lēmumu pieņemšanas metodes atkritumu apsaimniekošanas jomā Eiropā, pēc tam pievēršoties Latvijas poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem un identificējot to svarīgākās problēmas. Šo pētījumu var attiecināt ne tikai uz Latvijas atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem, bet arī līdzīgiem uzņēmumiem citās valstīs ES un ārpus tās, kas joprojām atkritumu apsaimniekošanā pārsvarā izmanto atkritumu apglabāšanu.

Pašreiz ES līmenī tiek vērtēti resursu efektivitātes jautājumi, par kuriem arī tiek izstrādāti pētījumi ciešā sasaistē ar aprites ekonomiku. Tāpēc darbā tiek apskatīts ES Aprites ekonomikas rīcības plāns, kas norāda uz attīstības tendencēm, jo īpaši uz nepieciešamību ierobežot atkritumu apglabāšanu. 2016. gada tendences rāda, ka atkritumu apglabāšanas ierobežojumi 2030. gadā varētu pieļaut likvidēt tikai 10% vai pat 5% no gadā radītajiem atkritumiem.

Tādējādi var secināt, ka Latvijas atkritumu apsaimniekošanas sistēmas problēma saistās ar atkritumu poligonu ekonomisko efektivitāti un ka ir jānodrošina tāds attīstības virziens, kas paredzētu vērtīgo resursu atgriešanu ekonomiskajā aprītē un neizraisītu tarifa un iedzīvotāju maksājumu par atkritumu apglabāšanu strauju pieaugumu. Pētījuma rezultāti un pētījuma hipotēze ir adaptējami no institucionāliem un vadības aspektiem un ir attiecināmi ne tikai uz Latvijas atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumiem, bet arī uz jaunākajām ES dalībvalstīm (no 2004. gada) un valstīm ārpus tās, kas joprojām atkritumu apsaimniekošanā pārsvarā izmanto atkritumu apglabāšanu.

Pētījuma objekts, priekšmets un hipotēze

Pētījuma **objekts** ir atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmums.

Pētījuma **priekšmets** ir atkritumu poligona vadīšana ar ienākošās atkritumu plūsmas samazināšanas priekšnosacījumiem.

Pētījuma **hipotēze**: uz atkritumu poligona bāzes veidotā industriālā simbioze nodrošina turpmāko atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu attīstību, iekļaujot ienākošo atkritumu apjoma samazināšanu un tarifa par atkritumu apglabāšanu limitētā pieauguma tendences.

Pētījuma mērķis un uzdevumi tā sasniegšanai

Pētījuma mērķis ir izstrādāt risinājumu sadzīves atkritumu apsaimniekošanas vadīšanai atkritumu poligonos pie ienākošo atkritumu apjoma samazināšanas tendencēm. Mērķa sasniegšanai pētījuma autore ir formulējusi šādus uzdevumus:

1. Kritiski analizēt atkritumu apsaimniekošanas jaunākās tendences, izvērtēt pašreizējās atkritumu apsaimniekošanas sistēmu Latvijā un noteikt atkritumu poligonu ilgtspējīgas attīstības priekšnosacījumus.
2. Izstrādāt divas aptaujas anketas, lai pārbaudītu uz teorētiskās bāzes veidotu redzējumu par pašreizējām atkritumu apsaimniekošanas nozares problēmām un iespējamiem risinājumiem.
3. Izstrādāt metodiski pamatotu industriālās simbiozes modeli un lēmumu pieņemšanas matricu atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumam.
4. Izstrādāt industriālās simbiozes biznesa modeļu ieviešanas scenārijus poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem.
5. Praktiski aprobēt rezultātus, pamatojoties uz konkrētu materiālu plūsmu, un noteikt tās potenciālu industriālās simbiozes sistēmā.
6. Izstrādāt praktiskus ieteikumus, kas veicinātu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu turpmāko attīstību.

Promocijas darbā aizstāvēšanai izvirzītās tēzes

1. Atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu attīstības modeļa izstrāde un ieviešana nodrošinās šādu uzņēmumu ilgtspējīgu attīstību pie ienākošā atkritumu apjoma samazināšanas un tarifa par atkritumu apglabāšanu limitētā pieauguma tendencēm.
2. Industriālās simbiozes ieviešana atkritumu poligonos pie ienākošā atkritumu apjoma samazināšanas ļaus PAU nodrošināt to ekonomisko ilgtspējību.
3. Industriālās simbiozes ieviešana un attīstība atkritumu poligonos pārveidos par zinātniski tehnoloģiskiem parkiem, un ar zināmiem priekšnoteikumiem tie veicinās konkrēta reģiona ekonomisko attīstību.
4. Resursu plūsmas novērtēšana kopā ar PAU lēmumu pieņemšanas matricas izmantošanu ļauj PAU noteikt pieejamos resursus un izvēlēties vispiemērotāko virzienu uzņēmuma turpmākajai attīstībai.
5. Uz poligona bāzes veidots industriālās simbiozes modelis ar noteiktiem priekšnosacījumiem ir replicējams līdzīgos poligonu apsaimniekošanas uzņēmumos ārvalstīs.

Pētījuma metodes

Pētījumam ir izmantotas kvalitatīvās metodes (gadījumu izpētes, sistēmdinamika, loģiskās cēloņsakarības cilpas diagrammas) un kvantitatīvās metodes – aptaujas, atkritumu apsaimniekošanas sistēmas datu analīze (primārie un sekundārie dati), salīdzinošā analīze, matemātiskā modelēšana, interpretācija un datu analīze. Teorētiskā ietvara izstrādei ir izmantota

monogrāfiskā metode, kritiskās analīzes un sintēzes metode. Dati pētījuma empīriskajai daļai tika iegūti ar **aptaujas palīdzību**. Aptaujas anketas ir veidotas, ievērojot *Sekaran, Bougie* (2009) izstrādāto metodoloģiju. Anketas tika izveidotas, lai pierādītu uz teorētiskās bāzes veidota PAU iespējamās attīstības redzējuma pamatojumu ar divām fokusgrupām – poligonu grupu (kas aptvēra 10 Latvijas PAU) un ekspertu grupu (30 respondenti, kas ietvēra atkritumu apsaimniekošanas nozares speciālistus). Poligonu grupā respondenti bija pārsvarā augsta līmeņa vadītāji vai arī uzņēmumu valdes locekļi, savukārt ekspertu grupā – ārvalstu PAU, Vides ministriju, atkritumu apsaimniekošanas asociāciju, universitāšu pārstāvji un konsultanti. Visiem šīs grupas aptaujātajiem ekspertiem ir ietekme uz politikas plānošanu un veidošanu attiecīgajā valstī.

Empīriskajā pētījuma daļā izmantota *Excel* (*Montecarlo* modelēšana), *SPSS*, *Vensim* un *STAN* programmatūra. Papildus aptaujām dati tika iegūti arī no statistikas datubāzēm, piemēram, *Eurostat*, Pasaules Bankas, Eiropas Atkritumu reģenerācijas rūpnīcu konfederācijas (*Confederation of European Waste-to-Energy Plants*) un Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācijas (*Organization for Economic Co-operation and Development*).

Pētījuma ierobežojumi

Atkritumu apsaimniekošana no uzņēmuma vadības skata punkta ir sarežģīta sistēma, kas sastāv no vairākām apakšsistēmām un dažādām pārvaldes iespējām. ES atkritumu apsaimniekošanā ir stingri regulēti atkritumu apstrādes aspekti, kā arī noteikti vairāki mērķi, lai ES dalībvalstīs varētu pēc iespējas vairāk ierobežot visa veida atkritumu plūsmu. Savukārt uzņēmumu pārvaldes aspekti netiek regulēti, piedāvājot ES dalībvalstīm brīvu izvēli veidot publiskās, privātās vai publiskās un privātās partnerības (PPP) modeli. Visi analizētie atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumi ir **starppašvaldību dibinātas sabiedrības ar ierobežotu atbildību**, pētījumā nav vērtētas tādu uzņēmumu formas, kas Latvijā nepastāv.

Darbā tiek apskatīta tikai **sadzīves atkritumu apsaimniekošana**, kas ietver mājāsaimniecības atkritumus un ražošanas atkritumus (kas ir līdzīgi mājāsaimniecības atkritumiem pēc sastāva) un neietver bīstamos atkritumus. Sadzīves atkritumi veido 30–40% no kopējās atkritumu plūsmas Latvijā. To jauktā sastāva dēļ, atšķirībā no ražošanas atkritumiem, ir nepieciešama īpaši sarežģīta un augstvērtīga atkritumu savākšanas un apsaimniekošanas sistēma. Pētījums ir veltīts **atkritumu apsaimniekošanai poligonu stadijā**, neapskatot atkritumu savākšanas sistēmu, transportēšanu un pirmsapstrādi. Pašlaik vairāk nekā 70% sadzīves atkritumu Latvijā nonāk poligonos. Šajā procesā rodas un netiek izmantoti vai tiek neefektīvi izmantoti dažāda veida resursi – elektroenerģija, siltumenerģija, tehniskais ūdens, otreizējie izejmateriāli, no atkritumiem iegūtais kurināmais, infrastruktūra u. c. Kopumā atkritumu apsaimniekošanas jomā darbojas vairāki tirgus dalībnieki un ieinteresētās puses: pašvaldības, atkritumu savākšanas, apstrādes, pārstrādes uzņēmumi, nevalstiskās organizācijas, kopā ap 70 juridiskās personas. Darbā tiek apskatīti **visi atkritumu**

poligonu apsaimniekošanas uzņēmumi, kuri nodarbojas ar atkritumu apglabāšanu. Atkritumu poligoni Latvijā ir **neatņemama, stacionāra un ilgtermiņa (līdz 30 gadiem) pašvaldību infrastruktūras sastāvdaļa**, kaut arī to ir daudz mazāk nekā pašvaldību. Lielākā daļa pašvaldību (izņemot Pierīgas reģionu), ir to atkritumu poligonu īpašnieki, kuri atrodas atkritumu apsaimniekošanas reģionos, tādējādi tās ir uzņēmumu ar noteiktas finanšu saistības.

Pētījuma veikšanas periods

Tā kā, sākot ar 20. gadsimta beigām, pastiprināta uzmanība tiek veltīta ekoloģiskām problēmām, pētījuma teorētiskā pamatojuma periods aptver laika posmu no 20. gs. beigām līdz mūsdienām. Tajā ietverta vides politikas veidošanās, atkritumu apsaimniekošanas attīstība un tās pārveide, no atkritumu apsaimniekošanas pārvēršoties resursu apsaimniekošanā. Analīze, ko autore veikusi pētījuma praktiskajā daļā, ietver laika posmu no 1995. gada līdz 2017. gadam. Pētījuma praktiskā daļa veikta, sākot no 2011. gada līdz 2017. gadam. Atkritumu poligonu apsaimniekotāju un nozares ekspertu aptaujas tika veiktas no 2016. gada jūlija līdz 2017. gada janvārim.

Pētījuma teorētiskā un metodoloģiskā bāze

Pārliecinoša teorētiskā pamatojuma izveidei autore ir pētījusi Latvijas un ārvalstu zinātnieku publicētos zinātniskos darbus un pētījumus, speciālo vides pārvaldības un vadībzinātnes literatūru, zinātnisko semināru un konferenču materiālus, Latvijas Republikas un Eiropas Savienības normatīvos aktus un citus saistītos dokumentus, Eiropas Savienības institūciju, *Eurostat*, *OECD*, Latvijas Centrālās statistikas pārvaldes, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas (VARAM) un citu Latvijas un starptautisko organizāciju publicētos statistiskos datus, pētījumus un metodiskos materiālus. Teorētiskais un metodoloģiskais pamatojums veidots, balstoties uz šādu jomu vadošo pētnieku izstrādātiem modeļiem un teorijām:

- stratēģiskās vadības un lēmumu pieņemšanas jomā (uz resursiem balstīta teorija; daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas modelis; lēmumu pieņemšanas koks) – *Ansoff* (2007), *Boulding* (1966), *Ciomasu* (2013), *Cutaia* (2015), *DeFeo* (2005), *Finnveden* (2013), *Mintzberg* (2013), *Porter* (1998; 2008), *Powell* (2000);
- ilgtspējīgās biznesa modeļa vadības jomā (aprites ekonomikas biznesa modeļi) – *Eriksson and Penker* (2000), *Lüdeke-Freund* (2010), *Richardson* (2008);
- aprites ekonomikas, industriālās simbiozes un atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumu vadīšanas jomā (resursu atkarības teorija) – *Baccini and Brunner* (2012), *Blumberga* (2011), *Brunner* (2007), *Chertow* (2008; 2012), *Dyson* (2005), *Gibbs* (2008), *Goorhuis* (2012), *Heck* (2006), *Jakobsen* (2006), *Lombardi* (2012), *Patala* (2014), *Rehan* (2017);
- ilgtspējīgās attīstības jomā (PESTLE) – *Azapagic and Perdan* (2014), *Dalal-Clayton* (2002), *Garmendia* (2010), *McDougall* (2001; 2003), *Munasinghe* (1993), *Nilsen* (2010).

Pētījuma zinātniskā novitāte

Pētījuma zinātniskā novitāte un būtiskākie sasniegumi:

1. Izstrādāts ar vadībzinātnes atziņām pamatots atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu modelis – industriālās simbiozes attīstība uz atkritumu poligona bāzes.
2. Ar promocijas darbu ir radīts pienesums Latvijas zinātniskajai pētniecībai attiecībā uz atkritumu apglabāšanu no vadības procesu viedokļa. Ir radīts instruments – četras resursu līdzsvaru formulas, kas ļauj efektīvi pārvaldīt atkritumu poligonā nonākošos resursus.
3. Promocijas darbā piedāvātas trīs jaunas definīcijas Latvijas atkritumu apsaimniekošanas sistēmai – “industriālā simbioze”, “industriālās simbiozes modelis” un “resursi, kas iegūti atkritumu poligonā”.
4. Jauna lēmumu pieņemšanas matrica apvieno četrus PAU attīstības virzienus: iekšējo industriālo simbiozi, komplekso atkritumu šķirošanu, atkritumu pārstrādes infrastruktūru, ārējo industriālo simbiozi.
5. Pirmo reizi Latvijā ir veikts komplekss pētījums par atkritumu apsaimniekošanas sistēmas izvērtējumu atkritumu poligonu posmā. Izstrādātais industriālās simbiozes modelis un lēmumu pieņemšanas matrica ir adaptējami un izmantojami līdzīgos PAU Eiropas Savienībā un ārpus tās.

Pētījuma materiālus iespējams izmantot par pamatu lēmumu pieņemšanā sadzīves atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumos, mācību materiālos (lekcijās, semināros utt.).

Pētījuma praktiskā nozīme

Promocijas darba rezultātā izstrādātais industriālās simbiozes modelis, kā arī PAU lēmumu pieņemšanas matrica ļauj izvērtēt pašreizējo poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu situāciju un var noderēt par lēmumu pieņemšanas atbalsta rīku, izvēloties turpmākos attīstības virzienus. Darbā ir apskatīti vairāki pašlaik neizmantoti vai neefektīvi izmantoti resursi, kurus ir iespējams izvērtēt ar autores piedāvātās metodoloģijas palīdzību, lai noteiktu potenciālos resursu efektivitātes uzlabojumus.

Promocijas darba rezultātus var izmantot nozares politiku veidojošās institūcijas, identificējot nozares, kuras potenciāli būtu iespējams iesaistīt industriālajā simbiozē, un izstrādājot rīcības programmu, kurā būtu paredzēts īpašs atbalsts nozaru motivēšanai iesaistīties šādā iniciatīvā.

Izstrādāto modeli, kā arī lēmumu pieņemšanas matricu var piemērot ne tikai Latvijas poligonu apsaimniekošanas uzņēmumi, bet arī līdzīgi citu valstu uzņēmumi ar noteiktiem priekšnoteikumiem. Šāds risinājums ir īpaši aktuāls valstīm, kas vēl ir atkritumu apsaimniekošanas hierarhijas sākumposmā un atkritumus galvenokārt apglabā poligonos. Pētījuma rezultāti var kļūt par pamatu turpmākiem Latvijas un ārvalstu zinātnieku pētījumiem – modeļa un lēmumu pieņemšanas matricas padziļinātai attīstībai vai arī konkrēto uzņēmumu problēmu risināšanai. Darba rezultātiem ir praktiska nozīme iedzīvotāju izglītošanā un informēšanā, jo tie skaidro, kādā

veidā atkritumu apsaimniekošana var pārtapt par resursu apsaimniekošanu un piesaistīt citas nozares, aktīvi iesaistot tās aprites ekonomikā.

Pētījuma rezultātu aprobācija

Promocijas darba izstrādes laikā publicēti 18 zinātniskie raksti, tajā skaitā starptautiskos zinātniskos un akadēmiskos žurnālos, grāmatās un zinātnisko rakstu pārskatu apkopojumos. Starptautiskās zinātniskās konferencēs prezentēti 24 ziņojumi par promocijas darba galvenajiem rezultātiem un secinājumiem. Pētījumā gūtās teorētiskās un praktiskās atziņas ir iesniegtas izvērtēšanai Latvijas Atkritumu saimniecības uzņēmumu asociācijai.

Promocijas darba autores zinātniskās publikācijas

Starptautiski atzīti, recenzēti zinātniskie žurnāli (iekļauti starptautiskajā indeksēšanas sistēmā):

1. Cudecka-Purina N., Atstaja D. (2018) "Implementation of circular economy based business model for landfill management companies" – pieņemts publicēšanai *Journal of Business Management, EBSCO*.
2. Cudecka-Purina, N. (2017) „Increase of Technogenic Safety of a Waste Management Company”. *Safety of Technogenic Environment*, 8, 37–41, ISSN 2255-8702, doi: 10.1515/ste-2017-0006.
3. Cudecka-Purina, N. Cudeckis, V. (2017) „Assessment of Latvian waste management system and its direction towards 2020 targets”. *Proceedings of the Sixth International Environmental Congress (Eighth International Scientific-Technical Conference) "Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes"* ELPIT 2017, 20–24 September 2017, SamaraTogliatti, Russia: Edition ELPIT. Printed in Publishing House of Samara Scientific Centre, pp. 35–44.
4. Cudecka-Purina N., Atstaja D. (2017) “Landfill-based industrial symbiosis as a tool for regional development enhancement”. *Proceedings of Reports of International scientific conference “New Challenges of Economic and Business Development”*, pp. 450–459, ISBN 978-9934-18-242-6. **Web of Science, Thomson Reuters**.
5. Cudecka-Purina, N., Cudeckis V. (2017) “Economic aspects of waste management in the Baltic countries”. *Sustainable Development, Year VII, Vol. 1*, pp. 37–46, ISSN 1314-4138.
6. Cudecka-Purina N., Atstaja D. (2017) “Assessment of business performance in waste landfills and shifting towards circular economy”. *Proceedings of the 2017 International Conference “Economic science for rural development” No. 45 Jelgava, LLU ESAF*, 27–28 April 2017, pp. 30–39, ISSN 1691-3078. **ISI Web of Science, AGRIS, CAB Abstracts, EBSCOHost Academic Search Complete databases, Google Scholar**.

7. Cudecka-Purina N., Cudeckis V. (2014) "Decrease of household waste incineration risks in waste collection, transportation and landfilling". Riga Technical University Scientific Journal of Riga Technical University. Technogenic environment Safety, Vol. 6, ISBN 978-9934-8275-2-5, pp. 10–14, **doi: 10.7250/ste.2014.008**.
8. Cudecka-Purina N., Atstaja D., Cudeckis V. (2013) "Assessment and mitigations of household waste collection transportation risks". Journal of Business Management, No. 7, ISSN 1691-5348, pp. 118–129. **EBSCO**.
9. Atstaja D., Cudecka-Purina N., Cudeckis V. (2013) "New European Union member states towards sustainable waste management, involvement of individuals into the system". Proceedings of the 2013 International Conference "Economic Science for Rural Development" Jelgava, LLU EF, Latvia. ISSN 1691-3078, pp. 98–103. **EBSCO, AGRIS, Web of Science, Thomson Reuters**.
10. Cudecka-Purina N., Cudeckis V., Mavropoulos Al., Mavropoulos A., Mavropoulos N. (2013) "Comparative analysis of municipal waste management in selected European capitals". International Solid Waste Association world congress, Conference proceedings, Vienna, Austria (Online and on USB).
11. Cudecka-Purina N., Cudeckis V. (2013) "Integrated approach to waste management problems on Latvia North-Vidzeme region example". International Solid Waste Association (ISWA) Specialised Conference MSW: management systems and technical solutions. Moscow, Russia. International Solid Waste Association (ISWA) Specialised Conference. MSW: management systems and technical solutions, ISWA conference collection of papers, ISBN 978-5-904941.
12. Atstaja D., Cudecka-Purina N., Cudeckis V. (2012) "Green Economics: New EU Member Countries towards Sustainable Waste Management, Involvement of Individuals". Green economy: Reform and Renaissance of economics and it's methodology – Green Economics – the solutions for the 21st century Green Economy: Rethinking Growth: RIO +20: Proceedings of the Green Economics Institute. Edited by Miriam Kennet, proceedings Series Edited by Volker Heineman, Green Economics Institute; 2012 July 19–21, Oxford, United Kingdom. Green Economics Institute, ISBN 978-1-907543-30-2.
13. Cudecka-Purina N., Cudeckis V. (2012) "Solution methods for irrational waste landfilling in terms of environmental protection". Riga Technical University Scientific Journal of Riga Technical University. Safety of Technogenic environment, Vol. 3, ISSN 2255-6923, pp. 10–14.
14. Cudecka-Purina N., Atstaja D. (2012) "Climate change and sustainable development – as experience in the study courses". European Integration Studies. Research and Topicalities,

15. Cudecka-Purina N. (2011) "Evaluation of financial investment effectiveness in Latvian waste management Regions". Riga Technical University Scientific Journal of Riga Technical University. Safety of Technogenic environment, Vol. 1, 2255-6923, pp. 14–20.
16. Cudecka N. (2011) "Retrospective feasibility analysis of Latvian waste management system". Third International Environmental congress "Ecology and life protection of industrial-transport complexes". Proceedings of young scientists, ELPIT – 2011, Togliatti, Russia.
17. Cudecka-Purina N., Cudeckis V. (2009) "Development of waste management on regional basis". Between Europe and Russia Problems of Development and Transborder Co-operation in North-Eastern Borderland of the European Union. 2009, Scientific Publishing House of Nicolaus Copernicus University. Wydawnictwo Naukowe UMK, ISBN 978-83-231-2348-4, 285 p.
18. Cudecka N. (2007) "Solid waste management on the Regional basis in Latvia". First International Environmental congress "Ecology and life protection of industrial-transport complexes". Proceedings of young scientists, ELPIT – 2007, Togliatti, Russia.

Pētījuma rezultāti apspriesti starptautiskajās vasaras skolās un semināros Austrijā, Vācijā un Latvijā:

1. Circular PP. Tendencies of future products and services: Circular economy and public circular procurements. (Latvija; aprīlis, 2018).
2. Circular PP. Promoting of circular economy through innovative procurements and capacity building. (Latvija; marts, 2018).
3. Practical Approach for Teaching Circular Economy. Nordplus Higher Education 2017, Valmiera. (Latvija; septembris, 2017).
4. RECO BALTIC Summer school „BUP summer course 2013 on Sustainability and Waste Management in the Baltic “Making Waste Work””, Hamburg. (Vācija; septembris, 2013).
5. International solid waste association organized summer school for doctoral students and field professionals "1st ISWA-TU Summer School on Solid Waste Management (iTOOL)", Vienna. (Austrija; septembris, 2012).

Promocijas darba autores dalība starptautiskajās konferencēs

Aktuālākie pētījuma rezultāti prezentēti un apspriesti 24 starptautiskās konferencēs Latvijā un ārvalstīs.

Starptautiskās zinātniskās konferences

1. "The Baltic countries towards the goals of waste framework directive" International scientific-practical conference „Sustainable development 2018” (Bulgārija; jūnijs, 2018).
2. "Sustainability of municipal waste landfill within circular economy", International Round Table Conference "Circular economy for global sustainability" From Aspiration to implementation. (Indija; aprīlis, 2018).
3. "Integration of circular economy into study courses", 11th Annual scientific Baltic business management conference. Trends of business and funding models in contemporary world. (Latvija; marts, 2018).
4. "Economic aspects of waste management in the Baltic countries", International scientific-practical conference „Sustainable development – summer – 2017”. (Bulgārija; jūnijs, 2017).
5. "Landfill-based industrial symbiosis as a tool for regional development enhancement", 9th international scientific conference "New Challenges of Economic and Business Development – 2017: digital economy". (Latvija; maijs, 2017).
6. "Assessment of business performance in waste landfills and shifting towards circular economy", 18th International Scientific Conference "Economic Science for Rural Development' 2017". (Latvija; aprīlis, 2017).
7. "Decision-making in Latvian transition from waste to resource management", Riga Technical University 57th International Scientific Conference "Scientific Conference on Economics and Entrepreneurship (SCEE'2016)". (Latvija; septembris, 2016).
8. "Increase of technogenic safety of a waste management compay", Riga Technical University 56th International Scientific Conference "Scientific Conference on Economics and Entrepreneurship (SCEE'2015)". (Latvija; oktobris, 2015).
9. "Decrease of household waste incineration risks in waste collection, transportation and landfilling", Riga Technical University 55th International Scientific Conference "Scientific Conference on Economics and Entrepreneurship (SCEE'2014)". (Latvija; oktobris, 2014).
10. "Regional decision-making based on economic assessment of waste management options", 7th International Scientific Conference "Business and Uncertainty: Challenges for Emerging Markets". (Latvija; aprīlis, 2014).
11. "Assessment and mitigations of household waste collection transportation risks", 6th International Scientific Conference "New business Solutions for Emerging Future". (Latvija; aprīlis, 2013).

12. "Economic Assessment of Household Waste Collection Transportation Risks", 4th LEA international scientific conference "A path to well-being – economic globalization and economic localization". (Latvija; aprīlis, 2013).
13. "New European Union member countries towards sustainable waste management, involvement of individuals into the system", 14th International Scientific Conference "Economic Science for Rural Development' 2013". (Latvija; aprīlis, 2013).
14. "Solution methods for irrational waste landfilling in terms of environmental protection", Riga Technical University 53rd International Scientific Conference Dedicated to the 150th Anniversary and The 1st Congress of World Engineers and Riga Polytechnical Institute/RTU Alumni. (Latvija; oktobris, 2012).
15. "Climate change and sustainable development – as experience in the study courses", 10th international scientific conference "Political and economical challenges stimulating strategic choices towards Europe of knowledge". (Lietuva; aprīlis, 2012).
16. "Evaluation of economic instruments for involvement of individuals in Regional waste management system", 3rd LEA international scientific conference "Alternative ways of economic development". (Latvija; aprīlis, 2012).
17. "Solution methods for irrational waste landfilling in terms of environmental protection", Riga Technical University 52nd International Scientific Conference. (Latvija; oktobris, 2012).
18. "Evaluation of financial investment effectiveness in Latvian waste management regions", Riga Technical University 53rd International Scientific Conference, section "Scientific problems of technogenic environment safety". (Latvija; oktobris, 2012).
19. "Solid waste management on the Regional basis in Latvia", First International Environmental congress "Ecology and life protection of industrial-transport complexes". ELPIT – 2007. (Krievija; septembris, 2007).

Starptautiskās praktiskās konferences

20. "Comparative analysis of municipal waste management in selected European capitals", International Solid Waste Association (ISWA) World Congress. (Austrija; oktobris, 2013).
21. "Integrated approach to waste management problems – Vidzeme region (North Latvia) case study", International Solid Waste Association (ISWA) Specialized Conference MSW: management systems and technical solutions. (Krievija; maijs, 2013).
22. "Green Economics: New EU Member Countries towards Sustainable Waste Management, Involvement of Individuals", 7th annual Green Economics Institute, Green Economics Conference at the University of Oxford "Green economy: Reform and Renaissance of economics and it's methodology – Green Economics – the solutions for the 21st century Green Economy: Rethinking Growth: RIO +20". (Lielbritānija; jūlijs, 2012).

23. "Retrospective feasibility analysis of Latvian waste management system", Third International Environmental congress "Ecology and life protection of industrial-transport complexes". ELPIT – 2011. (Krievija; septembris, 2011).
24. "Development of waste management on regional basis", Between Europe and Russia Problems of Development and Transborder Co-operation in North-Eastern Borderland of the European Union. IV International Forum of Economists of Baltic Europe "International and Transborder Economic Cooperation in the Context of European Integration". (Polija; 2009).

Atsauces uz promocijas darba autores publicētajiem zinātniskajiem rakstiem iekļautas šādu pētnieku un autoru zinātniskajos rakstos un publikācijās:

1. **Ramsden, C., Smardon, R.C., Michel, G.** (2014) Municipal collaboration for carbon footprinting: Syracuse, New York case study. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, Vol. 5, No. 2, pp. 224–254, DOI: 10.1108/SAMPJ-09-2012-0033
2. **Strongman, L.** (2014) Postcolonialism and international development studies: a dialectical exchange? *Third World Quarterly*, 35: 8, 1343–1354, DOI: 10.1080/01436597.2014.946248
3. **Nripendra, S., Livina, A.** (2015) Waste Separation at Household Level: Comparison and Contrast Among 40 Countries. *Indian Journal of Applied Research*, Vol. V, Issue I, January, ISSN: 2249-555X
4. **Gumbi, S.E.** (2015) Current waste management and minimisation patterns and practices: An exploratory study on the Ekurhuleni Metropolitan Municipality in South Africa, 2015. University of South Africa. *Master thesis*.
5. **Mihai, F.C.** (2017) Waste collection in rural communities: challenges under EU regulations. A case study of Neamt County, Romania. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, pp. 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10163-017-0637-x>
6. **Slavik, J., Potluka, O., Rybova, K.** (2017) Subsidies in waste management: Effective instruments or a cul-de-sac of European structural policies? *Waste Management*, Vol. 65, July, pp. 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.040>.
7. **Atstaja D., Susniene R., Jarvis M.** (2017) The Role of Economics in Education for Sustainable Development; The Baltic States' Experience. *International Journal of Economic Sciences, International Institute of Social and Economic Sciences*, Vol. 6(2), pp. 1–29. <https://doi.org/10.20472/ES.2017.6.2.001>.
8. **Mihailović, O., Žarkić-Joksimović, N., Petrović, N., Makajić-Nikolić, D., Radaković, J.A.** (2017) Economic and environmental effectiveness of infectious medical waste disposal system: a case study of the tertiary health-care institution. XLIV Symposium on Operational Research. Proceedings.

Darba struktūra un apjoms

Promocijas darba saturs: ievads, 3 nodaļas, secinājumi un priekšlikumi, izmantotās literatūras saraksts un pielikumi. Pētījuma saturs ir aprakstīts 166 lappusēs, tajā ir 64 attēli un 32 tabulas.

Izmantotās literatūras sarakstā ir 295 avoti. Promocijas darbam ir 8 pielikumi.

Promocijas darba struktūra

ATTĒLU UN DEFINĪCIJAS SARAĶSTS

IZMANTOTO SAĪSINĀJUMU SARAĶSTS

IEVADS

1. ATKRITUMU POLIGONU ILGTSPĒJĪBAS NODROŠINĀŠANA

- 1.1. Ilgtspējība un tās raksturīgākās iezīmes poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem
- 1.2. Ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanas nepieciešamība
- 1.3. Ilgtspējīgās attīstības nodrošināšanas specifika atkritumu apsaimniekošanas nozarē
- 1.4. Tehnoloģisko parku izveides nepieciešamība atkritumu apsaimniekošanas nozarē
- 1.5. Pētījuma modelis un dizains

2. LATVIJAS ATKRITUMU APSAIMNIEKOŠANAS NOZARES UZŅĒMUMU DARBĪBAS NOVĒRTĒJUMS UN UZLABOJUMU NEPIECIEŠAMĪBA

- 2.1. Latvijas atkritumu apsaimniekošanas sektora attīstība
- 2.2. Atkritumu apsaimniekošanas reģionālā pieeja Latvijā, kā lēmumu pieņemšanas process
- 2.3. Latvijas atkritumu poligonu uzņēmumu specifika
- 2.4. Latvijas poligonu apsaimniekošanas pilna cikla uzņēmuma izvērtējums
- 2.5. Nepieciešamie uzlabojumi poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu pārvaldē

3. VADĪBAS UZLABOJUMU IEVIEŠANA ATKRITUMU POLIGONU APSAIMNIEKOŠANAS UZŅĒMUMOS

- 3.1. Cilpas noslēgšana atkritumu apsaimniekošanas sistēmā
- 3.2. Industriālās simbiozes modelis
- 3.3. Atkritumu poligons kā industriālās simbiozes klasteru pamats
- 3.4. PAU matricas pielietošanas piemērs

SECINĀJUMI UN PRIEKŠLIKUMI

IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAĶSTS

Pielikumi

ZINĀTNISKĀS ATZIŅAS

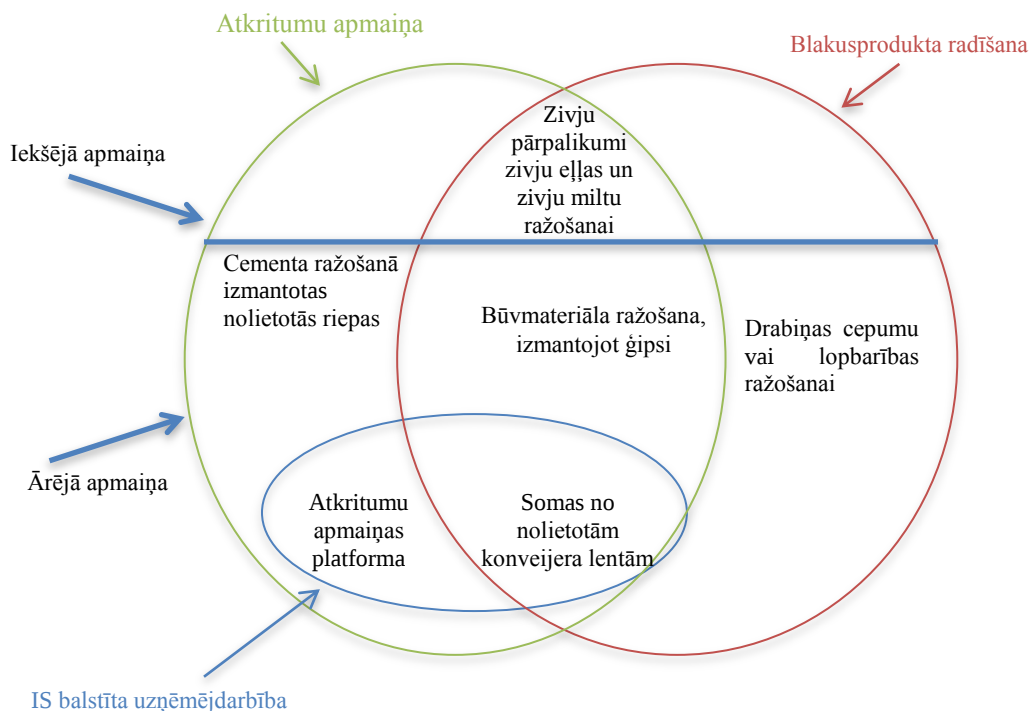
1. Atkritumu poligona ilgtspējīgas attīstības teorētiskie aspekti

(1. nodaļa sastāv no 49 lappusēm, 5 tabulām un 22 attēliem)

Lai gūtu priekšstatu par atkritumu apsaimniekošanas jomas komplicētību un plašumu, šī nodaļa ir veltīta tēmas teorētiskajam pamatojumam un literatūras pārskatam. Tajā ir dotas definīcijas tādiem terminiem kā “atkritumu apsaimniekošana” un “ilgtspējīga attīstība”, kas ir šim pētījumam nepieciešamās pamatkonceptijas (*McDougall*, 2001; *McDougall et al.*, 2003; *Scharff et al.*, 2007; UN, 1987; *Westlake*, 1997). Turklāt tiek pamatota poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu ilgtspējīgas attīstības nepieciešamība, izvēršot tēmu plašāk un paplašinot izpratni par atkritumu poligonu ilgtspējību, integrētu atkritumu apsaimniekošanu un pārstrādi. Nodaļā arī minēti ilgtspējīgas attīstības indikatori, lēmumu pieņemšanas paņēmieni, kas tiek lietoti atkritumu pārstrādē, atkritumu apsaimniekošanas ekonomiskie aspekti, piemēram, aprites ekonomika, un ideja, ka atkritumu rašanās apjomam nav jābūt atkarīgam no ekonomikas izaugsmes (*Khajuria et al.*, 2011; *Kuznets*, 1955; *Mazzanti and Zoboli*, 2008).

Aprites ekonomika tiek uzskatīta par ekonomikas attīstības virzienu, kas dotu iespēju nodrošināt ilgtspējīgāku attīstību un harmoniskāku sabiedrību. Tā aptver vismaz piecus biznesa modeļus, viens no tiem ir materiālu atgūšana, kas saistīta tieši ar industriālās simbiozes priekšrocībām (*Geng and Doberstein*, 2008; *Ness*, 2008; *Mathews and Tan*, 2011; *Europesworld*, 2014; *Lett*, 2014). *Saleemdeen et al.* (2016) atzīmē, ka aprites ekonomikas ieviešanai ir nepieciešama lielāka izpratne par saikni starp saimniecisko darbību un atkritumu rašanos. Pastāv vienprātīgs viedoklis, ka atkritumu un resursu apsaimniekošanai ir būtiska loma pārejā no lineārā modeļa uz aprites modeli, kur materiālu un resursu vērtība tiek saglabāta pēc iespējas ilgāk visā piegādes ķēdē. Atkritumi sistemātiski parādās viscaur šajā piegādes ķēdē kā saimnieciskās darbības un tirdzniecības rezultāts (*Kurz*, 2006; *Parfitt et al.*, 2010).

Sistēmiskas un transformatīvas pārmaiņas var novērot arī gadījumu izpētē – to skaits pieaug, un tiek analizēti inovatīvi risinājumi, balstoties uz jauno sistēmisko domāšanu, piemēram, koncepcija “no šūpuļa līdz šūpulim” (*McDonough and Braungart*, 2002) un “industriālā simbioze” (*Gibbs*, 2008). Industriālās simbiozes pieeja ļauj nodrošināt vides, ekonomiskos un sociālos ieguvumus (*Mirata*, 2004). Kā raksta OECD (2012), industriālās simbiozes kodols ir kopīga resursu un blakusproduktu apsaimniekošana, kurā savas komercdarbības ietvaros piedalās vairāki rūpniecības nozares pārstāvji, veidojot saiknes starp uzņēmumiem atkritumu pārstrādē. Industriālajā simbiozē tradicionāli līdz šim atsevišķi darbojošās rūpniecības nozares tiek iesaistītas materiālu un enerģijas apmaiņā, izmantojot kopīgu infrastruktūru.



1.1. attēls. Uz industriālo simbiozi orientētu biznesa modeļu klasifikācija

Avots: veidojusi autore, balstoties uz ZeroWIN (2014) un Albino and Fraccascia (2015)

Van Berkel (2006) apgalvo, ka “blakusproduktu apmaiņa” rada vislielāko pienesumu videi, sabiedrībai un ekonomikai, kā arī nodrošina iespējas uzņēmējdarbības attīstībai. Tomēr tajā pašā laikā ir rūpīgi jāizvērtē tādi tās aspekti kā “infrastruktūras koplietošana” un “plānošana un pārvalde”, kuriem piemīt ievērojami riski no sadarbības skata punkta.

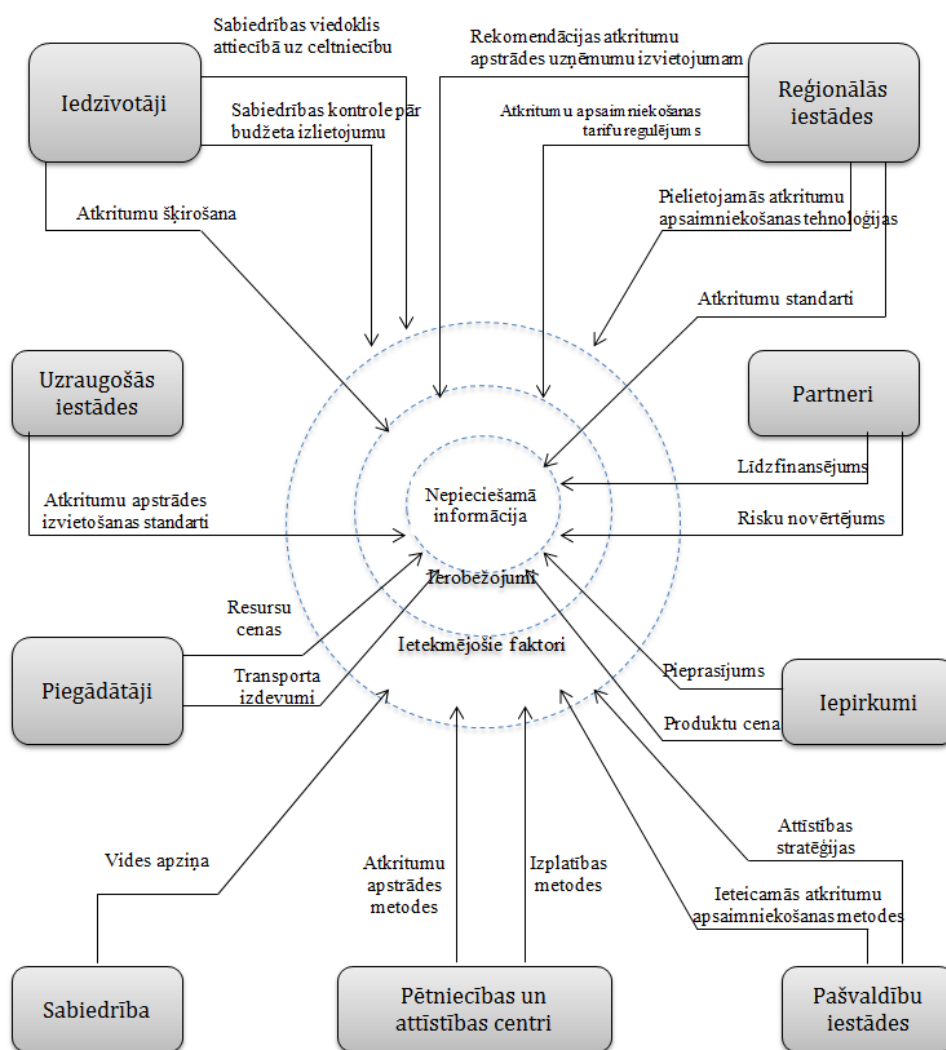
No tehniskā viedokļa var izšķirt trīs iespējas attiecībā uz fizisko plūsmu industriālās simbiozes kompleksā: izdevīga infrastruktūras koplietošanas izvietošana vienuviet; kopīga atkritumu plūsmas pārstrāde; savstarpēja materiālu un enerģijas apmaiņa.

Papildus pastāv vēl divas citas iespējas, kas ir saistītas ar ārējo resursu apmaiņu: blakusproduktu izmantošana no attālinātiem uzņēmumiem; blakusproduktu nogādāšana attālinātiem uzņēmumiem (Lambert and Boons, 2002; Posch, 2010).

Kā atzīmē Chertow, 2007, noteiktās politikas, kuru mērķis ir palīdzēt saskatīt iespējamo simbiozi, ietver 1) izpētes komandu izveidi, lai noteiktu rūpniecības nozares, kurām varētu būt bāze resursi apmaiņai, un tad attiecīgi jāplāno resursu plūsma starp šiem uzņēmumiem; 2) tehnisku un finansiālu atbalstu, lai veicinātu šādu sakaru veidošanos, līdzko ir atrasti ienākošo/izejošo resursu saskares punkti, turklāt ir vajadzīgs atbalsts no uzņēmuma vadības, kurai nepieciešams simbiotisks skatījums uz uzņēmuma darbību; (3) tādu vietu meklēšanu, kur jau pastāv šādi kopīgi izmantotie simbiotiski prekursori, piemēram, koģenerācija, biogāzes ražošana sadzīves atkritumu poligonos, notekūdeņu atkārtota izmantošana (bieži kā vienreizējas darbības), lai noteiktu, vai tās varētu saņemt tehnisku vai finansiālu palīdzību tālākas industriālās simbiozes veidošanai un attīstībai.

Populārākos un dzīvotspējīgākos atkritumu apsaimniekošanas modeļus, kas veidoti, lai atbalstītu lēmumu pieņemšanu un optimālas atkritumu apsaimniekošanas stratēģijas izvēli, var klasificēt pēc šādiem kritērijiem:

- modeļi, kas balstīti uz izpētītās atkritumu apsaimniekošanas sistēmas *izmaksu un ieguvumu analīzi*;
- modeļi, kuros ietverti atkritumu apsaimniekošanas stratēģijas vides, enerģētikas un materiālie aspekti – aprites cikla izvērtējums;
- multikritēriju modeļi lēmumu pieņemšanai par optimālu atkritumu apsaimniekošanas stratēģiju (*Morrissey and Browne, 2004*).



1.2. attēls. Informācijas plūsma lēmumu pieņemšanas procesā, nosakot atkritumu apsaimniekošanas infrastruktūras elementus

Avots: veidojusi autore, balstoties uz Velikanova (2014)

Multikritēriju lēmumu pieņemšanas modelis var sniegt norādes lēmumu pieņēmējiem, novērtējot esošās vai potenciālās alternatīvas un vienlaicīgi nosakot vairākus savstarpēji

konfliktējošus kritērijus (Kou et al., 2011; Zhou et al., 2010). Pateicoties spējai iesaistīt vairākus kritērijus, tiek uzskatīts, ka multikritēriju lēmumu pieņemšanas modelis ir viena no visefektīvākajām un pamatīgākajām atbalsta sistēmām lēmuma pieņemšanā atkritumu apsaimniekošanas jomā (Soltani et al., 2015). Lēmumu pieņemšanas modelis realizējams 1.3. attēlā redzamajos posmos.



1.3. attēls. Multikritēriju lēmumu pieņemšanas modelis

Avots: veidojusi autore, balstoties uz Jovanovic et al. (2016)

Pirmajā posmā tiek noteikts darbības tvērums un galvenie uzdevumi, kas iezīmē lēmuma kontekstu. Uzdevumiem ir jābūt konkrētiem, reālistiskiem un izmērāmiem. Otrajā posmā ietilpst visu izvirzītā mērķa sasniegšanai izmantojamo alternatīvu identificēšana. Trešajā posmā lēmumu pieņēmēji definē vērtēšanas kritērijus sniegumam, kas atspoguļo apmēru, kādā izdevies izpildīt noteiktos uzdevumus. Šajā posmā tiek piešķirti svara koeficienti un definēts, kuriem kritērijiem ir prioritāte, ja tāda ir paredzēta. Pēdējais multikritēriju lēmumu pieņemšanas modeļa posms ietver alternatīvu izvērtējumu un izsvēršanu pēc to nozīmīguma. Visbiežāk izmantotie kritēriji ir ekonomiskie, vides un enerģētiskie. Vairākas šī modeļa analīzes pēdējā laikā papildinātas arī ar socioloģiskiem un tiesiskiem kritērijiem (Ehrgott et al., 2010; Mourits and Lansink, 2006).

Saskaņā ar Coelho (2016) multikritēriju lēmumu pieņemšanas modeļi parasti tiek iedalīti divās galvenajās grupās: lēmumu pieņemšana ar vairākiem atribūtiem un lēmumu pieņemšana ar vairākiem uzdevumiem. Lēmumu pieņemšana ar vairākiem atribūtiem (*multi-attribute*) ietver problēmu izvēli vai to prioritātes noteikšanu, savukārt lēmumu pieņemšana ar vairākiem uzdevumiem/mērķiem (*multi-objective*) ietver optimizācijas problemātiku (Hung et al., 2007; Hastrup et al., 1998; Tran et al., 2002). Citiem vārdiem sakot, mērķis lēmumu pieņemšanai ar vairākiem atribūtiem ir salīdzināt jebkādu alternatīvu kopumu vai izvērtēt tās pēc punktiem, balstoties uz izvēlētajiem kritērijiem. Savukārt lēmumu pieņemšanā ar vairākiem uzdevumiem uzmanība tiek veltīta optimālu alternatīvu kopuma noteikšanai saskaņā ar apskatītajiem kritērijiem. 20. gadsimtā Alfred Marshall (1920) sācis aprakstīt saimnieciskās darbības aglomerācijas priekšrocības. Viņa koncepcija joprojām tiek plaši diskutēta un attīstīta (Okubo, 2004; Pfluger and Tabuchi, 2016). Marshall pierādīja, kā, koncentrējoties “industriālajos rajonos” un pateicoties tuvam ģeogrāfiskajam izvietojumam, uzņēmumi var izmantot vairumu pieejamo priekšrocību, ko nodrošina rūpnieciskās ražošanas apjoms un tehnoloģiskās un organizatoriskās inovācijas. Savukārt

saskaņā ar Porter (2008) definīciju “klāsteri ir ģeogrāfiski saistītu uzņēmumu, specializējušos piegādātāju, pakalpojumu sniedzēju, radniecīgu nozaru uzņēmumu un saistīto iestāžu (t. i., universitāšu, standartu aģentūru un arodbiedrību) koncentrācija, kas jomas ietvaros ne tikai konkurē, bet arī sadarbojas”. Zinātniskajā literatūrā norādīts, ka pastāv cieša saikne starp industriālo simbiozi un konkurētspējas uzlabošanu (*Geng and Cote, 2002; Lowe and Evans, 1995*), kas bieži ir saistīta ar paaugstinātu dabas resursu produktivitāti (*Esty and Porter, 1998*). Saskaņā ar *Lombardi and Laybourn* (2012) pieredzi iespējas uzlabot konkurētspēju industriālās simbiozes ceļā ir daudz plašākas, nekā uzlabojot resursu efektivitāti. Kā vienu no iespējām izmaksu samazināšanai autori min arī inovatīvus produktus vai procesa pārmaiņas, paaugstinot ieņēmumus, diversificējot uzņēmējdarbību un risku pārvaldību (*Laybourn and Morrissey, 2009*).

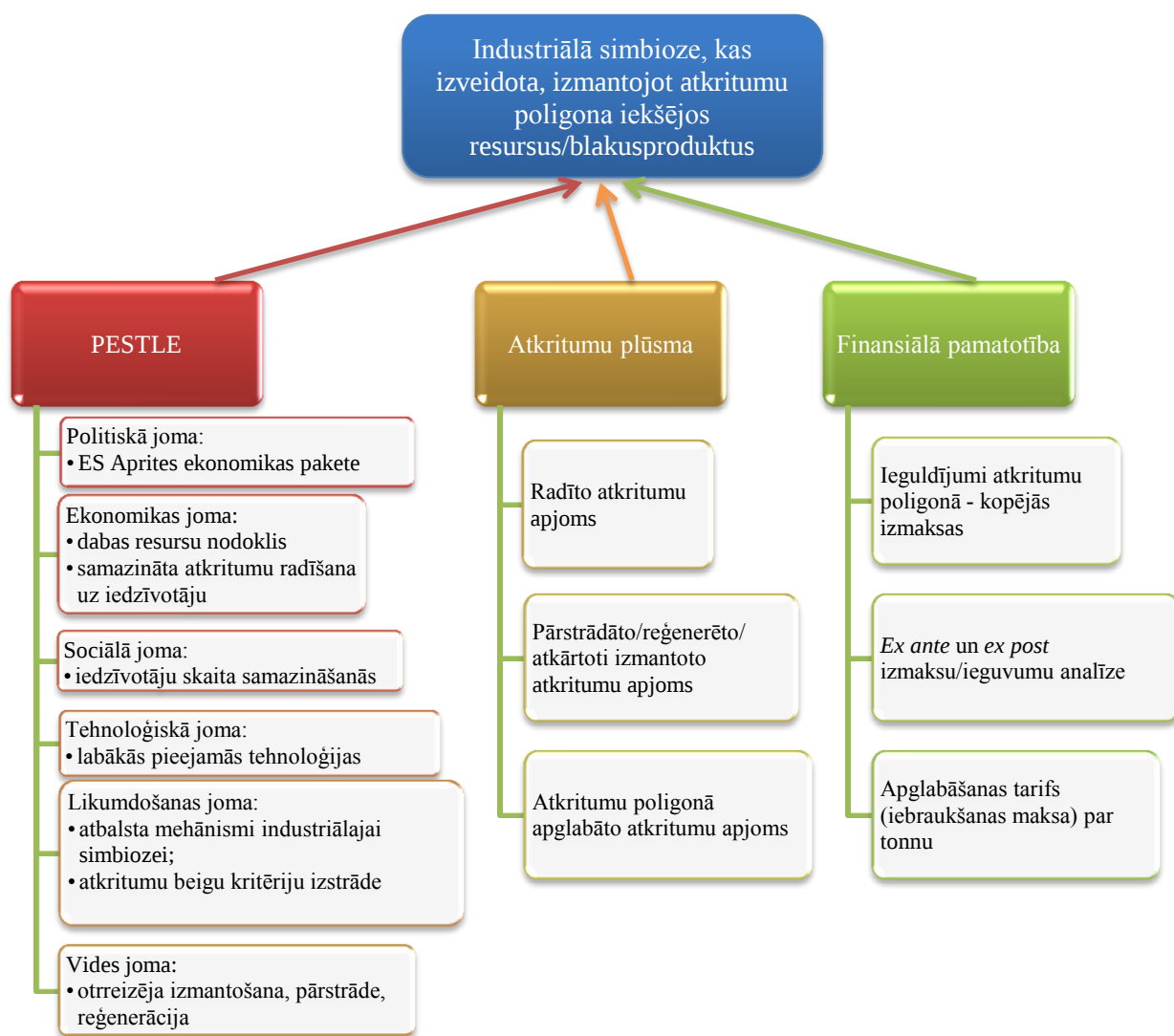
Uzņēmējdarbības modeļi, kas īsteno industriālās simbiozes praksi, ir atzīti par ilgtspējīgiem un ir klasificēti atbilstoši arhetipam “radīt vērtību no atkritumiem” (*Bocken et al., 2014*). Kā uzsvērusi Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija (*OECD, 2012*), veco uzņēmējdarbības prakšu aizstāšana ar inovatīviem uzņēmējdarbības modeļiem uzņēmumiem dod iespēju pārstrukturēt savu vērtības veidošanas ķēdi un radīt jaunus ražotāja un patērētāja attiecību veidus, mainīt patēriņa kultūru un resursu izmantošanas prakses. Tādēļ ieviešot šādu pieeju, iespējams palielināt uzņēmuma konkurētspēju (*Esty and Porter, 1998*). Uzņēmējdarbības modeļa inovācija ir saistīta ar paša uzņēmuma izveidošanu vai atjaunošanu. Parasti par inovāciju uzskata jaunu produkta vai pakalpojuma piedāvājuma veidu, taču uzņēmējdarbības modeļa inovācija vairāk ir saistīta ar dažādu uzņēmējdarbības stratēģiju īstenošanu, kas ne tikai piedāvā jaunus vērtību veidošanas plānus, bet arī saskaņo uzņēmējdarbības modeļa peļņas formulu, resursus, procesus un partnerus, lai uzlabotu šos vērtības veidošanas plānus un iegūtu jaunus tirgus segmentus (*OECD, 2012*). Saskaņā ar *Fraccascia et al. (2016)* industriālās simbiozes vērtības veidošanas plāna pamatā ir resursu taupīšana un lielāka efektivitāte, tā galvenās darbības ir saistītas ar pētniecību un attīstību, un kā galvenie resursi tam ir nepieciešams pārstrukturēts partneru tīkls un jaunas zināšanas.

Ievērojot ar klientiem saistītos aspektus, ir nepieciešams izveidot gan jaunas attiecības ar klientiem, gan noieta kanālus. Pētījumā darba autore izveido industriālās simbiozes modeli, lietojot no līdzšinējās atšķirīgu pieeju – par industriālās simbiozes sistēmas pamatu izmantojot esošos atkritumu apsaimniekošanas infrastruktūras elementus, t. i., sadzīves atkritumu poligonus, kas jau tagad nodrošina daudzus resursus (elektroenerģiju, siltumenerģiju, notekūdeņu attīrīšanas iekārtas, tehnisko ūdeni, infrastruktūru u. c.).

Pētījuma modelis un pētījuma dizains

Atkarīgais mainīgais pētījumā ir definēts kā “**industriālā simbioze, kas izveidota, izmantojot iekšējos atkritumu poligona resursus/blakusproduktus**”. Mainīgie, kā arī to papildu faktori ir

identificēti kā visnozīmīgākie šajā pētījumā, lai gan nevar neņemt vērā citus ietekmes faktorus. Strukturēta teorētiskā sistēma ir atspoguļota 1.4. attēlā.



1.4. attēls. Teorētiskais ietvars

Avots: izstrādājusi autore

Savukārt 1.5. attēlā ir atspoguļotas neatkarīgo mainīgo saistība un savstarpējā atkarība.

Saistība: PESTL – atkritumu plūsma. Šī saistība pierāda, ka ekonomikas izmaiņas tieši ietekmē atkritumu rašanās apjomus un to plūsmu, nodokļu sistēmas izmaiņas ietekmē atkritumu poligonos apglabāto atkritumu apjomu, tiesību aktu izmaiņas ietekmē atkritumu apsaimniekošanas izvēles (ES direktīvu īstenošana, atkritumu šķirošana, atkārtotas izmantošanas attīstība utt.).

Saistība: atkritumu plūsma – finansiālā pamatotība. Šī saistība nozīmē, ka radīto/apsaimniekoto vai atkritumu poligonos apglabāto atkritumu apjoma izmaiņas tiešā veidā ietekmē atkritumu poligona apsaimniekošanas uzņēmuma finansiālo pamatotību.

Saistība: PESTL – finansiālā pamatotība. Izmaiņas PESTL ietekmē finansiālo pamatotību un tās koeficientus, kas norādīti 1.5. attēlā, piemēram, nodokļu, atkritumu apglabāšanas un savākšanas maksas pieaugums var radīt nelegālu atkritumu izgāztuvi, un tas ietekmēs kopējo pamatotību, savukārt koeficienti, kas aprēķināti, izmantojot datus par atkritumu poligoniem, būs a) zemāki nekā paredzēts; b) nebūs atbilstoši reālajai situācijai, jo daļa atkritumu nesasnies atkritumu poligonus.

Ir identificēts moderējošais mainīgais “*atkritumu poligons kā pamats industriālajai simbiozei*”, ko ietekmē visi neatkarīgie mainīgie un kas tieši ietekme atkarīgo mainīgo. IS modulis₁ ... IS modulis_n ir tieši atkarīgs no katra konkrētā poligona atkritumu plūsmas un resursu apjoma. Turklāt katrs IS modulis var izmantot atšķirīgus resursus, un tam var būt dažādi kopīgi resursi ar citiem IS moduļiem.

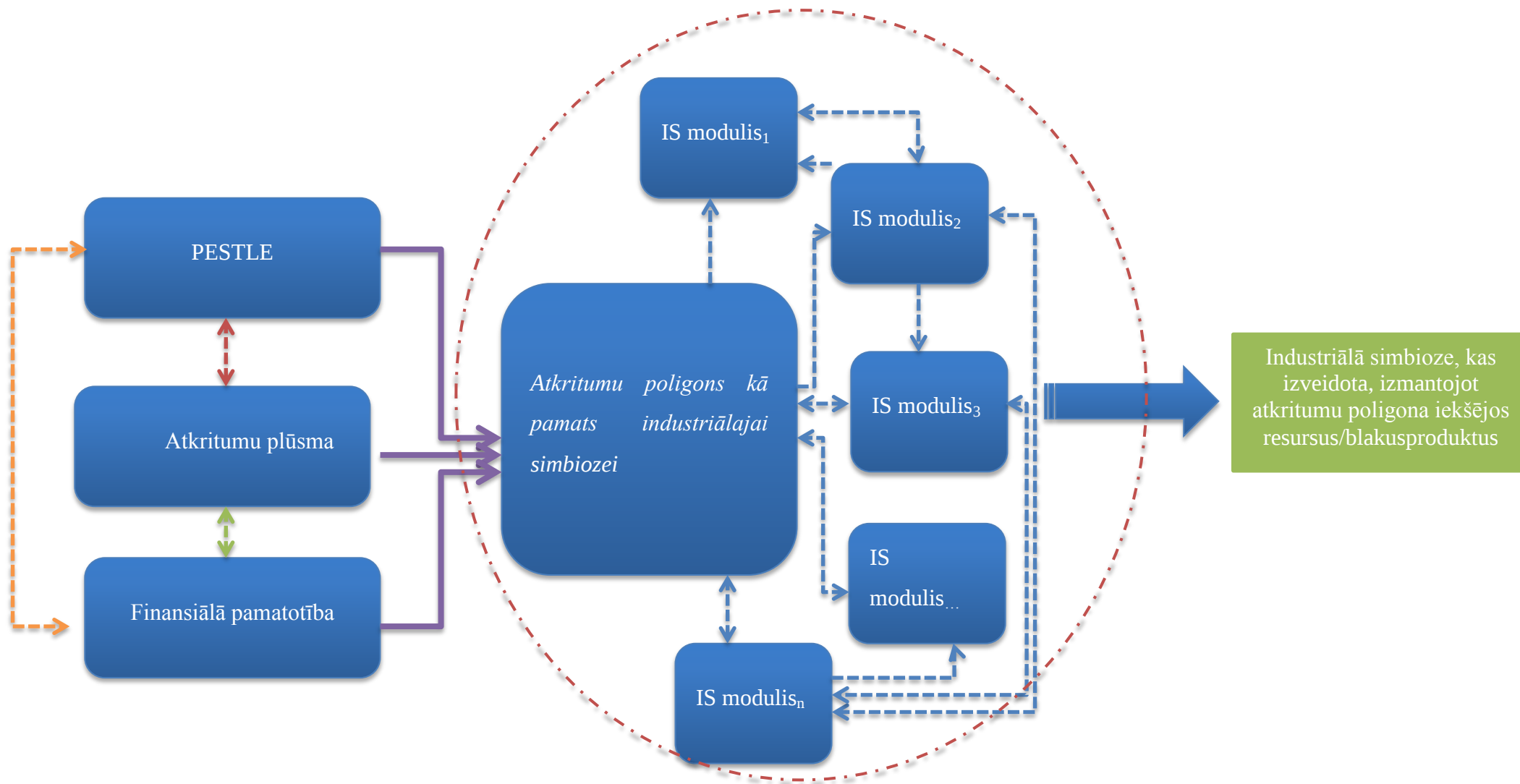
1.1. tabula

Pētījuma projekts

Projekta elementi	Veiktās izpētes veids
Pētījuma mērķis	Aprakstošs
Izpētes veids	Korelatīvs
Pētnieka ietekmes pakāpe	Minimāla ietekme
Pētījuma apstākļi	Reāli
Analīzes vienība	Atkritumu poligona pārvaldības uzņēmums (kopā 10)
Laika posms	Longitudināls (2011.–2017. gads)
Datu vākšanas metode	Primārie un sekundārie dati

Avots: izstrādājusi autore

Pētījuma projekts ir izstrādāts, aptverot galvenos projekta elementus, kuri veido sistēmu veiktajam pētījumam, kas aprakstīta 2. un 3. nodaļā. Pētījuma pirmā posma mērķis bija veikt Latvijas atkritumu apsaimniekošanas sistēmas vispārēju novērtējumu, pēc tam izstrādāt aptaujas anketas, izvēlēties ekspertus atkritumu poligonu un ekspertu grupai, veikt aptauju un tās rezultātu analīzi, novērtēt atkritumu poligona iekšējo resursu plūsmu, izstrādāt resursu vienādojumus, izstrādāt industriālās simbiozes modeli un lēmumu pieņemšanas matricu un aprobēt modeli un matricu konkrētai atkritumu plūsmai.



1.5. attēls Neatkarīgo mainīgo savstarpējās atkarība un industriālās simbiozes pētījuma dizains

Avots: izstrādājusi autore

2. Latvijas atkritumu apsaimniekošanas nozares uzņēmumu darbības novērtējums un uzlabojumu nepieciešamība

(2. nodaļa sastāv no 46 lappusēm, 12 tabulām un 21 attēla)

Latvijas un ES atkritumu apsaimniekošanas jomas normatīvo aktu harmonizācija noveda pie tā, ka Latvijai kā ES dalībvalstij noteiktos termiņos ir jāsasniedz konkrēti mērķi sadzīves atkritumu apglabāšanas apjomu samazināšanā, lai veicinātu atkritumu šķirošanu un to sagatavošanu atkārtotai izmantošanai, pārstrādei un reģenerācijai.

ES ir izveidota kopīga normatīvo aktu bāze atkritumu apsaimniekošanas jomā. Tomēr aizvien vairāk kļūst skaidrs, ka viens risinājums atkritumu apsaimniekošanas sistēmas sakārtošanai nevar vienkārši un viennozīmīgi tikt piemērots visās dalībvalstīs un ka būtu nepieciešamas tehnoloģiju, institūciju struktūru un piemēroto politiku kombinācijas. Dažādu atkritumu apsaimniekošanas sistēmu līdzāspastāvēšana, tām visām nosakot vienādus rezultātus plānotajiem pārstrādes apjomiem, poligonos apglabāto bioloģiski noārdāmo atkritumu samazināšanai un atkritumu rašanās novēršanai, ir spēcīgs stimuls, lai izveidotu salīdzinošās analīzes paņēmienus, kas ļautu rūpīgāk salīdzināt dažādas sistēmas (Cudecka-Purina et al., 2013).

2.1. tabula atspoguļo, cik Baltijas valstīm un ES līdervalstīm atkritumu apsaimniekošanas jomā ir atšķirīgas pieejas sistēmas sakārtošanai. Jāuzsver, ka atkritumu apsaimniekošanas sistēmā vienmēr kā atkritumu apsaimniekošanas galapunkts darbosies atkritumu poligoni – pat sadedzinot, veicot anaerobo pārstrādi vai jebkāda cita veida aktivitāti, rezultātā vienmēr radīsies noteikts atkritumu apjoms, kas būs jāapglabā. ES ir noteikusi kontroles rādītājus, kas jāsasniedz noteiktā termiņā, lai pēc iespējas samazinātu to atkritumu apjomu, kuri nonāk poligonos. Savukārt veidu, kā pārveidot vai pielāgot poligonus ilgtspējīgas darbības nodrošināšanai, katra valsts izvēlas pati.

Laikā, kad vadošās valstis atkritumu apsaimniekošanas jomā tuvojās 1–5% atkritumu apglabāšanai un pārstrādā vairāk nekā 37% no radīto atkritumu apjoma, jaunākās dalībvalstis, kas ES pievienojās pēc 2004. gada, tikai sāk veidot atkritumu apsaimniekošanas sistēmu. Līdz pat šim laikam jaunākajās dalībvalstīs ir minimāli attīstīta kompostēšana un atkritumu sadedzināšana.

Vēsturiski Latvijas atkritumu apsaimniekošana bija vērsta uz atkritumu apglabāšanu. Valsts mēroga inventarizācija atkritumu apsaimniekošanas jomā, kas tika veikta 1995. gadā, identificēja 558 darbojošās izgāztuves un aptuveni 160 slēgtas izgāztuves, kuru stāvoklis neatbilda sanitārajām prasībām un kuras izraisīja gaisa un ūdens piesārņojumu.

Lai iestātos ES, Latvijai bija nepieciešams harmonizēt normatīvos aktus atkritumu apsaimniekošanas jomā, kā arī paredzēt praktiskas darbības izvirzīto mērķu sasniegšanai. Ilgtspējīgas atkritumu apsaimniekošanas sistēmas izveide paredzēja trīs galvenās stadijas:

- 1) iesaistīt 100% pilsētu un vismaz 75% lauku rajonu iedzīvotāju centralizētajā atkritumu apsaimniekošanas sistēmā, tādējādi nepieļaujot nesankcionēto izgāztuvju veidošanos un vides piesārņojumu;
- 2) ieviest atkritumu dalītu savākšanu;
- 3) slēgt un rekultivēt visas valstī identificētās izgāztnes un izbūvēt 10–12 sadzīves atkritumu apglabāšanas poligonus.

2.1. tabula

Dažādas atkritumu apsaimniekošanas metodes 2011. un 2014. gadā

	Radīti atkritumi, kg/ iedzīvotājs	Atkritumu apsaimniekošana 2011, %				Radīti atkritumi, kg/ iedzīvotājs	Atkritumu apsaimniekošana 2014, %			
		Apglabāšana (D1-D7, D12)	(ar enerģijas ietaupījumu)	Pārstrāde	Kompostēšana		Apglabāšana (D1-D7, D12)	(ar enerģijas ietaupījumu)	Pārstrāde	Kompostēšana
Igaunija	311	77	-	14	9	357	6	47	27	5
Lietuva	381	94	0	4	2	433	59	9	23	9
Latvija	304	91	-	9	1	364	71	0	21	4
ES 27	499	34	24	26	14	477	25	27	27	17
Vācija	626	0	37	46	17	625	0	31	48	18
Beļģija	456	1	41	34	20	418	1	43	31	19
Zviedrija	449	1	52	33	14	447	1	51	32	16
Nīderlande	568	2	49	24	25	523	1	47	23	27
Austrija	573	5	35	24	33	560	3	38	25	31

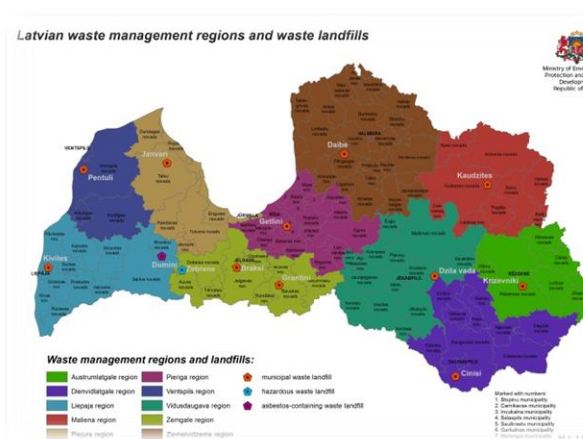
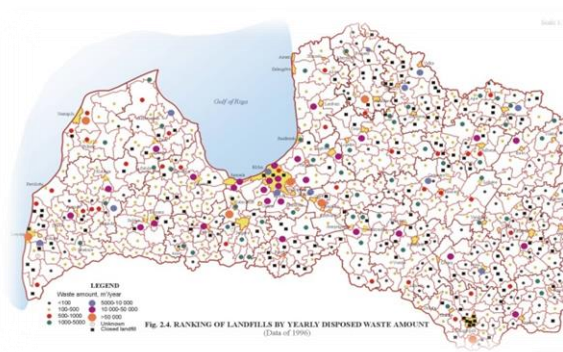
Avots: veidojusi autore, balstoties uz Cudecka-Purina et al. (2013)

Veicamo pasākumu rezultātā Latvija tika sadalīta 10 atkritumu apsaimniekošanas reģionos, un līdz 2016. gadam tika rekultivētas visas slēgtās un darbojošās izgāztnes un izveidoti 11 sadzīves atkritumu poligoni, 1 poligons bīstamajiem atkritumiem un 1 poligons azbestu saturošajiem atkritumiem (skatīt 2.1. attēlu). Minētie reģioni tika izveidoti, lai nodrošinātu atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstību Latvijā, izveidojot vides aizsardzības prasībām atbilstošu infrastruktūru atkritumu apglabāšanai. Tomēr reģioni būtiski atšķīrās pēc teritorijas, aizņemot 6,3–17% no Latvijas platības, aptverot 3,5–43,1% no kopējā iedzīvotāju skaita, iedzīvotāju blīvums variē no 15,6 līdz 161,7 iedz./km². Arī investīciju apjoms katra reģiona atkritumu apsaimniekošanas infrastruktūras izveidē bija dažāds – no 5,8 miljoniem eiro līdz 23,7 miljoniem eiro. Minētie faktori ir noveduši pie tā, ka atkritumu apsaimniekošanas reģioni un attiecīgi uzbūvētie atkritumu apglabāšanas poligoni darbojas atšķirīgos ekonomiskajos apstākļos. Laikā, kad atkritumu apglabāšanas poligoni tika uzbūvēti, izgāztnes slēgtas un rekultivētas,

atkritumu apsaimniekošanas uzsvars pakāpeniski novirzījās uz to, lai novērstu atkritumu rašanos, otrreiz izmantotu iepakojumu, nodrošinātu dažādu veidu pārstrādājamo materiālu dalītu vākšanu, pārstrādi un otrreizējo izmantošanu. Tika ieviests aizliegums apglabāt dažāda veida atkritumus, kuru īpatsvars kopējā plūsmā bija līdz 30%. Šādi ierobežojumi kopā ar ekonomisko lejupslīdi un iedzīvotāju skaita samazināšanos Latvijā radīja priekšnosacījumus tam, ka poligonu apsaimniekošanas uzņēmumi nonāca sarežģītā ekonomiskajā situācijā.

Poligonu neefektivitāti apstiprina fakts, ka no 11 poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem tikai viens uzņēmums saņem 58% no kopējā atkritumu apjoma, pārējie poligoni saņem 1–8% no kopējā atkritumu apjoma.

Ik gadu Latvijā tiek radītas ap 700 000 tonnas sadzīves atkritumu, no kurām 500 000 tonnas tiek apglabātas atkritumu poligonos. Tas nozīmē, ka pašlaik uz poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem tiek nogādāts aptuveni 71% no valstī kopā radītajiem atkritumiem. Tomēr sākotnēji prioritāte bija izveidot atkritumu apsaimniekošanas pamata sistēmu un uzsākt atkritumu dalītu vākšanu, taču jau 2008. gadā Eiropas līmenī strauji mainījās sistēmas redzējums un tika noteikts, ka 2020. gadā valstīm ir jāpārorientējas uz atkritumu sagatavošanu atkārtotai izmantošanai, pārstrādi vai materiālu reģenerāciju. Nepieciešamība samazināt atkritumu apglabājamo apjomu padara vēl aktuālāku poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu efektivitāti un ilgtspējīgu attīstību. Ekonomiskie instrumenti, kas tiek izmantoti atkritumu apglabāšanas regulēšanai, ir poligonu tarifi un dabas resursu nodoklis par atkritumu apglabāšanu. Atkritumu apglabāšanas tarifa pieaugums kompensē apglabājamo atkritumu apjoma samazinājumu. Poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem šis ir galvenais ienākumu avots. Savukārt dabas resursu nodoklis traucē poligonam, jo stimulē atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumus vairāk pievērsties atkritumu šķirošanai un pēc iespējas samazināt apglabājamo atkritumu apjomu. Tomēr ir jāņem vērā, ka tarifa un nodokļa pieaugums nevar būt bezgalīgs un ka ar to nepietiek uzņēmuma ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanai. Pašreizējie tarifi, ko piemēro poligonu apsaimniekošanas uzņēmumi, arī būtiski atšķiras savā starpā – no 19,38 eiro/t Ventspils Labiekārtošanas kombinātā (VLK) līdz pat 32,16 eiro/t Vidusdaugavas SPAAO. Procentuālā izteiksmē tas veido līdz pat 60% lielu atšķirību.



2.1. attēls. Atkritumu izgāztuves un poligoni Latvijā, 1996. un 2016. gads

Avots: GeoConsultants (1997) un VARAM (2016)

Autores veiktās analīzes rezultātā (Cudecka, 2011b) jau 2011. gadā (skatīt 2.2. tabulu) tika izdarīts svarīgs secinājums par atkritumu apsaimniekošanas reģionu efektivitāti – autore izteica šaubas par to, vai izvēlētajā attīstības pieeja ir vispiemērotākā un varēs būt ilgtspējīga ilgtermiņā. Lai izvairītos no negatīva rezultāta nākotnē, viens no ieteikumiem bija atbalstīt reģionu skaita palielināšanu, lai no ekonomiski neefektīva modeļa pārietu uz ekonomiski izdevīgu un ilgtspējīgu modeli.

2.2. tabula

Izmaksu un ieguvumu analīze

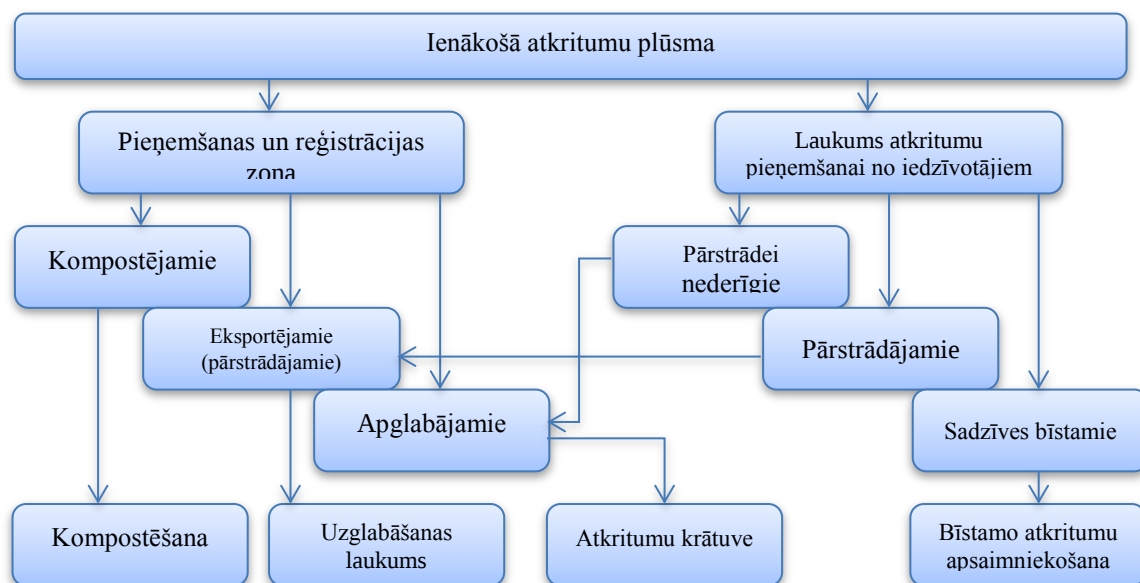
	Austrumlatgale	Dienvidlatgale	Maliene	Ventspils	Liepāja	Rīga	Piejūra	Zemgale	Ziemeļvidzeme	Vidusdaugava
NPV	650 675	336 196	-	811 691	8 291 935	1 812 871	-	-	3 468 664	-
			5 333 371				12 436 954	48 20 129		8 345 850
IIRR	6,44%	5,5%	-3,35%	6,39%	12,65%	5,44%	-1,20%	-1,31%	9,17%	-0,42%
C/B	1,21	1,12	0,83	1,28	1,48	1,17	0,91	0,95	1,29	0,97

Avots: Cudecka 2011a

Atkritumu apsaimniekošanas sistēmu Latvijā regulē izveidotā normatīvo aktu bāze, kas paredz, ka nozari uzraugošā iestāde ir Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija. Savukārt Latvijas pašvaldības ir atbildīgas par atkritumu apsaimniekošanu savā teritorijā. Analizējot atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumus, kas darbojas Latvijā, var nodalīt šādas kategorijas: sadzīves atkritumu savākšanas uzņēmumi, kas darbojas visas Latvijas teritorijā, pamatojoties uz publisko iepirkumu vai publisko un privāto partnerību procedūru attiecīgajā pašvaldībā; būvniecības un būvju nojaukšanas atkritumu savākšanas uzņēmumi, kas darbojas visas Latvijas

teritorijā, pamatojoties uz publisko iepirkumu vai publisko un privāto partnerību procedūru attiecīgajā pašvaldībā; bīstamo atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumi, kuri darbojas visas Latvijas teritorijā un kuriem nav nepieciešami speciālie līgumi ar pašvaldībām; atkritumu apsaimniekošanas starpnieki vai ražotāju atbildības sistēmas uzņēmumi, kuri darbojas visas Latvijas teritorijā un kuriem nav nepieciešami speciālie līgumi ar pašvaldībām; atkritumu pārstrādes uzņēmumi, kuri darbojas visas Latvijas teritorijā un kuriem nav nepieciešami speciālie līgumi ar pašvaldībām; atkritumu poligonu apsaimniekošanas pašvaldību uzņēmumi, kas darbojas tikai konkrētā atkritumu apsaimniekošanas reģionā.

Galvenās poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu darbības ir šādas: ienākošās atkritumu plūsmas svēršana un reģistrācija; atkritumu šķirošana, sagatavošana atkārtotai izmantošanai, pārstrādei vai reģenerācijai; atkritumu apglabāšana (ieskaitot visus atkritumu krātuves apsaimniekošanas aspektus); bioloģiski noārdāmo atkritumu kompostēšana; infiltrāta apsaimniekošana; biogāzes apsaimniekošana; elektroenerģijas un siltuma ražošana; vides stāvokļa monitoring; poligona infrastruktūras objektu uzturēšana un sabiedrības izglītošanas pasākumi.



2.2. attēls. Shematiska atkritumu plūsma poligonu apsaimniekošanas uzņēmumā

Avots: izstrādājusi autore

2.2. attēlā grafiski attēlota ienākošā atkritumu plūsma poligonu apsaimniekošanas uzņēmumos. Promocijas darba otrajā nodaļā autore izpētīja atkritumu apsaimniekošanas reģionus, poligonu apsaimniekošanas uzņēmumus un atkritumu apglabāšanas tarifus. Ir identificētas vairākas atšķirības, tomēr visiem uzņēmumiem ir jānodrošina ilgtspējīga virzība uz vienotu mērķi – apglabājamo atkritumu apjoma samazināšanu. Analizējot poligonu apsaimniekošanas uzņēmumus, tika konstatēta svarīgākā pretruna: visas atkritumu apsaimniekošanas sistēmas pašreizējais mērķis ir

līdz 2020. gadam sagatavot otrreizēju izmantošanu un pārstrādi vismaz tādiem materiāliem kā papīrs, metāls, plastmasa un stikls no mājsaimniecībām un, iespējams, citiem avotiem, ciktāl šīs atkritumu plūsmas ir līdzīgas sadzīves atkritumiem, lai otrreizējā izmantošana un pārstrāde kopumā sasniegtu vismaz 50% pēc svara. Vēl viens mērķis ir līdz 2030. gadam samazināt apglabājamo atkritumu apjomu līdz 10% vai pat 5% no gadā radītā apjoma. Savukārt poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu mērķis ir izdzīvot ar šādiem priekšnosacījumiem, nepārliekot slogu uz iedzīvotājiem atkritumu apglabāšanas tarifa kāpināšanas dēļ. Tāpēc autore vērš uzmanību, ka ir nepieciešams efektīvi izmantot poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu ikdienas darbības rezultātā radušos blakusproduktus (resursus) uzņēmuma iekšienē vai arī piedāvāt šos resursus citiem uzņēmumiem. Tādējādi rodas ideja veidot tehnoloģiskos parkus uz poligonu bāzes – tehnoloģisko parku jeb industriālās simbiozes uzņēmumus savstarpēji saistīs resursu un kopējās infrastruktūras izmantošana.

Autore attīsta horizontālās un vertikālās integrācijas ideju industriālās simbiozes koncepcijā. To izskaidro fakts, ka laika gaitā atkritumu poligonos nonāks arvien mazāks atkritumu apjoms. Biogāzes ražošanas cikls ir ilgstošs, tādēļ, ja atkritumi konkrētajā poligonā vairs netiks apglabāti, siltuma un elektroenerģijas ražošana no iegūtā metāna būs ilgtermiņā izdevīgs resursu atgūšanas avots atkritumu poligoniem, jo Latvijā pašlaik ievērojamu apglabājamo atkritumu daļu veido bioloģiski noārdāmie atkritumi.

Lai pārliecinātos, ka uz teorētiskās bāzes izveidojies redzējums par pašreizējām problēmām un to iespējamiem risinājumiem atkritumu apsaimniekošanas jomā ir pareizs, autore izstrādāja divām mērķgrupām paredzēto aptaujas anketu: poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem kā ieinteresētajai pusei un nesaistītajiem ekspertiem – konsultāciju uzņēmumiem, nozares ekspertiem, zinātniekiem un pētniekiem. Aptaujātie PAU pārstāv visus 100% Latvijas atkritumu apsaimniekošanas reģionus, tātad tiek izpētīta situācija visā valsts teritorijā. Poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem ir ietekme uz atkritumu apsaimniekošanas politikas veidošanu Latvijā, jo tie ir Latvijas atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumu asociācijas biedri un to intereses ir pārstāvētas arī VARAM organizētajā darba grupā par atkritumu apsaimniekošanas normatīvo aktu pilnveidošanu. Uzņēmumi pilda attiecīgā reģiona pašvaldību deleģētās funkcijas atkritumu apsaimniekošanas jomā.

Otrajā grupā autore apkopojā 30 ekspertus no Igaunijas, Latvijas, Lietuvas, Krievijas, Malaizijas un Spānijas. Ekspertu izvēles pamatā bija šādi kritēriji: vismaz 5 gadu zinātniskā vai praktiskā pieredze, izglītības līmenis un joma (maģistri vai zinātnu doktori vides zinātnē, biznesa vadībā, ekonomikā), dalība starptautiskajās zinātniskajās vai praktiskajās konferencēs un publikācijas atkritumu apsaimniekošanas vadības jomā. Ekspertu grupas ģeogrāfisko izplatību izskaidro fakts, ka ir svarīgi salīdzināt ne tikai kaimiņvalstu viedokļus un redzējumus par atkritumu

apsaimniekošanas attīstību, bet arī apzināt ES dienvidu valstu un valstu ārpus ES skatījumu – lai iegūtu plašāku redzējumu par problēmām un to potenciāliem risinājumiem. Aptauja sastāv no 19 atvērta un slēgta tipa jautājumiem un ir sadalīta trīs daļās. Pirmā daļa ir veltīta poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem, to funkcijām, poligonu ikdienas darbības rezultātiem, industriālās simbiozes potenciālam un atkritumu apglabāšanas apjomiem. Otrā daļa ir veltīta atkritumu apsaimniekošanas tendencēm Latvijā, tās mērķis ir izpētīt poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu vīziju par nozares tālāko attīstību. Trešajā daļā apskatīta lēmumu pieņemšanas prakse poligonu apsaimniekošanas uzņēmumos.

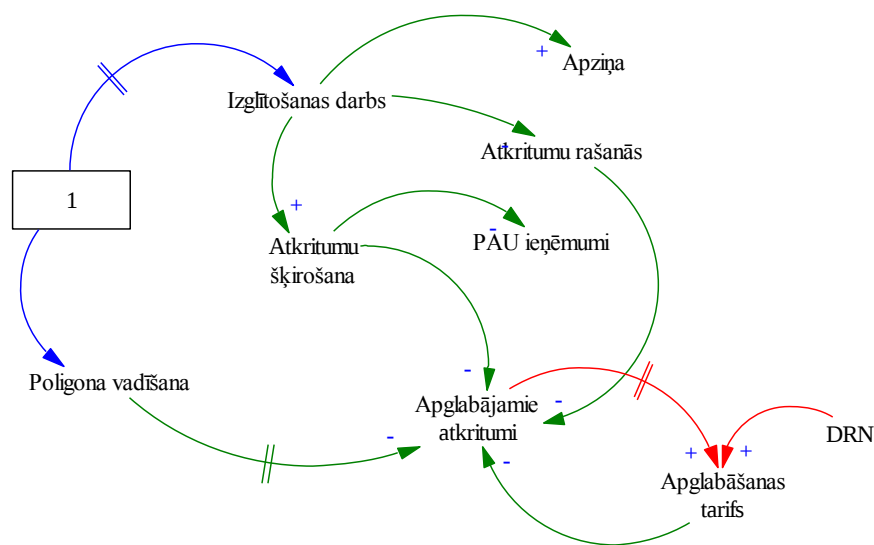
Anketēšanas rezultāti rāda, ka autores piedāvāto attīstības virzienu atbalsta gan poligonu apsaimniekošanas uzņēmumi, gan eksperti un uzskata par optimālo risinājumu, lai nodrošinātu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu ilgtspējīgu attīstību un paaugstinātu efektivitāti. Abas mērķgrupas uzskata, ka loģiski būtu pašvaldībām deleģēt visas ar atkritumu apsaimniekošanu saistītās funkcijas poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem un tādējādi pārvērst tos par reģionāliem atkritumu apsaimniekošanas centriem.

Visiem atkritumu poligoniem ir identificēti līdzīgi blakusprodukti, kas rodas to ikdienas darbības rezultātā, lai gan pašlaik apsaimniekotāji nav līdz galam pārliecināti, ka varētu šajos resursos dalīties ar citu nozaru uzņēmumiem. Abas fokusgrupas uzskata, ka svarīgs priekšnoteikums tālākai attīstībai ir atkritumu beigu statusa noteikšana vairāku veidu atkritumiem, vietējo pārstrādes uzņēmumu izveide, kā arī valsts līmenī apstiprināto atbalsta programmu izstrāde pārejai uz aprites ekonomiku un industriālās simbiozes veicināšanai, kā arī labāka sabiedrības izglītošana atkritumu apsaimniekošanas jomā. Abas grupas konsekventi uzsvēra arī to, ka daļa no minētajām tēmām būtu jāiestrādā normatīvajos aktos. Vairums ekspertu un poligonu grupas pārstāvju uzsvēra nepieciešamību ieviest diferencētus mērķus atkritumu apsaimniekošanas reģioniem atkarībā no to sociālajiem, ekonomiskajiem un demogrāfiskajiem apstākļiem.

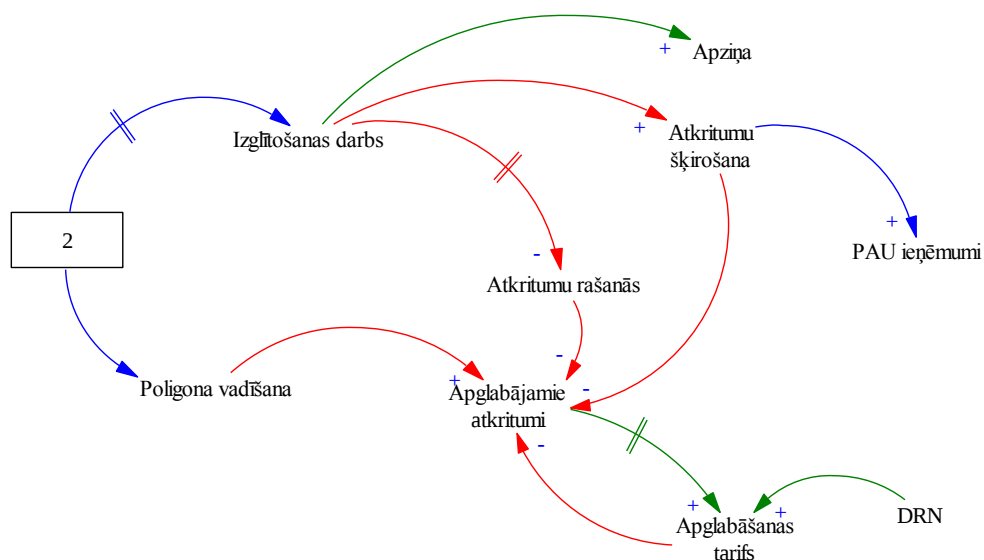
Analizējot poligonu grupas datus uzņēmumu pārvaldības ziņā, var secināt, ka uzņēmumi patiešām velta lielu uzmanību darbinieku apmācībai un izglītošanai (60–80%), seko līdzī jaunākajām tendencēm un inovācijām (50%). Iesaistīšanās zinātniskajā pētniecībā un problēmu vērtēšanā no zinātniskās perspektīvas (20%) nav uzņēmumu prioritāšu sarakstā, lai gan ekspertu grupa norādīja, ka šādas aktivitātes ir ļoti nozīmīgas. Lēmumu pieņemšanā uzņēmumi parasti paļaujas uz konsultācijām (60%), saimnieciskās efektivitātes vērtējumu (60%) un salīdzinošo analīzi (50%). Pētījuma autore uzskata, ka šie rezultāti norāda uz pozitīvu tendenci: poligonu grupā pastāv atvērta un elastīga uzņēmuma pārvalde, kas patiešām izvērtē dažādas attīstības iespējas, nevis pieņem lēmumu, tikai izmantojot *top-bottom* pieeju.

(3. nodaļa sastāv no 48 lappusēm, 15 tabulām un 21 attēla)

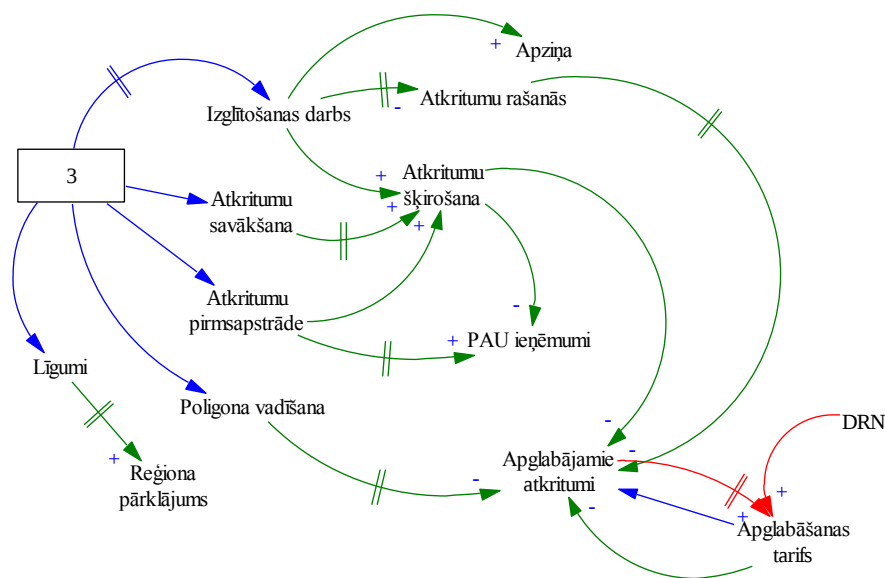
Pētījuma autore ir analizējusi visas PAU veicamās darbības un izveidojusi šādas shēmas (3.1., 3.2. un 3.3. attēls).



Avots: izstrādājusi autore



Avots: izstrādājusi autore



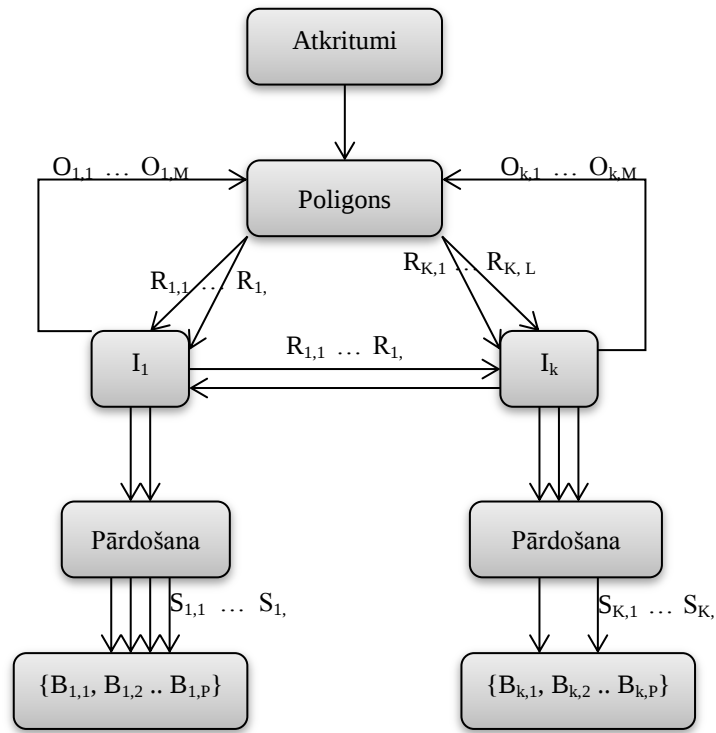
3.3. attēls. PAU, kas veic atkritumu apglabāšanas, šķirotu atkritumu realizācijas un iedzīvotāju izglītošanas funkcijas

Avots: izstrādājusi autore

Autore ir identificējusi vairākas problēmas, ar ko pašlaik saskaras poligonu apsaimniekošanas uzņēmumi un kas kavē to iesaistīšanos industriālajā simbiozē. Tāpēc primārs uzdevums, kas sekmētu šo uzņēmumu iesaistīšanos industriālajā simbiozē, ir pārskatīt un mainīt vai attiecīgi grozīt tiesību aktus, kas veicinātu šādu darbību.

Ieviešot industriālo simbiozi, poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem radīsies iespēja piedāvāt resursus citiem uzņēmumiem, kurus iespējams izvietot blakus poligonam. Šajā gadījumā izveidosies *win-win* situācija abiem uzņēmumiem, jo tiks nodrošināta gan resursu efektīva izmantošana, gan primāro resursu iegādes izmaksu samazinājums. Autore ir novērtējusi atkritumu poligonos pašlaik pieejamos resursus un ir sagrupējusi tos četrās kategorijās: atkritumi, elektroenerģija, siltumenerģija un notekūdeņi. 3.2. attēlā ir atspoguļota resursu plūsma industriālās simbiozes gadījumā.

Tālāk redzamas četras līdzsvara funkcijas, kas ļaus poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem novērtēt resursus, kurus būtu iespējams izmantot industriālajā simbiozē, un atkarībā no to apjoma varēs pieņemt lēmumu, izmantojot autores veidotu matricu optimāla turpmākā PAU attīstības virziena izvēlē.



3.4. attēls. Industriālās simbiozes resursu plūsma

Avots: izstrādājusi autore

1. Atkritumu līdzsvars

$$Q = \sum_{i=1}^K Q_i = Q_{rw} + Q_{fi} + Q_{sl} \quad (3.1)$$

$$Q \leq R$$

kur:

rw – atgrieztie atkritumi

fi – rūpniecības nozarēm

sl – otrais līmenis

$$Q_{rw} + Q_{fi} + Q_{sl} \leq R \quad (3.2)$$

2. Elektroenerģijas līdzsvars

$$\sum_{j=1}^K E_{1,j}^{first} + \sum_{i=1}^T E_{2,i}^{second} \leq E \quad (3.3)$$

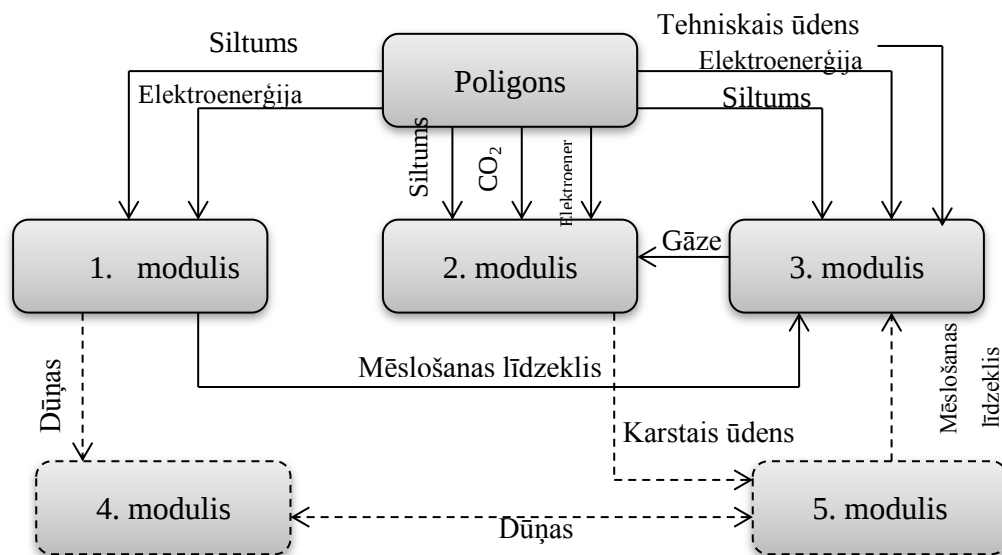
3. Siltumenerģijas līdzsvars

$$\sum_{j=1}^K TE_{1,j}^{first} + \sum_{i=1}^T TE_{2,i}^{second} \leq B \quad (3.4)$$

4. Tehniskā ūdens līdzsvars

$$\sum_{j=1}^K W_{1,j}^{first} + \sum_{i=1}^T W_{2,i}^{second} \leq W \quad (3.5)$$

Pateicoties nozīmīgam ES atbalstam, jaunās dalībvalstis ir spējušas harmonizēt savus normatīvos aktus, ir attīstījušies atkritumu apsaimniekošanas reģioni. Visas atkritumu izgāztuves, kas neatbilda prasībām, ir slēgtas un rekultivētas, ir izveidoti sadzīves atkritumu poligoni atkritumu apglabāšanai, kā arī visi nepieciešamie pamatinfrastruktūras elementi (atkarībā no katras valsts un it īpaši – no konkrētā atkritumu apsaimniekošanas reģiona finansiālajām iespējām). Ir uzsākts apjomīgs darbs ar šķiroto atkritumu apsaimniekošanu. Pašreiz šajās valstīs ir uzsākta jauna atkritumu apsaimniekošanas fāze, tāpēc ir īstais laiks, kad valstis var ieviest aprites ekonomikas elementus savā atkritumu apsaimniekošanas sistēmā. Latvijā atkritumu apsaimniekošanas valsts plāns 2013.–2020. gadam paredz finansiālo palīdzību vienīgi šķiroto atkritumu savākšanai, atkritumu pārstrādei un reģenerācijai, tādēļ pētījuma autore uzskata, ka nākamais solis būtu attīstīt industriālo simbiozi, sekojot jaunākajām tendencēm ES resursu efektīvā izmantošanā, un “noslēgtā loka” pieejas iedzīvināšana. Viens no risinājumiem, kā izvairīties no konflikta, ko rada apglabāto atkritumu apjoma samazināšanas un apglabāšanas tarifa un DRN likmes palielināšana, ir autores piedāvātais risinājums – apglabāšanas rezultātā poligonā radušos atkritumu/resursu novērtēšana un pārvalde ekonomiski efektīvā veidā. Pašreizējā un turpmākā padziļinātā izpēte ļaus sagatavot katram reģionam pielāgotas rekomendācijas, un šie rezultāti var tikt izmantoti arī citās valstīs, kurās PAU saskaras ar ekonomiskās efektivitātes problēmām.



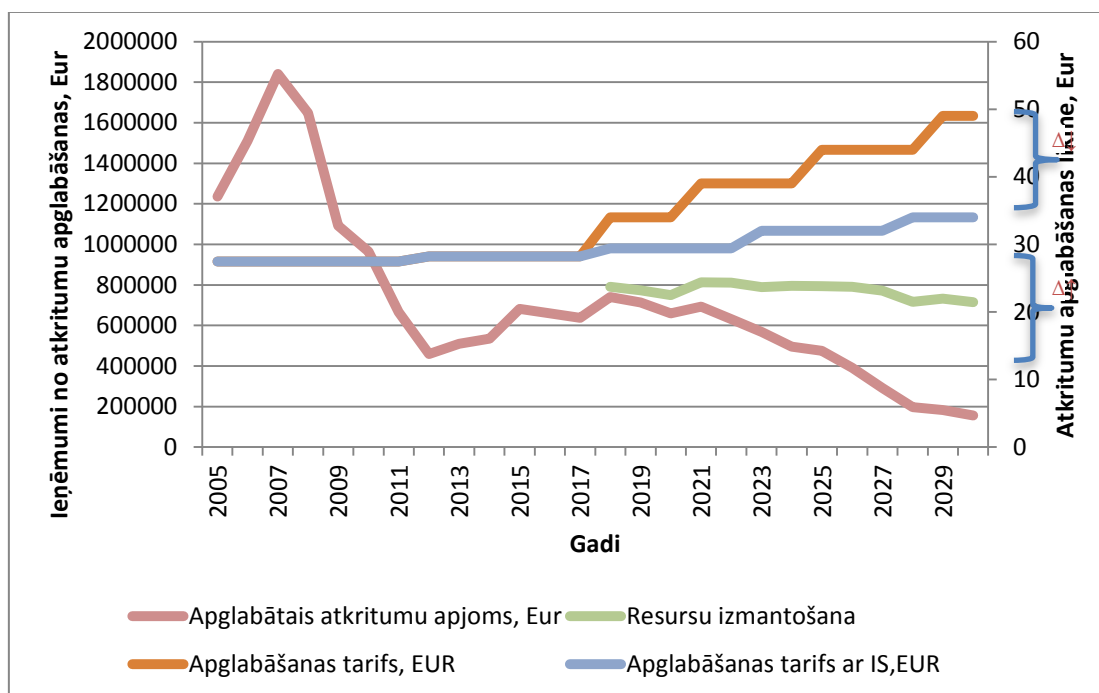
3.5. attēls. Industriālās simbiozes modelis

Avots: izstrādājusi autore

Pētījuma rezultātā, kā arī veicot matemātisko modelēšanu un izstrādājot resursu līdzsvara formulas, autorei izdevās attīstīt industriālās simbiozes modeli, ko ir iespējams pielietot poligona apsaimniekošanas uzņēmumos.

Pēc autores domām, turpmākajos attīstības plānos ir jāietver primāro resursu patēriņa struktūra, valstij kritisko resursu izvērtējums un iespējamie risinājumi, nodrošinot resursu efektivitāti, attīstības iespējas un industriālo simbiozi.

3.5. attēlā atspoguļots industriālās simbiozes modelis, kas piedāvā sadarbību starp vairākiem moduļiem. Balstoties uz šo modeli, atkritumu poligona apsaimniekošanas uzņēmums varēs izvēlēties piemērotākos moduļus, ko tas pats var veidot vai arī piedāvāt kā sadarbības modeli vēlamajai nozarei. Turklāt, attīstot industriālo simbiozi, citas nozares var pievienoties šim modelim. Attīstot izstrādāto modeli tālāk, var pārliecināties, ka to iespējams paplašināt, nodrošinot moduļu savstarpējo resursu apmaiņu un neiesaistot poligonu. Tādējādi poligons kļūst par industriālās simbiozes sākumpunktu.



3.6. attēls. Atkritumu poligona attīstība ar industriālo simbiozi un ietekmi uz atkritumu apglabāšanas tarifu

Avots: izstrādājusi autore

Lai pierādītu pētījumā izvirzīto hipotēzi, autore veica konkrētus pārbaudes aprēķinus. 3.6. attēlā skaidri attēlota atkritumu poligona attīstība ar industriālo simbiozi un bez tās. Atkritumu apglabāšanas tarifa samazinājuma delta ($\Delta\downarrow$) parāda iespēju saglabāt pozitīvus uzņēmuma darbības rādītājus, nepalielinot atkritumu apglabāšanas tarifu un tādā veidā izvairoties no sociālās pretestības. Iespējamo ieņēmumu samazinājumu kompensē tieša resursu izmantošana, kas dod

pozitīvu deltu (Δ) pat tad, ja būtiski samazinās apglabājamo atkritumu apjoms. 3.1. tabulā ir sniegts kopsavilkums par dažādiem uzņēmējdarbības scenārijiem, ko varētu izmantot atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumi. Izstrādājot scenārijus, tika ņemti vērā šādi pieņēmumi: PAU sākotnēji tika finansēti no pašvaldībām un Kohēzijas fonda; Eiropas Investīciju bankas ieteikums ir nodrošināt IRR 5% līmeni (lai gan privātajiem investoriem (industriālās simbiozes scenārijiem) ir ieteicams nodrošināt IRR 12% apmērā); pieņemts, ka reālā diskonta likme ir 5% un pārskata periods ir 25 gadi.

1. scenārijs ir atjaunināts no *Cudecka* (2011a). Galvenais iemesls plānotajam tarifu samazinājumam – 2030. gadā ir paredzēts krass pieļaujamā atkritumu apglabāšanas apjoma samazinājums, ko nevarēs kompensēt pat ar atkritumu apglabāšanas tarifa palielinājumu. Tomēr jāatzīmē, ka ļoti augstā atkritumu apglabāšanas tarifa dēļ 1. scenārijs nav reāls, jo iedzīvotājiem šāds tarifa un tā izraisītais maksas pieaugums pārsniegs rentabilitātes sliekšni un nebūs pieņemams. Tas novestu pie vides piegružošanas ar atkritumiem un palielinās vides piesārņojumu. 2. scenārijs tiek uzskatīts par industriālās simbiozes pesimistisko attīstību, izmantojot tikai 10% no poligonu apsaimniekošanas uzņēmumam pieejamajiem resursiem. 3. scenārijs tiek uzskatīts par visreālāko, jo tajā industriālajai simbiozei ir izmantota procentuāli nozīmīga daļa resursu – 60%. Savukārt 4. scenārijs tiek uzskatīts par ļoti optimistisku un ir iespējams gadījumā, ja industriālā simbioze gūtu atbalstu gan no valsts, gan uzņēmēju puses. Ir veikta arī risku analīze 3. un 4. scenārijam, izvērtējot resursu (pieprasījuma puses), finanšu, ieviešanas un operacionālos riskus. Izvērtējums liecina, ka atlikušais risks pēc risku novēršanas aktivitātēm būs zemā līmenī. Ievērojot, ka kopējais atlikušā riska līmenis tiek uzskatīts par pilnīgi pieņemamu, var secināt, ka ir ļoti zema varbūtība, ka projekts nespēs sasniegt izvirzīto mērķi par saprātīgām izmaksām.

Lai precīzāk aprēķinātu ikgadējo ieņēmumu apjomu, ko varētu nodrošināt poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu iesaistīšanās industriālajā simbiozē, autore izvērtē atkritumu poligonā pieejamos resursus gada griezumā. Viens no Latvijas atkritumu poligoniem 2015. gadā bija nodrošinājis poligona gāzes pastāvīgu savākšanu elektrības un siltuma ražošanai. Kopā tika savākti 851 276 Nm³ biogāzes un no tās saražoti 1047,46 MWh elektrības un 1200 MWh siltuma. Savāktais un izmantotais poligonā radītās biogāzes apjoms nodrošināja siltumnīcefekta gāzes emisiju ekvivalenta samazināšanos līdz 6256,9 t/CO₂. Ar saražoto elektrību būtu iespējams nodrošināt apmēram 500 mājāsaimniecības ar vidēju enerģijas patēriņu. 3.2. tabulā sniegts kopsavilkums par resursiem, ko atkritumu poligons saražoja 2015. gadā, un par šo resursu tirgus cenu pārskata gadā.

Atkritumu apsaimniekošanas scenāriju kopsavilkums

Atkritumu apsaimniekošanas reģioni											
	Rādītāji	Austrumlatgale	Dienvidlatgale	Maliene	Ventspils	Ziemeļvidzeme	Vidusdaugava	Rīga	Zemgale	Piejūra	Liepāja
Scenārijs 1	NPV	-2 116 380	-10 214 138	-8 655 869	-5 119 762	-1 994 882	-16 990 079	-7 598 282	-8 780 395	-19 083 403	-2 843 428
	IRR	-1%	-6%	-12%	-13%	2%	-11%	3%	-6%	-6%	2%
	C/B	0,841	0,787	0,348	0,613	1,076	0,445	1,082	0,778	0,607	1,060
Scenārijs 2	NPV	909 526	-2 889 932	-7 425 400	-4 705 460	1 068 959	-13 764 336	32 330 788	-1 590 764	-14 007 391	511 780
	IRR	7%	3%	-7%	-7%	6%	-7%	10%	4%	-1%	5%
	C/B	0,835	0,715	0,311	0,603	1,042	0,416	1,052	0,756	0,566	0,988
Scenārijs 3	NPV	7 383 493	14 405 535	-4 562 836	-3 779 216	8 041 946	-6 510 571	117 806 054	13 323 738	-2 498 956	9 142 617
	IRR	13%	11%	0%	-2%	11%	1%	16%	11%	4%	10%
	C/B	0,835	0,715	0,311	0,603	1,042	0,416	1,052	0,756	0,566	0,988
Scenārijs 4	NPV	11 429 723	25 215 201	-2 773 733	-3 200 313	12 400 063	-1 976 969	171 228 095	22 645 302	4 693 815	14 536 891
	IRR	15%	14%	3%	0%	13%	4%	18%	14%	6%	12%
	C/B	0,835	0,715	0,311	0,603	1,042	0,416	1,052	0,756	0,566	0,988

Avots: izstrādājusi autore

3.2. tabula

Atkritumu poligona resursi 2015. gadā

Resursi	Apjoms	Tirgus cena
Siltums	1200 MWh	53,56 EUR/MWh
Infiltrāts	24 215 m ³	1,10/2,37 m ³
Elektrība	1047,46 MWh	0,01185 Kwh
Telpas	200 m ²	2 EUR/m ²
Teritorija ar infrastruktūru (pievedceļi, asfaltētas teritorijas utt.	1 ha	1 EUR/m ²

Avots: izstrādājusi autore

Turpmāk ir aprakstīti iespējamie ieņēmumi no pieejamo resursu realizācijas, ko nodrošinātu atkritumu poligona iesaistīšanās industriālajā simbiozē.

3.3. tabula

Atkritumu poligona peļņa no iesaistīšanās industriālajā simbiozē

Resursi	Ienākumi no resursu efektīvas izmantošanas (EUR gadā)
Siltums	64 300
Izskalojums	57 400
Elektrība	12 400
Telpas	4800
Teritorija	120 000
Kopā:	258 900

Avots: izstrādājusi autore

No 3.3. tabulas izriet, ka kopējie ieņēmumi konkrētam atkritumu poligonam no iesaistīšanās industriālajā simbiozē var sasniegt ap 260 000 eiro gadā. Tajā pašā gadā atkritumu poligona ieņēmumi no atkritumu apglabāšanas ir 660 000 eiro, tas nozīmē, ka industriālā simbioze var pievienot vai kompensēt līdz 40% ieņēmumu. Var secināt, ka atkritumu apsaimniekošanas uzņēmums var gūt labumu no šāda attīstības virziena, turklāt tā varētu būtiski ierobežot atkritumu apglabāšanas tarifa pieaugumu (skatīt 3.6. attēlu), radot arī pozitīvu sociālo ietekmi.

Lai spētu izmantot iegūto resursu līdzsvaru konkrētajā poligonā un tādējādi izvēlēties labāko pieejamo risinājumu, ņemot vērā visus apstākļus un poligona darbības specifiku, autore ir izveidojusi lēmumu pieņemšanas matricu. Šī matrica dos iespēju atkritumu poligona apsaimniekošanas uzņēmumiem, ņemot vērā būtiskākos mainīgos, izvērtēt pašreizējo uzņēmuma atrašanās vietu un identificēt optimālo attīstības virzienu.



3.7. attēls. PAU matrica

Avots: izstrādājusi autore

3.7. attēls atspoguļo lēmumu pieņemšanas matricu poligona apsaimniekošanas uzņēmumam. Tā sastāv no četriem kvadrantiem.

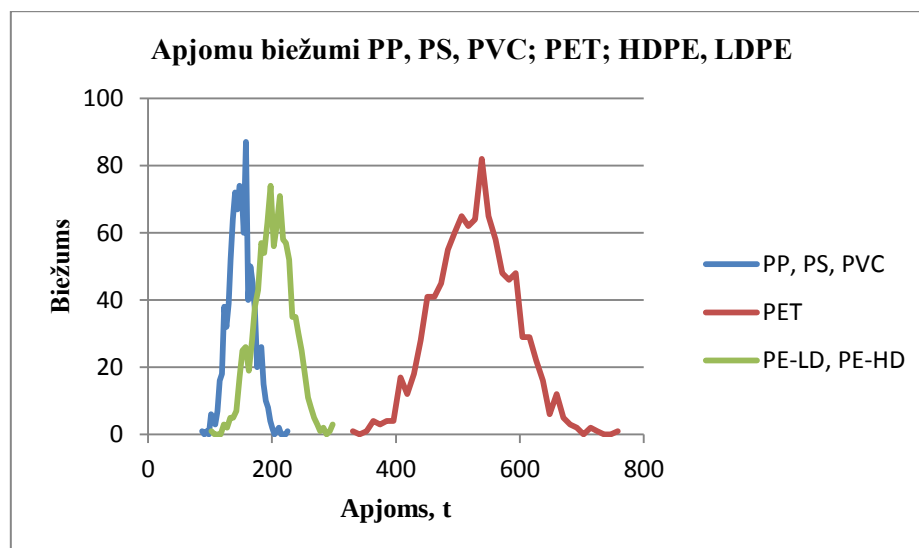
- Pirmajā kvadrantā ar priekšnoteikumu, ka ir mazs resursu apjoms un samērā zema peļņa, attīstība ir paredzēta modulārās iekšējās industriālās simbiozes formā. Tas nozīmē, ka poligona apsaimniekošanas uzņēmumam ir jāaprēķina pieejamais resursu līdzsvars, un, balstoties uz aprēķina rezultātiem, tas var izvēlēties kādu no moduļu kombinācijām.
- Otrajā kvadrantā priekšnoteikums ir liels resursu apjoms un zema peļņa. Šāda situācija ir labs sākumpunkts modernākas un komplicētākas atkritumu šķirošanas izveidei, koncentrējot uzmanību uz atsevišķiem materiāliem ar lielāku vērtību (piemēram, uzsākt LDPE un HDPE šķirošanu un pārdot to pārslas vai granulas).
- Trešais kvadrants paredz, ka poligonu apsaimniekošanas uzņēmumam ir gan liels resursu apjoms, gan arī liela peļņa. Šajā situācijā tas var apsvērt iespēju izveidot pārstrādes rūpnīcu, koncentrējoties uz atsevišķu veidu materiāliem, ko iespējams importēt pārstrādei no

ārzemēm un/vai citiem Latvijas atkritumu apsaimniekošanas reģioniem. Piemēram, tā varētu būt augsto tehnoloģiju autoriepu pārstrādes rūpnīca, kādu pašlaik nav ne Latvijā, ne kaimiņvalstīs, bet tajā potenciāli pārstrādājamo atkritumu apjoms ir ļoti liels un pārstrādes risinājums vēl nav atrasts.

- Ceturtais kvadrants ar zemu resursu apjomu un augstiem ienākumiem ir piemērots atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem, kas vēlas orientēties uz identificēto resursu pārdošanu un infrastruktūras attīstību. Šajā gadījumā uzņēmums varēs piesaistīt citas nozares un veidot industriālās simbiozes centru.

PAU matricas piemērošana ļaus poligonu apsaimniekotājiem identificēt to pašreizējās pozīcijas un perspektīvo attīstības virzienu nākotnē. Papildus industriālās simbiozes modelim, kas izveidots šajā pētījumā (3.5. attēls), poligonu apsaimniekotāji var piemērot šo matricu un izmantot abus rīkus lēmumu pieņemšanā, virzoties uz aprites ekonomiku.

Jāuzsver, ka izstrādātais modelis un matrica neaprobežojas ar Latvijas poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem, bet var tikt izmantoti līdzīgos Austrumeiropas valstu un arī ne-ES valstu uzņēmumos resursu analīzē un noderēt par pamatu lēmumu pieņemšanai par to turpmāko attīstības virzienu. Risinājums ir īpaši aktuāls valstīm, kurās atkritumu apglabāšanai poligonos ir samērā liels īpatsvars. IS modelis ir piemērojams valstīs, kurās atkritumu apglabāšana ir viena no apsaimniekošanas metodēm un kurās tā notiek atkritumu poligonos.. Attiecībā uz īpašumtiesībām modelis ir piemērots gan privātiem, gan pašvaldību uzņēmumiem. Šis modelis nav piemērots atkritumu izgāztuvēm un bīstamo vai celtniecības un nojaukšanas atkritumu poligoniem, jo šādos poligonos rodas cita veida resursi. Empīrisku datus iegūšanai autore ir izvēlējusies viena veida atkritumus – plastmasu – un ir veikusi padziļinātu izpēti par atsevišķi savāktā materiāla apjomu. ES plastmasas cenas tiek iedalītas 6 grupās atkarībā no plastmasas veida un 3 grupās atkarībā no sagatavotā materiāla veida: 1) pārslas; 2) granulas; 3) ķīpas. Autore analīzei ir izmantojusi datus, kas pieejami par atsevišķi savāktu plastmasu, kura iedalīta 3 apakškategorijās: 1) PET; 2) PP, PS, PVC; 3) LDPE, HDPE. Šis iedalījums ir balstīts uz datiem, kas ir pieejami par katra veida materiālu apjomu. 3.5. attēls atspoguļo katra veida materiālu apjomu biežumu.



3.8. attēls. PP, PS, PVC, PET, HDPE, LDPE apjoms

Avots: izstrādājusi autore

Modelēšana, kam par paraugu ņemta viena atkritumu plūsma no kopējās sadzīves atkritumu plūsmas, uzskatāmi demonstrē, cik sarežģīta ir sadzīves atkritumu struktūra un cik daudz dažādu materiālu var pastāvēt katra veida atkritumos.

Modelējot cenas katra veida materiāliem, autore izstrādājusi arī attiecīgus vienādojumus. Turpmāk atspoguļoti vienādojumi PP, PS, PVC materiāliem.

Pārslās:

$$y = -3,75x + 548,64$$

$$R^2 = 0,771$$

Granulās:

$$y = -3,38 x + 905,16$$

$$R^2 = 0,1945$$

Ķīpās:

$$y = -0,31 x + 244,05$$

$$R^2 = 0,0013$$

kur

$$x_{i, model} = a \cdot t_i + b + e$$

$$i = 1, \dots, n \ (n = 18)$$

$$\{e = x_{i, real} - x_{i, model}\}$$

$\{e_{i, real}\}$ ir vidējais $\{e\}$, kas ir vienāds ar μ .

un $e = N(\mu; \sigma)$ – normālais sadalījums

Pētījumā veiktās matricas aprobācijas rezultātā ir secināms – lai gūtu lielāku peļņu no atkritumu šķirošanas un atgrieztu ekonomiskajā apritē materiālus ar lielāko pievienoto vērtību, ir jāpievēršas sarežģītākai atkritumu šķirošanai, mēģinot atdalīt no atkritumu plūsmas vairāku veidu materiālus. Papildus secināms, ka ir ekonomiski jāizvērtē, kādā veidā uzņēmumam ir izdevīgāk sagatavot materiālus – ķīpās, granulās vai smalcināt pārslās. Uzņēmumam ir arī jāizvērtē potenciālās ienākošās materiālu plūsmas apjomi un jāizvēlas tās plūsmas, kuras tas uzskata par visvērtīgākajām un kurās tas var būt konkurētspējīgāks par citiem tirgus dalībniekiem. Piemēram, modelēšanas rezultātā tika konstatēts, ka PET materiāls aizņem lielāko apjomu plastmasas materiālu plūsmā (vidējais mēneša apjoms – 5523 tonnas), bet HDPE, LDPE veido vien 201,53 tonnas mēnesī un PP, PS, PVC – 148,45 tonnas mēnesī. Tajā pašā laikā visvērtīgākais materiāls ir PP, PS, PVC, kas ir sagatavots granulās (vidējā cena 873,06 eiro/t), kam seko HDPE, LDPE granulās (vidējā cena 847,78 eiro/t); HDPE, LDPE pārslās (vidējā cena 616,67 eiro/t); PP, PS, PVC pārslās (vidējā cena 513,06 eiro/t); PET pārslās (vidējā cena 389,44 eiro/t); HDPE, LDPE ķīpās (vidējā cena 243,89 eiro/t); PP, PS, PVC ķīpās (vidējā cena 241,11 eiro/t); PET ķīpās (vidējā cena 193,33 eiro/t).

Pašreizējā prakse rāda, ka visaktīvāk šķirotais materiāls Latvijā ir PET, kas tiek sagatavots ķīpās. Saskaņā ar modelēšanas rezultātiem tas ir arī vislētākais materiāls. Autore iesaka poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem apsvērt iespēju fokusēties uz HDPE, LDPE un PP, PS, PVC materiāliem un to sagatavošanu granulās. Bez šaubām, visu materiālu sagatavošana granulās vai pārslās ir jāvērtē no ekonomiskā aspekta, ievērojot, ka šī metode prasa noteiktus kapitālieguldījumus. Jāņem vērā, ka pētījumā analizētie materiālu veidi ir biržas materiāli un tiem ir noteikts pieprasījums un piedāvājums. Izmaiņas tirgū var mainīt arī cenas proporciju, un tas ir jāievēro, pieņemot stratēģiskus lēmumus.

Piemērojot modelēšanas rezultātā iegūtos datus PAU matricai, uzņēmumam, kas apsaimnieko noteiktu šķiroto materiālu apjomu, ieteicams izmantot II kvadrantā piedāvāto attīstības virzienu. Pēc līdzīgas pieejas uzņēmumam ir nepieciešams izvērtēt arī citas tam pieejamās materiālu plūsmas, lai uzņēmuma vadība varētu pieņemt lēmumu par tā turpmāko attīstības virzienu un tā iesaistes veidu industriālā simbiozē, balstoties uz veikto analīzi.

SECINĀJUMI

Veicot plašu pētījumu par promocijas darbam izvēlēto tēmu, autore ir izdarījusi šādus secinājumus.

Pētījuma metodoloģijas un teorijas jomā

1. Atkritumu apsaimniekošana ir kompleksa darbības joma, kas aptver tādus aspektus kā sabiedrība, tautsaimniecība un vide. Vides aizsardzība un uzņēmējdarbība bieži vien atrodas pastāvīgā konfliktā, tāpēc ir jāmeklē kompromisi, lai nodrošinātu vides prasību izpildi un vienlaikus uzņēmumu konkurētspēju un ilgtspējīgu attīstību.

2. Neskatoties uz spēkā esošajiem Direktīvu noteiktajiem vienotajiem mērķiem, katra ES dalībvalsts pati ir tiesīga noteikt ekonomisko instrumentu kopumu, kas valstī tiek lietots, lai nodrošinātu ilgtspējīgu atkritumu apsaimniekošanas sistēmu, ievērojot sociālās, ekonomiskās un vēsturiskās atšķirības. Daļēji tas arī ir iemesls, kāpēc atkritumu apsaimniekošanas jomā nav iespējams izmantot universālus risinājumus.

Nozares tendenču izpētes jomā

3. Izvērtējot Latvijas atkritumu apsaimniekošanas sistēmu, tika identificēta galvenā pretruna – no vienas puses, aktuālākās tendences prasa pārdomāti izmantot resursus un samazināt apglabājamo atkritumu apjomu. No otras puses, atkritumu poligonu apsaimniekošanas uzņēmumi ir ieinteresēti pēc iespējas lielākā ienākošo atkritumu plūsmā, kas tiem nodrošina ieņēmumus.

4. Pētījuma rezultātā secināts, ka, piemērojot industriālo simbiozi, ienākošo atkritumu apjomu samazinājums nebūtu galvenais faktors atkritumu apglabāšanas tarifu būtiskam pieaugumam un iedzīvotāju maksas par atkritumu apsaimniekošanu secīgam pieaugumam.

5. Pašreizējā Latvijas normatīvo aktu bāze neveicina poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu iesaisti industriālajā simbiozē. Lai veicinātu pāreju uz aprites ekonomiku un industriālās simbiozes ieviešanas iespējas, ir jāpārskata vairāki normatīvie akti, tādējādi izveidojot labvēlīgu vidi šāda veida ekonomiskajai attīstībai.

Attiecībā uz attīstīto industriālās simbiozes modeli

6. Ieviešot industriālo simbiozi uz poligonu bāzes, uzņēmumiem radīsies iespēja diversificēt riskus, tādējādi samazinot to ilgtspējības tiešo pašreizējo atkarību no apglabājamo atkritumu apjoma.

7. Poligonu apsaimniekošanas uzņēmumu ikdienas darbības rezultātā radīto blakusproduktu izmantošana ļauj taupīt primāros resursus un veicina starpnozaru sadarbību. Tādējādi poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem ir iespēja samazināt primāro resursu patēriņu, ietekmēt atkritumu rašanās novēršanu un saglabāt resursus pēc iespējas ilgāk ekonomiskajā apritē.

8. Pētījumā autore ir izveidojusi industriālās simbiozes modeli, kas nodrošina efektīvu poligona resursu un infrastruktūras izmantošanu. Izveidojot zinātniski tehnoloģisko parku, tiks veicināta reģionālā attīstība, uzlabosies infrastruktūra un būs iespēja radīt jaunas darbvietas – tas viss kopā ietekmēs arī kopējās valsts ekonomikas rādītāju uzlabošanos.

9. Pētījumā izvirzītā hipotēze ir apstiprinājusies: industriālā simbioze uz poligonu bāzes nodrošina PAU attīstību pie ienākošo atkritumu apjoma samazināšanas un tarifa par atkritumu apglabāšanu limitētā pieauguma tendencēm.

10. Pētījuma rezultātā poligonu apsaimniekošanas uzņēmumiem ir izstrādāta PAU matrica – rīks, kas atvieglo lēmumu pieņemšanu attiecībā uz uzņēmumu turpmākās attīstības virziena izvēli un sadarbības ar citu nozaru uzņēmumiem uzsākšanu. Poligonu pārvaldības scenāriji apstiprina, ka industriālā simbioze ir risinājums 7 PAU, tomēr 3 PAU to var izmantot kā daļēju risinājumu, kam sekotu arī citas attīstības iespējas.

PRIEKŠLIKUMI

Pētījuma autore ir izstrādājusi vairākus priekšlikumus pētījuma rezultātu ieviešanai praksē.

Priekšlikumi poligону apsaimniekošanas uzņēmumiem

1. Veidot speciāla tipa zinātniski tehnoloģiskos parkus uz poligону bāzes, lai nodrošinātu poligону ikdienas darbības rezultātā radīto resursu efektīvu apsaimniekošanu.
2. Kartēt resursu plūsmu, noteikt potenciālās jaunās darbības patērējamos resursus un radītos atkritumus/blakusproduktus, lai PAU vai arī citas nozares uzņēmumam būtu iespēja efektīvi iesaistīties industriālajā simbiozē.
3. Nodrošināt, ka poligoni kā dārgi infrastruktūras elementi ir pašpietiekami un ka izstrādātais modelis, kurā ieviesti aprites ekonomikas elementi, ir viens no problēmas iespējamajiem risinājumiem, lai valsts līmenī orientētos uz citām atkritumu apsaimniekošanas metodēm, virzoties uz priekšu atkritumu apsaimniekošanas hierarhijā.

Priekšlikumi valsts pārvaldes iestādēm

4. Pārskatīt un pilnveidot normatīvo bāzi (it īpaši tas attiecas uz sadzīves atkritumu apglabāšanas tarifa noteikšanas metodiku, Atkritumu apsaimniekošanas likumu, Publiskas personas mantas atsavināšanas likumu u. c.), kas paplašinās poligону apsaimniekošanas uzņēmumu tiesības efektīvi realizēt otrreizējos resursus un izmantot savu infrastruktūru, lai poligona teritorijā būtu iespējams izveidot industriālās simbiozes modeli. (*Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, Ekonomikas ministrija, Finanšu ministrija*).
5. Uzsākt rīcības programmas izstrādi, kurā, iespējams, būtu paredzēts īpašs atbalsts nozaru motivēšanai iesaistīties industriālās simbiozes izveidē un attīstībā. (*Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, Ekonomikas ministrija, Finanšu ministrija, Labklājības ministrija, Zemkopības ministrija*).
6. Papildināt Atkritumu apsaimniekošanas likumu ar trim jaunām definīcijām: 1) „industriālā simbioze – sadarbība starp diviem vai vairākiem uzņēmumiem, kuras rezultātā viena uzņēmuma atkritumi vai blakusprodukti var kļūt par otra uzņēmuma izejvielu”; 2) “industriālās simbiozes modelis – modelis, kas izstrādāts poligону apsaimniekošanas uzņēmumiem, kuri ņem vērā poligona iekšējos resursu plūsmu un piedāvā industriālās simbiozes moduļus lietderīgai resursu apsaimniekošanai”; 3) „atkritumu poligonā radītie resursi – resursi, kuri radušies poligona ikdienas darbības rezultātā un kurus var izmantot industriālās simbiozes nolūkos”. (*Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija*).

Ieteikumi turpmākiem pētījumiem

1. Identificēt optimālos industriālas simbiozes moduļus konkrētam atkritumu poligonam atkarībā no tā ģeogrāfiskā izvietojuma, attāluma līdz komunikācijām, tirgus apstākļiem, ekonomiskiem rādītājiem, patērētāju paražām un citiem svarīgiem mainīgajiem.
2. Identificēt un izpētīt iespējamo sakarību starp industriālās simbiozes ieviešanu un iedzīvotāju ieguldījumu atkritumu šķirošanā.
3. Izvērtēt ekonomiskos, vadības un vides ieguvumus gadījumā, ja pašvaldības apvienojas un atkritumu apsaimniekošanas reģionā veido vienu reģionālo atkritumu apsaimniekošanas uzņēmumu.

KOPSAVILKUMĀ IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. Albino, V., Fraccascia, L., Savino, T. (2015) Industrial symbiosis for a sustainable city: Technical, Economical and Organizational issues. *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction, ICSDEC 2015*, 118, 950–957.
2. Bocken, N.M.P., Short, S.W., Rana, P., Evans, S. (2014) A Literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production* 65, 42–56.
3. Chertow, M.R. (2007) “Uncovering” industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology* 11(1), 11–30.
4. Coelho, L.M.G., Lange, L.C., Coelho, H. (2016) Multi-criteria decision making to support waste management: a critical review of current practices and methods. *Waste Manag Res* 35(1), 2017, Jan. 28, 3–28. Epub 2016, Sept. 28.
5. Committee on the Environment, Agriculture and Local and Regional Affairs (2007) *Report: Management of municipal solid waste in Europe, Council of Europe*.
6. Cudecka, N. (2011a) Retrospective feasibility analysis of Latvian waste management system. *3rd International Environmental congress “Ecology and life protection of industrial-transport complexes”*. *Proceedings of young scientists*. ELPIT, Togliatti, Russia.
7. Cudecka-Purina, N. (2011b) Evaluation of financial investment effectiveness in Latvian waste management regions. *Scientific Journal of Riga Technical University Safety of Technologic environment*, Serie 15, Vol. 1. ISSN 2255-6923, pp. 14–20.
8. Cudecka-Purina, N., Cudeckis, V., Mavropoulos, Al., Mavropoulos, A., Mavropoulos, N. (2013) Comparative analysis of municipal waste management in selected European capitals. *International Solid Waste Association world congress, Conference proceedings*. Vienna, Austria.
9. Ehrgott, M., Figueira, J.R., Greco, S. (2010) *Trends in Multicriteria Decision Analysis*. Berlin: Springer.
10. Esty, D.C., Porter, M.E. (1998) Industrial ecology and competitiveness: Strategic implications for the firm. *Journal of Industrial Ecology* 2(1), 35–42.
11. Europesworld (2014) *The Circular Economy Is the Basis of a New Industrial Policy*. Available at: <http://europesworld.org/2014/06/15/the-circular-economy-is-thebasis-of-a-new-eu-industrial-policy/#.VQCon5VARdg> – accessed February 12, 2016.
12. Fraccascia, L., Magno, M., Albino, V. (2016) Business models for industrial symbiosis: a guide for firms. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management* 3, 83–93.

13. Geng, Y., Cote, R.P. (2002) Scavengers and decomposers in an eco-industrial park. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 9(4), 333–340.
14. Geng, Y., Doberstein, B. (2008) Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving “leapfrog development”. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 15, 231–239.
15. Geo Consultants (1998) *Pārskats par cieto sadzīves atkritumu apsaimniekošanu Latvijā*. Available at: <http://www.varam.gov.lv/lat/print/files/text/publikacijas/ParskatsSAA98.pdf> – accessed June 16, 2014.
16. Gibbs, D. (2008) Industrial Symbiosis and Eco-Industrial Development: An Introduction. *Geography Compass* 2, 1138–1154.
17. Haastруп, P., Maniezzo, V., Mattarelli, M., Rinaldi, F.M., Mendes, I., Paruccini, M. (1998) A decision support system for urban waste management. *European Journal of Operational Research* 109, 330–341.
18. Hung, M.L.Ma.H., Yang, W.-F. (2007) A novel sustainable decision making model for municipal solid waste management. *Waste Management* 27, 209–219.
19. Jacobsen, N.B. (2006) Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: a quantitative assessment of economic and environmental aspects. *J. Industrial Ecology* 10, 239–255.
20. Jovanovic, S., Savic, S., Jovicic, N., Boskovic, G., Djordjevic, Z. (2016) Using multi-criteria decision making for selection of the optimal strategy for municipal solid waste management. *Waste Manag Res.* 34(9), Sept., 884–95.
21. Khajuria, A., Matsui, T., Machimura, T. (2011) Economic Growth Decoupling Municipal Solid Waste Loads in Terms of Environmental Kuznets Curve: Symptom of the Decoupling in India. *Journal of Sustainable Development* 4(3).
22. Kou, G., Miettinen, K., Shi, Y. (2011) Multiple criteria decision making: challenges and advancements. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 18, 1–4.
23. Kurz, H.D. (2006) Goods and bads: Sundry observations on joint production, waste disposal, and renewable and exhaustible resources. *Progress in Industrial Ecology* 3, 280–301.
24. Kuznets, S. (1955) Economic growth and income inequality. *American Economic Review* 49, 1–28.
25. Lambert, A.J.D., Boons, F.A. (2002) Eco-industrial parks: stimulating sustainable development in mixed industrial parks. *Technovation* 22, 471–484.
26. Laybourn, P., Morrissey, M. (2009) *National Industrial Symbiosis Programme: The pathway to a low carbon sustainable economy*. Kings Norton, UK: International Synergies Ltd.

27. Lett, L.A. (2014) Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Riv. Argent. Microbiol.* 46(1), 1–2.
28. Lombardi, D.R., Laybourn, P. (2012) Redefining industrial symbiosis. Crossing academic-practitioner boundaries. *J. Ind. Ecol.* 16(1), 28–37.
29. Lowe, E.A., Evans, L.K. (1995) Industrial ecology and industrial ecosystems. *Journal of Cleaner Production* 3(1–2), 47–53.
30. Marshall, A. (1920) *Principles of economics*. 8th ed. London: Macmillan and Co.
31. Mathews, J.A., Tan, H. (2011) Progress towards a circular economy: the drivers and inhibitors of eco-industrial initiative. *J. Ind. Ecol.* 15, 435–457.
32. Mazzanti, M., Zoboli, R. (2008) Waste generation, waste disposal and policy effectiveness: Evidence on decoupling from the European Union. *Resources, Conservation and Recycling* 52, Issue 10, Aug., 1221–1234.
33. McDonough, W., Braungart, M. (2002) *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. 1st ed. North Point Press. ISBN 0865475873.
34. McDougall, F.R. (2001) Life Cycle Inventory Tools: Supporting the Development of Sustainable Solid Waste Management Systems. *Corporate Environmental Strategy* 8(2), 142–147.
35. McDougall, F.R., White, P., Frankie, M., Hindle, P. (2003) *Integrated solid waste management: A Life Cycle Inventory*. 2nd ed. Blackwell Science. ISBN 0632058897.
36. Mirata, M. (2004) Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: determinants and coordination challenges. *Journal of Cleaner Production* 12, 967–983.
37. Morrissey, A.J., Browne, J. (2004) Waste management models and their applications to sustainable waste management. *Waste Management* 24, 297–308.
38. Mourits, M., Oude Lansink, A. (2006) Multi-criteria decision making to evaluate quarantine disease control strategies. In Oude Lansink, A.G.J.M. (Ed.), *New Approaches to the Economics of Plant Health*. Berlin: Springer, pp. 131–144.
39. Ness, D. (2008) Sustainable urban infrastructure in China: towards a factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure system. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 15, 288–301.
40. OECD (2012) *THE FUTURE OF ECO INNOVATION: The Role of Business Models in Green Transformation*. Available at: <http://www.oecd.org/innovation/inno/49537036.pdf> – accessed March 20, 2016.

41. Okubo, T. (2004) Geographical Concentration, Comparative Advantage, and Public Policy. *HEI Working Paper No: 14/2004*.
42. Parfitt, J., Barthel, M., Macnaughton, S. (2010) *Food waste within food supply chains: Quantification and potential for change to 2050*.
43. Pflüger, M., Tabuchi, T. (2016) Comparative Advantage and Agglomeration of Economic Activity. *IZA Discussion Paper No. 10273*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2849758>.
44. Porter, M. (1998) *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. Free Press; 1st ed. ISBN-10: 0684841487, 397 p.
45. Porter, M. (2008) *Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments and Institutions. On Competition*. Harvard Business Press, pp. 213–303.
46. Posch, A. (2010) Industrial recycling networks as starting points for broader sustainability-oriented cooperation. *Journal of Industrial Ecology* 14(2), 242–257.
47. Scharff, H., Kok, B., Krom, A.H. (2007) The role of sustainable landfill in future waste management systems. *Proceedings Sardinia 2007, 11th International Waste Management and Landfill Symposium*. 1–5 Oct., S. Margherita di Pula-Cagliari, Sardinia, Italy, CISA.
48. Saleemdeen, R., Al-Tabbaa, A., Reynolds, C. (2016) The UK waste input–output table: Linking waste generation to the UK economy. *Waste Manag Res* 34, Oct., 1089–1094.
49. Sekaran, U., Bougie, R. (2009) *Research Methods for Business. A Skill Building Approach*. New York: John Wiley & Sons Publishing.
50. Soltani, A., Hewage, K., Reza, B. (2015) Multiple stakeholders in multicriteria decision-making in the context of municipal solid waste management: A review. *Waste Management* 35, 318–328.
51. Tran, L.T., Knight, C.G., O'Neill, R.V., Smith, E.R., Riitters, K.H., Wickham, J. (2002) Fuzzy decision analysis for integrated environmental vulnerability assessment of the Mid-Atlantic region. *Environmental Management* 29, 845–859.
52. United Nations (1987) *Our Common Future*. Proc. of World Commission on Environment and Development: Our Common Future. *UN Documents Cooperation Circles*. NGO Committee on Education.
53. Van Berkel, R. (2006) *Regional resource synergies for sustainable development in heavy industry areas: An overview of opportunities and experiences*. Perth, WA, Australia: Curtin University of Technology.

54. Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija (VARAM) (2016) *Valsts stratēģiskā ietvardokumenta, darbības programmas “Cilvēkresursi un nodarbinātība”, “Uzņēmējdarbība un inovācijas” un “Infrastruktūra un pakalpojumi” īstenošanas ietekmes uz vidi novērtējuma ziņojums*.
55. Velikanova, T. (2014) Information component in the solution of problems of rational placement of objects processing of household waste. *Современные проблемы науки и образования* 4.
56. Westlake, K. (1997) Sustainable Landfill – Possibility or Pipe-Dream? *Waste Manag Res* 15, Oct., 453–461.
57. Zhou, P., Fan, L.W., Zhou, D.Q. (2010) Data aggregation in constructing composite indicators: A perspective of information loss. *Expert Systems with Applications* 37, 360–365.