

Rudīte Vesere

ATKRITUMI KĀ EFEKTĪVS RESURSS CEĻĀ UZ APRITES EKONOMIKAS MODELI

Promocijas darba kopsavilkums



RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

Elektrotehnikas un vides inženierzinātņu fakultāte

Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts

Rudīte Vesere

Doktora studiju programmas “Vides inženierija” doktorante

ATKRITUMI KĀ EFEKTĪVS RESURSS CEĻĀ UZ APRITES EKONOMIKAS MODELI

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskā vadītāja

profesore *Dr. habil. sc. ing.*

DAGNIJA BLUMBERGA

Dr. sc. ing.

SILVIJA NORA KALNIŅŠ

RTU Izdevniecība

Rīga 2022

Vesere, R. Atkritumi kā efektīvs resurss ceļā uz aprites ekonomikas modeli. Promocijas darba kopsavilkums. – Rīga: RTU Izdevniecība, 2022. 52 lpp.

Iespiests saskaņā ar promocijas padomes “RTU P-19” 2022. gada 9. septembra lēmumu, protokols Nr. 160.

Promocijas darbs izstrādāts Fundamentālo un lietišķo pētījumu projektā “Aprites ekonomikas risinājumi veselības aprūpes atkritumu apsaimniekošanā vides aizsardzības un sabiedrības veselības mērķu nodrošināšanai (*Panacea*)”, projekta Nr. lzp-2020/1-0299, ko finansēja Latvijas Zinātnes padome.



<https://doi.org/10.7250/9789934228285>
ISBN 978-9934-22-828-5

PROMOCIJAS DARBS IZVIRZĪTS ZINĀTNES DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs zinātnes doktora (*Ph. D.*) grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2022. gada 10. novembrī plkst. 14.00 Rīgas Tehniskās universitātes Elektrotehnikas un vides inženierzinātņu fakultātē, Āzenes ielā 12/1, 212. auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Profesors *Ph. D. Saulius Vasarevicius*
Vilņas Ģedimina Tehniskā universitāte, Lietuva

Profesors *Dr. sc. ing. Ainis Lagzdiņš*
Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte, Latvija

Profesors *Dr. sc. ing. Edmunds Teirumnieks*
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Latvija

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis šo promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē zinātnes doktora grāda (*Ph. D.*) iegūšanai. Promocijas darbs zinātniskā grāda iegūšanai nav iesniegts nevienā citā universitātē.

Rudīte Vesere (paraksts)

Datums:

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, tajā ir ievads, 4 nodaļas, secinājumi, rekomendācijas, literatūras saraksts, 39 attēli, 14 tabulas, kopā 235 lappuses. Literatūras sarakstā ir 125 nosaukumi.

Saturs

Ievads	7
Tēmas aktualitāte	10
Darba mērķis un uzdevumi.....	13
Zinātniskā novitāte.....	14
Hipotēze.....	15
Pētījuma struktūra.....	15
Zinātniskā darba aprobācija.....	19
Promocijas darba praktiskā nozīme.....	21
1. Literatūras apskats – atkritumu apsaimniekošanas sistēma pārejā uz aprites ekonomikas modeli	22
1.1. Atsevišķu atkritumu plūsmu pārstrādes un reģenerācijas metodes	22
1.2. Atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstība kā aprites ekonomikas sastāvdaļas mērķu īstenošana un uzņēmējdarbības attīstība	23
1.3. Zaļo darbavietu loma aprites ekonomikas modeļa ietvaros resursu efektīvākai izmantošanai un atkritumu apjoma samazināšanai un apsaimniekošanai	24
2. Pētniecības metodes	25
2.1. Pētniecības metodes prioritāro tehnoloģiju izvēlei atkritumu apsaimniekošanā atsevišķām atkritumu plūsmām Latvijā.....	25
Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metode (<i>TOPSIS</i>).....	25
<i>NT ENVIR 001</i> informācijas ieguves metode.....	27
2.2. Pētniecības metodes saistībā ar atkritumu apsaimniekošanas un aprites ekonomikas mērķu īstenošanu	28
Statistiskā analīze, izmaksu un ieguvumu analīze un matemātiskā modelēšana.....	28
Papīra pārstrādes ekonomiskais vērtējums.....	31
Sekundārā datu analīze un strukturētas intervijas primāro datu ieguvei	31
Kritiskā analīze, gadījumu izpēte, sintēzes un salīdzinošā analīze	32
Ekonomiskais novērtējums, sekundāro datu analīze.....	32
Ietekmju modelēšana.....	32
2.3. Pētniecības metodes saistībā ar zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu un sabiedrības zaļo aktivitāšu lomu un vietu atkritumu apsaimniekošanā	33
3. Rezultāti un analīze	34
3.1. Papīra atkritumu pārstrādes tehnoloģijas un metodes novērtēšana	34
3.2. Atkritumu kā energomateriālu novērtēšana.....	35
3.3. Nešķiroto sadzīves atkritumu sastāva noteikšana.....	37
3.4. Depozīta sistēmas piemērošana iepakojumam	38
3.5. Lēmumu pieņemšanas process pārejai uz aprites ekonomiku	39

3.6. Novērtējums par zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu un sabiedrības zaļo aktivitāšu lomu atkritumu apsaimniekošanā	41
3.7. Rezultāti un analīze. Kopsavilkums	42
Secinājumi	45
Rekomendācijas.....	46
Literatūras saraksts	48

Pateicība

Izsaku milzīgu pateicību savai zinātniskā darba vadītājai profesorei *Dr. habil. sc. ing.* Dagnijai Blumbergai par sniegto atbalstu, vērtīgajiem un noderīgajiem padomiem, mērķtiecīgo vadību un ieguldījumu promocijas darba tapšanā un iespējām pilnveidot zināšanas un prasmes.

Pateicību vēlos izteikt arī mana zinātniskā darba līdzvadītājai Silvijai Norai Kalniņš, ar kuru man bijusi iespēja kopā strādāt un kas iedrošināja doties šajā izzinošajā ceļā – uzsākt mācības doktorantūrā un virzīties uz nospraustajiem mērķiem.

Paldies par palīdzību, atbalstu, ieteikumiem un padomiem visā doktorantūras studiju laikā Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta kolektīvam! Atbalsts un padomi ir bijuši neatsverami un būtiski palīdzējuši pilnveidot darbu, rast jaunas idejas, veidot jaunas pieejas un sasniegt izvirzītos zinātniskos mērķus.

Paldies visiem zinātnisko rakstu līdzautoriem, bez kuriem nebūtu iespējams veikt nozīmīgo ceļu mērķa sasniegšanas virzienā!

Īpašs paldies profesorei *Dr. oec.* Dzintrai Atstājai par viedajiem padomiem, ieteikumiem un atbalstu manā zinātniskajā darbībā, par iedrošinājumu dažādu ideju attīstīšanai!

Paldies manām kolēģēm Kristīnei Kazerovskai un Natālijai Cudečkai-Puriņai par sapratni un sniegto atbalstu promocijas darba tapšanas laikā!

Paldies maniem bērniem – Sandrai, Eļīnai un Mārtiņam – par morālo atbalstu, iedrošināšanu un sapratni!

IEVADS

Ekonomikai piedzīvojot būtisku uzplaukumu, ražošanas vajadzībām nepieciešamas arvien jaunas izejvielas, un tam neizbēgami ir būtiska ietekme uz atkritumu apjomu pieaugumu. Neracionāls resursu patēriņš un pieaugošs atkritumu apjoms – tas raksturo ierasto biznesu modeli, kas visā pasaulē lietots 20. un 21. gadsimtā un definējams kā lineārā ekonomika. Lineārās ekonomikas kodols ir ķēde “resursu ieguve – ražošana – izmantošana – peļņas gūšana – preces par zemākām izmaksām – nepārdomāta atkritumu apsaimniekošana”, kas ir izraisījis īstermiņa lietošanas produktu patēriņa pieaugumu un līdz ar arī strauju atkritumu apjoma pieaugumu, kas pārsvarā tiek apglabāts. Industrializācijas attīstības rezultātā iedzīvotāju blīvuma pieaugums pilsētās no 1900. līdz 2015. gadam pieaudzis no 14 % līdz 54 %. Rezultātā resursu patēriņa/ieguves pieaugums šajā pašā laika periodā pieaudzis 12 reizes. Attiecīgi pieaudzis arī CO₂ emisiju apjoms, un 70 % no tiem tiek radīts pilsētās. Plastmasas patēriņš kopš pagājušā gadsimta piecdesmitajiem gadiem pieaudzis 20 reizes. Turpina augt patēriņš un atbilstoši arī atkritumu apjoms, un daļa no tiem ir nepārstrādājami atkritumi. Dabiskā ekosistēma vienlaikus ir izejvielu avots un galamērķis cilvēku radīto atkritumu apglabāšanai, taču tās kapacitāte ir ierobežota. Iepriekš minētais liek domāt par jaunu ekonomisko sistēmu, kas ļautu resursus izmantot pēc iespējas produktīvāk.

Eiropas Savienība jau 2015. gadā definēja mērķi – pāriet uz aprites ekonomikas modeli. Savukārt 2019. gada 11. decembrī Eiropas Komisija nāca klajā ar paziņojumu “Eiropas zaļais kurss”, kurā piedāvāja jaunu izaugsmes stratēģiju, kas tiecas Eiropas Savienību pārveidot par taisnīgu un pārticīgu sabiedrību ar mūsdienīgu resursu efektīvu un konkurētspējīgu ekonomiku, kurā ekonomiskā izaugsme būtu atsaistīta no resursu patēriņa. Atbilstoši Eiropas zaļā kursa ceļvedim (1. att.) 2020. gada 10. martā EK publicēja Jauno aprites ekonomikas rīcības plānu, kas nosaka pasākumus aprites ekonomikas nostiprināšanai.

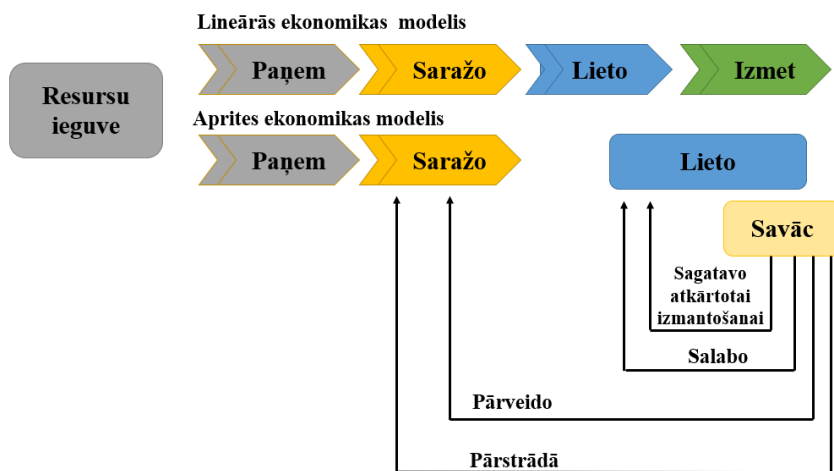


1. att. Eiropas zaļā kursa virzieni [1].

Tas ietver iniciatīvas visam produktu aprites ciklam – no izstrādes un ražošanas līdz patēriņam, remontam, otrreizējai izmantošanai, pārstrādei un resursu atgriešanai ekonomikā. Tā pasākumi vieno aprites ekonomikas un sociālās ekonomikas mērķus, veidojot nosacījumus jaunu darbavietu radīšanai, atbalstot zaļo pāreju un sociālo iekļaušanu [1].

Saskaņā ar vienu no vadošajiem aprites ekonomikas principu attīstītājiem *Ellen MacArthur Foundation* [2, 3] aprites ekonomika savā būtībā ir atjaunojoša un reģenerējoša, tās ietvaros sabiedrība pastāvīgi tiecas saglabāt produktus, komponentus un materiālus to augstākajā derīguma un vērtības pakāpē, izšķirot tehnoloģisko un bioloģisko ciklu. Aprites ekonomika iezīmē ceļu uz sistēmisku valsts ekonomikas un sabiedrības pārveidi.

Atkritumu apjoma samazināšana un pārdomāta apsaimniekošana ir viens no aprites ekonomikas pamatelementiem, un atkritumu hierarhija ir viens no atkritumu politikas veidošanas pamatprincipiem. Par to, ka atkritumi ne tikai var būt vērtīgs resurss, bet tāds arī ir, šobrīd vairs nevienam nav šaubu. Jāatzīst, ka atkritumi nav tikai vides problēma, bet arī zaudējums tautsaimniecībai. Eiropā katrs iedzīvotājs vidēji saražo 481 kg sadzīves atkritumu gadā. Tajā pašā laikā arvien vairāk šo atkritumu pārstrādā, un arvien mazāk tie nonāk apglabāšanai atkritumu poligonos. Uzdevums ceļā uz aprites ekonomikas modeli ir mainīt ražošanu un patēriņu tā, lai atkritumu būtu arvien mazāk, savukārt esošie maksimāli, cik iespējams, tiktu izmantoti kā resurss (2. att.).



2. att. Lineārās ekonomikas un aprites ekonomikas modeļu salīdzinājums.

Aprites ekonomika piedāvā iespējas palielināt nodarbinātību un cīnīties ar klimata pārmaiņām. Radīto atkritumu apsaimniekošanas galvenie virzieni ir pārstrāde un atkārtota lietošana, kas nozīmē pārdomātu resursu patēriņu un ilgtermiņa ieguvumus. Vienlaikus ir ļoti svarīgi samazināt radīto atkritumu apjomu, jo tādējādi tiek samazināts pirmreizējo resursu

patēriņš un resursi ilgstoši paliek saimnieciskajā aprītē. Tas prasa izmaiņas ne tikai patērētāju uzvedībā, bet vēl vairāk ražošanas pusē, īpaši attiecībā uz resursu ieguvu un materiālu un tehnoloģiju izvēli. Lai sasniegtu noteiktos mērķus, ir būtiski veikt atbilstošas izvēles, gan izstrādājot preču dizainu, gan veidojot atkritumu apsaimniekošanas politiku, gan izvēloties un attīstot atkritumu pārstrādes tehnoloģijas katrai no plūsmām un izvērtējot, kurām no atkritumu plūsmām un tehnoloģijām nepieciešams un pieļaujams finanšu atbalsts.

Veidojot globālu rīcības koalīciju, kas ir gan daudzveidīga, gan iekļaujoša, apvieno uzņēmumus, valdības, NVO un zinātniekus, lai palielinātu spēju apmierināt sabiedrības vajadzības un risināt problēmas ilgtspējīgi (3. att.). Aizverot cilpas, ir iespējams uzraudzīt resursu plūsmu un identificēt pārstrādes vai rūpnieciskās simbiozes iespējas [4, 5, 6, 7].



3. att. Pasākumi pārejai uz aprītes ekonomiku un nevienlīdzības samazināšanai.

Viens no pēdējā laika izaicinājumiem noteikti ir *Covid-19* pandēmija, kas ir akcentējusi tādus satricinājumus pasaules sociālekonomiskajām un finanšu sistēmām, kādus mēs neesam piedzīvojuši. Tāpēc gan politikas veidotājiem, gan finanšu devējiem, gan uzņēmējiem, kas strādā vai vēlas strādāt atkritumu apsaimniekošanas jomā, ir svarīgi saprast, kādas izvēles izdarāmas, kādas vērtēšanas metodes izmantojamas lēmumu pieņemšanai, lai veiksmīgi īstenotu pāreju uz aprītes ekonomikas modeli, mazinātu nevienlīdzību un padarītu efektīvāku resursu izmantošanu, ievērojot to, ka daļa no tiem ir neatjaunojami un pieejami ierobežotā daudzumā.

Promocijas darbā izvērtēti atsevišķu aprītes ekonomikas aspekti un zinātnisko pētniecības metožu izmantošana izvēļu izdarīšanai un lēmumu pieņemšanai resursu efektīvā izmantošanā, ilgtspējīgā atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstībā un atkritumu apjoma samazināšanā, lai ilgtermiņā Latvija kļūtu par valsti bez atkritumu poligoniem, kuros apglabā atkritumus, respektīvi valsti, kas īsteno nulles atkritumu stratēģiju.

Tēmas aktualitāte

Eiropas Komisija jau 2015. gadā nāca klajā ar paziņojumu par pāreju uz aprites ekonomiku. Savukārt 2018. gadā EK apstiprināja Aprites ekonomikas pakotni, no kā izrietēja sešu direktīvu grozījumi, kas paredzēja ambiciozus mērķus atkritumu apsaimniekošanas jomā laikā līdz 2035. gadam. 2019. gada decembrī EK publicēja paziņojumu “Eiropas zaļais kurss”, un atbilstoši tam 2020. gada 10. martā EK publicēja Jauno aprites ekonomikas rīcības plānu, kas nosaka pasākumus aprites ekonomikas nostiprināšanai. Ar aprites ekonomikas paketi tiek īstenots ES rīcības plāns pārejai uz aprites ekonomiku. Ir izveidota vērienīga rīcības programma ar pasākumiem visa preču cikla garumā: no ražošanas un patēriņa līdz atkritumu apsaimniekošanai un otrreizējo izejvielu tirgum.

Saskaņā ar Aprites ekonomikas pakotni ES dalībvalstīm noteikti kvalitatīvi un kvantitatīvi mērķi atkritumu apsaimniekošanas jomā, tajā skaitā izceļot specifiskus mērķus atsevišķām atkritumu plūsmām, piemēram:

- 1) 2035. gads – poligonos apglabāto sadzīves atkritumu īpatsvars ir ne vairāk par 10 % no kopējā radīto sadzīves atkritumu daudzuma;
- 2) 2035. gads – sadzīves atkritumu pārstrādes apjoms vismaz 65 % pēc masas;
- 3) 2023. gada 31. decembris – jānodrošina tas, ka bioloģiskie atkritumi, kas veido gandrīz 40 % no sadzīves atkritumu apjoma, ir vai nu atdalīti un pārstrādāti rašanās vietā, vai arī savākti dalīti (nav sajaukti ar citiem atkritumu veidiem);
- 4) 2025. gada 1. janvāris – izveidota dalītas savākšanas sistēma tekstilmateriāliem;
- 5) 2024. gada 31. decembris – izveidota dalītas savākšanas sistēma bīstamajiem sadzīves atkritumiem.

Specifiski mērķi ir noteikti arī tādām atkritumu plūsmām kā būvniecības atkritumi, izlietotais iepakojums, pārtikas atkritumi un zudumi, elektrisko un elektronisko iekārtu atkritumi, baterijas un akumulatori u. c.

Rādītāji, kas ir svarīgi darba kontekstā, saistīti vienotā cēloņsakarību virknē (4. att.).



4. att. Rādītāju vienotā cēloņsakarību virkne.

Rādītājiem jābūt:

- 1) ticamiem un zinātniski precīziem;
- 2) par noteiktu laika posmu un reģionu;
- 3) pārbaudāmiem un salīdzināmiem;

- 4) viegli uztveramiem un saprotamiem;
- 5) ar standartizētām metodikām iegūtiem un standartizētās mērvienībās izteiktiem;
- 6) savstarpēji nedublējošiem;
- 7) lietotājam nepieciešamiem;
- 8) jutīgi reaģējošiem uz izmaiņām;
- 9) īstenojamiem par saprātīgām izmaksām.

Nepieciešamība īstenot ilgtspējīgas attīstības politiku, paaugstināt resursu efektivitāti un atsaistīt tautsaimniecības attīstību no primāro resursu patēriņa, pāriet uz aprites ekonomikas modeli un no tā izrietošie mērķi ir nostiprināti Latvijas nacionālajos politikas plānošanas dokumentos, no kuriem galvenie šajā jomā ir Nacionālais attīstības plāns 2021.–2027. gadam, Rīcības plāns pārejai uz aprites ekonomiku Latvijā 2021.–2027. gadam un Atkritumu apsaimniekošanas valsts plāns 2021.–2028. gadam (turpmāk – atkritumu apsaimniekošanas plāns). Valsts īstenotā politika iezīmē jaunus izaicinājumus un ceļu, kā tos pārvērst par iespējām atkritumu apsaimniekošanas jomā un efektīvā resursu izmantošanā, vienlaikus paredzot arī pasākumus atkritumu apjoma samazināšanai un novēršanai. Atkritumu apsaimniekošanas plānā ir noteikts pasākumu kopums, kas veicams veiksmīgai mērķu sasniegšanai, aprēķināts nepieciešamais investīciju vajadzību apjoms atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstībā un identificēti finansējuma avoti. Tajā pašā laikā ir dažādi veidi un metodes, kā atkritumus var pārstrādāt vai reģenerēt, un svarīgi ir izdarīt izvēles, kas ļauj noteiktos mērķus sasniegt visefektīvāk. Izvēles ir saistāmas ar atkritumu kā potenciālo izejvielu (izmantojamo materiālu, ko pārvērš otrreizējās izejvielās, no kurām ražo jaunu produktu vai iegūst enerģiju, kas tālāk tiek izmantota tautsaimniecībā) novērtējumu, lai saprastu, kuriem atkritumu sagatavošanas un izmantošanas veidiem ir būtiskākā loma atkritumu apsaimniekošanā un resursu izmantošanā. Novērtējumam būtiska loma ir arī investīciju piesaistē, un ierobežota finansējuma pieejamības gadījumā tas ļauj izvēlēties optimālāku un atbilstošāku metodi un tehnoloģiju, ko finansēt. Šis jautājums ir aktuāls gan nacionālā, gan uzņēmumu līmenī. Atkritumu apsaimniekošanas plūsmu tehnoloģijas izvērtēšanas process saistāms ar šādiem būtiskajiem aspektiem: tehnoloģiskajiem, ekonomiskajiem, sociālajiem, un vides un klimata. Jebkuru sistēmu maksimāli efektīvu var padarīt tad, ja tās izstrāde un īstenošana balstās uz vairākiem stūrakmeņiem (pīlāriem):

- 1) juridiskais ietvars, no kura izriet vispārējie nosacījumi, prasības sistēmai kopumā un tās elementiem;
- 2) administratīvie nosacījumi, kas atbilstoši normatīvajam regulējumam tiek noteikti konkrētam subjektam noteiktos apstākļos, vietā un vidē;
- 3) tehnoloģiskie risinājumi un labākie pieejamie tehniskie paņēmieni;
- 4) vides aspekti (darbības ietekme uz vidi un pasākumi šo ietekmju samazināšanai un novēršanai);
- 5) veicamo darbību ietekme uz klimata pārmaiņām;
- 6) ekonomiskie instrumenti, kas motivē pieņemt pārdomātus un ilgtspējīgus lēmumus un izdarīt atbilstošas izvēles, tajā skaitā veicina paradumu maiņu;
- 7) sociālie aspekti;

8) sabiedrības izglītība un informētība.

Juridiskais ietvars atkritumu apsaimniekošanas sistēmas īstenošanai un attīstībai ir noteikts gan ES, gan nacionālajā līmenī. Savukārt administratīvie nosacījumi izriet no normatīvā regulējuma. Atkritumu apsaimniekošanas sistēmas ietvaros izmantojamie ekonomiskie instrumenti dažādās valstīs izstrādāti pēc vienotiem principiem, tie ir salīdzināmi, taču nav unificēti. Latvijas gadījumā būtiskākais ekonomiskais instruments atkritumu apsaimniekošanā ir dabas resursu nodoklis, kas motivē pieņemt pārdomātus un ilgtspējīgus lēmumus un samazināt gan atkritumu apjomu, gan apglabājamo atkritumu apjomu. No otrreizējām izejvielām ražotu preču izvēles veicināšanai izmanto zaļo publisko iepirkumu.

Klimata pārmaiņu politika, kuras pamatā ir ilgtspējīgas attīstības mērķi (IAM), ir iedvesmas avots daudziem uzņēmējdarbības veidiem, kas apvieno vērtības radīšanu ar vides aizsardzību un sociālo aizsardzību. Ekonomisko procesu dalībnieku domāšana un izpratne ietekmē to, cik lielu uzmanību viņi pievērš iecerēto aprites biznesa modeļu aprites potenciālam. Lai sagatavotu inovācijas dalībniekus eksperimentiem un palielinātu viņu spēju pārdomāt savus dzīves pieņēmumus, tiek piedāvāts principu kopums [8, 9].

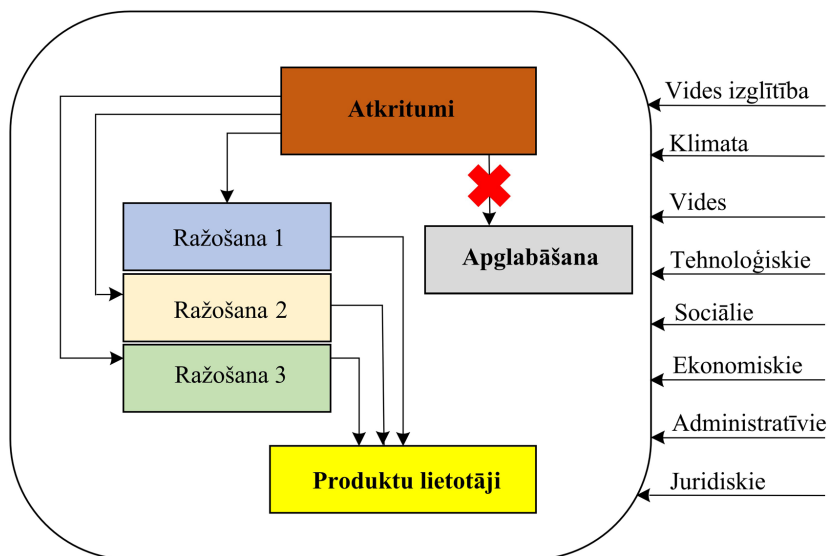
Uzņēmumi meklē veidus, kā attīstīties konkurences vidē ar inovatīviem uzņēmējdarbības modeļiem, vienlaikus respektējot sabiedrību un izvairoties no darbībām, kas kaitē apkārtējai videi un tās kvalitātei. Tādi virzieni kā aprites ekonomika, godīga tirdzniecība, dalītā ekonomika ir dažas no jaunajām uzņēmējdarbības pieejām, kas risina šo problēmu, taču joprojām pastāv plaša starp teorētiskajiem argumentiem un vides un sociālās ilgtspējības līmeni, kas tiek realizēts praksē [10].

Aprites ekonomiku varētu raksturot kā mazāku aprites ekonomiku tīklu, kur galvenā attīstība notiek vietējās teritorijās, piemēram, pilsētās vai reģionos, aktīvi iesaistoties teritoriālajām ieinteresētajām pusēm. Sociālo uzņēmēju aktīvā loma pārejas atbalstīšanā reģionos uzsver lielo izaicinājumu dažādību, ar ko tie saskaras, izstrādājot vietējos uzņēmējdarbības modeļus tehnoloģiskā, sociālā un politikas līmenī [11]. Izmaiņas sabiedrības līmenī un sociālekoloģisko sistēmu sarežģītība prasa holistisku pieeju un tālredzību stratēģiju politikas un programmu izstrādē [9]. Svarīgi uzsvērt arī sociālās uzņēmējdarbības lomu, jo tā ir Eiropas daudzveidīgās sociālās tirgus ekonomikas neatņemama sastāvdaļa. Sociālo uzņēmumu veicināšanai īpaši svarīgi sociālā uzņēmuma ikdienas darbībās ieviest aprites ekonomikas elementus.

Būtiska sadaļa ir dažādu finanšu avotu izmantošana atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstībā, izvēloties un ieviešot pārstrādes un reģenerācijas tehnoloģijas un metodes. Šobrīd Latvijā nav vienotas pieejas izvēļu izvērtēšanai un izmantojamām pētniecības metodēm. Jāņem vērā, ka ES dalībvalstīs (DV) nav vienotas pieejas šim atkritumu apsaimniekošanas aspektam, kas saistāms ar DV atšķirīgo situāciju apsaimniekošanas sistēmu attīstībā, kas saistīts ar valsts ekonomisko un ģeogrāfisko stāvokli (reljefs, resursu pieejamība un daudzveidība, iedzīvotāju skaits un blīvums), apsaimniekošanas sistēmas attīstības pakāpi, iedzīvotāju paradumiem, prasmēm un zināšanām.

Darba mērķis un uzdevumi

Promocijas darba mērķis ir izvērtēt atsevišķus aprites ekonomikas aspektus resursu efektīvā izmantošanā, ilgtspējīgā atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstībā un atkritumu apjoma samazināšanā un izstrādāt rekomendācijas lēmumu pieņemšanai politikas veidotājiem, finanšu devējiem un uzņēmējiem, kas strādā vai vēlas strādāt atkritumu apsaimniekošanas jomā, lai Latvija ilgtermiņā kļūtu par valsti bez atkritumu poligoniem, kuros apglabā atkritumus, respektīvi valsti, kas īsteno nulles atkritumu stratēģiju (5. att).



5. att. Ilgtspējīgas atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstība virzībā uz nulles atkritumu stratēģiju.

Viens no promocijas darba uzdevumiem ir izvērtēt dažādu pētniecības metožu lietošanu prioritāro tehnoloģiju izvēlei atkritumu apsaimniekošanā atsevišķām atkritumu plūsmām Latvijā. Būtiski ir noskaidrot, vai un kādas zinātniskās pētniecības metodes izmantojamas atkritumu kā potenciālo izejvielu un tehnoloģiju izvērtēšanā, lai rezultātā arī naudas devēji un naudas saņēmēji varētu izdarīt pārdomātas un pamatotas izvēles. Pētījumam izvēlētas atkritumu plūsmas, par kurām ir pieejami pietiekami dati un kuru apsaimniekošanas attīstībai Latvijā ir īpaši svarīga loma ES mērķu sasniegšanā – papīrs, dzērienu iepakojums, tekstilizstrādājumi, bioloģiskie atkritumi un atkritumu izmantošana enerģijas ieguvei, kas ir īpaši aktuāli energoresursu krīzes apstākļos. Palielinot atkritumu pārstrādes un reģenerācijas apjomus, tiek atbilstoši samazināts apglabājamo atkritumu daudzums poligonos.

Otra uzdevuma ietvaros tika vērtēta dažādu pētniecības metožu lietošana alternatīvu izvēlei un lēmumu pieņemšanai par atkritumu apsaimniekošanas ekonomiskajiem un sociālajiem aspektiem ceļā uz aprītes ekonomikas mērķu sasniegšanu, tajā skaitā vērtējot ārējo apstākļu – *Covid-19* pandēmija – ietekmi pārejā uz aprītes ekonomiku.

Trešais pētniecības uzdevums ir saistīts ar zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu un sabiedrības zaļo aktivitāšu lomas un vietas novērtēšanu atkritumu apsaimniekošanā, ievērojot atkritumu apsaimniekošanas hierarhiju un akcentējot atkritumu apjoma samazināšanu un rašanās novēršanu.

Promocijas darbā apskatīta sociālā uzņēmējdarbība tekstilizstrādājumu jomā, jo tā ir atkritumu plūsma, kurai ir izvirzīti jauni īpaši mērķi, tāpēc tā ir jāpārvalda ilgtspējīgākā veidā nekā līdz šim.

Pētniecības darbs attiecas uz Latvijas atkritumu apsaimniekošanas sistēmu un veikts, ievērojot ES un nacionālos politikas plānošanas dokumentus un normatīvo aktu prasības un izmantojot citu valstu pieredzi. Būtisks aspekts ir arī pētījumu datu pārvaldība, kas ietver datu plānošanu, izveidi, apstrādi, analīzi, saglabāšanu, kopīgošanu un atkārtotu izmantošanu.

Zinātniskā novitāte

Pētniecības jauninājums ir dažādu metožu lietošana tehnoloģiju, kritēriju, rīcības virzienu un pasākumu izvēlei atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstībai un optimizācijai pārejā uz aprītes ekonomikas modeli, pilnveidošanai un optimizācijai pārejā uz aprītes ekonomikas modeli, vairāku savstarpēji saistītu aspektu ietvaros: nozares politiskais un tiesiskais regulējums, ekonomiskie instrumenti, sociālā iekļaušana un ietekme uz vidi un klimata pārmaiņām, sociālā dimensija.

Darba jaunievedums ir vairāku akadēmisko metodoloģiju izmantošana vienkopus efektīvai atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstībai un rekomendācijas aprītes ekonomikas īstenošanai Latvijas tautsaimniecības nozarēs mikro, mezo un makro līmenī.

Darba novitāti nosaka tas, ka Latvijā nav vienotas pieejas izvēļu izvērtēšanai un tam, vai un kā izmantot pētniecības metodes dažādu finanšu avotu piesaistei un izmantošanai atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstībā, izvēloties un ieviešot pārstrādes un reģenerācijas tehnoloģijas un metodes un pieņemot lēmumus par pasākumiem pārejai uz aprītes ekonomiku. Jāatzīmē, ka ne Latvijā, ne arī Eiropā nav veikti pētījumi un novērtējumi par zaļo uzņēmējdarbību, zaļajām darbavietām, to attīstību motivējošiem aspektiem un pieejām un to vecinošām sabiedrības iniciatīvām atkritumu apsaimniekošanas jomā, lai samazinātu resursu patēriņu, radīto atkritumu apjomu un palielinātu otrreizējo izejvielu izmantošanu tautsaimniecībā.

Jauna pieeja ir arī zaļās uzņēmējdarbības, zaļo darbavietu, to attīstību motivējošo aspektu un to vecinošo sabiedrības iniciatīvu novērtējums atkritumu apsaimniekošanas jomā Latvijā, lai mazinātu resursu patēriņu, radīto atkritumu apjomu un palielinātu otrreizējo izejvielu izmantošanu tautsaimniecībā, izmantojot zinātniskās pētniecības metodes.

Hipotēze

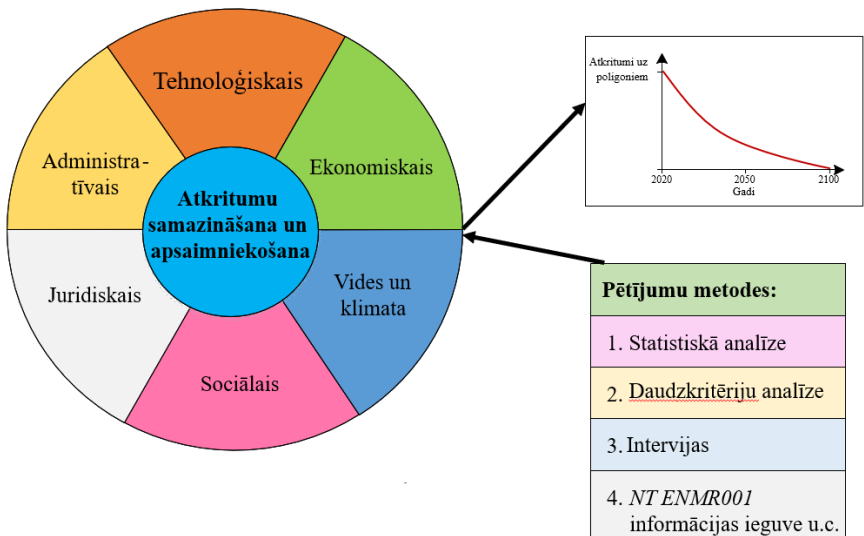
Pētījumam izvirzītā hipotēze ietver pieņēmumu, ka, lai panāktu, ka Latvija ilgtermiņā kļūst par resursu efektīvu valsti, kas īsteno aprites ekonomikas modeli un nulles atkritumu stratēģiju (radīto atkritumu apjoms samazinās, un poligonos apglabājamo atkritumu apjoms tuvojas nullei), ilgtspējīgāku (ietver ekonomisko, sociālo un vides aspektus) rezultātu var sasniegt, lēmumu izstrādes un pieņemšanas procesā izmantojot zinātniskās pētniecības metodes. Katrai atkritumu plūsmai vai pārstrādes veidam lietojamas vairākas pētniecības metodes, ievērojot datu un metožu atkalizmantojamību, kas veido kompleksu pieeju un ļauj izdarīt pārdomātas un ilgtspējīgākas izvēles un pieņemt lēmumus par izmantojamām atkritumu pārstrādes un reģenerācijas tehnoloģijām, īstenojamiem pasākumiem pārejai uz aprites ekonomiku un finanšu avotiem, jo ne visus aspektus iespējams izvērtēt ar vienu metodi. Šāda pieeja tautsaimniecības procesos būtu piemērojama gan nacionālā līmenī, gan arī uzņēmumu līmenī.

Pētījuma struktūra

Promocijas darba pamatā ir desmit zinātnisko publikāciju kopa, un uzmanība akcentēta uz atsevišķu atkritumu plūsmu apsaimniekošanas metožu izvēles un lēmumu pieņemšanas izvērtēšanu. Darbs izstrādāts uz publikāciju pamata, tāpēc atsauces uz tām netiek atsevišķi liktas.

Promocijas darba gaitā: (I) veikts pārejas uz aprites ekonomiku makroekonomisks novērtējums; (II) veikta savstarpēji saistīto politikas un atkritumu savākšanas, pārstrādes un reģenerācijas inženiertehnisko risinājumu analīze tādām atkritumu plūsmām kā izlietots papīrs; (III) veikta daudzkritēriju analīze atkritumu izmantošanai enerģijas ieguvei; (IV) veikts zaļo darbavietu lomas izvērtējums atkritumu apsaimniekošanas sistēmas ietvaros pārejā uz aprites ekonomiku. Jautājumam nepieciešama vairāku dimensiju un metodoloģiju pieeja. Promocijas darbā izmantota daudzkritēriju analīze, *TOPSIS* analīzes metode, statistikas datu vākšana un turpmāka analīze, salīdzinošā analīze un izmaksu un ieguvumu analīze, intervijas un ietekmju modelēšana. Darbā vērtēti ilgtspējīgas atkritumu apsaimniekošanas posmi, uzdevumi un darbības, atkritumu ietekme uz vidi un klimata pārmaiņām, sociālie aspekti, atkritumu apsaimniekošanas politikā izmantojamie ekonomiskie instrumenti un ārējo faktoru ietekme (*Covid-19* pandēmija).

Vērtējot aprites ekonomikas aspektus resursu efektīvā izmantošanā un atkritumu apjoma samazināšanā un pārdomātā apsaimniekošanā atbilstoši atkritumu apsaimniekošanas hierarhijai, šā darba gaitā izmantotas dažādas metodes (6. att.; 1. tab.).



6. att. Dažādu pētniecības metožu lietošana alternatīvu izvēlei un lēmumu pieņemšanai.

1. tabula

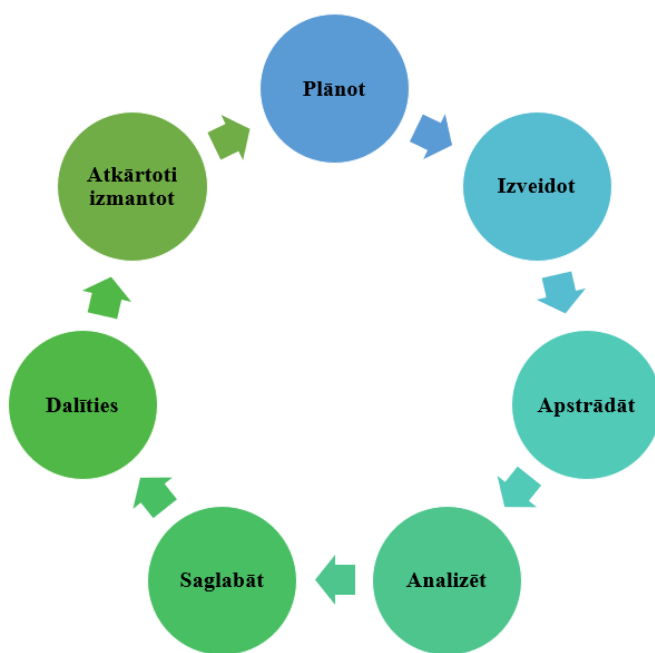
Promocijas darba metožu un publikāciju pārskats, veicot novērtējumus efektīvāko atkritumu pārstrādes/reģenerācijas tehnoloģiju/metozu alternatīvu un apsaimniekošanas alternatīvu izvēlei dažādām atkritumu plūsmām lēmumu pieņemšanai

Izmantotāju līmenis	Metode	Publikācija	Publikācijas nosaukums	Sasaiste
Globāls un nacionāls	Statistikas datu apkopšana un atkritumu sastāva noteikšanas metode NT ENVIR 001	1	<i>Towards efficient waste management in Latvia: an empirical assessment of waste composition</i>	Priekšnoteikumi pārejai uz aprites ekonomiku, resursu efektīva izmantošana un atkritumu apjoma samazināšana.
Nacionāls, nozaru	Daudzkritēriju analīze	2	<i>Paper Waste Recycling. Circular Economy Aspects</i>	1. Pārstrāde un reģenerācija. 2. Resursu patēriņš un ilgtermiņa ieguvumi.
Nacionāls, nozaru	TOPSIS daudzkritēriju analīze	3	<i>Circular Economy analysis. Ranking of energy resources from waste</i>	1. Pārstrāde un reģenerācija. 2. Resursu patēriņš un ilgtermiņa ieguvumi.

1. tabulas turpinājums				
Nacionāls, nozaru	Statistikas datu vākšana un analīze, salīdzinošā analīze un izmaksu un ieguvumu analīze	4	<i>Analysis and Economic Evaluation of Deposit Refund System</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atkārtota lietošana. 2. Atkritumu pārstrāde un reģenerācija.
Uzņēmējdarbība, individuālais līmenis	Kritiskā analīze, gadījumu izpēte, sintēze un salīdzinošā analīze	5	<i>The goals of waste Framework Directive as mechanism securing transition to Circular Economy</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Priekšnoteikumi pārejai uz aprites ekonomiku atkritumu apjoma samazināšanā. 2. Resursu patēriņš un ilgtermiņa ieguvumi.
Nacionāls	Modelēšana	6	<i>Sustainable National Policy Planning with Conflicting Goals</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ilgtspējīga attīstība. 2. Priekšnoteikumi pārejai uz aprites ekonomiku atkritumu apjoma samazināšanā.
Nacionāls, uzņēmējdarbība, individuālais līmenis	Sekundārā datu analīze, strukturētas intervijas, kritiskā datu analīze, salīdzinošā analīze	7	<i>Challenges of textile industry in the framework of Circular Economy: case from Latvia</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pārstrāde un pārveide. 2. Resursu patēriņš un ilgtermiņa ieguvumi. 3. Sociālie aspekti.
Globāls, nacionāls, nozaru, uzņēmējdarbība	<i>TOPSIS</i> daudzkritēriju analīze	8	<i>Role of Green Jobs in the Reduction of Waste and Waste Management</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ilgtspējīga attīstība. 2. Priekšnoteikumi pārejai uz aprites ekonomiku atkritumu apjoma samazināšanā. 3. Sociālie aspekti.
Globāls un nacionāls	Sekundārā datu analīze, Ietekmju modelēšana	9	<i>Influence of COVID-19 on waste management and Circular Economy</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resursu patēriņš un ilgtermiņa ieguvumi. 2. Sociālie aspekti.
Globāls un nacionāls	Kritiskā analīze, gadījumu izpēte, un aprites ekonomikas rīcības plāna izstrādes matricas izveide	10	<i>Alignment of Circular Economy Business models for framing national sustainable economic development</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resursu patēriņš un ilgtermiņa ieguvumi. 2. Priekšnoteikumi pārejai uz aprites ekonomiku atkritumu apjoma samazināšanā.

Svarīgi bija noskaidrot, vai dažādu izpētes un analīzes metožu lietošana un kombinēšana ar mērķi noteikt labāko/efektīvāko atkritumu pārstrādes/reģenerācijas alternatīvu izvēlei dažādām atkritumu plūsmām ir piemērojamas un palīdz pieņemt lēmumus tālākai tehnoloģiju un darbību izvēlei un lēmumu pieņemšanai.

Pētniecības datu radīšanā un pārvaldībā izmantotas *FAIR* datu vadlīnijas iesaistītajām pusēm, kas nozīmē, ka dati ir atrodami, pieejami, savietojami un atkalizmantojami (*findable, accessible, interoperable, reusable*). *FAIR* pieeja (7. att.) attiecināma ne tikai uz datu radīšanu un izmantošanu, bet arī uz pētniecības metodēm, īpaši uzsvērot datu un metožu atkalizmantojamību. Šī pieeja tika izmantota pētniecības darba veikšanā.



7. att. *FAIR* dati un pieeja.

Zinātniskā darba aprobācija

Zinātniskās publikācijas

Septiņi raksti indeksēti *SCOPUS*, septiņi raksti un konferenču materiāli indeksēti *Web of Science* datubāzē.

1. Vesere R., Kalnins S. N., D Blumberga D. Role of Green Jobs in the Reduction of Waste and Waste Management, *Environmental and Climate Technologies* 25 (1), 1128–1141, 2020 IEEE 61th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), DOI:[10.1109/RTUCON51174.2020.9316553](https://doi.org/10.1109/RTUCON51174.2020.9316553); indeksēts SCOPUS, indeksēts Web of Science.
2. Vesere R., Lauka D., Blumberga D., Kalnins S. N. Circular Economy analysis. Ranking of energy resources from waste, 2020 IEEE 61th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), DOI:[10.1109/RTUCON51174.2020.9316553](https://doi.org/10.1109/RTUCON51174.2020.9316553); indeksēts SCOPUS, konferences materiāli indeksēti Web of Science.
3. Kubule A., Kļavenieks K., Vesere R., Blumberga D. Towards efficient waste management in Latvia: an empirical assessment of waste composition, *Institute of Energy Systems and Environment, Riga Technical University, Environmental and Climate Technologies*, 2019, Vol. 23, No. 2, pp. 114–130. ISSN 1691-5208. e-ISSN 2255-8837. DOI:10.2478/rtulect-2019-0059; indeksēts SCOPUS, indeksēts Web of Science.
4. Ozola Z. U., Vesere R., Blumberga D., Kalnins S. N. Paper Waste Recycling. Circular Economy Aspects, *Institute of Energy Systems and Environment, Riga Technical University, Environmental and Climate Technologies*, 2019, Vol. 23, No. 3, pp. 260–273. ISSN 1691-5208. e-ISSN 2255-8837. DOI:10.2478/rtulect-2019-0094; indeksēts SCOPUS, indeksēts Web of Science.
5. Atstaja D., Luksevica L., Cudecka-Purina N., Vesere R., Susniene R. Depozīta sistēmas analīze un ekonomiskais novērtējums. Analysis and Economic Evaluation of Deposit Refund System, SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION. Proceedings of the International Scientific Conference. Volume VI, May 24th–25th, 2019. 17–27; indeksēts Web of Science.
6. Cudecka-Purina N., Atstaja D., Vesere R. The goals of waste Framework Directive as mechanism securing transition to Circular Economy, *New Challenges of Economic and Business Development – 2019: Incentives for Sustainable Economic Growth*, rakstu krājums; indeksēts Web of Science, Thomson Reuters.

7. Cilinskis E., Vesere R., Blumberga A., Blumberga D. Sustainable National Policy Planning with Conflicting Goals, Institute of Energy Systems and Environment, Riga Technical University, Energy Procedia, Latvia, Riga, 12–14 October, 2016. Germany: Elsevier, 2017, pp. 259–264. ISSN 1876-6102. DOI:10.1016/j.egypro.2017.04.063; indeksēts SCOPUS, indeksēts Web of Science.
8. Atstāja D., Cudečka-Puriņa N., Vesere R., Abele L., Spivakovsky S. Challenges of textile industry in the framework of Circular Economy: case from Latvia, International Conference on Sustainable, Circular Management and Environmental Engineering (ISCMEE 2021), E3SWeb of Conferences ISCMEE, 2021, 255, 01014, DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125501014>; indeksēts SCOPUS, indeksēts Web of Science.
9. Atstāja D., Cudečka-Puriņa N., Vesere R. Influence of COVID-19 on waste management and Circular Economy, Knowledge management Competence for achieving competitive advantage of professional growth and development. Collective monograph, BA School of Business and Finance, Riga, Latvia 2021.
10. Atstāja D., Cudečka-Purina N., Hrinchenko R., Koval V., Grasis J., Vesere R. Alignment of Circular Economy Business models for framing national sustainable economic development, Acta Innovations, 2022, No. 42: 5–14, DOI: [10.32933/ActaInnovations.42.1](https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.42.1); indeksēts SCOPUS, indeksēts Web of Science.

Rezultātu prezentēšana zinātniskajās konferencēs

1. Atstāja D., Luksevica L., Cudečka-Purina N., Vesere R. Analysis and Economic Evaluation of Deposit Refund System // SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION. VI International Scientific and Practical Conference. November, 2017, Rezekne Academy of Technologies, Rezekne, Latvia.
2. Cudečka-Purina N., Atstāja D., Vesere R. The Goals of waste framework directive as mechanism securing transition to circular economy, New Challenges of Economic and Business Development 2019: Incentives for Sustainable Economic Growth: PROCEEDINGS 11th international scientific conference, Faculty of Business, Management and Economics, University of Latvia, May 2019, Riga, Latvia.
3. Ozola Z. U., Vesere R., Kalnins S. N., Jansone Z., Blumberga D. Paper Waste Recycling. Circular Economy Aspects // International Scientific Conference Environmental and Climate Technologies, CONECT 2019, May 2019, Riga, Latvia.

4. Klavenieks K., Kubule A., Vesere R., Blumberga D. Towards efficient waste management in Latvia: an empirical assessment of waste composition // International Scientific Conference Environmental and Climate Technologies, CONECT 2019, May 2019, Riga, Latvia.
5. Atstaja D., Cudecka-Purina N., Vesere R. Application of circular economy business models to Latvian economics, 13th Annual Scientific Baltic Business Management Conference Business and finance multi-perspectives of the Digital Age (ASBBMC), February 2020, Riga, Latvia.
6. Vesere R., Kalnins S. N., Blumberga D., Circular Economy analysis. Ranking of energy resources from waste, International Scientific Conference Environmental and Climate Technologies, CONECT 2020, May 2020, Riga, Latvia.
7. Vesere R., Kalnins S. N., Lauka D., Blumberga D. Circular Economy analysis. Ranking of energy resources from waste, IEEE 61th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University RTUCON 2020, November 2020, Riga, Latvia.
8. Atstāja D., Cudecka-Purina N., Vesere R., Abele L. Challenges of textile industry in the framework of Circular Economy: case from Latvia, International Conference on Sustainable, Circular Management and Environmental Engineering (ISCMEE 2021) – 2021, April 2021, online Zoom, Odesa, Ukraine.
9. Vesere R., Kalnins S. N., Blumberga D., Role of green jobs within the framework of the circular economy model for more efficient use of resources, the reduction of waste and waste management, International Scientific Conference Environmental and Climate Technologies, CONECT 2021, May 2021, Riga, Latvia.

Promocijas darba praktiskā nozīme

Promocijas darba izstrādē izmantotās metodes parāda, ka, lai izvēlētos tehnoloģijas vai pieņemtu lēmumus atkritumu apsaimniekošanas un aprites ekonomikas jomā, nepieciešams izmantot pētniecības metodes un tās ir jākombinē, jo ne visus aspektus iespējams izvērtēt ar vienu metodi. Pētniecības metožu izmantošana atkritumu apsaimniekošanas un aprites ekonomikas jomā padarīs izvēles un lēmumus pārdomātus un pamatotus. To izmantošana palīdzēs:

- 1) uzņēmējiem, izvēloties tehnoloģijas atkritumu apsaimniekošanā;
- 2) plānotājiem un politikas veidotājiem veikt esošās aprites ekonomikas stratēģijas efektivitātes novērtējumu, izvērtēt tautsaimniecības nozares, lai izstrādātu īstermiņa un

ilgtermiņa rīcības plānus, nodrošinātu praktiskus risinājumus un veidotu pieeju, lai varētu maksimāli efektīvi reaģēt uz krīzes situācijām un veidot krīzes situāciju stratēģijas;

- 3) finanšu devējiem, lai izvērtētu pieteikto un atbalstāmo projektu atbilstību virzībai uz aprites ekonomikas modeli un prioritātes.

Pētniecības datu radīšanā un pārvaldībā svarīgi ir izmantot vadlīnijas iesaistītajām pusēm, kas definētas, lai veicinātu maksimālu pētniecības datu izmantošanu, respektīvi, *FAIR* dati ir atrodami, pieejami, savietojami un atkalizmantojami. *FAIR* pieeja attiecināma ne tikai uz datu radīšanu un izmantošanu, bet arī uz pētniecības metodēm, īpaši uzsverot datu un metožu atkalizmantojamību. Darba izstrādē izmantotās metodes ne tikai izmantojamas citu atkritumu plūsmu apsaimniekošanas metožu un tehnoloģiju izvēlei, pasākumu izvēlei un politikas veidošanai atkritumu apsaimniekošanas un aprites ekonomikas jomā, bet tās nepieciešams izmantot, lai īstenotu jēgpilnus pasākumus, kas balstīti salīdzināmos rādītājos, indikatorus un datu, metožu un pasākumu pēctecībā.

1. LITERATŪRAS APSKATS – ATKRITUMU APSAIMNIEKOŠANAS SISTĒMA PĀREJĀ UZ APRITES EKONOMIKAS MODELI

Nepieciešamība izstrādāt vadlīnijas valsts modelim pārejai uz aprites ekonomiku ir saistīta ar pārejas no lineārās ekonomikas specifiku un stratēģiju ar atbilstošiem finansiāli stimulejošiem pasākumiem, lai nodrošinātu vides prasību izpildi un vides kvalitātes nodrošināšanu visās ražošanas jomās. Pētījumi par pāreju no lineārās uz aprites ekonomiku, ko var attīstīt un īstenot zaļās atveseļošanas paketes ietvaros, parāda ieinteresēto pušu lomu aprites ekonomikas ieviešanā uzņēmumos, kas ir maz izpētīts [12, 13]. Ir secināts, ka ilgtspējīgi uzņēmējdarbības modeļi spēj nodrošināt un uzturēt vides, sabiedrības un ekonomisko vērtību [14, 15, 16, 17, 18].

1.1. Atsevišķu atkritumu plūsmu pārstrādes un reģenerācijas metodes

Pasaulē vidēji tiek pārstrādāti 58 % papīra atkritumu. Eiropā ir augstākais papīra pārstrādes līmenis pasaulē. Eiropa jau 2017. gadā tika pārstrādāti 72,3 % no kopējiem papīra atkritumiem Eiropā. Būtisks ir arī fakts, ka ir papīra atkritumi, ko nevar pārstrādāt, piemēram, kafijas filtri. Ņemot vērā šos nepārstrādājamus atkritumus, teorētiski tiek lēsts, ka maksimālais pārstrādes procents ir 78 %, nevis 100 % Prioritāte ir atkritumu rašanās novēršana, kā arī papīra un kartona ražošanas procesa ietekme uz vidi, arī šo produktu savākšana un pārstrāde [19, 20].

Atkritumu rašanās novēršana ir visaugstākais punkts atkritumu apsaimniekošanas hierarhijā. Atkritumu sadedzināšana ar enerģijas ieguvu un lietderīgu izmantošanu ir

pieļaujama gadījumos, ja konkrētos atkritumus nav iespējams pārstrādāt ekonomisku vai tehnisku iemeslu dēļ, bet vienlaikus tiem ir augsta kaloritāte. Tajā pašā laikā enerģijas, ko iegūst, atbilstoši sagatavojot atkritumus, izmantošana nodrošina daudzus ieguvumus, tostarp samazina siltumnīcefekta gāzu emisijas, dažādo energoapgādi, nodrošina vietējo energoresursu izmantošanu un mazina atkarību no fosilā kurināmā tirgiem (jo īpaši no naftas un gāzes tirgiem) [21, 22].

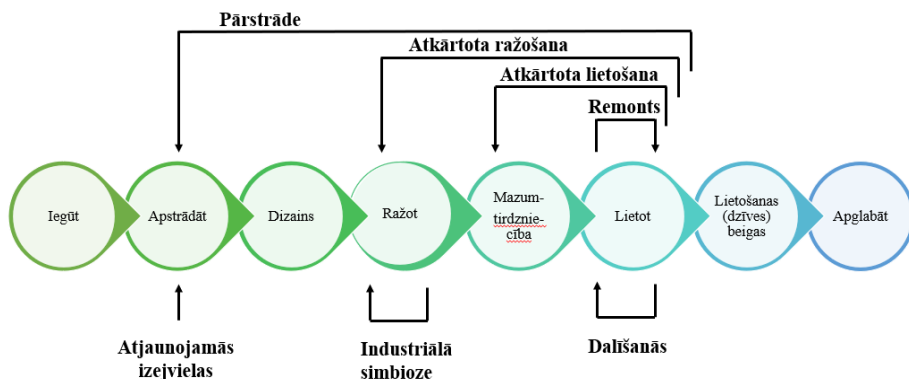
Lai atkritumus pēc iespējas efektīvāk varētu izmantot pārstrādei un iegūtā izejviela vai produkts būtu pēc iespējas ar augstāku pievienoto vērtību, būtiski ir tas, kā atkritumi tiek savākti un sagatavoti pārstrādei vai reģenerācijai. Maksimāli kvalitatīvāk atkritumus var izmantot, ja tie tiek vākti daļēti. To var darīt divējādi: vai nu izmantojot daļītās vākšanas konteinerus, vai arī ar depozīta sistēmas starpniecību. Abos gadījumos tiek īstenots ražotāju atbildības princips. Iepakojuma depozīta sistēmas ietvaros dzērienu iepakojumam (stikla pudeles, PET pudeles, skārdenes) tiek piemērota papildu depozīta maksa, ko patērētājs var atgūt, nododot izlietoto iepakojumu tirdzniecības vietā vai speciāli tam paredzētā pieņemšanas punktā [23, 24, 25, 27]. Depozīta sistēmā tiek iekļauti tādi produkti kā ūdens, bezalkoholiskie dzērieni un alkoholiskie dzērieni ar alkohola saturu līdz 10 grādiem (alus, sidrs, kokteiļi u. tml.). Viens no risinājumiem, ko savos pētījumos piedāvā vairāki pētnieki, ir tāds, ka sistēmā tiek ietverti visi iepakojuma materiāli, paredzot izņēmumus attiecībā uz dažiem produktiem [24, 26, 28]. Ieviešot depozīta sistēmu, valstis veicina pieaugošā vides piesārņojumu samazinājumu. Latvijā depozīta sistēma ieviesta 2022. gada 1. februārī.

1.2. Atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstība kā aprites ekonomikas sastāvdaļas mērķu īstenošana un uzņēmējdarbības attīstība

Tekstilizstrādājumi ir mūsu sabiedrības pamats, nodrošinot mūs ar apģērbu, apaviem, paklājiem, aizkariem, mēbelēm utt. mājām, birojiem un sabiedriskām ēkām. Kopējie tekstila atkritumi Latvijā veido aptuveni 27 000 t, kas ir 3–5 % no kopējiem radītajiem sadzīves atkritumiem jeb aptuveni 14,3 kg apģērbu uz vienu iedzīvotāju [29]. Pēc izmešanas tikai 20 % no apģērba atkritumiem tiek savākti atkārtotai izmantošanai un pārstrādei globālā līmenī [30, 31]. Vērtējot tekstilizstrādājumu uzņēmumu īstentās stratēģijas aprites ekonomikas virzienā, tika identificēts, ka šie uzņēmumi veic sociālo uzņēmējdarbību.

2020. gads ierakstīts vēsturē kā lūzuma punkts daudzos aspektos. Atkritumu apsaimniekošana un aprites ekonomika nav izņēmums. *Covid-19* pandēmija ir izkropļojusi pasaules darbības pieņēmumus, atklājot dominējošā ekonomikas modeļa absolūto noturības trūkumu, lai reaģētu uz neplānotiem satricinājumiem un krīzēm [32, 33, 34]. Lai gan pasaule ir pieredzējusi *Covid-19* izraisīto valsts mēroga bloķēšanas pozitīvo ietekmi uz vidi, piemēram, tīrākas upes un debesis [35], tas neattiecas uz atkritumu apsaimniekošanu. Pandēmija ir mainījusi atkritumu rašanās dinamiku, radot problēmas politikas veidotāju un darbinieku vidū, kas iesaistīti medicīnisko pakalpojumu sniegšanas jomā. Ielās un atkritumu tvertnēs nonāca pilnīgi jauna atkritumu plūsma: individuālie aizsardzības līdzekļi (IAL).

Pandēmija daudzās valstīs ir likusi nopietni apsvērt aprites ekonomikas ietvara nepieciešamību valstiskā līmenī [36]. Uzņēmums aprites ekonomiku var piemērot, veidojot noteiktu uzņēmējdarbību modeli vai pārveidojot esošās uzņēmējdarbības elementus [37, 38, 39, 40, 41] (1.1. att.).



1.1. att. Aprites ekonomikas ietekme uz lineārajiem biznesa procesiem [41].

1.3. Zaļo darbavietu loma aprites ekonomikas modeļa ietvaros resursu efektīvākai izmantošanai un atkritumu apjoma samazināšanai un apsaimniekošanai

Promocijas darba gaitā tika vērtēts arī viens no ilgtspējīgās attīstības un aprites ekonomikas aspektiem – sociālais aspekts un progress, kas balsīts dažādu valstu pieredzē un pētījumos, uzmanību akcentējot uz zaļo uzņēmējdarbību, zaļajām darbavietām, to attīstību motivējošiem aspektiem un pieejām un to vecinošām sabiedrības iniciatīvām. Ir plaši atzīts, ka veiksmīga pāreja uz videi draudzīgu, resursu un energoefektīvu ekonomiku pārveidos darba tirgus [42, 43, 44, 45, 46, 47, 48]. Zaļās darbavietas palīdz uzlabot enerģijas un izejvielu efektivitāti, ierobežot siltumnīcefekta gāzu emisijas, samazināt atkritumu apjomu un poligonos apglabājamo atkritumu apjomu, samazināt piesārņojuma emisijas vidē un aizsargāt un atjaunot ekosistēma [42, 43, 44, 45]. Lai veicinātu darbaspēka, kā arī izglītības un apmācības sistēmu pielāgošanos, nepieciešama mērķtiecīga valsts iestāžu rīcība, lai atbalstītu pāreju uz efektīvu izglītības un apmācības sistēmu reaģēšanu uz jaunām prasmju un kvalifikācijas prasībām. Tas prasa kvalifikāciju un atbilstošu izglītības un apmācības programmu pārskatīšanu un atjaunināšanu [42, 46].

2. PĒTNIECĪBAS METODES

Pētniecības darba gaitā tika izmantotas dažādas pētniecības metodes un promocijas darba autores profesionālās darbības ietvaros gūtā pieredze ar atkritumu apsaimniekošanu un pāreju uz aprites ekonomiku saistītās jomās. Promocijas darbā tiek piedāvāta metodoloģiska pieeja, kas savstarpēji sasaista valsts politikas rādītājus un nozaru modeļus, lai radītu efektīvākus lēmumu pieņemšanas mehānismus.

2.1. Pētniecības metodes prioritāro tehnoloģiju izvēlei atkritumu apsaimniekošanā atsevišķām atkritumu plūsmām Latvijā

Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metode (*TOPSIS*)

Lai varētu izvēlēties optimālāk tehnoloģiju un metodi atkritumu izmantošanai enerģijas ieguvei, tika izmantota alternatīvu vērtēšana pēc kvalitatīviem un kvantitatīviem kritērijiem. Abos gadījumos tiek vērtēti tehnoloģiskie risinājumi un izmantota daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metode (*TOPSIS*). *TOPSIS* galvenā priekšrocība ir iespēja izvēlēties neierobežotu skaitu kritēriju un alternatīvu [49, 50,51], kā arī *TOPSIS* rezultāti ērtā un viegli saprotamā veidā ļauj salīdzināt alternatīvas.

Izmantojot *TOPSIS* analīzes metodi, tiek izveidota lēmumu pieņemšanas matrica D , kas sastāv no kritērijiem un alternatīvām, kā redzams 2.1. formulā:

$$D = \begin{matrix} & C_1 & \cdots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix} & & \end{matrix} \quad (2.1.)$$

kur:

$A_1 \dots A_m$ – salīdzināmās alternatīvas;

$C_1 \dots C_n$ – kritēriji, pēc kuriem tiek veikta salīdzināšana;

x_{ij} – alternatīvas i (i ir alternatīva 1 līdz m) sniegums/vērtība pēc kritērija j (j no 1 līdz n).

Atkritumu kā energomateriālu novērtēšanas gadījumā, piemērojot *TOPSIS* metodi, izvēlētas piecas alternatīvas – atkritumi kā energoresurss, kas tika vērtēts, ņemot vērā četrus kritērijus: tehnoloģisko, ekonomisko, sociālo, kā arī vides un klimata aspektu.

Katram kritērijam tiek noteikts tā individuālais svars w_i (2.2. formula).

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2.2.)$$

Kritēriju svāri tika noteikti, balstoties ekspertu viedoklī. Kad sastādīta lēmumu pieņemšanas matrica, tiek veikta vērtību normalizācija un sastādīta normalizētā lēmumu pieņemšanas matrica (2.3. formula).

$$D_{\text{norm}} = \begin{matrix} A_1 & C_1 & \cdots & C_n \\ \vdots & r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{matrix} \quad (2.3.)$$

kur r_{ij} – alternatīvas i normalizētais vērtējums pēc kritērija j .

Normalizēto vērtējumu aprēķina, izmantojot 2.4. formulu.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2.4.)$$

Nākamajā solī normalizētās vērtības tiek reizinātas ar atbilstošā kritērija i svaru w_i , iegūstot normalizēto svērtu vērtību p_{ij} , kā redzams 2.5. vienādojumā.

$$p_{ij} = w_i \cdot r_{ij} \quad (2.5.)$$

Normalizētā svērtā lēmumu pieņemšanas matrica D_{sv} ir pamats turpmākajai *TOPSIS* analīzei (2.6. formula).

$$D_{sv} = \begin{matrix} A_1 & C_1 & \cdots & C_n \\ \vdots & p_{11} & \cdots & p_{1n} \\ & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & p_{m1} & \cdots & p_{mn} \end{matrix} \quad (2.6.)$$

Tālāk tiek noteikts katras alternatīvas attālums no pozitīvā ideālā risinājuma un negatīvā ideālā risinājuma. Rezultātā tiek iegūta vērtība, kas parāda alternatīvas tuvumu ideālajam pozitīvajam risinājumam un attālumu no ideālā negatīvā risinājuma.

Daudzkritēriju analīzes metode tika izmantota arī, novērtējot papīra atkritumu pārstrādes tehnoloģijas un metodes. Šajā gadījumā tā balstīta pakāpeniskuma principā un ietver piecus soļus – kritēriju atlasī, datu ievadī, metodes lietojumu, rezultāta ieguvu un analīzi (2.1. att.).



2.1. att. Metodiskā pieeja soli pa solim.

Kritēriji ir izveidoti tā, lai tos varētu salīdzināt, izmantojot specifisko rādītāju – uz tonnu atkritumu.

Daudzkritēriju analīze *TOPSIS* tika izmantota arī zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu un sabiedrības aktivitāšu lomu un vietu aprītes ekonomikas, tajā skaitā atkritumu apsaimniekošanas sistēmas, attīstībā lomas novērtēšanai.

***NT ENVIR 001* informācijas ieguves metode**

Lai izvērtētu, kura no alternatīvām ir izdevīgākā un neizdevīgākā, kāds pārstrādes tehnoloģiskais risinājums ir ilgtspējīgāks, būtisks aspekts ir arī izejvielu (atbilstoši sagatavotu atkritumu) plūsma, apjoms un pieejamība. Lai iegūtu detalizētu informāciju par nešķirotu sadzīves atkritumu sastāvu Latvijas pilsētās, nodrošinātu plašu ģeogrāfisko pārklājumu un dotu iespēju apkopotos datus turpmāk izmantot to aspektu izvērtēšanai, kas ietekmē nešķirotu sadzīves atkritumu sastāvu un kas ļautu piemērot eksperimentālo metožu analīzi, piemērota fiziskās šķirošanas metode “*Nordest*” *NT ENVIR 001* [52], izstrādātais metodoloģiskais līdzeklis cieto atkritumu analīzes datu precizitātes un salīdzināmības uzlabošanai (*SWA* — rīks) [53], *CEN* standarti un tehniskie ieteikumi [54]. *NT ENVIR 001* [52] metode ir izstrādāta, lai nodrošinātu vienotu pieeju atkritumu sastāva analīzei, un tā galvenokārt ir paredzēta Ziemeļeiropas valstīm. Analizējot šīs metodes izmantošanas iespējas Latvijā, secināts, ka nav ierobežojumu ne metodiskajiem, ne materiāli tehniskajiem risinājumiem, kā rezultātā metodi var atzīt par atbilstošu Latvijas apstākļiem. Lai iegūtu plašākus datus par nešķirotu sadzīves atkritumu plūsmām valstī, pētījumam tika izvēlētas 32 pilsētas dažādos Latvijas reģionos, pamatojoties uz iedzīvotāju skaitu un teritoriju administratīvo sadalījumu. Šķirojamo atkritumu frakciju klasifikācija tika noteikta atbilstoši *NT ENVIR 001* metodikai [52] un standartam *LVS EN 15440: 2011* “Cietais reģenerētais kurināmais – Biomases satura noteikšanas metodes” [55].

Datu sagatavošana un sākotnējā analīze tika veikta, izmantojot *MS Excel* programmatūru, tālākai statistikas datu analīzei par atkritumu sastāvu un sociāli ekonomisko faktoru savstarpējo saistību analīzi izmantota *MS Excel* un *Statgraf* programmatūra.

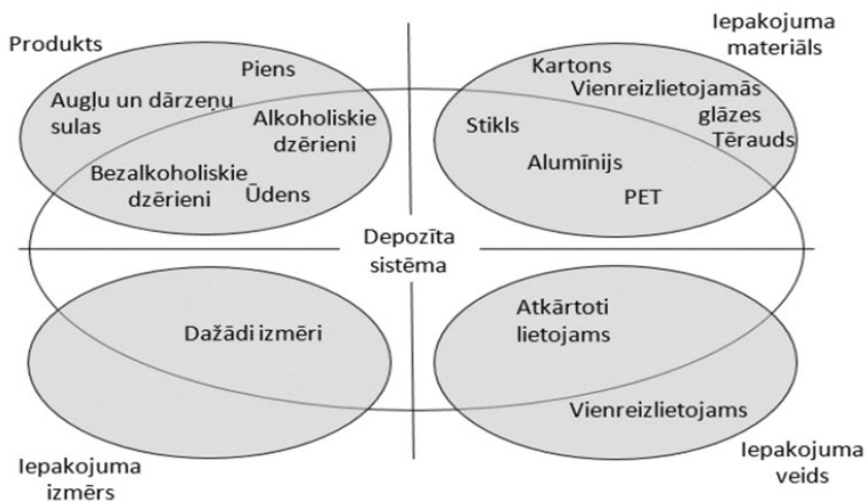
2.2. Pētniecības metodes saistībā ar atkritumu apsaimniekošanas un aprites ekonomikas mērķu īstenošanu

Šajā nodaļā apskatīta dažādu pētniecības metožu lietošana alternatīvu izvēlei un lēmumu pieņemšanai par atkritumu apsaimniekošanas ekonomiskajiem un sociālajiem aspektiem.

Statistiskā analīze, izmaksu un ieguvumu analīze un matemātiskā modelēšana

Pētījuma gaitā analizēta depoziņa sistēmas piemērošana Eiropas Savienības līmenī, nosakot tās ilgtspējīgu attīstību nākotnē un veikts depoziņa sistēmas ekonomiskais novērtējums, ieviešot to Latvijā. Depoziņa sistēmas analīzes un ekonomiskā novērtējuma veikšanas procesā izmantota statistiskā analīze, zinātniskā analīze, kontentanalīze (tekstuālu datu analīzes metode), izmaksu un ieguvumu analīze un matemātiskā modelēšana.

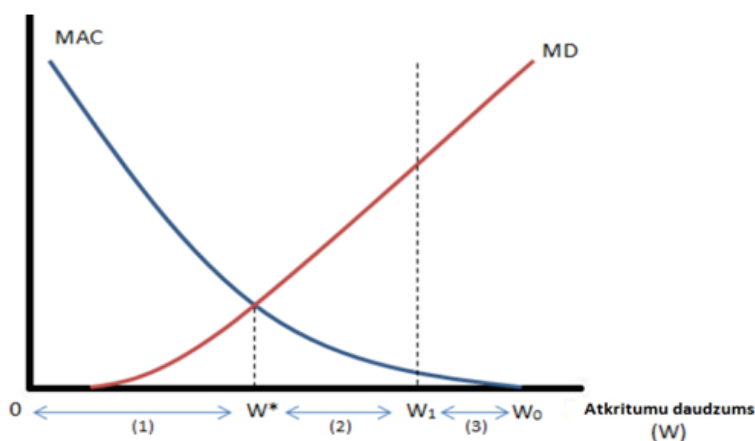
Venna diagrammā jeb kopu diagrammā, kas attēlo visas iespējamās loģiskās attiecības starp galīga skaita kopām, ir attēlots produktu un iepakojumu klāsts, kas attiecas uz depoziņa sistēmu (2.2. att.).



2.2. att. Produktu un iepakojumu veidi depoziņa sistēmā.

Depoziņa sistēmā tiek iekļauti tādi produkti kā ūdens, bezalkoholiskie dzērieni un alkoholiskie dzērieni ar alkohola saturu līdz 10 grādiem (alus, sidrs, kokteiļi u. tml.).

Optimālais atkritumu daudzums ir grafiski attēlots 2.3. attēlā.

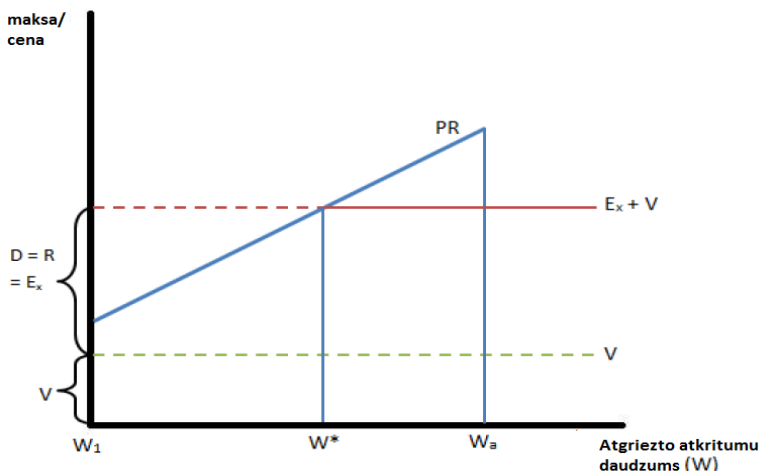


- (1) Radītie atkritumi.
- (2) Atkritumi, kas jānovirza no apglabāšanas uz pārstrādi vai atkārtotu lietošanu, izmantojot depozīta sistēmu.
- (3) Faktiskā atkritumu pārstrāde un apglabājamā apjoma samazināšana.

2.3. att. Atkritumu daudzums un optimālā apsaimniekošana [29].

Robežizmaksu samazinājuma līkne (*MAC – marginal abatements costs*) ietver papildu atkritumu vienības attīrīšanas izmaksas, marginālā kaitējuma līkne (*MD – marginal damage*) ietver papildu atkritumu vienības radītos bojājumus (eiro izteiksmē) sabiedrības labklājībai. Optimālais atkritumu līmenis (W^*) atrodas *MAC* un *MD* krustpunktā. Pa kreisi no šī punkta atkritumu samazināšanās izmaksas ir augstākas nekā kaitējuma priekšrocības ($MAC > MD$), kas nozīmētu labklājības samazināšanos sabiedrībai. Pa labi no šī punkta ir attēloti ieguvumi no izlietotā iepakojuma atgriešanas. Ieguvums no samazināto atkritumu daudzuma ir lielāks par izmaksām ($MAC < MD$), kas liek secināt, ka sabiedrībai ir izdevīgi samazināt atkritumu apjomu.

Ja pieņem, ka ekonomikā atkritumu daudzums ir vienāds ar W_1 , tad atkritumi tiek pārstrādāti un samazināti līdz $W_0 - W_1$ un ir skaidrs, ka $W_1 - W^*$ ir atkritumu līmenis, ko ir iespējams samazināt, ieviešot depozīta sistēmu. Ieviešot depozīta sistēmu, svarīgi novērtēt, kādas priekšrocības sistēma spēs sniegt un vai tās būs pārākas par trūkumiem. Patērētāju vēlmi atgriezt izlietoto iepakojumu un robežizmaksas, kas rodas patērētājiem, atdodot izlietoto iepakojumu, redzamas 2.4. attēlā.



2.4. att. Depozīta sistēmas shēma.

PR līkne izriet no W_1 , kas ir piesārņojuma līmenis – maksimālais atkritumu daudzums, ko sabiedrība nav pārstrādājusi.

Pieņemot, ka ražotājs maksimizē peļņu, ir redzams, ka ražotājs vēlas izmantot atgriezto iepakojumu atkārtotai izmantošanai, lai samazinātu ražošanas izmaksas. Tas ir iemesls, kāpēc ražotājs vēlētos, lai tiktu ieviesta depozīta sistēma, taču, lai depozīta sistēma būtu rentabla ražotājam, viņš piedāvā kompensāciju, kas ir mazāka par atgrieztā iepakojuma atkārtotu izmantošanu ($R < V$).

Izmaksu un ieguvumu analīzes mērķis ir novērtēt, kāds būs depozīta sistēmas ieviešanas ieguldījums sabiedrības labklājībā [56, 57]. Lai novērtētu depozīta sistēmas ieguvumus un zaudējumus, aprēķinos tiek izmantots rādītājs NPV – neto tagadnes vērtība. Neto tagadnes vērtību aprēķina pēc 2.7. formulas [58].

$$NPV(t) = \sum_{i=t}^T \frac{CF(i)}{(1+r)^i} - ICO, \quad (2.7.)$$

kur:

CF – naudas plūsma;

i – laika periods;

r – diskonta likme;

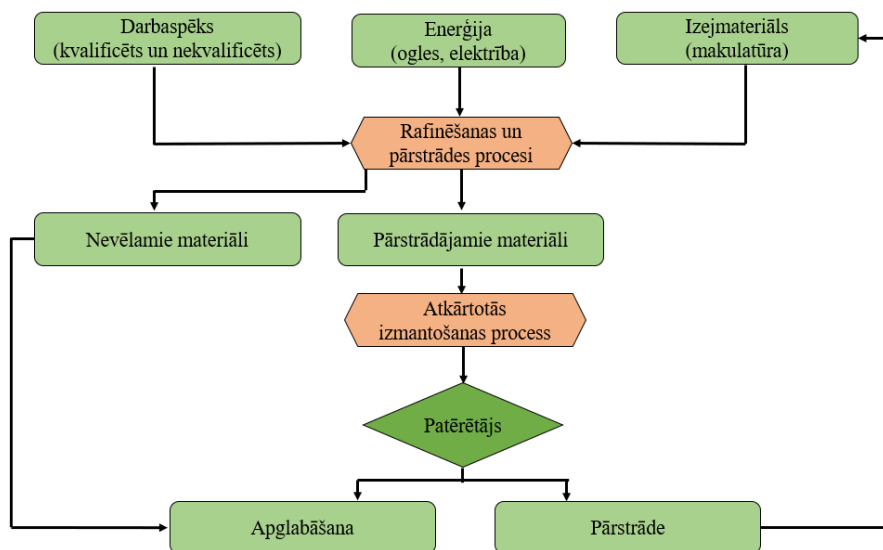
ICO – sākotnējā investīciju vērtība.

Papildu izmaksu un ieguvumu analīzei tika veikta arī jutīguma analīze un daudzkritēriju analīze, kā arī attiecīgo alternatīvu analīze, lai gūtu papildu pārlicību par iegūtajiem rezultātiem. Lai izmaksu un ieguvumu analīze būtu precīzāka, svarīgi ir veikt ne tikai jutīguma analīzi, bet arī dzērienu iepakojuma statistisko analīzi. Kopējā iepakojuma

apsaimniekošanas izmaksu aprēķinā tika ņemtas vērā ražotāju atbildības sistēmu (RAS) vidējās iepakojuma apsaimniekošanas maksas. Pētījumā netika paredzētas būtiskas izmaiņas makroekonomiskajos rādītājos (iedzīvotāju skaits, pirktspēja, IKP u. c.).

Papīra pārstrādes ekonomiskais vērtējums

Izmaksu modelēšanas pieeja, ko izmanto ražotās preces vai pakalpojuma nākotnes izmaksu prognozēšanai vai novērtēšanai, pamatojoties uz konkrētajā brīdī pieejamiem faktiem un skaitļiem (2.5. att.). Ņemot vērā izmaksu vienādojumu praktisko lietojumu, var novērot, ka pasaulē ražošanas faktori katru dienu mainās, tādēļ ir nepārtraukti jāmaina ievades dati jeb parametri.



2.5. att. Papīra atkritumu pārstrādes un pārstrādes izmaksu novērtēšanas shēma.

Sekundārā datu analīze un strukturētas intervijas primāro datu ieguvei

Izvērtējot tekstilrūpniecības izaicinājumus, pārejot uz aprites ekonomiku, tika izmantota sekundārā datu analīze un strukturētas intervijas primāro datu ieguvei, to pamatā ir kritisko datu analīze un salīdzinošā analīze. Sekundārā datu analīze ir datu analīzes pieeja, kurā tika analizēti jau esoši dati. Primāro datu ieguvei tika izmantotas intervijas, to laikā tika iztaujājot uzņēmumus, izmantojot precīzi formulētus jautājumus un piedāvājot arī fiksētu atbilžu diapazonu. Analīzes centrā ir jēgpilnu modeļu vai tēmu definēšana, izpēte, salīdzināšana, pretstatīšana un interpretācija. Pētījumā tika analizēti uzņēmumi, kas nodarbojas ar apģērbu vai tekstilizstrādājumu ražošanu Latvijā. Kopumā no 176 uzņēmumiem tikai četri uzņēmumi aktīvi strādā, pilnībā ievērojot aprites ekonomikas principus (“OWA”, SIA “Mans

Peldkostīms” “Zīle”, “Print Art”). Tika vērtēta šo uzņēmumu pieceja un darbība, un tie tika iesaistīti strukturētajās intervijās.

Kritiskā analīze, gadījumu izpēte, sintēzes un salīdzinošā analīze

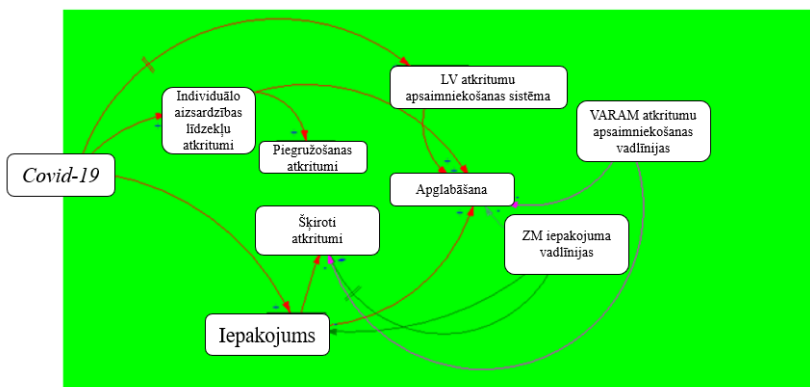
Izstrādājot promocijas darbu, tika analizētas esošās aprites ekonomikas stratēģijas Eiropas Savienībā, lai noteiktu galvenās prioritārās jomas un mērķus. Ar kritiskās analīzes, gadījumu izpētes, sintēzes un salīdzinošās analīzes palīdzību tika apkopoti, novērtēti un analizēti vairāki Latvijas aprites ekonomikas uzņēmumu piemēri. Gadījumu izpēte ir daļa no kvalitatīvā pētījuma – tas ir, pētījums ir vērsts uz fenomenu padziļinātu izpēti, nevis tiek izmantota statistiku, lai izdarītu vispārīgus secinājumus. Jāatzīmē, ka trīs Baltijas valstīs novērtēšanas brīdī nebija izstrādātas aprites ekonomikas stratēģijas.

Ekonomiskais novērtējums, sekundāro datu analīze

Ekonomiskais novērtējums un sekundāro datu analīze tika izmantota, analizējot aprites ekonomikas biznesa modeļu lietošanu Latvijas ekonomikā. Novērtējums aprobežojās ar aprites ekonomikas piemēru analīzi Latvijā, ņemot vērā šāda zinātniska fona trūkumu Latvijā. Pētniecības mērķis bija izstrādāt lēmumu pieņemšanas matricu, kas piedāvātu atbilstošu biznesa modeļa struktūru lēmumu pieņēmējiem un politikas veidotājiem. Ekonomiskās analīzes pamatā ir princips, ka projekta ieguldījumi ir jāvērtē pēc to alternatīvajām izmaksām, savukārt rezultāti – pēc patērētāju gatavības maksāt.

Ietekmju modelēšana

Analizējot aprites ekonomikas biznesa modeļu lietošanu Latvijas ekonomikā un *Covid-19* ietekmi uz pasaules ekonomiku, kā arī aplūkojot situāciju Latvijā, tika analizēta atsevišķu politikas instrumentu sistēmu dinamika, to ietekme uz kopējo atkritumu apsaimniekošanas sistēmu valstī un pāreju uz aprites ekonomiku. Lietojot ietekmju modelēšanu, tika izveidots pārskats par pandēmijas negatīvajām un pozitīvajām sekām, izmantojot saprātīgu un ilgtspējīgu riska novērtējumu, un ir sagatavots ieteikumu kopums politikas veidotājiem, lai stimulētu aprites ekonomikas ieviešanu un varētu radīt noturīgāku, ilgtspējīgāku un zemu oglekļa emisiju ekonomiku (2.6. att.).



2.6. att. *Covid-19* un Latvijas atkritumu apsaimniekošanas sistēmas ietekmju novērtējums.

2.6. attēlā redzama *Covid-19* ietekme uz Latvijas atkritumu apsaimniekošanas sistēmu.

2.3. Pētniecības metodes saistībā ar zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu un sabiedrības zaļo aktivitāšu lomu un vietu atkritumu apsaimniekošanā

Promocijas darba gaitā tika vērtēta zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu (ZDV) un sabiedrības zaļo aktivitāšu loma un vieta atkritumu apsaimniekošanā un pārejā uz aprites ekonomikas modeli, ievērojot atkritumu apsaimniekošanas hierarhiju un akcentējot atkritumu apjoma samazināšanu un rašanās novēršanu, atkritumu pārstrādi un enerģijas ražošanu no atkritumiem, kur visefektīvākos rezultātus var sasniegt, ieviešot dalīto atkritumu savākšanu. Darbā gaitā aptaujas veikšanas nolūkā tika sagatavota anketa par zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu un sabiedrības zaļo aktivitāšu lomu un vietu atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstībā, īpaši sekmējot atkritumu samazināšanu un novēršanu un attīstot atkritumu dalīto vākšanu. Sagatavota tika arī anketa par biedrību, nodibinājumu un nevalstisko organizāciju lomu un ieguldījumu atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstībā, tajā skaitā atkritumu apjoma samazināšanā, novēršanā un dalītajā vākšanā. Anketēšanas gaitā 20 vides eksperti un 25 studenti tika aicināti ranžēt konkrētas organizācijas atkarībā no lomas un ieguldījuma atkritumu apsaimniekošanā, kā arī pamatot ranžējumu.

Tālākai zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu un sabiedrības aktivitāšu lomu un vietu aprites ekonomikas, tajā skaitā atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstībā lomas novērtēšanai, tika izmantota jau iepriekš aprakstītā daudzkritēriju analīze *TOPSIS*.

3. REZULTĀTI UN ANALĪZE

3.1. Papīra atkritumu pārstrādes tehnoloģijas un metodes novērtēšana

Analīzei tika atlasītas un savstarpēji salīdzinātas četras produktu grupas, kuru pamatā ir dažādas ražošanas metodes: celulozes nanokristāli (*CNC*) un celulozes nanošķiedras (*CNF*), olu iepakojums, atkārtoti lietojams papīrs un kartons. Rādītāju pamatā bija investīcijas, elektrības un ūdens patēriņš, kas ir nepieciešams papīra atkritumu pārstrādei, kā arī dati par to, cik daudz CO₂ emisiju rodas ražošanas procesā. Rādītāji tika izvēlēti pēc svarīguma, ietekmes uz vidi un galvenajiem izejmateriāliem procesu nodrošināšanai. Aplūkojot iegūtos daudzkritēriju analīzes rezultātus, redzams, ka visaugstākos rādītājus pēc aprēķiniem sniedz atkārtoti lietojams papīrs. Otrā ir *CNC* un *CNF* ražošana jeb celulozes nanošķiedru un celulozes nanokristālu ražošana, savukārt sliktākos rezultātus uzrāda kartona un olu iepakojuma ražošana.

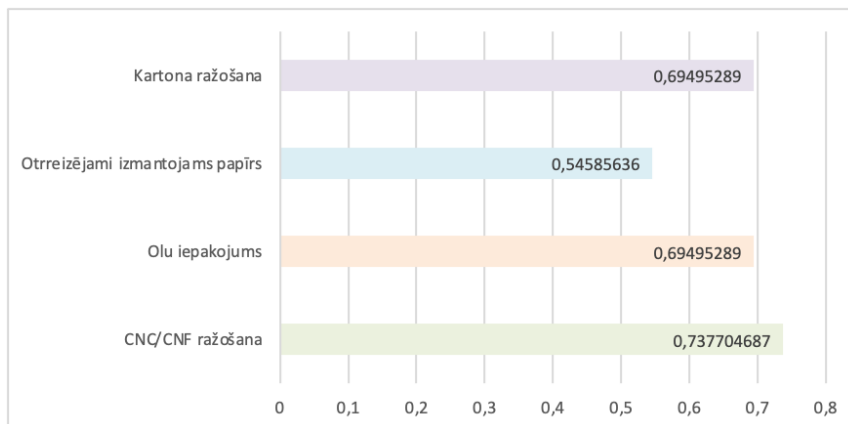
Lai būtu vienkāršāk izprast un novērtēt, kura produkta ražošanai būtu jādod priekšroka, iegūtie skaitļi tika pārvērsti kvalitatīvā vērtējuma vienībās. Iegūtie dati tika ievietoti matricā un pārvērsti skaitļos no 1 līdz 5, kur 1 – zemākais vērtējums, 5 – augstākais (3.1. tabula).

3.1. tabula.

Informācijas apkopojums pārvērstos skaitļos

Tehnoloģiskais paņēmieni. Papīra pārstrādes produkti	Nepieciešamās investīcijas	Enerģijas patēriņš	Ūdens patēriņš	Klimata ietekme
<i>CNC / CNF</i> ražošana (ražo no pārstrādes dūņām)	5	2	5	2
Olu iepakojums	3	5	3	4
Otrreizēji izmantojams papīrs	2	2	3	3
Kartona ražošana	3	5	3	4

Daudzkritēriju analīzes rezultāti apkopoti 3.1. attēlā. Rezultāti liecināja, ka celulozes nanošķiedru un celulozes nanokristālu ražošanai ir priekšrocības, salīdzinot ar olu iepakojuma un kartona ražošanu, savukārt otrreizēji izmantojama papīra ražošana šajā četru produktu kopā ieņem pēdējo vietu, jo nenoliedzami ir saistīta ar lielām investīcijām un uzturēšanas izmaksām.



3.1. att. Daudzkritēriju analīzes rezultāti attēloti diagrammā.

3.2. Atkritumu kā energomateriālu novērtēšana

Ievērojot to, ka ir dažādi veidi un metodes, kā atkritumus var izmantot kā energoresursus, svarīgi saprast, kuriem atkritumu sagatavošanas un izmantošanas veidiem ir būtiskākā loma atkritumu pārvēršanā par energoresursu. Pētījuma gaitā tika analizēts atkritumu kā potenciālo energoresursu lietojums, iegūstot enerģiju no atkritumiem, tos sadedzinot apkures sistēmās un cementa ražošanas procesā, ražojot degvielu no riepām, iegūstot biogāzi no bioloģiskajiem atkritumiem un enerģijas ieguvei izmantojot poligonu gāzi. Atkritumu kā potenciālo energoresursu sadalījums redzams 3.2. attēlā.

Lietotas riepās	RDF	organiskie atkritumi	poligonu gāze
<ul style="list-style-type: none"> •modernas degvielas ražošana 	<ul style="list-style-type: none"> •cementa ražošanai •siltumenerģijas ražošanai 	<ul style="list-style-type: none"> •biogāzes ražošanai 	<ul style="list-style-type: none"> •siltumenerģijas ražošanai •elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanai

3.2. att. Atkritumu kā potenciālo energoresursu sadalījums.

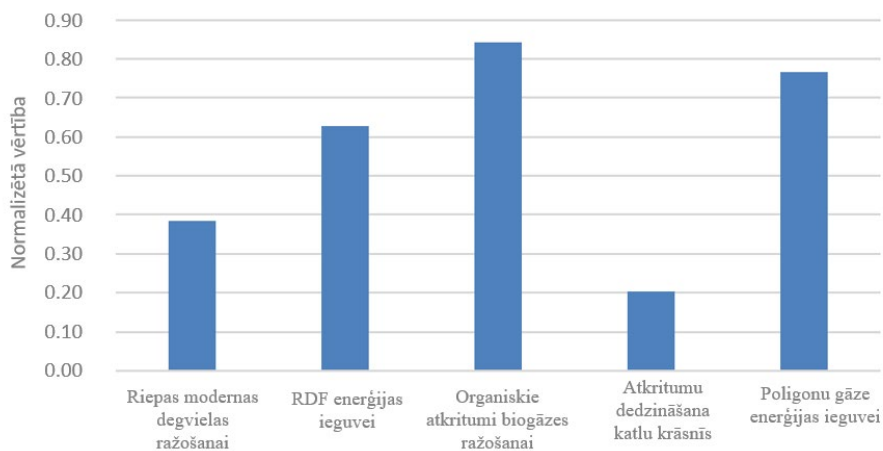
Izmantojot *TOPSIS* analīzes metodi, tika izveidota lēmumu pieņemšanas matrica D, kas sastāv no kritērijiem un alternatīvām, kā aprakstīts 2.1. apakšnodaļā.

Šajā gadījumā tika izvēlētas piecas alternatīvas – atkritumi kā energoresurss, kas tika vērtētas, ņemot vērā četrus kritērijus: tehnoloģisko, ekonomisko, sociālo, kā arī vides un klimata aspektu (3.2. tab.).

3.2. tabula
Lēmumu pieņemšanas matrica un atkritumu iespējamais lietojums enerģētiskā vērtējums (no 1 – zemākais līdz 5 – augstākais)

N. p. k.	Atkritumi – resurss	Aspekti			
		Tehnoloģiskais	Ekonomiskais	Sociālais	Vides un klimata
1.	Riepas modernas degvielas ražošanai	4	3	4	4
2.	RDF enerģijas ražošanai	5	4	3	4
3.	Organiskie atkritumu biogāzes ražošanai	5	4	4	4
4.	Atkritumu dedzināšana katla kurtuvē	2	3	4	3
5.	Poligonu gāze enerģijas ražošanai	3	4	3	3

Rezultātā tika iegūta vērtība, kas parāda alternatīvas tuvumu ideālajam pozitīvajam risinājumam un attālumu no ideālā negatīvā risinājuma. Enerģijas ieguves no atkritumiem metožu ranžēšanas rezultāti, izmantojot *TOPSIS* metodi, redzami 3.3. attēlā.



3.3. att. Enerģijas ieguves no atkritumiem metožu ranžēšanas rezultāti, izmantojot *TOPSIS*.

Rezultāti uzskatāmi parāda, ka no izvēlētajām alternatīvām visoptimālākā ir bioloģiski noārdāmo (organisko) atkritumu izmantošana biogāzes ražošanai. Tas paver iespējas iegūt arī

biodegvielu transportam. Vienlaikus biogāzes ražošana jāskata kopsakarā ar komposta ieguves procesu, lai resursi tiktu izmantoti maksimāli efektīvi un ar lielāku pievienoto vērtību. Izmantojot bioloģiski noārdāmos atkritumus biogāzes ražošanai, tiek samazināts atkritumu apjoms, kas tiek apglabāts atkritumu poligonos. Pie esošajiem kritēriju svāriem poligonu gāzes izmantošana enerģijas ražošanai ierindojas otrajā vietā. Enerģijas ieguves apjomi, izmantojot poligonu gāzi, korelē ar biogāzes ražošanu no organiskajiem atkritumiem. Jo lielāka daļa organisko atkritumu tiks izmantoti biogāzes ieguvei, jo mazāk šādu atkritumu nonāks apglabāšanai atkritumu poligonā, un tā rezultātā samazināsies poligonu gāzes, kuras savākšana ir noteikta kā obligāts pasākums atkritumu poligonu apsaimniekotājiem, ieguves apjomi. Intensīvāk izmantojot organiskos atkritumus otrreizējai pārstrādei un enerģijas ražošanai, iespējams būtiski samazināt poligona gāzu daudzumu, kas, ņemot vērā rezultātus, ir viena no nevēlamākajām šajā pētījumā novērtētajām enerģijas ieguves metodēm.

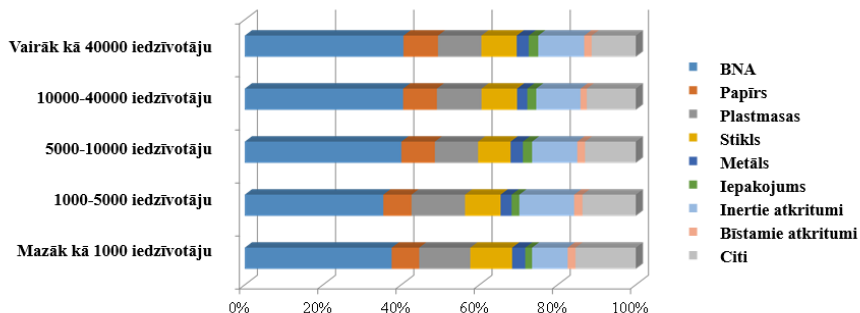
RDF izmantošana enerģijas ražošanai ierindojas trešajā vietā, savukārt rīpu izmantošana modernas degvielas ražošanai ir tuvāka negatīvākajam risinājumam nekā ideālajam pozitīvajam risinājumam. Faktiski tā ir viena no pēdējām izvēlēm starp apskatītajām enerģijas ieguves metodēm no atkritumiem jeb visneizdevīgākais risinājums atkritumu dedzināšana kurtuvē, kas rada vislielākos draudus apkārtējai videi un cilvēku veselībai. Veidojot infrastruktūru enerģijas reģenerācijai no atkritumiem, ir jāplāno dažādi materiāli degvielai, ko var izmantot konkrētajā iekārtā.

3.3. Nešķirotu sadzīves atkritumu sastāva noteikšana

Veicot nešķirotu sadzīves atkritumu sastāva noteikšanu, pētījuma gaitā tika savākti un pāršķiroti 160 nešķirotu sadzīves atkritumu paraugi – pieci paraugi katrā pētījumā iekļautajā pilsētā. Atkritumu sastāva noteikšanas rezultāti raksturo nešķirotu sadzīves atkritumu sastāvu atkritumu rašanās vietās. Apkopotie rezultāti liecina, ka lielāko īpatsvaru kopējā atkritumu plūsmā veido bioloģiski noārdāmie atkritumi (BNA), kas vidēji kopējā apjomā veido 29,17 %. Faktiskais BNA īpatsvars ir pat lielāks, jo atšķirotajā frakcijā “Smalksnes” BNA veido ~ 50 % no kopēja apjoma, tādējādi BNA summārais apjoms (neskaitot papīru, kartonu, koksni u. c. materiālus, kas ir bioloģiski noārdāmi, bet iekļauti citās kategorijās) ir līdzvērtīgs 38,77 % no kopējā sadzīves atkritumu apjoma. Pārstrādei derīgi materiāli: papīrs, kartons, plastmasa, stikls, metāls kopā veido 32,9 % no kopējā atkritumu apjoma. Tādējādi gandrīz 60 % atkritumu, kas šobrīd Latvijā ir pakļauti nešķirotu atkritumu apsaimniekošanas sistēmai, potenciāli varētu tikt nodalīti, nodrošinot augstāku reģenerēto materiālu kvalitāti.

Ekspērimētāli iegūtie dati par nešķirotu cieto sadzīves atkritumu izplatību Latvijas pilsētās tika izmantoti matemātiskā modeļa izstrādei. Šī modeļa mērķis ir izskaidrot nešķirotu sadzīves atkritumu (NSA; atkarīgo mainīgo) mainīgumu, pamatojoties uz izmērīto atkritumu frakciju sadalījumu.

Papildus eksperimentāli noteiktajiem atkritumu sastāviem statistikai tika iegūti dati par kopējo atkritumu rašanos un iedzīvotājiem Latvijas pilsētās (3.4. att.). Šos datus ir iespējams turpmāk izmantot daudzfaktoru analīzei, izstrādājot daudzkārtējas regresijas modeli.



3.4. att. Atkritumu sastāva rezultāti pa pilsētu grupām.

3.4. Depozīta sistēmas piemērošana iepakojumam

Pētījums parādīja, ka depozīta sistēmas ieviešana mājsaimniecībām nesīs ieguvumus – pirmajā gadā tie būs 1192 tūkst. eiro, savukārt 10. gadā tie pieaugs līdz 2003 tūkst. eiro, 10 gadu laikā veidojot kopējos ieguvumus 16095 tūkst. eiro. Ienākumi, ieviešot depozīta sistēmu, pieaugs, jo būs iespēja nodot vairāk iepakojuma (t. sk. dažādas stikla pudeles).

Pieņemot lēmumu par depozīta sistēmas ieviešanu Latvijā, rekomendējams lemt par kartona dzērienu iepakojuma pieņemšanu automātos, jo tehniski tas ir iespējams – tas ļautu apsaimniekot vairāk atkritumu. Līdz ar kartona dzērienu iepakojuma ieļaušanu depozīta sistēmā pieaugtu otrreizējās pārstrādes apjoms. Iekļaujot kartona dzērienu iepakojuma depozīta sistēmā, reģenerācijas apjoms pieaugtu par 9 %, veidojot 63 %. Ieviešot depozīta sistēmu (iekļaujot kartonu) otrreizējās pārstrādes apjoms gan parastajam iepakojumam, gan depozīta iepakojumam būtu par 21 086 tonnu jeb 16,7 % lielāks nekā kopējā iepakojuma otrreizējās pārstrādes apjoms bez depozīta sistēmas.

Var secināt, ka ar depozīta sistēmas ieviešanu pieaugs darbvietu skaits, tādējādi operatora ienākumi un izdevumi ir līdzsvarā. Pētījuma gaitā netika paredzētas būtiskas izmaiņas makroekonomiskajos rādītājos (iedzīvotāju skaits, pirktspēja, IKP u. c.).

Attīstoties tehnoloģijām, ir svarīgi regulāri analizēt un vērtēt gan jau sistēmā iekļautu iepakojumu materiālu pārstrādes (ne tikai reģenerācijas tehnoloģijas, metodes un iespējas), gan arī jaunu iepakojuma materiālu un dzērienu ieļaušanu depozīta sistēmā.

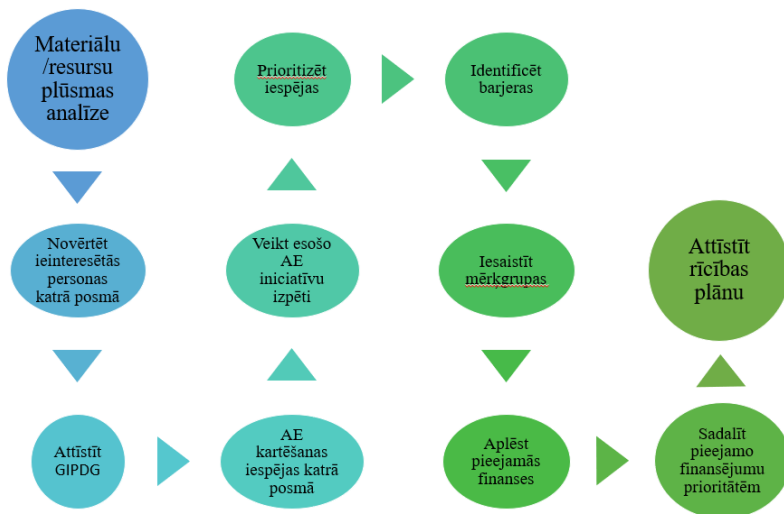
3.5. Lēmumu pieņemšanas process pārejai uz aprites ekonomiku

Dažādu biznesa modeļu izmantošana ļauj samazināt materiālu un resursu patēriņu ražošanai, kā arī pabeigt produktu dzīves ciklu, veicot turpmāku apstrādi un pārstrādi. To pamatā ir:

- 1) apļveida piegādes modeļi;
- 2) resursu reģenerācijas/atgūšanas modeļi koncentrējas uz atkritumu pārstrādi otrreizējos materiālos (vai sekundārajos materiālos izejvielas);
- 3) produktu kalpošanas laika pagarināšanas modeļi;
- 4) modeļu koplietošana;
- 5) produktu apkalpošanas sistēmu modeļi.

Analizējot produktu pakalpojumu veidus, tiek noteikti galvenie. Uz produktu orientēts biznesa modelis ir vērsts uz produktu pārdošanu. Var pievienot dažus papildu pakalpojumus, piemēram, apkopes pakalpojumus. Uz lietošanu orientētam produktam joprojām ir galvenā nozīme, tas pieder ražotājam (uzņēmumam) un tiek piedāvāts klientam. Savukārt, piemērojot modeļi, kas orientēti uz rezultātu, patērētājs un pakalpojumu sniedzējs vienojas par rezultātu šajā biznesa modelī.

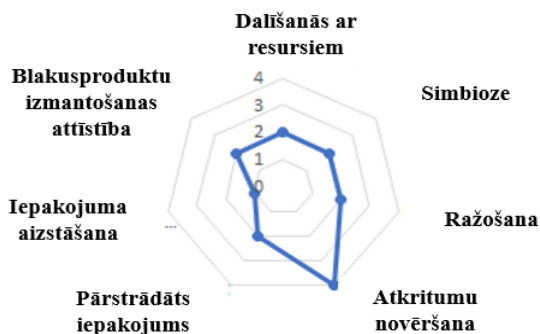
Nepieciešamie biznesa modeļi jāveido tā, lai varētu saglabāt un izmantot resursos ietvertu vērtību, ja resursu cilpas ir jāpalēnina un jāslēdz. Pētījuma gaitā izstrādāta matrica valsts aprites ekonomikas stratēģijas izstrādei – informācijas plūsmu lēmumu pieņemšanai process, lai novērtētu pāreju uz aprites ekonomiku un izvēlētos piemērotāko uzņēmējdarbības modeļi (3.5. att.).



3.5. att. Aprites ekonomikas rīcības plāna izstrādes matrica (GIPDG – galveno ieinteresēto personu darba grupa).

Piemērojot šo pieeju soli pa solim, politikas veidotāji varēs izstrādāt visaptverošāko rīcību plānu, kurā tiks izvērtētas un ņemtas vērā visas ekonomikas jomas, kas risina aprites ekonomika, tiks apzinātas jau esošās aprites ekonomikas iniciatīvas un noteiktas prioritātes katrā aprites ekonomikas posmā. Šajā gadījumā tas būtu industriālās simbiozes īstenošanas novērtējums.

Attiecībā uz aprites ekonomikas principu lietojumu **tekstilindustrijā** veiktas strukturētas intervijas ar uzņēmumu pārstāvjiem. Intervijās tika uzdoti astoņi atvērtā tipa jautājumi. Aptaujātie uzņēmumi ir atvērti aprites ekonomikai un jau aktīvi iesaista tās elementus savos uzņēmējdarbības modeļos. Turklāt viņi ir atvērti plašākai integrācijai, lai gan atsevišķi intervētie uzsvēra, ka trūkst zināšanu par atsevišķiem aprites ekonomikas elementiem un valsts atbalsta šajā ziņā (3.6. att).



3.6. att. Aprite ekonomikas principu lietojums biznesa modelī tekstilindustrijā.

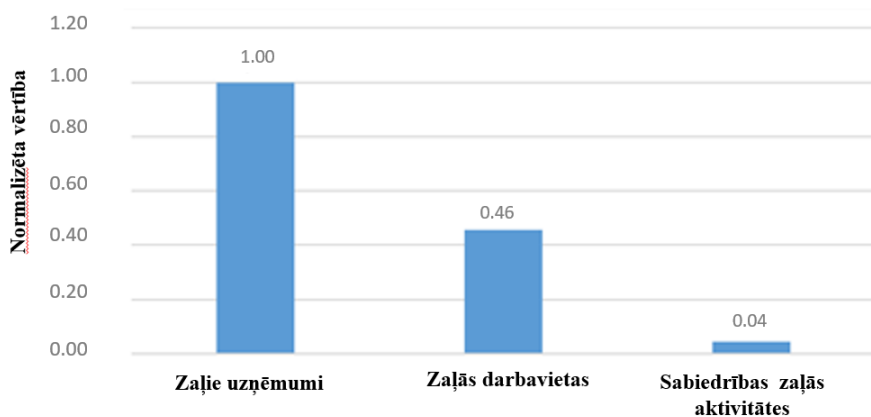
No veiktās literatūras izpētes, gadījumu izpētes analīzes un veiktajām intervijām izriet, ka, ja valsts vēlas veicināt sociālo uzņēmējdarbību, ir svarīgi saprast uzņēmuma statusa un atbalsta apstiprināšanas procesu un padarīt to pēc iespējas vienkāršotu. Tāpēc nepieciešams izstrādāt pārskatāmu un skaidru noteikumu kopumu, lai uzņēmums varētu pretendēt uz sociālā uzņēmuma statusu.

Aprites ekonomikas principus var praktizēt visos līmeņos, sākot no sejas masku dezinfekcijas līdz *SMART* reģionālo politiku un stratēģiju ieviešanai, kas maksimāli palielina resursu izmantošanu, samazina piesārņojumu un rada jaunas uzņēmējdarbības iespējas [59].

Ir nepieciešama gudra rūpniecības politika, kas veicina gan tirgus, gan valsts pārvaldes spēkus, iekšējo un ārējo mācīšanos. Ir grūti iedomāties, kā valsts var pāriet uz pilnīgi jaunām nozarēm, kurām nepieciešama jauna infrastruktūra, institūcijas un prasmes bez gudras rūpniecības politikas un valsts atbalsta [60].

3.6. Novērtējums par zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu un sabiedrības zaļo aktivitāšu lomu atkritumu apsaimniekošanā

Aptaujā iesaistītajiem respondentiem bija uzdevums novērtēt zaļos uzņēmumus, ZDV un sabiedrības zaļās aktivitātes, nosakot, kas katrai grupai ir būtiskākie ietekmējošie aspekti – izglītība, inovatīva domāšana, ekonomiskie aspekti, sociālie ieguvumi, vides un klimata aspekti un motivācija aprites ekonomikas mērķu sasniegšanai. Zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu un sabiedrības aktivitāšu lomu un vietu aprites ekonomikas, tajā skaitā atkritumu apsaimniekošanas sistēmas, attīstībā lomas novērtēšanai tika izmantota daudzkritēriju analīze *TOPSIS* [47].

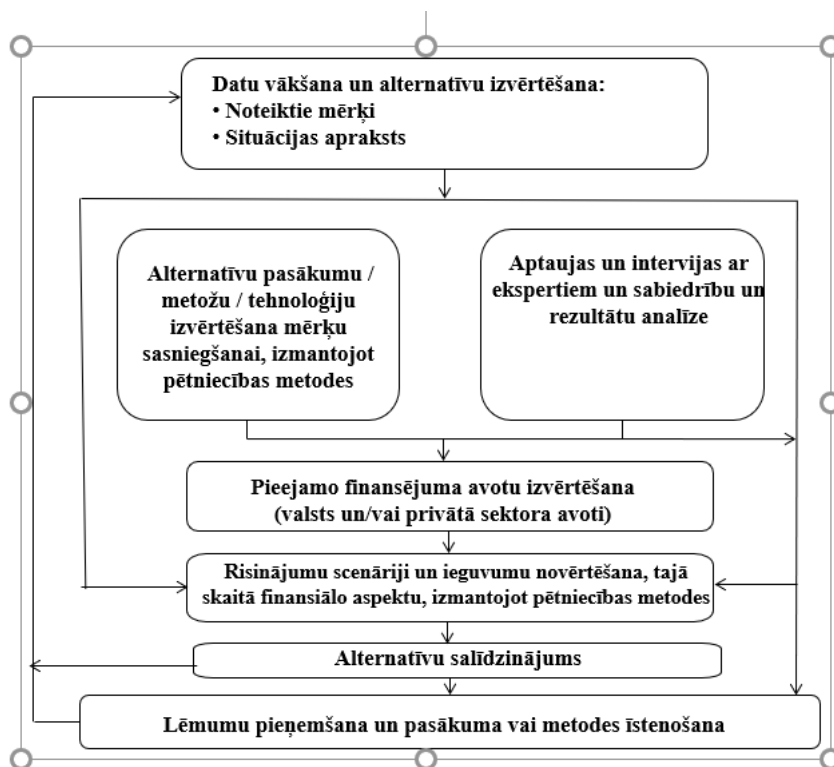


3.7. att. Zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu un sabiedrības zaļo aktivitāšu ranžēšanas rezultāti, izmantojot *TOPSIS* modeli.

Analīzes gaitā, veicot anketēšanu, aprēķinot vidējos rādītājus un lietojot daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metodi (*TOPSIS*), rezultāti (3.7. att.) uzskatāmi parāda, ka no izvēlētajām alternatīvām visefektīvāk rezultātus aprites ekonomikas modelī atkritumu dalītās vākšanas un pārstrādes jomā var sasniegt zaļo uzņēmumu ietvaros.

3.7. Rezultāti un analīze. Kopsavilkums

Pētījumā izmantotās metodes parāda, ka, lai izvēlētos tehnoloģijas vai pieņemtu lēmumus atkritumu apsaimniekošanas un aprites ekonomikas jomā, nepieciešams izmantot pētniecības metodes un tās ir jākombinē, jo ne visus aspektus iespējams izvērtēt ar vienu metodi. Zinātnisko pētniecības metožu izmantošana atkritumu apsaimniekošanas un aprites ekonomikas jomā padara izvēles un lēmumus pārdomātus, pamatotus un ilgtspējīgākus, ko pamato lēmumu pieņemšanas procesa shēma (3.8. att.).



3.8. att. Lēmumu pieņemšanas process.

Zinātnisko pētniecības metožu izmantošana alternatīvu risinājumu izvērtēšanā atkritumu apsaimniekošanas un aprites ekonomikas jomā var palīdzēt:

- 1) uzņēmējiem, izvēloties tehnoloģijas atkritumu apsaimniekošanā;

- 2) plānotājiem un politikas veidotājiem veikt esošās aprites ekonomikas stratēģijas efektivitātes novērtējumu, izvērtēt tautsaimniecības nozares, lai izstrādātu īstermiņa un ilgtermiņa rīcības plānus, nodrošinātu praktiskus risinājumus un veidotu pieeju, lai varētu maksimāli efektīvi reaģēt uz krīzes situācijām un veidot krīzes situāciju stratēģijas;
- 3) finanšu devējiem, lai izvērtētu pieteikto un atbalstāmo projektu atbilstību virzībai uz aprites ekonomikas modeli un prioritātes.

Pētniecības datu radīšanā un pārvaldībā svarīgi ir izmantot vadlīnijas iesaistītajām pusēm, kas definētas, lai veicinātu maksimālu pētniecības datu izmantošanu, respektīvi, *FAIR* dati ir atrodami, pieejami, savietojami un atkalizmantojami. *FAIR* pieeja attiecināma ne tikai uz datu radīšanu un izmantošanu, bet arī uz pētniecības metodēm, īpaši uzsverot datu un metožu atkalizmantojamību. Darba izstrādē izmantotās metodes ne tikai izmantojamas citu atkritumu plūsmu apsaimniekošanas metožu un tehnoloģiju izvēlei, pasākumu izvēlei un politikas veidošanai atkritumu apsaimniekošanas un aprites ekonomikas jomā, bet pat vēlams tās izmantot, lai īstenotu jēgpilnus pasākumus, kas balstīti salīdzināmos rādītājos, indikatoru un datu, metožu un pasākumu pēctecībā (3.9. att.).



3.9. att. Zinātnisko pētījumu un pētniecības metožu izmantošana datu radīšanā un pārvaldībā.

Papīra atkritumi ir laba izejviela dažādu produktu ražošanai. Papīra pārstrādes tehnoloģijas ir dažādas, un aprites ekonomikas attīstības dēļ palielinās iespējas jauniem, inovatīviem produktiem. Daudzkritēriju analīzes rezultāti parādīja, ka celulozes nanošķiedru un celulozes nanokristālu ražošanai ir priekšrocības, salīdzinot ar olu iepakojumu un kartona ražošanu, bet atkārtoti lietojama papīra ražošana ir ekonomiski izdevīga. Celulozes nanošķiedru un nanopapīra ražošanai ir potenciāls nākotnes papīra pārstrādes tirgū, jo to var ražot no papīrfabrikas dūņām, kas rodas papīra pārstrādes procesā.

Ieviešot depoziņa sistēmu, dzērienu iepakojuma reģenerācijas apjoms palielinātos par 3 %, savukārt otrreizējās pārstrādes apjoms pieaugtu par 5,4 %. Iekļaujot kartona iepakojumu depoziņa sistēmā, reģenerācijas apjoms savukārt pieaugtu par 9 %, otrreizējās pārstrādes apjoms – par 16,7 %. Ņemot vērā jaunus ES mērķus attiecībā uz atkritumu apglabāšanu un pārstrādi, tajā skaitā iepakojuma pārstrādi, tuvākā laikā būtiski pieaugs atkritumu apsaimniekošanas izmaksas, kas varētu būtiski mainīt minētās izmaksas un būt būtisks pamats depoziņa sistēmas ieviešanai. Palielinot depoziņa likmi dzērienu iepakojumam no 0,10 eiro uz 0,13 eiro, depoziņa sistēmas ieviešana 10 gadu laikā radītu ieguvumus 82 tūkst. eiro apmērā, kā arī motivētu patērētāju atgriezt izlietojo iepakojumu.

Tekstilizstrādājumu atkritumi ir jauna atkritumu frakcija, kurai ir noteikti īpaši mērķi ES direktīvā par atkritumiem. Šī ir specifiska atkritumu plūsma ar daudzveidīgām apsaimniekošanas iespējām, tajā skaitā šeit ir vieta arī sociālai uzņēmējdarbībai, tāpēc ir ārkārtīgi svarīgi veicināt sociālo uzņēmumu izveidi un attīstību tekstilizstrādājumu ražošanas un pārstrādes jomā. Nepieciešams veicināt saprātīgu patēriņu un pārtraukt ātro modi, kā arī veicināt pārstrādes aktivitātes, lai samazinātu tekstila atkritumu daudzumu, kas nonāk poligonos vai tiek sadedzināti.

Valstij nepieciešams veicināt sociālo uzņēmējdarbību, vienkāršojot apstiprināšanas procesu un ievērojot to, ka sociālie uzņēmumi tiek dibināti ne tikai pēc Milтона Frīdmena citāta “Biznesa biznes ir biznes”, bet arī to, ka tie galvenokārt tiecas atrisināt noteiktas sociālās problēmas. Tāpēc nepieciešams izstrādāt pārskatāmu un skaidru noteikumu kopumu, lai uzņēmums varētu pretendēt uz sociālā uzņēmuma statusu, tādējādi samazinot arī birokrātisko slogu. Valstij jāveicina aprites ekonomikas elementu ieviešana sociālā uzņēmuma ikdienas darbībā.

Atkritumu izmantošana enerģijas ražošanā atšķiras ar tehnoloģiskiem risinājumiem, ar inovācijām produktu ražošanai, ar augstāku pievienoto vērtību, ar izejvielu ieguves vietu un metodēm. Atkritumu kā energoresursu izmantošanai Latvijā ir potenciāls, ņemot vērā noteiktos atkritumu apsaimniekošanas mērķus 2035. gadam. Lai nodrošinātu to, ka atkritumu poligonos tiek apglabāti tikai 10 % no kopējā radīto sadzīves atkritumu daudzuma, nepietiek sasniegt tikai noteikto atkritumu pārstrādes mērķi – 65 % no radīto sadzīves atkritumu apjoma pēc svara. Līdz ar to līdz 25 % no radīto sadzīves atkritumu daudzuma 2035. gadā ir iespējams izmantot enerģijas ieguvei un tālākai izmantošanai. No atkritumiem iegūto enerģiju var izmantot siltuma vai elektrības ražošanā, ar to var aizstāt enerģiju, kas ražota, izmantojot akmeņogles vai citu fosilo kurināmo.

Atkritumu savākšana, pārvadāšana, šķirošana apstrāde, pārstrāde, reģenerācija un apglabāšana, sagatavošanu atkārtotai lietošanai, lietu labošana un remonts, konsultāciju sniegšana, pārstrādes tehnoloģiju un tehnikas izstrāde un ražošana, produktu un iepakojuma izstrāde ar mērķi samazināt radīto atkritumu apjomu un apglabājamo atkritumu apjomu ir zaļo

uzņēmumu pamatdarbība, tāpēc šo uzņēmumu sniegums ļauj sasniegt atkritumu apsaimniekošanas mērķus visefektīvākā veidā un maksimāli lielākā skaitliskā vērtībā.

Zaļo uzņēmumu attīstībai būtiskākie motivējošie instrumenti ir vides aizsardzības prasības, kas saistītas ar ietekmes uz vidi novērtēšanu, piesārņojuma samazināšanas un novēršanas iespējām un ekonomiskie aspekti. Ekonomiskie aspekti, kas veicina zaļo uzņēmumu attīstību, saistās ar valstī noteikto motivējošo nodokļu politiku, preču ražošanas un pakalpojumu sniegšanas izmaksām un motivējošu tirgus pieprasījuma politiku pārstrādātiem produktiem. Zaļo darbavietu un sabiedrības zaļo aktivitāšu attīstībā būtiskākie motivējošie aspekti ir vides un klimata aspekti, savukārt vismazāk svarīgākie ir ekonomiskie aspekti. Nav identificēti šķēršļi, kas kavē ar aprites ekonomiku saistīto zaļo darbavietu attīstību saistībā ar atkritumu apsaimniekošanu un to radīšanas novēršanu.

Secinājumi

1. Pētījuma rezultāti apstiprina izvirzīto hipotēzi – lai panāktu, ka Latvija ilgtermiņā kļūst par resursu efektīvu valsti, kas īsteno aprites ekonomikas modeli un nulles atkritumu stratēģiju (radīto atkritumu apjoms samazinās, poligonos apglabājamo atkritumu apjoms tuvojas nullei) ilgtspējīgāku (ietver ekonomisko, sociālo un vides dimensiju) rezultātu var sasniegt, lēmumu izstrādes un pieņemšanas procesā izmantojot zinātniskās pētniecības metodes. Katrai atkritumu plūsmai vai pārstrādes veidam lietojamas vairākas pētniecības metodes, ievērojot datu un metožu atkalizmantojamību, kas veido kompleksu pieeju un ļauj izdarīt pārdomātas un ilgtspējīgākas izvēles un pieņemt lēmumus par izmantojamām atkritumu pārstrādes un reģenerācijas tehnoloģijām, īstenojamiem pasākumiem pārejai uz aprites ekonomiku un finanšu avotiem, jo ne visus aspektus iespējams izvērtēt ar vienu metodi. Šī pieeja jāievēro arī tautsaimniecības procesos gan tehnoloģisko risinājumu un izejvielu izvēles gadījumā, gan politikas instrumentu izvēļu gadījumā, gan lēmumu pieņemšanas procesā, tajā skaitā finanšu instrumentu un atbalsta izvēles procesā.
2. Izpēte, kas veikta ar daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metodi (*TOPSIS*), analizējot atkritumus kā potenciālos energoresursus, rezultāti uzskatāmi parāda, ka no izvēlētajām alternatīvām visvēlamākā ir organisko atkritumu izmantošana biogāzes ražošanai. Tas paver iespējas iegūt biodegvielu autotransporta vajadzībām. Atkritumu reģenerācija kopumā var palīdzēt samazināt apglabājamo atkritumu daudzumu un siltumnīcefekta gāzu emisijas. Visneizdevīgākais risinājums, ņemot vērā izvēlētos kritērijus, ir atkritumu dedzināšana katla kurtuvē, tā ir visneefektīvākā metode un rada vislielākos draudus apkārtējai videi un cilvēku veselībai.

3. Zaļo uzņēmumu, zaļo darbavietu un sabiedrības zaļo aktivitāšu efektivitātes izvērtēšanai atkritumu apsaimniekošanas jomā darbības radītāji saistāmi ar atkritumu hierarhiju aprites ekonomikas modeļa ietvaros – samazinās radīto atkritumu apjoms, samazinās apglabāto atkritumu apjoms, pieaug pārstrādājamo un pārstrādāto atkritumu apjomi. Tomēr katrai grupai piemērojami atšķirīgi rādītāji, jo zaļie uzņēmumi veidoti ar mērķi efektīvi apsaimniekot atkritumus. Savukārt zaļo darbavietu un sabiedrības zaļo aktivitāšu loma un nozīme saistāma ne tikai ar atbilstošu atkritumu apsaimniekošanu, bet arī ar atkritumu apjoma samazināšanu un to rašanās novēršanu. Nepieciešami turpmāki pētījumi par videi draudzīgu prasmju, kompetenču un zaļo darbavietu attīstību uzņēmumos kā reakciju uz tirgus un politikas instrumentiem.
4. Pētījuma gaitā veiktā analīze ļāvusi secināt, ka 2020. gads ar pandēmiju ir bijis aprites ekonomikas stimulš, lai gan tas ir izraisījis lejupslīdi daudzās jomās un pasaules ekonomiku ievēdis izdzīvošanas fāzē. Tāpēc ir ļoti svarīgi meklēt iespējas, lai tautsaimniecības atdzīvīnāšana notiktu ātrāk un lai tā virzītos ilgtermiņa virzienā. Šobrīd Latvijas, kā arī citu valstu politikas veidotājiem ir svarīgi veikt esošo vai plānoto aprites ekonomikas stratēģiju efektivitātes novērtējumu, apsvērt visvairāk skartās tautsaimniecības nozares, lai izstrādātu īstermiņa un ilgtermiņa rīcības plānus, kas ne tikai veicinātu pāreju uz aprites ekonomikas modeli, bet arī nodrošinātu saprātīgus praktiskus risinājumus, tostarp politikas atbalstu, mentoringu un finanšu instrumentus un veidotu pieeju, lai varētu maksimāli efektīvi reaģēt un veidot krīzes situāciju stratēģijas.

Rekomendācijas

Promocijas darbā sagatavotas rekomendācijas politikas veidotājiem valsts un pašvaldību līmenī, finanšu devējiem, uzņēmējiem, augstskolām.

1. Enerģijas ražošana no atkritumiem atšķiras ar tehnoloģiskiem risinājumiem, ar inovācijām produktu ražošanai, ar augstāku pievienoto vērtību, ar izejvielu ieguves vietu un metodēm. Atkritumu kā energoresursu izmantošanai Eiropā ir potenciāls, īpaši ievērojot noteiktos atkritumu apsaimniekošanas mērķus 2035. gadam. Lai nodrošinātu to, ka atkritumu poligonos tiek apglabāti tikai 10 % no kopējā radīto sadzīves atkritumu daudzuma, nepietiek sasniegt tikai atkritumu pārstrādes mērķi. Līdz ar to ir būtisks jautājums, ko darīt ar 25 % no radīto sadzīves atkritumu daudzuma: palielināt pārstrādāto atkritumu apjomu vai arī šo atkritumu apjomu reģenerēt – iegūt no tiem enerģiju tālākai izmantošanai. Šie aspekti politikas veidotājiem, uzņēmējiem un finanšu devējiem ir jāņem vērā, attīstot energoresursu izmantošanas dažādošanu, vienlaikus ievērojot vienu no atkritumu politikas mērķiem,

pārejojot uz aprites ekonomiku, – atkritumu rašanās novēršanu, kā rezultātā samazināsies atkritumu kā kurināmā materiāla apjomi. Tas var būt energoresursu krīzes situācijas risinājums vismaz tuvākajā laikā.

2. Zinātniekiem sadarbībā ar politikas veidotājiem nepieciešams turpināt vērtēt biogāzes stacijās saražotā biometāna tālāko izmantošanu transportlīdzekļos, sabalansējot tā izmantošanu vienlaikus ar saspiestu dabasgāzi, tādējādi padarot šādas degvielas izmantošana vēl “zaļāku” un pilnveidojot un attīstot jaunus, efektīvus risinājumus.
3. Valsts un pašvaldību līmenī nevalstisko organizāciju aktivitātes mērķtiecīgi jāvirza uz sabiedrības pāreju no atkritumu apsaimniekošanas uz atkritumu apjoma samazināšanu un rašanās novēršanu.
4. Latvijas politikas veidotājiem ir svarīgi veikt esošās aprites ekonomikas stratēģijas efektivitātes novērtējumu, apsvērt visvairāk skartās tautsaimniecības nozares, lai izstrādātu īstermiņa un ilgtermiņa rīcības plānus, kas ne tikai veicinātu pāreju uz aprites ekonomiku, bet arī nodrošinātu saprātīgus praktiskus risinājumus, tostarp politikas atbalstu, mentoringu un finanšu instrumentus ilgtermiņā un veidotu pieeju, lai varētu maksimāli efektīvi reaģēt uz krīzes situācijām un veidot krīzes situāciju stratēģijas.
5. Valsts pārvaldes iestādēm, kas atbild par labklājības, ekonomikas un vides aizsardzības jomām, sadarbībā nepieciešams izstrādāt vadlīnijas uzņēmumiem par aprites ekonomikas elementiem un praktiskiem aspektiem, kā pāriet no lineārās ekonomikas uz aprites ekonomikas biznesa modeļiem, ieviešot tādus aspektus kā resursu koplietošana, iekārtu koplietošana, simbiozes izmantošana, kad viena uzņēmuma atkritumi var kļūt par cita uzņēmuma jaunu izejmateriālu, pārstrādātu un/vai pārstrādājamu materiālu izmantošana gan ražošanas procesā, gan iepakojumā utt.
6. Valsts pārvaldes iestādēm, kas atbild par labklājības un vides aizsardzības jomām, nepieciešams izstrādāt pārskatāmu un skaidru noteikumu kopumu, lai uzņēmums varētu pretendēt uz sociālā uzņēmuma statusu, tādējādi samazinot arī birokrātisko slogu. Valstij jāveicina aprites ekonomikas elementu ieviešana sociālā uzņēmuma ikdienas darbībā.
7. Augstskolu programmās, kas saistītas ar uzņēmējdarbību, ekonomiku, finanšu vadību, tehnisko izglītību un inženierzinātnēm, iekļaujams kurss par ilgtspējīgu attīstību, resursu efektīvu izmantošanu, aprites ekonomiku un atkritumu apsaimniekošanu.

Literatūras saraksts

- [1] Komisijas paziņojums Eiropas Parlamentam, Padomei, Eiropas Ekonomikas un sociālo lietu komitejai un Reģionu komitejai “Eiropas zaļais kurss. Pielikums. COM(2019) 640 galīgā redakcija. Pieejams tīmekļvietnē: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN>.
- [2] https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/ElleMacArthurFoundation_PolicymakerToolkit.pdf.
- [3] E. MacArthur, Towards the Circular Economy vol. I and vol. II Economic and business rationale for a circular economy, Ellen MacArthur Found. 1, 2 (2012).
- [4] C. Schmidt, G. Van Gebin, F. Van Houten, C. Close, D. B. McGinty, R. Arora, J. Potocnik, N. Ishii, P. Bakker, M. Kituyi, F. Sijbesma, A. Wijkman, The Circularity Gap Report 2020, Circ. Econ. 3 (2020) 69. <https://www.circularity-gap.world/about>.
- [5] European Commission, A new Circular Economy Action Plan, (2020).
- [6] A. Constantin, D. Mihaela, D., Mihaela, Business Model in Circular Economy, Valahian J. Econ. Stud. 8 (2017) 101–108.
- [7] I. Uvarova, D. Atstaja, U. Grinbergs, J. Petersons, A. Gegere-Zetterstroma, S. Kraze, Transition to the circular economy and new circular business models – An in-depth study of the whey recycling, in: IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., 2020: p. 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/578/1/012019>.
- [8] Crecente, F., Sarabia, M., & Teresa del Val, M. (2020). Climate change policy and entrepreneurial opportunities. Journal of Cleaner Production, 277. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120446>.
- [9] Pla-Julián, I., & Guevara, S. (2019). Is circular economy the key to transitioning towards sustainable development? Challenges from the perspective of care ethics. Futures, 105, 67–77.
- [10] Todeschini, B. V., Cortimiglia, M. N., Callegaro-de-Menezes, D., & Ghezzi, A. (2017). Innovative and sustainable business models in the fashion industry: Entrepreneurial drivers, opportunities, and challenges. Business Horizons, 60 (6), 759–770. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.07.003>.
- [11] Konietzko, J., Baldassarre, B., Brown, P., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2020). Circular business model experimentation: Demystifying assumptions. Journal of cleaner production. 277. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122596>.
- [12] R. Pollin, H. Garrett-Peltier, J. Heintz, H. Scharber, “Green Recovery: a program to create good jobs and start building a low-carbon economy,” Cent. Am. Prog. 1 (2008) 1–36.
- [13] S. Scarpellini, L. M. Marín-Vinuesa, A. Aranda-Usón, P. Portillo-Tarragona, Dynamic capabilities and environmental accounting for the circular economy in businesses, Sustain. Accounting, Manag. Policy J. 11 (2020) 1129–1158. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-04-2019-0150>.

- [14] S. Evans, D. Vladimirova, M. Holgado, K. Van Fossen, M. Yang, E. A. Silva, C. Y. Barlow, Business Model Innovation for Sustainability: Towards a Unified Perspective for Creation of Sustainable Business Models, *Bus. Strateg. Environ.* 26 (2017) 597–608. <https://doi.org/10.1002/bse.1939>.
- [15] F. Lüdeke-Freund, S. Gold, N. M. P. Bocken, A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns, *J. Ind. Ecol.* 23 (2019) 36–61. <https://doi.org/10.1111/jiec.12763>.
- [16] L. Schmerber, Circular business models for SMEs, (2020).
- [17] M. Antikainen, K. Valkokari, A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation, *Technol. Acta Innovations.* 2021 no. 42: 5–14 14 <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.42.1> ISSN 2300-5599 © 2022 RIC Pro-Akademia – CC BY Innov. *Manag. Rev.* 6 (2016) 5–12. <https://doi.org/10.22215/timreview1000>.
- [18] J. L. K. Nußholz, A circular business model mapping tool for creating value from prolonged product lifetime and closed material loops, *J. Clean. Prod.* 197 (2018) 185–194. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.112>.
- [19] CEPI. Recycling press release on 24 October 2018 [Online]. [Accessed 29.11.2018]. Available: <http://www.cepi.org/taxonomy/term/14>.
- [20] European Paper Recycling Council. European Declaration on paper recycling 2016–2020.
- [21] Tomic T., Schneider R. D. The role of energy from waste in circular economy and closing the loop concept – Energy analysis approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2018;98:268–287. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.09.029>.
- [22] Vogt R., et al. The Climate Change Mitigation Potential of the Waste Sector. Öko-Institut, IFEU, UBA, 2015.
- [23] Brizga, J., Dimante, Dž., & Atstāja, Dz. (2012). Depozīta sistēmas ieviešanas ekonomiskais novērtējums Latvijā. Rīga: Zaļā brīvība.
- [24] Cudecka-Purina, N., & Atstaja, D. (2018). Implementation of a circular economy – based business model for landfill management companies. *Journal of Business management*, 15 (15). DOI: <https://doi.org/1032025/RIS18010>.
- [25] Dāce, E., Pakere, I., & Blumberga, D. (2013). Analysis of sustainability aspects of the packaging deposit-refund system in Latvia, *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, 173, 729–739. DOI: 10.2495/SDP130611.
- [26] Simon, B., Foldenyi, R., & Amor, M. (2015). Life cycle impact assessment of beverage packaging systems: focus on the collection of post-consumer bottles. *Journal of Cleaner Production*. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.06.008.
- [27] Tomkevičiūtē, G., & Stasiškienē, Ž. (2006). Assessment of Opportunities for Beverage Packaging Waste Reduction by Means of Deposit-Refund Systems, *Environmental research, engineering and management*, 1, 61–72.

- [28] Gandy, S., Fry, J., & Downes, J. (2008). Features of beverage container deposit systems. Review of Packaging Deposits System for the UK. 4–22. London: Environmental Resources Management.
- [29] Todeschini, B. V., Cortimiglia, M. N., Callegaro-de-Menezes, D., & Ghezzi, A. (2017). Innovative and sustainable business models in the fashion industry: Entrepreneurial drivers, opportunities, and challenges. *Business Horizons*, 60 (6), 759–770. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.07.003>.
- [30] Konietzko, J., Baldassarre, B., Brown, P., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2020). Circular business model experimentation: Demystifying assumptions. *Journal of cleaner production*. 277. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122596>.
- [31] Belas, J., Dvorsky, J., Strnad, Z., Valaskova, K., & Cera, G. (2019). Improvement of the quality of business environment model: Case of the SME segment. *Inzinerine ekonomika-engineering economics*, 30 (5), 601–611. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.30.5.24490>.
- [32] Pinner, D., Rogers, M., Samandari, H., 2020. McKinsey Quarterly: Addressing climate change in a post-pandemic world. McKinsey & Company, pp. 1–6.
- [33] Ibn-Mohammed, Taofeeq & Mustapha, K. & Godsell, J & Adamu, Z & Babatunde, Kazeem & Akintade, Damilare & Acquaye, A & Fujii, Hidemichi & Ndiaye, M & Yamoah, Fred & Koh, S. (2021). A critical analysis of the impacts of COVID-19 on the global economy and ecosystems and opportunities for circular economy strategies. *Resources Conservation and Recycling* 164:105169. DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.105169.
- [34] Sarkis, J., Cohen, M. J., Dewick, P., Schröder, P., 2020. A brave new world: lessons from the COVID-19 pandemic for transitioning to sustainable supply and production. *Resour. Conserv. Recycl.*
- [35] Sharma, H. B., Vanapalli, K. R., Cheela, V. R. S., Ranjan, V. P., Jaglan, A. K., Dubey, B., GoelBhattacharya, S. J. (2020). Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resources, Conservation and Recycling*. 2020;162:105052. doi: 10.1016/j.resconrec.2020.105052.
- [36] Kechichian, E., Mahmoud, N. (2020). The circular economy can support COVID-19 response and build resilience. Available at: <https://blogs.worldbank.org/psd/circular-economy-cansupport-covid-19-response-and-build-resilience>.
- [37] F. Boons, C. Montalvo, J. Quist, M. Wagner, Sustainable innovation, business models and economic performance: An overview, *J. Clean. Prod.* 45 (2013) 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.08.013>.
- [38] H. Dzwigol, M. Dzwigol-Barosz, Sustainable development of the company on the basis of expert assessment of the investment strategy, *Acad. Strateg. Manag. J.* 19 (2020) 1–7.
- [39] S. Jørgensen, L. J. T. Pedersen, The Circular Rather than the Linear Economy, in: 2018: pp. 103–120. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91971-3_8.
- [40] A. Kwilinski, I. Ruzhytskyi, V. Patlachuk, O. Patlachuk, B. Kaminska, Environmental taxes as a condition of business responsibility in the conditions of sustainable development, *J. Leg. Ethical Regul. Issues*. 22 (2019).

- [41] P. Lacy, J. Rutqvist, *Waste to wealth: The circular economy advantage*, Palgrave Macmillan UK, London, 2016. <https://doi.org/10.1057/9781137530707>.
- [42] European Commission. *Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions. A new Circular Economy Action Plan. For a cleaner and more competitive Europe*. Brussels: EC, 2020.
- [43] International Labour Organization. *Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all*. Geneva: ILO, 2015.
- [44] Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions. *Green Employment Initiative: Tapping into the job creation potential of the green economy*. Brussels: EC, 2011.
- [45] International Labour Organization. *Green jobs progress report 2014–2015*. Geneva: ILO, 2016.
- [46] International Labour Organization. *Decent work*. Geneva: ILO, 2018.
- [47] International Labour Organization. *Greening with jobs. World Employment Social Outlook 2018*. Geneva: ILO, 2018.
- [48] Jacob K., Quitzow R., Bär H. *Green Jobs: Impacts of a Green Economy on Employment*. Eschborn: GIZ, 2015.
- [49] Hwang C. L., Yoon K. (1981) *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. New York: Springer-Verlag, <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>.
- [50] Hrasko R., Pacheco A. G. C., Krohling R. A. *Time Series Prediction Using Restricted Boltzmann Machines and Backpropagation*. *Procedia Computer Science* 2015:55:990–999. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.104>.
- [51] Krohling R. A. Pacheco A. G. C. *A-TOPSIS – An approach Based on TOPSIS for Ranking Evolutionary Algorithms*. ITQM 2015.
- [52] Lebersorger S., Schneider F. *Discussion on the methodology for determining food waste in household waste composition studies*. *Waste Management* 2011:31(9–10):1924–1933. doi:10.1016/j.wasman.2011.05.023.
- [53] Latvian Environment Geology and Meteorology Center. *Summary of the National Statistical Report No. 3 – Waste – Overview of Waste for 2017*. Riga: LVGMC, 2018.
- [54] Jorissen J., Priefer C., Bräutigam K. R. *Food waste generation at household level: results of a survey among employees of two European research centers in Italy and Germany*. *Sustainability* 2015:7(3):2695–2715. doi:10.3390/su7032695.
- [55] Elimelech E., Ayalon O., Ert E. *What gets measured gets managed: A new method of measuring household food waste*. *Waste Management* 2018:76:68–81. doi:10.1016/j.wasman.2018.03.031.

- [56] Dankeieva, O., Solomianiuk, N., Strashynska, L., Fiedotova, N., Soloviova, Y., & Koval, V. (2021). Application of Cognitive Modelling for Operation Improvement of Retail Chain Management System. *TEM Journal*, 10 (1), 358–367. <https://doi.org/10.18421/TEM101-45>.
- [57] Koval, V., Mikhno, I., Trokhymets, O., Kustrich, L., Vdovenko, N. (2020). Modeling the interaction between environment and the economy considering the impact on ecosystem. *E3S Web Conferences*, 166, 13002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016613002>.
- [58] O. Laktionova, V. Koval, N. Savina, B. Gechbaia, The models of matching financial development and human capital in national economy, *Bull. Georg. Natl. Acad. Sci.* 15 (2021) 177–184.
- [59] Kechichian, E., Mahmoud, N. (2020). The circular economy can support COVID-19 response and build resilience. Available at: <https://blogs.worldbank.org/psd/circular-economy-cansupport-covid-19-response-and-build-resilience>.
- [60] Christensen T. 21 Smart Policy? *The Oxford Handbook of Public Policy*, Pages 448–468 <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199548453.003.0021>.



Rudīte Vesere dzimusi 1962. gadā Rīgā. Latvijas Valsts universitātē ieguvusi profesionālo maģistra grādu ķīmijā un pedagoģisko kvalifikāciju, Latvijas Universitātē – zinātnes maģistra grādu vides zinātnē un pārvaldē (1997) un sociālo zinātņu maģistra grādu vadībzinātnē (2001). Izglītība papildināta dažādos mācībuursos Zviedrijā un Japānā. Zināšanas pilnveidotas Rīgas Tehniskajā universitātē, doktora studiju programmā "Vides inženierija".

R. Veserei ir vairāk nekā 20 gadu darba pieredze vides aizsardzības sektorā, tajā skaitā atkritumu apsaimniekošanas jomā. Kopš 1996. gada decembra R. Vesere strādā Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas Vides aizsardzības departamentā, kopš 2011. gada februāra ir šī departamenta vadītāja. Atbildības jomas – Latvijas vides aizsardzības tiesiskās bāzes un politikas dokumentu plānošana un izstrāde. Īpašas atbildības jomas – atkritumu apsaimniekošana, ekonomisko instrumentu izmantošana vides politikā, tajā skaitā dabas resursu nodokļa piemērošana, aprites ekonomikas politikas izstrāde. 2010. gadā R. Vesere saņēma Ministru kabineta Atzinības rakstu par nozīmīgu ieguldījumu vides aizsardzības jomā, sekmīgi iesaistot pašvaldības un uzņēmējus Latvijas valsts saistību izpildē atkritumu apsaimniekošanas un iepakojuma jomā.