

BALTIJOS REGIONO ŽIEDINĖS EKONOMIKOS PLĖTROS VERTINIMAS

Arnoldas MOZOLIS*, Daiva JUREVIČIENĖ

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Verslo vadybos fakultetas, Saulėtekio al. 11,
LT-10223 Vilnius, Lietuva*

**El. paštas arnoldas.mozolis@stud.vilniustech.lt*

Santrauka. Straipsnyje analizuojama žiedinės ekonomikos svarba šiuolaikinei visuomenei ir aplinkosaugai. Masinis vartotojiškumas kelia įvairias aplinkosaugos problemas viso produkto gyvavimo cikle – nuo žaliavų išgavimo, gamybos, naudojimo, transportavimo, perdirbimo iki galutinio disponavimo, tad valstybės, investuodamos į antrinių žaliavų panaudojimo gamyboje plėtrą, diegdamos naujas technologijas, gali prisidėti prie aplinkos užterštumo mažinimo ir ekonomikos skatinimo. Šio straipsnio tikslas yra įvertinti, kokie veiksniai daro didžiausią įtaką žiedinės ekonomikos plėtrai. Straipsnyje analizuojama mokslinė literatūra ir Europos Sąjungos teisiniai dokumentai, reglamentuojantys aplinkosaugos programas. Išskirti tokie veiksniai: švietimas apie žiedinės ekonomikos svarbą, valstybių dotacijos technologijų plėtrai ir darbuotojų mokymui, Europos Sąjungos valstybių gamtosaugai skirtų teisės aktų suvienodinimas, atitinkamų technologijų diegimas įmonėse ir žaliųjų viešųjų pirkimų įgyvendinimas viešojo sektoriaus įstaigose bei jam pavaldžiose įmonėse. Siekiant atskleisti esamą žiedinės ekonomikos situaciją Baltijos regiono valstybėse atlikta koreliacinė analizė. Identifikuojant veiksniai, lemiančius žiedinės ekonomikos plėtrą, atlikta ekspertų apklausa. Koreliacinė analizė parodė, kad valstybės turi skirtingus prioritetus skatinant žiedinę ekonomiką. Įvykdžius ekspertų apklausą paaiškėjo, kad parinktų ekspertų nuomonės yra nesuderintos, bet jų suteikti rangai veiksniams įrodo, kad visi veiksniai yra svarbūs ir skatina žiedinės ekonomikos vystymąsi. Svarbiausi veiksniai pagal ekspertų suteiktas vertes yra švietimas apie žiedinės ekonomikos svarbą ir valstybių dotacijos technologijų plėtrai ir darbuotojų mokymui. Tyrimo apribojimai – nuoseklios statistinės informacijos stoka.

Reikšminiai žodžiai: žiedinė ekonomika, žiedinės ekonomikos veiksniai, atliekų tvarkymas, žaliavos, antrinės žaliavos, aplinkosauga.

Įvadas

Dėl žmogaus veiklos neišvengiamai susidaro atliekų, o neperdirbamos atliekos ir didėjantis šiltnamio efektą sukeliančių dujų pateikimas į aplinką turi įtakos globaliniam atšilimui. Pagal Europos Parlamento (2018) pateiktą statistiką apie 34 proc. visų atliekų susidaro statybų sektoriuje, apie 30 proc. yra kasybos ir gavybos sektoriaus veiklos rezultatas, apdirbamoji pramonė atsakinga už 10 proc., namų ūkiai – 8 proc. ir 17 proc. susidaro dėl kitų ekonominės veiklos rūšių. Gamybos bei gavybos procesuose susidaro įvairiausių medžiagų, kurias galima būtų panaudoti antriniam perdirbimui.

Kaip teigia Skorupskaitė ir Juknevičius (2017), vykstant urbanizacijos procesams ir didėjant visuomenės vartotojiškumui, nepanaudojamų atliekų kiekvienais metais susikaupia vis daugiau, o gamybai yra naudojami ir taip senkantys naujai išgaunami gamtiniai išteklių. Valstybės, investuodamos į antrinių medžiagų panaudojimą ir diegdamos naujas technologijas, prisideda prie aplinkos užterštumo mažinimo ir ekonomikos skatinimo. Žiedinės ekonomikos plėtra sumažintų šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą į aplinką, gerinant atliekų tvarkymą ir gamyboje taupant tokius išteklius kaip energija, vanduo, žemė ir medžiagos. Jawahir ir Bradley (2016) teigia, kad supratimas apie pagrindinius žiedinės ekonomikos mechanizmus, apimančius produktų projektavimą, gamybą, naudojimą, yra būtina sąlyga norint nustatyti veiksmingas priemones, galinčias pakeisti tiesinės sistemos struktūrą ir paskatinti pereiti prie žiedinės ekonomikos.

Europos Komisijos dokumentuose (Europos Komisija, 2015a, 2015b) numatyta, kad iki 2030 m. Europos Sąjungos valstybės privalo užtikrinti 65 proc. komunalinių atliekų perdirbimą, 75 proc. pakuočių atliekų perdirbimą ir 10 proc. sumažinti atliekų, patenkančių į sąvartynus, kiekį. Norint sušvelninti galimas neigiamas pasekmes aplinkai, būtina

sumažinti atliekų susidarymą ir skatinti visuomenę naudoti iš perdirbimų žaliavų pagamintus produktus, medžiagas, tai yra, skatinti žiedinės ekonomikos modelį, su tvarumu susijusių prekių ir paslaugų gamybą ir vartojimą.

Tyrimo problema – kokie veiksniai daro žiedinei ekonomikai įtaką? Straipsnio *tikslas* yra išnagrinėti žiedinės ekonomikos raidos procesus ir išanalizuoti žiedinės ekonomikos veiksnius. Tikslui pasiekti yra keliami šie *uždaviniai*: 1) atlikus mokslinės literatūros ir Europos Sąjungos teisinių dokumentų, reglamentuojančių aplinkosaugos programas, analizę, išskirti žiedinę ekonomiką skatinančius veiksnius; 2) sudaryti žiedinės ekonomikos veiksnių vertinimo metodiką; 3) išanalizuoti žiedinę ekonomiką skatinančius veiksnius.

1. Žiedinės ekonomikos teoriniai aspektai

Žiedinės ekonomikos sąvoką plačiau pradėjo vartoti mokslininkai D. Pearce ir R. Turneris, sukūrę žiedinės ekonomikos pagrindus. Žiedinės ekonomikos pradininkais laikomi profesorius Johnas Lyleas ir jo mokinys Williamas McDonoughas, chemikas Michaelas Braungartas, architektas ir ekonomistas Walteris Stahelis (Winans et al., 2017). Korhonen et al. (2018) teigia, kad mokslinėje literatūroje yra pateikiama skirtingų žiedinės ekonomikos apibrėžimų (žr. 1 lentelę). Jie skiriasi dėl to, kad įvairių mokslo sričių specialistai savaip taiko ir interpretuoja žiedinės ekonomikos sampratą savo tyrimuose (Kirchherr et al., 2017, 2018).

1 lentelė Žiedinės ekonomikos apibrėžtis (sudaryta autorių)

Eil. Nr.	Autorius	Metai	Apibrėžimas
1.	Hobson	2015	Pramonės sistema, kuri yra atkuriamoji pagal sukurtą produkto dizainą, produkto pabaigos sąvoka pakeičiama restauravimu, pereinama prie atsinaujinančios energijos naudojimo, pašalinamos toksiškos cheminės medžiagos, kurios sudaro kliūtis pakartotiniam produkto panaudojimui.
2.	Man, Friege	2016	Žiedinė ekonomika pasisako už panaudotų išteklių, kurie taptų atliekomis, grąžinimą į ekonomiką.
3.	Sigh, Ordonez	2016	Žiedinė ekonomika yra materialinių išteklių perdirbimas naujiems produktams kurti.
4.	Ghosh, Agamuthu	2018	Žiedinė ekonomika apima medžiagų gyvavimo ciklą uždarymą, kad būtų išvengta atliekų susidarymo, o gautų likučių srautus paverčia naujais (antriniais) ištekliais.
5.	Balkau, Bezama	2019	Žiedinė ekonomika yra gamybos ir vartojimo modelis, apimantis esamų medžiagų ir produktų dalijimąsi, išperkamoji nuoma, pakartotinį naudojimą, taisymą, atnaujinimą ir perdirbimą.

Mokslininkų pateikti žiedinės ekonomikos apibrėžimai orientuojasi į pakartotinį žaliavų panaudojimą ir į tiesinės ekonominės sistemos keitimą, daugiausia dėmesio skiria išteklių pakartotiniam naudojimui, dažnai laikosi 3R (angl. *reduce – reuse – recycle*) požiūrio (Sharma, 2020):

- sumažinti (iškastinių žaliavų panaudojimą);
- pakartotinai naudoti (produkto antrinis ar pakartotinis panaudojimas);
- perdirbti (antrinių žaliavų panaudojimas).

Minėtas 3R principas **sukuria sistemą, kurioje žaliavos, komponentai ir produktai ilgiau nepraranda savo vertės ir naudojami atsinaujinantys energijos šaltiniai.**

Žiedinės ekonomikos terminas kalbiniu požiūriu yra tiesinės ekonomikos antonimas. Tiesinė ekonomika apibrėžiama kaip gamtos išteklių pavertimas atliekomis per gamybą (Murray et al., 2017). Brunner (2015) pastebi, kad „dėl technologinės ir ekonominės pažangos per pastaruosius šimtmečius labai išaugo ir vis dar auga medžiagų gavyba ir vartojimas“. Dabartinė žmogaus veikla priklauso nuo didelių ir sudėtingų medžiagų srautų ir atsargų. Taip pat Andrews (2015) teigia, kad sparčiai augantis vartotojiškumas ir didėjantis žmonių skaičius atsveria ekologinį veiksmingumą, didėja gamtos išteklių naudojimas – taip yra didinamas ir žalingas poveikis aplinkai. Šiais laikais vartojimas kelia įvairias aplinkosaugos problemas viso produkto gyvavimo cikle: nuo žaliavų išgavimo, gamybos, naudojimo, transportavimo, perdirbimo ir iki galutinio disponavimo. Pasak Ragrossing ir Schneider (2019), pasaulyje sparčiai didėjant masinei gamybai, didėja ir ribotų, retų, iš žemės išgaunamų išteklių paklausa ir konkurencija, jų išgavimo ir naudojimo metu prastėja ekologinė aplinkos būklė, taigi dėl ekonominės ir aplinkosauginės gerovės valstybės turi kaip galima skubiau pereiti prie žiedinės ekonomikos modelio, kad žaliavos kuo ilgiau būtų išlaikomos ekonomikos

cikle. Pasak Johansson et al. (2020), tiesinės ekonomikos modelis „imti, gaminti, vartoti ir išmesti“ atsirado pramonės revoliucijos laikais, kai manyta, kad žaliavos yra gausios, prieinamos, lengvai išgaunamos ir pašalinamos. Pasak Morone ir Navia (2016), perėjimas nuo aplinką teršiančios gamybos prie žiedinės ekonomikos modelio galėtų paskatinti atverti kelią į tvaresnę ekonominę sistemą, kuri efektyviau naudoja išteklius, mažindama bendrą atliekų susidarymą.

Perėjimas prie žiedinės ekonomikos būtų naudingas aplinkosaugos požiūriu, pagerintų žaliavų tiekimo saugumą, skatintų inovacijas, padidintų konkurencingumą. Savo darbuose mokslininkai ir Europos Komisija išskiria kelias pagrindines idėjas, kurias paskatintų žiedinės ekonomikos plėtrą:

- atitinkamų technologijų diegimas įmonėse (Tura et al., 2019);
- švietimas apie žiedinės ekonomikos svarbą (Van Buren et al., 2016);
- valstybių dotacijos technologijų plėtrai ir darbuotojų mokymui (Kirchherr et al., 2017, 2018);
- Europos Sąjungos valstybių gamtosaugai skirtų teisės aktų suvienodinimas (Pires & Martinho, 2019);
- viešojo sektoriaus įstaigų ir jam pavaldžių įmonių perėjimas prie žaliųjų viešųjų pirkimų (Europos Komisija, 2020).

Pasak Singh ir Ordonez (2016), žiedinė ekonomika buvo pasiūlyta kaip tvari alternatyva mūsų dabartinei tiesinei ekonomikos sistemai, daugiausia perdirbant materialinius išteklius naujiems produktams kurti. Žiedinėje ekonomikoje medžiagos, kurios gali būti perdirbamos, yra grąžinamos į ekonomikos ciklą kaip antrinės žaliavos. Perdirbti skirtas žaliavas galima parduoti ir importuoti ar eksportuoti taip pat kaip pirmines žaliavas. Žiedinę ekonomiką galima apibrėžti kaip ekonominę plėtrą, aplinkos ir išteklių apsaugą subalansuojančią sistemą. Ji neatsiejama nuo ekonomikos, aplinkos ir tvaraus vystymosi. Jos išskirtinumą apibūdina dvi tarpusavyje susijusios koncepcijos: uždaro ciklo ekonomika ir mąstymo „dizainas perprojektuojant“. MacArthur (2015) fondo ataskaitoje išvardijami žiedinės ekonomikos pažangos lygi valstybėse nustatyti padedantys veiksniai: „atsinaujinančios energijos vartojimas“, „žema šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija“, „atliekų perdirbimas“, „prekyba perdirbamomis žaliavomis“ ir „žiedinių medžiagų naudojimas“, tad valstybės gerindamos šių veiksmų rodiklius prisideda prie aplinkos apsaugos.

Pasak Pires ir Martinho (2019), žiedinė ekonomika nėra tik prevencinis metodas, mažinantis aplinkos taršą, ja taip pat siekiama atitaisyti ankstesnę žalą, kuriant geresnes sistemas pačiame pramonės objekte, kad pramonė veiktų nedarydama poveikio aplinkai, be atliekų. Man ir Friege (2016) teigia, kad gamybos ir paslaugų tiekimo sistemų pertvarkymo koncepcija turi orientuotis į tai, kad būtų pasiekta pertvarkymo vertė, o ne tik pagerintas išteklių panaudojimas; kad būtų sukurtos naujos sistemos, ekonomikos, vertės, gamybos ir vartojimo koncepcijos, kurios paskatintų tvarų ekonomikos, aplinkos ir visuomenės vystymąsi. Pagal Bartl (2018) galutinis tikslas būtų pasiekti, kad ekonomikos augimas būtų atsietas nuo gamtos išteklių eikvojimo ir žalos aplinkai. Žiedinė ekonomika yra ekonominis modelis, kuriame planavimas, išteklių paskirstymas, pirkimas, gamyba ir perdirbimas yra suprojektuoti ir valdomi kaip procesas ir rezultatas, siekiant maksimaliai padidinti ekosistemos funkcionavimą ir žmonių gerovę. Žmonės ir jų veikla yra vienoje sistemoje, taigi žiedinė ekonomika apima ištisis gamybos tinklus, o atsakomybė pasiskirsto visuose gamybos procesuose, taip gamintojas ir vartotojas nelieka neutralūs. Žiedinė ekonomika sutelkia dėmesį į socialinės atsakomybės, konkurencinio pranašumo, antrinių žaliavų panaudos ir atliekų perdirbimo svarbą. Siekiama apriboti išteklių švaistymą ir poveikį aplinkai bei padidinti efektyvumą visuose ekonominės veiklos etapuose.

1.1. Žiedinės ekonomikos galimybės perdirbant atliekas

Vienas pagrindinių žiedinės ekonomikos elementų yra atliekų perdirbimas, kuriuo siekiama sumažinti ir valdyti atliekų srautus grąžinant juos atgal į ekonominį ciklą. Pasak Savini ir Giezen (2020), žiedinės ekonomikos skatinimas sumažintų kenksmingų medžiagų patekimą į aplinką gerinant atliekų tvarkymą ir gamyboje taupant tokius išteklius kaip energija, vanduo, žemė ir medžiagos. MacArthur (2015) fondo ataskaitoje pateikta, kad perėjimas prie žiedinės ekonomikos iki 2030 m. reikštų nemažas išlaidas, pavyzdžiui, investicijas į mokslinius tyrimus ir plėtrą bei turtą, subsidijas naujiems verslo modeliams skatinti ir valstybės investicijas į atliekų tvarkymą ir skaitmeninę infrastruktūrą. Tai leistų sumažinti išteklių panaudojimą Europos Sąjungoje iki 600 mlrd. eurų per metus ir skatintų ekonomikos naujovių diegimą, nes reikėtų perdirbti žaliavas, medžiagas ir gaminius, skirtus antriniam panaudojimui. Suprati- mas apie pagrindinius žiedinės ekonomikos mechanizmus, apimančius produktų projektavimą, gamybą, vartojimą, yra būtina sąlyga, norint nustatyti veiksmingas priemones, galinčias pakeisti tiesinės sistemos struktūrą ir paskatinti pereiti prie žiedinės ekonomikos koncepcijos.

Pasak Ragossing ir Schneider (2019), Europos Sąjungoje vykdoma atliekų tvarkymo politika siekiama sumažinti pavojingų atliekų poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai bei pagerinti išteklių efektyvumą, joje perdirbimas apibrėžiamas kaip tinkamiausia atliekų panaudojimo galimybė. Pagal Diaz (2017), perdirbimo lygio didinimas yra pagrindinis tikslas įgyvendinant veiksmingas ir aplinką tausojančias atliekų tvarkymo sistemas visame pasaulyje. Aplinkosaugos požiūriu perdirbimas apima pirminių išteklių pakeitimą antriniais ištekliais. Taip pat Williams (2019) įvardija, kad atliekų perdirbimas yra prasmingas aplinkosaugos požiūriu, kadangi pirminius išteklius pakeitus antriniais ištekliais sumažėja visos produkto ar paslaugos teikimo sistemos poveikis aplinkai. Įvairių atliekų perdirbimo galimybės labai priklauso nuo prekių perdirbimo galimybių. Pires ir Martinho (2019) pažymi, kad dabartinių Europos Sąjungos atliekų tvarkymo direktyvų tikslas yra skatinti atliekų prevenciją ir atliekų tvarkymo hierarchijos taikymą: pasirengimą pakartotiniam naudojimui, perdirbimą, antrinį naudojimą ir šalinimą. „Atliekų vertimas ištekliais yra viena iš jungčių, uždarančių žiedinės ekonomikos sistemų ciklą. Europos teisės aktuose nustatyti tikslai ir tiksliniai rodikliai yra pagrindiniai veiksniai gerinant atliekų tvarkymą. Jie padeda skatinti perdirbimo ir pakartotinio panaudojimo inovacijas, riboti sąvartynuose šalinamų atliekų kiekį, mažinti išteklių nuostolius ir kurti elgsenos pokyčių paskatas“ (Europos Komisija, 2014). Tačiau Europos Sąjungoje vidutiniškai susidaro 5 tonos atliekų žmogui ir tik trečdalis jų yra perdirbama (Eurostat, 2018).

Siekiant pritraukti investicijas, kad perdirbimui ar pakartotiniam panaudojimui tinkamos atliekos, kaip antai plastikas, stiklas, metalai, popierius, mediena, guma ir kt., būtų grąžinamos atgal į rinką kaip antrinės žaliavos konkurencingomis kainomis, būtini politiniai sprendimai. Iš Europos Komisijos (2012) ataskaitos paaiškėjo, kad valstybių įvedamos priemonės, skatinančios žiedinės ekonomikos potencialą, prisideda prie atsakingo atliekų tvarkymo, įsigaliojus mokesčiams už atliekų pašalinimą sąvartynuose, pritaikius „mokėk už tiek, kiek išmeti“ taisyklę. Taip pat padeda vietinių institucijų skatinimas mažinti atliekų susidarymą, galimą antrinį jų panaudojimą ir perdirbimą. Bendras Europos Sąjungos reglamentas apie gamintojų atsakomybes ir būtinuosius reikalavimus pašalintų kliūtis, su kuriomis susiduria Europos Sąjungos gamintojai. Tai, kaip renkame ir tvarkome savo atliekas, gali lemti didelį perdirbimo lygį ir vertingų medžiagų sugrįžimą į ekonomiką arba neefektyvią sistemą, kai dauguma perdirbamų atliekų yra užkasamos sąvartynuose arba yra sudeginamos, o tai gali turėti žalingą poveikį aplinkai ir didelių ekonominių nuostolių. Taikant aplinką saugančius gamybos reikalavimus, pagamintas ekologiškesnis produktas turės didesnę paklausą rinkoje, nes tai – ateities produktas.

Žiedinė ekonomika yra ekonominė sistema, kuria galima eliminuoti atliekas ir užtikrinti nuolatinį perdirbamų išteklių panaudojimą, siekiant sukurti uždaro ciklo sistemą, sumažinančią išteklių ir atliekų sąnaudas, taršos bei anglies dvideginio išmetimą į atmosferą. Žiedinės ekonomikos tikslas – išlaikyti produktus, įrangą naudotojams kuo ilgiau, taip pagerinant šių išteklių produktyvumą.

2. Žiedinės ekonomikos plėtros tyrimo metodika

Siekiant nustatyti ryšį tarp valstybės investuojamų lėšų aplinkosaugai gerinti ir analizuojamų veiksnių: šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos (X_1), atsinaujinančios energijos dalies bendrame galutiniame suvartotos energijos kiekyje (X_2), prekybos perdirbamomis žaliavomis (X_3), komunalinių atliekų perdirbimo lygio (X_4), žiedinių medžiagų naudojimo normos (X_5), atlikta koreliacinė analizė. Koreliacinės analizės esmė – nustatyti ryšį tarp valstybės investicijų į aplinkosaugą (Y) ir analizuojamų veiksnių (X_1 – X_5).

Iš pradžių apskaičiuojami kiekvieno X_1, \dots, X_5 koreliacijos koeficientai, taikant *Excel* funkciją CORREL arba pagal formulę (Pabedinskaitė, 2010):

$$r = \frac{1}{n-1} \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{S_x S_y} \quad (1)$$

Koreliacijos koeficiento reikšmė būna intervale $[-1; 1]$. Jis parodo, koks ryšys yra tarp dviejų objektų. Jei koreliacijos koeficientas yra arčiau -1 , tai ryšys yra atvirkštinis stiprus. Jei arčiau 0 – silpnas. Jei arčiau 1 – stiprus tiesioginis ryšys (Pabedinskaitė, 2010).

Vėliau tikrinamas koreliacijos koeficiento reikšmingumas. Taikant formulę apskaičiuojamas t_{lent} :

$$t_{lent.} = \left| r \times \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \right|. \quad (2)$$

Pagal Studento skirstinį apskaičiuojamas $t_{stat.}$ panaudojant reikšmingumo lygmenį $\alpha = 0,05$ ir *Excel* funkciją TINV. Jei $t_{lent.} > t_{stat.}$, tai reiškia, kad tarp objekto ir veiksnio yra stiprus ryšys (Pabedinskaitė ir Činčikaitė, 2016).

Siekiant nustatyti, kokie veiksniai turi didžiausią vertę žiedinės ekonomikos plėtrai, buvo atliktas ekspertinis vertinimas. Kadangi buvo apklausti daugiau nei 2 ekspertai, tai jų atsakymų suderinamumui patikrinti taikomas konkordacijos koeficientas. Kendall konkordacijos koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$W = \frac{12\tilde{S}}{k^2(n^3 - n)}, \quad (3)$$

$$\tilde{S} = \sum_{i=1}^n \left(R_j - \frac{\tilde{R}_1 + \tilde{R}_2 + \dots + \tilde{R}_n}{n} \right)^2 = \sum_{i=1}^n \left(R_j - \frac{k(n+1)}{2} \right)^2, \quad (3.1)$$

R_j yra j -ojo apskričių rangų suma, n – imties dydis, k – ekspertų skaičius. Kuo konkordacijos koeficiento W reikšmė yra artimesnė 1, tuo ekspertų nuomonės yra labiau suderintos (Podvezko, 2005).

3. Žiedinę ekonomiką skatinančių veiksnių tyrimas

3.1. Žiedinės ekonomikos veiksnių koreliacinė analizė

Analizuojamos Baltijos regiono valstybės: Lietuva, Vokietija, Estija, Latvija, Suomija ir Švedija. Yra skaičiuojamas ryšys tarp šių veiksnių: šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos, atsinaujinančios energijos dalies bendrame galutiniame suvartotos energijos kiekyje, prekybos perdirbamomis žaliavomis, komunalinių atliekų perdirbimo lygio, žiedinių medžiagų naudojimo normos ir tiriamojo objekto investicijų į aplinkos apsaugą.

Pirmiausia nustatoma sąveika tarp Lietuvos investicijų į aplinkos apsaugą ir vertinamų žiedinės ekonomikos veiksnių (2 lentelė).

1 lentelė. Valstybės investicijų ir tiriamųjų veiksnių tarpusavio ryšys Lietuvoje, 2014–2018 m. (sudaryta autorių)

Lietuva						
Metai	Y Investicijos į aplinkos apsaugą, mln. eurų	X_1 Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija	X_2 Atsinaujinančios energijos dalis bendrame galutiniame suvartotos energijos kiekyje, proc.	X_3 Prekyba perdirbamomis žaliavomis, tonomis	X_4 Komunalinių atliekų perdirbimo lygis, proc.	X_5 Žiedinių medžiagų naudojimo norma, proc.
2014	230,8	42	22,59	31 277	30,5	3,7
2015	178,5	42,6	25,75	35 197	33,1	4,1
2016	161,6	42,8	25,61	28 047	48	4,6
2017	83,3	43,2	26,04	24 391	48,1	4,5
2018	118,5	42,6	24,7	57 679	52,5	4,3
Koreliacijos koeficientas		-0,89	-0,71	-0,13	-0,83	-0,77
$t_{lent.}$		3,33	1,73	0,23	2,56	2,12
$t_{stat.}$	2,57					

2 lentelėje pateikti investicijų į aplinkos apsaugą (mln. eurų) ir nagrinėjamų žiedinės ekonomikos veiksnių rezultatai Lietuvoje. Iš pradžių apskaičiuoti kiekvieno veiksnio (X_1, \dots, X_5) koreliacijos koeficientai. $X_1 - X_2, X_4 - X_5$ koreliacijos koeficientai yra arti -1, o tai reiškia, kad tarp veiksnių ir objekto yra atvirkštinis stiprus ryšys. Remiantis 2 lentelėje pateiktais duomenimis galima teigti, kad stipriausias ryšys yra tarp šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos (indeksas, 1990 = 100) ir komunalinių atliekų perdirbimo lygio (proc.), nes koreliacijos koeficientas didžiausias.

Vėliau tikrinamas koreliacijos koeficiento reikšmingumas. Vienas iš penkių $t_{lent.}$ yra didesnis už $t_{stat.}$, o tai reiškia, kad tik vienas nagrinėjamas veiksnys (X_1 – šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija) yra susijęs su nagrinėjamu objektu (Y – investicijos į aplinkos apsaugą (mln. eurų) Lietuvoje) ir nuo jo priklauso.

3 lentelė. Valstybės investicijų ir tiriamųjų veiksmų tarpusavio ryšys Vokietijoje, 2014–2018 m. (sudaryta autorių)

Vokietija						
Metai	Y Investicijos į aplinkos apsaugą, mln. eurų	X_1 Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija	X_2 Atsinaujinančios energijos dalis bendrame galutiniame suvarotos energijos kiekyje, proc.	X_3 Prekyba perdirbamomis žaliavomis, tonomis	X_4 Komunalinių atliekų perdirbimo lygis, proc.	X_5 Žiedinių medžiagų naudojimo norma, proc.
2014	12079,8	70,4	14,39	1 106 759	65,6	10,8
2015	11 314	70,8	14,9	1 621 160	66,7	11,5
2016	11 730	71,2	14,88	1 685 959	67,1	11,6
2017	11991,2	70,1	15,47	1 776 304	67,2	11,3
2018	13124,9	67,5	16,67	1 745 654	67,1	11,7
Koreliacijos koeficientas		-0,93	0,79	0,12	0,13	0,18
$t_{lent.}$		4,50	2,25	0,21	0,23	0,32
$t_{stat.}$	2,57					

3 lentelėje pateikti investicijų į aplinkos apsaugą (mln. eurų) ir žiedinės ekonomikos veiksmų rezultatai Vokietijoje. Iš pradžių apskaičiuoti kiekvieno veiksnio (X_1, \dots, X_5) koreliacijos koeficientai. $X_1 - X_2$, koreliacijos koeficientai yra arti -1 ar 1, o tai reiškia, kad tarp veiksmų ir objekto yra atvirkštinis ir tiesioginis stiprus ryšys. Remiantis 3 lentelėje pateiktais duomenimis galima teigti, kad stipriausias ryšys yra tarp šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos (indeksas, 1990 = 100) ir atsinaujinančios energijos dalies bendrame galutiniame suvarotos energijos kiekyje (proc.), nes šių veiksmų koreliacijos koeficientai didžiausi.

Vėliau tikrinamas koreliacijos koeficiento reikšmingumas. Vienas iš penkių $t_{lent.}$ yra didesnis už $t_{stat.}$, o tai reiškia, kad tik vienas nagrinėjamas veiksnys (X_1 – šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija) yra susijęs su nagrinėjamu objektu (Y – investicijos į aplinkos apsaugą (mln. eurų) Vokietijoje) ir jis nuo jų priklauso.

4 lentelė. Valstybės investicijų ir tiriamųjų veiksmų tarpusavio ryšys Estijoje, 2014–2018 m. (sudaryta autorių)

Estija						
Metai	Y Investicijos į aplinkos apsaugą, mln. eurų	X_1 Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija	X_2 Atsinaujinančios energijos dalis bendrame galutiniame suvarotos energijos kiekyje, proc.	X_3 Prekyba perdirbamomis žaliavomis, tonomis	X_4 Komunalinių atliekų perdirbimo lygis, proc.	X_5 Žiedinių medžiagų naudojimo norma, proc.
2014	231,6	52,5	26,14	4172	31,3	10,9
2015	234,3	45,2	28,53	4143	28,3	11,3
2016	104,1	49	28,72	5159	28,1	11,6
2017	126,5	52,3	29,17	12353	28,4	12,4
2018	180,3	50	29,99	16119	28	13,5
Koreliacijos koeficientas		-0,26	-0,50	-0,31	0,53	-0,35
$t_{lent.}$		0,47	1,01	0,57	1,09	0,66
$t_{stat.}$	2,57					

4 lentelėje pateikti investicijų į aplinkos apsaugą (mln. eurų) ir nagrinėjamų žiedinės ekonomikos veiksmų rezultatai Estijoje. Iš pradžių apskaičiuoti kiekvieno veiksnio (X_1, \dots, X_5) koreliacijos koeficientai. Nė vienas koreliacijos koeficientas nėra arti -1 ar 1, o tai reiškia, kad tarp veiksmų ir objekto yra atvirkštinis ir tiesioginis silpnas ryšys.

Remiantis 4 lentelėje pateiktais duomenimis galima teigti, kad nėra stipraus ryšio tarp pateiktų veiksnių, nes šių veiksnių koreliacijos koeficientai nėra arti 1 ar -1 .

Vėliau tikrinamas koreliacijos koeficiento reikšmingumas. Nė vieno $t_{lent.}$ nėra didesnio už $t_{stat.}$, o tai reiškia, kad nė vienas nagrinėjamas veiksnys nėra susijęs su nagrinėjamu objektu (Y – investicijos į aplinkos apsaugą (mln. eurų) Estijoje) ir jis nuo jų nepriklauso.

5 lentelė. Valstybės investicijų ir tiriamųjų veiksnių tarpusavio ryšys Latvijoje, 2014–2018 m. (sudaryta autorių)

Latvija						
Metai	Y Investicijos į aplinkos apsaugą, mln. eurų	X ₁ Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija	X ₂ Atsinaujinančios energijos dalis bendrame galutiniame suvartotos energijos kiekyje, proc.	X ₃ Prekyba perdirbamomis žaliavomis, tonomis	X ₄ Komunalinių atliekų perdirbimo lygis, proc.	X ₅ Žiedinių medžiagų naudojimo norma, proc.
2014	139	43,3	38,63	61 249	27	5,3
2015	151,9	43,4	37,54	29 236	28,7	5,3
2016	71,9	43,6	37,14	11 831	25,2	6,5
2017	72,5	43,9	39,02	17 705	24,8	5,4
2018	77,3	46	40,03	33 241	25,2	4,7
Koreliacijos koeficientas		-0,51	-0,30	0,64	0,96	-0,24
$t_{lent.}$		1,03	0,55	1,45	6,15	0,42
$t_{stat.}$	2,57					

5 lentelėje pateikti investicijų į aplinkos apsaugą (mln. eurų) ir nagrinėjamų žiedinės ekonomikos veiksnių rezultatai Latvijoje. Iš pradžių apskaičiuoti kiekvieno veiksnio (X_1, \dots, X_5) koreliacijos koeficientai. $X_3 - X_4$ koreliacijos koeficientai yra arti 1, o tai reiškia, kad tarp veiksnių ir objekto yra tiesioginis stiprus ryšys. Remiantis 5 lentelėje pateiktais duomenimis galima teigti, kad stipriausias ryšys yra tarp prekybos perdirbamomis žaliavomis (tonomis) ir komunalinių atliekų perdirbimo lygio (proc.), nes šių veiksnių koreliacijos koeficientai didžiausi.

Vėliau tikrinamas koreliacijos koeficiento reikšmingumas. Vienas iš penkių $t_{lent.}$ yra didesnis už $t_{stat.}$, o tai reiškia, kad tik vienas nagrinėjamas veiksnys (X_4 – komunalinių atliekų perdirbimo lygis, proc.) yra susijęs su nagrinėjamu objektu (Y – investicijos į aplinkos apsaugą (mln. eurų) Latvijoje) ir jis nuo jo priklauso.

6 lentelė. Valstybės investicijų ir tiriamųjų veiksnių tarpusavio ryšys Suomijoje, 2014–2018 m. (sudaryta autorių)

Suomija						
Metai	Y Investicijos į aplinkos apsaugą, mln. eurų	X ₁ Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija	X ₂ Atsinaujinančios energijos dalis bendrame galutiniame suvartotos energijos kiekyje, proc.	X ₃ Prekyba perdirbamomis žaliavomis, tonomis	X ₄ Komunalinių atliekų perdirbimo lygis, proc.	X ₅ Žiedinių medžiagų naudojimo norma, proc.
2014	601,2	84	38,78	32 874	32,5	7,3
2015	654,5	79,1	39,32	17 436	40,6	6,4
2016	721,6	83,2	39,01	25 928	42	5,3
2017	634	79,6	40,92	36 209	40,5	5,6
2018	673,2	81,4	41,16	36 031	42,3	5,9
Koreliacijos koeficientas		0,05	0,02	-0,30	0,79	-0,79
$t_{lent.}$		0,08	0,03	0,55	2,21	2,22
$t_{stat.}$	2,57					

6 lentelėje pateikti investicijų į aplinkos apsaugą (mln. eurų) ir nagrinėjamų žiedinės ekonomikos veiksnių rezultatai Suomijoje. Iš pradžių apskaičiuoti kiekvieno veiksnio (X_1, \dots, X_5) koreliacijos koeficientai. $X_4 - X_5$ koreliacijos

koeficientai yra arti -1 ar 1 , o tai reiškia, kad tarp veiksmų ir objekto yra atvirkštinis ir tiesioginis stiprus ryšys. Remiantis 6 lentelėje pateiktais duomenimis galima teigti, kad stipriausias ryšys yra tarp komunalinių atliekų perdirbimo lygio (proc.) ir žiedinių medžiagų naudojimo normos (proc.), nes šių veiksmų koreliacijos koeficientai didžiausi.

Vėliau tikrinamas koreliacijos koeficiento reikšmingumas. Nė vieno $t_{lent.}$ nėra didesnio už $t_{stat.}$, o tai reiškia, kad nė vienas nagrinėjamas veiksnys nėra susijęs su nagrinėjamu objektu (Y – investicijos į aplinkos apsaugą (mln. eurų) Suomijoje) ir jis nuo jų nepriklauso.

7 lentelė. Valstybės investicijų ir tiriamųjų veiksmų tarpusavio ryšys Švedijoje, 2014–2018 m. (sudaryta autorių)

Švedija						
Metai	Y Investicijos į aplinkos apsaugą, mln. eurų	X_1 Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija	X_2 Atsinaujinančios energijos dalis bendrame galutiniame suvartotos energijos kiekyje, proc.	X_3 Prekyba perdirbamomis žaliavomis, tonomis	X_4 Komunalinių atliekų perdirbimo lygis, proc.	X_5 Žiedinių medžiagų naudojimo norma, proc.
2014	1483,1	77,4	51,82	633341	49,3	6,4
2015	1781,7	77,1	52,95	674338	47,5	6,7
2016	1939,6	77	53,33	632715	48,4	6,8
2017	2030	76,5	54,16	572228	46,8	6,7
2018	2308,1	75,3	54,65	663324	45,8	6,6
Koreliacijos koeficientas		-0,915	0,982	-0,014	-0,904	0,490
$t_{lent.}$		3,926	9,019	0,024	3,664	0,975
$t_{stat.}$	2,57					

7 lentelėje pateikti investicijų į aplinkos apsaugą (mln. eurų) ir nagrinėjamų žiedinės ekonomikos veiksmų rezultatai Švedijoje. Iš pradžių apskaičiuoti kiekvieno veiksmo (X_1, \dots, X_5) koreliacijos koeficientai. $X_1 - X_2, X_4$ koreliacijos koeficientai yra arti -1 ar 1 , o tai reiškia, kad tarp veiksmų ir objekto yra atvirkštinis ar tiesioginis stiprus ryšys. Remiantis 7 lentelėje pateiktais duomenimis galima teigti, kad stipriausias ryšys yra tarp šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos (indeksas, 1990 = 100), atsinaujinančios energijos dalies bendrame galutiniame suvartotos energijos kiekyje (proc.) ir komunalinių atliekų perdirbimo lygio (proc.), nes šių veiksmų koreliacijos koeficientai didžiausi.

Vėliau tikrinamas koreliacijos koeficiento reikšmingumas. Trijų iš penkių $t_{lent.}$ yra didesni už $t_{stat.}$, o tai reiškia, kad trys nagrinėjami veiksniai (X_1 – šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija, X_2 – atsinaujinančios energijos dalis bendrame galutiniame suvartotos energijos kiekyje (proc.) ir X_4 – komunalinių atliekų perdirbimo lygis (proc.)) yra susiję su nagrinėjamu objektu (Y – investicijos į aplinkos apsaugą (mln. eurų) Švedijoje) ir nuo jo priklauso.

Apskaičiavus Baltijos regiono valstybių žiedinės ekonomikos veiksmų reikšmes tarp valstybių investuojamų lėšų į aplinkosaugą, pastebima, kad ryšys tarp investuojamų lėšų ir veiksmo – šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos – yra atvirkštinis, o tai reiškia, kad valstybės kuo daugiau investuoja į aplinkosaugą, tuo labiau mažina šiltnamio efektą sukeliančių dujų išsiskyrimą į aplinką. Taip pat pastebimas reiškinys, kad Latvijoje investicijos į aplinkosaugą didina komunalinių atliekų perdirbimo lygį, o Švedijoje, atvirkščiai, investicijos į aplinkosaugą mažina komunalinių atliekų perdirbimo lygį. Remiantis statistikos duomenimis, taip yra, nes Latvijoje nuo 2014 m. iki 2018 m. komunalinių atliekų kiekis padidėjo nuo 364 kg iki 407 kg vienam gyventojui, o Švedijoje tuo laikotarpiu šis rodiklis sumažėjo nuo 443 kg iki 434 kg vienam gyventojui (Eurostat, 2014–2018a, 2014–2018b, 2014–2018c, 2014–2018d, 2014–2018e, 2014–2018f).

3.2. Skatinančių žiedinės ekonomikos plėtrą veiksmų vertinimas

Siekiant identifikuoti veiksmus, turinčius didžiausią poveikį žiedinės ekonomikos plėtrai, buvo atlikta ekspertų apklausa. Apklausos rezultatai apibendrinti taikant Kendall konkordacijos koeficientą. Respondentai anketoje turėjo suskirstyti rangais nuo 1–5 (kuo rangas didesnis, tuo veiksnys daro didesnę įtaką) pateiktus lentelėje veiksmus, kurie, jų manymu, yra svarbiausi, nagrinėjant žiedinės ekonomikos plėtrą. Buvo pasirinkti 5 ekspertai iš skirtingų veiklos sferų, susijusių su žiedine ekonomika (žr. 8 lentelę).

8 lentelė. Informacija apie ekspertus

Eil. Nr.	Veiklos pobūdis	Darbo vieta	Patirtis esamoje darbovietėje	Mokslinis laipsnis
1.	Energetika	Vilniaus miesto savivaldybės administracija	Daugiau nei 5 metai	Magistras
2.	Aplinkosauga	Vilniaus miesto savivaldybės administracija	Daugiau nei 5 metai	Magistras
3.	Žiedinės ekonomikos įgyvendinimas	Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija	1 metai	Mokslų daktaras
4.	Žiedinės ekonomikos studijos	University of Life Sciences	1 metai	Doktorantas
5.	Aplinkosauga	Vyriausybė	Daugiau nei 5 metai	Mokslų daktaras

Gauti žiedinės ekonomikos plėtros veiksmų ekspertinio vertinimo rezultatai pateikti 9 lentelėje. Gautas konkordancijos koeficientas W yra 0,0752 ir parodo, kad specialistų vertinimai yra prieštaringi ir negali būti naudojami planavimui.

9 lentelė. Ekspertų suteiktos reikšmės (sudaryta autorių)

Veiksny	1	2	3	4	5	R1	Si	Si ²
Švietimas apie žiedinės ekonomikos svarbą	5	5	5	5	5	25	3,2	10,24
Atitinkamų technologijų diegimas įmonėse	5	4	5	5	2	21	-0,8	0,64
Viešojo sektoriaus įstaigų ir jam pavaldžių įmonių perėjimas prie žaliųjų viešųjų pirkimų	4	4	5	5	1	19	-2,8	7,84
Valstybių dotacijos technologijų plėtrai ir darbuotojų mokymui	5	4	4	5	4	22	0,2	0,04
Europos Sąjungos valstybių gamtosagai skirtų teisės aktų suvienodinimas	5	5	4	5	3	22	0,2	0,04
						R =	21,8	
						S =	18,8	
						W =	0,0752	

Kadangi buvo apklausti respondentai iš skirtingų interesų grupių ir veiklos sferų, galima daryti išvadą, kad kiekvienas pateiktas veiksnys yra svarbus žiedinės ekonomikos plėtrai ir pateikti veiksniai papildo vienas kitą, nes be švietimo ir gerosios praktikos pasidalinimo bus sunkiau nuspręsti, kokias technologijas diegti įmonėse, o įmonėms be valstybės finansavimo bus sunkiau įdiegti šias technologijas. Remiantis ekspertų nuomone, pagal rangams suteiktas reikšmes svarbiausi veiksniai, kuriais valstybės turi remtis, skatindamos žiedinę ekonomiką, yra: švietimas apie žiedinės ekonomikos svarbą, valstybių dotacijos technologijų plėtrai ir darbuotojų mokymui, Europos Sąjungos valstybių gamtosagai skirtų teisės aktų suvienodinimas, atitinkamų technologijų diegimas įmonėse ir viešojo sektoriaus įstaigų bei jam pavaldžių įmonių perėjimas prie žaliųjų viešųjų pirkimų.

Išvados

Žiedinė ekonomika yra ekonominis modelis, kuriame planavimas, išteklių paskirstymas, pirkimas, gamyba ir perdirbimas yra suprojektuoti ir valdomi kaip procesas ir rezultatas, siekiant maksimaliai padidinti ekosistemos funkcionavimą ir žmonių gerovę. Žmonės ir jų veikla yra vienoje sistemoje, taigi žiedinė ekonomika apima išiskus gamybos tinklus, taip gamintojas ir vartotojas nelieka neutralūs, o mokslininkų ir Europos Komisijos pateikti veiksniai – atitinkamų technologijų diegimas įmonėse, švietimas apie žiedinės ekonomikos naudą, politinių sprendimų, kurie skatintų perėjimą prie žiedinės ekonomikos, priėmimas, Europos Sąjungos valstybių gamtosagai skirtų teisės aktų suvienodinimas ir viešojo sektoriaus įstaigų bei jam pavaldžių įmonių perėjimas prie žaliųjų viešųjų pirkimų – paskatintų žiedinės ekonomikos plėtrą valstybėse.

Žiedinę ekonomiką skatinančių veiksmų ryšiai nustatyti pasitelkta koreliacinė analizė. Ekspertinė apklausa taikyta vertinant žiedinę ekonomiką skatinančių veiksmų svarbą.

Atlikus koreliacinę analizę nustatyta, kad veiksnys „komunalinių atliekų perdirbimo lygis, proc.“ yra susijęs su nagrinėjamu objektu „investicijos į aplinkos apsaugą, mln. eurų“ Latvijoje ir Švedijoje. Latvijoje jis yra tiesioginis ir stiprus, o Švedijoje yra atvirkštinis ir stiprus. Veiksnys „šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija“ yra susijęs su nagrinėjamu objektu Lietuvoje, Vokietijoje, Švedijoje, čia jis yra atvirkštinis ir stiprus. Veiksnys „atsinaujinančios energijos dalis bendrame galutiniame suvartotos energijos kiekyje, proc.“ turi tiesioginį ir stiprų ryšį su nagrinėjamu objektu tik Švedijoje. Gauti rezultatai tiriamose šalyse skiriasi, nes valstybės pasirenka skirtingas strategijas žiedinei ekonomikai įgyvendinti. Atlikus ekspertų apklausą paaiškėjo, kad pasirinktų ekspertų nuomonės yra nesuderintos, nes buvo apklausiami ekspertai iš skirtingų veiklos sričių ir įstaigų, bet jų suteikti rangai veiksniams įrodo, kad visi veiksniai yra svarbūs ir skatina žiedinės ekonomikos vystymąsi. Svarbiausi veiksniai pagal ekspertų suteiktas reikšmes yra visuomenės švietimas apie žiedinės ekonomikos svarbą ir valstybių dotacijos įmonių technologijų plėtrai bei darbuotojų mokymui. Teikiami tokie siūlymai:

- šviesti visuomenę apie žiedinės ekonomikos teikiamą naudą;
- remti verslą dotacijomis technologijų plėtrai ir darbuotojų mokymui;
- suvienodinti gamtos saugos teisinę reglamentaciją Europos Sąjungoje.

Interesų deklaracija

Straipsnio autoriai neturėjo finansinių, profesinių ar asmeninių interesų su kitomis suinteresuotomis organizacijomis ar asmenimis.

Literatūra

- Andrews, D. (2015). The circular economy, design thinking and education for sustainability. *Local Economy*, 30(3), 305–315. <https://doi.org/10.1177/0269094215578226>
- Balkau, F., & Bezama, A. (2019). Life cycle methodologies for building circular economy in cities and regions. *Management & Research*, 37(8), 765–766. <https://doi.org/10.1177/0734242X19864489>
- Bartl, A. (2018). The EU Circular Economy Package: A genius programme or an old hat? *Waste Management & Research*, 36(4), 309–310. <https://doi.org/10.1177/0734242X18755022>
- Brunner, P. (2015). Waste to energy – key element for sustainable waste management. *Waste Management*, 37(1), 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.02.003>
- Diaz, L. (2017). Waste management in developing countries and the circular economy. *Waste Management & Research*, 35(1), 1–2. <https://doi.org/10.1177/0734242X16681406>
- Europos Komisija. (2014). *ES mokslinių tyrimų ir inovacijų programa „Horizontas 2020“*. https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_LT_KI0213413LVN.pdf
- Europos Komisija. (2015a). *Uždaro ciklo kūrimas. ES žiedinės ekonomikos veiksmų planas*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0614>
- European Commission. (2012). *Directive of the European Parliament and of the Council (2012/21/ES)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A32012D0021>
- European Commission. (2015b). *Directive of the European Parliament and of the Council (2015/0276(COD))*. <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1453384628393&uri=CELEX:52015PC0596>
- European Commission. (2020). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions (COM(2020) 98)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>
- Europos Parlamentas. (2018). *Statistinė informacija. (infografikas)*. <https://www.europarl.europa.eu/news/lt/headlines/society/20180328STO00751/atlieku-tvarkymas-es-faktai-ir-skaiciai-infografikas>
- Eurostat. (2018). *Statistiniai duomenys*. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00136/default/table?lang=en>
- Eurostat (2014–2018a). *Statistiniai duomenys*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_13_10/default/table?lang=en
- Eurostat. (2014–2018b). *Statistiniai duomenys*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_40/default/table?lang=en
- Eurostat. (2014–2018c). *Statistiniai duomenys*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm020/default/table?lang=en
- Eurostat. (2014–2018d). *Statistiniai duomenys*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm011/default/table?lang=en
- Eurostat. (2014–2018e). *Statistiniai duomenys*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/table?lang=en
- Eurostat. (2014–2018f). *Statistiniai duomenys*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm011/default/table?lang=en
- Ghosh, S., & Agamuthu, P. (2018). Circular economy: The way forward. *Waste Management & Research*, 36(6), 481–482. <https://doi.org/10.1177/0734242X18778444>

- Hobson, H. (2015). Closing the loop or squaring the circle? Locating generative spaces for the circular economy. *Progress in Human Geography*, 40(1), 88–104. <https://doi.org/10.1177/0309132514566342>
- Jawahir, S., & Bradley, R. (2016). Technological elements of circular economy and the principles of 6R-based closed-loop material flow in sustainable manufacturing. *Procedia CIRP*, 40(1), 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.067>
- Johansson, N., Velis, C., & Corvellec, H. (2020). Towards clean material cycles: Is there a policy conflict between circular economy and non-toxic environment. *Waste Management & Research*, 38(7), 705–707. <https://doi.org/10.1177/0734242X20934251>
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., & Hekkert, M. (2018). Barriers to the Circular Economy: Evidence from the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150(1), 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, 127(1), 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. E. (2017). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175(1), 544–552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>
- Man, R., & Friege, H. (2016). Circular economy: European policy on shaky ground. *Waste Management & Research*, 34(2), 93–95. <https://doi.org/10.1177/0734242X15626015>
- Morone, P., & Navia, R. (2016). New consumption and production models for a circular economy. *Waste Management & Research*, 34(6), 489–490. <https://doi.org/10.1177/0734242X16652281>
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The circular economy: A interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369–380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>
- Pabedinskaitė, A. ir Činčikaitė, R. (2016). *Kiekybiniai modeliavimo metodai: mokomoji knyga*. Technika. <https://doi.org/10.20334/1563-S>
- Pabedinskaitė, A. (2010). *Kiekybiniai sprendimų metodai. I dalis. Koreliacinė regresinė analizė. Prognozavimas*. Technika. <https://doi.org/10.3846/791-s>
- Pires, A., & Martinho, G. (2019). Waste hierarchy index for circular economy in waste management. *Waste Management*, 95(1), 298–305. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.014>
- Podvezko, V. (2005). Ekspertų įvertių suderinamumas. *Technological and Economic Development of Economy*, 11(2), 101–107. <https://doi.org/10.3846/13928619.2005.9637688>
- Ragossnig, A., & Schneider, D. (2019). Circular economy, recycling and end-of-waste. *Waste Management & Research*, 37(2), 109–111. <https://doi.org/10.1177/0734242X19826776>
- Savinni, F., & Giezen, M. (2020). Responsibility as a field: The circular economy of water, waste, and energy. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 38(5), 866–884. <https://doi.org/10.1177/2399654420907622>
- Sharma, R. (2020). Green management and circular economy for sustainable development. *The Journal of Business Perspective*, 24(1), 7–8. <https://doi.org/10.1177/0972262920912497>
- Singh, J., & Ordonez, I. (2016). Resource recovery from post-consumer waste: important lessons for the upcoming circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 134(Part A), 342–353. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.020>
- Skorupskaitė, K. ir Junevičius, A. (2017). Atliekų tvarkymo politikos formavimas Lietuvoje taikant žiedinės ekonomikos modelį. *Public Policy and Administration*, 16(1), 91–107. <https://doi.org/10.5755/j01.ppaa.16.1.18016>
- The Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>
- Tura, N., Hanski, J., Ahola, T., Stähle, M., Piiparinen, S., & Valkokari, P. (2019). Unlocking circular business: A framework of barriers and drivers. *Journal of Cleaner Production*, 212(1), 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.202>
- Van Buren, N., Demmers, M., van der Heijden, R., & Witlox, F. (2016). Towards a circular economy: The role of Dutch logistics industries and governments. *Sustainability*, 8(7), 647. <https://doi.org/10.3390/su8070647>
- Williams, J. (2019). Circular cities. *Urban Studies*, 56(13), 2746–2762. <https://doi.org/10.1177/0042098018806133>
- Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2016). The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(1), 825–833. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123>

ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF THE CIRCULAR ECONOMY IN THE BALTIC REGION

Arnoldas MOZOLIS, Daiva JUREVIČIENĖ

Abstract. The article analyzes the importance of the circular economy for the modern society and the environment. Mass consumerism poses a variety of environmental challenges throughout the product life cycle, from raw material extraction, production, use, transportation, processing to the final disposal, so countries can reduce pollution and the economy by investing in the development of secondary raw materials for production. This article aims to assess which factors have the most significant impact on the development of the circular economy. The paper analyzes the scientific literature and European Union legal documents governing environmental programs. The following factors have been identified: education about the importance of the circular economy, state subsidies for technological development and staff training, harmonization of European Union environmental legislation, implementation of relevant technologies in enterprises implementation of green public procurement

in the public sector and its institutions and enterprises. A correlation analysis has been performed to reveal the current situation of the circular economy in the Baltic region states. An expert survey was conducted to identify the factors that determine the development of the circular economy. Correlation analysis showed that countries apply different priorities in promoting the circular economy. The survey of experts revealed that the opinions of the selected experts are inconsistent. Still, their rankings for factors prove that all are important and promote the development of the circular economy. Education on the importance of the circular economy and public subsidies for technological development and staff training are critical factors in the values provided by experts. The limitation of the study is the lack of consistent statistical information.

Keywords: circular economy, circular economy factors, waste management, raw materials, secondary raw materials, environmental protection.