

Žiedinės ekonomikos poveikio šalies ekonominiam augimui teorinis modelis

Patrikas STANKEVIČIUS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Bioekonomikos plėtros fakultetas,
el. paštas: patrikas.stankevicius@vdu.lt

Santrauka

Darbe taikomas mokslinės literatūros analizės ir sintezės metodai, kuriuo siekiama atskleisti žiedinės ekonomikos poveikį Lietuvos ekonominiam augimui. Aptariami žiedinės ekonomikos veiksniai, taip pat atsižvelgiama į linijinį ir žiedinį ekonomikos principus bei jų skirtumus. Pagrindinis dėmesys skiriamas žiedinės ekonomikos poveikiui ekonominiam augimui tirti Lietuvoje apskričių lygmeniu. Tema aktuali ir kitais požiūriais: dėl atliekų kaip išteklių panaudojimo galimybių ir dėl prevencijos aplinkai daromai žalai.

Žiedinė ekonomika apibūdinama kaip sistema, siekianti išlaikyti produkto pridėtinę vertę su sąlyga, kad šalutiniai produktai būtų panaudojami kuo efektyviau, taip minimizuojant atliekas. Kuomet produktas pasiekia savo gyvavimo ciklo pabaigą, jo tikslas yra išlikti ekonomikoje kaip išteklius, kuris galėtų būti produktyviai naudojamas vėl ir vėl bei sukurtų papildomą vertę.

Linijinės ekonomikos pertvarka į žiedinę ekonomiką buvo ir yra būtina, visų pirma siekiant taupyti žemės išteklius, kurie pasaulyje mažta. Principas „imti–gaminti–išmesti“ buvo pastarojo laikotarpio kelias, užtikrinantis didelius įmonių pelnus ir skatinantis neatsakingą vartojimą. Įmonės mažai dėmesio skirdavo atliekų perdirbimui, o vartotojams buvo paprasčiau įsigyti naują daiktą, nei jį taisyti ar perdirbti. Toks požiūris eikvojo išteklius ir nesprendė jų taupymo problemos. Žiedinė ekonomika jau tampa neatsiejama visuomenės dalis, kadangi žmonija suprato, kad atliekos taip pat gali būti ištekliais. Pakartotinis atliekų naudojimas skatina žiediškumą, kartu – ir naujų technologijų atsiradimą bei vystymąsi. Taigi, atliekų perdirbimas leidžia ne tik atgauti išteklius, bet ir taupyti bei išgauti energiją.

Ekonomikos augimas lemia didesnę tiek susidariusių, tiek sutvarkytų atliekų kiekį, patentų skaičiaus žiedinėje ekonomikoje ir bendrosios pridėtinės vertės augimą bei elektronikos, biologinių ir pakuočių atliekų perdirbimo kiekius. Vadinas, ne tik žiediškumas lemia ekonominį augimą, bet ir ekonomikos augimas daro poveikį žiedinės ekonomikos veiksniams.

Reikšminiai žodžiai: žiedinė ekonomika, žiedinės ekonomikos veiksniai, ekonomikos augimas.

Įvadas

Atliekų problema tampa vis aktualesnė dėl pasaulyje gausėjančios populiacijos, linijinio ekonominio požiūrio ir vartotojiškumo fenomeno (D'Amato ir kt., 2016; Stoeva ir Alriksson, 2017; Feo ir kt., 2019). Pastaraisiais metais daug dėmesio skiriama aplinkos taršos ir gamtos išteklių eikvojimo problematikai. Moksliniais tyrimais įrodyta, kad atliekų sumažinimas prisideda prie mažesnio išteklių sunaudojimo. Anaipol, didesnis vartojimas lemia didesnes šalutinių produktų susidarymo apimtis, kurios kelia pavojų tiek aplinkai, tiek žmonių ir gyvūnų sveikatai. Valstybės diegia naujas technologijas, kad atliekas būtų galima panaudoti pakartotinai ar atliekų apdirbimo procesų metu būtų išgauta energija.

Mokslininkai ir tyrėjai pripažįsta, kad tradicinė linijinė ekonomika, apimanti aplinkos, ekonominius bei demografinius veiksmus, nėra tvari. Dar neseniai dėl išteklių gausos puikiai veikęs tradicinės linijinės ekonomikos modelis pasiekė ribą, kai dėl demografinių ir ekonominių tendencijų nebepavyksta išlaikyti esamos žmonijos populiacijos. Kita vertus, žiedinės ekonomikos principai dar nėra galutinai nusistovėję ir, perdirbant atliekas, susiduriama su daugybe iššūkių.

Šiame darbe pagrindinis dėmesys skiriamas žiedinės ekonomikos poveikiui ekonominiam augimui tirti. Tema aktuali ir kitais požiūriais: dėl atliekų kaip išteklių panaudojimo galimybių ir dėl prevencijos aplinkai daromai žalai.

Linijinės ekonomikos pertvarka į žiedinę ekonomiką buvo ir yra būtina, visų pirma siekiant taupyti žemės išteklius, kurie pasaulyje mažta. Principas „imti – gaminti – išmesti“ buvo pastarojo laikotarpio kelias, užtikrinantis didelius įmonių pelnus ir skatinantis neatsakingą vartojimą. Įmonės mažai dėmesio skirdavo atliekų perdirbimui, o vartotojams buvo paprasčiau įsigyti naują daiktą, nei jį taisyti ar perdirbti. Toks požiūris eikvojo išteklius ir nesprendė jų taupymo problemos. Žiedinė ekonomika jau tampa neatsiejama visuomenės dalis, kadangi žmonija suprato, kad atliekos taip pat gali būti ištekliais. Pakartotinis atliekų naudojimas skatina žiediškumą, kartu – ir naujų technologijų atsiradimą bei vystymąsi. Taigi, atliekų perdirbimas leidžia ne tik atgauti išteklius, bet ir taupyti bei išgauti energiją.

Tyrimo tikslas – remiantis teorinėmis įžvalgomis, sudaryti žiedinės ekonomikos poveikio ekonominiam augimui teorinį modelį ir jį aptarti Europos Sąjungos (ES) šalių pavyzdžiais.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Apibrėžti žiedinės ekonomikos koncepciją, jos principus.
2. Apibrėžti žiedinės ekonomikos privalumus prieš linijinę ekonomiką.
3. Identifikuoti žiedinės ekonomikos ir ekonominio augimo sąsajas.
4. Išskirti pagrindinius žiedinės ekonomikos veiksmus.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas: žiedinės ekonomikos poveikis Lietuvos ekonominiam augimui.

Mokslinės literatūros analizė bei sintezė naudojami siekiant analizuoti Lietuvos ekonominį augimą. Sistemiant bei analizuojant informaciją bandoma apibrėžti žiedinės ekonomikos koncepciją bei paaiškinti pagrindinius tokios

ekonomikos principus. Straipsnyje apžvelgiama, kaip kintant laikotarpiui bei augant žmonijos populiacijai kito ekonomikos vartosenos modelis. Nagrinėjama, kokie buvo linijinės ekonomikos principai, taip pat aiškinami, kokios priežastys lemia linijinės ar žiedinės ekonomikos modelio pasirinkimą. Atkreipiamas dėmesys į tai, ar ekonomikos augimas turi sąsajų su žiedinės ekonomikos veiksniais. Taip pat nagrinėjama, kurie veiksniai turi didžiausią įtaką valstybės ar regiono vystymuisi. Tyrime taikomi mokslinės literatūros analizės ir sintezės metodai nusako Lietuvos ekonominį augimą lemiančius žiedinės ekonomikos veiksnius.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Ekonominio augimo bei žiedinės ekonomikos veiksnių teorinė analizė parodė, kad skirtingi autoriai įvairiai perteikia vyraujančias žiedinės ekonomikos koncepcijas. Dažnai žiediškumo koncepciją mokslininkai skaido bei nagrinėja skirtingais principais ir atsiranda kitiškas žiedinės ekonomikos veiksnių ir ekonominio augimo sąsajas. Sariatli (2017) savo leidinyje teigia, kad gamtos aplinka ne tik artėja, bet galimai net ir viršija kritinį tašką, kai pasaulio gebėjimas išlaikyti tvarią biosferą yra negrįžtamai pažeistas. Ištekliai sparčiai mažta, o dabartinis neigiamas poveikis aplinkai, net jeigu ir būtų sustabdytas iškart, dar ilgus metus turėtų neigiamą besitęsiantį poveikį. Kone eksponentiškai didėjanti demografija, perkopusi jau daugiau nei 8 milijardų populiaciją Žemėje, verčia tausoti išteklius ir atliekas bei šalutinius produktus naudoti kaip išteklius. Taigi, pasaulyje dominavusią linijinę ekonomiką pakeitė žiedinė ekonomika. Pagrindinis tikslas yra išnagrinėti žiedinės ekonomikos sampratą, išžvelgti privalumus prieš linijinę ekonomiką bei atrasti žiediškumo ir ekonomikos augimo sąsajas.

Dar prieš kelis dešimtmečius Lietuvos gyventojai Sovietų Sąjungoje patirdavo nepriteklių, todėl buvo linkę taupyti, saugoti ir remontuoti kiekvieną daiktą. Besivystant ekonomikai, pasiektas toks lygis, kuomet išmesti daiktą ir nusipirkti naują tapo daug lengviau, o kartais net ir pigiau, nei jį remontuoti ir nešti į taisyklą. Tvarios Europos tyrimo institutas pranešė, kad net 21 milijardas tonų medžiagų, naudojamų gamybai, nebuvo įtraukti į galutinį produktą: jos prarandamos perėjimo tarp medžiagų formų, gamybos metu, kaip nepanaudotos šalutinės dalys dėl efektyvumo stokos ar dėl saugojimo problemų (Sariatli, 2017). Atliekų švaistymas veltui eikvoja žemiškuosius išteklius, ne tik neatnešdamas naudos nei vartotojui, nei gamintojui, bet ir darydamas žalą aplinkosauginiu požiūriu. Nevaldomos atliekos netenka funkcijos ir yra švaistomos kaip energijos šaltinis (Zarina, Liobikienė, 2020). Linijinė ekonomika iki XX a. buvo laikoma itin sėkminga generuojant turtus pramoninėse šalyse, tačiau pasirodė itin silpna šiame tūkstantmetyje, o artimu laiku prognozuojamas visiškas jos žlugimas. Žiedinė ekonomika apibūdinama kaip sistema, siekianti išlaikyti produkto pridėtinę vertę su sąlyga, kad šalutiniai produktai būtų panaudojami kuo efektyviau, taip minimizuojant atliekas (Bilal ir kt., 2020). Kai produktas pasiekia savo gyvavimo ciklo pabaigą, jo tikslas yra išlikti ekonomikoje kaip išteklius, kuris galėtų būti produktyviai naudojamas vėl ir vėl bei sukurtų papildomą vertę. 1 lentelėje pateikiama žiedinės ekonomikos modelio koncepcija. Kadangi randama daug literatūros apie šį modelį, autoriai pateikia įvairią sampratą apie žiedinę ekonomiką. Aprašydami suvokimą išskiria atskirus aspektus ar apibūdinimams pateikia net metaforinius palyginimus.

Geng ir kt. (2009) žiedinę ekonomiką apibūdina kaip spiralinę kilpą, kurioje iš vieno etapo į kitą perduodamos medžiagos ir energijos, stengiantis kuo įmanoma labiau tausoti aplinką. Veikiant šiai sistemai stengiamasi sukurti ekonominį augimą bei neapriboti technologinės ir socialinės pažangos. Pabrėžiamas išteklių naudojimo efektyvumas, siekis sumažinti susidaranciu atliekų kiekį ir, jeigu įmanoma, atliekas paversti naudingais pramonės ištekliais. Labai panašiai žiedinę ekonomiką apibūdina Franklin-Johnson ir kt. (2017). Modelis suprantamas kaip uždaras ratas, kuriame pagrindiniai veikėjai yra žaliavos ir energijos resursai, veikiami vartotojo ir gamintojų santykio. E. Franklin-Johnson ir kt. (2017), energijos srautą išskirsto etapais, o pereinant iš vieno etapo į kitą stengiamasi prarasti kuo mažiau materialų ir energijos resursų. Webster (2017) pateikia labiau holistinį požiūrį, žiedinės ekonomikos tikslą apibūdinamas kaip produkciją, laiko perspektyvoje turinčią didžiausią naudą. Nauda, be abejonės, sukuriama ne tik įmonei ar galutiniam vartotojui, bet itin atsižvelgiama į gamybos procesų poveikį aplinkai. Braunart ir McDonough (2002) į žiedinės ekonomikos sąvoką įtraukia „iš lopšio į lopšį“ metaforą, pabrėžiant atliekų virtimą vertingais ištekliais. Braungart ir McDonough (2002), nepaisant to, kad apibūdinime įtraukia metaforinį palyginimą, žiediškumą perteikia taip pat kaip Geng ir kt. (2009) bei Franklin-Johnson ir kt. (2017). Ellen MacArthur Foundation (2019) žiedinės ekonomikos modelį perteikia ypatingą dėmesį skirdami aplinkosauginiam klestėjimui. Toks požiūris akcentuoja ne atliekų perdirstimą ar mažesnę suvartojimą, bet į mūsų gamtos turtus, kuriuos bėgant metams aliname. Išryškinama aplinkos svarba ir konstatuojama, kad nepaisydami žiediškumo principų ir išnaudodami visus Žemės išteklius, artėjame prie išnykimo ribos. Taigi, skirtingi autoriai akcentuoja skirtingus žiedinės ekonomikos ypatumus, tačiau perteikiama pagrindinė idėja – energijos ir išteklių judėjimas ratu, sumažinant atliekų kiekį bei atsižvelgiant į poveikį aplinkai – sutampa.

Perdirbti ir atliekas naudoti pakartotinai ekonominiu požiūriu neapsimokėjo. Fiskaliniai, apskaitos ir reguliavimo įstatymai taip pat palaikydavo šią politiką, nes gamintojai nebūdavo įpareigoti mokėti už išorinius veiksnius, todėl buvo mažiau skatinami atsižvelgti į savo veiklos išlaidų išorinius aspektus (Feo, Ferrara, Parente, 2019). Taigi, besąlygiškai naudojama linijinės ekonomikos schema privedė prie išteklių krizės. „Įmti – gaminti – išmesti“ buvo pastarojo laikotarpio ekonomikos vedlys, kai imami reikalingi ištekliai, iš kurių gaminamos prekės, kad šios būtų perduodamos, gaunamas pelnas, o tuomet atskratoma viso to, kas nebereikalinga, įskaitant ir produktą jo gyvavimo ciklo pabaigoje (Sariatli, 2017). Kitaip tariant, toks gausus išteklių suvartojimas ir vienu produktų keitimas kitais privedė prie vartotojiškos visuomenės susiformavimo. Naudojant žiedinę ekonomiką, visas turtas ir daiktai yra perdirbami, atnaujinami, taisomi ir naudojami pakartotinai tam, kad padidintų medžiagų efektyvumą tiek jo produkcijoje, tiek vartojimo metu (Ardolino, Parrillo, Arena, 2018). Awasthi ir kt. (2021) prognozuoja, kad ateityje išteklių truks vis labiau, todėl klestės tos įmonės, kurios geriausiai gebės valdyti išteklius, optimizuoti jų panaudojimą bei pakartotinai naudoti medžiagas, išgaunant kuo

daugiau pridėtinės vertės. Linijinis modelis „Imti – gaminti – išmesti“ nebeatitinka dabartinių ir numanomų ateities žmonijos poreikių. Įmonės, veikdamos pagal šį modelį, nebuvo motyvuotos efektyviai naudoti išteklius, o tai nulėmė pernelyg didelį atliekų švaistymą. Šis šiukšlių kiekis jau yra sukauptas sąvartynuose ir vargu, ar kada nors bus perdirbtas ir pakartotinai panaudotas. Aplinkos ir ekonomikos tendencijos byloja, kad linijinis ekonomikos modelis pasiekė savo ribas. Vis didėjanti išteklių stygiaus problema, kurią sukelia išteklių išsekimas, ir dėl demografinių tendencijų padidėjęs poreikis daro spaudimą pelningumui (Oladiran, 2010).

Labai svarbu suprasti pagrindinius žiedinės ekonomikos principus. Svarbios pasekmės pasireiškia galutiniam vartotojui, pavyzdžiui, atvirkštinis medžiagų srautas, kuris išplečia vartotojo–gamintojo sąveiką, naudingas įmonėms, didinančioms vartotojų lojalumą (Sariatli, 2017). Toks produktų projektavimas su perdirbimo įtrauktomis medžiagomis mažina sudėtingumą ir pratęsia produktų gyvavimo ciklą. Taip produktai tampa orientuoti į vartotojų naudą, taikant žiedinės ekonomikos principus, skatinama gaminti ilgaamžius produktus, kurie galiausiai mažina viso turto savikainą, o rinkai suteikiamos naujos galimybės gauti prekes. Toks gamintojo ir vartotojo bendradarbiavimas papildo pasirinkimo galimybių spektrą ir padidina vartotojų pasitenkinimą, kadangi vartotojui nebėra papildomo rūpesčio galvojant, kur dėti panaudotą daiktą ar kokį naują produktą įsigyti vietoj senojo. Daugelis Europos valstybių gyventojų išmeta biologiškai skaidžias atliekas kartu su nerūšiuotomis komunalinėmis atliekomis, todėl biologinių atliekų tvarkymui priskiriama didžiausia dalis šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos (Jain ir kt., 2022). Sąvartynuose susidaro metanas – vienas iš šiltnamio efekto sukėlėjų – kuris daro neigiamą įtaką klimato kaitai ir žmonių sveikatai. Biologiškai skaidžiose atliekose yra didelis energijos kiekis, kuris ne tik gali, bet ir privalo būti panaudojamas šiuolaikinėje žiedinėje ekonomikoje (Carvalho, Fragoso, Duarte, 2017). Lietuvos, kaip ir kitų ES valstybių, visuomenės du didžiausi iššūkiai yra sumažinti priklausomybę nuo iškastinio kuro bei apriboti atliekų kiekį (Bhatia, Joo, Yang, 2018). Stoeva ir Alriksson (2017) pabrėžia, kad ES atliekų tvarkymo politikos prioritetai pagal svarbumo mažėjimą išdėliojami taip: atliekų prevencija – tai pats svarbiausias aspektas, tuomet pakartotinis panaudojimas, mažiau svarbus – perdirbimas, paskui – energijos atgavimas ir galiausiai atliekų šalinimas. Visi šie aspektai yra svarbūs, tačiau svarbiausia yra sumažinti suvartojimą, o tik paskui galvoti apie tai, kad šiukšlių perdirbimas būtų kuo įmanoma efektyvesnis ir labiausiai optimizuotas. Plačiausiai pripažinta atliekų tvarkymo priemonė, kitaip žinoma kaip 3R taisyklė, yra atliekų prevencijos, pakartotinio naudojimo ir perdirbimo elgsena (Huang ir kt., 2018). 2 lentelėje apibūdinami skirtingų autorių perteikiami žiedinės ekonomikos principai. Skirtingi autoriai skirtingai nagrinėja žiedinės ekonomikos ypatumus, energijos ir medžiagų judėjimo sraute išvelgdami vis daugiau atliekų perdirbimo aspektų.

1 pav. Žiedinės ekonomikos principai

Fig. 1. Circular economy principles

Autorius	Wu ir kt. (2014)	Wu ir kt. (2014)	Reike, Vermeulen ir Witjes (2018)	Jawahir ir Bradley (2016)
Principo pavadinimas	1R	3R	4R	6R
Koncepcija	<ul style="list-style-type: none"> • Sumažinti (angl. reduce) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumažinti • Pakartotinai panaudoti (angl. reuse) • Perdirbti (angl. recycle) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumažinti • Pakartotinai panaudoti • Perdirbti • Atkurti (angl. recover) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pakartotinai panaudoti • Atkurti (angl. recover) • Perdirbti • Perprojektuoti (angl. redesign) • Sumažinti • Pergaminti (angl. remanufacture)

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Source: compiled by author

Wu ir kt. (2014) savo darbe mini žiedinės ekonomikos modelio ištakas, atsiradusias dar 1980 m. Tuo metu pramonėje buvo įsivyravusi linijinė ekonomika su vartotojišku požiūriu „imti – gaminti – išmesti“. Jau praeitame tūkstantmetyje buvo pastebėtos linijinės ekonomikos spragos aplinkosauginiu ir ekonominiu požiūriu, todėl buvo pasiūlytas 1R principas – sumažinti. Siekiant sumažinti ir žaliavų švaistymą, buvo siūloma sumažinti jų vartojimą. Kitaip tariant optimizuoti naudojamus išteklius. Bėgant metams susiformavo esminis žiedinės ekonomikos principas (3R), siekiant ne tik sumažinti žaliavų suvartojimą, bet kartu pakartotinai panaudoti ir perdirbti atliekas. Toks požiūris jau apibūdina žiedišką medžiagų judėjimą, kai atliekos yra perdirbamos ir iš atliekų gaunama nauda, pavyzdžiui, anaerobiniu skaidymo būdu susidariusios biodujos naudojamos pastatams šildyti. Reike ir kt. (2018) pateikia 4R principą, kuriame prie trijų pagrindinių pridedamas atkūrimo aspektas. Atliekos panaudojamos kaip ištekliai ir perdirbant išgaunamas ar atstatomas produktas. Taip produktai tampa ilgaamžiškesni ir prailgina savo gyvavimo ciklą. Jawahir ir Bradley (2016) pateikia 6R žiedinės ekonomikos modelį, kai prie pastarųjų keturių greta atsiranda perprojektavimo (dizaino pakeitimo) ir pergaminimo principai. Perprojektavimo metu prekės gali keisti savo dizainą, taip stengiantis panaudoti kuo daugiau antrinių žaliavų ir utilizuoti kuo mažiau atliekų. Taigi, perprojektavimui būtų naudojami komponentai, medžiagos ir ištekliai, atgauti iš ankstesnio gyvavimo ciklo arba ankstesnės kartos gaminių. Pavyzdžiui, naujame telefono modelyje būtų naudojamos senesnės kartos komponentai. Pergaminimo principas apima jau naudotų gaminių pakartotinį apdorojimą, siekiant atkurti jų pradinę būseną arba kaip naują formą pakartotinai naudoti kuo daugiau dalių neprarandant funkcionalumo. Geras pavyzdys būtų pergaminamos baterijos, kurios apdirbamos taip, kad veiktų naujam gyvavimo ciklui. Tokiu būdu beveik neatsiranda utilizavimui skirtų atliekų. Svarbiausias aspektas – kuo mažiau naudoti nereikalingų produktų. Didžiausia siekiama yra vartotojiškumo sumažinimas, tačiau taip pat svarbu yra perdirbti atliekas ir

pasirūpinti, kad atliekos taptų ištekliais (Minelgaitė, Liobikienė, 2019). Atliekų sumažinimo elgesys apibūdinamas, kai žmogus rūšiuoja popierines, plastikines, metalines ar stiklines medžiagas, taip pat pasirūpina sodo, virtuvės ir buitinių atliekų, elektronikos ir elektros prietaisų perdirbimu (Minelgaitė, Liobikienė, 2019).

Be abejo, supratus, koks reikšmingas žiedinės ekonomikos vaidmuo šiuolaikinėje, išteklių mažtančioje visuomenėje, svarbu suprasti tokios koncepcijos ir ekonominio augimo sąsajas. Demografinis žmonijos vystymasis toliau keičia gyventojų koncentraciją nuo tradiciškai tankiai apgyvendintų pramoninių regionų besivystančių rinkų link. Vadinas, gresia ryškus demografinis šuolis šalių, kurių ekonomika vystosi sparčiau nei išsivysčiusių pasaulio valstybių. Ši tendencijos kaita, kartu su sparčiu Indijos ir Kinijos ekonominiu vystymusi, toliau didina vidurinės klasės vartotojų pasaulinę masę. Vidurinei klasei pasiekus apie 3 milijardus žmonių populiaciją su atitinkamu vartojimo lygmeniu, prognozuojama, kad tai reikalaus milžiniškų investicijų į infrastruktūrą. Nesugebėjus įvykdyti atitinkamo investicijų kiekio, ekonomika neišvengiamai taps apribota tiekimo požiriu, ypač Vakarų ekonomikoje, kurios jau veikia beveik maksimaliu pajėgumu, pavyzdžiui, maisto gamybos ir tiekimo atžvilgiu. Vadinas, išsivysčiusios šalys dabar gali daug produkcijos, ypač maisto, importuoti iš trečiųjų pasaulio valstybių, tačiau pastarosioms pasiekus didesnę ekonominę gerovę, daug importuojančios šalys stokos produkcijos ir žaliavų, nes eksportuotojų prioritetą bus produkto tiekimas vietinei rinkai. Atsižvelgiant į jau esamas vietines ir pasaulines politines situacijas, didėja tarpusavio rinkų ryšys, o finansavimo ir prastėjančios aplinkos klausimai kelia susirūpinimą ir įtampą pasaulinėje arenoje. Prasidėjusi tinkle ir išteklių ateities susirūpinimas lemia tai, kad samprata apie gamybą ir vartojimą, jog daugiau yra geriau, privalo būti kardinaliai keičiama į teigiamą plėtrą, kurioje rinkos siekia pagerinti padėtį tiek lokaliu, tiek globaliu mastu ir veikti sistemingai. Taigi, žiedinės ekonomikos modelis tampa nebeatsiejamas mūsų gyvenimo principas (Lahiri, 2017). Žiedinė ekonomika grindžia didesnę dėmesį teikti kuo mažesniai pirminiam žaliavos kiekiui panaudojimui bei skatina naudoti švarias technologijas. Didžiausias naudos gavėjas privalo tapti visuomenė, o ne atskiros įmonės ar pavieniai vartotojai. Aplinka turi tapti mažesniu atliekų rezervuaru bei gamybai naudoti minimalų žaliavų kiekį.

Skirtingos žiedinės ekonomikos praktikos naudojamos vis plačiau ir skatina ekonomikos augimą, pritraukia vis didesnę investicinį kapitalą. Sumažėjęs tiesioginis medžiagų sąnaudų lygis turi didelį privalumą, kadangi įmonių veiklose mažėja priklausomybė nuo išteklių (Rajendran, Lin, Murphy, 2019). Tokiu būdu sutaupomi ne tik žemiškieji ištekliai, tačiau ir sumažinamos įmonių išlaidos. ES, taikydama žiedinės ekonomikos modelį, kasmet galėtų sutaupyti maždaug pusę trilijono JAV dolerių dėl medžiagų sąnaudų sumažėjimo (Sariatli, 2017). Pasak Ellen MacArthur Foundation (2013), dabartinė ekonominė struktūra glaudžiai koreliuoja su geografiniu pasiskirstymu pagal regioną. Tokia išvada daroma todėl, kad gausiausi išteklių vartotojai yra susitelkę labiausiai išsivysčiusiose regionuose. Kitaip tariant, Vakarų pasaulis, tokios šalys kaip JAV, Vokietija, Didžioji Britanija ir kitos Europos valstybės pasižymi didžiausiu vartotojiškumo aspektu. Naudojami ištekliai yra eksportuojami ir gaunami iš besivystančių valstybių. Didžiausia to priežastis yra žemas trečiųjų šalių pragyvenimo lygis, natūralu, kartu su pigesniais ištekliais ir gerokai pigesne darbo jėga (Genga, Fua, Xuea, 2012). Lyginant tarpusavyje, ištekliai buvo pigesni nei darbo jėga, todėl gamintojai skatinami naudoti milžiniškus medžiagų kiekius ir taupyti žmogiškąjį kapitalą. Taigi, kuo daugiau medžiagų ir energijos įmonės galėjo panaudoti žmogiškajam kapitalui papildyti, tuo didesnę konkurencinį pranašumą įgydavo. Naudoti medžiagas buvo pigiau nei naudoti darbo jėgą, o natūrali to pasekmė yra itin mažas dėmesys perdirbimui, antriniam naudojimui ir didelis dėmesys kuo greitesniam atliekų utilizavimui. Tiek ES, tiek viso pasaulio ekonomikos vystymasis atneša ne tik teigiamus, bet ir neigiamus rezultatus. Kitas jų – gausėjantys biologiškai skaidžių atliekų kiekiai. Mažas ir vidutinės pajamas gaunančiose šalyse dėl finansinių resursų stokos yra daugiau neįžinerinių ar atvirų sąvartynų (Wijekoon ir kt., 2022). Tokių sąvartynų eksploatavimo išlaidos yra gerokai mažesnės, tačiau tai turi neigiamą poveikį tiek aplinkai, tiek žmonių sveikatai. Atviruose sąvartynuose filtratas tiesiogiai patenka į dirvožemį ar nuteka į greta esančius vandens telkinius (Wijekoon ir kt., 2022). Išsivysčiusiose valstybėse dėl didelės perkamosios galios bioskaidžių atliekų kiekiai be perstojo didėja (Abderezzak, 2017). Taigi, išsivysčiusios pasaulio šalys susiduria su atliekų gausos problema, o besivystančios valstybės su sąvartynų kokybe. Skirtingų veiksnių sukelta problema daro neigiamą įtaką tiek visuomenei, tiek žmonių sveikatai. Europos Komisijos tikslas – iki 2030 m. perdirbti ir pakartotinai panaudoti bent 70 % komunalinių atliekų (Stoeva ir Alriksson, 2017). ES nustato daugiausia priemonių atliekų mažinimo tikslams įgyvendinti perdirbimo ir apdoravimo srityse, bet vis dėlto mažesnis suvartojimas išlieka atliekų sprendimo hierarchijos viršūnėje (Cecere ir kt., 2014; Wilts ir kt., 2013). Ekonomikos augimas, išreikštas bendruoju vidaus produktu, priklauso nuo žiedinės ekonomikos augimo. Geresnis atliekų tvarkymas ir mokami didesni aplinkosauginiai mokesčiai lemia didesnę šalies išsivystymo lygį. Minelgaitė ir Liobikienė (2019) pastebėjo tendenciją, kad kuo valstybė yra turtingesnė, tuo daugiau atliekų susidaro. Taip pat tarp perdirbimo elgsenos ir atliekų susidarymo pastebimas teigiamas ir statistiškai reikšmingas ryšys. Šalių perdirbimo lygis buvo aukštas tose šalyse, kuriose ir susidarydavo daug atliekų (Minelgaitė, Liobikienė, 2019). Jain ir kt. (2022) savo tyrime atrado, kad mokami aplinkos mokesčiai daro teigiamą įtaką ekonomikai. Apibendrinant žiedinės ekonomikos ir ekonominio augimo sąsajas galima teigti, kad geriau išsivysčiusios valstybės sukuria daugiau atliekų, tačiau ir daugiau jų perdirba, kai ekonominiu požiriu ne tokios stiprios valstybės sukaupia gerokai mažiau atliekų, tačiau taip pat turi prastesnius atliekų tvarkymo procesus.

Paskutinių penkerių metų laikotarpiu atliktų mokslinių tyrimų, nagrinėjusių žiedinės ekonomikos veiksnių poveikį ekonominiam augimui, analizė atskleidė, kad žiedinės ekonomikos vertinimo kontekste gali būti naudojami įvairūs sąspindintys rodikliai. Mokslininkai dažniausiai naudoja sutvarkytų komunalinių atliekų laipsnio rodiklį. Kiti dažnai tirti veiksniai susiję su žiediniu medžiagų panaudojimu, darbo našumu, išteklių produktyvumu, aplinkosauginiais mokesčiais, išlaidomis moksliniams tyrimams ir technologinei plėtrai. Skirtingi užsienio autoriai analizuoja tiek tiesioginį, tiek atvirkštinį žiedinės ekonomikos veiksnių ir ekonomikos augimo ryšį. Busu ir Trica (2019), Busu (2019) bei Georgescu ir kt. (2022) išnagrinėjo tiesioginį žiedinės ekonomikos ryšį, kuriame ekonominiam augimui teigiamą įtaką darė

sutvarkytos ir susidariusios komunalinės atliekos, prekyba perdirbtomis žaliavomis, novatoriškos įmonės, žiedinių medžiagų panaudojimas, ekologiškas prekes gaminantys darbuotojai, išlaidos moksliniams tyrimams ir technologinei plėtrai, darbo našumas, aplinkosauginiai mokesčiai, išteklių produktyvumas bei atsinaujinančios energijos naudojimas. Remiantis atvirkštinį ryšį nagrinėjusiu Sverko Grdic ir kt. (2020), galima apibendrinti, kad ekonomikos augimas lemia didesnę tiek susidariusių, tiek sutvarkytų atliekų kiekį, patentų skaičiaus žiedinėje ekonomikoje ir bendrosios pridėtinės vertės augimą bei elektronikos, biologinių ir pakuočių atliekų perdirbimo kiekius. Vadinasi, ne tik žiediskumas lemia ekonominį augimą, bet ir ekonomikos augimas daro poveikį žiedinės ekonomikos veiksniams.

Išvados

1. Gamtinė aplinka rodo nebegalinti pakęsti dabartinio žemiškųjų išteklių išnaudojimo lygio, tai lemia aplinkosaugines problemas. Žiedinė ekonomika yra darni, gyvybinga ir neišvengiama alternatyva, kuria naudojantis galima susidoroti su kylančiomis gamtos krizėmis. Žiedinės ekonomikos modelis leidžia sumažinti atliekų kiekį, įtraukiant pakartotinai naudojamus gaminių komponentus uždaro ciklo sistemos metu. Taip pat taikant laipsnišką metodą apribojama ekonomikos priklausomybės nuo energijos ir medžiagų sąnaudų, taip mažinant neigiamą ekonomikos poveikį aplinkai ir kartu tenkinant gausėjančios planetos poreikius. Gamybos veiksmingumo ir efektyvumo didinimas gerina konkurencijos sąlygas, reikalauja ilgalaikės strategijos ir taip gerina vartotojų bei gamintojų tarpusavio sąveiką.

2. 3R yra pagrindinis žiedinės ekonomikos principas. Atsirandant naujoms principo dedamosios, išskiriami nauji technologiniai perdirbimo ir atliekų apdorojimo būdai. Kiekvienas papildomas perdirbimo aspektas didina žiedinės ekonomikos modelio ratą, taip atliekos perdirbamos dar efektyviau ir utilizuojamas šiukšlių kiekis dar labiau sumažėja.

3. ES valstybėse didinant aplinkos mokesčių įplaukas, bendrasis vidaus produktas didėja daugiau kaip dešimtį kartų. Tai įrodo, kokį stiprų ryšį pagrindinis ekonomikos augimo rodiklis – BVP – turi su pajamomis iš taršos mokesčių. Šiukšlių perdirbimo rodikliai buvo pasirinkti kaip ekonominiai ir socialiniai veiksniai, kurie statistiškai reikšmingai lemia ekonomikos augimą. Ekonominiai ir socialiniai žiedinės ekonomikos principai yra būtini ekonomikos augimo atžvilgiu. Išsivysčiusiose šalyse ne tik sukuriama daugiau atliekų, bet ir jų perdirbama, todėl būtent taip skatinamas ekonomikos augimas valstybėse, plačiau naudojančiose žiedinį ekonomikos modelį. Taigi, galima pastebėti tiesioginį bei atvirkštinį ryšį tarp žiedinės ekonomikos veiksnių taikymo gausos bei šalies ekonominio augimo.

4. Pagrindiniai žiedinės ekonomikos augimą lemiantys veiksniai yra sutvarkytų bei susidariusių atliekų kiekis, bendrosios pridėtinės vertės augimas ir patentų skaičius žiedinėje ekonomikoje bei elektronikos, biologinių ir pakuočių atliekų perdirbimo kiekiai.

Literatūra

1. Abderezak, B. 2017. An innovative simulation tool for waste to energy generation opportunities. *Mediterranean Journal of Modeling and Simulation*, Vol. 7, p. 38–48.
2. Ardolino, F., Parrillo, F., Arena, U. 2018. Biowaste-to-biomethane or biowaste-to-energy? An LCA study on anaerobic digestion of organic waste. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 174, p. 462–476.
3. Awasthi, M. K., Sarsaiya, S., Wainaina, S., Rajendran, K., Awasthi, S. K., Liu, T., ... & Taherzadeh, M. J. 2021. Techno-economics and life-cycle assessment of biological and thermochemical treatment of bio-waste. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 144, p. 110837.
4. Bagheri, M., Esfilar, R., Golchi, M. S., Kennedy, C. A. 2020. Towards a circular economy: A comprehensive study of higher heat values and emission potential of various municipal solid wastes. *Waste Management*, Vol. 101, 210–221.
5. Bhatia, S.K., Joo, H.S., Yang, Y.H. 2018. Biowaste-to-bioenergy using biological methods – A mini-review. *Energy Conversion and Management*, Vol. 177, p. 640–660.
6. Bilal, M., Khan, K. I. A., Thaheem, M. J., & Nasir, A. R. 2020. Current state and barriers to the circular economy in the building sector: Towards a mitigation framework. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 276, p. 123250.
7. Braungart, M., McDonough, W. 2002. Design for the Triple Top Line: New tools for sustainable commerce. *Corporate Environmental Strategy*, Vol. 9(3), p. 251–258.
8. Busu, M. 2019. Adopting circular economy at the European Union level and its impact on economic growth. *Social Sciences*, Vol. 8(5), p. 159.
9. Busu, M., Trica, C. L. 2019. Sustainability of circular economy indicators and their impact on economic growth of the European Union. *Sustainability*, Vol.11(19), p. 5481.
10. Carvalho, A., Fragoso, R., Duarte, E. 2017. Improving waste-to-energy process by co-digestion of exhausted coffee biowaste and WWTP sludge. *Energy Procedia*, Vol.136, p. 245–250.
11. D'amato, A., Mancinelli, S., Zoli, M. 2016. Complementarity vs substitutability in waste management behaviors. *Ecological Economics*, Vol.123, p. 84–94.
12. Ellen Macarthur Foundation. 2013. Towards the Circular Economy: Vol. 1 – An Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. Stahel, G., Cooper, A., Pearce, A., & Tenenbaum, M. Prieiga per internetą: https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/TCE_Report-2013.pdf.
13. Feo, G., Ferrara, C., Iannone, V., Parente, P. 2019. Improving the efficacy of municipal solid waste collection with a communicative approach based on easily understandable indicators. *Science of the Total Environment*, Vol. 651, p. 2380–2390.

14. Franklin-Johnson, E., Figge, F., Canning, L. 2016. Resource duration as a managerial indicator for Circular Economy performance. *Journal of Cleaner Production*; Vol. 133, p. 589–598.
15. Garcia-Bernabeu, A., Hilario-Caballero, A., Pla-Santamaria, D., Salas-Molina, F. 2020. A process oriented MCDM approach to construct a circular economy composite index. *Sustainability*, Vol. 12(2), p. 618.
16. Geissdoerfer, M., Morioka, S. N., Carvalho, M. M., Evans, S. 2018. Business models and supply chains for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 190, p. 712–721.
17. Geng, A. Y., Fua, J., Sarkisc, J., Xuea, B. 2012. Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 23(1), p. 216–224.
18. Georgescu, I., Kinnunen, J., Androniceanu, A. M. 2022. Empirical evidence on circular economy and economic development in Europe: a panel approach. *Journal of Business Economics and Management*, Vol. 23(1), p. 199–217.
19. Hijazi, O., Abdelsalam, E., Samer, M., Amer, B. M. A., Yacoub, I. H., Moselhy, M. A., ... & Bernhardt, H. 2020. Environmental impacts concerning the addition of trace metals in the process of biogas production from anaerobic digestion of slurry. *Journal of Cleaner Production*, Vol.243, p. 118593.
20. Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., Bleischwitz, R., Ren, J. 2018. Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol.129, p. 36–44.
21. Isemin, R. L., Mikhalev, A. V., Muratova, N. S., Kogh-Tatarenko, V. S., Teplitskii, Y. S., Buchilko, E. K., ... & Pitsukha, E. A. 2019. Improving the efficiency of biowaste torrefaction. *Thermal Engineering*, Vol.66, p. 521–526.
22. Jain, A., Sarsaiya, S., Awasthi, M. K., Singh, R., Rajput, R., Mishra, U. C., ... & Shi, J. 2022. Bioenergy and bio-products from bio-waste and its associated modern circular economy: Current research trends, challenges, and future outlooks. *Fuel*, Vol. 307, p. 121859.
23. Jawahir, I. S., Bradley, R. 2016. Technological elements of circular economy and the principles of 6R–based closed-loop material flow in sustainable manufacturing. *Procedia Cirp*, Vol. 40, p. 103–108.
24. Katinas, V., Marčiukaitis, M., Perednis, E., & Dzenajavičienė, E. F. 2019. Analysis of biodegradable waste use for energy generation in Lithuania. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 101, p. 559–567.
25. Khahro, S. H., Kumar, D., Siddiqui, F. H., Ali, T. H., Raza, M. S., & Khoso, A. R. 2021. Optimizing energy use, cost and carbon emission through building information modelling and a sustainability approach: A case-study of a hospital building. *Sustainability*, Vol. 13(7), p. 3675.
26. Lahiri, B. 2017. Dissimilar Relations between Income and Environmental Quality for Open Economies in a Growth Model. *Eastern Economic Journal*, 43, p. 104–127.
27. Lee, D., H. 2019. Building evaluation model of biohydrogen industry with circular economy in Asian countries. *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 44(6), p. 3278–3289.
28. Leipold, S., Petit-Boix, A. 2018. The circular economy and the bio–based sector – Perspectives of European and German stakeholders. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 201, p. 1125–1137.
29. Liguori, R., Faraco, V. 2016. Biological processes for advancing lignocellulosic waste biorefinery by advocating circular economy. *Bioresource Technology*, Vol. 215, p. 13–20.
30. Ma, X., Gao, Z., Gao, M., Ma, Y., Ma, H., Zhang, M., ... & Wang, Q. 2018. Microbial lipid production from food waste saccharified liquid and the effects of compositions. *Energy Conversion and Management*, Vol. 172, p. 306–315.
31. Minelgaitė, A., Liobikienė, G. 2019. Waste problem in the European Union and its influence on waste management behaviors. *Science of The Total Environment*, Vol. 667, p. 86–93.
32. Momete, D. C. 2020. A unified framework for assessing the readiness of European Union economies to migrate to a circular modelling. *Science of the Total Environment*, Vol. 718, p. 137375.
33. Oladiran, O. J. 2010. The usage and contributions of construction waste minimization strategies. In Proceedings of the International Conference on Innovation in Architecture, *Engineering and Construction*.
34. Onoja, U., Dibua, U. E., Enete, A. A. 2011. Climate change: Causes, effects and mitigation measures – A review. *Global Journal of Pure and Applied Sciences*, 17, p. 469–479
35. Paramati, S. R., Alam, M. S., Chen, C. F. 2017. The effects of tourism on economic growth and CO2 emissions: a comparison between developed and developing economies. *Journal of Travel Research*, Vol. 56(6), p. 712–724.
36. Pecorini, I., Bacchi, D., Albini, E., Baldi, F., Iannelli, R., Ferrara, G. 2018. Evaluation of food waste energy content through bio–fuels production. *Energy Procedia*, Vol. 148, p. 1018–1025.
37. Rajendran, K., Lin, R., Wall, D. M., Murphy, J. D. 2019. In Influential Aspects in Waste Management Practices, 65–78. *Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches*.
38. Reike, D., Vermeulen, W. J. V., Witjies, S. 2018. The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 135, p. 246–264.
39. Robaina, M., Villar, J., Pereira, E. T. 2020. The determinants for a circular economy in Europe. *Environmental Science and Pollution Research*, Vol.27, p. 12566–12578.
40. Sariatli, F. 2017. Linear economy versus circular economy: a comparative and analyzer study for optimization of economy for sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, Vol. 6(1), p. 31–34.
41. Stoeva, K., Alriksson, S. 2017. Influence of recycling programmes on waste separation behaviour. *Waste Management*, Vol. 68, p. 732–741.
42. Sverko Grdic, Z., Krstinic Nizic, M., Rudan, E. 2020. Circular Economy Concept in the Context of Economic Development in EU Countries. *Sustainability*, 12(7), p. 3060.

43. Webster, K. 2017. Ellen MacArthur Foundation Publishing: Cowes, *The Circular Economy: A Wealth of Flows*, 2nd ed., p.5–25.
44. Wijekoon, P., Koliyabandara, P. A., Cooray, A. T., Lam, S. S., Athapattu, B. C., & Vithanage, M. 2022. Progress and prospects in mitigation of landfill leachate pollution: Risk, pollution potential, treatment and challenges. *Journal of hazardous materials*, Vol. 421, p. 126627.
45. Wu, H. Q., Shi, Y., Xia, Q., & Zhu, W. D. 2014. Effectiveness of the policy of circular economy in China: A DEA-based analysis for the period of 11th five-year-plan. *Resources, conservation and recycling*, Vol. 83, p. 163–175.

THEORETICAL MODEL OF THE IMPACT OF THE CIRCULAR ECONOMY ON THE COUNTRY'S ECONOMIC GROWTH

Summary

The work uses the method of scientific literature analysis and synthesis, which aim to reveal the impact of the circular economy on the economic growth of Lithuania. Factors in the circular economy are discussed, as well as the principles of the linear and circular economy and their differences. The main focus is on studying the economic growth of circular economy events in Lithuania at the county level. The topic is also relevant from other points of view: the possibilities of using waste as a resource and the prevention of damage to the environment.

The circular economy is described as a system that seeks to maintain added value on the condition that effective products are used as much as possible, thus minimizing waste. When a product reaches the end of its life cycle, its purpose is to remain in the economy as a resource that can be productively used again and again and create the most value.

The transformation of the linear economy into a circular economy was and is necessary, primarily in order to save the earth's resources, which are depleting the world. Take–make–dispose has been the way of late, ensuring high corporate profits and encouraging irresponsibility. Companies paid little attention to waste recycling, and consumers preferred to buy a new item rather than repair or recycle it. Such an approach wasted resources and did not solve the problem of saving them. The circular economy is already becoming an integral part of society, as humanity has realized that waste can also be a resource. The reuse of waste promotes circularity, and at the same time – the emergence and development of new technologies. Thus, waste recycling allows not only to recover resources, but also to save and extract energy.

Economic growth leads to higher amounts of both generated and managed waste, growth in the number of patents in the circular economy and gross added share, and the amount of recycling of electronic, bio and packaging waste. Hence, not only does circularity determine economic growth, but economic growth also influences factors of a circular economy.

Keywords: circular economy, circular economy factors, economic growth.