VILNIUS TECH
Vilniaus Gedimino technikos universitetas

28-oji Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis" teminė konferencija
Proceedings of the 28th Conference for Junior Researchers "Science – Future of Lithuania"

DARNI APLINKA / SUSTAINABLE ENVIRONMENT

2025 m. balandžio 24 d., Vilnius, Lietuva
24 April 2025, Vilnius, Lithuania

ISSN 2029-7157 / eISSN 2029-7149
eISBN 978-609-476-390-8
https://doi.org/10.3846/da.2025.007

Aplinkos apsaugos inžinerija / Environmental Protection Engineering *https://vilniustech.lt/346238*

MEDŽIAGŲ PASIRINKIMAS ĮGYVENDINANT ŽIEDINĘ EKONOMIKĄ: PLASTIKO IR POPIERIAUS CO_2 PĖDSAKŲ ANALIZĖ

Vaida GRIŠKEVIČIENĖ*

MB „Kita forma agentūra", Pijų g. 6, Vilnius, Lietuva

**El. paštas vaida@kita-forma.lt*

Gauta 2025 m. vasario 24 d.; priimta 2025 m. kovo 17 d.

Santrauka. Pagrindinis darbo tikslas – išnagrinėti žiedinės ekonomikos būvio ciklą plastiko ir popieriaus atveju bei palyginti jų CO_2 emisijų susidarymo šaltinius viso žiedinės ekonomikos gyvavimo ciklo metu. Darbe nagrinėjami pagrindiniai du CO_2 emisijoms skaičiuoti naudojami sertifikuoti standartai ISO 14064 ir ŠESD protokolas (GHG Protocol). Remiantis moksliniais straipsniais, lyginamas popierinio maišelio ir plastikinio maišelio gaminio būvio ciklo metu susidarantis CO_2 emisijų kiekis. CO_2 emisijos susidaro ne tik gaminio būvio ciklo metu, bet ir visos žiedinės ekonomikos modelio procese, nagrinėjama kiekviena plastikinio ir popierinio maišelio gaminio žiedinės ekonomikos ciklo dalis. Abiejų gaminių kelias panašus, tik perdirbimo procese skiriasi rezultatai, antrinis žaliavų panaudojimas efektyvesnis plastiko gaminių gamyboje, bet popieriaus irimas gamtoje padaro daug mažiau žalos.

Reikšminiai žodžiai: antrinės žaliavos, atliekos, CO_2 emisijos, eksportas, gamyba, gaminio būvio ciklas, importas, ISO 14064, perdirbimas, projektavimas, ŠESD protokolas, transportavimas, žaliavos ir žiedinė ekonomika.

1. Įvadas

Dabartinė visuomenė gyvena daiktų ir paslaugų pertekliuje, o kartu – ir savotiškame informacijos vakuume. Siekdami pateisinti besaikį vartojimą, jos nariai imasi pasaulį gelbėti lozungais „esu už švarią aplinką", „rūšiuoju", „naudoju tik tvarius produktus", „nenaudoju plastiko". Viešąją nuomonę padeda formuoti įtakingi asmenys, tokie kaip politikai, nuomonės formuotojai ir žiniasklaida, dalindamasi bauginančiais bei ne visada faktais paremtais straipsniais. To pasekmė – įvairūs „zero waste", „slow waste", prieš plastiko vartojimą, o kartais net ir prieš konkrečias įmones nukreipti judėjimai.

Kiekvieną naują taršos istoriją nagrinėja įvairios organizacijos, temai nagrinėti organizuojamos konferencijos, tačiau, deja, įprastai jose išreikšti savo nuomonę nėra kviečiami nei mokslininkai, nei teršusių įmonių atstovai. Dažnai tokių pokalbių metu vyksta informacijos spekuliacija apie tai, ką girdėjau, bet nemačiau. Be to, pataikaudami visuomenės nuomonei, politikai priima įstatymus, ribojančius tik plastiko naudojimą, prekybininkai plastikinius maišelius keičia popieriniais, o plastikinius šiaudelius – popieriniais, kurie vandenyje ima tirpti. Siekiant išvengti spekuliacijų informacija, būtina išsami patikimos medžiagos analizė ir diskusija su įvairiais informacijos gavėjais, ypač tuomet, kai reikalavimai verslui dėl CO_2 emisijų mažinimo didėja, bet nėra kontrolės institucijos, tikrinančios, ar viskas vyksta teisingai.

Remiantis Europos Sąjungos Tarybos duomenimis, 2016 m. Paryžiuje pasirašytas susitarimas, kuriuo siekiama apriboti temperatūros kilimą iki 1,5 laipsnio. Pagrindinė temperatūros pokyčio priežastis – CO_2 emisijų augimas visame pramonės sektoriuje, ypač gaminių gyvavimo ciklo metu. Remdamasi šiuo dokumentu, Europa užsibrėžė tikslą iki 2050 m. tapti klimatui neutraliu žemynu, tam paruošdama dokumentą „Žaliasis kursas", kurio pagrindinis tikslas – įvesti žiedinės ekonomikos modelį viso būvio ciklo metu ir tokiu būdu sumažinti CO_2 emisijas.

Šio straipsnio tikslas – išnagrinėti žiedinės ekonomikos būvio ciklą plastikinio ir popierinio maišelio žiedinės ekonomikos grandinės seka, kurioje gali susidaryti CO_2 emisijos.

Remiantis Visuotinėje lietuvių enciklopedijoje chemikės Reginos Lazauskienės pateiktais duomenimis, plastikų polimeras gaunamas cheminiu būdu iš naftos ir dujų. Dažniausiai pramonėje naudojami termoplastikai,

© 2025 Autoriai. Leidėjas Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Šis straipsnis yra atvirosios prieigos straipsnis, turintis Kūrybinių bendrijų (Creative Commons) licenciją (CC BY 4.0), kuri leidžia neribotą straipsnio ar jo dalių panaudą su privaloma sąlyga nurodyti autorių ir pirminį šaltinį.

kurie gali būti kaitinami ir formuojami ne vieną kartą. Pagrindinės plastikų rūšys yra PET (polietilentereftalatas), HDPE (aukšto tankio polietilenas), PVC (polivinilo chloridas), LDPE (mažo tankio polietilenas), PP (poliprolilenas), PS (polisteranas).

Inžinierius technologas Donatas Jonas Sidaravičius Visuotinėje lietuvių enciklopedijoje pateiktoje medžiagoje teigia, kad popierius yra plona lakštinė medžiaga iš susipynusių smulkiai sutrintų celiuliozės (dažniausiai cheminiu būdu apdorotų) plaušelių, susijungusių paviršiniais ryšiais. Dažniausiai gaminamas iš spygliuočių ir lapuočių plaušienos, skudurų, makulatūros. Be plaušinės medžiagos, dedama dar smulkintų mineralinių medžiagų (užpildų), klijavimo medžiagų, dažiklių. Paviršius kartais dengiamas kreidiniu (kreidos, titano oksido ar kitokių pigmentų ir rišiklio) sluoksniu. Popieriaus savybes ir paskirtį lemia žaliava, užpildai, priedai, gamybos technologija.

Popierius ir plastikas pramonėje gali pakeisti vienas kitą, bet ar tai tikslinga, kiekvienai įmonei reiktų įsivertinti atskirai. Žiedinės ekonomikos gyvavimo ciklo CO_2 emisijų skaičiavimas plastikui ir popieriui padėtų suprasti ir valdyti įmonės ekologinį poveikį, leidžiant imtis veiksmų dėl išteklių naudojimo, atliekų mažinimo ir tvarių praktikų įgyvendinimo, mažinant CO_2 emisijas viso gaminio gyvavimo procese iki perdirbimo galimybės.

2. CO_2 emisijos skaičiavimo metodai gaminio būvio ciklo metu

Remiantis Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos puslapyje pateiktais terminais, anglies dvideginio pėdsakas – visas išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis, kurį tiesiogiai ir netiesiogiai sukelia organizacijų veikla arba sukaupia pats produktas per gaminio gyvavimo ciklo etapus. Šis terminas randamas tiek teisiniuose aktuose, tiek įmonių protokoluose, kuriuose aprašomi įmonių CO_2 emisijų skaičiavimai.

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija nepateikia gairių, kaip apsiskaičiuoti CO_2 emisijas. Vietoje to ji siūlo naudotis carbonfootprint.com skaičiuokle, kuri pateikia rekomendacijas, prie kokios veiklos prisidėti, norint kompensuoti savo CO_2 pėdsaką. Tokių skaičiuoklių internete itin gausu, pavyzdžiui, *My Climate*, *Carbon Footprint*, *WWF Carbon Footprint Calculator*, *Eco-Calculator*, *Carbon Footprint Calculator – Carbon Trust* ir kitos panašaus tipo skaičiuoklės, kuriose galima naudotis tik skaičiuoklių pateikiama informacija, o ne konkrečia įmonės. Galiausiai neretai pačios įmonės, nesuprasdamos CO_2 skaičiavimo metodo, pagal pateiktas skaičiuokles imasi CO_2 emisijų kompensavimo strategijų ir nevertina savo asmeninių pasirinkimų. Deja, tokie skaičiavimai dažniausiai nebūna itin efektyvūs, nes trūksta papildomų rodiklių.

Internete taip pat pateikta ir daugybė teisinių gairių, kurias nurodo Lietuvos bankas, Lietuvos Respublikos klimato kaitos valdymo finansų instrumentų įstatymas, įmonių informacijos apie tvarumą teikimo direktyva (angl. *Corporate Sustainability Reporting Directive* – CSRD), Šiltnamio efektą sukeliančių dujų protokolas (angl. GHG *Protocol*), ISO 14064 standartas ir daugybė kitų šaltinių, nurodančių, kaip skaičiuoti CO_2 emisijas nuo atliekų tvarkymo iki gaminio importavimo. Organizacijų, projektų ar renginių kiekybiniam CO_2 pėdsakui ir jo poveikiui apskaičiuoti dažniausiai naudojami ŠESD protokolas ir ISO 14064 standartas.

ISO 14064 standartas apima metodikas, skirtas šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijoms apskaičiuoti. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų protokolas (angl. GHG *Protocol*) suteikia metodines gaires, kaip organizacijos gali apskaičiuoti savo emisijas, įskaitant šiltnamio efektą sukeliančių dujų skaičiavimus, ir pateikti informaciją ataskaitose. Abiejuose šiuose standartuose skaičiuojami tie patys CO_2 emisijos cheminiai elementai (anglies dioksidas (CO_2), metanas (CH_4), azoto oksidai (N_2O), chlorfluorangliavandeniliai (CFCs), halonai, sieros heksofloridas (SF_6)), kurie yra įtraukti ir į Kioto protokolą.

ŠESD protokolas (angl. GHG *Protocol*). Šiame dokumente svarbu nustatyti aiškias organizacijos ribas, kurios bus įtraukiamos į CO_2 pėdsako skaičiavimą, nes tai apibrėš ir veiklas, įtrauktas į tyrimą. ŠESD išmetimas iš šaltinių, kuriuos kontroliuoja organizacija, vadinamas tiesioginiu šiltnamio dujų išmetimu, o išmetamieji teršalai, kuriuos sukelia organizacijos veikla, bet šie atsiranda šaltiniuose, kontroliuojamuose kitos organizacijos, vadinami netiesioginiais ŠESD kiekiais.

ISO 14064 standartas. ISO 14064 standartas – tai šiltnamio efektą sukeliančių dujų ataskaitų standartų serija, kuri buvo sukurta atsižvelgiant į patirtį, gautą kuriant GHG protokolą.

Išnagrinėjus abu standartus, galima daryti prielaidą, kad jie labai panašiai vertina gaminio būvio ciklo CO_2 emisijų skaičiavimo principus ir šaltinius, tik ŠESD protokole to prašoma detaliau, o ISO standarte – remiantis gerosios praktikos taikymu įmonės viduje. Kiekviename iš šių dokumentų svarbiausia yra nustatyti tiesioginius ir netiesioginius CO_2 emisijų šaltinius, tiesiogiai susijusius su nagrinėjamos įmonės veikla.

3. Plastikinio ir popierinio maišelio gamybos analizė, remiantis CO_2 emisijų skaičiavimais

Remiantis ISO standartu ir ŠESD protokolu, ne vienoje mokslo įstaigoje ir valstybės kontroliuojamame institute, pavyzdžiui, Belgijos mokslinių tyrimų centre VITO, Danijos technologijų institute (DTI), Vokietijos aplinkos agentūroje (UBA), Jungtinių Tautų aplinkos programose

(UNEP), Oslo universitete ir daugumoje kitų, buvo apskaičiuota popierinio maišelio ir mažo tankio polietileno (plastiko polimero rūšis, iš kurio gaminama plėvelė maišeliams) CO_2 emisijos išeiga viso gaminio būvio ciklo metu.

Išnagrinėjus „Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Shopping Bags“, „The Role of Consumer Choice in the Environmental Impact of Alternative Grocery Bags“, „Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Disposable, Compostable, and Reusable Utility Bags“ leidiniuose pateiktus tyrimus, buvo nagrinėjamos vienodos populiariausių prekyboje, naudojamų apsipirkti, popierinio ir plastikinio maišelių gamybos sąlygos. Popierinis maišelis gaminamas iš pušies ir jo vidutinis svoris – 100 g, o CO_2 emisijos, gaunamos gamybos metu, yra 1,5 kg CO_2/kg. Plastikinis maišelis gaminamas iš žemo tankio polietileno polimerų – vidutinis jo gaunamas svoris yra 5 g, o CO_2 emisijos, gaunamos gamybos metu, – 3 kg CO_2/kg. Pritaikius straipsniuose nurodytą skaičiavimo sąlygą, kad CO_2 emisijos lygu svoris plius laikas plius gamybos metu gaunamos CO_2 emisijos, gaunamas toks rezultatas:

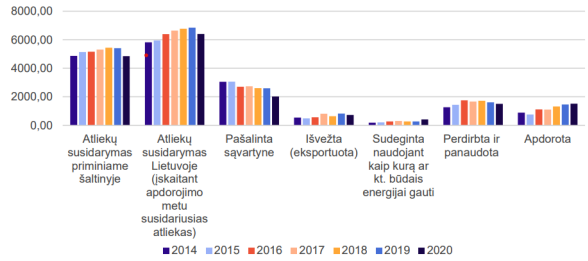
– Popierinio maišelio CO_2 emisijos: 150 g CO_2.
– Plastikinio maišelio CO_2 emisijos: 15 g CO_2.

Šis skaičiavimas parodė, kad popierinio maišelio gamyba išskiria 100 kartų daugiau CO_2 emisijų, bet prie šių skaičių reikia nepamiršti pridėti transportavimą, naudojimo laiką, perdirbimo galimybes, poveikį ekosistemoms. Kadangi CO_2 skaičiavimas kiekvienai įmonei ir šaliai unikalus, o duomenys priklauso nuo šalies energetinių, techninių ir transportavimo pajėgumų, svarbu išnagrinėti visą CO_2 emisijų gaminio būvio ciklą pagal žiedinės ekonomikos principus, tačiau šis gautas rezultatas neatspindi tikrojo CO_2 emisijų kiekio viso produkto gyvavimo etape pagal žiedinės ekonomikos principus.

4. Žiedinės ekonomikos modelio įtaka CO_2 emisijų skaičiavimui plastiko ir popieriaus gaminių gamyboje maišelių pavyzdžiu

2015 m. Europos Komisija nustatė pagrindinius žiedinės ekonomikos tikslus, kuriais siekiama kuo ilgiau išlaikyti produktų ir medžiagų vertę, išmesti kuo mažiau atliekų ir naudoti kuo mažiau išteklių, o, produktui atgyvenus, išteklius išlaikyti ekonomikos cikle, kad jie galėtų būti dar ne kartą naudojami naujai vertei sukurti. Pagal šį apibrėžimą, galima daryti prielaidą, kad didelę įtaką turi ne tik pats gaminys, bet ir jo gamyboje susidarančių ar nesusidarančių atliekų kiekis, neįtrauktas į anksčiau nagrinėtą CO_2 emisijų skaičiuoklę.

Remiantis Aplinkos apsaugos agentūros departamento duomenimis bei VšĮ Vyriausybinės strateginės analizės centro „Strata“ parengta analize „Žiediškumo indekso struktūros vertinimas ir poveikio sričių indekso pokyčiui identifikavimas“, 2020 m. Lietuvoje iš viso susidarė apie 6,4 mln. tonų atliekų (įskaitant susidariusias atliekų apdorojimo metu). 2020 m. pašalinta 33,9 % mažiau nei 2014-aisiais (1 paveikslas), šio skaičiaus pokytį lėmė tai, kad daugiau atliekų buvo panaudota energijai išgauti jas deginant. Aplinkos apsaugos agentūros skaičiavimais, kasmet atskirai galėtų būti surenkama dar maždaug 150 tūkst. tonų švarių, perdirbti tinkamų antrinių žaliavų, tačiau atliekų turėtojams ne visose savivaldybėse sudarytos sąlygos rūšiuoti atliekas.



1 paveikslas. Atliekų susidarymas ir tvarkymas Lietuvoje 2014–2020 m. (Aplinkos apsaugos agentūros (AAA) statistikos departamentas)

Toje pačioje „Strata“ pateiktoje analizėje buvo nagrinėjama ir 2020 m. Lietuvos atliekų tvarkymo statistika, kurioje galima matyti, jog 23,6 % susidariusių atliekų buvo perdirbta ar pakartotinai panaudota, 11,3 % eksportuota (2 paveikslas).

Atliekų tvarkymas	Kiekis, tūkst. t	Dalis nuo susidariusių atliekų, proc.
Pašalinta sąvartyne	2020,7	31,6
Sudeginta	2,2	0,03
Pašalinta kitais būdais	11,9	0,2
Eksportuota	725,7	11,3
Sudeginta naudojant kaip kurą ar kitais būdais energijai gauti	420,5	6,6
Perdirbta ir panaudota	1510,5	23,6
Apdorota	1515,4	23,7
Nesutvarkyta	195,5	3,0
Iš viso atliekų	**6402,4**	**100**

2 paveikslas. Atliekų šalinimo ir panaudojimo kiekiai 2020 m. (AAA statistikos departamentas)

Nors šios analizės autoriai nurodo atliekų perdirbamumą ir antrinio panaudojimo kiekio padidėjimą, jo nepakanka, kad šalies žiediškumo indeksas būtų pakankamai didelis. Nagrinėjamoje „Starta“ analizėje pateikiamas terminas žiediškumo indeksas – tai rodiklis, kuris nusako šalies perėjimo prie žiedinės ekonomikos progresą, parodantis antrinių žaliavų panaudojimo ir bendro suvartotų medžiagų kiekio santykį, t. y. kokią dalį į ekonomikos ciklą patenkančių žaliavų šalis perdirba ir panaudoja iš naujo. Didesnė žiediškumo indekso reikšmė reiškia, kad pirminės žaliavos daugiau pakeičiamos perdirbtomis (antrinėmis) žaliavomis. „Strata“ analizėje teigiama, kad 2021 m. vidutinė ES šalių žiediškumo indekso reikšmė buvo 11,7 %, o Lietuvos – tik 4 %.

Remiantis šiais duomenimis, galima padaryti prielaidą, kad atliekų perdirbimas nedaro labai didelio pokyčio CO_2 emisijos skaičiavimui žiedinės ekonomikos modelio kontekste, nes trūksta infrastruktūros šalyje surenkant švarias antrines žaliavas. Šioje analizėje kalbama apie bendrą atliekų perdirbimą ir pakartotinį panaudojimą. Šiame darbe nagrinėjami plastikiniai ir popieriniai maišeliai, pagal gaminio savybes priskiriami pakuotėms, todėl, analizuojant žiedinės ekonomikos modelį, svarbu išanalizuoti ir bendrą susidarančių atliekų kiekį ir tai, kokį procentą tarp jų užima pakuotės – konkrečiai popierinės bei plastikinės.

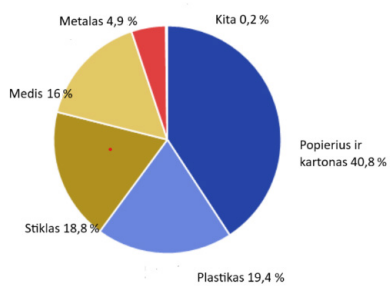
Tyrimų bendrovės „Eurostat“ duomenimis, 2022 m. komunalinių atliekų kiekis, sugeneruotas vienam gyventojui ES, sudarė 513 kg – tai yra 19 kg arba 4 % mažiau nei 2021 m. (532 kg) ir 46 kg daugiau nei 1995 m. (467 kg). Lietuvoje atliekų susidarė mažiau nei Europos vidurkis (465 kg vienam gyventojui, 11 kg mažiau nei 2021 m.).

Atskirai nagrinėjant rūšiuojamų pakuočių atliekų susidarymą Europoje, „Eurostat“ duomenimis, 2022 m. Europos Sąjungoje susidarė 83,4 mln. tonų pakuočių atliekų, tai yra 186,5 kg vienam gyventojui. Palyginus su 2021 m., tai 3,6 kg mažiau. Šioje statistikoje nurodoma, kad Lietuvoje 2022 m. vienam gyventojui teko 151,12 kg, tai 0,73 kg mažiau pakuočių atliekų nei 2021 m.

Iš visų Europos Sąjungoje sugeneruotų pakuočių atliekų 41 % sudarė popierius ir kartonas, 19 % – plastikas, 19 % – stiklas, 16 % – medis ir 5 % – metalas.

Detalios statistikos, kokių pakuočių atliekų Lietuvoje susidaro daugiausiai, nepavyko rasti, bet remiantis ES vidurkiu, galima daryti prielaidą, kad ir Lietuvoje daugiausiai susidaro popieriaus ir kartono pakuočių, antroje vietoje lieka plastikinių pakuočių atliekos.

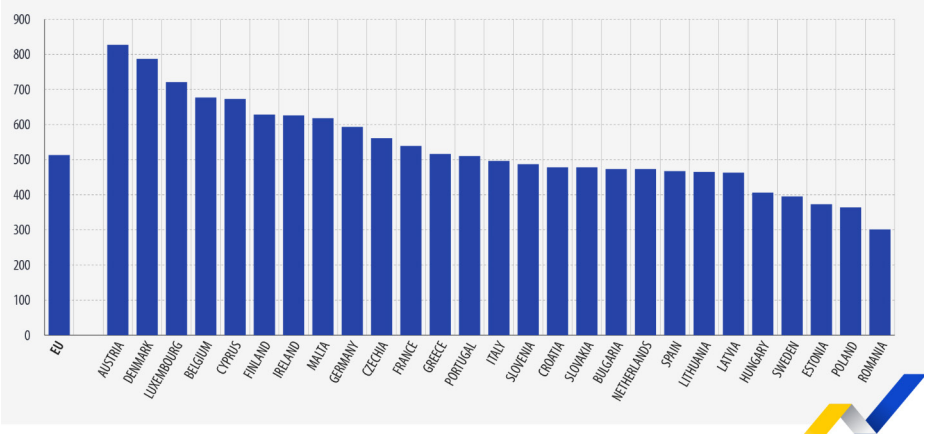
Analizuojant atliekų susidarymo statistiką ir jų perdirbimo bei antrinio panaudojimo galimybes žiedinės ekonomikos modelyje, kol kas perspektyvos mažos, bet galima pastebėti tendenciją, kad beveik pusę mūsų



4 paveikslas. Pakuočių atliekų susidarymas pagal pakuotės medžiagą ES, 2022 m. (Eurostat, n.d.)

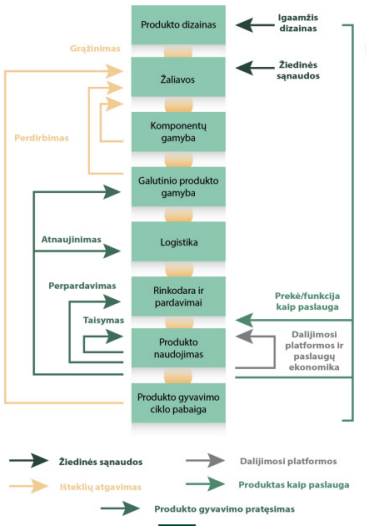
aplinkoje esančių atliekų sudaro pakuočių atliekos, iš kurių didžioji dalis yra popierinių ir kartoninių pakuočių atliekos. Pagal tai galima spręsti, kad vartotojai linkę labiau rūšiuoti pakuočių atliekas. Panagrinėjus Europos Sąjungos ir Aplinkos ministerijos oficialius tinklalapius, galima rasti nemažai informacijos, kad už pakuočių atliekų tvarkymą atsakingi gamintojai ir importuotojai, o pagal gamintojo ir importuotojo atsakomybės principą (teršėjas moka) valstybė yra nustačiusi jiems perdirbimo rodiklius (nuo 2025 m. plastikinei pakuotei nustatyta 65 %, o popierinei ir kartoninei 83 % perdirbimo koeficientas, kuris skaičiuojamas nuo į vidaus rinką išleisto kiekio). Todėl šių pakuočių tinkamą sutvarkymą galima laikyti žiedinės ekonomikos modelio dalimi, o jų perdirbimas prisidėtų prie šių gaminių CO_2 emisijų mažinimo jų gyvavimo būvio cikle. Žiedinės ekonomikos kontekste svarbu nagrinėti ne tik Lietuvos viduje, bet ir visoje Europoje vykstančią produktų gamybą ir jų atliekų tvarkymą, kadangi Europos Sąjungos šalis vienija ne tik žaliavų importas ir eksportas, bet ir Žaliojo kurso susitarimas, kad pirminių ir antrinių žaliavų grandinė apsiribos Europos Sąjungas riba, kuri padės pasiekti neutralaus klimato politikos tikslus.

Kadangi žiedinės ekonomikos gaminio ciklo metu nebus išvengta importo ir eksporto sąlygų, skaičiuojant gaminio CO_2 emisijas žiedinėje ekonomikoje, svarbu



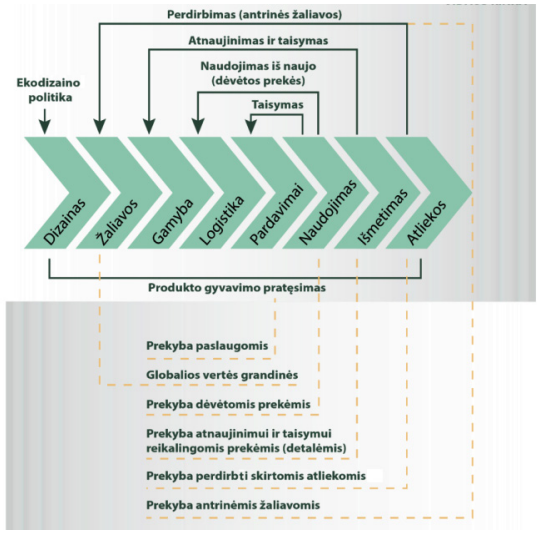
3 paveikslas. 2022 m. Europoje susidarančių komunalinių atliekų kiekis kg vienam asmeniui (Eurostat, n.d.)

įtraukti ir tarptautinės prekybos atvejį. Remiantis Lietuvos inovacijų centro leidinyje (5 paveikslas) „Žiedinė ekonomika ir tarptautinės vertės grandinės: Apdirbamosios gamybos Lietuvoje analizė“ aptariama verslo modelių tipologija vertės grandinėje, matyti, kad daugiausiai potencialo prailginti medžiagų naudojimo ir produktų cirkuliaciją, produktams nepasiekus gyvavimo ciklo pabaigos etapo, turi produktų naudojimo etapas, kuriame galima taikyti įvairius produkto gyvavimo pratęsimo, dalijimosi platformų bei produkto, kaip paslaugos verslo, modelius.



5 paveikslas. Žiedinės ekonomikos principai tarptautinės prekybos atveju (Lietuvos inovacijų centras, 2022)

Tarptautinės prekybos ir vertės grandinių poveikis aplinkai gali būti vertinamas ne tik pagal transporto sektoriuje išmetamų dujų kiekius, bet ir pagal jų galimybes prisidėti prie žiedinės ekonomikos plėtros. Dažniausiai



6 paveikslas. Žiedinės ekonomikos principai tarptautinės prekybos atveju

žiedinės ekonomikos iniciatyvos, tokios kaip ekologinis projektavimas, atliekų perdirbimas, gaminių taisymo ir aptarnavimo paslaugos ir kt., yra įgyvendinamos šalies viduje. Nepaisant to, tarptautinė prekyba ir globalios vertės grandinės gali būti glaudžiai siejamos su žiedine ekonomika vystant tvarius naudojamų ir nebenaudojamų prekių, jų medžiagų ar komponentų prekybos srautus, t. y. prekybą iki vartojimo bei prekybą po vartojimo.

Pritaikant šiuos modelius plastikinių ir popierinių pakuočių žiedinės ekonomikos gyvavimo ciklo metu, popierinio ir plastikinio maišelio antrinio panaudojimo galimybės sunkiai įsivaizduojamos, nes tai riboto naudojimo gaminiai, kurie turi galimybę būti perdirbami į antrinę žaliavą. Vertinant visą žiedinės ekonomikos gyvavimo ciklą, sunku pasakyti, kuris produktas generuoja daugiausiai CO_2 emisijų, nes jos priklauso ne tik nuo gamybos, atliekų perdirbimo, bet ir kelionės iki vartotojo bei vėliau pakuotės, virtusios atlieka. Nei vienas gaminys neturi atsidurti gamtoje, todėl kuris produktas gamtoje suirs greičiau ir kuris padarys didžiausią žalą, neturi būti vertinama.

5. Išvados

Technologijų, inovacijų, klimato kaitos ir dirbtinio intelekto amžiuje, norėdami vartoti daugiau, bet kartu siekdami ar priversti prisidėti prie klimato kaitos mažinimo, pasiklystame informacijos labirinte tiek teisine, tiek informacijos prieinamumo prasme. Europoje ar Lietuvoje nėra dviejų vienodų įmonių, todėl kiekviena iš jų turi prisiimti asmeninę atsakomybę už kiekvieną į rinką išleistą produktą, ar tai būtų daiktas, ar jo pakuotė. Dabartiniais prieinamais duomenimis, Lietuvos žiediškumo rodiklis yra daugiau nei 65 % mažesnis už Europos vidurkį, nors Lietuvoje susidaro mažiau atliekų nei Europos vidurkis. Mokslininkai, vertindami CO_2 emisijų susidarymą gaminimo metu, nustatė, kad gaminant plastikinį maišelį susidaro 100 kartų mažiau CO_2 emisijų, nei gaminant popierinį maišelį. Nagrinėjant žiedinės ekonomikos modelį bei CO_2 emisijų skaičiavimo metodiką, aiškiai nurodoma, kad į skaičiavimus reikia įtraukti ne tik pirminius CO_2 emisijos šaltinius, bet ir antrinius, kurie susidaro už įmonės ribų. Taip pat šiame procese svarbų vaidmenį atlieka atliekos ir jų virtimas antrinėmis žaliavomis. Lietuvoje surinktos pakuočių atliekos sudaro 32,5 % visų atliekų, kurių didžiausią dalį užima popieriaus ir kartono pakuočių atliekos. Tik 39,5 % visų Lietuvoje surinktų atliekų panaudojama pakartotinai, perdirbimui ir eksportuojant perdirbimui. Tarp duomenų yra kelerių metų skirtumas, todėl skaičiai gali minimaliai kisti, bet jų kontekste galima daryti prielaidą, kad informacijos atsekamumas painus ir šiandien apskaičiuoti CO_2 emisijų kiekį popierinio ir plastikinio

maišelio žiedinės ekonomikos būvio cikle beveik neįmanoma. Visgi, įmonės gali mažinti CO_2 emisijų kiekį plastikinį ar popierinį maišelį rinkdamosi pagal informacijos atsekamumą ir patikimumą, mažinant energijos naudojimo kiekį visame žiedinės ekonomikos procese, tiek iš pirminių, tiek iš antrinių šaltinių, įskaitant ir kelionės trukmę.

Literatūra

Eurostat. (n.d.). *Packaging waste by waste management operations.* https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waspac/default/table?lang=en

Eurostat. (11 October, 2024). *Marked increase in EU exports of recyclables in 2023*. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20241011-1

Eurostat. (8 February, 2024). *Municipal waste down by 19 kg per person in 2022.* https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20240208-2

International Organization for Standard. (2006). *Greenhouse gases – Part1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals* (ISO Standart No. 14064-1).

Lietuvos bankų asociacija. (n.d.). *Šilumos efektą sukeliančių dujų emisijų skaičiuoklė. Gairės*. https://www.lba.lt/uploads/documents/files/%C5%A0ESD_emisij%C5%B3_skai%C4%8Diuokl%C4%97s_gair%C4%97s(1).pdf

Lietuvos inovacijų centras. (2022). *Žiedinė ekonomika ir tarptautinės vertės grandinės. Apdirbamosios gamybos Lietuvoje analizė*. https://www.lic.lt/wp-content/uploads/2022/01/Ziedine-ekonomika-ir-tarptautines-vertes-grandines-su-ISBN.pdf

Lietuvos Respublikos Seimas. (2009). *Lietuvos Respublikos klimato kaitos valdymo finansų istrumentų įstatymas.* https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.349514

Stafford, W., Russo, V., & Nahman, A. (2022). A comparative cradle-to-grave life cycle assessment of single-use plastic shopping bags and various alternatives available in South Africa. *The International Journal of Life Cycle Assessment 27*(1). https://doi.org/10.1007/s11367-022-02085-2

Visuotinė lietuvių enciklopedija (n.d.). LNB Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras. https://www.vle.lt/

World Resources Institute. (2004). *A corporate accounting and reporting standard* (Rev. ed.). www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/ghg-protocol-revised.pdf

Yamaguchi, S. (2021). *OECD trade and environment working papers 2021/02. International trade and circular economy – Policy alignment* https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/ae4a2176-en.pdf?expires=1623913253&id=id&accname=guest&checksum=9A30A44ECFD0085EBCA9AE1EF62BD000

CIRCULAR ECONOMY LIFE CYCLE CO_2 CALCULATOR ANALYSIS: EXAMPLES OF PLASTICS AND PAPER

V. GRIŠKEVIČIENĖ

Abstract. The main objective of this work is to examine the circular economy life cycle in the case of plastics and paper and to compare the sources of CO_2 emissions throughout the entire life cycle of the circular economy. The study focuses on the main two certified standards used for CO_2 emissions calculations: ISO 14064 and the Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol). Based on scientific articles, the CO_2 emissions generated during the life cycle of paper and plastic bags are compared. CO_2 emissions arise not only during the product life cycle but also throughout the entire circular economy model process, examining each part of the circular economy cycle for both plastic and paper products. The paths of both products are similar, but the outcomes of the recycling process differ; the secondary raw material use is more efficient in plastic product manufacturing, while the degradation of paper in nature causes much less harm.

Keywords: CO_2 emissions, circular economy, design, export, Greenhouse Gas Protocol, import, ISO 14064, product life cycle, production, raw materials, recycling, secondary raw materials, transportation, waste.